

О.М. Ларін, М.І. Мисюра, Б.І. Кривошей, О.В. Воробйов

**Пожежна
та аварійно-рятувальна
техніка**

Частина 1

**Конструкції базових шасі
та матеріали, які використовують
при виготовленні пожежної
та аварійно-рятувальної техніки**

Харків 2007

**МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ З ПИТАНЬ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ТА У СПРАВАХ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД НАСЛІДКІВ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ
УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

О.М. Ларін, М.І. Мисюра, Б.І. Кривошей, О.В. Воробйов

ПОЖЕЖНА ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНА ТЕХНІКА

ЧАСТИНА 1

**КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВИХ ШАСІ ТА МАТЕРІАЛИ,
ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПОЖЕЖНОЇ
ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Харків 2007

УДК 629.113.073:075.32

ББК 38.96

П 46

*Схвалено для використання в навчально-виховному процесі
(Лист МНС України від 16.02.2005 № 72/28)*

Рецензенти: А.М. Юрченко, доктор технічних наук, професор Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

О.М. Яковлев, кандидат технічних наук, доцент Академії цивільного захисту України.

Ларін О.М., Мисюра М.І., Кривошей Б.І., Воробйов О.В.

П 46 **Пожежна та аварійно-рятувальна техніка. Частина 1. Конструкції базових шасі та матеріали, які використовують при виготовленні пожежної та аварійно-рятувальної техніки. Навчальний посібник.** – Х.: УЦЗУ, 2007. – 813 с.

В посібнику розглянуто призначення, основні відомості, принципи дії, конструкції механізмів і систем автомобілів та мотоциклів, що використовуються як базові шасі при виготовленні пожежної та аварійно-рятувальної техніки. Розглянуті загальні питання надання первинної медичної допомоги постраждалому при дорожньо-транспортних пригодах. Наведено загальні відомості про матеріали, що використовуються у пожежній та аварійно-рятувальній техніці.

Для курсантів, студентів та слухачів, які навчаються у відомчих вищих навчальних закладах за освітньо-професійними програмами підготовки бакалавра, спеціаліста та магістра за спеціальністю "Пожежна безпека".

УДК 629.113.073:075.32

ББК 38.96

О.М.Ларін, М.І. Мисюра.,

Б.І. Кривошей,

О.В. Воробйов

© Університет цивільного захисту України, 2007

ПЕРЕДМОВА

Основне завдання транспорту – це своєчасне, якісне та повне забезпечення потреб населення у перевезенні вантажів та людей, підвищення економічної ефективності роботи.

На автомобільному транспорті необхідно підвищувати ефективність використання транспортних засобів, в першу чергу за рахунок зменшення порожніх пробігів автомобілів, нерациональних перевезень, забезпечувати більший розвиток автомобільного транспорту загально-го використання; поліпшити структуру автомобільного парку.

Фахівець, який використовує у своїй роботі автомобільний транспорт, повинен добре знати конструкцію автомобілів, уміти самостійно оцінити новий механізм або систему, а також автомобіль в цілому.

Нині машинобудівна промисловість значно розширює типаж та виробництво спеціалізованих видів автомобілів з урахуванням вимог промисловості, будівництва, міністерств охорони здоров'я, освіти та науки, оборони та МНС. Збільшується випуск легкових автомобілів.

З метою зменшення забруднення навколишнього середовища, збільшуються роботи з вдосконалення конструкцій автомобілів. Постійно вдосконалюються системи автомобілів, які забезпечують безпеку руху.

В даній книзі в узагальненому та систематизованому виді знайшло відображено сучасну автомобільну техніку, описано принципи дії пристроїв, механізмів, систем та агрегатів, що дозволяє отримати досить повне уявлення про загальне влаштування транспортних засобів, які використовують базове шасі автомобіля. Як приклад конструктивних рішень наводяться описи конструкцій основних базових шасі моделей автомобілів, які використовуються у пожежній та аварійно-рятувальній техніці на Україні.

Розглянуто загальне влаштування мотоцикла. У роботі наведено основні відомості щодо нагляду за транспортними засобами, їх регулювання та характерних несправностей.

Розглянуто також основні види матеріалів, які використовуються у машинобудуванні, наведено короткі відомості про їх виробництво та обробку, захист від корозії та експлуатаційні матеріали.

Деякі ілюстрації та креслення, які пояснюють влаштування окремих вузлів та агрегатів автомобілів, взято з офіційних сайтів заводів-виробників транспортних засобів та існуючих підручників. Посилання на них наведені у списку використаних джерел інформації.

Книга може бути використана при підготовці водіїв, механіків, фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів "бакалавр", "спеціаліст" та фахівців інших спеціальностей Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, а також спеціалістів, робота яких пов'язана з необхідністю достатньо детально та систематизовано ознайомитись з конструкцією рухомого транспортного складу, який використовується на Україні.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Класифікація рухомого складу автомобільного транспорту

Автомобільний рухомий склад поділяється на **вантажний, пасажирський і спеціальний**.

До **вантажного** рухомого складу відносяться вантажні автомобілі, автомобілі -тягачі, причепа і напівпричепа; до **пасажирського** - автобуси, легкові автомобілі, пасажирські причепа і напівпричепа; до **спеціального** – пожежні автомобілі, аварійно - рятувальні автомобілі, автомобілі, причепа і напівпричепа, призначені для виконання різних, переважно нетранспортних, робіт.

Вантажні автомобілі, причепа і напівпричепа розрізняються за вантажопідйомністю.

Залежно від будови кузовів і від інших конструктивних особливостей, що визначають характер використання автомобіля, вони поділяються на рухомий склад загального призначення і спеціалізований.

Автомобілі, причепа і напівпричепа загального призначення мають неперекидний кузов і використовуються для перевезення вантажів усіх видів, крім рідких, без тари.

До спеціалізованого вантажного рухомого складу відносяться автомобілі, причепа і напівпричепа, призначені для перевезення вантажів певних видів.

Автомобілями – тягачами називають автомобілі, призначені для постійної роботи з причепами або напівпричепами, і тягачі, які піділяються на сідельні автомобілі, для роботи з напівпричепами й автомобілі – тягачі для роботи з причепами.

Автомобіль – тягач у зчепленні з причепом (напівпричепом) називається автопоїздом.

Пасажирські автомобілі, залежно від кількості пасажирів, конструкції і призначення, розділяють на легкові автомобілі й автобуси.

Легкові автомобілі, залежно від кількості пасажирів, конструкції і призначення, поділяють на легкові автомобілі й автобуси.

Автомобільний транспорт виробництва СРСР, що експлуатується на території України, має розподіл та позначення, які наведені нижче.

Легкові автомобілі підрозділяються за робочим об'ємом циліндрів двигуна на наступні основні класи (табл.1.1).

Автобуси поділяються за довжиною, що визначається залежно від прийнятого планування, на наступні основні класи (табл.1.2).

Таблиця 1.1 – Класифікація легкових автомобілів

Клас автомобіля	Робочий об'єм циліндрів двигуна, л
особливо малий	до 1,2
малий	від 1,2 до 1,8
середній	від 1,8 до 3,5
великий	понад 3,5
вищий	не регламентується

Таблиця 1.2 – Класифікація автобусів

Клас автобуса	Габаритна довжина, м
особливо малий	до 5,0
малий	від 6,0 до 7,5
середній	від 8,0 до 9,5
великий	від 10,5 до 12,0
особливо великий	від 16,5 і більше

За призначенням автобуси поділяються на міські і приміські, місцевого сполучення (для сільських перевезень), міжміські і туристські.

До спеціального рухомого складу відносяться пожежні автомобілі, аварійно - рятувальні автомобілі, автомобілі з компресорними установками, автокрани, збиральні автомобілі і т.п.

Автомобільний рухомий склад поділяється також на дорожній, призначений для роботи на дорогах загальної мережі, і на позадорожній – для використання поза дорогами загальної мережі.

За ступенем пристосування до роботи в різних дорожніх умовах розрізняють дорожній автомобільний рухомий склад звичайної прохідності (для роботи в основному на дорогах з твердим покриттям) і підвищеної прохідності (для систематичної роботи на невідповідних дорогах і в окремих випадках – по бездоріжжю).

Всі автомобілі за загальним числом коліс і числом тягових коліс умовно позначають формулою, де перша цифра означає число коліс автомобіля, а друга – число тягових коліс. Наприклад, 4х2 – двохосьовий автомобіль з однією тяговою віссю (ГАЗ -53А, ЗІЛ -130); 6х6 – тривісний автомобіль із усіма тяговими осями (ЗІЛ -131); 6х4 – тривісний автомобіль із двома тяговими осями (КамАЗ -5320).

За родом палива, що споживається, і видом двигуна автомобілі розділяють на карбюраторні, дизельні, газогенераторні, газобалонні, електричні (електромобілі), парові та газотурбінні.

Прийнята наступна система позначення (індексація) рухомого складу: кожній новій моделі автомобіля (причіпного складу) привла-

снюється індекс, що складається з чотирьох цифр, де перші дві цифри позначають клас автомобіля (причепа, напівпричепа) за робочим об'ємом двигуна для легкових автомобілів, за довжиною для автобусів і за повною масою для вантажних автомобілів (прицепів і напівприцепів). Інші дві цифри позначають модель.

Модифікації моделей мають додаткову п'яту цифру, що позначає порядковий номер модифікації. Перед цифровим індексом ставляться літерні позначення заводу – виробника.

Дві перші цифри індексів, привласнених автомобілям, наведені в табл. 1.3.

Наприклад, легковий автомобіль з робочим об'ємом двигуна 1,1 л, що випускається Запорізьким автозаводом, позначається ЗАЗ-1102; автобус з габаритною довжиною 9,20 м, що випускається Львівським автобусним заводом, позначається ЛАЗ - 4202; вантажний бортовий автомобіль, який виробляється Кременчуцьким автозаводом з повною масою 19,5 т, позначається КраЗ -5305 і т.п.

1.2 Система позначення автомобільного рухомого складу

Таблиця 1.3 – Позначення автомобілів

Легкові автомобілі	Робочий об'єм двигуна, л	до 1,2	1,2 - 1,8	1,8 - 3,5	понад 3,5				
	індекси	11	21	31	41				
Автобуси	Габаритна довжина, м		до 5,0	6,0 - 7,5	8,0 - 9,5	10,5	16,5 і більше		
	індекси		22	32	42	52	62		
Вантажні автомобілі	Повна маса, т	до 1,2	1,2 - 2,0	2,0 - 8,0	8,0 - 4,0	14 - 20	20 -40	понад 40,0	
	з бортовою платформою	індекси	13	23	33	43	53	63	73
	сідельні тягачі		14	24	34	44	54	64	74
	самоскиди		15	25	35	45	55	65	75
	цистерни		16	26	36	46	56	66	76
	фургони		17	27	37	47	57	67	77
	спеціальні		19	29	39	49	59	69	79

Для причіпного складу виділені наступні індекси (дві перші цифри з чотирьох), якими позначається причіпний склад, і наведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Позначення причепів

Типи	Причепи	Напівпричепи (розпуски)
	індекси	
легкові	81	91
автобусні	82	92
вантажні (бортові)	83	93
самоскидні	85	95
цистерни	86	96
фургони	87	97
спеціальні	89	99

Залежно від повної маси причіпного складу (табл. 1.5), для нього виділено п'ять груп індексів моделей (третья і четверта цифри).

Наприклад, напівпричіп фургон Одеського автомобільно збирального заводу для перевезення вантажу, який має повну масу 9 т, позначається Одаз -9925.

Таблиця 1.5 – Індеси при позначенні причепів

Причепи і напівпричепи			Розпуски
Групи	Номери	Повна маса, т	Повна маса, т
1	01 -24	до 4 т	до 6
2	25 -49	4 -10	6 -10
3	50 -69	10 -16	10 -16
4	70 -84	16 -24	16 -24
5	85 -99	понад 24	понад 24

1.3 Технічні параметри рухомого складу автомобільного транспорту

1.3.1 Розмірні параметри

До розмірних параметрів автомобільного транспорту відносяться: габаритна довжина, ширина та висота, мм; колія передніх та задніх коліс, мм; база, мм; передній та задній кут звису, град; просвіт у середній частині автомобіля, мм; просвіт під передньою віссю, мм; просвіт під задньою віссю, мм; статичний радіус колеса, мм; внутрішня довжина кузова, мм; внутрішня ширина кузова, мм; найменший радіус повороту по колії (осі сліду) переднього зовнішнього колеса, м; найменший габаритний радіус повороту за найбільш виступаючою

частиною, м; найменший внутрішній габаритний радіус, м; найменший габаритний коридор, м (рис. 1.1-1.5).

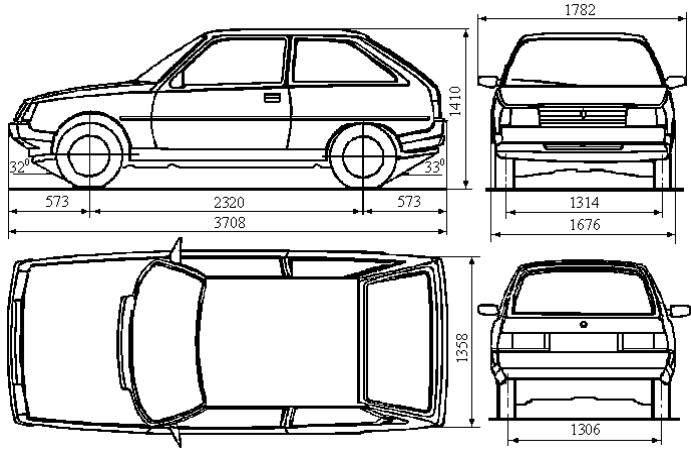


Рис. 1.1 – Умовні позначення основних розмірів легкового автомобіля

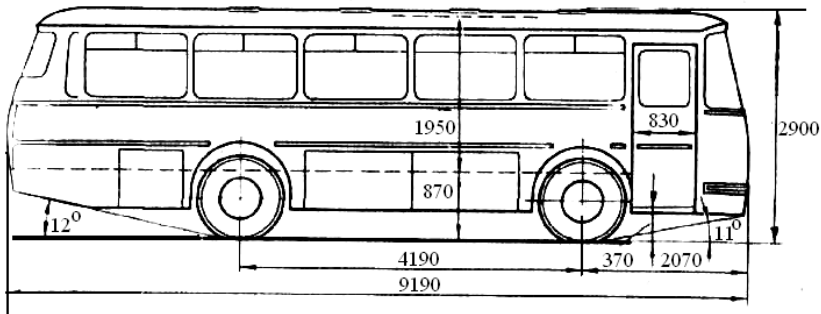


Рис. 1.2 – Позначення основних розмірів автобуса

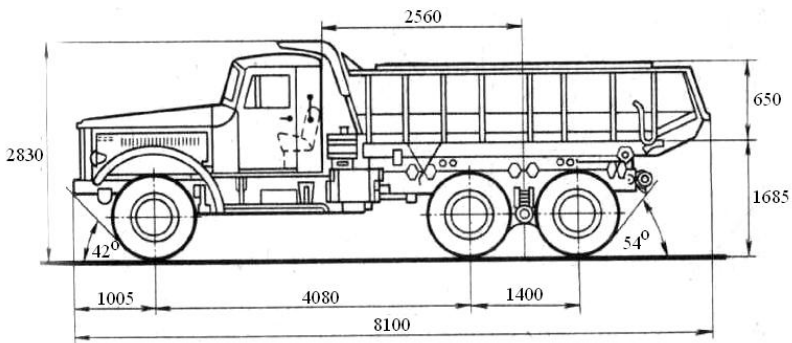


Рис. 1.3 – Позначення основних розмірів вантажного автомобіля

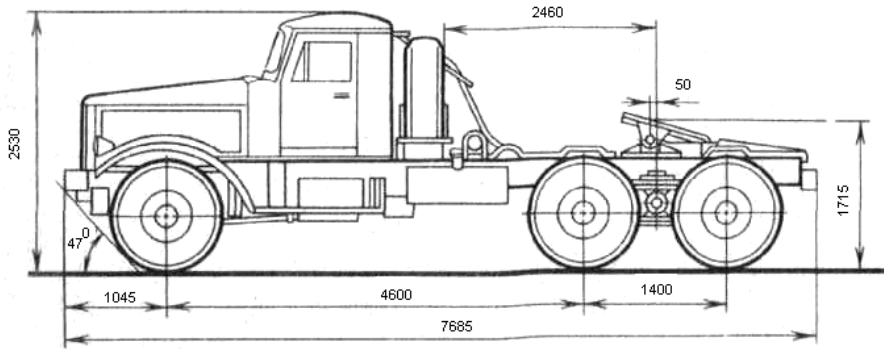


Рис. 1.4 – Позначення основних розмірів сідельного тягача

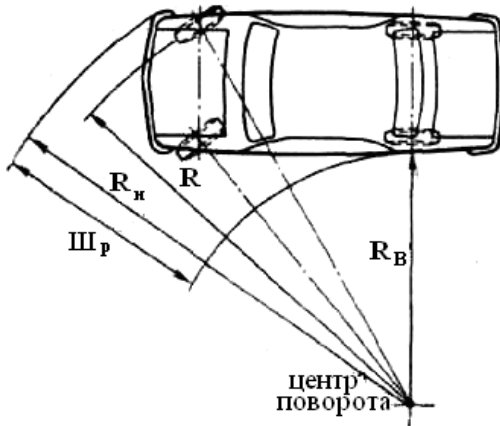


Рис. 1.5 – Позначення радіусів повороту автомобіля

1.3.2 Параметри маси

До масових параметрів автомобільного транспорту відносяться: G – номінальна вантажопідйомність вантажного автомобіля, кг; P_B – номінальна кількість пасажирів легкового автомобіля, автобуса, чол.; G_c – суха маса автомобіля, кг; G_6 – власна маса автомобіля, кг; G_n – номінальна маса перевозимого вантажу чи пасажирів, кг (для розрахунків маса однієї людини приймається рівною 75 кг); $G_{\text{н}}$ – корисна маса – маса вантажу чи пасажирів, водія і додаткового спорядження автомобіля, кг; G_a – повна маса

автомобіля, кг; G_1 – маса автомобіля, що припадає на передню вісь, кг; G_2 – маса автомобіля, що припадає на задню вісь (у тривісних автомобілів – на задній візок), кг; $G_{он}$ – максимальне осьове навантаження, Н; n_v – коефіцієнт використання маси.

Номінальна вантажопідйомність автомобіля – це маса перевозимого вантажу, зазначена в технічній характеристиці автомобіля.

Номінальна кількість пасажирів легкового автомобіля (включаючи водія) чи автобуса (без водія) – це число перевозимих пасажирів, зазначене в технічній характеристиці. Для автобусів позначається за кількістю місць для сидіння і загальною. Крім того, для автобусів може вказуватися припустима загальна кількість пасажирів у години пік.

Суха маса автомобіля являє собою масу незаправленого і неспорядженого автомобіля.

Власна маса автомобіля – це маса автомобіля у спорядженому стані без навантаження. Складається із сухої маси автомобіля, маси палива, охолоджувальної рідини, запасного колеса (коліс), інструменту, приладдя й обов'язкового устаткування.

Повна маса автомобіля – це сума власної маси автомобіля і маси вантажу чи пасажирів, перевозимих автомобілем.

Максимальне осьове навантаження – це навантаження від величини повної маси, що припадає на найбільше навантажену вісь (візок).

Коефіцієнт використання маси – це відношення номінальної вантажопідйомності автомобіля до його власної маси.

Зазначені параметри поширюються також на причіпний склад і автопоїзди.

1.3.3 Основні параметри двигунів

Умовні позначення: D – діаметр циліндра, мм; S – хід поршня, мм; i – число циліндрів; V_n – робочий об'єм двигуна, л або см^3 ; V_h – робочий об'єм двигуна, л або см^3 ; V_c – об'єм камери згоряння, л або см^3 ; e – ступінь стискання; n – частота обертання колінчатого вала, об/хв; p_e – середній ефективний тиск, Н/м^2 ; $M_{кр}$ – обертальний момент двигуна, ($\text{Н}^*\text{м}$); N_i – індикаторна потужність двигуна, к. с. (кВт); N_e – ефективна потужність двигуна, к. с. (кВт); N_l – літрова потужність двигуна, к. с./л (кВт/л); η_m – механічний коефіцієнт корисної дії; G_T – годинна витрата палива, кг/год; g_e – питома витрата палива, г/к. с. ч. (г/кВт-год); G_a – маса двигуна, кг; G_l – літрова маса двигуна, кг/л; G_y – питома маса двигуна, кг/к. с.

Нумерація циліндрів двигуна починається з боку протилежного кінця колінчатого вала двигуна, на якому закріплено маховик (рис. 1.6).

При V-подібному дворядному розташуванні їхні номери починаються з тієї ж сторони, але при цьому спочатку нумерується лівий, а потім правий ряд.

Нумерація циліндрів у правому ряді починається з тієї ж сторони, як і у лівому ряду.

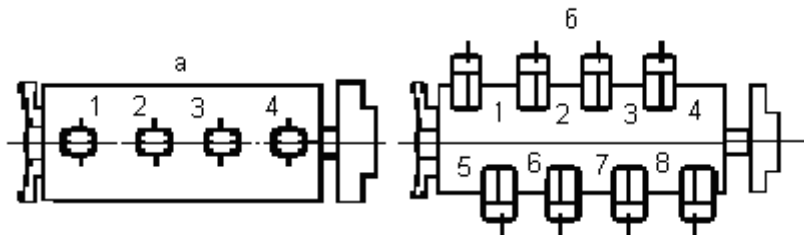


Рис. 1.6 – Нумерація циліндрів двигуна:

а) однорядного; б) з V-подібним розташуванням циліндрів

Робочий об'єм двигуна – це сума робочих об'ємів всіх циліндрів, л:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4 \cdot 10^6} S i.$$

Ступінь стискання – це відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння:

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}.$$

Ефективна потужність – двигуна це дійсна потужність на колінчатому валу, к. с.:

$$N_e = \frac{P_e V_h n}{255 \tau},$$

де τ – число тактів робочого циклу двигуна.

Механічний коефіцієнт корисної дії двигуна – це відношення ефективної потужності до індикаторної:

$$\eta_M = \frac{N_e}{N_i}.$$

Індикаторна потужність – це потужність, що розвивається двигуном N_e та визначається за індикаторною діаграмою.

Обертальний момент двигуна, Н·м:

$$M_{кр} = 716,2 \frac{N_e}{n}.$$

Літрова потужність двигуна характеризує ефективність використання робочого об'єму циліндрів двигуна, к. с./л (кВт/л):

$$N_{л} = \frac{N_{e_{max}}}{V_h}.$$

Літрова маса двигуна є показником ефективності використання металу у двигуні, кг/л:

$$G_{л} = \frac{G_y}{V_h}.$$

Питома маса двигуна залежить від досконалості конструкції двигуна і ступеня його форсування, кг/к. с. (кг/кВт):

$$G_y = \frac{G_D}{N_{e_{max}}}.$$

Питома витрата палива характеризує ефективність використання палива у двигуні, г/к. с.·год (г/кВт·г):

$$g_e = \frac{G_T}{N_e} 1000.$$

Швидкісна характеристика двигуна являє собою графік (рис. 1.7) залежності ефективної потужності N_e двигуна, питомої витрати палива і обертального моменту $M_{кр}$ від частоти обертання колінчатого вала двигуна при постійно відкритій дросельній заслінці чи постійному положенні рейки паливного насоса.

Навантажувальна характеристика – це графік годинної і питомої витрат палива залежно від потужності, що розвивається двигуном за постійної частоти обертання колінчатого вала і відкритої дросельної заслінки.

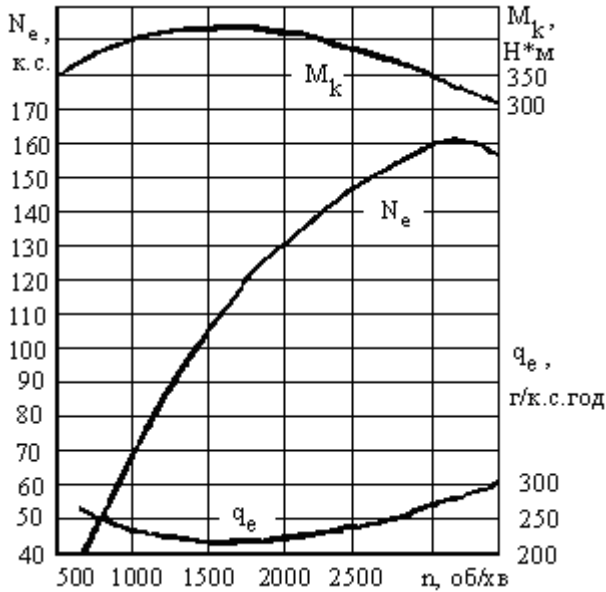


Рис. 1.7 – Швидкісна характеристика двигуна автомобіля ЗІЛ-130

1.3.4 Тягово-швидкісні властивості автомобілів

Умовні позначення: V_a – швидкість руху автомобіля, км/год; n_k – число обертів колеса на визначеному відрізку шляху; r_k – радіус кочення колеса, м; i_0 – передаточне число головної передачі; $i_{k1}, i_{k2}, \dots, i_{kn}$ – передаточні числа коробки передач; S – відстань, пройдена автомобілем, м; η_t – механічний ККД трансмісії автомобіля; N_T – потужність, затрачена на подолання опору в механізмах трансмісії автомобіля, к.с. (кВт); P_k – тягова сила на тягових колесах автомобіля, Н; P_f – сила опору кочення коліс, Н; P_a – сила опору підйому, Н; P_w – сила опору повітря, Н; P_j – сила інерції автомобіля, Н; N_f – потужність, затрачена на кочення коліс, к.с. (кВт); N_a – потужність, затрачена на подолання опору підйому, к.с.; N_w – потужність, затрачена на подолання опору повітря, к.с.; N_j – потужність, затрачена на подолання інерції автомобіля, к.с.; J_a – прискорення автомобіля м/с²; f – коефіцієнт опору кочення; k – коефіцієнт обтічності, Н·с²/м⁴; F – лобова площа автомобіля, м²; A – кут подовжнього нахилу дороги, град.

Тягово-швидкісні властивості автомобіля дозволяють судити про можливу величину середньої швидкості руху автомобіля в різних дорожніх умовах.

Середня швидкість руху автомобіля залежить від максимальної швидкості і від інтенсивності розгону, що він може розвивати на дорогах різної якості. Крім того, на середню швидкість автомобіля істотно впливають його гальмівні властивості.

Швидкість руху автомобіля, км/год:

$$V_a = 3.6 \frac{\pi n r_k}{30 i_o i_k} = 0.377 \frac{\pi r_k}{i_o i_k}.$$

Радіус кочення колеса визначають виміром шляху S , пройденого колесом автомобіля за число обертів n_k . Для практичних розрахунків можна приймати радіус кочення, який дорівнює статичному радіусу колеса:

$$r_k = \frac{S}{2\pi n_k}, \text{ м.}$$

Тягова сила на тягових колесах:

$$P_k = \frac{M_{кр} i_k i_o}{r_k} N_T.$$

Механічний ККД трансмісії:

$$\eta_t = \frac{N_e - N_T}{N_e}.$$

ККД збільшується за мірою підвищення переданого моменту і зменшується за мірою підвищення частоти обертання вала. Збільшення в'язкості і кількості мастила, залитого в картери агрегатів, призводить до зменшення ККД.

Значення механічного ККД трансмісії: для автомобілів з одинарною головною передачею 0,85–0,90, для автомобілів з подвійною або черв'ячною головною передачею 0,80–0,85.

Тяговий баланс автомобіля являє собою розподіл тягової сили P_k на тягових колесах за окремими видами опору руху автомобіля:

$$P_k = P_f + P_w + P_a + P_j.$$

Сила опору кочення коліс:

$$P_f = fG_a \cos \alpha.$$

Коефіцієнт опору кочення залежить в основному від типу і стану дорожнього покриття, конструкції шин і тиску повітря в них.

Середні експериментальні значення коефіцієнта опору кочення для різних типів дорожнього покриття наведені в табл.1.6.

Таблиця 1.6 – Значення коефіцієнта опору кочення

Асфальтобетонне покриття:	
у доброму стані	0,014–0,018
у задовільному стані	0,018–0,020
Гравійне покриття	0,020–0,025
Кам'яна бруківка	0,023–0,030
Грунтова дорога	
суха, катана	0,025–0,035
після дощу	0,050–0,150

Для практичних розрахунків в інтервалах найбільш поширених швидкостей руху автомобілів, коефіцієнт опору кочення може бути з достатньою точністю прийнятий за постійну величину, залежну тільки від даних шин, типу і стану дорожнього покриття.

Сила опору повітря руху автомобіля:

$$P_w = \frac{kFV_a^2}{13}.$$

Приблизні значення лобової площі для автомобілів різних типів наведені у таблицях 1.7 та 1.8.

Таблиця 1.7 – Лобова площа автомобіля

Тип автомобіля	Лобова площа, м ²
Легкові автомобілі:	
малого класу	1,5–2,0
середнього і великого класу	2,0–2,8
Вантажні автомобілі	3,0–6,5
Автобуси	3,0–7,5

Сила опору підйому:

$$P_a = G_a \sin \alpha = G_a i,$$

де i – підйом, %.

Таблиця 1.8 – Середні значення коефіцієнта обтічності автомобіля

Тип автомобіля	Середні значення коефіцієнта обтічності k , $\text{H}\cdot\text{c}^2/\text{м}^4$
Гоночні і спортивні автомобілі з обтічною формою кузова	0,015–0,020
Сучасний легковий автомобіль з закритим кузовом	00,035–0,060
Легковий автомобіль з необтічною формою кузова	0,020–0,030
Автобуси	0,040–0,060
Вантажні автомобілі	0,060–0,080

Сила інерції автомобіля:

$$P_j = \delta \frac{G_a}{g} J_a.$$

Коефіцієнт δ приблизно може бути визначений за емпіричною формулою:

$$\delta = 1 + \sigma i_k^2,$$

де $\delta = 0,04-0,09$ (залежить від конструкції автомобіля і прямо пропорційний моментам інерції обертових деталей автомобіля).

Розгорнуте рівняння тягового балансу автомобіля має вигляд:

$$P_k = \psi G_a + \frac{k F V_a^2}{13} \pm \delta \frac{G_a}{g} J_a,$$

де ψ – коефіцієнт сумарного опору дороги:

$$\psi = f \cos \alpha + \sin \alpha.$$

Динамічний фактор являє собою відношення надлишкової тягової сили до повної маси автомобіля, тобто питому надлишкову тягову силу:

$$D = \frac{P_k - P_w}{G_a}.$$

Надлишкова тягова сила $P_k - P_w$ може витратитися на подолання дорожнього опору і розгін автомобіля. Знаючи коефіцієнт опору до-

роги, за допомогою динамічного фактора можна визначити прискорення автомобіля, яке характеризує інтенсивність розгону:

$$J_a = \frac{(D-\psi)k}{\delta}.$$

Про інтенсивність розгону можна судити також з графіків шляху і часу розгону автомобіля залежно від швидкості його руху.

Баланс потужності автомобіля дозволяє приймати рішення про витрати потужності, потрібної для подолання всіх опорів руху автомобіля:

$$N_e = \frac{N_f + N_w \pm N_a \pm N_j}{\eta_t}.$$

Потужність, витрачена на подолання опору кочення коліс:

$$N_f = \frac{fG_a \cos \alpha V_a}{270}.$$

Потужність, затрачувана на подолання опору підйому:

$$N_a = \frac{G_a \sin \alpha V_a}{270}.$$

Потужність, затрачувана на подолання опору повітря:

$$N_w = \frac{kFV_a^3}{3500}.$$

Потужність, затрачувана на подолання сил інерції

$$N_j = \frac{\delta \frac{G_a}{g} J_a V_a}{270}.$$

Рівняння балансу потужності автомобіля в розгорнутому вигляді:

$$N_e = \psi \frac{G_a V_a}{270 \eta_t} + \frac{kFV_a^3}{3500 \eta_t} \pm \frac{\delta \frac{G_a}{g} J_a V_a}{270 \eta_t}.$$

1.3.5 Гальмівні властивості

Умовні позначення: S_T – гальмовий шлях, м; S_o – відстань до повної зупинки, з моменту натискування на гальмову педаль, м; V – початкова швидкість руху автомобіля, км/год; Φ – коефіцієнт зчеплення шин з дорогою; t – час реакції водія, що залежить від його досвіду, індивідуальних особливостей і втоми. Звичайно коливається від 0,4 до 1,2 с (для розрахунків приймається рівним 0,8 с); t_1 – час спрацьовування гальм, що включає час запізнювання дії гальмівного приводу і час наростання гальмівного зусилля (складає в середньому для гальм з гідравлічним приводом 0,2 с; з пневматичним 0,6 с); k_e – коефіцієнт експлуатаційного стану гальм, що враховує невідповідність гальмівних зусиль на колесах до ваги, що припадає на них (залежить від конструктивних параметрів гальм, корисного навантаження і технічного стану гальмівних механізмів; на сухих дорогах коливається в межах 1,1-2,0; для доріг з коефіцієнтом зчеплення нижче 0,3 враховується лише неодноразовість гальмування окремих коліс і приймається рівним 1,1 - 1,2).

Гальмівні властивості оцінюються довжиною гальмівного шляху автомобіля, величиною сталого уповільнення при гальмуванні або величиною гальмівної сили, що розвивається гальмами автомобіля.

Гальмівний шлях – це відстань, пройдена автомобілем з моменту початку гальмування до повної зупинки. Теоретичний мінімальний гальмівний шлях автомобіля з гальмами на усіх колесах визначається за формулою:

$$S_T = \frac{k_e V^2}{254\Phi \cos\alpha \pm t g\alpha}.$$

Зупинений шлях – це відстань, що складається з гальмівного шляху і шляху, пройденого автомобілем за час реакції водія і час спрацьовування гальм. Теоретично зупинений шлях автомобіля визначається за формулою:

$$S_o = (t + t_1) \frac{V}{3,6} + \frac{k_e V^2}{254\Phi \cos\alpha \pm t g\alpha}.$$

Значення коефіцієнта зчеплення за швидкості руху 40 км/год для дорожніх покриттів, що знаходяться в задовільному стані, наведені у табл.1.9.

Таблиця 1.9 – Значення коефіцієнта зчеплення

Тип покриття	Суха поверхня	Мокра поверхня
Асфальтобетонне	0,7–0,8	0,35–0,45
Цементобетонне покриття	0,7–0,8	0,35–0,45
Щебенеve покриття	11,6–0,7	0,3 –0,4
Грунтова дорога	0,5–0,6	0,2 –0,4
Дорога, покрита укоченим снігом	0,2–0,3	0,2 –0,3
Крижана дорога	0,1–0,2	0,1 –0,2

За збільшення швидкості руху, при зношених шинах, а також на брудних, засніжених і мокрих покриттях величина коефіцієнта зчеплення різко знижується.

Фактичний зупинений шлях, рахуючи від місця виникнення необхідності гальмування, значно більше теоретичного гальмівного шляху, внаслідок того, що автомобіль до початку гальмування проходить відстань за час t реакції водія і час t_1 спрацьовування гальм.

Ефективність дії гальм впливає на середню швидкість руху автомобіля, особливо в умовах міського руху.

В умовах експлуатації ефективність дії гальм рекомендується оцінювати для порожнього автомобіля за гальмівним шляхом зі швидкістю 80 км/год, або за сталим уповільненням або на стенді за величиною гальмівних сил на колесах.

Гальмівний шлях визначають приладом, що фіксує момент початку гальмування і зупинку автомобіля, уповільнення – деселерометром, встановленим на підлозі в кабіні або кузові автобуса (легкового автомобіля).

1.3.6 Паливна економічність

Умовні позначення: Q_T - питома витрата палива автомобілем, л/100 тонно-кілометрів; Q - питома витрата палива автомобілем, л/100 км; $G_{\text{сум}}$ - кількість палива, витраченого автомобілем на певній відстані, кг; G_T - годинна витрата палива двигуном, кг/год; g_e - питома витрата палива двигуном, г/к. с. год (г/кВт·г); $L_{\text{сум}}$ – загальний пробіг автомобіля (з вантажем і без вантажу), км; $L_{\text{гр}}$ – пробіг автомобіля з вантажем, км;
 ρ_r – щільність палива, г/см³; G_p - корисний вантаж, перевезений автомобілем, кг.

Паливну економічність оцінюють питомою витратою палива в літрах на 100 тонно-кілометрів або 100 км пробігу.

Питома витрата палива на 100 тонно-кілометрів транс-портної роботи:

$$Q_T = \frac{G_\Sigma}{L_{гр} G_{гр} \rho_T} 100000.$$

Питома витрата палива на 100 км пробігу автомобіля:

$$Q = \frac{G_\Sigma}{L_\Sigma \rho_T} 100.$$

Питома витрата палива на 100 км пробігу при русі автомобіля пов'язана з питомою витратою палива двигуном відношенням:

$$Q = \frac{G_T}{V_a \rho_T} 100 = \frac{g_e N_e}{V_a \rho_T} 0,1.$$

Використовуючи рівняння балансу потужності, одержуємо:

$$Q = \frac{g_e}{\eta_T} \left[\psi \frac{G_a}{270} + \frac{k F V_a^2}{3500} \pm \frac{\delta \frac{G_a}{g} J_a}{270} \right] 0,1.$$

Це рівняння показує, від яких факторів залежить витрата палива при русі автомобіля.

Якщо $N_j=0$, то наведене рівняння дає можливість визначити витрату палива при сталому русі автомобіля по дорозі з визначеним опором ψ .

Графік залежності питомої витрати палива від швидкості руху для різних значень ψ називається економічною характеристикою автомобіля.

1.4 Техніко-експлуатаційні показники використання рухомого складу

Коефіцієнт технічної готовності рухомого складу α_t оцінює ступінь готовності технічно справного рухомого складу до перевезень.

Визначається для одиниці рухливого складу відношенням кількості днів D_t , у які одиниця рухомого складу була технічно справною, до загальної кількості календарних днів D_k , за якою визначається цей показник, тобто:

$$\alpha_T = \frac{D_T}{D_K}.$$

Технічна швидкість V_T характеризується кількістю кілометрів, який проїхав рухомий склад за годину руху:

$$V_T = \frac{L}{T_{\text{рух}}}.$$

Експлуатаційна швидкість v_e характеризує умовну середню швидкість рухливого складу за увесь час перебування його в роботі:

$$V_t = \frac{L}{T_H} = \frac{L}{T_{\text{рух}} + T_{\text{нр}}}.$$

Загальний пробіг $L_{\text{об}}$ дорівнює сумарному пробігу з вантажем (пасажирами) $L_{\text{уп}}$, без вантажу (без пасажирів) і нульовому пробігу (подача рухливого складу з гаража під перше навантаження або посадку пасажирів, відстань, яку автомобіль проїде після роботи до стоянки, заїзди на технічне обслуговування, ремонт, заправлення паливом і т. п.), L_H , тобто:

$$L_{\text{об}} = L_{\text{нр}} + L_H.$$

Коефіцієнт використання пробігу (для вантажних автомобілів), коефіцієнт корисного пробігу (для автобусів) і коефіцієнт сплаченого перебігу (для автомобілів таксі) характеризує ступінь використання пробігу рухомого складу і визначається відношенням продуктивного пробігу до загального пробігу, тобто:

$$\beta = \frac{L_{\text{нр}}}{L_{\text{об}}} = \frac{L_{\text{нр}}}{L_{\text{нр}} + L_H}.$$

Середня довжина поїздки з вантажем $l_{\text{ер}}$ визначається відношенням продуктивного пробігу до числа виконаних за цей період поїздок з вантажем $n_{\text{ер}}$, тобто:

$$l_{\text{ер}} = \frac{L_{\text{нр}}}{n_{\text{ер}}}.$$

Середня відстань перевезення вантажів або поїздки пасажирів l визначається відношенням виконаної, транспортної роботи P до кількості перевезених вантажів чи пасажирів Q , тобто:

$$l = \frac{P}{Q}.$$

Середньодобовий пробіг L_{CD} визначається відношенням загального пробігу до числа автомобільних діб експлуатації за той же період, тобто:

$$l_{CD} = \frac{L_{об}}{АД_E}.$$

Коефіцієнт використання вантажопідйомності Y характеризує ступінь використання вантажопідйомності рухомого складу.

Розрізняють коефіцієнти статичного і динамічного використання вантажопідйомності.

Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності $Y_{ат}$ – це відношення кількості фактично перевезеного вантажу $Q_{ф}$ до тієї кількості, що може бути перевезена при повному використанні вантажопідйомності $Q_{в}$, тобто:

$$\gamma = \frac{Q_{ф}}{Q_{а}}.$$

Коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності $\gamma_{дин}$ визначається відношенням фактичної кількості тонно-кілометрів $P_{ф}$ до можливої, при повному використанні вантажопідйомності у процесі пробігу з вантажем $P_{в}$, тобто:

$$\gamma_{дин} = \frac{P_{ф}}{P_{в}}.$$

Число поїздок з вантажем $n_{ег}$ – відношення тривалості роботи рухомого складу на лінії $T_{н}$ до часу, затрачуваного на одну їздку t_e :

$$n_{ег} = \frac{T_{н}}{t_e} = \frac{T_{н}M_T\beta}{l_{ег} + T_{np}V_T\beta}.$$

1.5 Автомобільні дороги

Автомобільні дороги – одна з найважливіших ланок транспортної системи країни. Жодна галузь народного господарства, ні один з видів нерейкових транспортних засобів не можуть успішно функціонувати без добре розвинутої і надійно працюючої мережі автомобільних доріг. Автомобільні дороги істотно впливають на економічний і соціальний розвиток як окремих регіонів, так і країни в цілому.

Автомобільна дорога – це комплекс інженерних споруджень (земляна полотнина, проїзна частина, мости і т. п.), призначених для руху нерейкових транспортних засобів і пішоходів.

Термін «дорога» відноситься до будь-якої використовуваної для руху дороги, вулиці, провулку по всій їхній ширині (включаючи тротуари, велосипедні доріжки, узбіччя і розпо-дільні смуги).

Автомобільні дороги на всьому протязі чи на окремих ділянках, залежно від їхнього значення в загальній транспортній мережі України і від розмірів розрахункової перспективної інтенсивності руху, підрозділяються на п'ять категорій (таблиця 1.10).

Покриття дороги – це верхній шар дороги, що безпосередньо сприймає зусилля від коліс автомобілів. Покриття повинно бути міцним, протистояти пластичним деформаціям, добре протидіяти зносу, бути рівним і шорстким. У населених пунктах до доріг додатково висувають вимоги у відношенні забезпечення легкості очищення і зниження рівня граничного шуму від автомобілів, що рухаються.

Застосовуються наступні чотири основних типи покриттів: удосконалені капітальні – для доріг I і II категорій і в окремих випадках для III категорії; удосконалені полегшені – для доріг III і IV категорій; перехідні – для доріг IV і V категорій; нижчі – для доріг V категорії.

Нормоване навантаження для розрахунку міцності дорожніх одягів та інженерних пристроїв приймається: для доріг I–III категорій, виходячи з умов пропуску автомобілів і автопоїздів, групи А (навантаження, що допускається, на одиночну вісь 100 кН); для доріг IV–V категорій, виходячи з умови пропуску автомобілів і автопоїздів, групи Б (навантаження, що допускається на одиночну вісь 60 кН).

Необхідні значення коефіцієнта зчеплення для доріг I–III категорій при зволоженій поверхні покриття повинні бути не менше за зазначені нижче.

Легкі умови руху: ділянки прямі чи криві з радіусами 1000 м і більше, горизонтальні або з подовжніми ухілами не більше 30%, з елементами поперечного профілю, що відповідають нормам (табл.

1.10), і укріпленими узбіччями, без перетинань в одному рівні, за рівня навантаження не вище 0,3 (відношення фактичної інтенсивності руху до розрахункової пропускної здатності доріг) – коефіцієнт зчеплення 0,45.

За розрахункову перспективну середньодобову інтенсивність руху (автомобілів у добу) приймається середньорічна добова інтенсивність руху на останній рік перспективного періоду.

До важких ділянок гірської місцевості відносяться ділянки перевалів через гірські хребти і ділянки гірських ущелин зі складними, сильно порізаними або недостатньо стійкими схилами.

Таблиця 1.10 – Основні технічні характеристики автомобільних доріг

Показники	Категорії автомобільних доріг				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Перспективна середньодобова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках, авт/доб	Більше 7000	3000 - 7000	1000 - 3000	200 - 1000	Менше 200
Розрахункова швидкість руху, км/год:					
– основна	150	120	100	80	60
– для важких ділянок пересіченої місцевості	120	100	80	60	40
– для важких ділянок гірської місцевості	80	60	50	40	30
Число смуг руху	4 і більше	2	2	2	1
Ширина смуги руху, м	3,75	3,75	3,5	3	-
проїзної частини, м	15 і більше	7,5	7,0	6,0	4,5
узбіччя, м	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
Найменша ширина розділової смуги між різними напрямками руху, м	5	-	-	-	-
Ширина земляної полотнини, м	27,5	15	12	10	8
Найбільше подовжні ухили, %					
– основні	30	40	50	60	70
– на важких ділянках пересіченої місцевості	40	50	60	70	90
– на важких ділянках гірської місцевості	60	70	80	90	100

Продовження таблиці 1.10

1	2	3	4	5	6
Найменша розрахункова видимість, м поверхні дороги:					
– основна	250	175	140	100	75
– на важких ділянках пересіченої місцевості	175	140	100	75	50
– на важких ділянках гірської місцевості	100	75	60	50	40
зустрічного автомобіля:					
– основна	-	350	280	200	150
– на важких ділянках пересіченої місцевості	350	280	200	150	100
– на важких ділянках гірської місцевості	280	150	120	100	80
Найменші радіуси кривих у плані, м:					
– основна	1000	600	400	250	125
– на важких ділянках пересіченої місцевості	600	400	250	125	60
– на важких ділянках гірської місцевості	250	125	100	60	30
Найменші радіуси вертикальних кривих (у подовжньому профілі), м опуклих:					
– основні	25000	15000	10000	5000	2500
– на важких ділянках пересіченої місцевості	15000	10000	5000	2500	1000
– на важких ділянках гірської місцевості	5000	2500	1500	1000	600
увігнутих	8000	5000	3000	2000	1500
Рекомендовані основні:					
– на важких ділянках пересіченої місцевості	5000	3000	2000	1500	1000
– на важких ділянках гірської місцевості	2000	1500	1200	1000	600
увігнутих у виняткових випадках:					
– основні	4000	2500	1500	1000	600
на важких ділянках пересіченої місцевості	2500	1500	1000	600	300
на важких ділянках гірської місцевості	1000	600	400	300	200

До важких ділянок пересіченої місцевості відноситься рельєф – з бічними глибокими балками і ярами, в окремих випадках з не стійкими схилами.

Утруднені умови руху – це ділянки на кривих у плані з радіусами від 250 до 1000 м, на спусках і підйомах з ухилами від 30 до 60%; ділянки в зонах звужень проїзної частини (при реконструкції), а також ділянки доріг, віднесені до ділянок з легкими умовами руху за рівня завантаження 0,3-0,5 – коефіцієнт зчеплення 0,5.

Небезпечні умови руху: ділянки з видимістю, меншою за розрахункову, підйоми та спуски з ухилами, що перевищують розрахункові, зони перетинань і примикань в одному рівні, а також ділянки, віднесені до ділянок з легкими і утрудненими умовами, за рівня завантаження понад 0,5; дороги I і II категорій для швидкісного руху, в яких коефіцієнт зчеплення менше 0,6.

1.6 Безпека та організація дорожнього руху

Транспортно-експлуатаційна оцінка автомобільних доріг здійснюється: за швидкістю руху – на основі найбільших технічних швидкостей; за безпекою руху – на основі методу коефіцієнтів відносної безпеки; за показниками пропускну здатності.

Транспортно - експлуатаційні характеристики існуючих доріг за ступенем їх впливу на режим руху поділяються на дві групи - постійні і перемінні.

До групи постійних відносяться основні геометричні параметри дороги (довжина прямих і кривих ділянок дороги, подовжні ухили і довжина підйомів і спусків, радіуси кривих, ширина земляної полотнини й інш.).

До групи перемінних відносяться ефективна ширина і стан проїзної частини, видимість поверхні дороги та інш.

З метою безпеки руху на дорозі повинна бути забезпечена висока якість покриття проїзної частини і узбіччя, чітка орієнтація водіїв щодо напрямку руху, своєчасна інформація про умови й особливості руху на даній ділянці дороги та інш. Ця мета може бути досягнута шляхом поліпшення параметрів плану і профілю дороги на небезпечних ділянках, поділу транспортного потоку на групи за динамічними характеристиками і швидкостями руху, поділу руху транспортних потоків за напрямками, відділення транзитного руху від місцевого, зменшення числа перетинань транспортних потоків, відділення автомобілів, що стоять, від тих, що рухаються; зниження швидкостей руху на підходах до небезпечних ділянок; підвищення видимості та інш.

Для інформаційного забезпечення у проектах доріг передбачається установка дорожніх знаків, покажчиків і схем перетинань на під'їздах до складних вузлів доріг, а також розмітка проїзної частини автомобільних доріг відповідно до «Правил дорожнього руху». З цієї ж метою у проектах доріг передбачається освітлення дорожніх покриттів на пішохідних переходах, зупинках автобусів, перехідно - швидкісних смугах, додаткових смугах на підйомах, смугах для зупинки автомобілів, на проїзній частині в тунелях і під шляхопроводами, на залізно дорожніх переїздах, малих мостах та інших ділянках, де перешкоди погано видно на фоні темного дорожнього покриття.

Установка штучного освітлення доріг і вулиць населених пунктів передбачається на ділянках автомобільних доріг I категорії з розрахунковою інтенсивністю руху 10000 авт/доб і вузлів – перетинань I та II категорій з автомобільними дорогами чи залізницями і підходи до них по основних пересічних дорогах на відстані не менше 250 м.

Також з метою підвищення безпеки руху передбачене обладнання доріг I і II категорій радіо – чи телефонним зв'язком, обладнання місць для зупинки автомобілів на дорогах у гірській місцевості, будівництво протиаварійних з'їздів (уловлюючих кишень); на дорогах II і III категорій – будівництво велосипедних доріжок у тих випадках, коли інтенсивність велосипедного (мопедного) руху досягає 250 і більше у добу, будівництво пішохідних доріжок (тротуарів) уздовж дороги у межах населених пунктів, будівництво автобусних зупинок, організація автовокзалів і автостанцій у великих пасажироутворюючих пунктах (1000 пасажирів далекого прямування на добу і більше).

Станції технічного обслуговування на дорогах I категорії - двосторонні, а на дорогах II і III категорій – однобічні; автозаправні станції (АЗС) на дорогах I категорії – двосторонні; а на дорогах інших категорій – однобічні, мийні пункти на в'їздах в місто, які, як правило, сполучені зі станціями технічного обслуговування й автозаправними станціями.

1.7 Автомобільні експлуатаційні матеріали

1.7.1 Бензини

Найважливішими експлуатаційно - технічними властивостями бензинів є антидетонаційні, карбюраційні, антикорозійні властивості, а також стабільність і забруднення.

Детонаційна стійкість характеризує здатність бензину нормально згоряти в циліндрах двигуна автомобіля без виникнення детонації.

Детонаційну стійкість бензину оцінюють октановим числом, що визначається по моторним (ОЧ/М) чи дослідницьким (ОЧ/Д) методом.

Для підвищення детонаційної стійкості бензинів до них додають антидетонаційні присадки, наприклад, тетраетилсвинець (ТЕС), застосований у виді етилової рідини.

Бензини, що містять присадку тетраетилсвинцю (етиловані бензини), отруйні, тому для відрізнення від неетилованих бензинів їх підфарбовують в яскраві кольори (жовтогарячий, зелений, синій, жовтий).

Карбюраційні властивості характеризують здатність бензину забезпечувати легкий пуск, повноту випаровування і згоряння палива.

Карбюраційні властивості бензину оцінюють за його фракційним складом, температурою початку кипіння, температурою перегонки 30, 50 і 90 %, а також за величиною тиску насичених парів бензину.

Антикорозійні властивості характеризують ступінь корозійної дії бензину на деталі паливної системи і на знос двигуна.

Стабільність бензину (хімічна) характеризує його схильність до осмолення при тривалому збереженні, а також до утворення смолистих відкладень у впускному тракті двигуна і нагару в камерах згоряння. Стабільність бензину оцінюється величиною індукційного періоду, вмістом у ньому фактичних смол і нестабільних продуктів вторинної переробки нафти.

Фізична стабільність бензину характеризується вмістом легких фракцій, які випаровуються при збереженні.

Забруднення бензину механічними домішками чи водою не допускається, тому що може викликати засмічення, а в зимовий час року і замерзання паливної системи.

Для карбюраторних автомобільних двигунів застосовують бензини наступних марок: А -76, А -80, А -92, АІ -93, АІ -98, АІ -95 та інші.

У маркіруванні бензинів буква А позначає, що бензин є автомобільним, буква І показує, що октанове число визначається дослідницьким методом, цифри позначають мінімально припустиме октанове число.

Автомобільні бензини, за винятком марок АІ-95 і АІ-98, підрозділяють на літні і зимові. Бензини АІ-95 і АІ-98 є всесезонними. Основні показники вітчизняних автомобільних бензинів наведені у табл. 1.11.

У чисельнику зазначені показники для літніх бензинів, а у знаменнику – для зимових.

Літні бензини марок А -76, А -80, А -92 і АИ -93 призначені для застосування у всіх районах, крім північних і північно-східних, у період з 1 квітня по 1 жовтня. У південних районах допускається застосовувати літній бензин всесезонно.

Зимові бензини призначені для застосування в період з 1 жовтня по 1 квітня.

Таблиця 1.11 – Основні показники вітчизняних автомобільних бензинів

Показники якості	А -76	АИ -93	АИ -98	АИ -95
1	2	3	4	5
Октанове число не менше:				
– за моторним методом	76	85	89	-
– дослідницьким методом	-	93	98	95
Вміст (маса) свинцю, г/кг	0,24	0,50	0,50	-
Фракційний склад:				
температура початку кипіння, не нижче, °С	35/-	35/-	35	30
– 10% переганяється за температури, °С, не вище	70/55	70/55	70	70
– 50% переганяється за температури, °С, не вище	115/100	115/100	115	115
– 90% переганяється за температури, °С, не вище	180/160	180/160	180	не нижче 135
Вміст (масова частка) сірки, не більше, %	0,10	0,10	0,10	0,05
Колір етилованого бензину	жовтий	оранжевий	синій	-

У період переходу з літнього бензину на зимовий і навпаки допускається застосовувати як літній, так і зимовий бензини, а також їхню суміш.

Бензини випускаються як етилованими, так і неетилованими.

Бензин А-76 застосовується для ряду легкових автомобілів, для вантажних автомобілів (ГАЗ-53А, ЗІЛ-130 та інш.) і для автобусів (ЛАЗ-695, ЛАЗ-697, ПАЗ-672 та інш.).

Бензин АИ-93 призначений для двигунів сучасних легкових автомобілів (АЗЛК, ГАЗ, ВАЗ, ЗАЗ), для автобусів (ЛАЗ), а також для перспективних вантажних автомобілів.

Бензини АИ-98 і «Екстра» призначені для легкових автомобілів з двигунами, що мають високий ступінь стиску.

1.7.2 Дизельні палива

Експлуатаційно-технічними характеристиками властивостей дизельних палив, що впливають на поведінку палива у двигуні, є: займість, властивість до сумішоутворення, вміст сірки, стабільність, антикорозійні властивості, в'язкість, відсутність води і механічних домішок.

Займість характеризує властивість дизельного палива самозапалюватися після упорскування його в циліндр двигуна.

Займість дизельних палив характеризується періодом затримки самозапалювання й оцінюється цетановим числом. Для підвищення цетанових чисел дизельних палив до них додають присадку – ізопропилнітрат у кількості до 1%.

Сумішоутворюючі властивості характеризують тонкість розпилю і легкість випару розпиленого палива, що забезпечують повноту згоряння, стабільну роботу дизельного двигуна за малих навантажень і бездимний випуск за великих навантажень.

Сумішоутворюючі властивості дизельного палива визначаються його фракційним складом.

Антикорозійні властивості характеризує корозійна дія палива на деталі паливної системи, на деталі двигуна і підшипники колінчатого вала. Корозійність дизельного палива обумовлюється наявністю в ньому з'єднань сірки, кислот і лугів. Для зниження шкідливої дії органічних кислот, що містяться в дизельному паливі, і сірки слід застосовувати моторні оливи зі спеціальними присадками.

Для палива в чисельнику вміст сірки для підгрупи “0,2”, у знаменнику – для підгрупи “0,5”.

В'язкість характеризує здатність палива до проходження за паливнотиснавальною системою. В'язкість дизельного палива оцінюють величиною кінематичної в'язкості, що виражалася раніше в сантистоксах, (сСт), а за новою системою одиниць – в $\text{мм}^2/\text{с}$.

Безперебійність подачі палива залежить від в'язкості і чистоти палива. У дизельному паливі не допускається наявність механічних домішок і води.

Стабільність палива характеризує його схильність до осмолення, утворення смолистих відкладень і нагарів у паливнотиснавальній апаратурі і камері згоряння, а також можливість закоксування форсунок.

Стабільність палива визначається вмістом у ньому нестабільних продуктів, оцінюваних величиною йодного числа, і фактичних смол.

Таблиця 1.12 – Основні показники дизельних палив

Показники якості	Паливо для швидкохідних дизельних двигунів			Паливо дизельне автотракторне			
	ДА	ДЗ	ДЛ	А	ЗС	З	Д
Цетанове число, не менше	45	45	45	45	45	45	45
Фракційний склад: – 10% переганяється за температури, °С, не вище	200	200	-	-	-	-	-
– 50% переганяється за температури, °С, не вище	255	280	290	240	280	250	280
– 96% переганяється за температури, °С, не вище	330	340	360	330	340	340	360
Температура спалаху в закритому тиглі, не нижче, °С	35	50	65	30	35	35	40
Температура помутніння, °С, не вище	-	-35	-5	-	-35	-25	-5
Кінематична в'язкість при 20°С, сСт (мм ² /с), в межах	1,5 - 4,0	3,5 - 6,0	3,5 - 6,0	не менше 1,5	1,8 - 3,2	1,8 - 3,2	3,5 - 6,0
Вміст (масова доля) фактичних смол, мг, на 100 мл палива, не більше	30	30	50	30	30	30	40
Вміст (масова доля) сірки, %, не більше	0,2	0,2	0,2	0,2/0,4	0,2/0,5	0,2/0,5	0,2/0,5
Густина при 20°С, не більше, г/см ³	-	-	-	0,820	0,830	0,830	0,860

Для експлуатації автомобілів з дизельними двигунами виробляється паливо для швидкохідних дизельних двигунів і паливо дизельне автотракторне (табл. 1.12).

Для автомобільних двигунів паливо із вмістом сірки до 0,2% випускають наступних марок: ДА – дизельне арктичне, ДЗ – дизельне зимове, ДЛ – дизельне літнє. Виробляються дві підгрупи палива із вмістом сірки до 0,2% і від 0,21 до 0,5%. У кожній підгрупі чотири марки: А – арктичне, ЗС – зимове північне, З – зимове, Л – літнє.

1.7.3 Зріджені гази

Стандартами передбачене застосування для газобалонних автомобілів зріджених газів наступних марок: СПБТЗ (суміш пропану і бутану технічна зимова) і СПБТЛ (суміш пропану і бутану технічна літня).

Зріджені гази марки СПБТЗ повинні мати наступний сумарний компонентний склад (у % за масою): метану, етану й етилену не більше 4, пропану і пропілену не менше 75, бутанів і бутиленів не більше 20.

Для марки СПБТЛ ці величини дорівнюють відповідно 6, 34 і 60 %. Тиск насичених парів зріджених газів при 45 °С повинен бути не більше 16 кгс/см².

Пропан і пропілен є основними компонентами зрідже-ного газу, що забезпечують оптимальний тиск насичених парів у газовому балоні.

Бутанова складова, котра містить у собі нормальний бутан, ізобутан, бутилен, ізобутилен та інші ізомери, є найбільш калорійною складовою зріджених газів і легкостискуваною компонентою.

Найбільш доцільно застосовувати газ з великою концентрацією бутанових фракцій у літню пору або у районах з жарким кліматом.

Зріджені гази мають великий коефіцієнт об'ємного розширення. Тому у випадку повного заповнення балона, тобто без наявності парової подушки, навіть незначне підвищення температури газу приведе до різкого збільшення тиску в балоні, що становить приблизно 0,7 МПа на кожен градус підвищення температури зрідженого газу.

Вітчизняні автомобільні балони для зрідженого газу мають об'єм парової подушки, що дорівнює 10% від повної місткості балона. Октанове число, що характеризує антидетонаційні властивості палива, у зріджених газів вище, ніж у бензині, і знаходиться для різних газів у межах від 90 до 120.

У зв'язку з тим, що зріджені гази не мають запаху, для виявлення наявності їх у повітрі при витоках з газових систем до них вводяться одоранти – пахучі речовини.

Додавання одорантів до зрідженого газу в необхідних концентраціях не є шкідливим для людини і не руйнує матеріалів, з яких виготовляються вузли і деталі газових систем.

Як одорант використовується, наприклад, етилмеркаптан, запах якого відчувається за його концентрації 0,19 г на 1000 м³ повітрі.

1.7.4 Оливи для двигунів

Як оливні матеріали для автомобільних (карбюраторного і дизельного) двигунів застосовують високоочищені нафтові дистильовані залишкові оливи селективного чи сірчаноокислотного очищення.

Для поліпшення експлуатаційних властивостей в оливи додають присадки в невеликих кількостях. Вони дозволяють підвищити надійність роботи двигунів.

За властивостями присадки поділяються за наступними основними групами:

- в'язкісні, що підвищують в'язкість оливи і поліпшують в'язкісно-температурні властивості оливи;
- депресорні, що знижують температуру застигання оливи;
- антиокисні, які перешкоджають утворенню в оливі продуктів окислювання, що викликають корозію металу і забруднення двигуна;
- антикорозійні, що утворюють на поверхні деталей захисні плівки, запобігають корозії;
- миючі, що утримують продукти забруднення оливи у зваженому стані, перешкоджаючи їхньому осадженню з оливи на поверхню деталей;
- багатофункціональні (комплексні), що поліпшують одночасно кілька експлуатаційних властивостей оливи.

В'язкісні і депресорні присадки не входять до складу багатофункціональних присадок.

Найважливішими експлуатаційними властивостями оливи для двигунів є: в'язкісно-температурні, протизношувальні, антикорозійні, антиокисні, миючі, стабільність тощо (табл. 1.13).

В'язкісно-температурні властивості оливи для двигунів характеризують її здатність утворювати оливний шар, який розділяє металічні поверхні тертьових деталей, що забезпечує зменшення тертя і зносу. В'язкісно-температурні властивості моторних оливи визначаються кінематичною в'язкістю за 100, 50 і 0°C, температурою застигання, а також величиною індексу в'язкості, що характеризує ступінь зміни в'язкості оливи в залежності від температури. Оливи, застосовувані в зимовий час і всесезонно, повинні мати високий індекс в'язкості, більше низьку температуру застигання і меншу в'язкість за низьких температур.

Антикорозійні властивості оливи для двигунів характеризує корозійна дія оливи на деталі двигуна, а також захисна дія, тобто захист деталей двигуна від корозії агресивними речовинами, і, крім того, здатність оливи нейтралізувати агресивну дію сірки, що міститься в дизе-

льному паливі, на деталі циліндро-поршневої групи і підшипники зі свинцевої бронзи.

Таблиця 1.13 – Оливи для карбюраторних двигунів

Показники якості	ДСТ 10541 -78					
	М -8А	М -8Б ₁	М -8В ₁	М -8Г ₁	М -6 ¹ /10Г ¹	М -12Г ¹
Кінематична в'язкість, сСт (мм ² /с):						
– при 100°С, в межах	8 ± 0,5	8 ± 0,5	8 ± 0,5	8 ± 0,5	10 ± 0,5	12 ± 0,5
– при 0°С, не більше	1200	1200	1200	-	1000	-
Індекс в'язкості, не менше	90	90	90	100	125	95
Лужне число, мг, КОН на 1 г оливи, не більше	1,2	3,4	4,0	8,5	10,5	8,5
Вміст (масова частка) механічних домішок в оливі з присадкою, %, не більше	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Температура спалаху, що визначається у відкритому тиглі, °С, не нижче	200	200	200	210	210	220
Температура застигання, °С, не вище	-25	-25	-25	-30	-32	-20
Миочі властивості за ПЗВ, бали, не більше	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Густина при 20°С, г/см ² , не більше	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900

Стабільність оливи характеризує їхня здатність протистояти окислюванню й окисній полімеризації, тобто утворенню в оливі кислих корозійних агресивних продуктів, а також утворенню нерозчинних продуктів окислювання, що відкладаються на деталях двигуна у вигляді лаку, нагару і шламу. Утворення нерозчинних продуктів веде до забруднення двигуна, викликає пригоряння поршневих кілець і забивання оливних каналів та фільтрів.

Миочі (диспергуючі) властивості оливи характеризують здатність запобігати відкладенню забруднень на деталях двигунів, в першу чергу на деталях циліндро-поршневої групи.

Протизношувальні і протизадирочні властивості оливи характеризують здатність створювати на поверхні тертьових деталей захисну плівку, що захищає від безпосереднього контакту металевих поверхонь за великих навантажень, що викликають задирання, зварювання, схоплювання, втомлюючі руйнування й інші види підвищеного зносу деталей.

Температура спалаху характеризує фракційний склад і випаровуваність оливи. Оливи з підвищеною випаровуваністю мають велику кількість легких фракцій, здатних викликати чад оливи. Чим нижче температура спалаху, тим більше чад оливи.

Наявність присадок характеризує більшість експлуатаційно-технічних властивостей оливи і оцінюється вмістом в оливі основи присадок (барію, кальцію, фосфору, цинку тощо) і запасом лужності. Для зольних присадок їхній вміст в оливі можна побічно оцінити за величиною зольності оливи.

В оливі не повинно бути води і механічних домішок. Стандартами і технічними умовами їх наявність допускається лише в дуже незначних кількостях.

За умовами застосування оливи підрозділяють на літні, зимові і всесезонні.

Умовна позначка марок оливи відповідно до ДСТ 37479-72 "Оливи моторні. Класифікація включає букву М, що позначає моторну оливу, цифри, що позначають клас в'язкості (8, 10, 12 чи 6₃/10), букву Б, У чи Г, що позначає групу за експлуатаційними властивостями (припустимий ступінь форсування двигуна), цифровий індекс 1 чи 2, що позначає, відповідно, оливу для карбюраторних і для дизельних двигунів, а в окремих випадках – додаткові індекси, наприклад, к – означає, що олива призначена для автомобілів КамАЗ і т.п.

Приклади позначення марки оливи: М -8Б₁ – олива моторна, для малофорсованих карбюраторних двигунів, що має в'язкість при 100°C 8сСт (мм²/с); М -10В₂ – олива моторна для середньофорсованих дизельних двигунів, що має в'язкість при 100°C 10 сСт; М -6₃/10Г₁ – олива моторна всесезонна для високофорсованих карбюраторних двигунів, що має в'язкість при 100°C 10сСт.

Цифра 6 у цьому маркуванні позначає клас в'язкості оливи, у якій величина в'язкості за мінус 18°C лежить у межах 2600–10400 сСт; буква з в індексі позначає, що олива містить згущуючі (в'язкісні) присадки.

Індексом И позначаються оливи, у склад присадок яких входять імпорتنі компоненти застосування, як зимове, так і всесезонне. Дробове позначення в'язкості цієї оливи показує, що за позитивних температур вона веде себе як олива класу в'язкості «10», а за негативних – як олива класу в'язкості «6». Індекс «1» після позначення групи оливи показує, що ця олива для карбюраторних двигунів; М -10Г_{2к} – олива моторна (М), дизельна (2), групи І з в'язкістю 10 сСт для автомобілів КамАЗ (к).

Основні показники якості оливи, що випускаються для карбюраторних двигунів, приведені в табл. 1.13, а для дизельних двигунів – у табл. 1.14.

Таблиця 1.14 – Оливи для дизельних двигунів

Показники якості	ДСТ 8581 -78						ТУ 38101278 - 72
	М -6В ₂	М -10В ₂	М -6Г ₂	М -10Г ₂	М -8Г _{2к}	М -10Г _{2к}	М -10В ₁
Кінематична в'язкість, сСт (мм ² /с): – при 100°С, в межах – при 0°С, не більше	8 ± 0,5	11 ± 0,5	8 ± 0,5	11 ± 0,5	8 ± 0,5	11 ± 0,5	11 ± 0,5
	1200	-	1200	-	1200	-	-
Індекс в'язкості, не менше	90	90	90	90	95	90	83
Лужне число, мг КОН на 1 г оливи, не більше	3,5	3,5	6,0	6,0	6,0	6,0	3,5
Вміст (масова частка) механічних домішок в оливі з присадкою, %, не більше	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Вміст (масова частка) води, не більше	Сліди						
Температура спалаху, що визначається у відкритому тиглі, °С, не нижче	200	205	200	205	200	205	200
Температура застигання, °С, не вище	-25	-15	-25	-15	-30	-15	-15
Міючі властивості за ПЗВ, бали, не більше	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	-
Густина при 20°С, г/см ² , не більше	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	-

У більшості вітчизняних вантажних автомобілів і автобусів оливи замінюють при ТО-2, у легкових автомобілів, як правило, через

одне ТО-1. Для автомобілів ГАЗ-24 «Волга», «Москвич-412» при застосуванні оливо М-12Г₁, М-8Г₁ і М-6/10Г₁, термін його заміни становить 8-10 тис.км, а для автомобілів сімейства ВАЗ – 10 тис.км.

Ряд оливо заміняють через 15-18 тис. км пробігу автомобіля.

При роботі автомобільного двигуна олива, що знаходиться в системі змащення, забруднюється механічними домішками і продуктами окислювання.

Одним з найважливіших способів підтримання достатньої чистоти оливи є безупинна фільтрація її через фільтри.

За тонкістю відсівання (величиною пор) усі фільтри поділяються на фільтри тонкого і грубого очищення оливи.

Фільтри грубого очищення включаються до системи змащення послідовно, тобто через них проходить уся олива.

Обслуговування оливофільтрів грубого очищення полягає в тому, що після пробігу 150–200 км необхідно перевірити на кілька оборотів рукоятку.

Не допускається розбирати фільтр грубого очищення у випадках тугого провертання його рукоятки, – слід промити його в бензині.

Промивання корпусу фільтра і фільтруючого пакета повинно проводитися і при сезонному обслуговуванні автомобіля.

Фільтри тонкого очищення, як правило, змінні. Фільтруючі елементи виготовляють з фетру, бавовняної чи мінеральної вати, картону, паперу і т.п.

На вітчизняних автомобілях встановлюються в основному картонні фільтруючі елементи.

Фільтруючі елементи відрізняються за розмірами за порядком номерів 1, 2, або 3. Номери 1 і 2 фільтруючих елементів розрізняються між собою тільки за висотою, а 3– і за діаметром. На вітчизняних автомобілях найчастіше використовуються оливні фільтри ЭФ -КП -1, ЭФ -КП -2 і ДАСФО -ЭФА -3 (ЭФ -КЛІ - означає “елемент фільтруючий із квадратними прокладками”, а ДАСФО - ЭФА – “двосекційний суперфільтр-відстійник”, що енергійно фільтрує автомобільні оливи). Цифра після індексу елемента вказує на його номер.

На сьогодні на автомобільному транспорті найбільшого поширення набули повнопоточні паперові фільтруючі елементи, що мають величину пір близько 30 -50 мкм (у той час, як у частковопоточних фільтруючих елементах вона становить 8-10 мкм, а у фільтрів грубого очищення зазори складають 100-120 мкм і більше).

Повнопоточні фільтри включаються у магістраль послідовно, тобто через них проходить уся олива.

Повнопоточні оливні фільтри автомобілів сімейства ВАЗ, «Москвич», ГАЗ «Волга», автобусів Ікарус -180, -260, -556 заміняють одночасно із заміною оливи у двигуні (табл. 1.14.) Відносно широко застосовуються відцентрові оливо-очищувачі – центрифуги, що встановлюють на деяких двигунах замість фільтра тонкого очищення (чи разом з ним), а на інших двигунах – і замість фільтра грубого очищення. Основними частинами такого оливоочищувача є корпус і ротор.

Обертання ротора з частотою 5000-7000 об/хв відбувається за рахунок реакції струменів оливи.

Основна особливість відцентрових оливоочищувачів полягає в тому, що вони відбирають домішки за ознакою маси, у той час як паперові фільтри – за розмірною ознакою.

Догляд за відцентровими фільтрами зводиться до своєчасного очищення ротора від відкладень через 3-4 тис. км пробігу.

Товщина шаруючих відкладень на стінках ротора центрифуги не повинна перевищувати 15-18 мм. Зі збільшенням кількості відкладень якість очищення оливи різко погіршується.

У справно працюючого відцентрового оливоочищувача ротор продовжує обертатися протягом 3-5 хв. після зупинки двигуна. Це обертання супроводжується характерним шумом.

Відпрацьована олива, злита із системи змащення двигуна, може бути повторно використана після його регенерації (відновлення). При регенерації оливи із присадками до них додають такий же відсоток присадок, як і для свіжих оливи.

Відпрацьовану оливу, що збирається на автотранспортних підприємствах, підрозділяють на дві групи: ММО (оливи моторні, що відпрацювали) і СНО (суміш відпрацьованих нафтопродуктів що відробили).

1.7.5 Трансмійні оливи

Для змащення деталей коробок передач, головних передач тягових мостів, кермових механізмів автомобілів застосовують трансмісійні оливи.

Як автомобільні трансмісійні оливи можуть використовуватись: високоочищені нафтові залишкові оливи, оливи, отримані на основі екстрактів (відходів) оливи, суміші залишкових продуктів з малов'язкими оливами.

Для поліпшення експлуатаційно-технічних властивостей автомобільних трансмісійних оливи до них додають присадки: протизношувальні, протизадирочні, в'язкісні, депресорні, антиокисні, антикорозійні, протипінні та інші.

Експлуатаційно-технічні властивості трансмісійних олив. Основними експлуатаційно-технічними властивостями автомобільних трансмісійних олив є: в'язкісно-температурні, антикорозійні, протизносні і протизадирні, стабільність, липкість, поверхнево-активна здатність, нейтральність до ущільнюючих матеріалів вузлів трансмісії автомобілів (табл.1.15).

Таблиця 1.15 – Основні показники оливних фільтрів автомобільних двигунів

Показники	ЗМЗ - 53, -13	ЯМЗ - 236, -238	ЗІЛ - 130	ЗІЛ -130 -76	Урал -375, -375К
Марка фільтра	-	-	-	-	-
Тип фільтра	центрифуга				
Місце встановлення	на розгалуженні			На повному потоці	
Спосіб включення	паралельний			послідовий	
Об'єм ротора (робочій), см ³	530	1050	950	970	670
Суха маса ротора, кг	-	1,5	1,26	1,25	1,07
Зовнішній діаметр, мм:					
Ротор елемента	105 -	138 -	121,4 -	121,4 -	132,0 -
Зовнішня висота, мм					
Ротор елемента	134 -	138 -	155 -	155 -	116 -
Частота обертання ротора об/хв	6000	7000	5000	5000	7100
Тиск оливи, що розвивається ротором, кгс/см ²	3	До 7	3	3,5	5
Максимальна швидкість потоку оливи для фільтруючої, см/с	-	-	-	-	-
Площа елемента, см ²	-	-	-	-	-
Товщина матеріалу, мм	-	-	-	-	-

В'язкісно-температурні властивості трансмісійних олив характеризує їхня здатність створювати оливний шар, що поділяє металеві поверхні тертьових деталей і забезпечує надійне змащення шестерень за всіх температурних режимів роботи агрегатів трансмісії автомобіля.

Антикорозійні властивості і стабільність трансмісійних олив характеризують ті ж властивості, що і олив для двигунів, і визначаються тими ж методами.

Протизносні і протизадирні властивості трансмісійних олив - характеризуються їх здатністю створювати на поверхні тертьових де-

талей міцну захисну плівку, що охороняє за великих питомих навантажень металеві поверхні від безпосереднього контакту, що викликає задир, схоплювання, зварювання, втомлюючі руйнування та інші види підвищеного зносу деталей.

Протизносні властивості трансмісійних олив оцінюють за вмістом основи присадок, узагальненим показником зносу, навантаженням зварювання та критичним навантаженням.

Забруднення водою, механічними домішками і розчинниками погіршує експлуатаційні властивості олив. В оливах, що містять сірку, не допускається навіть слідів води.

В автомобільних трансмісіях застосовують автомобільні трансмісійні оливи загального призначення, а також спеціальні автомобільні трансмісійної оливи.

Трансмісійні оливи мають наступне маркірування: буква Т – олива трансмісійне, буква А – автомобільне, д – довгопрацююче, буква З – олива отримано із сірчистих нафт; буква п – олива, що містить присадку; к – для автомобілів КамАЗ; цифра показує кінематичну в'язкість оливи при 100 °С в сантистоксах (мм²/с).

Для головних передач, крім гіпоїдних, застосовують звичайні трансмісійні оливи, а для головних передач автомобілів, що мають гіпоїдне зачеплення, – тільки спеціальні трансмісійні оливи для гіпоїдних передач.

Застосовувати для цих вузлів звичайні негіпоїдні оливи забороняється, тому що у гіпоїдних зчепленнях питомі навантаження значно перевищують питомі навантаження у звичайних спіральноконічних передачах.

1.7.6 Консистентні оливи

Для змащення вузлів автомобілів, недостатньо захищених від попадання вологи і пилу, а також вузлів, де рідкі оливи не утримуються, застосовують консистентні (пластичні) змащення. Крім того, консистентні змащення використовують для захисту відкритих металевих поверхонь від корозії при консервації.

Основними експлуатаційно-технічними властивостями консистентних змащень, що визначають їх працездатність у вузлах тертя, є: в'язкісно-температурні, протизношувальні, антикорозійні властивості, тепло- і вологостійкість, механічна стабільність.

В'язкісно-температурні властивості консистентних змащень характеризують легкість їх надходження до змащуваних поверхонь і можливе витікання з вузлів, що змазуються. В'язкість змащень

виражається величиною ефективної в'язкості (в паузах) за даною температурою і середньої швидкості деформації.

Для забезпечення легкого прокачування (при змащенні через прес-оливнички за допомогою солідолонагнітачів) змащення повинно мати невелику ефективну в'язкість за температури заправлення і невеликих швидкостей деформації. Для усунення витікання змащення не повинно мати занадто малу в'язкість за робочих температур і великих швидкостей деформації.

Протизношувальні властивості консистентних змащень визначаються якістю базової оливи, видом згущувача і наявністю додаткових протизношувальних компонентів.

Теплостійкість характеризує максимально припустимі температури працездатності змащення, при перевищенні яких міцність змащення різко знижується, змащення набуває плинності, скидається відцентровими силами і випливає з вузлів, що змазуються.

Теплостійкість змащень оцінюють за умовним показником – температурою каплепадиння, що повинна на 15-20 °С перевищувати робочу температуру змащення. За цим показником змащення поділяються на **низькоплавкі** (нижче 65°C), **середньоплавкі** (65-100°C) і **тугоплавкі** (більше 100°C). Теплостійкість залежить від виду згущувача. Змащення, виготовлені на кальцієвих милах, є низькоплавкими, на натрієвих – тугоплавкими.

Міцність консистентного змащення характеризує здатність опиратися дії сил, що скидають чи зривають змащення з поверхні, що змазується, і оцінюється величиною межі міцності на зрушення.

Вологостійкість характеризує здатність консистентних змащень протистояти емульгуванню, розчиненню і змиванню водою. Ця властивість є дуже важливою для вузлів, що працюють в умовах можливого контакту з водою (шарніри рульового керування, підшипник водяного насоса й інш.).

Антикорозійні властивості характеризують ступінь агресивного впливу змащень і продуктів можливого їхнього окислювання на металеві поверхні вузлів, що змазуються. Консистентні змащення не повинні справляти корозійної дії на метали, не повинні містити водорозчинних кислот. Вміст вільних лугів допускається лише в дуже невеликих кількостях.

Стабільність характеризує здатність консистентних змащень зберігати свої первісні властивості за тривалого збереження і під впливом зовнішніх причин.

Механічна стабільність характеризує здатність змащення зберігати свою структуру при механічному впливі. Змащення з недостатньою механічною стабільністю швидко розм'як-шуються, розріджуються і викидаються з вузла чи механізму автомобіля.

Забруднення домішками характеризує протизношувальні й антикорозійні властивості консистентних змащень і їх стабільність.

Застосовувані для змащення автомобілів консистентні змащення (табл. 1.16) підрозділяються на антифрикційні (для змащення вузлів тертя) і запобіжні (для захисту металевих поверхонь при консервації автомобілів).

Таблиця 1.16 – Консистентні оливи

Показники якості	Прес -солідол С (ДСТ 4366 -76)	Солідол С (ДСТ 4366 -76)	ЯНЗ -1 (ДСТ 9432 -60)	Графітова Усс -1 ДСТ 3333 -73	ЦИАТИМ 201 (ДСТ 6267 -74)	№ 158 (ТУ 38 101320 -77)	Літол -24 (ДСТ 21150 -75)
1	2	3	4	5	6	7	8
Температура каплепадіння	70	75	150	77	175	125	180
Межа міцності при 50°С, не менше, кгс/см ²	1,0	2,0	1,8	-	в межах 2,5 -5,0	-	1,5 (при 80°С)
Динамічна в'язкість, П: за 0°С і швидкості деформації не більше, 10с -1;	100	2000	2000	-	11000 (при - 50°С)	4000	4000
за 50°С і швидкості деформації 100с -1	-	-	35	-	-	-	65
Колоїдальна стабільність, не більше, %	-	-	-	5,0	30	30	12
Вміст (масова частка) сумішей: механічних домішок, не більше, %	0,25	0,30	-	-	відсутні	відсутні	відсутні
води	2,5	2,5	0,5	3,0	відсутні	сліди	відсутні
Вміст (масова частка) вільних лугів, не більше, %	0,2	0,2	0,2	-	0,1	0,1	0,1

Залежно від експлуатаційно-технічних властивостей змащень і умов роботи вузлів, що змазуються, антифрикційні, консистентні змащення поділяються на змащення широкого призначення і спеціальні. Залежно від виду згущувача, розрізняють кальцієві (солідоли), натрієві (консталіни), літієві, барієві, алюмінієві змащення й інші.

Дуже поширеними є змащення на змішаних милах -згущувачах: кальцієво-натрієві, кальцієво-літієві, натрієво-літієві і т.д.

Для вузлів і механізмів автомобілів усіх моделей, що змазуються за допомогою солідолонангітачів, необхідно застосовувати кальцієві чи літієві змащення, що мають гарну вологостійкість і середню теплостійкість: прес-солідол С чи, в крайньому випадку, солідол С.

У підшипниках маточин коліс та інших вузлів автомобіля, що працюють за підвищених температур, слід застосовувати тугоплавке кальцієво-натрієве змащення ЯНЗ-2 чи літієве змащення Літол -24. Для приладів електроустаткування, підшипників карданного вала і закритих підшипників рекомендується застосовувати тугоплавкі, вологостійкі літієві змащення ЦИАТИМ -201 або № 158. Для листів ресор, буксирних тросів, гаків й інших механізмів слід застосовувати графітну ок.

1.7.7 Спеціальні рідини

В автомобілях застосовуються наступні основні види спеціальних рідин: гальмівні, амортизаторні, низькозамерзаючі охолоджуючі (антифризи), для механізмів з гідравлічним приводом і для обмивання скла.

В якості амортизаторні рідини і оливи для механізмів з гідравлічним приводом використовують високоочищені малов'язкі нафтові оливи чи суміші, різних олив, а іноді суміші олив, спеціально приготовлених, що містять присадки.

Як гальмівні рідини застосовують спиртокасторові суміші і гліколі, як антифризи – суміші етиленгліколю з водою й антикорозійною присадкою.

Експлуатаційно-технічні властивості спеціальних рідин. Основними експлуатаційно-технічними властивостями спеціальних рідин є: в'язкісно-температурні, протизношувальні, антикорозійні властивості, стабільність, а також вплив на деталі, що ущільнюються.

В'язкісно-температурні властивості повинні забезпечувати можливість використання в широкому діапазоні температур (від -50 до +80°C). Від більшості спеціальних рідин вимагається низька температура застигання (нижче -50 °C), достатня в'язкість за високих

температур (8-16 сСт при +50 °С) і невисока в'язкість за низьких температур (1500-1800 сСт при -40 °С).

Стабільність показує можливість тривалого користування спеціальними рідинами без заміни. Для підвищення стабільності в них вводять відповідні присадки.

Антикорозійні властивості спеціальних рідин характеризують їхній агресивний вплив на метал (сталь, чавун, алюмінієві й цинкові сплави й інш.).

Протизношувальні властивості виражають здатність спеціальних рідин забезпечувати зменшення тертя й захищати від зносу чи задиру деталі механізмів, у яких вони застосовуються.

Вплив на гуму – дуже важлива властивість спеціальних рідин, тому що більшість рідин працює в агрегаті з гумовими ущільнювачами.

Вплив на гуму оцінюється зміною об'єму гумових деталей за тривалого витримування їх у рідині, а також зміною пружних властивостей гуми.

Асортимент спеціальних рідин. Для всіх автомобілів, крім ГАЗ -13 «Чайка», ГАЗ -24 «Волга», РАФ -2203 та їхніх модифікацій, рекомендується застосування гліколієвої гальмівної рідини «Нева» (табл. 1.17).

Спиртокасторові рідини БСК і АСК, що представляють собою суміші кастрової оливи зі спиртом (відповідно бутиловим й ізоаміловим), мають добрі змазуючі властивості, не викликають корозії металевих деталей гідравлічного приводу, не руйнують гумових деталей і розрізняються тільки за температурою кипіння.

Таблиця 1.17 – Гальмівні рідини

Показники якості	БСК (ТУ 6 -10 - 1533 -75)	«Нева» (ТУ 6 - 01-1163 -75)	ГТЖ -22 М (ТУ 6 -01 -787 -75)
Зовнішній вигляд	Однорідна прозора рідина		
Колір	червоний	жовтий	зелений
Кінематична в'язкість, мм ² /с (сСт), не менше:			
– при 50°С	9,0	5,0	-
– при 100°С	-	2,0	1,8
Набухання гуми (за 20 год. за 70°С):			
Збільшення маси, %	1 -5	-	0 -3
Збільшення об'єму, %	5 -10	2 -10	-
Водневий показник рН	не менше 6	7 –11,5	7 –10,5
Температура кипіння, °С	115..	190	190

Рідина БСК рекомендується для автомобілів ГАЗ-24 «Волга» і РАФ-22303, а АСК – для автомобілів ГАЗ -13 «Чайка».

Гліколева гальмівна рідина ГТЖ-22М має задовільні в'язкісно-температурні властивості, не руйнує гумових деталей, але має погані змазуючі властивості, викликає корозію деталей гідравлічного приводу і, крім того, є отруйною.

Змішувати гальмівні рідини, виготовлені на різних основах, не можна, тому що це приводить до розшарування рідини і втрати її основних експлуатаційних властивостей.

Для гідравлічних амортизаторів застосовують спеціальні амортизаційні рідини, що представляють собою малов'язкі оливи (веретенне, трансформаторне, турбінне) чи їхню суміш.

Для заповнення системи охолодження автомобільних двигунів, як правило, застосовують низькозамерзаючі рідини – антифризи (табл. 1.18).

Для обмивання лобового скла автомобілів застосовується рідина НИИСС-4 для склообмивачів. У чистому виді вона не застосовується, тому що негативно діє на фарбу автомобіля і повинна бути розведена водою залежно від температури навколишнього повітря в наступних співвідношеннях:

Температура довкілля	Об'єм рідини НИИСС-4	Об'єм води
до 5°C	1	9
від -5 до -10°C	1	5
від -10 до -20°C	1	2
від -20 до -30°C	1	1
від -30 до -40°C	2	1

Таблиця 1.18 – Охолоджуючі рідини

Показники якості	ДСТ 159 -52		ТУ 6 -02 -751 -73		
	Антифриз марки 65	Антифриз марки 40	Тосол А	Тосол А -40	Тосол А -65
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	слабко-мутна оранжева рідина	слабко-мутна жовтувата рідина	блакитна рідина без механічних домішок		червона рідина без механічних домішок
Густина за 20°C, г/см ³	1,085 -1,090	1,067 -1,072	1,120 -1,140	1,078 -1,085	1,085 -1,095
Температура кипіння, не менше, °C	-	-	170	108	115

1.8 Рух транспортних засобів зі спеціальними сигналами

Водії оперативних транспортних засобів, виконуючи невідкладне службове завдання, можуть відступати від вимог розділів 8 (крім сигналів регулювальника), 10 – 18, 26, 27 та пункту 28.1 "Правил дорожнього руху", за умови увімкнення пробліскового маячка синього або червоного кольору і спеціального звукового сигналу та забезпечення безпеки дорожнього руху.

За відсутності необхідності додаткового привертання уваги учасників дорожнього руху спеціальний звуковий сигнал може бути вимкнений.

У разі наближення транспортного засобу з увімкненим синім проблісковим маячком та (або) спеціальним звуковим сигналом водії інших транспортних засобів, які можуть створювати йому перешкоду для руху, зобов'язані дати йому дорогу і забезпечити безперешкодний проїзд зазначеного транспортного засобу (і супроводжуваних ним транспортних засобів).

На транспортних засобах, які рухаються в супроводжуваній колоні, повинно бути ввімкнено ближнє світло фар.

Якщо на такому транспортному засобі увімкнено пробліскові маячки синього і червоного або лише червоного кольору, водії інших транспортних засобів зобов'язані зупинитися біля правого краю проїзної частини (на правому узбіччі).

На дорозі з розділювальною смугою цю вимогу зобов'язані виконати водії транспортних засобів, що рухаються в попутному напрямку.

Якщо під час супроводження колони транспортних засобів на транспортному засобі, що рухається попереду колони, увімкнено пробліскові маячки синього і червоного або лише червоного кольору, колону повинен замикати транспортний засіб з увімкненим зеленим або синім і зеленим проблісковими маячками, після проїзду якого скасовуються обмеження на рух інших транспортних засобів.

Забороняється здійснювати обгін і випередження транспортних засобів з увімкненими проблісковими маячками синього і червоного або лише червоного кольору та зеленого або синього і зеленого кольору і супроводжуваних ними транспортних засобів (колони), а також рухатися по суміжних смугах зі швидкістю колони або займати місце в колоні.

Наближаючись до нерухомого транспортного засобу з увімкненим проблісковим маячком синього або синього і червоного кольору

та спеціальним звуковим сигналом (або без увімкненого спеціального звукового сигналу), що стоїть на проїзній частині, водій повинен зупинитися. Продовжувати рух можна лише з дозволу регулювальника, а за його відсутності – іншої особи, яка регулює рух.

Увімкнення проблiskового маячка оранжевого кольору на механічних транспортних засобах дорожньо-експлуатаційної служби під час виконання роботи на дорозі, на великогабаритних та велико-вагових транспортних засобах, а також на транспортних засобах, що перевозять небезпечні вантажі, не дає їм переваги в русі, а служить для привернення уваги та попередження про небезпеку.

При цьому водіям транспортних засобів дорожньо-експлуатаційної служби під час виконання роботи на дорозі дозволяється відступати від вимог дорожніх знаків (крім знаків пріоритету та знаків 3.21 – 3.23), дорожньої розмітки, а також пунктів 11.2, 11.5 – 11.10, 11.12, 11.13, підпунктів «б», «в», «г» пункту 26.2 "Правил дорожнього руху за умови забезпечення безпеки дорожнього руху. Водії інших транспортних засобів не повинні перешкоджати їхній роботі.

Технічний стан транспортних засобів та їх обладнання повинні відповідати вимогам стандартів, що стосуються безпеки дорожнього руху та охорони навколишнього середовища, а також правил технічної експлуатації, інструкцій підприємств-виробників та іншої нормативно-технічної документації.

Забороняється експлуатація тролейбусів і трамваїв за наявності будь-якої несправності, зазначеної у правилах технічної експлуатації цих транспортних засобів.

Забороняється експлуатація транспортних засобів згідно із законодавством:

а) у разі їх виготовлення або переобладнання з порушенням вимог стандартів, правил і нормативів, що стосуються безпеки дорожнього руху;

б) якщо вони не пройшли державного технічного огляду або не мають талона про його проходження;

в) якщо номерні знаки не відповідають вимогам відповідних стандартів;

г) у разі обладнання без дозволу Державної автомобільної інспекції спеціальними звуковими та світловими сигналами.

Забороняється експлуатація транспортних засобів, згідно із законодавством, за наявності таких технічних несправностей і невідповідності таким вимогам.

1. Гальмівні системи:

а) змінено конструкцію гальмівних систем, застосовано гальмівну рідину, вузли або окремі деталі, що не передбачені для даної моделі транспортного засобу або не відповідають вимогам підприємства-виробника;

б) під час дорожніх випробувань робочої гальмівної системи перевищуються граничні значення (табл. 1.20).

Таблиця 1.20 – Гальмівний шлях транспортного засобу

Тип транспортного засобу	Гальмівний шлях, м, не більше ніж
легкові автомобілі та їх модифікації для перевезення вантажів	14,7
автобуси	18,3
вантажні автомобілі з дозволеною максимальною масою до 12 т включно	18,3
вантажні автомобілі з дозволеною максимальною масою понад 12 т	19,5
автопоїзди, тягачами яких є легкові автомобілі та їх модифікації для перевезення вантажу	16,6
автопоїзди, тягачами яких є вантажні автомобілі	19,5
двоколісні мотоцикли і мопеди	7,5
мотоцикл з причепом	8,2

Нормативне значення гальмівного шляху для транспортних засобів випуску до 1988 року допускається перевищувати не більше ніж на 10 відсотків значення, поданого в таблиці.

Примітки: 1. Випробування робочої гальмівної системи проводиться на горизонтальній ділянці дороги з рівним, сухим, чистим цементно- або асфальтобетонним покриттям за швидкості транспортного засобу на початок гальмування: 40 км/год – для автомобілів, автобусів і автопоїздів; 30 км/год – для мотоциклів, мопедів за методом одноразового впливу на органи керування гальмівною системою. Результати випробування вважаються незадовільними, якщо під час гальмування транспортний засіб розвертається на кут більше 8 градусів або займає смугу руху більше ніж 3,5 м.

2. Гальмівний шлях вимірюється з моменту натискання на гальмову педаль (рукоятку) до повної зупинки транспортного засобу.

в) порушено герметичність гідравлічного гальмівного приводу;

г) порушено герметичність пневматичного або пневмогідравлічного гальмівного приводу, що спричиняє зменшення тиску повітря при непрацюючому двигуні більше ніж на 0,05 МПа ($0,5 \text{ кгс/см}^2$) за 15 хв у разі приведення в дію органів керування гальмівною системою;

д) не працює манометр пневматичного або пневмогідравлічного гальмівного приводу;

е) стоянкова гальмівна система при відключеному від трансмісії двигуні не забезпечує нерухомого стану:

1 - транспортних засобів з повним навантаженням – на схилі не менше ніж 16%;

2 - легкових автомобілів, їхніх модифікацій для перевезення вантажів, а також автобусів у спорядженому стані – на схилі не менше ніж 23%;

3 - вантажних автомобілів і автопоїздів у спорядженому стані – на схилі не менше ніж 31%;

є) не замикається важіль (рукоятка) стоянкової гальмівної системи в робочому положенні.

2. Рульове керування:

- сумарний люфт у рульовому керуванні перевищує такі граничні значення (табл.1.21);

Таблиця 1.21 – Граничне значення сумарного люфту транспортного засобу

Тип транспортного засобу	Граничне значення сумарного люфту, град., не більше ніж
Легкові автомобілі та вантажні автомобілі з дозволеною максимальною масою до 3,5 т	10
Автобуси з дозволеною максимальною масою до 5 т	10
Автобуси з дозволеною максимальною масою понад 5 т	20
Вантажні автомобілі з дозволеною максимальною масою понад 3,5 т	20
Автомобілі й автобуси, зняті з виробництва	25

- є не передбачені конструкцією відчутні взаємні переміщення деталей і вузлів рульового керування або переміщення їх відносно кузова (шасі, кабіни, рами) транспортного засобу; нарізні з'єднання не затягнуті або надійно не зафіксовані;

- зіпсований або відсутній передбачений конструкцією підсилювач рульового керування або рульовий демпфер (на мотоциклах);

- у рульовому керуванні встановлено деталі зі слідами залишкової деформації та іншими дефектами, а також застосовано деталі і робочі рідини, що не передбачені для даної моделі транспортного засобу або не відповідають вимогам підприємства-виробника.

3. Зовнішні світлові прилади:

- кількість, тип, колір, розміщення і режим роботи зовнішніх світлових приладів не відповідають вимогам до конструкції транспортного засобу;

- порушено регулювання фар;

- не горить лампа лівої фари в режимі ближнього світла;

- на світлових приладах немає розсіювачів або використовуються розсіювачі і лампи, що не відповідають типу даного світлового приладу;

- на розсіювачах світлових приладів нанесено тонування або покриття, що зменшує їх прозорість чи світлопропускання.

Примітки: 1. Мотоцикли (мопеди) можуть бути додатково обладнані однією протитуманною фарию, інші механічні транспортні засоби – двома. Протитуманні фари повинні розміщуватися на висоті не менше 250 мм від поверхні дороги (але не вище фар ближнього світла) симетрично до поздовжньої осі транспортного засобу і не далі 400 мм від зовнішнього габариту за шириною.

2. Дозволяється встановлювати на транспортних засобах один або два задні протитуманні ліхтарі червоного кольору на висоті 400 – 1200 мм і не ближче 100 мм до ліхтарів сигналу гальмування.

3. Увімкнення протитуманних фар, задніх протитуманних ліхтарів повинно здійснюватися одночасно з увімкненням габаритних вогнів і освітленням номерного знака (ближнім або дальнім світлом фар).

4. На легковому автомобілі й автобусі дозволяється встановлювати один або два додаткові немиготливі сигнали гальмування червоного кольору на висоті 1150 – 1400 мм від поверхні дороги.

4. Склоочисники і склообмивачі вітрового скла:

- не працюють склоочисники;

- не працюють передбачені конструкцією транспортного засобу склообмивачі.

5. Колеса і шини:

- шини легкових автомобілів та вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т мають залишкову висоту рисунка протектора менше 1,6 мм, вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою понад 3,5 т – 1,0 мм, автобусів – 2,0 мм, мотоциклів і мопедів – 0,8 мм.

Для причепів установлюються норми залишкової висоти рисунка протектора шин, аналогічні нормам для шин автомобілів –тягачів.

- шини мають місцеві пошкодження (порізи, розриви тощо), що оголюють корд, а також розшарування каркаса, відшарування протектора і боковини;

- шини за розміром або допустимим навантаженням не відповідають моделі транспортного засобу;

- на одну вісь транспортного засобу встановлено діагональні шини разом з радіальними, ошиповані й неошиповані, морозостійкі і неморозостійкі, шини різних розмірів чи конструкцій, а також шини різних моделей з різними рисунками протектора для легкових автомобілів, з різними типами рисунків протектора – для вантажних автомобілів;

- на передню вісь транспортного засобу встановлено радіальні шини, а на іншу (інші) – діагональні;

- на передній осі автобуса, який виконує міжміські перевезення, встановлено шини з відновленим протектором, а на інших осях – шини, відновлені за другим класом ремонту;

- на передній осі легкових автомобілів і автобусів (крім автобусів, які виконують міжміські перевезення) встановлено шини, відновлені за другим класом ремонту;

- відсутній болт (гайка) кріплення або є тріщини диска й ободів коліс.

6. Двигун:

- вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах або їх димність перевищує установлені стандартами норми;

- негерметична паливна система;

- несправна система випускання відпрацьованих газів.

7. Інші елементи конструкції:

- немає передбачених конструкцією транспортного засобу стекол, дзеркал заднього виду;

- не працює звуковий сигнал;

- встановлено на скло додаткові предмети або нанесено покриття, які обмежують оглядовість з місця водія і погіршують прозорість скла.

Примітка. 1. На верхній частині вітрового скла автомобілів і автобусів можуть бути прикріплені прозорі кольорові плівки. Дозволяється застосовувати тоновані стекла (крім дзеркальних), світлопропускання яких відповідає вимогам ДСТ. Дозволяється застосовувати занавіски на бокових вікнах автобусів.

2. Не працюють передбачені конструкцією замки дверей кузова або кабіни, запори бортів вантажної платформи, запори горловин цистерн і паливних баків, механізм регулювання положення сидіння водія, аварійні

виходи, пристрої для приведення їх у дію, привід керування дверима, спідометр, тахограф, пристрій для обігрівання й обдування скла.

3. Зруйновано корінний лист або центральний болт ресори.

4. Зіпсовано тягово-зчіпний або опорно-зчіпний пристрій тягача і причіпної ланки у складі автопоїзда, а також передбачені їх конструкцією страхувальні троси (ланцюги). Є люфти у з'єднаннях рами мотоцикла з рамою бокового причепа.

5. Відсутній передбачений конструкцією бампер або задній захисний пристрій, брудозахисні фартухи і бризковики.

Відсутні:

а) медична аптечка з нанесеними на ній відомостями про тип транспортного засобу, для якого вона призначена, – на мотоциклі з боковим причепом, легковому, вантажному автомобілі, колісному тракторі, автобусі, мікроавтобусів, тролейбусі, автомобілі, що перевозить небезпечний вантаж;

б) знак аварійної зупинки (миготливий червоний ліхтар), за вимогами стандарту, – на мотоциклі з боковим причепом, легковому, вантажному автомобілі, колісному тракторі, автобусі. На вантажних автомобілях з дозволеною максимальною масою понад 3,5 т і в автобусах з дозволеною максимальною масою понад 5 т – противідкатні упори (щонайменше два);

в) пробліскові маячки оранжевого кольору на транспортному засобі, що перевозить великогабаритні, великовагові чи небезпечні вантажі;

г) працездатний вогнегасник на легковому, вантажному автомобілі, автобусі.

Примітки: 1. Тип, марка, місце встановлення додаткової кількості вогнегасників, якими обладнуються транспортні засоби, що перевозять радіоактивні та окремі небезпечні вантажі, визначаються умовами безпечного перевезення конкретного небезпечного вантажу.

2. Аптечка, перелік медикаментів якої відповідає ДСТУ 3961 -2000 для відповідного типу транспортного засобу, і вогнегасник повинні бути в закріпленому стані у місцях, визначених підприємством -виробником. Якщо конструкцією транспортного засобу ці місця не передбачено, медична аптечка і вогнегасник повинні знаходитися в легкодоступних місцях, крім багажника легкового автомобіля. В автобусі один вогнегасник повинен бути в кабіні водія, другий – в салоні для пасажирів.

д) відсутні ремені безпеки та підголівники у транспортних засобах, де їх установка передбачена конструкцією;

е) ремені безпеки не в робочому стані або мають видимі надриви на лямках;

є) на мотоциклі немає передбачених конструкцією дуг безпеки;

ж) на мотоциклах і мопедах немає передбачених конструкцією підніжок, на сидлі – поперечних рукояток для пасажирів;

з) відсутні або несправні фари і задні габаритні ліхтарі транспортного засобу, що перевозить великогабаритний, великоваговий чи небезпечний вантаж, а також пробліскові маячки, світлоповертальні елементи, розпізнавальні знаки, передбачені пунктом 30.3 Правил дорожнього руху.

У разі виникнення в дорозі несправностей, зазначених у пунктах Правил дорожнього руху, водій повинен вжити заходів для їх усунення, а якщо це зробити неможливо, – рухатися якомога коротшим шляхом до місця стоянки або ремонту, дотримуючись запобіжних заходів з виконанням вимог пунктів 9.9 і 9.11 Правил дорожнього руху.

Водій несправного транспортного засобу повинен вжити заходів для того, щоб прибрати його за межі проїзної частини дороги.

Забороняється подальший рух транспортних засобів, у яких:

- робоча гальмівна система чи рульове керування не дають змоги водієві зупинити транспортний засіб або здійснити маневр під час руху з мінімальною швидкістю;

- у темну пору доби або в умовах недостатньої видимості не горять лампи фар чи задніх габаритних ліхтарів;

- під час дощу або снігопаду не працює склоочисник з боку розміщення керма;

- зіпсований тягово-зчіпний пристрій автопоїзда.

Забороняється експлуатація транспортного засобу шляхом доставки його на спеціальний майданчик чи стоянку Державної автомобільної інспекції у випадках, передбачених законодавством.

1.9 Медична підготовка водія транспортного засобу

Перша медична допомога при ДТП із людськими жертвами (автокатастрофи) має першочергове значення для попередження ускладнень травми при подальшому лікуванні, а також для порятунку життя постраждалого безпосередньо на місці події.

Статистичні дані свідчать, що в багатьох випадках при ДТП смертельні випадки обумовлені не тяжкістю травми, а несвоєчасним чи некваліфікованим наданням першої медичної допомоги.

Так, при травмах, що супроводжуються кровотечею з великих артерій, потерпілий за 30-40 с може втратити половину всієї крові (2 -3 л). А це призводить до виникнення стану, з якого повернення до життя неможливе. До речі, при цьому інших серйозних ушкоджень у потерпілого може і не бути. При своєчасній і кваліфікованій зупинці кровотечі

потерпілий міг би залишитися живим без яких-небудь серйозних наслідків для здоров'я.

Правильне й оперативне надання інших видів першої медичної допомоги на місці події попереджує ускладнення травми і сприяє успішному завершенню подальшого лікування. У той же час несвоєчасне і неправильне надання цієї допомоги ускладнює подальше лікування і значно погіршує випадки ураження.

Так, при переломі кістки, якщо вчасно і правильно не зафіксувати (не іммобілізувати) зламані кістки, кінці яких під час транспортування (евакуації) потерпілого піддаються тертю, м'язи, кровоносні судини і нерви між ними будуть травмуватися, що ускладнить подальше лікування перелому і збільшить терміни зростання кістки.

Якщо вчасно не закрити стерильною пов'язкою рану, вона може не тільки запалитися, але і сприяти проникненню мікробів у кров і викликати загальне зараження організму інфекцією (сепсис).

Таким чином, відомо, від чого залежать життя постраждалого і наслідки будь-якої травми. Тому водій повинен вміти вправно надати першу медичну допомогу і завжди мати в автомобілі необхідний набір медичного устаткування і медикаментів (перелік медикаментів і медичного майна, що входять в автомобільну аптечку, а також правила їхнього застосування див. наприкінці розділу).

Варто також враховувати, що перша медична допомога надається в порядку самопомоги (потерпілий надає допомогу сам собі) і взаємодопомоги (допомога потерпілому надає інша людина). Краще і швидше допомогти можна в порядку взаємодопомоги.

Водій повинен знати, що він несе не тільки моральну, але й юридичну відповідальність за своєчасне і кваліфіковане надання першої медичної допомоги постраждалому і транспортування його в лікарню. У випадку навмисного залишення його без допомоги в небезпечному для здоров'я стані водій може бути притягнутий до кримінальної відповідальності.

Водій, що знайшов на дорозі збиту невідомим людину, зобов'язаний після надання невідкладної допомоги відправити її на попутному транспорті або відвезти на своєму автомобілі в найближчу лікарню. Про те, що трапилося, він повинен повідомити в органи міліції.

Основи анатомії і фізіології людини

Анатомія - наука про будову людського тіла. **Фізіологія** - наука про функціонування органів і систем організму людини.

Знання цих предметів дозволяє грамотно організувати і надати першу медичну допомогу.

Наш організм складається з тканин, що утворюють органи і системи. Тканини складаються з клітин, подібних між собою за будовою і виконуваними функціями, властивими тим органам, що складаються з цих тканин. Тканини нашого організму різноманітні і складають чотири основних групи: епітеліальні, сполучні, нервові і м'язові. Епітеліальні покривають наше тіло зовні й усередині організму.

Сполучні тканини утворюють кістки. З них також складаються прошарки внутрішніх органів і між ними, рубці після загоєння рани. Нервові тканини складають головний і спинний мозок і нервові периферичні стовпи. М'язові утворюють поперечно-смугасті (кістякові) м'язи і гладкі м'язи внутрішніх органів, що виконують в організмі рухові функції.

Життєдіяльність організму забезпечують кісткова, м'язова і нервова системи, кров і внутрішні органи (серце, легені, шлунково-кишковий тракт, печінка, нирки й ін.). Усе це утворює єдине функціональне ціле організму і зв'язано між собою кровоносними судинами і нервами.

Кістяк (рис. 1.8) і м'язи утворюють основу опорно-рухового апарату. Кістки кістяка підрозділяються на трубчасті і плоскі. З трубчастих кісток складаються кінцівки: рука (верхня кінцівка), нога (нижня кінцівка). До плоских кісток відносяться лопатки, ребра, кістки черепа і таза.

Опорою тіла є хребет, що складається з 24 хребців. Кожен хребець має у середині отвір і накладається один на один, утворюючи спинномозковий канал, у якому розміщується спинний мозок. Хребет складається з 7 шийних, 12 грудних, 5 поперекових хребців, а також хрестця і куприка.

Кістки кістяка, залежно від виконуваних функцій, з'єднуються нерухомо (черепа, тазові кістки), напіврухомо (кістки зап'ястя, хребет) і рухливо (суглоби кінцівок [плечовий, ліктьовий, лучезап'ястний - верхня кінцівка; тазостегновий, колінний, гомілковостопний - нижня кінцівка]). Кістяк людини включає:

- череп (черепна коробка), у якому розміщується головний мозок;

- хребет, у спинномозковому каналі якого знаходиться спинний мозок;

- грудну клітку, що складається з 12 ребер ліворуч і праворуч, грудної кістки перед перед грудним відділом хребта. У грудній порожнині розташовані серце, легені, стравохід, аорта, трахея;

- черевну порожнину, де знаходяться печінка, селезінка, шлунок, кишечник, сечовий міхур та інші органи; - кістки верхньої кінцівки (рука), що складаються з плечової кістки (одна) між плечовим і ліктьовим суглобами, передпліччя (дві кістки) між ліктьовим і лучезапястним суглобами, кистки;

- кістки нижньої кінцівки (нога), що складаються зі стегнової кістки (одна) між тазостегновим і колінним суглобами, кістки гомілки (дві) між колінним і гомілковостопним суглобами, стопи.

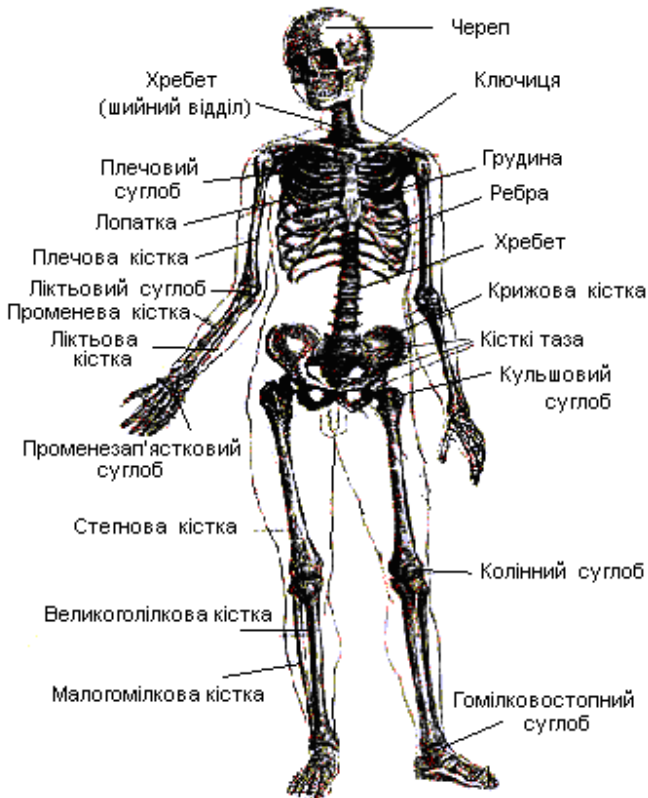


Рис. 1.8 – Кістяк людини

Дуже важливо знати анатомічну особливість кістяка передпліччя і гомілки, що мають по дві кістки. Кровоносні судини по передпліччю і по гомілці проходять між цими кістками.

У випадку артеріальної кровотечі з цих ділянок кінцівок зупинити її затисненням судини, що кровоточить, безпосередньо на

передпліччі і гомілки неможливо, тому що цьому будуть заважати кістки. Тому якщо артеріальна кровотеча з передпліччя чи гомілки, то пов'язка (закручення) накладається відповідно вище ліктьового і колінного суглоба.

Кістяк людини також включає ключиці (дві) - праву і ліву, котрі знаходяться між верхньою частиною грудної клітки і відростком лопатки ліворуч і праворуч; лопатки (дві) - права і ліву, розташовані позаду у верхньому відділі грудної клітки.

Кожна лопатка збоку має відросток, що утворює разом з головною плечовою кісткою плечовий суглоб.

Органи дихання

Життєдіяльність організму забезпечується живильними речовинами (жири, білки, вуглеводи), що у перевареному (розщепленому до найпростіших біохімічних елементів) стані у шлунково-кишковому тракті всмоктуються з тонкого кишечника у кров і плазмою крові доставляються в клітини і тканини організму.

Однак живильні речовини перетворюються в енергію, завдяки якій людина живе, лише в результаті їх окислювання киснем у тканинах. Кисень надходить в організм з атмосферного повітря через легені. Тут він поглинається (абсорбується) гемоглобіном крові і разом з ним доставляється у тканини.

Процес окислювання киснем живильних речовин супроводжується накопиченням у крові вуглекислого газу, що виводиться з організму також через легені при видиху.

Органи дихання включають: повітропереносні шляхи (носові ходи, порожнина рота, носоглотка, глотка, гортань, трахея, бронхи) і безпосередньо орган дихання - легені.

Серцево-судинна система

Рух крові в організмі здійснюється за допомогою серцево-судинної системи, що утворюють серце і кровоносні судини.

Серце людини - порожній м'язовий мішок, що розганяє кров по всьому організму. Воно поділяється вертикальною перегородкою на ліву і праву половини, що не повідомляються між собою.

Горизонтальна перегородка розділяє серце на верхню і нижню половини.

Таким чином, у ньому утворюються чотири камери: дві вгорі (ліве і праве передсердя) і дві внизу (лівий і правий шлуночки).

Горизонтальна перегородка має отвори з клапанами, що відкриваються вниз, що дозволяє крові з лівого передсердя надходити в лівий шлуночок, а з правого передсердя - у правий шлуночок.

З лівого шлунку артеріальна кров, збагачена живильними речовинами і киснем, надходить у самий великий в організмі кровonosну судину - аорту - і тече вниз. Аорта розділяється на більше дрібні кровonosні судини - артерії, по яких артеріальна кров надходить у різні частини тіла і внутрішні органи.

Тут артерії поділяються на ще більш дрібні кровonosні судини, що закінчуються самими маленькими кровonosними судинами – капілярами. З капілярів живильні речовини і кисень разом із кров'ю надходять у тканині.

Після окисних процесів у тканинах утворюється венозна кров, що відходить від них по венозних капілярах, що, з'єднуючись, утворюють більші кровonosні судини - вени. По них венозна кров тече нагору - до серця.

Ця кров з вен збирається до самої великої венозної судини - нижньої порожньої вени, з якої надходить у праве передсердя.

З нього проходить у правий шлунок серця, з якого по легеневій артерії тече до легенів, де відбувається збагачення крові киснем.

Венозна кров, що одержала в легені кисень, стає артеріальною і по легеневій вені надходить у ліве передсердя серця. З лівого передсердя артеріальна кров наповняє лівий шлунок, з якого починається черговий шлях артеріальної крові по організму.

Таким чином, артерії - це кровonosні судини, по яких кров тече від серця, вени – кровonosні судини, по яких кров тече до серця.

В артеріях, особливо великих, завдяки близькості до серця, підтримується високий тиск. Їхні стінки щільні і пружні.

У венах тиск крові невеликий. Стінки венозних судин тонші і м'якші, ніж в артерії.

Пульс

У тих місцях, де великі артерії знаходяться близько до поверхні, прощупуються пульсові поштовхи. Вони виникають у зв'язку з тим, що артеріальна кров при кожному скороченні серцевого м'яза із силою виштовхується в аорту і під тиском переходить у великі артеріальні судини. У них сила серцевих скорочень виявляється у виді пульсових поштовхів.

Кожен такий поштовх відповідає одному серцевому скороченню.

За силою пульсового поштовху визначається сила серцевого скорочення. Нормальна частота пульсу дорослої людини складає 60 -

70 ударів у хвилину. Пульс може бути частим при фізичному навантаженні, хвилюванні.

Пульс прощупуємо в місцях, де великі артерії близькі до поверхні. Наприклад, на внутрішній стороні зап'ястя, на скронях (вище щелепової дуги), на шиї праворуч і ліворуч між переднім краєм шийного м'яза і гортанню.

Центральна нервова система

Центральна нервова система складається з головного і спинного мозку. У нервову систему людини також входять периферичні нерви (рухові і чуттєві) і вегетативна нервова система.

Периферичні нерви виконують відповідні рухові і чуттєві функції кістякових м'язів і шкіри. Вегетативна нервова система регулює життєві процеси внутрішніх органів.

Нервова система в організмі забезпечує взаємозв'язок між внутрішніми органами і системами, погоджує і координує відповіді організму на різні роздратування.

Стан, небезпечний для життя, і надання першої медичної допомоги

Основною задачею того, хто робить першу медичну допомогу при ДТП, є усунення небезпеки, що загрожує життю, і попередження важких наслідків ураження (травми).

Травма - це ушкодження тканин людини, якого-небудь внутрішнього органа чи всього організму в цілому. До травм відносяться рани, опіки і вивихи, переломи кісток, струси головного мозку, ушкодження внутрішніх органів, велика втрата крові, зупинка дихання і припинення серцевої діяльності, травматичний шок.

Кровотеча настає в результаті ушкодження кровоносних судин. Кровотеча буває зовнішньою і внутрішньою. При внутрішній кровотечі кров з ушкоджених судин впливає в порожнини організму - черепну коробку, грудну порожнину, черевну порожнину.

Розрізняють артеріальні, венозні і капілярні кровотечі. Артеріальна є найбільш небезпечною. Кров з рани впливає під тиском і має яскраво-червоний колір. При цьому загроза життю потерпілого від її втрати може наступити через 10 -15 секунд.

При венозній кровотечі кров з рани впливає без тиску, не підвищується над поверхнею і має темно-червоний колір.

Капілярна кровотеча виникає при травмуванні дрібних кровоносних судин шкіри і підшкірної клітковини. Кров повільно сочиться, як з губки, і незабаром зупиняється самостійно.

Ознаки внутрішньої кровотечі

Ознаками внутрішньої кровотечі є блідість шкіри і слизових оболонок, частий, слабкого наповнення пульс, прискорене дихання, спрага.

Надання першої допомоги - це забезпечення потерпілому повного спокою. Зовні слідпокласти щось охолодне (лід, сніг, холодний компрес). Холодне питво варто давати невеликими ковтками (крім травми живота).

Постраждалого необхідно терміново госпіталізувати.

Способи тимчасової зупинки зовнішньої кровотечі

До способів тимчасової зупинки зовнішньої кровотечі відносяться:

- підняття кінцівки (руки чи ноги) догори;
- затиснення кровоносної судини, яка знаходиться ближче до серця, попереду рани за допомогою пов'язки. Для цього береться кілька шарів стерильного бинта, на нього з боку рани розташовують валик (вату, бинт, грудку матерії), накладають на рани і туго прибинтовують до неї;
- пальцеве затиснення кровоносної судини. Вказівним, середнім і безіменним пальцями правої руки сильно затискають під шкірою вище рани судину, що кровоточить.

Це найшвидший прийом тимчасової зупинки артеріальної кровотечі. Кровоносні судини затискаються в місцях, де вони близько розташовані до поверхні:

а) скронева артерія – попереду від середини вуха затискається безпосередньо над щелеповою дугою при кровотечі на голові (рис. 1.9, а);

б) загальна сонна артерія розташована на передній поверхні шиї збоку від гортані (права і ліва). Притискається до шийних хребців нижче рани (рис. 1.9, б);

в) підключична артерія притискається до першого ребра над ключицею при кровотечі з верхньої третини плеча (рис. 1.9, в);

г) плечова артерія фіксується до плечової кістки нижнім краєм двоголового м'яза (біцепса) при кровотечі із середньої і нижньої третини плеча (рис.1.9, г);

д) променева артерія затискається до однойменної кістки на 2 -3 см вище від променезап'ястного суглоба при кровотечі з кисті (рис.1.9, д);

е) стегнова артерія кулаком притискається в паху до сухожилля стегнових м'язів при кровотечі з нижньої кінцівки (рис. 1.9, е).

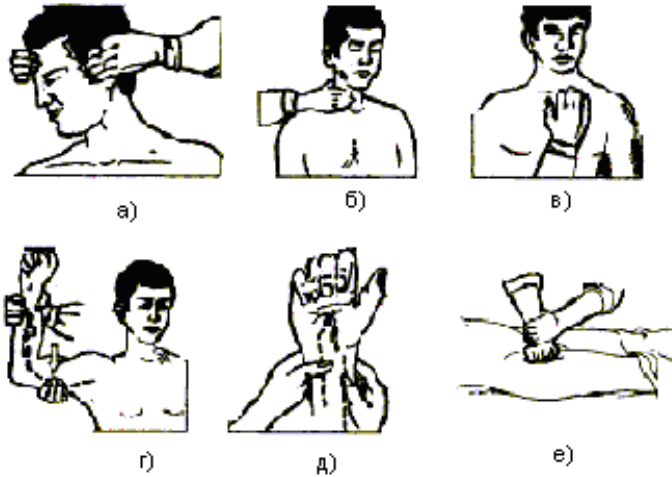


Рис. 1.9 – Затискування кровоносної судини:

а) скроневої артерії; б) загальної сонної артерії; в) підключичної артерії; г) плечової артерії; д) променевої артерії; е) стегнової артерії

Сильне (різке) згинання ліктьового і колінного суглобів при кровотечі з рук або ніг дає кращий ефект, якщо на зігнутий суглоб покласти валик. Накладення на ногу або руку джгута показано на рис.1.10.



Рис.1.10 – Накладення джгута (а) і закручення (б)

Накладення джгута – самий надійний спосіб тимчасової зупинки артеріальної кровотечі. Джгути бувають стандартні (гумова трубка, стрічка, інша еластична тканина), імпровізовані (ремінь, шматок тканини, краватка, носова хустка і т.д.). Джгут накладається вище рани на 10 -15 см поверх одягу чи тканинної прокладки.

Його не можна накладати на голе тіло через сильний біль, а також через можливу травму шкіри. Занадто туго джгут затягувати не слід.

Ступінь затиснення визначається моментом зупинки кровотечі. Під джгут обов'язково підкладають записку із зазначенням часу накладення джгута.

Джгут можна тримати не більше 1,5 -2 годин влітку і не більше години – взимку, щоб уникнути відмирання тканин нижче від нього.

Час перебування джгута на кінцівці визначається із урахуванням часу, необхідного для госпіталізації потерпілого.

Через годину джгут слід обережно послабити, стежачи за появою крові на пов'язці. З першою появою крові його знову затягують, але не більше ніж на одну годину.

Інфікування при пораненні

Раною є травма, при якій порушується цілісність шкіри і глибоко розташованих тканин. Залежно від виду предмета, яким нанесено травму, розрізняють поранення **колоті, різані, рубані, рвані, рвано-забиті**.

Поранення небезпечно влученням до нього мікробів (інфекції), що може призвести не тільки до його запалення, але й викликати загальне зараження організму (сепсис).

Заходи, спрямовані на захист рани від мікробів, називаються **асептикою**. Заходи, що передбачають знищення чи ослаблення мікробів, що потрапили в рани, називаються **антисептикою**.

Основна задача першої медичної допомоги при пораненні - не допустити подальшого влучення в рану мікробів. Тому не можна доторкатися до рани руками, промивати її, навіть якщо вона сильно забруднена.

Обробляти рану слід чисто вимитими руками. Якщо в ній виявилось стороннє тіло (шматочки скла, дерева, металу, одягу), бажано його з рани вилучити. Однак це можливо, якщо сторонній предмет вдається захопити пальцями, не торкаючись рани. Якщо це неможливо, предмет залишається там.

Знаходячись у глибині поранення, він може прикривати собою травмовану кровоносну судину. Тому витягати його потрібно обережно, без зусиль. Якщо це не вдається, то не слід його більше торкатись.

Допомога при пораненні полягає в накладенні на рану стерильної пов'язки й обробці шкіряних покривів навколо неї спиртовим розчином йоду чи спиртовим розчином брильянтової зелені (зеленкою), але злегка, щоб не викликати опіку.

Перед цим необхідно шкіру промити спиртом, одеколоном, перекисом водню чи неетилірованим бензином.

Не можна допустити, щоб ці засоби потрапили до рани. Це викликає опіки ушкоджених тканин і значно збільшує терміни загоєння.

Види і правила накладення пов'язок

Залежно від мети накладення, розрізняють пов'язки: стерильні, що тиснуть (створюють тиск на необхідну ділянку тіла), звичайні (що утримують перев'язний матеріал, лікарські засоби), іммобілізуючі (що забезпечують нерухомість ушкодженої ділянки тіла).

Пов'язки також підрозділяють на бинтові і хустинкові (кусок матерії вирізаний чи складений у вигляді прямокутного трикутника). Бинтові пов'язки з використанням стерильного бинта накладають на рани й опікові поверхні. Для пов'язок, що тиснуть, застосовують нестерильний бинт. Хустинки застосовують як натискаючі, а також для іммобілізації передпліччя при його травмі.

Розрізняють наступні види стерильних пов'язок:

- кругову чи циркулярну застосовують при невеликих ранах, коли ширина бинта цілком покриває розміри рани. Усі витки (тури) бинта лягають на те саме місце;

- спіральну пов'язку накладають, коли необхідно забинтувати великі поверхні тіла (кінцівки, тулуб), а також пальці кисті і стопи. Починати слід із закріплення бинта двома-трьома великими ходами. Потім йдуть по поверхні нагору чи вниз, прикриваючи кожним наступним витком половину попереднього;

- восьмиподібну пов'язку накладають на частини складної форми, наприклад, на гомілковостопний суглоб. Бинт закріплюють на гомілці вище гомілковостопного суглоба. Далі бинт ведуть по підшві стопи, переходячи на протилежну сторону, і відтіля - на тильну частину суглоба. Зробивши один-два витки навколо суглоба, переходять знову на підшовну частину стопи і знову на тильну частину суглоба, повторюючи кілька разів ці напрямки бинта (рис. 1.11, а);

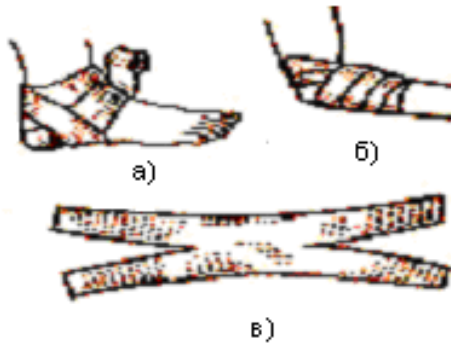


Рис. 1.11 – Основні види пов'язок:

а) восьмиподібна пов'язка на гомілковостопний суглоб; б) "черепащача" пов'язка на ліктьовий суглоб; в) хусточна пов'язка на передпліччя

- "черепащачу" пов'язку застосовують для бинтування ліктьового і колінного суглобів. Руку згинають у ліктьовому суглобі, двома-трьома круговими ходами на верхній третині передпліччя закріплюють бинт, потім ведуть його нагору по ліктьовому суглобу до нижньої третини плеча і круговою пов'язкою закріплюють. Знову ведуть по ліктьовому суглобу на передпліччя. Пов'язку накладають доти, поки не закритється рана (рис. 1.11, б). При накладенні пов'язки на колінний суглоб бинтувати починають з верхньої третини гомілки. Після закріплюючих витків бинт ведуть через суглоб до нижньої третини стегна і тут фіксують. Потім знову проводять бинт на верхню третину гомілки. Закривши рану, бинт закріплюють вище колінного суглоба (рис.1.11, в);

- пращевидну пов'язку застосовують при переломі кісток нижньої щелепи чи носа. Для накладення пов'язки потрібної довжини бинт розрізають по обидва боки в довжину, а середину залишають цілою. У таким виді бинт лягає на ранену поверхню і передній його кінець перекидають назад (на себе).

При накладенні стерильної пов'язки не можна брати бинт долонею, треба тримати його між пальцями за бічні сторони. Кінцем бинта з декількох шарів закривають рану і забинтовують. Щоб пов'язка краще трималася, після першого витка кінець бинта загинають і фіксують наступним витком.

Стерильну пов'язку слід накласти так, щоб вона не давила на рану. Потрібно обертати поперемінно то однією, то іншою рукою головку бинта навколо відповідної частини тіла. Бинт необхідно розв'язати

рвати зліва праворуч, тримати невисоко над поверхнею, що бинтується. Головка бинта буде ніби скачуватися з витків (турів) бинта. Зав'язувати його кінець слід над здоровою частиною тіла.

Для накладення стерильної пов'язки краще за все використовувати індивідуальний перев'язочний пакет (ІПП), який складається зі стерильного бинта і двох подушечок, одна з яких рухома. ІПП упаковано у три оболонки: тряпчану (зовнішню), прогумована і паперову, безпосередньо покриваючу стерильний матеріал пакета.

Розкривши пакет, лівою рукою беруть кінець бинта, а правою захоплюють весь бинт із подушечками так, щоб не торкатися тих сторін бинта і подушечок, що будуть накладатися на рану.

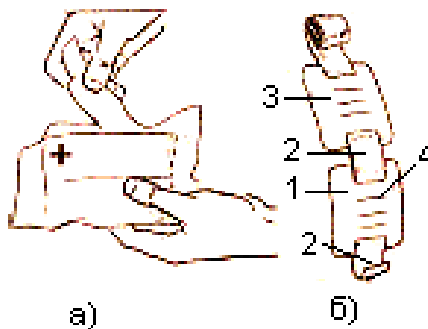


Рис.1.12 – Індивідуальний перев'язочний пакет:

а) розкриття пакета; б) пакет у розгорнутому виді: 1 - нерухома подушечка; 2 - бинт; 3 - рухлива подушечка; 4 - кольорові нитки

При наскрізному пораненні одну подушечку накладають на вхідний, а другу - на вихідний отвір і забинтовують.

Якщо рана не наскрізна, тобто має один отвір, то на нього накладають обидві подушечки і забинтовують.

Якщо рана велика й її не можна покрити однією подушечкою, поруч кладуть другу.

Зупинка серця і дихання

Зупинка серця і дихання може статися з різних причин - травма, ураження електричним струмом, гостра серцева недостатність, отруєння чадним газом та інше.

Зупинка серця може бути раптовою зі смертельним результатом, наприклад, при руйнуванні клітин центру серцевої діяльності при сильному струсі головного мозку в момент автокатастрофи.

Серце може зупинятися не відразу, наприклад, при клінічній смерті, коли зупинка роботи серця і легенів має оборотний характер. При цьому вони зберігають здатність до функціонування протягом 5-6 хвилин, і потерпілого можна оживити, правильно і вчасно надавши йому медичну допомогу.

Порушення чи зупинка дихання може статися внаслідок утруднення доступу повітря в легеневі шляхи, наприклад, при влученні в дихальні шляхи стороннього тіла, крові, слизу, блювотних мас, у випадку западання кореня язика в носоглотку.

Клінічну смерть можна відрізнити від біологічної (необоротної) за реакцією зіниці на світло: реакція відсутня при біологічній смерті і зберігається при клінічній. У важко потерпілого, як правило, верхнє віко опущене, очі закриті, зіниці розширені.

Якщо підняти пальцями верхнє віко потерпілого, щоб в око потрапило світло, то за клінічної смерті зіниця звузиться. За біологічної смерті зіниця залишиться без змін. Перед тим, як піднімати віко, потрібно дуже зосередитися й уважно стежити за реакцією зіниці.

Для надання першої медичної допомоги при клінічній смерті застосовують штучне дихання способом «рот у рот» чи «рот у ніс» і непрямий масаж серця (рис. 1.13).



Рис.1.13 – Одночасне проведення непрямого масажу серця (а) і штучного дихання (б)

Мета штучного дихання цим способом полягає в тому, що той, хто надає допомогу, вдихнувши у свої легені побільше повітря і

щільно прижавши губи до рота чи носа постраждалого, напружено його видихає.

Таких видихів у хвилину потрібно зробити 16 -18 (частота подиху здорової людини в нормальному стані). З гігієнічних розумінь на рот чи ніс потерпілого можна покласти марлю.

Однак варто враховувати, що ефективність штучного дихання через марлю, тим більше через більш щільну тканину, у багато разів нижче, ніж без прокладки. Краще штучне дихання проводити через рот постраждалого (легше вдихнути своє повітря в його легені).

Носові ходи чинять опір вдихуваному повітрю й утрудняють дії того, хто надає допомогу. Однак якщо губи потерпілого травмовані, штучне дихання доводиться робити через ніс.

Природно, якщо процедуру проводять через рот, закривають ніс постраждалого, і навпаки, щоб не було витoku вдихуваного повітря. Видих потерпілого пасивний за рахунок еластичності легеневої тканини і грудної клітки.

При травмі ротової порожнини і носа використовують інші способи штучного дихання.

Спосіб Сильвестра-Боша. Потерпілого кладуть на спину з розкритим ротом. Той, хто робить штучне дихання стає на коліна в його узголів'ї, бере за руки в нижній третині передпліччя і відводить їх нагору й у сторони (вдих).

Через 1 -2 секунди він опускає руки потерпілого, згинаючи в ліктьових суглобах, і надавлює на грудну клітку. У хвилину роблять 16 -18 таких рухів. Цей спосіб не можна застосовувати при травмі грудної клітини і верхніх кінцівок.

Спосіб Шефера. Потерпілого кладуть на живіт і методично здавлюють грудну клітку зверху і з боків 16 -18 разів у хвилину. Цей метод не можна застосовувати при травмі грудної клітини.

Непрямий (зовнішній) масаж серця. Зупинене, але ще здатне до функціонування серце, може відновити свої скорочення, якщо його відразу почати масажувати. Непрямий масаж серця - це вплив на серце внутрішньою стінкою грудної клітки, до якої воно прилягає.

Щоб торкнутися (штовхнути) серце, треба грудну клітку вдавнити на 4-5 см. Таких натиснень (поштовхів) у хвилину повинно бути 60 - 70 (кількість серцевих скорочень здорової людини в нормальному стані).

Для проведення непрямого масажу серця долоню лівої руки кладуть у поперечному напрямку на нижню частину грудини (3 см вище мечеподібного відростка), а долоню правої руки - зверху.

Надавлювати на це місце потрібно сильно, застосовувати не тільки силу рук, але й вагу тіла. Після цього той, хто рятує, швидко відпускає руки, щоб дати можливість м'язу серця розслабитися.

У цей момент порожнини серця розширюються, у них надходить кров, і серцевий м'яз починає мимоволі скорочуватися. Таким чином, стимулюється робота серця.

У дітей непрямий масаж серця проводять однією рукою.

При оживленні непрямий масаж серця і штучне дихання виконують разом, але не одночасно (паралельно), а послідовно. Поки не закінчиться вдих, не можна починати масаж.

Наступний вдих починають тільки тоді, коли закінчено масаж. Краще, якщо оживлення проводять два чоловіки одночасно.

У цьому випадку виконують наступні дії. Спочатку роблять один вдих, потім 4 -5 рухів непрямих масажу серця, після чого знову один вдих і т.д.

При проведенні оживлення однією людиною робиться одночасно 3-4 вдихи, потім 12 -16 рухів непрямих масажу серця.

Ефективність оживлення виявляється спочатку при відновленні роботи серця. З'являється пульс, рожевіють губи, відчуються серцеві поштовхи в долоню того, хто проводить масаж серця.

З появою ознак оживлення потрібно продовжувати штучне дихання і непрямий масаж серця до одержання стійкого ефекту.

Першу медичну допомогу при клінічній смерті роблять у наступній послідовності. Потерпілого укладають спиною на тверду рівну поверхню.

Під шию йому підкладають валик з одягу чи руку, щоб голова відкинулася вниз, і корінь язика не прикривав вхід у дихальне горло. Потрібно звільнити від одягу груди і живіт потерпілого.

Перевіряють також прохідність верхніх дихальних шляхів, ротової порожнини, де можуть бути згустки крові, блювотні маси, вибиті зуби та інше, що при проведенні штучного дихання може попасти в дихальне горло. Для цього у ротову порожнину потерпілого вводять вказівний палець правої руки.

Якщо зуби сильно стиснуті, ручку столової ложки пластом вводять у прикус (щілина між верхніми і нижніми зубами) і повертають ребром. У цей момент нижня щелепа слабшає.

Щоб цілком відкрити рот, потрібно подушечкою великого пальця лівої руки сильно натиснути на підборіддя вниз. Палець у рот варто вводити відразу, щоб він знову не закрився.

Можна зафіксувати щелепи в розкритому положенні, помістивши між зубами дерев'яну паличку.

Якщо нічого, що заважає проходженню повітря, не виявиться, то можна відразу приступати до штучного дихання.

За наявності в роті сторонніх предметів голову потерпілого повертають набік і цим же пальцем очищають ротову порожнину.

Нижню щелепу потерпілого також можна послабити, якщо подушечками великих пальців сильно надавлювати перед мочками ушей, де проходять зв'язки, що з'єднують щелепи.

Також цього можна досягти, якщо увести вказівний палець під щоку потерпілого і просунути його в середину рота по яснах. Дійшовши до щілини між яснами, потрібно пучкою надавити на неї.

Тепловий і сонячний удари

Постійна температура тіла людини, незважаючи на різні умови зовнішнього середовища (високі температури, вологість повітря та інше), а також важку фізичну працю, підтримується завдяки збереженню балансу між теплотворенням і тепловіддачею в організмі.

При надлишковому теплотворенні в організмі підсилюється потовиділення, а випар поту супроводжується великою витратою енергії.

При виникненні умов, що перешкоджають потовипаровуванню (висока температура і вологість повітря, теплий, щільний одяг на людині, що особливо важко, якщо людина працює фізично), теплообмін порушується, людина перегрівається, підвищується температура тіла і настає тепловий удар.

У потерпілого утруднюється подих, з'являється млявість, позіхання, сонливість, порушується координація рухів, температура тіла піднімається до 40° С і вище. Людина непритомніє і може вмерти.

Сонячний удар виникає при тривалому впливі прямих сонячних променів безпосередньо на голову. Симптоми теплового і сонячного ударів схожі між собою.

При сонячному ударі відмічається нудота, блювота, шум у вухах, почервоніння шкіри обличчя, різко частішає пульс і подих, значно підвищується температура тіла. Якщо не вжити термінових заходів, потерпілий може опинитися у важкому стані і вмерти.

Першу медичну допомогу при тепловому і сонячному ударах потрібно почати з охолодження тіла. Постраждалого потрібно роздягнути, покласти в тінь або прохолодне місце на спину, підняти голову. На область серця та лоб кладуть холодні компреси, дають хворому прохолодні напої.

При втраті свідомості слід дати понюхати нашатирний спирт. У разі потреби проводять штучне дихання і непрямий масаж серця. Як-

що стан важкий, потрібно викликати швидку медичну допомогу чи відправити потерпілого до лікарні.

Відкритим вододжерелом при сонячному ударі для охолодження організму варто користуватися з великою обережністю.

Не можна поринати у воду. Від різкої зміни температур може наступити параліч центру серцевої діяльності в головному мозку.

Входить у воду потрібно поступово, дійшовши до місця, де вода буде на рівні грудей, кілька разів повільно присісти, не занурюючись у воду з головою, і вийти.

Водій повинен уникати перегріву організму. Перед виїздом не слід тривалий час знаходитися під впливом прямих сонячних променів чи в теплому приміщенні. Потрібно подбати про нормальну вентиляцію кабіни (салону), купатися і частіше вживати холодні напої.

Отруєння чадним газом

Кисень з повітря, що ми вдихаємо, надходить у клітини тканин через гемоглобін крові, що дуже активно поглинає (адсорбує) його через стінки легень.

Чадний газ у багато разів активніше поглинається гемоглобіном, ніж кисень. Тому коли людина попадає в зону, де в повітрі є чадний газ, гемоглобін дуже швидко заповнюється ним і стає блокуваним для кисню.

У легенях може бути достатньо кисню, але у клітини тканин він не надходить. Найбільш чутливі до кисневого голодування клітини кори головного мозку.

Для водія чадний газ особливо небезпечний, тому що міститься у вихлопних газах автомобіля. Висока їх концентрація вже в перші хвилини може викликати важке отруєння, і якщо людині не надати необхідної допомоги, може настати смерть.

Особливо швидко висока концентрація вихлопних газів, а з ними й чадного, створюється в гаражі при працюючому двигуні і закритих воротах.

Велику небезпеку являє собою також проникнення вихлопних газів у салон автомобіля, якщо вихлопна труба має дефекти. Отруєння також можливе при русі автотранспорту довгими щільними колонами.

Ознаки отруєння - м'язова слабкість, головний біль, нудота, блювота, біль за грудиною (останній симптом, що потерпілий відчуває). Якщо на цій стадії отруєння не надати людині допомоги, вона знепритомніє. Після цього незабаром настає смерть.

Першу допомогу надають у такий спосіб. Постраждалого необхідно негайно вивести (винести) із зони зараження на свіже повітря. Тут з кожним видихом у нього з гемоглобіну через легені виходить чадний газ, з кожним вдихом надходить кисень.

При неважкому отруєнні через 10 -12 хвилин потерпілий приходить у відносно нормальний стан. При втраті свідомості необхідно викликати швидку медичну допомогу чи відвезти потерпілого до лікарні.

Навіть за відносно успішного результату лікування постраждалому потрібно дати кисневу подушку, щоб цілком ліквідувати кисневе голодування тканин.

Отруєння етилірованим бензином

З метою підвищення октанового числа в бензин додають тетраетил-свинець (ТЕС), що є сильно отруйним і може потрапити в організм разом з бензином. Існують три шляхи проникнення етилірованого бензину до внутрішніх органів людини:

- через органи дихання (пари бензину). Отруєння людини при цьому супроводжується відчуттям, схожим на сп'яніння (ейфорію), запамороченням, головним болем, нудотою, блювотою. У більш важких випадках можуть настати судороги кістякових м'язів, ослаблення подиху;

- через шкіру. В такий спосіб бензин швидко всмоктується і може викликати важке отруєння;

- через шлунково-кишковий тракт. (При випадковому проковтуванні чи вживанні продуктів, забруднених бензином.) При цьому виникають болі в підложечній області, нудота, блювота. У важких випадках людина може знепритомніти.

При отруєнні парами бензину постраждалого необхідно видалити з зони ураження. Зі шкіри бензин змивають водою з милом чи пральним порошком.

При влученні його через шлунково-кишковий тракт – промити шлунок чистою водою чи іншою нейтральною рідиною. Для цього потрібно випити не менше двох літрів води (бажано більше для досягнення кращого ефекту), якнайнижче нахилитися, сильно надавити на черевну стінку, глибше ввести в рот два пальці і викликати блювоту.

Отруєння антифризом

Отруєння антифризом настає при прийомі його усередину (помилково приймаючи за алкоголь).

Смертельна доза в середньому становить 100-200 гр. Після прийому антифризу виникає стан сп'яніння, що супроводжується ейфорією. Потім через нетривалий період (2-6 годин, іноді більше) цей стан змінюється депресією, сонливістю.

Обличчя отруєного стає одутлим, червоним. Зіниці розширені чи звужені, реакція на світло млява чи відсутня зовсім. Пульс напружений, а незадовго до смерті стає частим, ледь відчутним.

При наданні першої допомоги необхідно якнайшвидше промити шлунок потерпілого, дати йому сольове проносне і терміново відправити в лікарню.

Відмороження

Ушкодження тканин і органів, що настають від впливу низької температури, називають відмороженнями. На відміну від опіків, що виникають за температури вище 60°C, відмороження можливі за різноманітних температур.

Причини цього також різні, і за відповідних умов (підвищена вологість, тісне чи мокре взуття, нерухоме положення, тривалий вплив холоду, вітер, загальний стан потерпілого - хвороба, виснаження, алкогольне сп'яніння, крововтрата і т.д.) відмороження може статися навіть за температури 3 -7°C вище нуля.

Йому найчастіше піддаються кінцівки вуха, ніс. При відмороженні спочатку відчувається почуття холоду, що змінюється потім онімінням, при якому спочатку зникають біль, а потім усяке відчуття.

Наступаюча анестезія (утрата чутливості) робить непомітним тривалий вплив низьких температур, що найчастіше є причиною важких необоротних змін в органі.

Перша допомога при відмороженні - зігрівання потерпілого. Хворого якнайшвидше потрібно перевести в тепле приміщення.

Насамперед необхідно зігріти відморожену частину тіла, відновити у ній кровообіг. Це досягається розтиранням її чистими руками, змоченими спиртом. Розтирання іноді триває довго. Припинити його можна лише з появою чутливості, почервоніння і почуття жару в цій частині тіла.

Варто пам'ятати, що розтирання снігом шкідливо, тому що збільшує охолодження, а крижинки ранять шкіру, що сприяє інфікуванню зони ураження. Не можна розтирати і масажувати шкіру з появою міхурів і набряків. Зігрівання треба проводити за допомогою теплих ванн.

Температуру води варто поступово підвищувати, з 20 до 40°C за період 20 -30 хвилин. При цьому кінцівку необхідно ретельно від-

мити милом. Після ванни і розтирання ушкоджену ділянку тіла необхідно висушити (протерти), закрити стерильною пов'язкою й укрити чимось теплим.

Відморожені місця не можна змазувати жиром і мазями, тому що це значно утруднює первинну обробку. Хворим слід дати гарячий чай, каву, молоко, добре їх нагодувати. Сприятливу дію мають вино і горілка. Треба якнайшвидше доставити потерпілого до лікарні, що власне і є першою допомогою. При транспортуванні варто вжити заходів до попередження повторного охолодження.

Загальне замерзання настає при тривалому впливі низьких температур. Воно характеризується млявістю, втомою, ознобом, потім настає сон, і людина гине. Допомога така само, що і при відмороженні. Але за відсутності ознак життя необхідно відразу ж починати робити штучне дихання і зовнішній масаж серця.

Утоплення

Утоплення - це перекриття дихальних шляхів водою або іншою рідиною, мулом, брудом. Смерть при утопленні може наступити протягом 2-3 хвилин у результаті припинення надходження в легені кисню, що називається **асфіксією** (ядухою).

Можлива і миттєва зупинка серця. Це може статися в результаті раптової дії холоду при падінні у воду, а також при попаданні у верхні дихальні шляхи навіть невеликої кількості води.

Потопаючого чи небіжчика необхідно негайно витягти з води. При цьому необхідно бути надзвичайно обережним. Підпливати до потопаючого слід ззаду. Схопивши за волосся, потрібно перевернути його обличчям догори і плисти до берега.

Треба бути уважним, щоб потерпілий не захопив вас зненацька.

Перша допомога повинна надаватися відразу, як тільки урятований опинився на березі. Потерпілого кладуть животом на зігнуте коліно таким чином, щоб голова була нижче грудної клітки. Шматком тканини видаляють з порожнини рота воду, водорості, блювотні маси. Потім декількома енергійними рухами здавлюють грудну клітку, намагаючись видалити воду з трахеї і бронхів.

Після звільнення дихальних шляхів від води потерпілого укладають спиною на рівну поверхню і за відсутності дихання і серцебиття негайно приступають до штучного дихання і непрямого (зовнішнього) масажу серця.

Якщо одяг стискує його, потрібно розстебнути комір сорочки, а також ремінь, пояс, зняти краватку і таке інше. Штучне дихання і зовнішній масаж серця необхідно проводити доти, поки не відновиться

самостійний подих і серцева діяльність. Це варто припинити, коли вже наявні достовірні ознаки біологічної смерті (трупні плями, трупне задубіння, помутніння і висихання роговиці ока).

Переломи

Перелом - насильницьке повне порушення цілісності кістки внаслідок механічної травми. При закритому переломі шкіра на його місці залишається неушкодженою. При відкритому - утворюється поранення і кістки можуть виступати назовні. При цьому відчувається сильний біль, що підсилюється при доторканні чи русі.

Спостерігається також припухлість, деформація (зміна форми), порушення функції кінцівок. Відкритий перелом є більш небезпечним, тому що проникнення мікробів може викликати запалення в пораненні й у кістці (остеомеліт).

При переломах трубчастих кісток необхідно зафіксувати (імобілізувати) частини кістки за допомогою шини, використовуючи підручні засоби (дошку, фанеру, твердий картон, довгий інструмент для збирання шин автомобіля, парасольку тощо) з обов'язковою фіксацією двох суміжних суглобів. Наприклад, при переломі кісток гомілки шина повинна бути вище колінного і нижче гомілковостопного суглобів, щоб забезпечити їхню нерухомість.

При відкритих переломах перед накладанням шини на поранення накладають стерильну пов'язку. А перед цим шину обмотують шматком матерії.

При переломі стегнової кістки використовують дві шини: зовнішню – від пахви і до п'яти - і внутрішню - від паху і до п'яти (рис.1.14, а). Важливо, щоб шини були досить міцно прикріплені до тулуба і ноги, щоб не допустити зсуву відламків. Для цього можна використовувати м'яку мотузку чи м'який трос, ремені безпеки, шматки одягу, простирадла, ковдри.

Для надійного закріплення шин необхідно не менше чотирьох повних обхватів шини до тулуба і п'яти - до ноги. За відсутності на місці ДТП матеріалу для накладення шини можна зламане стегно прив'язати до здорового. Слід при цьому врахувати, що в багатьох людей у ногах є деяка кривизна.

Отже, щоб уникнути додаткової травми при наданні допомоги, відстань між ногами варто заповнити тканиною чи іншим напівм'яким матеріалом. При цьому зламана стегнова кістка пригорнеться до здорової рівно і щільно (рис.1.14, б).

При переломі кістки гомілки накладають дві шини - зовнішню і внутрішню, обидві - від п'яти до середини стегна (рис.1.14, в).

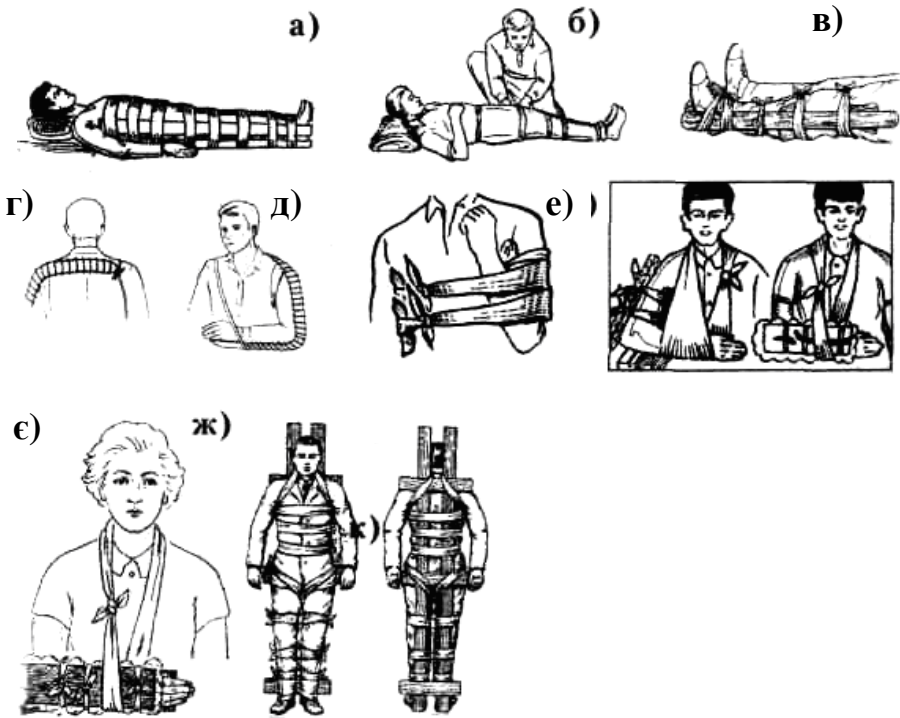


Рис.1.14 – Імобілізація при переломах:

а) іммобілізація стегна; б) підв'язування хворої ноги до здорової у випадку відсутності шини; в) іммобілізація у випадку перелому гомілки; г) іммобілізація плеча шиною Крамера; д) іммобілізація у випадку перелому ключиці; е) іммобілізація плеча за допомогою подручних засобів; е) іммобілізація передпліччя; ж) іммобілізація у випадку перелому хребта

У випадку перелому плечової кістки необхідно зігнути руку в ліктьовому суглобі під прямим кутом і в такому положенні зафіксувати її. Зручно це зробити за допомогою стандартної дротової шини (шина Крамера), що моделюється і дозволяє зафіксувати ліктьовий і плечовий (суміжні для плеча) суглоби (рис.1.14, г).

За відсутності такої шини використовують імпровізовані шини з підручних засобів – твердого картону, дошки, стрижня тощо (рис.1.14, е).

При переломі кісток передпліччя шина накладається від верхньої третини плеча до кінця пальців і повинна проходити по розгинальній поверхні плеча (рис.1.14, є).

При переломі ключиці внутрішній відламок виступає вперед, у плечовому суглобі відчувається сильний біль, рух утруднений. У підмишку підкладають валик з вати чи грудки матерії, а зігнута під гострим кутом у ліктьовому суглобі рука прибинтовується до тулуба (рис.1.14, д).

При переломі кісток нижньої щелепи чи носа накладають пращевидну пов'язку.

Обломи хребців при переломі хребта можуть травмувати спинний мозок і викликати параліч кістякових м'язів, нетримання сечі і калу й інші важкі наслідки. Точно визначити на місці травми, чи є перелом, неможливо, крім випадків, коли вже проявилися його наслідки - наступив параліч.

Тому першу допомогу надають за найменшої підозри на перелом - скарги на болі в хребті, наявність деформації чи припухлості по лінії хребців та інш.

Обходитись з постраждалим потрібно дуже дбайливо. Не можна допускати прогинів хребта при перенесенні людини.

При переломі шийного і грудного відділів хребта потерпілого спиною укладають на тверду рівну поверхню (щит, дошка, фанера, пружний стрижень, паралельно зв'язані коли) і туго прив'язують тулуб і кінцівки.

За відсутності свідомості голову потерпілого повертають набік і закріплюють. Надійніше, якщо голову в такому положенні під час транспортування ще хтось буде тримати (рис.1.14, ж).

При переломі поперекового відділу хребта потерпілого укладають на живіт, до щита фіксують тулуб і ноги. Поперековий відділ не фіксують.

Перелом ребра супроводжується різким болем, особливо при глибокому подиху. Відламок зламаного ребра може травмувати легені і викликати закритий пневмоторакс, підшкірну емфізему (скупчення повітря під шкірою). На грудну клітку накладають тугу пов'язку, починаючи бинтувати в момент видиху потерпілого від нижніх відділів грудної клітки.

Черепно-мозкові травми бувають закриті (струс головного мозку) і відкриті (коли ламаються кістки черепа й оголюється частина головного мозку). За локалізацією відкрита травма частіше буває на голові збоку.

При закритій травмі черепа потерпілого укладають на спину. На чоло кладуть щось холодне. При відкритій травмі поранення обов'язково закривають стерильною пов'язкою, а зверху також кладуть щось холодне. При відправленні потерпілий повинен лежати на здоровому боці.

Забите місце – це ушкодження тканин, органів без порушення цілісності шкіри. Під шкірою в забитому місці виникає кровотеча (синець), з'являється припухлість, різкий біль, порушується функція. Необхідно туго забинтувати відповідне місце, прикласти холод і забезпечити належний спокій.

При забитті суглобів, розтяганнях і розривах зв'язок (частіше колінного і гомілковостопного суглобів) з'являється набряклість в області суглобів, сильний біль. Необхідно туго забинтувати місце травми, подбати про його охолодження, а також про нерухомість.

Травма грудної клітки буває закритою, коли грудна клітка ізольована від атмосферного повітря, і відкритою (чи проникаючою), коли розривається плевра й атмосферне повітря попадає у грудну порожнину. Закриту травму супроводжує різкий біль у грудях, що підсилюється при подиху.

Якщо травмовані легені, при кашлі виділяються пінисті кров'яні мокротиння. При наданні допомоги на груди кладуть щось холодне, дають потерпілому холодне питво, яке потерпілий п'є невеликими ковтками. Транспортування повинно здійснюватися в напівсидячому положенні.

При відкритій травмі атмосферне повітря, що надходить у плевральну порожнину, здавлює серце і легені, порушуючи їхню функцію (відкритий пневмоторакс). Кожен вдих і видих супроводжується характерним свистом. Потерпілий скаржиться на біль у грудях і задишку (недостача повітря).

Ушкодження міжреберних та інших кровоносних судин грудної клітки викликає витікання крові у плевральну порожнину. Виникає також гемоторакс (скупчення крові у плевральній порожнині). Кров, що вийшла, швидко насичується мікробами, що потрапили зі шкіри, і це може стати причиною загального зараження організму (сепсис).

Надаючи допомогу, необхідно якнайшвидше припинити подальше надходження атмосферного повітря у плевральну порожнину (перетворити відкритий пневмоторакс у закритий).

Для цього потрібно травму грудної клітки закрити за допомогою прогумованої оболонки індивідуального перев'язочного пакета (ПП). Прогумована оболонка, що знаходиться усередині під зовнішньою оболонкою, стерильна. Кладуть її безпосередньо на рану і туго прибинтовують. Транспортування - лежачи на пораненому боці.

Закрита травма живота виникає внаслідок падіння людини цією частиною тіла на твердий предмет або сильного удару по животу твердим предметом. Зовні на стінці живота видні синці (забите місце), рана, що кровоточить. Нерідко при цьому травмуються і внутрішні органи, розташовані в черевній порожнині (шлунок, кишечник, печінка), а також виділяється в черевну порожнину вміст шлунка і кишечника.

Закрита травма супроводжується різким болем у животі, нудотою, блювотою. Постраждалого необхідно укласти на спину, забезпечити охолодження живота зовні, ноги зігнути під тупим кутом у колінних суглобах, для чого під них підкласти валик відповідної висоти. Пити й їсти потерпілому давати не можна.

При відкритій травмі живота порушується цілісність черевної стінки. При значних відкритих ушкодженнях живота в рану може випадати частина кишечника. Надаючи допомогу, не слід намагатися вправити кишечник назад.

Кишки, що випали, потрібно накрити стерильною серветкою і закрити стерильною пов'язкою. Порядок доставки людини в лікувальний заклад той же, що і при закритій травмі живота.

Опіки

Опіки – це ушкодження тканин унаслідок впливу високих температур (термічні опіки), хімічних речовин, електричного струму. Термічні опіки виникають під впливом полум'я, розпеченого предмета, окропу, а також від тривалого впливу сонячних променів.

Хімічні опіки викликають сильні кислоти (сірчана, соляна, оцтова), луги, а також пари бензину й інші речовини.

Майже у всіх випадках уражаються кисті рук і обличчя. Найбільш небезпечні опіки – при ураженні живота, грудей, голови.

Розрізняють чотири ступені опіків:

- перший ступінь характеризується інтенсивним почервонінням, легкою припухлістю і хворобливістю шкіри; ці ознаки зникають через 2 -3 тижні;

- другий ступінь, крім ознак, що спостерігаються при першому ступені, характеризується появою міхурів, що виникають через кілька годин (2 -3), рідше - на другу добу після опіку; якщо опік не усклад-

нений інфекцією, то через 2 -3 тижні при правильному лікуванні настає одужання;

- при третьому ступені утворюються виразки (некроз тканин) на глибину всіх шарів шкіри;

- четвертий ступінь характеризується появою глибоких виразок на обпаленій ділянці; до цього ступеня відноситься обвуглювання тканин, викликане полум'ям, а також тривалим впливом високих температур.

При виникненні пожежі постраждалого необхідно винести з зони ураження (з палаючого автомобіля) і загасити полум'я. Полум'я з палаючого одягу гасять вогнегасником, водою, піском, снігом. Не можна рухатися в такому одязі, тому що вітер роздуває полум'я. Гасіння вогню ковдрою, брезентом приведе до підвищення температури на прикритих ділянках.

Для охолодження обпалені поверхні поливають холодною водою чи прикладають лід, сніг у целофановому пакеті чи гумовому міхурі. Прилиплі до обпаленої поверхні шматки одягу акуратно обрізають.

Не можна проколювати міхури і змазувати жиром чи мазями уражені місця. З метою попередження інфікування використовують стерильні пов'язки. Необхідно при великих опіках потерпілого загорнути в чисту або прасовану ковдру.

При хімічних опіках обпалені місця рясно змивають водою і покривають стерильною пов'язкою. У холодний час року постраждалого потрібно укрити теплими речами, напоїти великою кількістю рідини.

Ушкодження, що виникають від дії електричного струму, розряду атмосферної електрики, називаються електротравмою. Проходження струму через організм викликає місцеві і загальні явища. Місцеві ушкодження виявляються опіками тканин у ділянках входу і виходу електричного струму.

Залежно від стану ураженого (вологі шкірні покриви, стомлення, виснаження та ін.), сили і напруги струму, можливі всілякі місцеві прояви – від втрати чутливості до глибоких опіків.

Ушкодження, що утворилися при цьому на шкірі, нагадують опіки третього-четвертого ступеня. Поранення, що утворилося, має намозолені краї сіро-жовтого кольору, іноді воно проникає до кістки.

Більш небезпечні загальні явища при електротравмі, викликані впливом електроструму на нервову систему. Потерпілий, як правило, відразу непритомніє. Через тонічне скорочення мускула-

тури іноді дуже важко відсторонити потерпілого від провідника з електрострумом.

В результаті ушкодження нервових клітин людина непритомніє, знижується температура тіла, зупиняється подих, глибоко придушується серцева діяльність, настає параліч тощо.

Стан ураженого в момент електротравми може бути настільки важким, що зовні він мало чим відрізняється від померлого: бліді покрови, широкі зіниці, що не реагують на світло, відсутність подиху і пульсу (мнима смерть). Лише уважне прослуховування зони серця дозволяє уловити ознаки життя. При більш легких ураженнях загальні явища можуть виявлятися у вигляді непритомності, запаморочення, загальної слабкості.

Одним з головних моментів надання першої допомоги є негайне припинення дії електроструму. Для цього виключають струм у всьому ланцюзі (рубильник, вимикач, пробки, обривки проводу).

При цьому, надаючи допомогу, людина повинна стояти на сухій дерев'яній дошці, гумовій ковдрі з автомобіля, на автомобільній камері, шині тощо. Також надягають гумові рукавички чи обмотують їх сухою прогумованою, вовняною або шовковою матерією.

Якщо потерпілий у свідомості, але не може розтиснути руки, йому слід підстрибнути чи упасти. Звільнивши потерпілого від проводів, необхідно ретельно його оглянути. Місцеві ушкодження варто обробити і закрити пов'язкою, як при термічних опіках.

При ураженнях, що супроводжуються легкими загальними явищами (утрата свідомості, запаморочення, головний біль, болі в області серця), перша допомога полягає у створенні спокою і доставці потерпілого до лікарні. Варто пам'ятати, що загальний стан людини може різко і раптово погіршитися в найближчу годину після травми. Тому всі потерпілі з електротравмами підлягають госпіталізації. А спочатку можна дати безпечні заспокійливі (пірамідон, анальгін), заспокійливі (настій валеріани, краплі Зеленіна й інш.).

У стаціонар постраждалого потрібно доставляти в лежачому положенні і тепло укритим. За відсутності подиху і серцевої діяльності - провести штучне дихання і непрямий масаж серця.

Існує думка, що ураженого блискавкою варто закапувати в землю. Робити це категорично забороняється. Закапування створює для постраждалого додаткові несприятливі умови, погіршує дихання (якщо воно є), викликає охолодження, утруднює кровообіг і, що особливо важливо, затягує час для надання дійсної допомоги (зігрівання, штучне дихання, масаж серця, своєчасне транспортування і т.п.).

Послідовність дій при наданні допомоги потерпілим у дорожньо-транспортних пригодах

Якщо є потреба у швидкому наданню допомоги першочергового значення набуває найбільше раціональна послідовність дій при цьому.

Коли в автомобілі є потерпілі, необхідно організувати виклик невідкладної медичної допомоги, зателефонувати на її станцію й у відділення міліції, повідомити про характер і місце ДТП, кількість потерпілих. За наявності в кого-небудь сильної артеріальної кровотечі, необхідно негайно її зупинити.

Витаскування потерпілого з розбитого автомобіля, як правило, супроводжується додатковою травмою навіть при самому дбайливому ставленні, особливо у випадку переломів кісток кінцівок, хребта, черепно-мозкової травми. Тому тут потрібні велика обережність і уміння. Обов'язкова умова при цьому: не згинати спину і шию потерпілого, витягати його повільно і плавно, без різких рухів. Усе, що заважає цьому, - усунути.

Якщо потерпілий у свідомості і не ушкоджені його нижні кінцівки, він повинен активно собі допомагати, обережно посуваючи тлуб до відкритих дверцят автомобіля. У протилежному випадку допомагає людина, що сидить поруч, підклавши свої долоні під сідниці постраждалого і дбайливо посуваючи його.

Тим часом люди, що знаходяться зовні (бажано не менше двох-трьох чоловік), підхоплюють його знизу долонями вздовж хребта і, не змінюючи положення, витягають з машини. Якщо зовні знаходиться тільки одна людина, то вона повинна підхопити потерпілого під пахви і витягти його з автомобіля.

За наявності декількох травм перша допомога надається в такій послідовності: насамперед - протишокова терапія, потім зупиняють кровотечу, накладають стерильну пов'язку на поранення, потім іммобілізують відламки при переломі кісток.

Після надання першої допомоги постраждалого потрібно транспортувати до лікарні чи перенести в інше місце. Для цього зручніше використовувати носі. Такий спосіб забезпечує спокій потерпілого, полегшує його перенесення у транспорт і вивантаження з нього. Положення потерпілого на носилках визначається характером травми. Тому насамперед за допомогою подушки, ковдри й іншого потрібно надати поверхні носилок форми, зручної для транспортування.

Укладають потерпілого наступним чином. Носі встановлюють поруч з ним з боку, де наявне травмування (при травмі хребта – з

будь-якої зручної сторони). Два-три чоловіки з іншої сторони опускаються на коліна, обережно підводять руки під постраждалого й одночасно трохи піднімають його. У цей момент третя чи четверта людина підставляє ноші, на які обережно укладають потерпілого, особливо щадячи ушкоджену частину тіла.

Таке перенесення вимагає виконання ряду правил. По рівній поверхні потерпілого слід нести вперед ногами. Але якщо він у дуже важкому стані (несвідомий стан, велика крововтрата), тоді вперед головою.

Це необхідно для того, щоб носій, що йде позаду, міг бачити його обличчя, помітити погіршення стану і припинити транспортування для надання допомоги. Носії повинні йти в ногу, неквапливо, короткими кроками.

Більш висока людина повинна тримати нижній кінець носилок. При підйомі, наприклад, сходами постраждалого необхідно нести головою вперед, а при спуску - головою назад. Потерпілих з переломами кісток нижніх кінцівок при підйомі краще нести ногами вперед, а при спуску - навпаки.

Носилки завжди повинні бути в горизонтальному положенні. Для цього при підйомі носій, що йде позаду, піднімає їх до рівня своїх пліч, а при спуску це повинна робити людина, яка несе ноші попереду (рис.1.15).

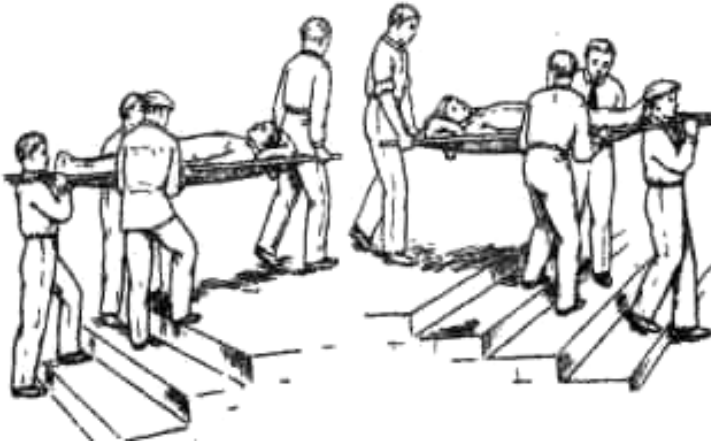
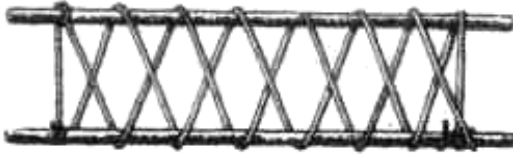


Рис. 1.15 – Положення носилок під час підйому і спуску

За відсутності спеціальних носилок їх можна виготовити з підручних засобів (тичина, жердина, дошка, пальто, ковдра й інш.) (рис.1.16, а).



а)



б)



в)



г)



д)

Рис. 1.16 – Ноші та перенесення потерпілого

а) медичні; б) з підручних матеріалів; в) людина несе потерпілого на руках перед собою; г) в) людина несе потерпілого на руках за собою; д) людина несе потерпілого на спині або на плечах

Першу допомогу іноді доводиться надавати в таких умовах, коли немає ніяких підручних матеріалів, а також часу для виготовлення імпровізованих носилок (рис.1.16, б). Тоді потерпілого переносять на руках. Одна людина може нести потерпілого на руках перед собою (рис. 1.16, в), на спині або на плечах (рис.1.16, г).

Способи «на руках вперед» і «на плечах» застосовують, коли потерпілий фізично дуже слабкий або без свідомості.

Якщо потерпілий у стані триматися, то зручніше переносити його способом «на спині». Ці способи вимагають великої фізичної сили і використовуються при перенесенні на невелику відстань.

На руках значно легше переносити удвох (рис.1.17, а).

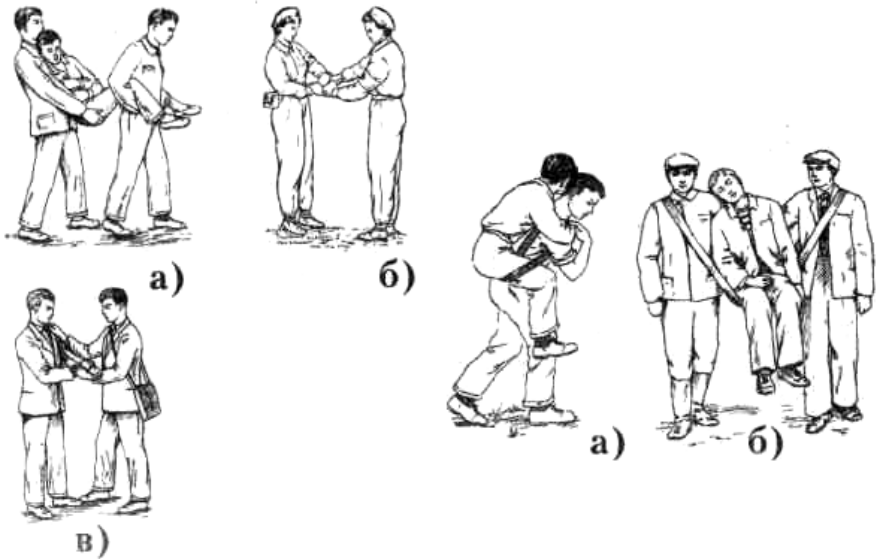


Рис. 1.17 – Способи транспортування постраждалого

При несвідомому стані потерпілого найбільше зручним способом є «один за одним». Якщо потерпілий у свідомості і може самостійно утримуватися, то зручніше його переносити на «сидінні з двох рук». Люди, які надають допомогу, утворюють сидіння із двох рук, а з двох інших – опору для сидіння (чи «замок» із чотирьох рук) (рис.1.17, б). Значно полегшує перенесення на руках носильна лямка (рис.1.17, в).

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНЕ ВЛАШТУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

Рухомий склад автомобільного транспорту складається з автомобілів різноманітних типів, а також причепів та напівпричепів, які буксуються автомобілями.

Автомобіль та причеп, який він буксує, утворює автомобільний поїзд.

Конструкції сучасних автомобілів дуже різні, але серед фахівців автомобільного транспорту існує умовний поділ автомобіля на окремі його вузли й агрегати, принцип роботи та влаштування яких однакові.

Багато загального є також у компонованні автомобілів, яке залежить від їх призначення та взаємного розташування механізмів.

Кожний автомобіль складається з трьох основних частин - з кузова, двигуна та шасі.

Кузов автомобіля призначено для розміщення вантажу, який перевозиться транспортним засобом. У кузові легкового автомобіля або автобуса розміщуються водій та пасажир. Кузов вантажного автомобіля складається з платформи під вантаж та кабіни водія.

Двигун внутрішнього згорання перетворює теплову енергію у механічну.

Шасі об'єднує такі групи деталей механізмів та систем, як трансмісія, несуча система, мости, підвіска, колеса, рульове керування та гальмівна система.

Трансмісія передає та перетворює обертальний момент від вала двигуна до провідних коліс.

До складу трансмісії входять зчеплення, коробка зміни передач, карданна передача, головна передача, встановлена у картері тягового моста.

У цьому картері розташовано також диференціал та піввісь, через яку обертальний момент від головної передачі передається на тягове колесо.

Рама, яка виконує функції несучої системи, тримає на собі підвіску мостів з колесами та утворює ходову частину автомобіля.

Системи керування призначені для зміни напрямку та швидкості руху автомобіля. До цих систем відносяться рульове керування та гальмівна система.

З метою покращення експлуатаційних властивостей, або для пристосування автомобіля до спеціальних умов роботи застосовують різноманітні схеми розташування кузова та механізмів.

Наприклад, з метою підвищення прохідності автомобіля тяговими роблять усі колеса автомобіля.

У сучасних вантажних автомобілях для збільшення розмірів вантажної платформи кабіну розташовують над двигуном.

Автобуси мають вагонне компонування. Іноді двигун та коробку перемини передач розташовують поперек кузова, що дозволяє інакше використовувати об'єм кузова.

Таким чином, розташування двигуна, трансмісії, кабіни та вантажної платформи у сучасних автомобілях може бути різноманітним.

2.1 Двигуни внутрішнього згорання

2.1.1 Загальне влаштування і принцип роботи

Двигуном називається машина, у якій той або інший вид енергії перетворюється в механічну роботу. Двигуни, у яких теплова енергія перетворюється в механічну роботу, є тепловими.

Теплова енергія виходить при спалюванні якого-небудь палива. Двигун, у якому паливо згорає безпосередньо усередині циліндра, та енергія газів, що утворюється при цьому, сприймається поршнем, який рухається в циліндрі, називається **поршневим двигуном внутрішнього згорання**. Такі двигуни в основному і застосовуються на сучасних автомобілях.

Основні показники двигуна і його характеристика

У двигуні внутрішнього згорання газу, які утворюються при згорянні суміші, переміщують поршні, виконують корисну роботу, унаслідок чого двигун розвиває визначену потужність.

Потужністю називається робота, здійснена в одиницю часу. Потужність, яка дорівнює $750 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{с}$, називається кінською силою (к. с.).

Потужність, що розвивається газами у середині циліндрів двигуна, називається **індикаторною потужністю**. Потужність, що може бути знята з колінчатого вала двигуна і використана для здійснення руху автомобіля, називається **ефективною потужністю**.

Частина потужності двигуна витрачається на тертя між його деталями. В основному це тертя поршнів об стінки циліндрів і підшипників колінчатого вала. Приведення в дію ряду механізмів двигуна (вентилятора, водяного насоса і т.п.).

Тому ефективна потужність, що знімається з колінчатого вала двигуна, завжди буде менше індикаторної потужності, що розвивається газами у середині циліндрів, на величину зазначених внутрішніх втрат.

Величина внутрішніх втрат оцінюється механічним коефіцієнтом корисної дії (ККД), що являє собою відношення ефективної потужності двигуна до індикаторної. Для сучасних автомобільних карбюраторних двигунів значення цього коефіцієнта приблизно дорівнює 0,7-0,8, а для дизелів 0,6-0,7.

Ефективна потужність двигуна залежить від величини сили тиску газів у середині циліндрів. За збільшення тиску газів потужність зростає. Тиск газів у циліндрі при робочому ході є змінною величиною. Наприклад, у карбюраторних двигунах тиск газів змінюється від найбільшого значення (2,0-3,0 МПа) на початку робочого ходу до найменшого значення (0,3-0,4 МПа) у його кінці.

При підрахунку потужності двигуна приймається деяке середнє постійне значення тиску газів, що здійснює ту ж роботу за цикл, що й перемінний дійсний тиск газів. Величина цього тиску залежить від кількості пальної суміші, що надходить у циліндри, від її складу, тобто від режиму роботи двигуна.

Величина середнього тиску газів з урахуванням внутрішніх витрат при повній подачі пальної суміші складає для автомобільних карбюраторних двигунів приблизно 0,7-0,9 МПа, а для дизелів без турбонаддуву 0,6-0,7 МПа; з турбонаддувом – до 1,0 МПа. Цей тиск називається **середнім ефективним тиском**.

Робота, вироблена газами, а отже, і потужність двигуна залежать від площі поршня і його ходу, тобто від робочого об'єму циліндра, а також від числа циліндрів і числа обертів колінчатого вала за хвилину. Крім того, потужність двигуна залежить від числа його тактів; у чотиритактному двигуні робочий хід у кожному циліндрі здійснюється через кожні два оберти колінчатого вала, а у двотактному - через кожен його оберт.

Класифікація двигунів

За способом здійснення робочого процесу поршневі двигуни внутрішнього згорання бувають із зовнішнім сумішо-утворенням та запаленням суміші від електричної іскри і з внутрішнім сумішоутворенням і самозапалюванням суміші унаслідок високої температури стиснутого повітря (дизелі).

Перші з них за родом застосовуваного палива поділяються на дві групи: карбюраторні, що працюють на легкому рідкому паливі (бензин), і газові, що працюють на газі (генераторному, природному і т.п.). Робочий процес і конструкція цих двигунів однакові.

У карбюраторних і газових двигунах пальна суміш палива або газу з повітрям готується поза циліндром за допомогою спеціального приладу - карбюратора. Виготовлена пальна суміш надходить у циліндри і підпалюється від стороннього джерела тепла (електричної іскри).

Двигуни з внутрішнім сумішоутворенням і запаленням від стиску - дизелі - працюють на важкому рідкому (дизельному) паливі. У них суміш готується у середині циліндра з повітря і палива, що подаються у циліндр роздільно. Запалювання суміші відбувається в результаті підвищення температури повітря при сильному його стисканні в циліндрі.

За числом тактів, за час яких здійснюється повний робочий процес, двигуни поділяються на двотактні і чотиритактні. У перших з них усі процеси (робочий цикл) здійснюються за два поступальних рухи поршня, тобто за один оберт колінчатого вала, а у других робочий цикл здійснюється за чотири ходи поршня, тобто за два оберти колінчатого вала.

Принцип дії поршневого двигуна внутрішнього згорання

При обертанні колінчатого вала поршень разом із шатуном рухається в циліндрі прямолінійно. При русі вниз у циліндрі створюється розрідження. За рахунок цього розрідження через впускний клапан заповнюється циліндр двигуна пальною сумішшю. При переміщенні поршня нагору суміш стискується і підпалюється від стороннього джерела тепла.

При згорянні горючої суміші виділяється велика кількість тепла. Гази, що утворилися при згорянні, нагріваються й їх тиск сильно зростає. Під дією тиску газів поршень у циліндрі переміщається вниз, здійснюючи корисну роботу. При зворотному ході поршня нагору газу, що здійснили корисну роботу, з циліндра витискаються.

За один оберт кривошипу колінчатого вала поршень робить один хід вниз і один хід нагору. Зміна напрямку руху поршня відбувається в нижній і верхній мертвих точках.

Верхня мертва точка (ВМТ) - це положення, при якому поршень розташовується на найбільшій відстані від осі колінчатого вала, а нижня мертва точка (НМТ) - це положення, при якому поршень розташовано на найменшій відстані від осі колінчатого вала (рис. 2.1).

Хід поршня - це відстань від верхньої до нижньої мертвої точки. За величиною хід поршня дорівнює двом радіусам кривошипу.

Камерою згорання називається простір у циліндрі над поршнем при його положенні у ВМТ.

Робочий об'єм циліндра - це об'єм, що звільняється поршнем при його переміщенні від ВМТ до НМТ.

Повний об'єм циліндра - це сума його робочого об'єму й об'єму камери згоряння.

Робочий літражем чи об'ємом двигуна називається робочий об'єм усіх циліндрів двигуна, виражений у літрах.

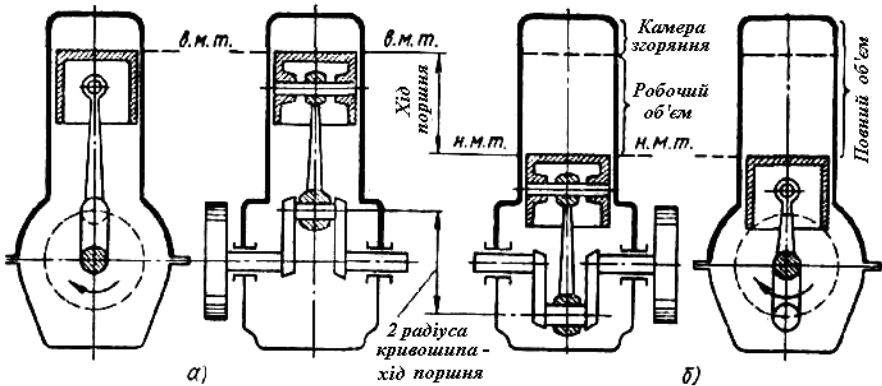


Рис. 2.1 – Схема та основні положення кривошипно-шатунного механізму:

1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – поршневий палець, 4 – шатун; 5 – колінчатий вал, 6 – кривошип; 7 – маховик; 8 – піддон картера

Ступінь стискування двигуна – це відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння.

Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна. Такти та їх характеристика

У чотиритактному карбюраторному двигуні робочий цикл здійснюється за два оберти колінчатого вала. За цей час виконується чотири ходи поршня, які мають назву "такти". Таким чином, робочий цикл двигуна складається з тактів: впуску, стиску, розширення (робочий хід) і впуску.

Тактом називається процес, що відбувається в циліндрі при русі поршня від однієї мертвої точки до іншої.

Такти двигуна внутрішнього згоряння

Під час такту впуску поршень переміщається від ВМТ до НМТ і циліндр заповнюється пальною сумішшю. При цьому впускний клапан

1 відкритий (рис.2.2,а), а випускний 3 закритий. При переміщенні поршня вниз об'єм над ним збільшується і у циліндрі створюється розрідження, унаслідок чого в циліндр надходить горюча суміш, що змішується з відпрацьованими газами.

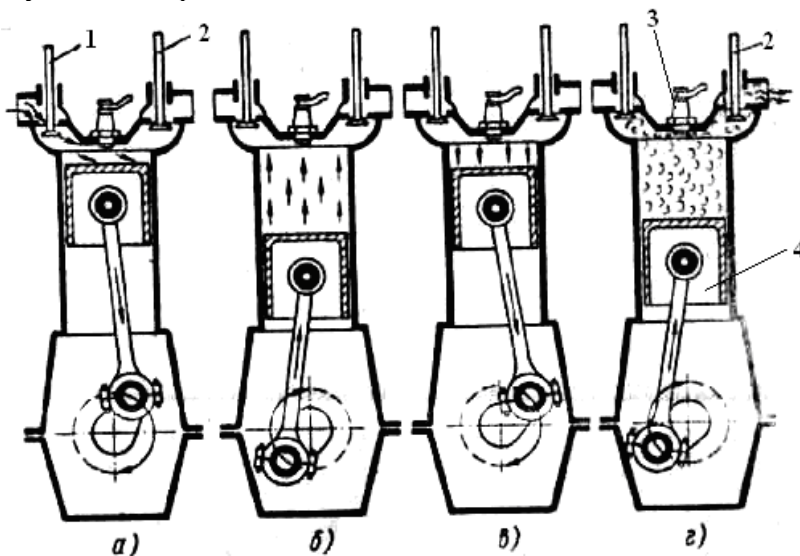


Рис. 2.2 – Робочі цикли чотиритактного двигуна:

1) впускний клапан; 2) випускний клапан; 3) свічка запалювання; 4) поршень

Суміш, що ввійшла у циліндр, називається **робочою**. Тиск суміші наприкінці такту впуску 0,07-0,08 МПа (нижче атмосферного внаслідок опору впускної системи), а температура суміші 100-130°C.

При такті стиску відбувається стискання робочої суміші, що сприяє більш швидкому згорянню й одержанню великого тиску газів у циліндрі. При стисканні суміші (рис. 2.2,б) поршень переміщається від НМТ до ВМТ. Впускний і випускні клапани закриті. Наприкінці такту стиску суміш займає об'єм камери згоряння.

Чим більше стискується робоча суміш (вище ступінь стиску), тим вище при згорянні тиск газів, які діють на поршень, і більш економічною роботою двигуна.

Однак значення ступеня стиску для карбюраторних двигунів обмежуються властивостями застосовуваного палива і, в основному, його антидетонаційною стійкістю. Надмірно високий ступінь стиску може привести до порушення нормального процесу згоряння суміші (детонації).

У результаті цього при роботі двигуна з'являються різкі металеві стуקותи, знижуються його потужність і економічність. Тому ступінь стиску карбюраторних двигунів не може бути вище 8-11. До кінця такту стиску тиск суміші у циліндрі становить 0,8-1,2 МПа, а температура суміші 450-500 °С.

При робочому ході (такт розширення або робочий хід) поршень переміщається вниз під дією тиску газів, приводячи через шатун в обертання колінчатий вал.

Наприкінці такту стиску в циліндрі виникає електрична іскра, яка підпалює стиснуту робочу суміш. Суміш дуже швидко згоряє і виділяє велику кількість тепла. У результаті сильного нагрівання газів, що утворилися при згорянні, тиск у циліндрі різко зростає, і поршень під дією цього тиску переміщається від ВМТ до НМТ, здійснюючи робочий хід (рис.2.2, в). Впускний і випускний клапани при цьому закриті.

У момент згорання робочої суміші температура газів у циліндрі досягає 1800-2000 °С, а тиск 2,5-3,0 МПа. Наприкінці робочого ходу тиск у циліндрі падає до 0,3-0,4 МПа, а температура до 1100-800 °С.

При такті випуску відбувається очищення циліндра від відпрацьованих газів. Впускний клапан 1 закритий, випускний 3 відкритий. Поршень переміщається від НМТ до ВМТ (рис. 2.2, г) і витісняє відпрацьовані гази через випускний клапан в атмосферу. Тиск наприкінці такту випуску становить 0,10-0,115 МПа, а температура 300-400 °С.

Таким чином, у чотиритактному двигуні колінчатий вал обертається під дією тиску газів тільки при робочому ході.

При здійсненні допоміжних тактів (впуску, стиску, випуску) протитиск діючих на поршень газів створює опір обертанню вала, для подолання якого до вала необхідно прикласти зовнішній момент.

Для підвищення рівномірності обертання колінчатого вала і здійснення допоміжних тактів на колінчатому валі встановлюють маховик.

Порядок роботи багатоциліндрових двигунів

Для рівномірного обертання колінчатого вала і плавної роботи двигуна порядок роботи циліндрів встановлюють таким, щоб робочі ходи в окремих циліндрах чергувалися через рівні кути повороту колінчатого вала.

Порядок роботи двигуна залежить від кількості і розташування його циліндрів і конструктивної схеми взаємного розташування кривошипів колінчатого вала.

Порядок роботи забезпечується також своєчасним відкриттям і закриттям клапанів і запаленням робочої суміші, тобто роботою механізму газорозподілу і системи запалювання.

У чотирициліндрового двигуна, робочий цикл у кожному циліндрі якого завершується за два обороти колінчатого вала (720°), робочі ходи повинні починатися через кожен півоберт колінчатого вала, тобто через 180° .

У такому випадку за два оберти робочі ходи пройдуть у всіх чотирьох циліндрах, а потім будуть повторюватися знову.

Кривошипи колінчатого вала чотирициліндрового чотиритактного двигуна звичайно являють собою дзеркально-симетричну конструкцію. Кривошипи розташовані попарно під кутом 180° (рис. 2.3, а).

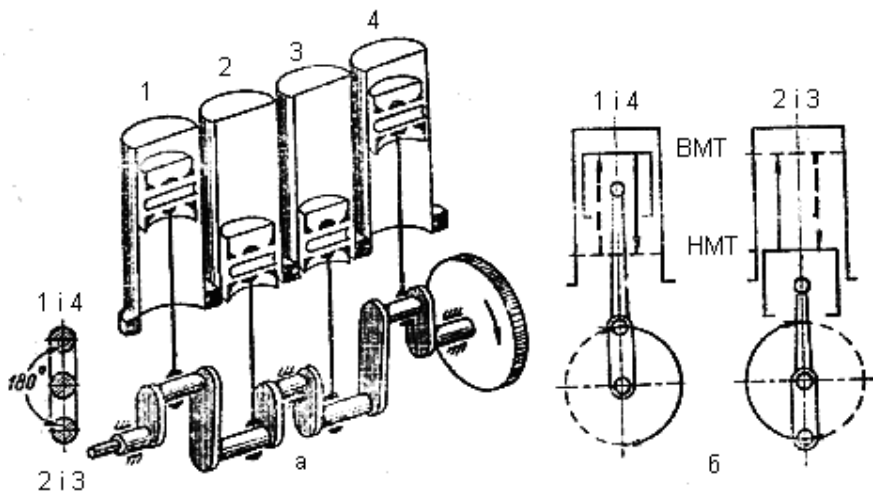


Рис. 2.3 – Чотирициліндровий двигун

Наприклад, порядок роботи 1-3-4-2 мають двигуни автомобілів "Москвич" і "Жигулі".

Порядок роботи восьмициліндрових двигунів ЗМЗ-66, ЗІЛ-131 і ЗІЛ-130 1-5-4-2-6-3-7-8 показаний на рис. 2.4, а нумерація циліндрів – на рис.2.3.

Якщо при першому півоберті вала в циліндрі 1 буде відбуватися робочий хід (рис. 2.3, б), то в циліндрі 4 відбувається впуск пальної суміші. У циліндрах 2 та 3 поршні рухаються до ВМТ. При цьому в циліндрі 2 здійснюється стиск робочої суміші, а в циліндрі 3 - випуск відпрацьованих газів.

Півоберти колінчатого вала	Кути повороту колінчатого вала, град.	Циліндри			
		1	2	3	4
Перший	180 360 540 720	Робочий хід	Стискання	Випуск	Впуск
Другий		Випуск	Робочий хід	Впуск	Стискання
Третій		Впуск	Випуск	Стискання	Робочий хід
Четвертий		Стискання	Впуск	Робочий хід	Випуск

Напівоберти колінчатого вала	Кути повороту колінчатого вала	Циліндри							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Перший	0° 90° 180°	Робочий хід	Впуск	Випуск	Стиск	Стиск	Впуск	Випуск	Робочий хід
			Стиск	Впуск		Робочий хід			Випуск
Другий	270° 360°	Випуск	Робочий хід	Стиск	Робочий хід	Стиск	Впуск	Випуск	Впуск
Третій	450° 540°	Впуск	Випуск	Робочий хід	Випуск	Впуск	Робочий хід	Стиск	Стиск
			Випуск	Випуск					
Четвертий	630° 720°	Стиск	Впуск	Випуск	Впуск	Стиск	Випуск	Робочий хід	Робочий хід
			Випуск	Випуск					

Рис. 2.4 – Послідовність роботи чотиритактного та восьмициліндрового двигуна

Протягом наступних трьох півобертів колінчатого вала в кожному з циліндрів такти будуть здійснюватися у визначеній послідовності та пройдуть всі такти робочого циклу.

Основні механізми і системи двигуна

Поршневий двигун внутрішнього згоряння складається з наступних механізмів і систем: кривошипно-шатунного і газорозподільно-

го механізмів, а також систем - паливної, охолодження, змащення, запалювання і пуску.

Кривошипно-шатунний механізм сприймає тиск газів і перетворює прямолінійний зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчатого вала.

Газорозподільний механізм призначений для впуску в циліндр пальної суміші (карбюраторні і газові двигуни) або повітря (дизелі) і випуску відпрацьованих газів.

Система охолодження забезпечує нормальний температурний режим двигуна, при якому він не перегрівається і не переохолоджується.

Система змащення необхідна для зменшення тертя між деталями, зменшення їхнього зносу і відводу тепла від тертьових поверхонь.

Паливна система служить для подачі окремо палива і повітря в циліндри дизеля або для готування пальної суміші з дрібно розпорошеного палива і повітря та для підведення суміші до циліндрів карбюраторного чи газового двигунів, а також відводу відпрацьованих газів.

Система запалювання забезпечує запалення робочої суміші в карбюраторних і газових двигунах (у дизелях паливо загоряється від зіткнення з розпеченим повітрям, тому вони не мають спеціальної системи запалювання).

Система пуску служить для пуску двигуна.

Підвіска двигуна до рами

Двигун із усіма наявними на ньому механізмами і пристроями кріпиться на рамі автомобіля. Підвіска двигуна зроблена пружною, щоб деякі перекося рами, які виникають при русі автомобіля, не порушували кріплення двигуна.

Вібрації та струси від двигуна не повинні передаватися на раму і кузов.

Підвіска двигуна здійснюється у трьох чи чотирьох місцях. При підвісці у трьох місцях дві опори 1 (рис. 2.5, а) розташовуються на кронштейнах, прикріплених по обидва боки до передньої пластини блока-картера (вантажні автомобілі) або по обидва боки блока-картера приблизно у площині розташування центру ваги двигуна (легкові автомобілі).

Ще одна опора 2 розміщується позаду за картером зчеплення чи коробкою передач. Деякі двигуни кріпляться спереду в одному місці, а позаду – лапами картера маховика у двох точках.

Гумові подушки, а іноді разом з ними і пружини, встановлені в підвіску двигуна, зменшують передачу вібрацій від двигуна на раму і кузов, а також компенсують можливі перекоси рами.

При підвісці в чотирьох місцях двигун спирається на раму чотирма опорами, з яких дві опори 1 (рис. 2.5,б) розташовуються звичайно спереду на кронштейнах передньої пластини блока-картера, а дві опори 2 - позаду на картері маховика.

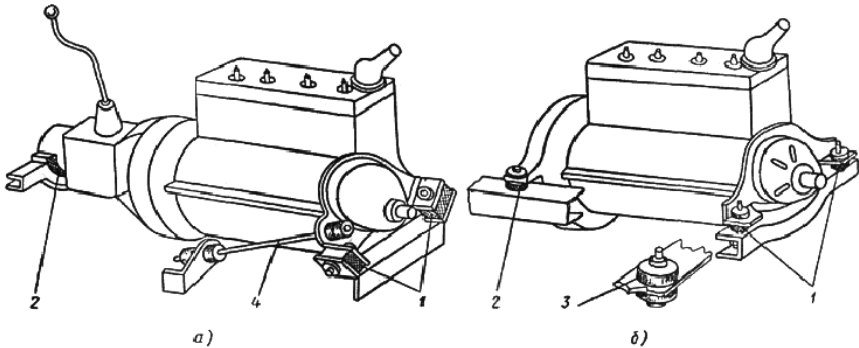


Рис. 2.5 – Схеми кріплення двигуна до рами автомобіля

Опори двигуна з'єднуються з кронштейнами рами болтами. Пружність підвіски забезпечується гумовими подушками 3, встановленими під опорами і під болтами знизу рами. Використовуються також і інші способи розташування опор.

Для усунення подовжніх переміщень двигуна під дією осьових сил у вантажних автомобілів у підвіску іноді включають спеціальні тяги 4 (рис 2.5, а), що закріплюють двигун в осьовому напрямку.

Один кінець тяги з'єднується з двигуном, а інший – з рамою автомобіля. У кріпленнях тяги встановлюють гумові подушки. У легкових автомобілів усунення осьових переміщень двигуна здійснюється спеціальною конструкцією задньої опори, що має упорний кронштейн.

За наявності пружної підвіски двигун може мати деякі поперечні коливання, особливо помітні за хитливої його роботи (з малим числом обертів чи при перевантаженні). Тому з'єднання з двигуном різних трубок і тяг зроблені так, щоб не порушувати роботу двигуна при його коливаннях.

2.1.2 Деталі корпусу і кривошипно-шатунного механізму

Корпус двигуна є основою для установки і кріплення всіх деталей кривошипно-шатунного і газорозподільного механізмів, а також деталей і вузлів інших систем.

Корпус двигуна складається з наступних частин: блок циліндрів з головкою, прокладки, кришки і картера з піддоном.

Кривошипно-шатунний механізм двигуна складається з циліндрів, поршнів, поршневих кілець, поршневих пальців, шатунів, колінчатого вала і маховика. Поршень з кільцями і пальцем утворює поршневу групу, шатун з підшипниками - шатунну групу.

За розташуванням циліндрів двигуни поділяються на рядні і V-подібні. У рядного двигуна (рис. 2.6, а і рис. 2.6, б) усі циліндри розташовані в одному корпусі - блоці в одну лінію (ряд), тому за великого числа циліндрів довжина загальних деталей (блока циліндрів, головки, колінчатого і розподільного валів), а отже, і всього двигуна виходить значною.

При V-подібній конструкції двигуна (рис. 2.6, в) циліндри розташовані у два ряди у виді двох секцій блока, відлитих спільно, звичайно під кутом 90 чи 75° між їхніми осями.

У цьому випадку довжина двигуна і його загальних деталей значно скорочується, а конструкція двигуна відрізняється більшою твердістю і компактністю. У результаті підвищується довговічність двигуна і знижується маса, що припадає на одиницю потужності (питома маса).

При V-подібному розташуванні циліндрів їхній діаметр може бути більше, ніж при рядному, без помітного збільшення загальної довжини двигуна, і за умови забезпечення необхідного робочого об'єму двигуна хід поршня може бути відповідно зменшений, тобто двигун може бути коротко ходовим.

Така зміна співвідношення між діаметром циліндра D і ходом S поршня ($S/D < 1$) сприяє деякому зменшенню висоти двигуна і збільшенню діаметра клапанів, як наслідок зменшення радіуса кривошипа, підвищення твердості колінчатого вала і зниження середньої швидкості поршнів.

Усе це сприятливо позначається на потужності і довговічності двигуна. Крім того, у V-подібних двигунах є можливість так розташувати карбюратор, паливний насос, оливні фільтри, розподільник запалювання й інші пристрої на верхній частині блока, що полегшується доступ до них і їхнє обслуговування.

Унаслідок зазначених вище переваг, двигуни з V-подібним розташуванням циліндрів одержали поширення на вантажних автомобілях, а також на легкових автомобілях деяких марок.

Блок-картер, циліндри, головка циліндрів

Блоком-картером (рис. 2.6, а) називається загальний виливок блока 5 циліндрів разом з картером 12, що утворює корпус двигуна і служить для зборки і кріплення всіх механізмів і пристроїв двигуна.

Циліндри 6, закриті зверху головкою циліндрів, утворюють простір, де здійснюється робочий процес двигуна, а стінки циліндрів направляють рух поршнів.

У рядних двигунів є одна секція блока-циліндра, а в V-подібних - дві секції (права і ліва), поєднувані загальним картером.

Блок-картер відливають із сірого чи легованого чавуну або з алюмінієвого сплаву і піддають відповідній термообробці (віджигу, нормалізації) й обробці різанням. У деяких конструкціях алюмінієвий виливок блок-картера для герметизації просочують спеціальною штучною смолою.

У рядних двигунах при виготовленні блока з чавуну циліндри відливають разом із блоком. Внутрішня робоча поверхня циліндрів, яка ретельно оброблена і відшліфована, називається "дзеркалом циліндра". Між стінками циліндрів і зовнішніх стінок блока є порожнина 8, що називається "водяною рубашкою", яка заповнюється водою та охолоджує двигун при його роботі.

У випадку виливка блок-картера з алюмінієвого сплаву чи блока V-подібних двигунів з чавуну циліндри виготовляють у виді окремих чавунних гільз 17 (рис. 2.6,б), встановлюваних в отвори верхньої і нижньої перегородок чи блока тільки ниж-ньої перегородки (рис. 2.6, г).

Гільзи центрують ретельно обробленими поясами по отворах перегородок. У блоці гільза закріплюється верхнім чи нижнім буртом, що входить у виточення перегородок блока, і затискується встановлюваною зверху на блок головкою 18 на прокладці. Для надійного закріплення гільзи її верхній бург повинен трохи виступати за верхню площину блока (на 0,02-0,10 мм).

Гільза безпосередньо стикається з водою, що циркулює у водяній сорочці блока, і називається "мокрою". У цьому випадку гільзу надійно ущільнюють у нижній перегородці блока мідним чи гумовим кільцем 16 або декількома гумовими кільцями, встановленими вниз у виточеннях на торці гільзи.

У деяких двигунів зовнішня поверхня гільз для зменшення корозії від зіткнення з водою покрита тонким шаром кадмію. Гільзи відливають із сірого чи легованого чавуну і піддають термообробці. Внутрішню робочу поверхню гільзи, що має назву "дзеркало циліндра", ретельно обробляють і полірують.

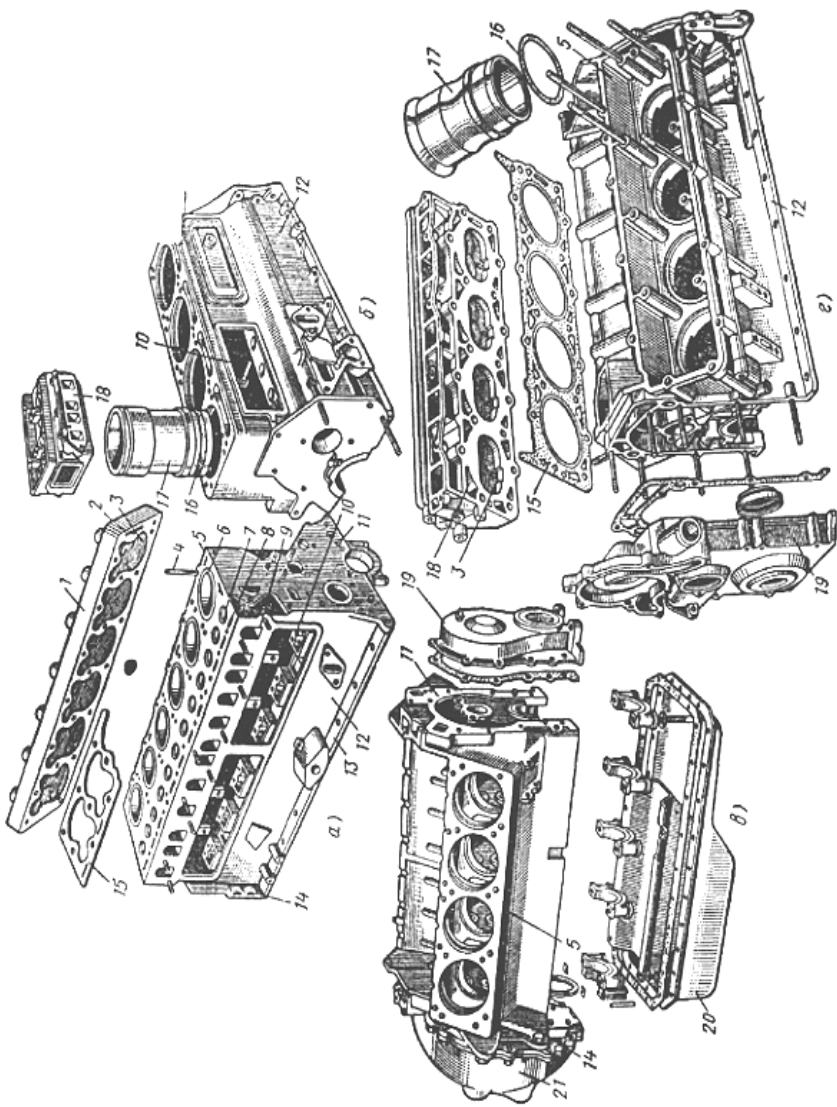


Рис.2.6 – Блок-картер та головка циліндрів двигуна

У верхню частину циліндрів чи блока гільз, на яку найбільше впливає висока температура і розідаюча дія газів, що відробили, звичайно встановлюють короткі гільзи зі спеціального зносостійкого антикорозійного чавуну для збільшення терміну служби циліндрів двигуна.

При нижнім розташуванні клапанів з однієї сторони блока рядного двигуна є впускні і випускні канали 9 (рис. 2.6, а) і гнізда 7 для установки клапанів, 3 цієї ж сторони блока розміщено клапанну камеру 10, у якій розташовані деталі механізму газорозподілу. Клапанна камера закрита однією чи двома кришками на прокладках.

У випадку верхнього розташування клапанів у боковій камері 10 блока (рис. 2.6,б) чи обох його секцій при V-подібній конструкції розташовуються штовхальники і штанги механізму газорозподілу.

До передньої частини 11 (рис. 2.6, в) блок-картера прикріплено кришку 19 розподільних шестерень, що відливається з чавуну чи алюмінієвого сплаву. До задньої частини 14 блок-картера приєднаний чавунний картер 21 маховика.

У передній і задній стінках блок-картера і внутрішніх його перегородках розміщені опори колінчатого вала і розподільного вала, якщо його розташування нижнє. Перегородки з'єднані зі стінками блок-картера ребрами, що підвищує його твердість.

Картер, відлитий разом із блоком, має знизу площину з фланцем 13, до якої на прокладці кріпиться сталевий штампований піддон 20. Піддон служить резервуаром для оливи і охороняє знизу двигун від забруднення.

Площина рознімання картера збігається з віссю колінчатого вала або розташована нижче неї, що збільшує твердість блок-картера.

Верхня площина блока циліндрів чи кожної його секції при V-подібній конструкції ретельно обробляється, і на неї встановлюється загальна головка (рис. 2.6, а), що закриває циліндри зверху.

У головці над циліндрами є поглиблення, що утворюють камери згоряння 3, а також водяна рубашка 2, з'єднана з водяною рубашкою блока. При верхнім розташуванні клапанів у головці 18 циліндрів (рис. 2.6,б та рис. 2.6,г), крім того, зроблені гнізда для клапанів, впускні і випускні канали й отвори з різьбленням для укручування свіч запалювання.

Головка циліндрів карбюраторних двигунів відливається з алюмінієвого сплаву. Така головка має високу теплопровідність, внаслідок чого знижується температура робочої суміші в циліндрі двигуна наприкінці такту стиску. Це дає можливість підвищити

ступінь стиску без появи детонаційного згоряння палива під час експлуатації двигуна.

Головка циліндрів щільно і рівномірно по всій поверхні кріпиться до блока болтами чи шпильками 4 з гайками (рис. 2.6, а). Між блоком і головкою встановлена прокладка 15, що перешкоджає в місці їхнього стику витоків газів з циліндрів і води з водяної сорочки. Прокладка виготовляється з азбестового картону, облицьованого тонкою листовою сталлю чи просоченого графітом. В останньому випадку краї прокладки й отвори в ній окантовані металом.

При нижньому однобічному вертикальному розташуванні клапанів камера згоряння карбюраторного двигуна (рис. 2.7, а) зміщується убік клапанів. У такій камері створюється добре завихрення суміші при стиску і найкращі умови для її згоряння. Для скорочення довжини камери згоряння, поліпшення умов згоряння робочої суміші і зменшення опору потоку суміші при впуску її в циліндри в деяких двигунах нижні клапани розташовують похило до осі циліндра.

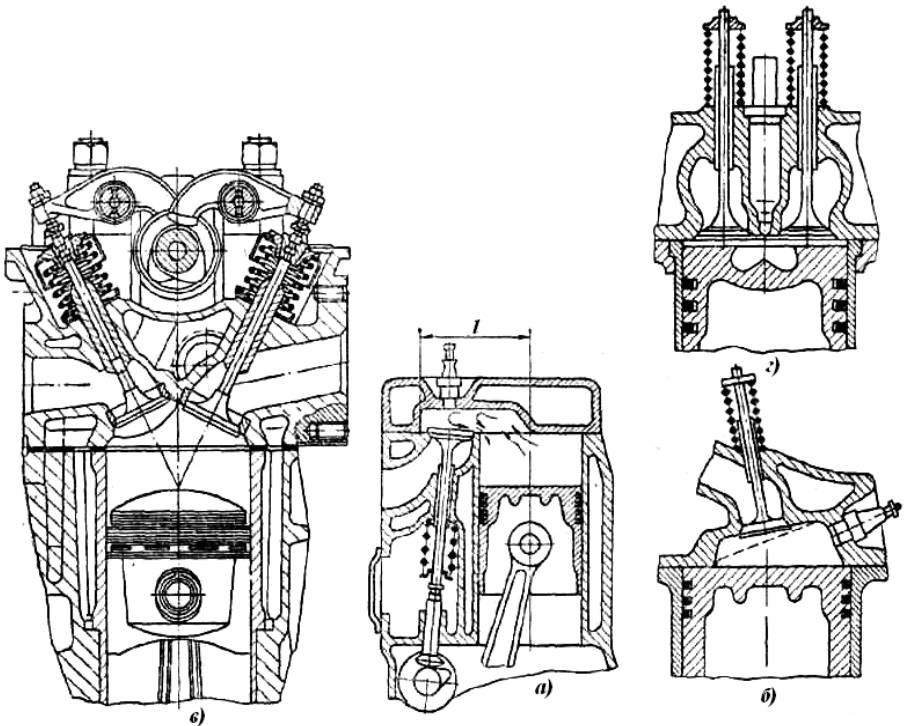


Рис. 2.7 – Форми камер згоряння двигунів

При верхньому однорядному похилому розміщенні клапанів камера згоряння в карбюраторних двигунах має звичайно наполовину клинову форму (рис. 2.7,б), що забезпечує найкращі умови для згоряння робочої суміші.

У випадку верхнього дворядного розташування клапанів камері згоряння надається шатрова чи напівсферична форма (рис. 2.7, в). Камера згоряння такої форми, внаслідок її простоти, може бути піддана обробці різанням, що дозволяє точно витримати об'єм камер згоряння у всіх циліндрах і підвищити рівномірність роботи двигуна.

Камери згоряння звичайно мають поверхні, близько розташовані від днища поршня при положенні його у ВМТ. Днище поршня у двигунах деяких типів зроблено опуклим.

При виготовленні блок-картера, головки циліндрів та інших деталей (кришки розподільних шестерень і тому подібному) з алюмінієвих сплавів значно знижується загальна маса двигуна. У випадку застосування зйомних гільз легше виготовляти блоки-картери і зручніше ремонтувати циліндри при їхньому зносі.

У дизелях тиск газів при згорянні значно вище, ніж у карбюраторних двигунах, тобто деталі дизелів витримують великі навантаження, тому їх роблять більш міцними і твердими. Блок-картери виготовляють зі спеціального чавуну, особливо міцного і твердого.

Це досягається збільшенням товщини стінок циліндра і картера, наявністю у середині картера великої кількості ребер і зсувом площини рознімання картера набагато нижче осі колінчатого вала. Для вставних товстостінних мокрих гільз також використовують спеціальний чавун. Головки циліндрів дизелів відливають зі спеціального чавуну і роблять їх більш міцними і твердими, ніж у карбюраторних двигунах.

За великого ступеня стиску для одержання якомога меншого об'єму камери згоряння в дизелях застосовують тільки верхнє розташування клапанів.

У двигунах з безпосереднім упорскуванням палива (дизелі ЯМЗ) головка не має поглиблень над циліндрами, а камера згоряння утворюється відповідним поглибленням у днищі поршня (рис. 2.7, г).

Поршень

Поршень являє собою металевий стакан, який встановлено в циліндрі з деяким зазором. При робочому ході поршень днищем сприймає тиск газів, а при інших ходах здійснює допоміжні такти. Верхня посилена частина поршня, на яку впливає тиск газів, називається "головкою", а нижня направляюча частина – "юбкою". Припли-

ви у стінках юбки, що служать для установки поршневого пальця, називаються "бобишками".

Поршні карбюраторних двигунів виготовляють з алюмінієвих сплавів. Алюмінієві поршні мають невелику масу, внаслідок чого зменшуються сили інерції, а отже, і навантаження на деталі двигуна при його роботі.

Крім того, алюмінієві поршні, так само, як і алюмінієві головки циліндрів, мають кращу теплопровідність, тому вони менше нагріваються при роботі і сприяють зниженню температури робочої суміші. У результаті цього з'являється можливість підвищити ступінь стиску двигуна, не побоюючись, що виникне детонаційне згоряння палива.

Для підвищення зносостійкості поршнів їх виготовляють звичайно з високо кремнієвих алюмінієвих сплавів (із вмістом кремнію до 20-25 %). Поршні з алюмінієвих сплавів одержують литтям під тиском у металеві форми. Для зняття внутрішніх напружень у матеріалі заготовлі поршнів піддають тривалому віджигу, а потім обробці різанням.

У карбюраторних двигунах головка 1 (рис. 2.8, а) поршня має плоске чи опукле днище і товсті стінки з внутрішніми ребрами, що підвищують її міцність і поліпшують відведення тепла.

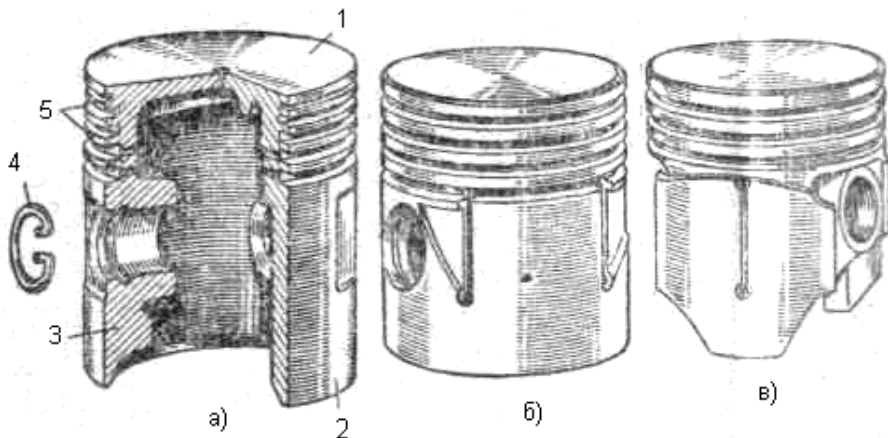


Рис.2.8 – Конструкції поршнів двигунів

У головці на боковій зовнішній поверхні є канавки 5 для встановлення поршневих кілець 4. У деяких двигунах (наприклад, ЗІЛ) у головку поршня при виливку зашпаровується чавунна кільцева вставка, у якій проточується канавка для верхнього компресійного кільця.

Внаслідок більшої механічної міцності чавуну, знижується знос канавки і підвищується довговічність поршня.

Юбка поршня має більш тонкі стінки, ніж його головка. У середній її частині розташовані припливи - бобишки 3 з отворами для встановлення поршневого пальця. Під бобишками в нижній частині юбки іноді роблять вирізи (рис. 2.8, б) для проходу противаг колінчатого вала при роботі двигуна.

Ці вирізи також знижують масу поршня. Для того, щоб при нагріванні поршень міг розширюватися без заїдання у циліндрі, між юбкою поршня і стінками циліндра повинен бути деякий зазор.

Алюміній розширюється при нагріванні значно більше, ніж чавун. Щоб у холодному двигуні зазор між поршнем і циліндром не був надмірно великим, що може викликати стукіт поршня і витік газів з циліндра, в алюмінієвих поршнях перетин юбки поршня має не круглу форму, а овальну.

З цією ж метою на юбці роблять несучільний (не доходить до нижнього краю юбки) розріз П- чи Т-подібної форми (рис. 2.8, б та рис. 2.8, в). Верхня частина розрізу перешкоджає переходу тепла від головки до юбки. При встановленні поршня на двигун розріз на юбці повинен бути звернений у ліву сторону, тому що поршень притискається до неї з меншою силою.

Овальність (різниця осей овала) юбки дорівнює приблизно 0,15-0,29 мм.

Поршень встановлюють у циліндрі холодного двигуна з мінімальним зазором по великій осі овала юбки, яка розташована у площині хитання шатуна, де діють бокові сили, що притискають поршень до стінок циліндра.

При нагріванні поршня юбка може розширюватися в напрямку малої осі овала, тому що саме тут між юбкою і циліндром є більший зазор.

Поршні за довжиною виготовляють східчастими чи конусними, тому що зазор угорі між стінкою циліндра і головкою поршня повинен бути більше, ніж унизу, унаслідок більшого нагрівання головки.

Зазор між юбкою поршня і циліндром для двигунів різних марок коливається в межах 0,012-0,08 мм. Щоб при нагріванні поршні менше розширювалися, а також для підвищення їхньої міцності у тіло поршня двигунів деяких марок при виробництві зашпаровують пластинки зі спеціальної сталі.

Для поліпшення приробляння поршнів у циліндрах і для зменшення зносу на юбку 2 поршня наносять спеціальне покриття. Звичай-

но тертьову поверхню юбки лудять - покривають електролітичним способом тонким шаром олова товщиною 0,004-0,006 мм.

Для кращого зрівноважування двигуна поршні до нього підбирають однакової маси. З цією метою на днище поршня, крім указівки групи за розміром, вибивають відповідну мітку групи за масою. Різниця маси поршнів, що підбираються для одного двигуна, не повинна перевищувати для двигунів різних марок 2-8 грами.

Для забезпечення правильної установки поршнів у двигун при зборці на днище поршня роблять спеціальну мітку, що повинна бути звернена у відповідну сторону, звичайно до передньої частини двигуна.

У дизелях застосовують поршні з високо-кременистого алюмінієвого сплаву (чотиритактні дизелі ЯМЗ) з нерозрізаною юбкою, що має велику твердість.

Оскільки в дизелях бокова сила, яка притискає поршень до стінки циліндра, досягає значної величини, то з метою одержання нормального питомого тиску між циліндром і юбкою поршень роблять великої довжини. Для збільшення міцності днища поршня, який сприймає тиск газів, його підсилюють із внутрішньої сторони великою кількістю ребер.

Для досягнення гарного сумішоутворення при безпосереднім упорскуванні палива у днищі поршня розташовується камера згоряння спеціальної форми (рис. 2.8, г).

Поршневі кільця

На поршні встановлюють компресійні кільця і кільця, які очищують поверхню циліндру від оливи (рис. 2.9, а).

Компресійні кільця ущільнюють поршень у циліндрі і служать для запобігання прориву газів через зазор між юбкою поршня і стінкою циліндра. Оливоз'ємні кільця знімають надлишки оливи зі стінок циліндрів, перешкоджаючи проникненню її в камеру згоряння.

Компресійні кільця встановлюють у верхні канавки на головці поршня (два-три кільця). Оливоз'ємні кільця (одне-два) розташовують під компресійними кільцями на головці або одне кільце розміщають унизу на юбці.

Компресійні кільця виготовляють з чавуну у вигляді індивідуальних виливків і піддають обробці різанням. Торцеву поверхню кільця шліфують. На кільці роблять прямий виріз, названий замком, який дозволяє кільцям пружинити.

Кільце щільно (із зазором 0,02-0,08 мм) підганяють по висоті до канавки поршня, і у вільному стані воно має діаметр, трохи більший

за діаметр циліндра. При установці в циліндр поршня разом з кільцем його попередньо стискають, а потім кільце розжимається до стінки циліндра, забезпечуючи добре ущільнення поршня. Для можливості вільного розширення кільця при нагріванні в замку кільця, встановленого в циліндр, повинен бути зазор 0,2-0,4 мм.

Для збільшення щільності притулу кільця до стінки циліндра його виготовляють таким чином, що у вільному стані форма кільця відхиляється від округлості, унаслідок чого при його стисканні й установці в циліндр забезпечується найбільш вигідний розподіл тиску кільця на стінку циліндра по всій окружності. Зразкову кругову діаграму (епюра) тиску такого кільця на стінки циліндра показано на рис. 2.9,б.

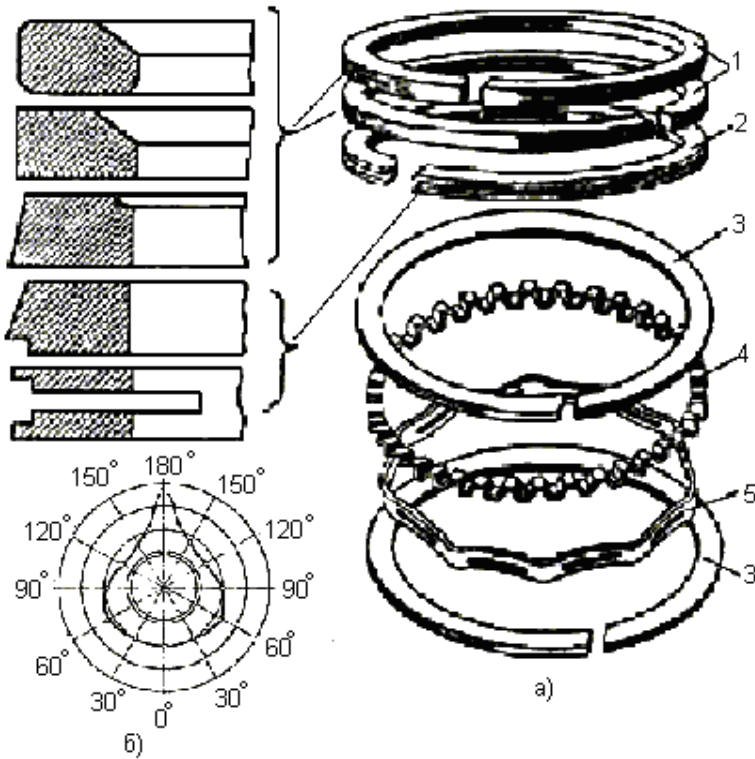


Рис. 2.9 – Поршневі кільця та епюра тиску

Для забезпечення доброго прилаштування компресійних кілець до циліндрів іноді застосовують кільця з похилою (конусною) зовнішньою поверхнею.

Щоб поліпшити прилаштування кілець і підвищити їх зносостійкість, на їхню третьову поверхню наносять спеціальні покриття. Верхнє компресійне кільце (одне або два), які працюють в найбільш важких умовах, звичайно покривають пористим хромом (загальна товщина покриття 0,10-0,15 мм, товщина шару пористого хрому 0,04-0,06 мм).

Хромована поверхня зносостійка, а пористий шар хрому добре утримує змащення. Це значно підвищує зносостійкість кільця і поліпшує умови роботи кілець, розташованих нижче. Інші кільця для поліпшення приробітку звичайно піддають електролітичному лудінню (товщина шару олова 0,005-0,01 мм).

Оливоз'ємні кільця 2 (рис. 2.9, а), також виготовлені з чавуну, звичайно мають проточку на зовнішній поверхні і наскрізні прорізи. Оливоз'ємні кільця встановлюють у канавки з отворами у стінці поршня. При русі поршня Оливоз'ємне кільце знімає зайву оливу зі стінок циліндра, і через прорізи й отвори в поршні олива зливається в картер двигуна.

Крім чавунних оливоз'ємних кілець із прорізами, застосовують також сталеві складені оливоз'ємні кільця, що являють собою два сталевих плоских кільця 3 (диски), між якими встановлений осьовий розширник 4, який притискає їх до стінок канавки.

Для належного притиснення кілець до стінки циліндра під ними в канавці встановлений радіальний розширник 5. Обидва розширники мають вид сталевих гофрованих пружних кілець.

Поршневий палець

Поршневий палець призначений для шарнірного з'єднання поршня із шатуном.

Палець являє собою коротку сталеву трубку, що проходить через верхню головку шатуна і кінцями лежить у бобишках поршня. При роботі двигуна на палець діють сили, що прагнуть його зігнути, а поверхня пальця піддається зносу у верхній головці шатуна і бобишках поршня.

Щоб палець мав достатню міцність і зносостійкість, його виготовляють з м'якої вуглецевої або спеціальної сталі і після обробки різанням піддають термообробці (цементують чи гартують токами високої частоти), в результаті чого третьова поверхня пальця стає твердою і зносостійкою. Зовнішню поверхню пальця шліфують.

Для того, щоб при роботі двигуна палець не міг висунутися з поршня і пошкодити стінки циліндра, його закріплюють. На двигунах часто застосовують пальці плаваючого типу.

Такий палець може провертатися й у бобишках поршня, і у верхній головці шатуна. Палець кріплять з боків двома пружними стопорними кільцями, встановленими в канавках бобишок поршня.

Головка шатуна в цьому випадку комплектується бронзовою втулкою. У пальця, що плаває, уся поверхня робоча, тому він менше зношується і зменшується можливість його заїдання.

Щоб уникнути появи великого зазору і стукоту у прогрітому двигуні, оскільки алюмінієвий сплав при нагріванні розширюється більше, ніж сталь, палець у бобишках холодного алюмінієвого поршня встановлюють з натягом, для чого діаметр отвору в бобишках поршня роблять трохи менше за діаметр пальця.

Перед установкою пальця при збиранні шатуна з алюмінієвим поршнем його попередньо нагрівають звичайно у воді чи в оливі до температури 60-100⁰С.

Іноді застосовується палець, наглухо запресований у верхню головку шатуна, який повертається тільки в бобишках поршня.

Вісь пальця в бобишках поршня у двигунах усіх марок дещо зміщена щодо осі циліндра (на 1,5-2,0 мм) убік дії бокової сили. Завдяки цьому при переході поршнем ВМТ трохи зменшується стукіт поршня в непрогрітому двигуні.

Шатун

Шатун передає зусилля від поршня на колінчатий вал і разом з валом перетворює зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчатого вала.

Основними елементами шатуна (рис. 2.10, а) є стрижень 3, верхня 2 і нижня 5 головки.

Шатун виготовляють з вуглецевої або спеціальної сталі шляхом штампування нагрітих заготовель, після чого його піддають обробці різанням і термообробці (гартуванню і відпуску).

Стрижень шатуна для збільшення міцності має двотавровий перетин. При примусовому змащенні поршневого пальця у стрижні шатуна виконується отвір-канал.

Верхня головка шатуна призначена для встановлення поршневого пальця, що з'єднає шатун з поршнем. При використанні плаваючого пальця головку шатуна виготовляють цільною і у неї запресовують одну чи дві бронзові втулки 1. Для змащення тертьової поверхні в головці і втулках зроблено отвори.

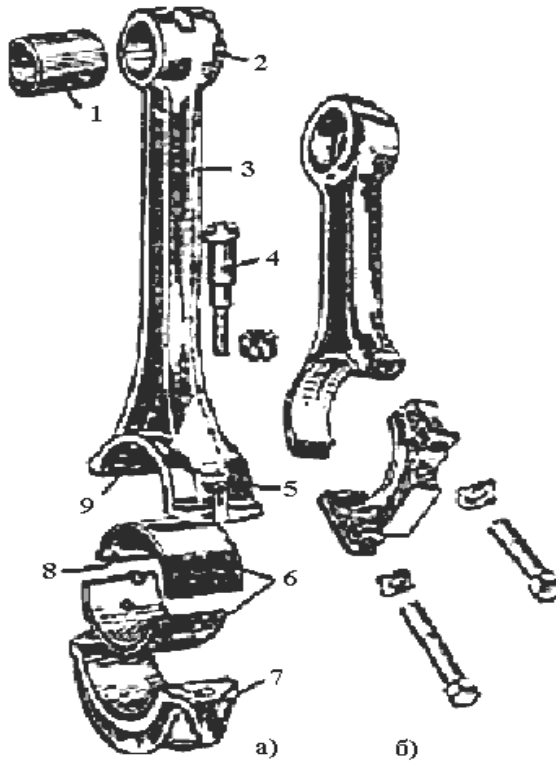


Рис. 2.10 – Конструкція шатунів

Нижня головка шатуна служить для з'єднання його із шатунною шийкою колінчатого вала. Для можливості збирання з валом нижню головку шатуна роблять роз'ємною. У карбюраторних двигунів рознімання головки виконано під кутом 90° до осі шатуна. У двигунів деяких марок у стінці верхньої головки шатуна збоку просвердлений отвір для вибрикування оливи.

Кришку 7 кріплять до шатуна двома шатунними болтами 4, виготовленими зі спеціальної сталі і термічно обробленими. Болти мають шліфовані пояси і точно підігнані до отворів у шатуні і кришці, що забезпечує високу точність з'єднання кришки із шатуном і точність форми підшипника при закріпленні кришки.

Щоб уникнути ослаблення кріплення, гайки шатунних болтів надійно стопорять шплінтами, стопорними шайбами чи контргайками. Застосовують також спеціальні гайки.

Отвір у нижній головці шатуна розточується у зборі з кришкою. Тому кришки шатунів не взаємозамінні і мають настановні мітки.

Для зменшення тертя в з'єднанні і зносу шийки колінчатого вала в нижню головку шатуна встановлюють шатунний підшипник, виконаний у виді двох тонкостінних взаємозамінних сталевих вкладишів 6, залитих антифрикційним сплавом.

Внутрішньою стороною усі вкладиші дуже точно підігнані по шийках вала і щільно охоплюють їх по всій поверхні. Від провертання і зрушування вкладиші фіксуються в головці шатуна відігнутими вусиками 8, що входять у відповідні пази 9 головки. У вкладишах є оливні канавки й отвори.

За наявності вкладишів спрощується ремонт шатунних підшипників. При невеликому зносі шатунної шийки вала вкладиші з номінальним внутрішнім діаметром замінюють вкладишами трохи меншого розміру без перешліфування шийки вала, що полегшує і прискорює ремонт.

При великому зносі шийки вала шліфують і в шатуни ставлять вкладиші відповідного ремонтного розміру.

Підставу вкладишів виготовляють з низьковуглецевої сталеві стрічки товщиною 1 - 2 мм, на яку наплавляють тонкий шар бабіту, який має після обробки різанням товщину 0,2-0,4 мм. Такі вкладиші одержали назву "біметалічних". Для описаних вкладишів застосовується бабіт на свинцевій основі з додаванням домішок, що підвищують його якість. Наприклад, бабіт марки СОС-6-6, що містить 5,5-6,5% сурми, 5,5-6,5% олова, все інше свинець.

Застосовують також тришарові (триметалічні) тонкостінні вкладиші. У таких вкладишах між сталеву основу і зовнішнім шаром бабіту є металокерамічний підшар, отриманий шляхом спікання зі сталеву основою мідно-нікелевого порошку за високої температури.

Для форсованих і V-подібних двигунів в основному застосовуються біметалічні сталелегуючі тонкостінні вкладиші, що мають високу вантажопідйомність і довговічність.

Вкладиші виготовляють зі сталеві стрічки, на яку шляхом розкочування наноситься тонкий шар сплаву на алюмінієвій основі.

У дизелях шатуни роблять більш міцними і твердими, тому що вони передають значно більші зусилля, ніж шатуни в карбюраторних двигунах. Щоб шатун з нижньою голівкою збільшених розмірів можна було вийняти через циліндр, його в чотиритактних дизелях ЯМЗ роблять з косим розніманням (рис. 2.10, б) та з ребристими поверхнями (ялинкові шліци), які розвантажують шатунні болти від виникаючого на кришці бокового зусилля.

Сталеві тонкостінні вкладиші шатунних підшипників у дизелів за-
литі свинцюватою бронзою. Застосовують також сталеалюмінієві вкла-
диші, виготовлені з біметалічної стрічки, у якій зі сталевією підставою
міцно з'єднаний антифрикційний шар.

Для досягнення доброї урівноваженості двигуна шатуни, так са-
мо, як і поршневу групу, для даного двигуна підбирають однакової ма-
си і з відповідним розподілом її між нижньою і верхньою головками.

У карбюраторних двигунів різних марок різниця, яка допуска-
ється у масі шатунів, становить 6-8 грами. Щоб правильно зібрати
шатун з поршнем і установити його у двигуні в належному положен-
ні, на шатуні роблять відповідні мітки. На нижній головці шатуна і на
кришці звичайно вибивають порядковий номер шатуна.

Колінчатий вал

Колінчатий вал за допомогою шатунів сприймає сили, що діють
на поршні від тиску газів у циліндрах. Обертальний момент, який роз-
вивається на колінчатому валі, передається механізмам трансмісії
автомобіля.

Колінчатий вал (рис. 2.11) складається з корінних шийок, шату-
нних шийок 4, щік, які з'єднують шийки, фланця або торцевої шийки,
переднього кінця (носки) і противаг 1.

Міцність вала обумовлюється відповідними його розмірами, за-
стосовуваними матеріалом і обробкою. Для більшості двигунів колін-
чатий вал виготовляють з вуглецевої сталі куванням або штампуван-
ням нагрітих заготівель.

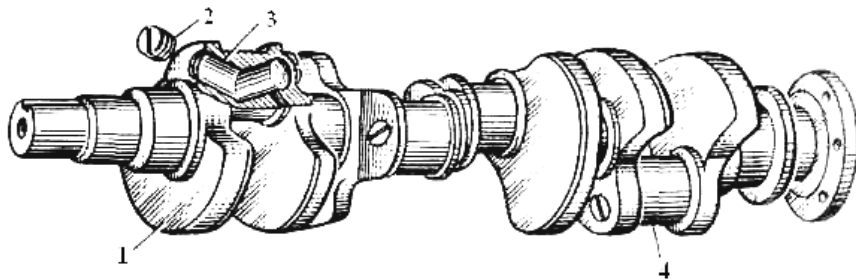


Рис. 2.11 – Колінчатий вал автомобіля ЗІЛ-130

1-противага, 2-пробка, 3-порожнина брудовловлювача, 4- шатунна шийка

Після цього вал піддають обробці різанням і термообробці. Шийки вала для одержання точної гладкої циліндричної поверхні шліфують і полірують, а для підвищення їх зносостійкості піддають

поверхневому загартуванню струмами високої частоти на значну глибину (2-4 мм). Після обробки перевіряють правильність розподілу маси вала щодо осі обертання, тобто вал балансують.

На двигунах деяких марок автомобілів (ВАЗ) застосовують колінчаті вали, виготовлені шляхом точного лиття зі спеціального високоміцного магнієвого чавуну. Процес виготовлення таких валів простіше і дешевше. Чавунні вали піддаються такій же обробці різанням і термообробці, що і сталеві.

Корінними шийками вал встановлюють у підшипники картера двигуна, а до шатунних шийок приєднують нижні головки шатунів. Корінні і шатунні шийки з'єднуються щоками. Місця переходу шийок до шік, з метою запобігання поломок вала, роблять закругленими і називають "галтелями".

Задня корінна шийка колінчатого вала звичайно має оливовідбивний гребінь або накатку різьблення для запобігання витоку оливи з картера двигуна.

На передньому кінці вала закріплюють розподільну шестерню, оливовідбивач, маточину зі шківом приводу вентилятора і храповик для повертання вала пусковою рукояткою.

Фланець на задньому кінці вала або торець задньої шийки служить для приєднання маховика.

Розташування кривошипів вала і число корінних шийок залежать від типу двигуна, числа і розташування циліндрів. У рядному чотирициліндровому двигуні вал встановлюється на трьох чи п'яти опорах, у рядному шестициліндровому двигуні вал встановлюється на чотирьох чи семи опорах. Чим більше число опор, тим вище жорсткість вала і краще умови його роботи. Вал з найбільшим можливим числом опор називається **повноопорним**.

У V-подібних двигунах до кожної шатунної шийки вала приєднуються два шатуни. Вал робиться повноопорним.

Число корінних шийок дорівнює п'яти для двигуна з кількістю циліндрів вісім, а для шестициліндрового число корінних шийок дорівнює чотирьом.

Для подачі оливи до шатунних підшипників з корінних у щоках вала свердляться канали або в чавунних валах при литті зашпаровуються трубки.

Шатунні шийки колінчатих валів звичайно забезпечуються брудовловлювачами, що значно поліпшують очищення оливи, що надходить до шатунних підшипників, від механічних домішок, знижуючи тим самим знос шийок і підшипників. Брудовловлювач являє

собою камеру 3 (рис. 2.11), висвердлену (чи відлиту) у шатунній шийці і закриту пробкою на різьбленні чи запресованою заглушкою.

Олива надходить у брудовловлювач по каналу з корінного підшипника. Механічні домішки, що є в оливі, при обертанні вала відкидаються відцентровою силою в кишеню Брудовловлювача, і очищена олива через отвір проходить до шатунного підшипника.

Брудовловлювач необхідно періодично очищати. Для зменшення маси вала і відцентрових сил, що виникають при його обертанні, корінні і шатунні шийки вала деяких двигунів роблять порожніми.

Противаги, що є на колінчатому валі, служать для розвантаження корінних підшипників від дії моментів, створюваних відцентровими силами, які виникають на кривошипах вала при його обертанні, або для зрівноважування сил інерції частин, які рухаються поступально. Противаги роблять звичайно як одне ціле з щоками кривошипів чи кріплять їх до щік наглухо спеціальними болтами.

Колінчаті вали дизелів виготовляють особливо жорсткими і твердими, що досягається застосуванням спеціальної сталі, збільшеними розмірами щік і установкою вала на можливо більшій кількості опор.

Маховик

Маховик являє собою чавунний ретельно збалансований диск, що має певну масу. Маховик не тільки забезпечує рівномірне обертання колінчатого вала під час роботи двигуна, але й сприяє також подоланню опору стискання в циліндрах при пуску двигуна.

Крім того, маховик, маючи енергію, запасену при обертанні, дозволяє двигуну переборювати короточасні перевантаження.

Маховик кріпиться до фланця торцевої шийки колінчатого вала болтами, які надійно закріплюють від відгвинчування. Для точного центрування маховика на фланці служать установочні штифти, запресовані в нього. На ободу маховика закріплено сталевий зубцюватий вінець для пуску двигуна від стартера.

На маховику нанесені настановні мітки для визначення ВМТ поршня першого циліндра й установки моменту запалювання, а також нанесені балансуєчі мітки, необхідні для правильної зборки маховика з колінчатим валом і збереження їх балансування.

Картер і корінні підшипники

Картером називається нижня частина двигуна, відлита разом із блоком циліндрів. Картер 12 (рис. 2.6) служить основою для встановлення колінчатого вала й інших деталей і частин двигуна.

Знизу до картера кріпиться болтами на ущільнювальній прокладці піддон, який захищає двигун від забруднення і служить резервуаром для оливи.

Площина рознімання картера може бути розташована на рівні осі колінчатого вала чи трохи нижче її для підвищення твердості блок-картера. У середині картера відлиті перегородки і ребра, що додають йому жорсткості і міцності.

В картері розташовані корінні підшипники, у які встановлюють колінчатий вал. Кожен корінний підшипник складається із гнізда, розташованого у стінках і перегородках картера, і кришки, що точно (за допомогою пазів або штифтів) встановлюється у гніздо і кріпиться до основи двома чи чотирма болтами. Кришки виготовляють зі сталі чи ковкого чавуну.

Для підвищення точності отвору під корінні підшипники в перегородках картера остаточно розточують у зборі з прикріпленими кришками. Тому кришки не є взаємозамінними і повинні встановлюватися тільки на свої місця, що забезпечується конструкцією кришок чи спеціальними мітками.

Для корінних підшипників карбюраторних двигунів застосовують тонкостінні взаємозамінні сталеві біметалічні чи триметалеві вкладиші такої ж конструкції і з таким же складом антифрикційного шару, як і для шатунних підшипників.

Товщина вкладишів і бабітового шару є трохи більшою, ніж у шатунних підшипників. Між краями підшипника і галтелями корінних шийок вала є зазори, які необхідні для подовження вала при нагріванні.

На внутрішній, поверхні вкладишів є канавки і отвори для проходу оливи. У гніздах вкладиші фіксуються відігнутими вусиками, що входять у пази опори.

Болти корінних підшипників, щоб не деформувати вкладиші, затягують з точно визначеним зусиллям. Момент затягування болтів для двигунів різних типів повинен бути в межах 70-110 Нм. Болти кришок надійно стопорять дротом чи стопорними шайбами або пластинами.

Один з корінних підшипників є настановним і служить для запобігання осьовим переміщенням вала. За наявності тонкостінних вкладишів настановним звичайно є передній підшипник. У цьому випадку на передній шийці вала по обидва боки у виточеннях підшипника встановлюють сталеві упорні шайби 8 і 9 (рис. 31), закріплені від повертання у гнізді підшипника і його кришці.

Торцева поверхня шайб стикається зі шліфованою торцевою поверхнею щоки вала і зі спеціальним упорним кільцем 10, закріпленим наглухо на валу, внаслідок чого осьове переміщення вала стає неможливим.

Осьовий зазор вала, забезпечений упорним підшипником, дорівнює приблизно 0,1-0,2 мм.

У деяких конструкціях двигунів настановним є середній чи задній корінний підшипник, з боків якого розташовують упорні біметалічні півкільця, зафіксовані від повертання.

У дизелях ЯМЗ блок-картер двигуна робиться особливо жорстким, що досягається збільшенням товщини стінок картера, великим числом ребер і значним видаленням площини розімання картера від осі колінчатого вала. Сталеві вкладиші корінних підшипників заливають свинцюватою бронзою чи застосовують сталеалюмінієві вкладиші.

2.1.3 Газорозподільний механізм

Механізм газорозподілу служить для впуску свіжого заряду (пальної суміші або повітря) у циліндри двигуна і випуску відпрацьованих газів, відповідно до протікання робочого такту. У вітчизняних автомобільних карбюраторних чотиритактних двигунах застосовується механізм газорозподілу клапанного типу з нижнім або верхнім розташуванням клапанів і установкою розподільного вала у блоці чи на головці циліндрів.

Механізм газорозподілу двигуна з нижнім розташуванням клапанів з однієї сторони включає наступні деталі (рис. 2.12, а): впускний і випускний клапани 7 із пружинами 5, деталями 4 їхнього кріплення і направляючими втулками 6, штовхальники 3 з направляючими втулками, розподільний вал 2 і розподільні шестерні 1.

При обертанні колінчатого вала через зубчасту передачу приводиться в обертання розподільний вал 2. При цьому кулачок вала піднімає штовхальник 3 у направляючій втулці нагору. Штовхальник давить на стрижень клапана 7, який утримується в закритому положенні пружиною 5, і піднімає його, стискаючи пружину.

Головка клапана відходить від сідла і відкриває впускний чи випускний отвір блока. Коли виступ кулачка відійде від штовхальника, клапан під дією пружини щільно закриє отвір. Клапанний механізм розташований у боковій камері блока, закритою кришкою. Розподільні шестерні також закриті кришкою.

При верхньому розташуванні (з нижнім розташуванням розподільного вала) клапани 7 (рис. 2.12,б) із пружинами і деталями їхнього кріплення встановлені в один ряд вертикально чи похило в направляючих втулках у головці 11 блока, у якому також відлиті впускні і випускні канали.

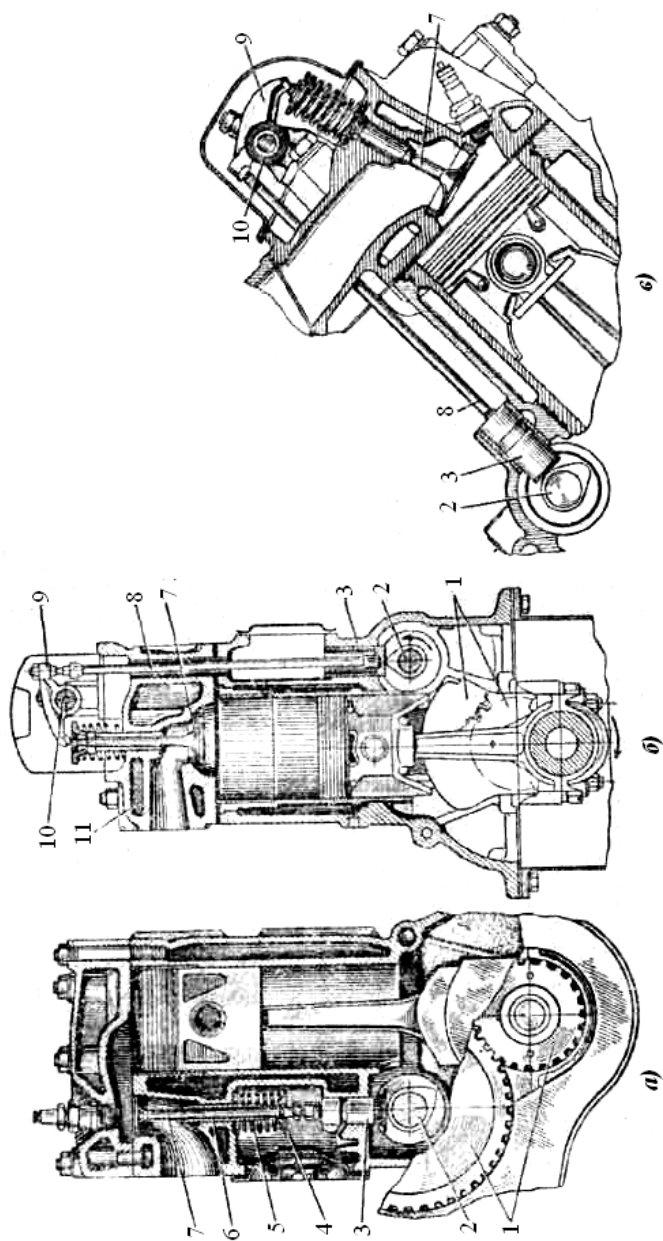


Рис. 2.12 – Схема газорозподільного механізму двигунів при нижньому розташуванні розподільного вала

Зусилля від кулачків розподільного вала 2, розташованого в картері двигуна, приводиться в дію від колінчатого вала через зубчасту передачу.

До клапанів 7 передається за допомогою штовхальників 3, штанг 8 і коромисел 9. Клапанний механізм на головці закритий кришкою.

У V-подібних карбюраторних двигунів (рис. 2.12, в) і чотиритактних дизелів застосовуються верхні клапани, розташовувані похило в один ряд.

Привід клапанів 7 здійснюється від загального розподільного вала 2 через штовхальники 3, штанги 8 і коромисла 9, установлені на осях 10. Розподільний вал 2 розміщується знизу в середині блок-картера в основі циліндрів (у розвалі блок-картера) і приводиться в дію від колінчатого вала через зубцювату чи ланцюгову передачу.

У рядних двигунів з верхнім розташуванням розподільного вала клапани 1 (рис. 2.13) із пружинами і деталями їхні кріплення встановлені в направляючих втулках у головці похило в один ряд ("Жигулі", рис. 2.13, а) чи у два ряди ("Москвич", рис. 2.13, б) і приводяться в дію коромислами 8 чи спеціальними важелями 2 безпосередньо від кулачків розподільного вала 3. Механізм газорозподілу на головці закритий кришкою 4. Вал встановлений у підшипниках на головці блока і приводиться в дію від колінчатого вала за допомогою ланцюгової передачі.

При верхньому розташуванні розподільного вала з механізму газорозподілу виключаються штовхальники і штанги, які мають значну масу і переміщаються з прискореннями, що у високооборотних двигунах викликає виникнення в передатних деталях значних сил інерції, які порушують нормальну роботу механізму газорозподілу.

При верхньому розташуванні розподільного вала цей недолік усувається, внаслідок чого можлива нормальна робота механізму газорозподілу навіть за відносно високого числа оборотів колінчатого вала (5000 об/хв і вище).

Між стрижнем клапана і штовхальником чи кінцем коромисла (між кулачком і важелем коромисла) у непрогрітому двигуні повинен бути зазор, необхідний для подовження стрижня клапана при нагріванні без порушення щільності посадки клапана в сидлі.

Зазор у двигунах різних марок для впускних клапанів у холодному стані встановлюється 0,15-0,30 мм, а для випускних клапанів, що піддаються більшому нагріванню, - 0,20-0,40 мм. Для регулювання цього зазору в механізмі передбачені регулювальні пристрої - це гвинти 5 з контргайками 6.

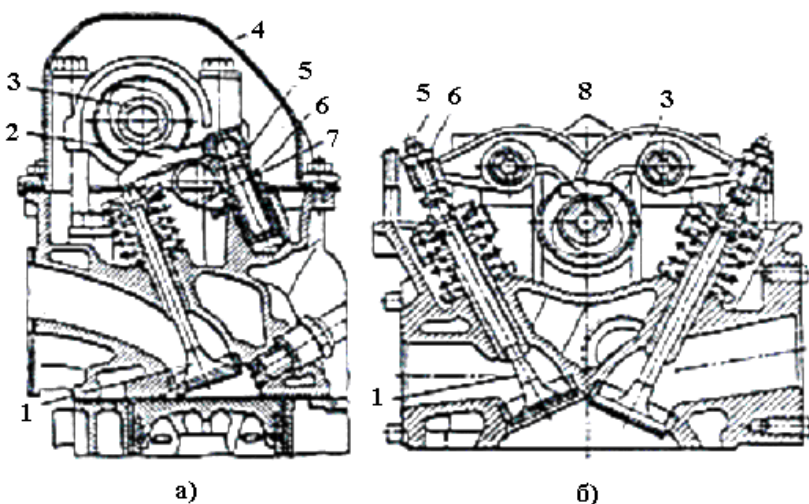


Рис. 2.13 – Схема газорозподільного механізму двигуна при розташуванні розподільного вала зверху

Правильність чергування різних тактів у циліндрах двигуна досягається відповідним розташуванням кулачків на розподільному валу, а також правильністю установки зачеплення розподільних шестерень або ланцюгової передачі.

У чотиритактному двигуні робочий цикл у всіх циліндрах завершується за два обороти колінчатого вала. За цей час у кожному циліндрі повинні по одному разу відкриватися і закриватися впускний і випускний клапани, що відбувається протягом кожного обороту розподільного вала. Таким чином, розподільний вал повинен обертатися в 2 рази повільніше від колінчатого вала. Для цього шестерня (чи зірочка) розподільного вала має вдвічі більшу кількість зубів, ніж шестерня (чи зірочка) колінчатого вала.

Фази газорозподілу чотиритактного карбюраторного двигуна і дизеля

Для кращого наповнення циліндрів свіжим зарядом і найбільш повного очищення їх від відпрацьованих газів моменти відкриття і закриття клапанів у чотиритактних двигунах не збігаються з положеннями поршнів у ВМТ і НМТ, а проходять з певним випередженням чи запізненням.

Моменти відкриття чи закриття клапанів, виражені у градусах кута повороту колінчатого вала щодо мертвих точок, називаються **фазами газорозподілу**. Фази газорозподілу можуть бути зображені у вигляді кругової діаграми, яка має назву **діаграма газорозподілу** (рис. 2.14)

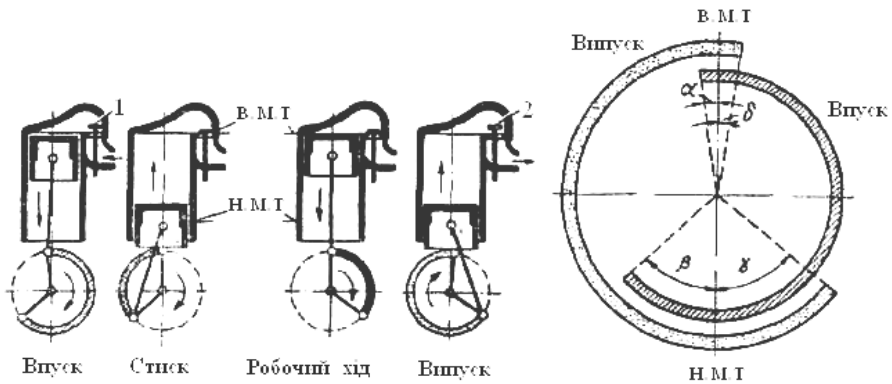


Рис. 2.14 – Діаграма газорозподілу чотиритактного двигуна

Впускний клапан 1 починає відкриватися раніш, ніж поршень прийде у ВМТ. При цьому до початку ходу поршня вниз при такті впуску клапан уже трохи відкриється. Випередження відкриття впускного клапана для двигунів різних моделей коливається в межах $9-33^\circ$ (кут α). Закриття впускного клапана відбувається з деяким запізненням, коли поршень пройде НМТ і почне рухатися нагору.

При цьому якийсь час після переходу НМТ, незважаючи на незначний рух поршня, що почався, нагору, заповнення циліндра зарядом буде продовжуватися внаслідок розрідження, яке ще є в циліндрі, а також внаслідок інерції заряду, що рухається у впускному трубопроводі. Запізнення закриття впускного клапана становить $51-64^\circ$ (кут δ).

Таким чином, час відкриття впускного клапана більше часу, протягом якого відбувається півоберт вала; тривалість впуску при цьому збільшується, і наповнення циліндра свіжим зарядом поліпшується.

Випускний клапан 2 відкривається раніше приходу поршня у НМТ. При цьому газ, знаходячись у циліндрі під великим тиском, швидко починають виходити назовні, незважаючи на те, що поршень

ще рухається вниз. Потім поршень, пройшовши НМТ і рухаючись до ВМТ, виштовхує гази, що залишилися в циліндрі. Випередження відкриття випускного клапана становить $47-56^\circ$ (кут γ).

Випускний клапан закривається тоді, коли поршень пройде ВМТ. Незважаючи на те, що поршень почне вже трохи опускатися вниз, гази будуть продовжувати виходити з циліндра за інерцією, і внаслідок дії потоку, що відсмоктує гази, які рухаються у випускному трубопроводі, запізнення закриття випускного клапана становить $9-36^\circ$ (кут β). Отже, час відкриття випускного клапана більше часу, протягом якого відбувається півоберт вала, і циліндр краще очищається від відпрацьованих газів.

Деяке зменшення тиску газів на поршень, що відбувається при робочому ході, внаслідок раннього відкриття випускного клапана і втрати частини енергії газів, при цьому компенсується тим, що поршень, який рухається при такті випуску нагору, не сприймає істотного опору газів, які залишилися в невеликій кількості в циліндрі.

Кут повороту кривошипа, що відповідає положенню, при якому впускний і випускний клапани одночасно відкриті, називається **кутом перекриття клапанів**. Внаслідок незначної величини цього кута і незначної величини зазору між клапанами і сідлами при даному їхньому положенні, витoku заряду з циліндра при цьому не відбувається.

Кути випередження і запізнювання, а отже, і тривалість відкриття клапанів повинні бути тим більше, чим вище число оборотів колінчатого вала, за якого розвивається найбільша потужність двигуна. Це пояснюється тим, що в більш швидкохідних двигунах процеси в циліндрах проходять з великими швидкостями, і для досить повного заповнення циліндра зарядом і доброго його очищення від відпрацьованих газів необхідно за можливістю збільшувати час відкриття клапанів.

Чисельні значення фаз газорозподілу відповідають визначеному зазору у клапанах. Крім дійсного значення фаз газорозподілу, звичайно ще приводять контрольні фази, що відповідають положенням клапанів, коли вони уже відійшли від сідла або не дійшли до нього на деяку цілком визначену відстань (звичайно рівну 0,1 мм), що вказується разом зі значенням фаз. Ці дані дозволяють перевірити правильність установки і зборки механізму газорозподілу безпосередньо на двигуні.

Деталі клапанної групи

До клапанної групи (рис. 2.15) відносяться: клапан 2, напрямна втулка 1 клапана, клапанна пружина 3 з опорною шайбою 4 і кінчними розрізними сухариками 5.

Клапан служить для закриття і відкриття впускних чи випускних каналів у блоці або головці циліндрів. Основні елементи клапана – це головка і стрижень.

При виготовленні впускного клапана використовують зносостійку хромисту чи хромокремнисту сталь, при виготовленні випускного, щоб уникнути швидкого вигорання, застосовують особливу жаростійку сталь (сильхромову або хромоні-кельмарганцовисту), оскільки головка клапана при роботі знаходиться у середовищі розпечених газів. Іноді всі клапани роблять зі зносостійкої і жаростійкої сталі.

Клапан виготовляють шляхом висадження з пруткової сталі. Після висадження головку і стрижень клапана піддають обробці різанням і термообробці. Торець стрижня клапана додатково гартують до високої твердості, щоб зменшити його знос при роботі. У деяких двигунах головку і стрижень випускного клапана виготовляють з різної сталі і з'єднують зварюванням.

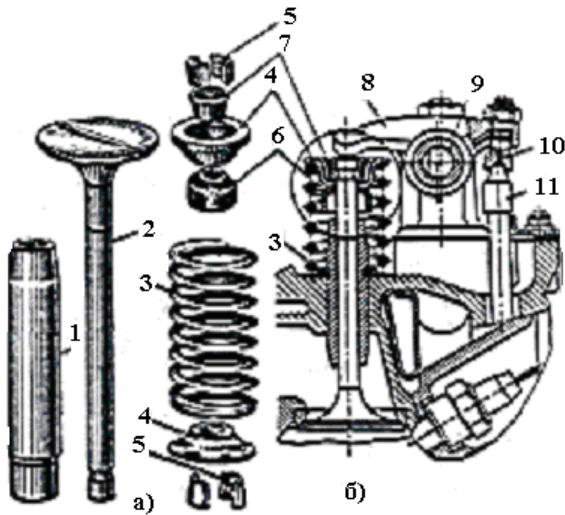


Рис. 2.15 – Деталі групи клапана двигуна за різноманітного розташування клапанів

Головка клапана має знизу шліфовану конусну робочу поверхню - фаску (звичайно під кутом 45°), по якій клапан щільно притертий до сидла. На фаску випускних клапанів для підвищення їхньої довговічності в деяких двигунах наплавляють особливо жаростійкий сплав (вибілений чавун, стеліт). На головці клапана є поглиблення для установки інструмента, використовуваного при притиранні.

Стрижень клапана, що проходить через направляючу втулку, шліфують і іноді хромують для підвищення зносостійкості. На кінці стрижня клапана зроблена канавка для кріплення опорної шайби пружини. Різноманітні клапани мають головки різних розмірів (велика у впускного клапана) або відрізняються спеціальними мітками.

Для кращого відводу тепла від головки випускного клапана і поліпшення умов його роботи в деяких двигунах застосовують натрієве охолодження клапанів (двигуни ГАЗ і ЗІЛ). В цьому випадку клапан має порожній (висвердлений) з боку головки стрижень 1 (рис. 2.16). Канал закритий з боку головки привареною до неї заглушкою 3. Внутрішня порожнина стрижня частково заповнена рідким металевим натрієм 2. При русі клапана натрій, переміщуючись у середині стрижня, переносить тепло від головки до стінок стрижня, що потім передається направляючій втулці.

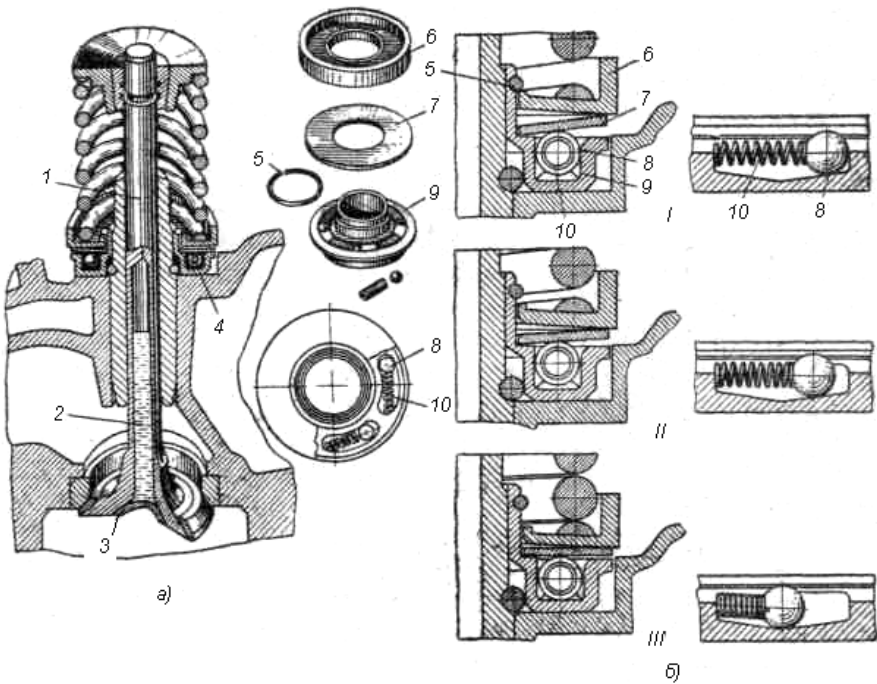


Рис. 2.16 – Пристрій, який підвищує довговічність випускного клапана

Сідло клапана, у яке він сідає фаскою головки, розташовано у блоці чи в головці циліндрів. Сідла випускних клапанів чи усіх кла-

панів, якщо головка циліндрів алюмінієва, виготовляють у виді вставних кілець з жаростійкої сталі або спеціального чавуну, що підвищує їхній термін служби. Вставні сидла наглухо (з натягом 0,07-0,12 мм) запресовують у витончення блока чи головки циліндрів.

Направляюча втулка 1 (рис. 2.15), через яку проходить стрижень клапана, забезпечує точну посадку його в сидло. Стрижень клапана підігнаний до направляючої втулки з великою точністю. Зазор у впускних клапанах приблизно дорівнює 0,05-0,09 мм, а у випускних - 0,08-0,12 мм.

Втулки роблять чавунними чи металокерамічними (шляхом пресування і спікання за високої температури металевого порошку) і запресовують у блок чи головку циліндрів. Металокерамічна втулка має деяку пористість, і її перед зборкою просочують оливою, що створює більш сприятливі умови для переміщення стрижня клапана. При установці в головку циліндрів направляючої втулки на верхньому зовнішньому кінці її звичайно ставиться стопорне кільце або є борттик, що перешкоджає мимовільному опусканню втулки вниз.

Клапанна пружина 3 (рис. 2.15) утримує клапан у закритому положенні, забезпечуючи щільну посадку його на сидло, а також постійно притискає штовхальник чи коромисло до поверхні кулачка розподільного вала при підйомі й опусканні клапана, сприймаючи сили інерції.

Пружини виготовляють шляхом холодної завивки зі спеціального сталевго термічно обробленого дроту. Після виготовлення для підвищення терміну служби пружини піддають дробиструйній обробці. Пружину надягають на виступаючий із втулки кінець стрижня клапана і закріплюють на ньому у стиснутому стані за допомогою опорної шайби 4 з конічними розрізними сухарями 5, що входять у витончення на стрижні клапана і затискаються на клапані конусною частиною опорної шайби.

Шайбу і сухарі виготовляють зі сталі і цінують. Під пружину на головку блока ставлять сталеву ціановану шайбу. Пружини утримують клапан у закритому положенні з зусиллям близько 20-25 Н.

Часто застосовуються пружини з перемінним кроком витків (на одному з кінців її крок менше, ніж на іншому), що усуває можливість появи резонансних вібрацій пружини та її поломки.

Резонансний режим роботи пружини може виникнути при збігу частоти її власних коливань з частотою впливу зовнішньої сили. У випадку виникнення посиленних коливань витки пружини, що мають малий крок, стикаються і твердість пружини зростає, в результаті чого частота її власних коливань змінюється, і вони гасяться.

При верхнім розташуванні клапанів на них звичайно ставлять по дві пружини, щоб клапан не провалився в циліндр при поломці однієї з пружин. Напрямок завивки і крок витків пружин роблять різними, що також запобігає появі резонансних коливань пружин.

Для обмеження кількості оливи, що надходить у направляючу втулку, та для усунення підсмоктування оливи в циліндр через зазори втулки, на верхні впускні клапани, під опорну шайбу ставлять захисні металеві чи гумові ковпачки 6. З цією же метою на внутрішній поверхні втулки роблять спеціальну нарізку.

Щоб підвищити довговічність выпускних клапанів, застосовують спеціальні пристрої, що забезпечують повертання клапана під час роботи двигуна. При цьому виключається можливість утворення на фасці клапана нагару, що є причиною нещільного закриття клапана, яке веде до швидкого вигорання його фаски під дією розпечених газів, що прориваються через зазор.

Тому в деяких конструкціях верхніх клапанів між опорною шайбою 4 (рис. 2.15,б) пружини і конічними сухарями 5 ставлять проміжну сталеву втулку 7, що стикається із шайбою вузькою кільцевою поверхнею, ретельно обробленою і загартованою до високої твердості. Внаслідок малого тертя в з'єднанні, куди попадає олива, клапан може повертатися під впливом зусилля, переданого через коромисло, та вібрацій, що виникають у вузлі клапан-пружини.

Для примусового повертання выпускного клапана при кожному його відкритті (ЗІЛ) застосовують спеціальний механізм 4 (рис. 2.16,а і б). Він складається з нерухомого корпусу 1, у похилих каналах якого розташовані п'ять кульок 8 з поворотними пружинами 10, дискової пружини 7 і опорної шайби 6 із замковим кільцем 5. Механізм установлений на направляючій втулці клапана в поглибленні головки, а клапанна пружина упирається в опорну шайбу.

Коли клапан закритий і тиск клапанної пружини невеликий, дискова пружина 7 вигнута зовнішнім краєм догори, а внутрішнім краєм спирається у виступ корпусу 9. При цьому кульки 8 пружиною 10 віджаті в канавках у крайнє положення (схема I).

При відкритті клапана тиск клапанної пружини зростає і передається через опорну шайбу 6 дисковій пружині 7, що випрямляється (схема II). При цьому внутрішній край пружини відходить від виступу корпусу 9, і пружина 7, спираючись на кульки 5, передає на них весь тиск, внаслідок чого кульки переміщуються в поглиблення канавок корпусу (схема III), викликаючи поворот дискової пружини 7 і разом з нею опорної шайби 6, клапанної пружини і клапана.

Коли клапан закривається, тиск на дискову пружину 7 зменшується, і вона, вигинаючись, знову упирається внутрішнім краєм на виступ корпусу 9, звільняючи кульки 8, які під дією пружин 10 перемищуються у вихідне положення. Таким чином, при кожному відкритті клапана він примусово повертається на деякий кут.

Передатні деталі

До передатних деталей механізму газорозподілу відносяться штовхальники з направляючими втулками, а при верхнім розташуванні клапанів з нижнім розподільним валом, додатково штанги і коромисла.

Штовхальник служить для передачі осьового зусилля від кулачка розподільного вала на стрижень клапана чи на штангу. Застосовуються наступні типи штовхальників: плоскі, грибоподібні (рис. 2.17, а), циліндричні (рис. 2.17, б) і підйомні (рис. 2.17, в). Штовхачі виготовляють зі сталі чи чавуну. Робочі поверхні їх шліфують і піддають термообробці для одержання високої твердості. На торцеву робочу поверхню грибоподібних і циліндричних сталевих штовхачів звичайно наплавляють вибілений чавун, що має високу зносостійкість.

Штовхач роблять пустотілим для зменшення маси, а отже, і сил інерції, що виникають при його русі. У тілі штовхача іноді наявні бокові отвори для проходу оливи до його третьової поверхні. Ці отвори іноді використовуються також для закріплення штовхальника у блоці за допомогою шпильки в піднятому стані при монтуванні чи зніманні розподільного вала.

Для усунення однобічного зносу опорної робочої поверхні грибоподібний і циліндричний штовхачі, звичайно, встановлюють таким чином, щоб при набіганні кулачка штовхач повертався навколо своєї осі.

Це досягається невеликим зсувом осі штовхача щодо середини кулачка чи виготовленням робочої поверхні штовхача опуклої (сферичної) радіусом приблизно 750 мм, а поверхні кулачка конічної (конусністю 7,5-30°). При цьому точка контакту кулачка зі штовхачем трохи зміщується щодо його осі (рис. 2.17, г).

На кінці підйомних штовхачів (ЯМЗ), встановлюваних у бронзових втулках на спеціальній осі біля розподільного вала, на голчастому підшипнику змонтований сталевий, із загартованою робочою поверхнею, ролик, що торкається робочої поверхні кулачка розподільного вала. У під'ятник штовхальника спирається наконечник штанги.

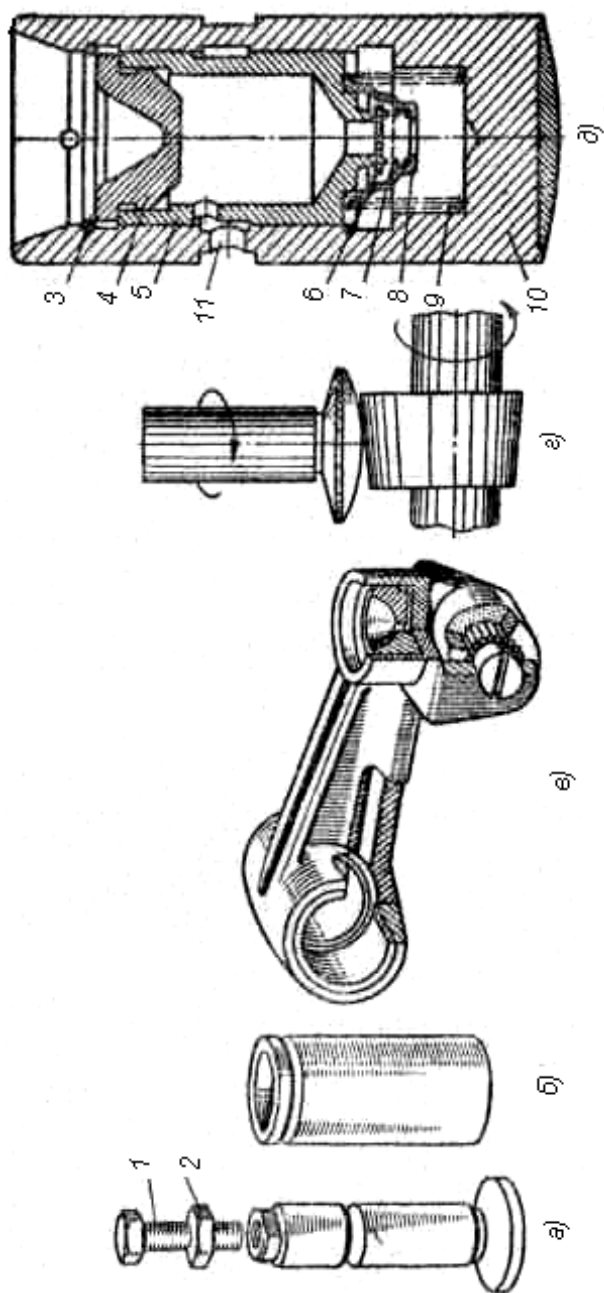


Рис. 2.17 – Типи штовхачів

У випадку нижнього розташування клапанів для можливості регулювання зазору між клапаном і штовхачем в останній ввертають регулювальний болт 1 (рис. 2.17,а) з контргайкою 2. При вивертанні болта зазор між штовхачем і стрижнем клапана зменшується, при загвинчуванні болта - збільшується. Контргайкою болт стопорять у встановленому положенні. Для зменшення шуму при роботі механізму газорозподілу в деяких двигунах застосовують гідравлічні штовхачі, що працюють без зазору в клапанному механізмі.

У корпусі 10 гідравлічного штовхача (рис. 2.17, д) установлений плунжер 5 з упором 4 для штанги. Плунжер постійно віджимается догори пружиною 9. Переміщення плунжера обмежуються стопорним кільцем 3. У нижній частині плунжера під ковпачком 8 установлений пластинчастий клапан 6 із пружиною 7. У порожнину плунжера і нижню порожнину штовхача постійно нагнітається олива через бокові отвори 11 з оливної магістралі двигуна.

Коли клапан закритий, пружина 9 віджимає плунжер 5 догори. Плунжер, упираючись у штангу, усуває зазори в клапанному механізмі. При підйомі штовхача тиск штанги на плунжер 5 зростає, і він починає переміщатись вниз щодо штовхача.

Тиск оливи в нижній порожнині штовхальника збільшується, пластинчастий клапан 6 відразу закривається, і вся система, внаслідок нестисливості оливи в порожнині, переміщується догори як одне ціле, забезпечуючи тим самим відкриття клапана.

При зворотньому опусканні штовхача тиск штанги на плунжер 5 зменшується, і нижня порожнина штовхача знову поповнюється оливою через пластинчастий клапан, що відкрився, внаслідок чого компенсується можливий витік оливи через зазор між штовхачем і плунжером. Таким чином, плунжер штовхача, упираючись під дією пружини в штангу, завжди усуває зазор між коромислом і стрижнем клапана.

Між тим стрижень клапана і штанга можуть вільно подовжуватися при нагріванні; при цьому плунжер трохи опускається і його пружина стискається.

У більшості двигунів штовхачі встановлюють без втулок безпосередньо в отвори припливів нижньої стінки камери штовхачів у блоці.

Штанга 11 (рис. 2.15, б) використовується для передачі зусилля від штовхача до коромисла при верхньому розташуванні клапанів. Штанга має трубчастий перетин і виготовляється зі сталі чи дюралюмінію.

Застосування штанг із дюралюмінію, що розширюється так само, як і алюмінієвий сплав, з якого виготовлено блок і головки цилін-

дрів, забезпечує велику стабільність зазору між клапанами і коромислами при нагріванні двигуна.

На кінцях штанги закріплюються сталеві наконечники зі сферичними поверхнями, загартованими до високої твердості. Нижнім кінцем штанга спирається у гніздо штовхача, а верхнім кінцем – у регулювальний гвинт коромисла.

Коромисло 8 (рис. 2.15, б) служить для зміни напрямку переданого руху. Коромисла виготовляють з сталі чи ковкого чавуну і встановлюють на бронзових втулках чи без них на осях 9, що за допомогою стійок закріплені на головці циліндрів.

Одне плече коромисла носком розташовується над стрижнем клапана, а інше з'єднується зі штангою. Носок коромисла загартований до високої твердості. Для регулювання зазору між стрижнем клапана і носком коромисла в останнє загвинчено регулювальний гвинт 10, у який упирається штанга. Гвинт фіксується контргайкою.

У деяких моделях двигунів з верхнім розташуванням розподільного вала ("Жигулі") замість коромисла встановлено важіль 2 (рис. 2.13, а), що спирається одним кінцем на сферичний наконечник регулювального гвинта 5, який фіксується контргайкою 6. Верхньою обробленою площиною (потилицею) важіль розташований проти кулачка розподільного вала, а носок важеля притиснутий до стрижня клапана 1 під дією плоскої пружини 7.

Розподільний вал і його привід

Розподільний вал забезпечує своєчасне відкриття і закриття клапанів. Вал має впускні 4 і випускні 2 кулачки (рис. 2.18), опорні шийки 1, шестерню 5 для приведення в дію оливного насоса і розподільника запалювання й ексцентрик 3, що приводить до руху паливної насос у карбюраторних двигунах. Вал штампують зі сталі чи відливають з чавуну і піддають обробці різанням. Шийки і кулачки шліфують. Усі робочі поверхні вала піддають загартуванню до високої твердості. Вздовж вала та у шийках іноді роблять канали для проходження оливи.

Для кожного циліндра в чотиритактних двигунах є два кулачки: впускний і випускний. Форма (профіль) кулачка забезпечує плавний підйом і опускання клапана та відповідну тривалість його відкриття. Профіль впускних і випускних кулачків на вала може бути різним чи однаковим, залежно від прийнятих для даного двигуна фаз газорозподілу.

У рядному чотирициліндровому двигуні вершини однойменних кулачків розташовують під кутом 90° (рис. 2.18, а), у шестициліндровому двигуні під – кутом 60° (рис. 2.18, б). Кут уста-

новки різнойменних кулачків залежить від фаз газорозподілу. Вершини кулачків розташовують відповідно до прийнятого для двигуна порядку роботи з урахуванням напрямку обертання вала. За довжиною вала впускні і випускні кулачки чергуються залежно від розташування клапанів.

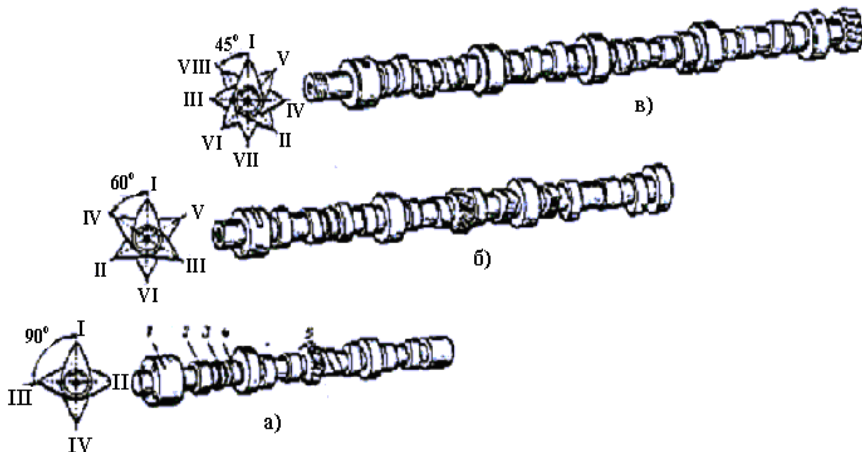


Рис. 2.18 – Типи розподільних валів

У V-подібних двигунах розташування вершин кулачків на загальному для обох секцій блоці розподільного вала залежить від чергування тактів у циліндрах, кута розвалу і прийнятих фаз газорозподілу. Розподільний вал V-подібного восьмициліндрового карбюраторного двигуна показаний на рис. 2.18, в.

При нижньому розташуванні розподільного вала його встановлюють у картері на опорах, що являють собою отвори у стінках і перегородках картера, у яких запресовані сталеві тонкостінні біметалічні чи триметалічні втулки. Число опор розподільного вала для двигунів різних типів різне.

Для зручності установки вала в підшипниках (особливо за великої кількості опор) шийки вала у двигунах деяких моделей роблять різного діаметра, який зростає від задньої стінки до передньої.

Осьові переміщення розподільного вала в більшості двигунів обмежуються упорним фланцем 3 (рис. 2.19, а), закріпленим на блоці і розташованим з визначеним зазором між торцем передньої шийки вала 4 і маточиною шестерні 6.

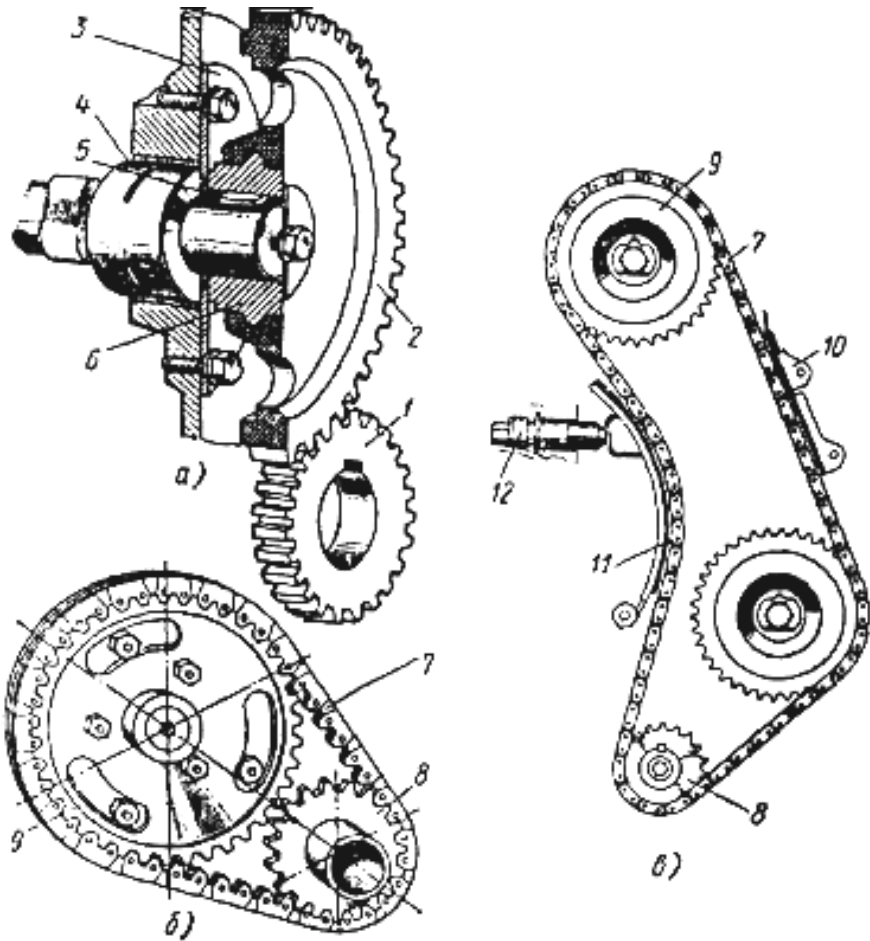


Рис. 2.19 – Типи приводу розподільного вала

Зазор між опорним фланцем і торцем шийки вала встановлюють для двигунів різних марок у межах 0,05-0,2 мм. Величина цього зазору визначається товщиною розпірного кільця 5, закріпленого на вала між торцем його шийки і маточиною шестерні.

Розподільний вал приводиться в обертання від колінчатого вала за допомогою зубчатої чи ланцюгової передачі. За зубчатої передачі на кінці колінчатого і розподільного валів закріплюють розподільні шестерні 1 і 2 (рис. 2.19, а). Для підвищення безшумності і плавності роботи шестерні виготовляють з косими зубцями. Шестерню 2

розподільного вала звичайно роблять із пластмаси - текстоліту зі сталевією маточиною, а шестерню І колінчатого вала - зі сталі.

За ланцюгової передачі, що забезпечує велику безшумність роботи, на кінцях колінчатого і розподільного валів закріплюють зірочки 8 і 9 (рис. 2.19, б), з'єднані сталевим гнучким безшумним ланцюгом 7. Зуб'я ланцюга входять у зачеплення з зуб'ями зірочок.

При верхньому розташуванні розподільного вала він шийками лежить у гніздах у перегородок, відлитих на головці блока, чи у спеціальних опорах, закріплених на ній.

Верхній розподільний вал приводиться в рух ланцюговою передачею, що складається з зірочок 8 і 9 (рис. 2.19, б), закріплених на валах, і довгого сталевого роликівого ланцюга 7. Для підтримки нормального натягу ланцюга 7 є спеціальний натяжний пристрій у виді пересувної зірочки чи колодки 11 з регулювальним механізмом 12. Надмірні коливання і вібрації тягової ділянки ланцюга усуваються спеціальною пластмасовою колодкою 10 (заспокоювачем).

Шестерні або ланцюгова передача приводу розподільного вала закриті кришками.

Для забезпечення необхідного порядку роботи клапанів і фаз газорозподілу розподільні шестерні і ланцюговий привід при зборці встановлюють за спеціальними мітками.

2.1.3.1 Робочий цикл двотактного карбюраторного двигуна

В такому двигуні немає спеціального газорозподільного механізму. Замість нього циліндр має вікна (рис. 2.20): впускне вікно 7, що з'єднує циліндр 4 з карбюратором, випускне вікно 2 і пропускне вікно 6, що з'єднує циліндр 4 з герметичним картером 8 за допомогою каналу 7.

Поршень, що рухається в середині циліндра, у визначеній послідовності відкриває і закриває вікна, виконуючи функції газорозподільного механізму.

В циліндр двотактного двигуна з кривошипно-камерною продувкою пальна суміш з карбюратора надходить через картер. Для підготовки двигуна до роботи необхідно провести підготовчу дію.

Перший хід - впуск пальної суміші в картер, другий хід - перепуск пальної суміші з картера у циліндр.

При першому такті поршень 8 (рис. 2.20, а) рухається знизу вгору і боковою поверхнею спочатку закриває одне пропускне вікно 4, а потім і випускне вікно 7.

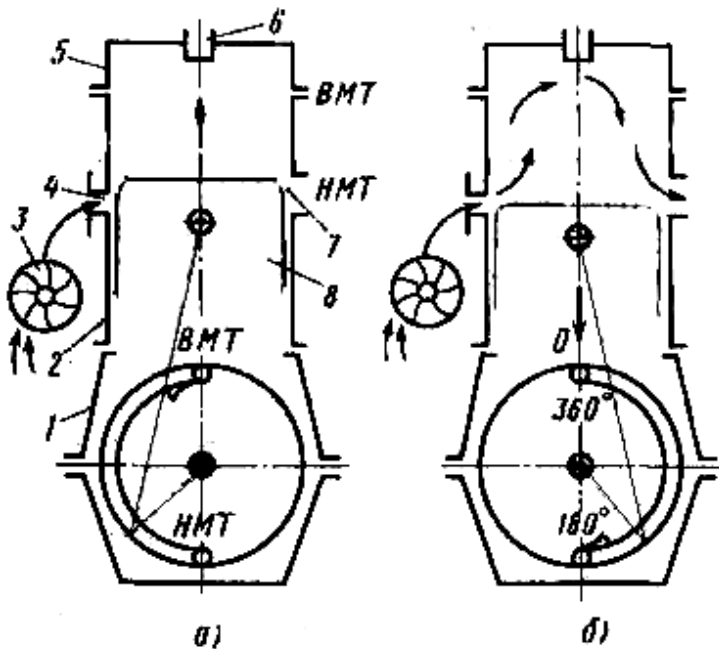


Рис. 2.20 – Схема робочого циклу двотактного карбюраторного двигуна:

а) стиск робочої суміші та впуск пальної суміші у картер; б) робочий хід і випуск відпрацьованих газів та перепуск суміші з картеру у циліндр; 1 – герметичний картер; 2 – блок циліндрів; 3 – повітря; 4 – впускне вікно; 5 – головка блока; 6 – свіча запалювання; 7 – випускне вікно; 8 – поршень

У циліндрі відбувається стиск робочої суміші, а в картер у результаті розрідження з карбюратора надходить пальна суміш. При підході поршня до ВМТ між електродами свічі запалювання б з'являється електрична іскра, яка підпалює суміш у циліндрі і вона згорає.

При другому такті гарячі гази, що утворилися, розширюються, тиснуть на поршень, який опускається вниз (рис. 2.20,б). Виконується робочий хід.

Наприкінці робочого ходу поршень спочатку відкриває випускне вікно 7, і відпрацьовані гази через глушник виходять до атмосфери.

Опускаючись нижче, поршень відкриває пропускне вікно 4, і пальна суміш по каналу надходить у циліндр. Циліндр заповнюється пальною сумішшю, яка витісняє відпрацьовані гази. Незначна части-

на пальної суміші разом з відпрацьованими газами виходить до атмосфери і не бере участі в робочому циклі.

Для поліпшення робочого циклу двотактного карбюраторного двигуна в циліндрі, як правило, роблять по два вікна для впуску пальної суміші, випуску газів і перепуску суміші. Картер у такого двигуна сухий, тобто оливу в нього не наливають. Оливу, необхідну для змащення двигуна, додають у паливо у певній пропорції (1:15 чи 1:20), ретельно перемішують, а потім оливоно-паливну суміш заливають у паливний бак.

Пальна суміш, яка надходить з карбюратора в картер і потім у циліндр, складається з бензину, оливи і чистого повітря.

2.1.3.2 Робочий цикл двотактного дизеля

У двигуні з робочим двотактним циклом (рис. 2.21) застосовано прямоточну клапанно-щілинну продувку циліндра 6 від відпрацьованих газів, що відробили.

В головці блока 5 над кожним циліндром встановлено по два випускних клапани 4. Ротори повітряного компресора 7 подають повітря у повітряну камеру 7, що оточує всі циліндри. Тиск повітря в камері досягає 0,14-0,15 МПа. Повітря з камери надходить в середину циліндра через його вікна 2, розташовані під деяким кутом до радіуса циліндра.

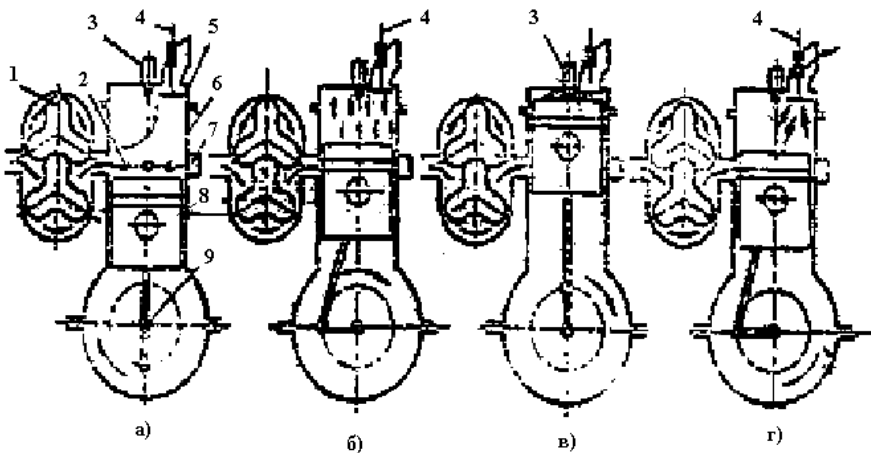


Рис. 2.21 – Схема робочого циклу двотактного дизельного двигуна:
а – продувка циліндра та наповнення його повітрям; б – стиснення повітря;
в – робочий хід; г – випуск відпрацьованих газів

Перший такт – це продувка і стиск. На початку першого такту (рис. 2.21,а) поршень 8 знаходиться у НМТ, при цьому випускні клапани 4 і вікна 2 відкриті. Відбувається продувка циліндра повітрям, що надходить з повітряної камери 7. Надійшовши через вікна 2 у циліндр, повітря одержує обертальний рух і через відкриті випускні клапани виходить в атмосферу.

Потім поршень 8 починає підніматися від НМТ до ВМТ (рис. 2.21,б).

На початку свого руху поршень боковою поверхнею закриває вікна 2, а слідом за цим закриваються і клапани 4. У циліндрі відбувається стиск повітря, який до кінця стиску зростає до 5,0 МПа, а температура до 600-700 °С.

Коли поршень знаходиться біля ВМТ, у сильно нагріте і стиснене повітря з насоса-форсунки 3 під великим тиском (до 140 МПа) вприскується мілкорозпошене паливо. Воно нагрівається, загорається і згорає (рис. 2.21, в). Тиск у циліндрі підвищується до 8-10 МПа, а температура до 1800-2000 °С.

Другий такт - це робочий хід і випуск. Він починається розширенням гарячих газів, що тиснуть на поршень, який переміщається від ВМТ до НМТ, виконуючи робочий хід.

При русі поршня вниз (рис. 2.21, г) збільшується об'єм, який займають гази, і зменшується їх тиск та температура. До приходу поршня в НМТ відкриваються випускні клапани 4, і відпрацьовані гази виходять з циліндра в атмосферу через глушник.

Опускаючись нижче, поршень відкриває вікна 2, і в циліндр надходить повітря.

Нове повітря через відкриті випускні клапани витісняє гази з циліндра в атмосферу. При цьому частина повітря також виходить в атмосферу разом з газами. Потім робочий цикл повторюється в тій же послідовності.

2.1.3.3 Порівняння чотиритактних і двотактних карбюраторних та дизельних двигунів

Найбільшого поширення на автомобілях одержали чотиритактні двигуни.

Якщо порівняти ці двигуни, то двотактні мають наступні переваги: простіші за влаштуванням через відсутність клапанів з їх приводами; мають менше підготовчих ходів, вал обертається більш рівномірно, тому що на кожний оберт колінчатого вала припадає робочий хід, за однакових частот обертання колінчатих валів та інших

параметрів двотактні двигуни теоретично повинні розвивати вдвічі більшу потужність, ніж чотиритактні.

Однак потужність зростає лише на 60-65%, оскільки двотактні двигуни мають також і недоліки: втрата пальної суміші через випускні вікна при продувці циліндра, перевитрата палива, що знижує економічність двигуна, погане очищення циліндра від відпрацьованих газів, погіршене наповнення пальною сумішшю циліндра.

Тому двотактні двигуни не застосовують на автомобілях, а використовують частіше на мотоциклах або як пускові двигуни.

Порівнюючи дизелі і карбюраторні двигуни, відзначимо наступні переваги дизелів: економічні, тому що менше (на ~ 30 %) витрата палива на одиницю виконаної роботи; працюють на дешевому і менш небезпечному в пожежному відношенні паливі, ніж бензин; у відпрацьованих газах міститься менше токсичних речовин, дизельне паливо справляє меншу корозійну дію на деталі двигуна; більше обертальний момент і краще приємність автомобіля за малої частоти обертання колінчатого вала; більш надійна робота, тому що відсутня система запалювання.

Однак дизелі мають і недоліки: взимку сутужніше пустити двигун, за однакової потужності дизелі більше за розмірами і важче, тому що працюють зі значними навантаженнями; більш гучна і жорстка робота.

2.1.3.4 Принцип дії газотурбінних автомобільних двигунів

Функціональну схему газотурбінного автомобільного двигуна зображено на рис. 2.22. Повітря з атмосфери засмоктується компресором 2 через повітрязаборник 1 і нагнітається в теплообмінник 9, де воно нагрівається, а потім надходить у камеру згорання 8.

Паливо, що вприскується безупинно в камеру згорання, згорає, і гази, які утворюються, направляються на лопатки турбіни 4 компресора, а потім на лопатки силової турбіни 5.

Впливаючи на лопатки обох турбін, гази рухаються з високою швидкістю та змушують їх обертатися незалежно одна від іншої. Через вал 3 приводиться в обертання компресор 2, а через вал 6 момент від силової турбіни передається на трансмісію через редуктор 7.

Гарячі гази, що виходять з турбін, направляються в теплообмінник 9, де підігрівають повітря, яке подається у камеру згорання, після чого викидаються в атмосферу.

Деталлю газотурбінного двигуна, яка безупинно сприймає енергію газів, є колесо силової турбіни, що робить тільки обертальний рух.

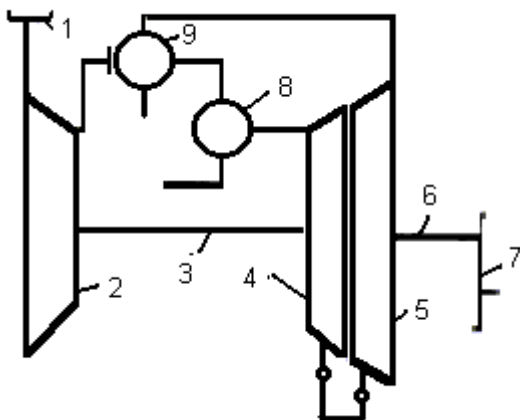


Рис. 2.22 – Схема газотурбінного двигуна з двома валами

Безперервність робочого процесу дозволяє одержати великі потужності за невеликих розмірів газових турбін, а відсутність кривошипно-шатунного механізму виключає нерівномірність обертання вала, що властиве поршневим двигунам.

Автомобільні газотурбінні двигуни мають і інші переваги перед поршневими. Це сприятлива зміна обертального моменту, можливість працювати на будь-якому рідкому або газоподібному паливі, легкий пуск за низьких температур, менш токсичні продукти згоряння.

Основним недоліком газотурбінних автомобільних двигунів є їх складність і висока вартість виробництва, а за відсутності теплообмінника - низька економічність.

Тому область застосування таких двигунів обмежується автомобілями великої вантажопідйомності.

2.1.3.5 Принцип дії роторно-поршневих автомобільних двигунів

На деяких автомобілях на сьогодні установлюють роторно-поршневі двигуни (рис. 2.23). Внутрішня порожнина статора 9 має складну геометричну форму.

У статорі на підшипниках закріплений вал 8, на якому жорстко закріплений ексцентрик 7. На ексцентрику вільно встановлений тригранний ротор-поршень 4.

Зубчастий вінець 3 ротора знаходиться в зачепленні з нерухомою шестернею 2, закріпленою на статорі. Передавальне відношення зубчастого зачеплення забезпечує при одному обороті ротора-поршня

три обороти вала. У статорі є порожнина для рідинного охолодження, впускний 6 і випускний 5 канали та установлена свіча запалювання 1.

Тригранний поршень-ротор розділяє внутрішню частину статора на три порожнини, об'єм яких змінюється при обертанні ротора. У кожній порожнині відбуваються процеси робочого циклу, аналогічні процесам у трьотактному карбюраторному двигуні.

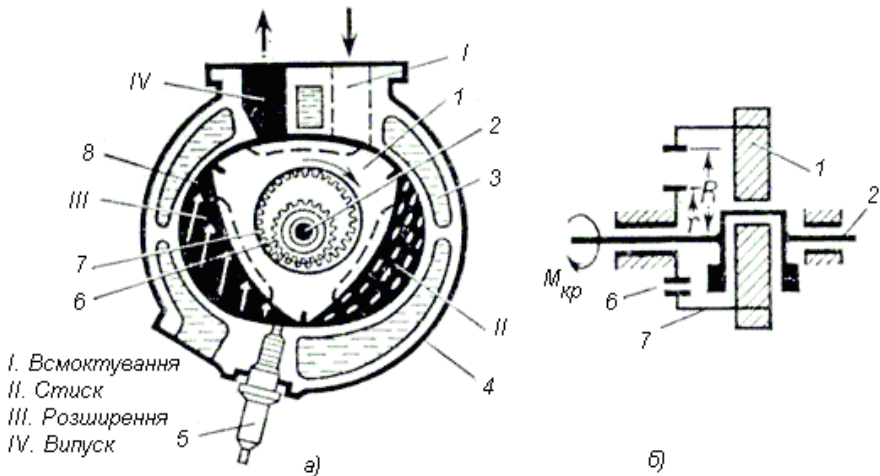


Рис. 2.23 – Схема роботи роторно-поршневого двигуна

Коли поршень знаходиться в положенні, показаному на рис. 2.23, а, в об'ємі, який обмежений гранню II-III, відбувається робочий хід, тобто відбувається розширення газів.

Тиск газів сприймається ротором-поршнем та приводить його і вал двигуна в обертання. У той же час з об'єму А, обмеженого гранню III-I, відпрацьовані гази витісняються через канал 5 в атмосферу, а в об'ємі Б (грань I-II поршня) починається стиск робочої суміші.

При подальшому повороті ротора-поршня продовжується розширення в об'ємі Е (рис. 2.23, б).

В об'ємі Г, що збільшується, відбувається впуск свіжої пальної суміші з карбюратора через канал 6, а у зменшуваному об'ємі Д – стискання свіжої пальної суміші.

На рис.2.23, в зображений момент, коли випускний канал 5 цілком відкритий і з об'єму К виходять відпрацьовані гази, а в об'єм Ж продовжується впуск пальної суміші. У цей час в об'ємі И стисну-

та робоча суміш запалюється електричною іскрою від свічі запалювання 1.

У положенні, показаному на рис. 2.23, м, в об'ємі, що обмежений гранню I-II поршня, починається розширення газів, тобто робочий хід.

Таким чином, у кожній із трьох порожнин роторно-поршневого двигуна послідовно відбувається впуск, згоряння і розширення, а також випуск.

Ці процеси швидкоплинні, тому що в існуючих роторно-поршневих двигунах частота обертання вала $n=6000-8000$ об/хв. Збільшення потужності таких двигунів досягається установкою на валу декількох роторів поршнів.

2.1.4 Система змащення двигуна

Призначення системи змащення і застосування оливи

Система змащення двигуна призначена для подачі оливи до всіх тертьових деталей двигуна при його роботі, внаслідок чого зменшуються втрати потужності на тертя між деталями та знос тертьових поверхонь. Крім того, олива, проходячи між деталями двигуна, охолоджує їх і виносить продукти зносу. За тривалої роботи двигуна олива поступово забруднюється і розріджується, тому її необхідно вчасно міняти.

Для змащення двигунів застосовують оливи мінерального походження, одержувані шляхом переробки нафти після відгону з неї рідких палив. Отримані з нафти оливи сортують і очищають. Основними найбільш важливими властивостями олив, застосовуваних для двигунів, є маслянистість, в'язкість, чистота (відсутність механічних домішок і кислот). Маслянистість визначає властивість оливи надійно обволікати тертьові деталі оливною плівкою, яка добре утримується, що поліпшує умови роботи деталей. В'язкість визначає густоту оливи, її плинність за визначеної температури і здатність проникати в зазори тертьових деталей.

Для підвищення якості олив до них додають спеціальні присадки, які містять речовини, що підвищують здатність оливи змазувати поверхні тертьових деталей – маслянистість, роблять більш стабільною її в'язкість за коливань температури, знижують температуру охолодження і зменшують кислотну агресивність оливи. Присадки сприяють також вимиванню смолистих відкладень із зазорів тертьових деталей і т.п. Смолисті відкладення з'являються в результаті впливу високої температури на оливу і її окислювання.

Залежно від пори року і кліматичних умов, для змащення двигуна варто застосовувати оливу певної в'язкості. Взимку в'язкість оливи повинна бути менше, оскільки олива з великою в'язкістю за низької температури густіє й у холодному двигуні погано проникає в зазори тертьових деталей, також затрудняється заливання оливи і пуск холодного двигуна. Влітку в'язкість оливи повинна бути більшою, оскільки олива з малою в'язкістю за підвищеної температури стає ще більш рідкою, легко видавлюється із зазорів і стікає з деталей, не забезпечуючи нормального змащення двигуна.

Для змащення автомобільних карбюраторних двигунів в основному застосовують оливи марок АС-8 і АС-10. Позначення оливи розшифровується таким чином: А – автомобільна; С – спосіб очищення даної оливи – селективне очищення; цифрою позначається в'язкість оливи в сантистоксах (сСТ) за температури 100 °С.

Оливу з в'язкістю 8 сСТ (менша в'язкість) застосовують для змащення двигунів у холодний час (навесні, взимку, восени), а також в будь-який сезон. Оливу з в'язкістю 10 сСТ (велика в'язкість) – у літню пору й у зонах з підвищеною температурою повітря.

Для автомобільних двигунів з більш форсованим швидкісним режимом (легкові автомобілі) застосовують більш високоякісні оливи марок М12Г, М8Г і М10Г. З них олива М10Г є всесезонною, оливу М12Г застосовують у теплий час року, а оливу М8Г – у холодний час.

Для чотиритактних дизелів, деталі яких працюють у більш тяжких умовах і з великими навантаженнями, використовують спеціальні високоякісні дизельні оливи з присадками. Так, для дизелів ЯМЗ-236 і ЯМЗ-238 взимку застосовують оливу ДС-8, а влітку – оливу ДС-11; для дизелів ЯМЗ-240 взимку – оливу ДС-8, а влітку для дизелів без турбонадува – моторну оливу М10В і з турбонадувом – моторну оливу М10Г.

Принцип роботи комбінованої системи змащення

В автомобільних двигунах частіше використовується комбінована система змащення, за якій основні найбільш навантажені тертьові деталі двигуна змазуються оливою під тиском, а до інших деталей олива подається розбризкуванням і самопливом.

Основними частинами (рис. 2.24) такої системи змащення є оливний піддон 11, службовий резервуар для оливи; оливний насос 16, що нагнітає оливу до тертьових деталей, з оливоприймачем 13 і сітчастим фільтром; редукційний клапан 17, що обмежує граничний тиск оливи в системі; оливні фільтри грубого 5 і тонкого очищення

оливи або один повнопоточний фільтр; мастилопроводи 14 і канали, по яких олива надходить до тертьових частин; показчик 6, що контролює тиск у системі мащення; показчик 21 рівня оливи (оливавимірювальний стрижень) і оливозаливна горловина 2.

При роботі двигуна олива насосом 16 через сітку оливоприймача засмоктується з піддона 11 і нагнітається через фільтр 5 грубого очищення або повнопоточний фільтр у головну магістраль 7, розташовану в блоці. Фільтр обладнаний перепускним клапаном 4, що пропускає у випадку сильного забруднення фільтруючого елемента оливу в магістраль, минаючи фільтр. З магістралі олива по каналах у перегородках блока поступає до корінних підшипників 10 колінчатого вала, змазує їх і далі по каналах у щоках вала подається до шатунних підшипників 9. Надлишок оливи видавлюється через зазори із шатунних підшипників і при обертанні їх разом з валом розприскується у виді оливного туману по всьому двигуні, змазуючи всі інші деталі: стінки циліндрів, поршневі пальці, розподільний вал, штовхальники і т.д.

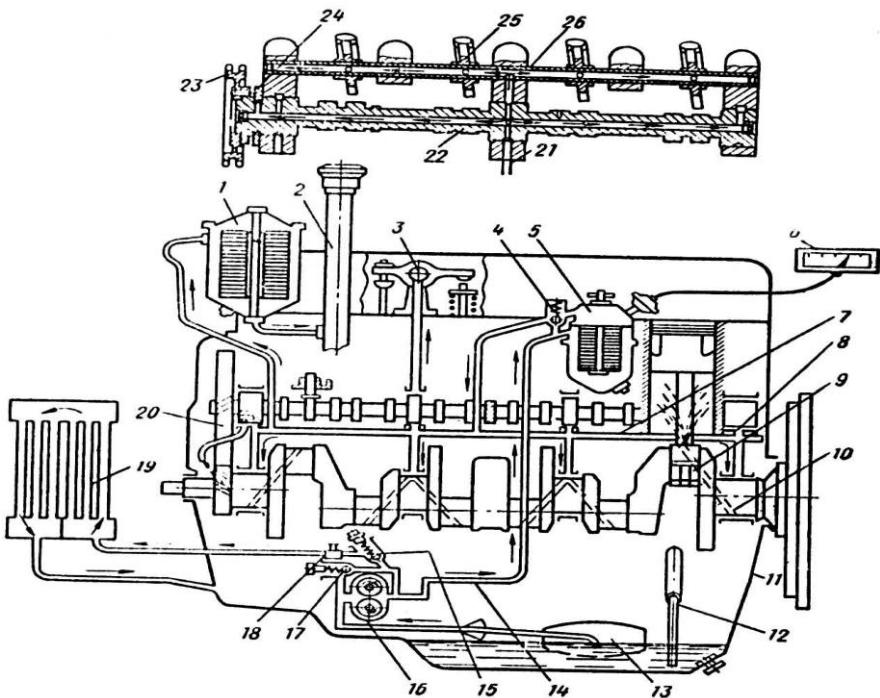


Рис. 2.24 – Схема комбінованої системи змащування двигуна

Шатунні шийки колінчатого вала у двигунів звичайно мають внутрішні порожнини – брудовловлювачі. Ці порожнини використовуються для додаткового відцентрового очищення оливи, що значно поліпшує умови роботи шатунних підшипників, знижуючи їх знос.

Найбільш навантажена частина стінок циліндрів і кулачки розподільного вала іноді змазуються додатково пульсуючими струменями оливи, що розприскується через спеціальний отвір в нижній голові шатуна у момент збігу його з каналом шатунної шийки.

При нижньому розташуванні розподільного вала з головної магістралі олива також підводиться під тиском до підшипників 8. Через канал у передній шийці вала олива надходить пульсуючим струменем на розподільні шестерні 20 і упорний фланець вала. У деяких двигунів із шатунних підшипників по каналах у тілі шатунів олива надходить до верхньої головки шатуна для змащення поршневого пальця.

У двигунів з верхніми клапанами олива підводиться також до порожніх осей 3 коромисел клапанів пульсуючим струменем через канавку або отвори на одній із шийок розподільного вала. Через отвори в осях олива проходить до підшипників коромисел, далі, по каналах у них до верхніх головок штанг. Стікаючи по штангах униз, олива змазує штовхальники.

При верхнім розташуванні розподільного вала 22 олива по каналу 21 у блоці і головці підводиться до однієї з опор вала і далі пульсуючим струменем по каналу у ньому до інших його опор і кулачків. З передньої опори олива надходить до упорного фланця 24 розподільного вала, тяжкої зірочки 23 і ланцюгової передачі. Олива також надходить у порожні осі 26 коромисел 25 і змазує їх.

У комбінованій системі змащення застосовують одинарне або подвійне очищення оливи. При одинарному очищенні вся олива, що нагнітається насосом у головну магістраль, проходить через повнопоточний оливний фільтр, що забезпечує добре очищення оливи.

При подвійному очищенні, крім послідовно включеного фільтра грубого очищення 5, є ще фільтр тонкого очищення, що включається в систему паралельно. Через фільтр тонкого очищення олива проходить невеликими порціями, ретельно очищається і зливається назад у піддон картера.

У фільтрах, що включаються в систему послідовно, встановлюють перепускний клапан 4.

Для охолодження оливи в систему змащення деяких двигунів входить оливний радіатор 19 із краном включення 18 і запобіжним клапаном.

Оливний насос

Оливний насос призначений для подачі оливи під тиском до тертьових частин двигуна. З цією метою застосовують одно- або двосекційні насоси шестерного типу. Односекційний насос складається з наступних деталей : корпусу 2 із кришкою 3, вала 9, встановленого в корпусі, шестерні 1 приводу насоса, закріпленої на зовнішньому кінці вала, нагнітальних шестерень – тягової 7, що кріпиться на внутрішньому кінці вала, і тяжної 5, що вільно обертається на осі в корпусі. До корпусу приєднується оливоприймач із сітчастим фільтром (рис. 2.25).

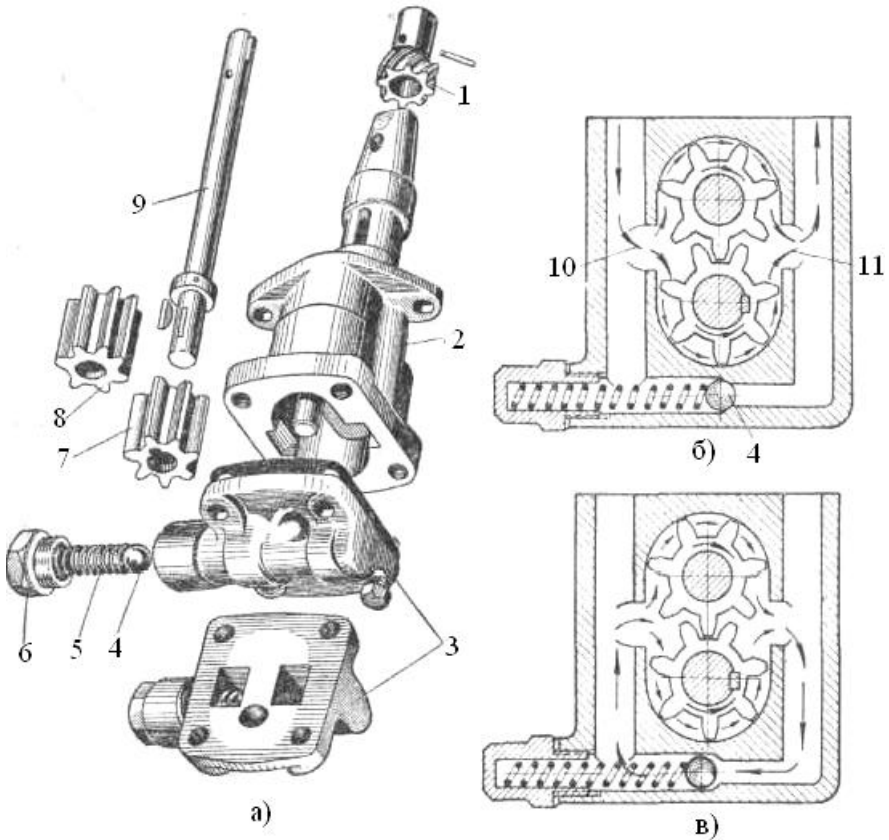


Рис. 2.25 – Оливний насос та редукційний клапан

Нагнітальні шестерні знаходяться в нижній камері корпусу і щільно підігнані до його стінок; знизу камера закрита кришкою. Корпус відливають з чавуну або алюмінієвого сплаву.

Нагнітальні шестерні виготовляють зі сталі. Ведену шестерню часто роблять металевокерамічною.

Насос приводиться в дію від розподільного вала двигуна за допомогою шестерень.

При обертанні вала насоса нагнітальні шестерні в корпусі обертаються у протилежних напрямках.

Олива, що надходить з картера двигуна до впускної порожнини 10 насоса, попадає в западини між зубами і при обертанні шестерень переноситься до нагнітальної порожнини 11.

При вході зубів у зачеплення олива видавлюється з западин, накопичується в нагнітальній порожнині, та в ній створюється тиск, під дією якого олива надходить до тертьових деталей.

У двосекційному насосі в загальному корпусі встановлені дві пари нагнітальних шестерень, розділених одна від іншої пластиною і які приводяться до руху від загального вала. Кожна секція насоса нагнітає оливу до визначених вузлів системи змащення.

Насос 2, що кріпиться у середині картера двигуна або на картері, засмоктує оливу з його піддону через оливоприймач 4. Останній складається зі сталевих штампованих корпусу (ковпака) і закріпленого в ньому сітчастого фільтра з каркасом. Цей фільтр захищає шестерні насоса від улучення між ними великих механічних часток.

Оливоприймач кріпиться на визначеній відстані від нормального рівня оливи безпосередньо на корпусі насоса або окремо в картері і з'єднується з насосом трубою 3.

Між корпусом і верхнім краєм фільтра оливоприймача звичайно є вузька щілина, що забезпечує надходження оливи до насоса при забрудненні сітки фільтра.

Разом з валом оливного насоса 2, що приводиться в дію від розподільного вала 1, звичайно приводиться в рух і вал розподільника запалювання (рис. 2.26).

Редукційний клапан призначений для обмеження тиску оливи в оливопроводах системи змащення. Тиск оливи може підвищитися за дуже великої кількості обертів колінчатого вала або при надмірно густій оливі, наприклад, у холодному двигуні.

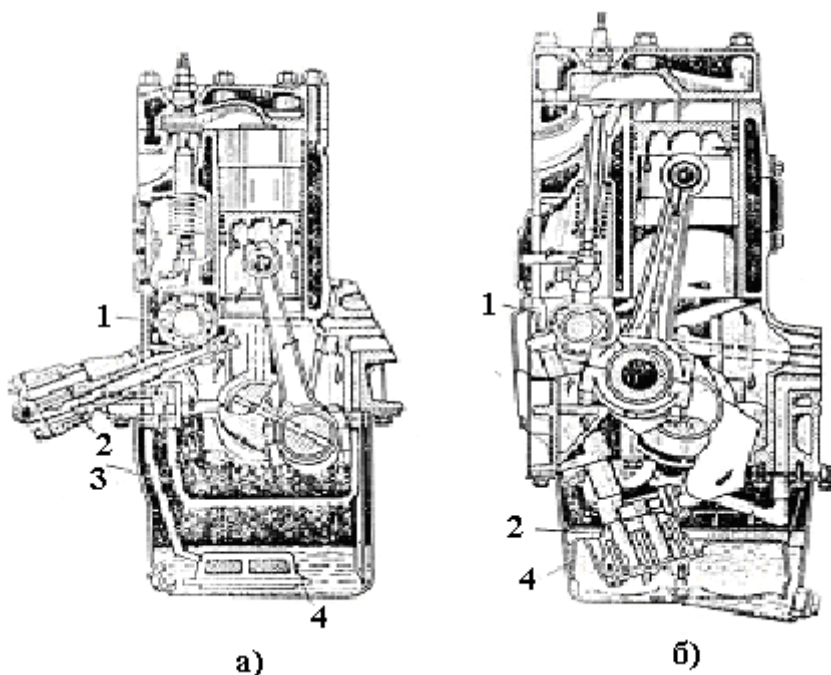


Рис. 2.26 – Встановлення оливного насоса на двигуні

Редукційний клапан

Редукційний клапан звичайно ставлять у корпусі насоса (рис. 2.25). Він складається з поршенька або кульки 4, що встановлюється в каналі корпусу і навантажується пружиною 5. У канал зовні вкручена пробка 6. За нормального тиску оливи кулька 4 закриває канал, який з'єднує нагнітальну порожнину 11 насоса з впускною порожниною 10 або зі зливальним отвором картера. Якщо тиск оливи вище за нормальний, клапан під дією цього тиску відкривається, здавлюючи пружину, і пропускає оливу з нагнітальної порожнини до впускної або безпосередньо до картера через зливальний отвір. Таким чином обмежується граничний тиск оливи в магістралі. Тиск у системі змащення можна регулювати, переміняючи затягування пружини вкручуванням пробки 6. Це регулювання роблять при зборці двигунів на заводі або в ремонтній майстерні.

Редукційний клапан у деяких двигунах встановлюється в корпусі зовнішнього фільтра або в іншому місці оливної магістралі.

Продуктивність оливного насоса в новому двигуні звичайно трохи перевищує необхідну, щоб у випадку зносу його деталей і витoku оливи через зазори, що збільшуються, у механізмах забезпечувалася надійна подача достатньої кількості оливи до деталей. Тому в незношеному двигуні надлишкове олива, що нагнітається насосом у магістраль, зливається також через редукційний клапан. Іноді з цією метою в систему змащення включають спеціальний зливальний клапан.

Оливні фільтри

Оливні фільтри призначені для очищення оливи від механічних домішок, у результаті чого збільшується тривалість його роботи.

При роботі олива забруднюється частками металу, нагару і пилу, що проникає в картер. Ці механічні домішки, потрапляючи разом з оливою до тертьових деталей, збільшують їхній знос, і тому повинні бути вилучені з оливи (рис. 2.27).

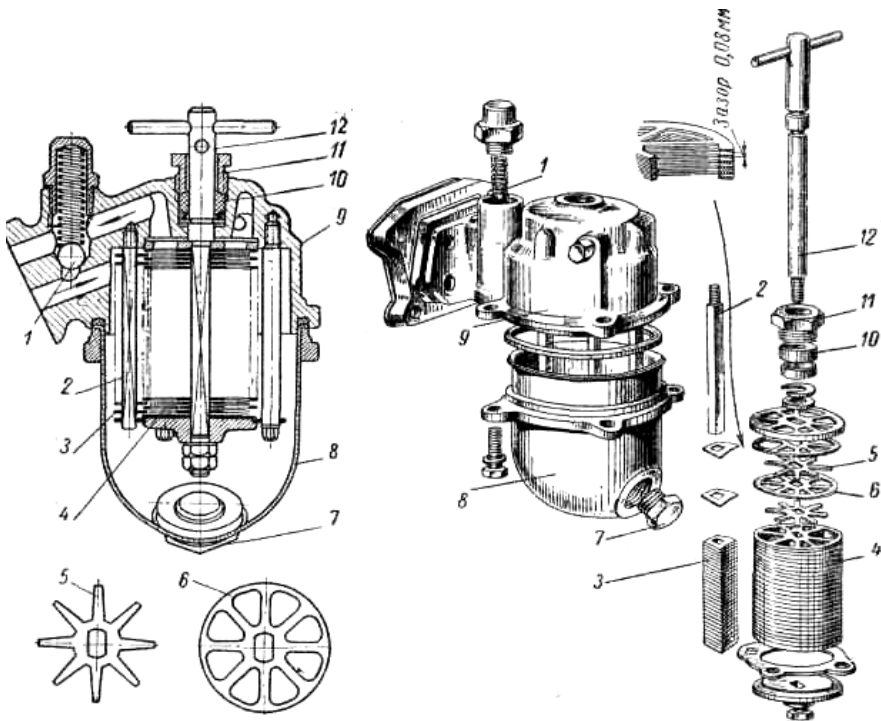


Рис. 2.27 – Оливний фільтр грубого очищення оливи пластинчато-щілинного типу

Від великих часток олива очищається сітчастим фільтром у оливоприймачі насоса, що захищає останній від підвищеного зносу або поломок.

Крім того, для більш ретельного очищення оливи використовуються спеціальні фільтри, що встановлюють на двигуні зовні.

У двигунах деяких моделей застосовують подвійне очищення оливи, для чого застосовують два зовнішніх оливних фільтри, з яких один призначений для попереднього (грубого) очищення оливи від великих механічних домішок, а інший - для остаточного (тонкого) очищення оливи. Залежно від призначення, фільтр приєднують до оливної магістралі послідовно або паралельно.

Для грубого очищення оливи широко розповсюджений металевий пластинчастий щілинний фільтр із рукояткою для ручного очищення фільтруючого елемента. До литого корпусу 9 такого фільтра знизу прикріплений ковпак відстійника 8.

В середині фільтра знаходиться фільтруючий елемент 4, що складається з великої кількості тонких металевих пластин двох видів: фільтруючих пластин-дисків 6 і проміжних пластин-зірочок 5, встановлених по черзі так, що між фільтруючими пластинами 6 по зовнішній поверхні утворюються вузькі зазори (0,08 мм).

Стрижень 12, на якому закріплені пластини, проходить через отвір у корпусі 9 назовні, і його можна повертати разом з елементом за рукоятку. Стрижень на корпусі ущільнюється сальником 10, що кріпиться гайкою 11.

У зазори між пластинами фільтруючого елемента по зовнішній їх частині входять нерухомі пластини 3, що очищають, закріплені в корпусі на шпильці 2.

Неочищена олива надходить через канал корпусу в ковпак і частково в ньому відстоюється.

Під дією тиску в системі олива продавлюється крізь щілини у фільтруючому елементі, очищаючись при цьому від механічних домішок, проходить в середину елемента і по іншому каналу в корпусі надходить у двигун.

Бруд, що осаджується на зовнішній поверхні елемента й у його зазорах, видаляють, повертаючи зовнішню рукоятку стержня. Елемент при цьому повертається, і пластини, що очищають, що входять в його зазори, знімають бруд.

У деяких конструкціях такого фільтра рукоятка 15 з'єднується зі стрижнем 12 через муфту вільного ходу, що складається з втулки

14 рукоятки, що вільно сидить на стрижні, і пружини 13, верхнім кінцем з'єднаною з втулкою і щільно посадженою на стрижень 12.

При повороті рукоятки в одну сторону пружина закручується і заклинює рукоятку на стрижні, унаслідок чого останньому передається обертання.

При повороті рукоятки у зворотну сторону пружина, розкручуючись, обертання на стрижень не передає. За допомогою такої рукоятки зручніше повертати фільтруючий елемент.

Для випуску відстою бруду в нижній частині ковпака зроблено спускний отвір, закритий пробкою 7.

Оливний фільтр грубого очищення включений в оливну магістраль послідовно. При послідовному включенні вся олива, що нагнітається насосом у головну магістраль, проходить через фільтр і очищається в ньому.

Фільтр обладнується перепускним клапаном 1, який пропускає оливу в магістраль крім нього, коли він не встигає пропускати оливу, що підводиться до нього за надлишкової подачі і загустінні оливи або при забрудненні фільтра.

Для грубого очищення оливи застосовують також фільтри з металевим фільтруючим елементом (ЯМЗ), виготовленим з латунної стрічки або сітки.

Для тонкого очищення оливи в карбюраторних двигунах використовують фільтри типу АСФО (автомобільний суперфільтр-відстойник) або ДАСФО (буква Д означає, що фільтр двосекційний).

Такий фільтр (рис. 2.28) складається з корпусу 7, центральної трубки 15, закріпленої в корпусі, кришки 3, що закриває корпус і закріпленої болтом 1 на центральній трубці, і фільтруючого елемента 5, розташованого в корпусі на трубці і закріпленого підтискною пружиною 2.

Фільтруючий елемент типу АСФО набраний з картонних суцільних 13 і вирізних 14 пластин, установлених почергово і зібраних у патрон, що зверху і знизу закритий металевими кришками і стягнутий дужками. На верхній кришці є напис «Верх».

Виймають елемент за допомогою рукоятки. Фільтруючий елемент типу ДАСФО набирається з картонних суцільних пластин 12 і прокладок 11 радіальними канавками.

Кінці прокладок загинаються на краї пластин. Прокладки сусідніх пластин розташовуються під кутом 90°.

Елемент, встановлений у корпус фільтра на центральній трубці, ущільнюється картонними сальниками 4, розташованими в металевих кришках елемента.

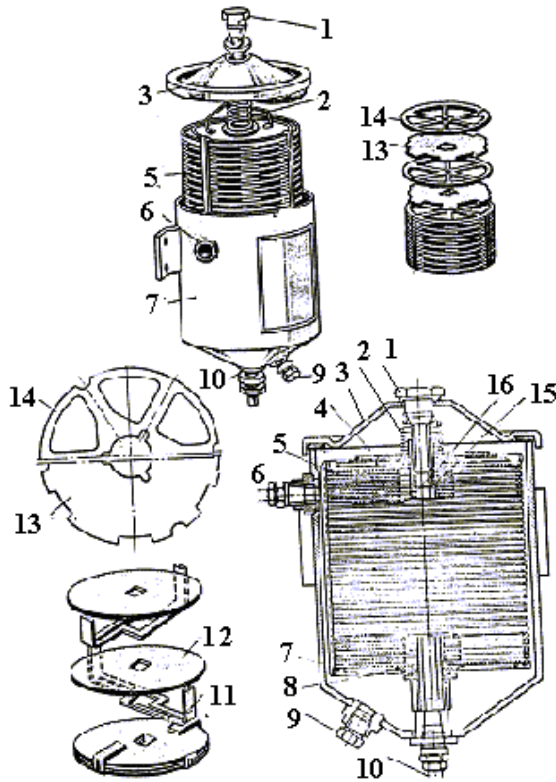


Рис. 2.28 – Оливний фільтр тонкого очищення оливи з фільтруючим елементом типу АСФО та ДАСФО

У центральній трубці є канал і калібрований отвір 16 діаметром 1,5 мм, через який олива з центральної порожнини елемента надходить у оливовідвідну трубку 10 фільтра.

Калібрований отвір обмежує кількість оливи, що проходить через фільтр у випадку порушення щільності з'єднання частин фільтруючого елемента.

Цим попереджується збільшення кількості оливи, що пропускається фільтром, і надмірне падіння тиску оливи в системі.

В одній із кришок елемента над сальником є один пропускний отвір 8 діаметром 11 мм або більше дрібних отворів, через які олива завжди надходить з корпусу фільтра до центральної порожнини елемента, внаслідок чого зменшується швидкість проходження фільтруючої частини оливою через елемент і забезпечується більш ретельне її очищення.

Крім того, в результаті постійної циркуляції оливи через фільтр прискорюється її прогрів за низької температури після пуску двигуна. За ступенем нагрівання корпусу фільтра можна визначити його працездатність.

Внаслідок малої пропускної здатності, фільтр тонкого очищення приєднують до оливної магістралі паралельно.

Олива підводиться до фільтра з головної магістралі двигуна по бічний оливопідвідній трубі 6. З фільтра по центральній оливовідвідній трубі 10 олива зливається в картер двигуна.

Олива, що надходить у фільтр, відстоюється в корпусі, потім надходить в утворені вирізами пластин 14 або прокладками 11 порожнини елемента і відстоюється в них.

Проходячи з малою швидкістю через щілини перегородок стиснутих пластин і прокладок у видавлені на них канали (щілинна фільтрація) і через пористий матеріал самих прокладок, олива добре очищується.

По каналах перегородок відфільтрована олива надходить до центральної порожнини елемента, основна (нефільтрована) частина оливи проходить у цю порожнину через пропускний отвір 8.

Далі вся олива з центральної порожнини через калібрований отвір 16, що визначає загальну пропускну здатність фільтра, надходить у центральну трубку 15 і по оливовідвідній трубі 10 зливається назад у картер двигуна.

Оскільки 16 на центральній трубі калібрований, то в оливний фільтр тонкого очищення одночасно надходить тільки невелика частина оливи (10-20%), що подається насосом.

Через наявність пропускних отворів 8 у кришці елемента фільтрації піддається лише невелика частина оливи, що проходить через фільтр (приблизно 7-8%).

Однак у процесі роботи двигуна вся олива поступово пропускається через фільтр, піддаючись тонкому очищенню.

В результаті тривалого відстою оливи в корпусі фільтра й у порожнинах елемента та унаслідок тонкої фільтрації забезпечується добре її очищення.

У процесі роботи фільтруючий елемент забруднюється, і його необхідно замінити.

Для спуску відстою з корпусу фільтра служить спускний отвір, закритий пробкою 9.

Фільтруючі елементи АСФО і ДАСФО випускаються певних розмірів для двигунів різних марок.

У деяких моделях двигунів фільтри грубого і тонкого очищення монтуються разом у загальному корпусі.

При одинарному очищенні оливи застосовують один повнопоточний фільтр зі змінним фільтруючим елементом, що забезпечує ретельне очищення оливи від механічних домішок.

Повнопоточний фільтр включається в систему змащення послідовно. Такий фільтр складається з корпусу 7 із закріпленою на ньому через прокладку за допомогою болта 5 кришки 1 і змінного фільтруючого елемента 5, у якому для фільтрації оливи використовується звичайно спеціальний пористий папір (картон).

Фільтруючий елемент являє собою внутрішній металевий перфорований циліндр із кришками-каркасами, у якому встановлений паперовий патрон, згорнутий у циліндр гофрованої картонної стрічки (рис. 2.29).

Елемент встановлений на центральній трубці 4 і болті 5, по торцях ущільнюється кільцями 3 з оливоупорної гуми і фіксується пружиною 8. Олива від насоса по каналу кришки надходить до порожнини корпусу, де з неї вилучаються крупні механічні домішки.

Проходячи через пори паперового патрона, олива фільтрується і по трубці і каналу корпусу подається в магістраль.

Повнопоточний фільтр оснащений перепускним клапаном 2. За мірою забруднення фільтруючого елемента б все більша частина оливи проходить через перепускний клапан не очищаючись.

Щоб запобігти сильному забрудненню, елемент, що фільтрує, варто періодично замінювати. Використовують також фільтри з паперовим фільтруючим елементом нерозбірного типу.

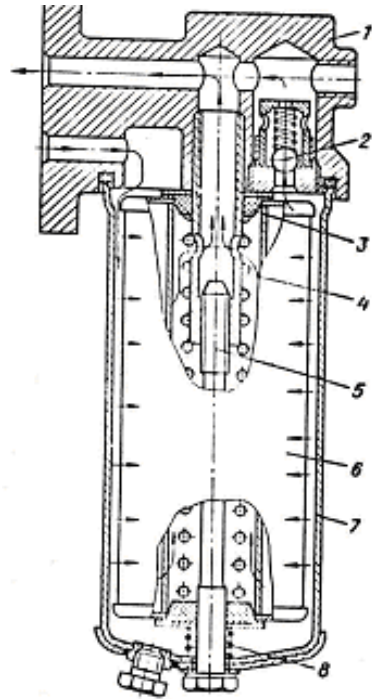


Рис. 2.29 – Оливний фільтр розбірного типу з паперовим фільтруючим елементом

Фільтр відцентрового очищення оливи з реактивним приводом

В автомобільних двигунах для очищення оливи, використовують також фільтри відцентрового типу з реактивним приводом (відцентровий двигун), конструкцію якого наведено на рис. 2.30 та рис. 2.31.

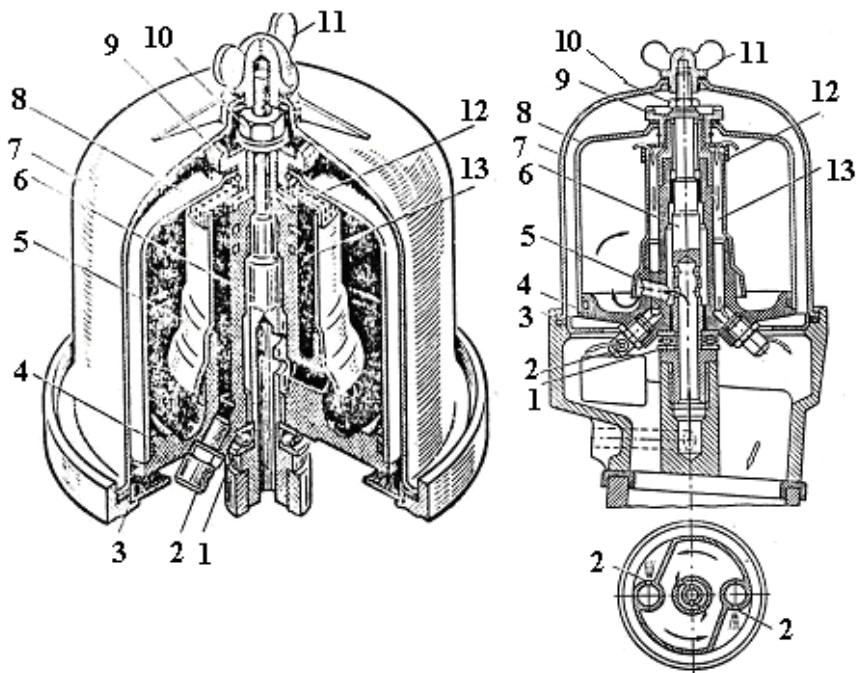


Рис. 2.30 – Неповнопоточний центробіжний очищувач оливи

У відцентровому очищувачі не треба періодично замінити фільтруючий елемент, олива достатньо добре очищається від механічних домішок.

Відцентрові очищувачі можуть бути неповнопоточними (рис. 2.30) і повнопоточними (рис. 2.31).

У першому випадку відцентровий очищувач включається у систему змащення паралельно, і через нього проходить тільки частина оливи, що нагнітається в систему змащення насосом; після очищення олива зливається в піддон картера.

Повнопоточний відцентровий очищувач включається послідовно в систему змащення, і через нього проходить вся олива, що надходить від насоса.

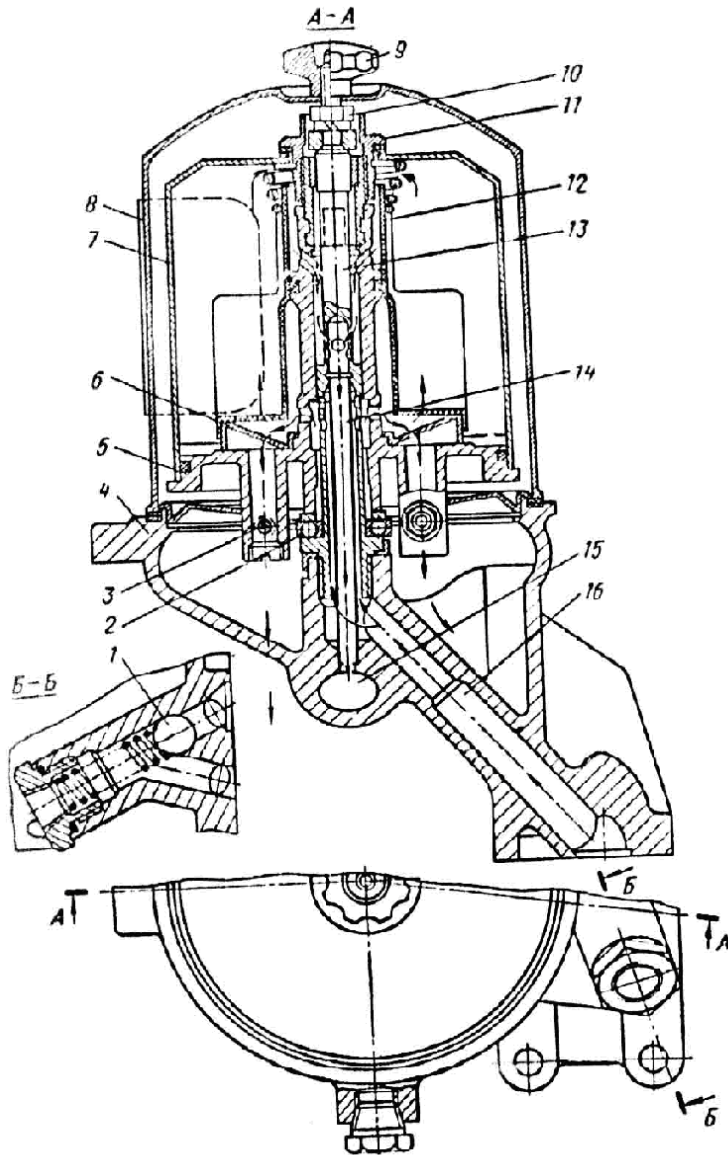


Рис. 2.31 – Повнопоточний центробіжний очищувач оливи

Основна частина оливи, що очищається у відцентровому очищувачі, надходить у оливну магістраль, а невелика частина оливи,

що витрачається на привід ротора очищувача, злива-ється в оливний піддон.

Неповнопоточний відцентровий очищувач має корпус 3, закритий сталевим штампованим ковпаком 7, що встановлений на прокладці і затягнутий гайкою 11 на центральному стрижні 6, закріпленому в корпусі.

На стрижні під ковпаком на втулках встановлений обертовий ротор, що складається з основи 4 і кришки 8 (кожуха). Вона закріплена на підставі через прокладку гайкою 9.

Під ротором розташований упорний шарикопідшипник. Осьові переміщення ротора на стрижні обмежуються упорною шайбою з гайкою 10. Знизу в підставу ротора вкручені жиклери 2 із протилежно спрямованими отворами.

Олива, що нагнітається до очищувача насосом через канал у стрижні 6 і бічні отвори припливу підстави ротора 4, направляється щитком 5 і надходить під кришку в порожнину ротора.

У неповнопоточного відцентрового очищувача олива з порожнини ротора проходить через сітчастий фільтр 12 і канали 13 до жиклерів 2 і виштовхується через них у корпус двома сильними протилежно спрямованими струменями.

При цьому, унаслідок виникнення реактивних сил, ротор одержує обертальний рух.

За тиском оливи, що надходить до очищувача, близько 0,4-0,6 МПа ротор обертається зі швидкістю 5000-7000 об/хв.

Площа основи ротора трохи менша за площу верхньої частини його кришки 8, тому на кришку діє надлишковий тиск оливи, і ротор при обертанні трохи підніє (спливає), що полегшує його обертання і зменшує навантаження на опорний підшипник. Підйом ротора обмежений шайбою під гайкою 10, наведеною на центральний стрижень.

При швидкому обертанні ротора всі механічні домішки, наявні в оливі, що проходить через ротор, під дією відцентрових сил відкидаються до стінки його кришки, на якій осідають щільним шаром.

Ретельно очищена олива, що розприскується через жиклери, стікає в корпус 3 очищувача і далі, по каналу у блоці, в піддон картера, відкіля вона направляється для змащення третьових деталей двигуна і на очищення у відцентровому очищувачі.

У повнопоточному відцентровому очищувачі вся олива, що нагнітається насосом, надходить по каналу 16 корпусу до порожнини ротора 7.

Невелика частина оливи, проходячи через фільтр 6, виштовхується через жиклери 3, викликаючи обертання ротора 7, і зливається потім у картер.

Основна частина оливи, проходячи через ротор 7, очищається в ньому під дією відцентрової сили і далі надходить через верхні отвори припливу підстави 5, отвір у стрижні 13 і по центральній трубці 14 у канал 15 корпусу, а потім у головну магістраль блока.

Повнопоточний фільтр відцентрового очищення оливи має перепускний клапан 11, що перепускає зайву оливу з нагнітального каналу 16 корпусу до зливого каналу 15.

Періодично ротор відцентрового очищувача потрібно розбирати й очищати від відкладень бруду, що зібралися в ньому.

Живлення відцентрового очищувача здійснюється або від загального односекційного оливного насоса, або від спеціальної секції насоса.

Для нормальної роботи відцентрового очищувача з реактивним приводом необхідний трохи підвищений тиск оливи, ніж звичайно.

Крім розглянутого типу відцентрового очищувача з реактивним приводом ротора, на деяких моделях двигунів застосовують відцентрові очищувачі з механічним приводом, монтуючи цей очищувач безпосередньо на передньому кінці колінчатого вала двигуна.

Оливний радіатор

При роботі двигуна температура картерної оливи не повинна сильно підвищуватися, щоб уникнути падіння його в'язкості.

Часткове охолодження оливи здійснюється в піддоні картера й у корпусах зовнішніх фільтрів, унаслідок продуву їх повітрям від вентилятора системи охолодження та при русі автомобіля.

Для більш інтенсивного охолодження картерної оливи застосовують масляні радіатори, що бувають з повітряним або водяним охолодженням.

При повітряному охолодженні оливний радіатор трубчастого або пластинчастого типу, включений у оливну магістраль, ставлять перед радіатором водної системи охолодження двигуна.

При цьому оливний радіатор проохолоджується повітрям, що просмоктується за допомогою вентилятора.

Радіатор 19 підключається до оливної магістралі паралельно, а в його оливопідвідному трубопроводі ставиться запобіжний клапан 15, що відкривається за надлишкового тиску 0,04-0,05 МПа, і радіатор, що відключає, при падінні тиску оливи в основній

магістралі нижче цієї величини. З радіатора охолоджена олива зливається безпосередньо в піддон.

Для включення радіатора оливопровід, що підводить до нього оливу, забезпечується краном 18.

Олива в радіатор подається або від загального оливного насоса, або від окремої спеціальної його секції. Оливний радіатор включають за підвищеної температури повітря (вище 20° С) або за тяжких умов роботи автомобіля.

При водяному охолодженні оливний радіатор розміщується в корпусі, через який проходить вода системи охолодження двигуна.

Радіатор з водяним охолодженням забезпечує не тільки охолодження оливи при роботі в тяжких умовах, але і швидкий прогрів його при пуску двигуна.

Пристосування і прилади для контролю рівня і тиску оливи

Для заливання оливи в піддон картера на двигуні є оливозаливна горловина, що закривається кришкою. Горловина розташовується збоку на картері або на кришці при верхніх клапанах.

Оливу необхідно наливати в картер до певного рівня, що повинен підтримуватися у процесі роботи двигуна.

При переповненні картера надмірна кількість оливи розприскується на стінки циліндрів і попадає в камери згоряння; при цьому нагароутворення в камерах згоряння підсилюється.

За недостатньої кількості оливи погіршується змащення тертьових деталей двигуна, що приводить до підвищеного зносу або навіть до їх заїдання.

Рівень оливи перевіряють оливовимірjuвальним стрижнем, який являє собою металеву лінійку, що вставляється в картер через спеціальний отвір у ньому, оснащений трубкою.

На нижньому кінці стрижня, що знаходиться в оливі, є контрольні мітки граничних рівнів оливи – верхнього і нижнього.

Тиск оливи в системі змащення контролюють за покажчиком тиску, розташованим на щитку приладів перед водієм. В основному застосовуються покажчики тиску оливи з електричним живленням.

Для контролю за системою змащення використовують також сигнальну лампу аварійного тиску, що загоряється при падінні тиску оливи нижче 0,04-0,05 МПа.

Для зливу оливи в піддоні картера є отвір, що закривається пробкою на різьбленні.

Ущільнення в картері і пристосування для його вентиляції

Для запобігання витікання оливи з картера двигуна піддон щільно кріпиться до картера і ущільнюється спеціальною (корковою) прокладкою.

На передньому кінці колінчатого вала встановлюють оливавідбивач, а в картері ставлять сальник.

На задній корінній шийці вала звичайно є оливовідображувальний гребінь або різьблення, що скидають оливу; крім того, вал ущільнюється сальником.

При роботі двигуна в порожнину картера через нещільності поршневих кілець можуть прориватися гази з циліндрів. Це спричиняє підвищення тиску в картері і, як наслідок цього, видавлювання оливи назовні через ущільнюючі пристрої колінчатого вала.

Гази, що проникають у картер, мають різні домішки (сірчистий газ, пари води і бензину тощо), що, впливаючи на оливу, погіршують її якість, сприяють роз'їданню металевих шліфованих поверхонь, а пари бензину, конденсуючись, викликають розрідження змащення.

Для усунення цих шкідливих наслідків порожнина картера у двигунах сполучається з атмосферою і вентилюється. У двигунів більшості моделей застосовується примусова проточна відкрита вентиляція картера (рис. 2.32).

При цьому картерні гази відсмоктуються назовні безпосередньо в атмосферу по витяжній трубці 1, що має в нижній частині косий зріз, або по шлангу 2 у впускний трубопровід 8 двигуна через повітроочишувач 4.

У картер безупинно надходить свіже повітря через повітроочишувач системи живлення або через спеціальний фільтр 5 на оливозаливній горловині.

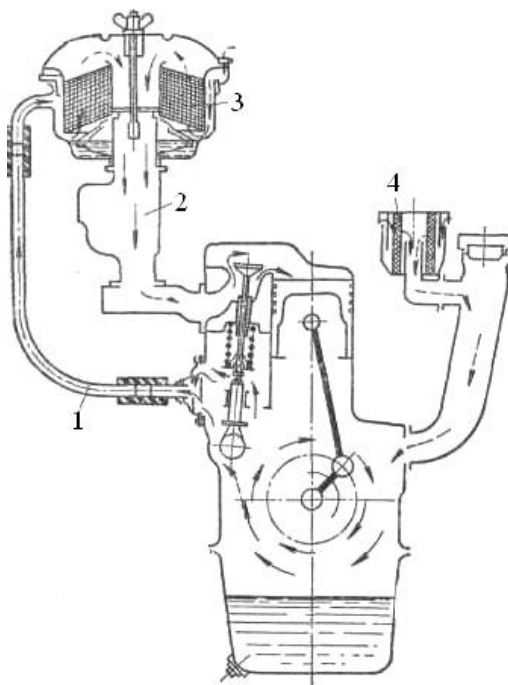


Рис. 2.32 – Схема вентиляції картера

Застосовується також примусова, закрита система вентиляції з обмеженим надходженням у картер свіжого повітря, що зменшує можливість окислювання оливи під дією кисню повітря.

2.1.5 Призначення і принцип роботи системи охолодження

Система охолодження служить для примусового відводу від циліндрів та головки двигуна тепла і передачі його навколишньому середовищу.

Потреба у системі охолодження викликана тим, що стінки циліндрів, камер згорання та внутрішні деталі двигуна, що стикаються з розпеченими газами, при роботі сильно нагріваються.

Якщо не відводити тепло від стінок циліндрів і камер згорання, то, внаслідок перегріву деталей двигуна, можливе вигорання шару змащення між ними і заїдання деталей, що рухаються, внаслідок надмірного їх розширення.

Система охолодження може бути повітряною або рідинною.

При повітряній системі охолодження (рис. 2.33, а) тепло від циліндрів та головки двигуна передається безпосередньо повітрю, що їх обдуває.

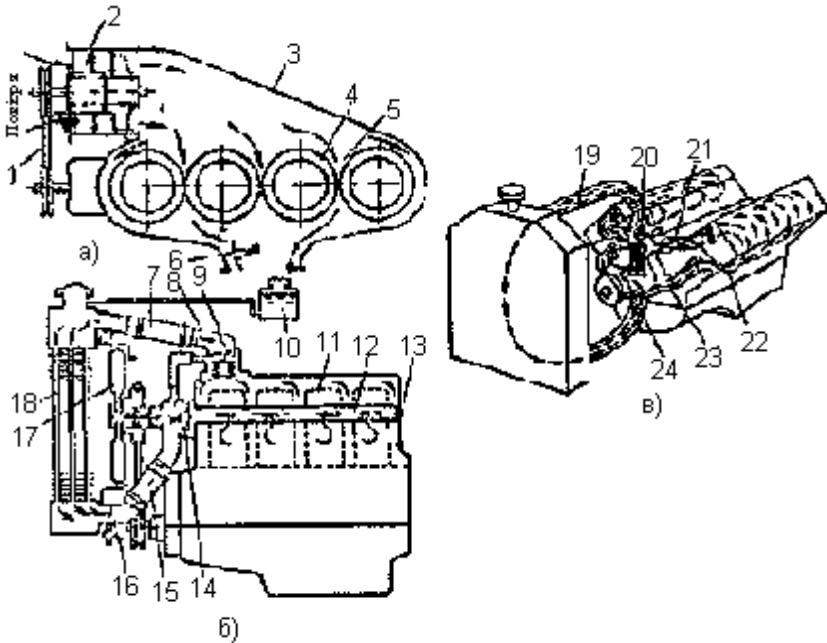


Рис. 2.33 – Схеми систем охолодження двигунів

Для збільшення поверхні тепловіддачі на циліндрах 5 і головці роблять охолоджуючі ребра 4, що відливаються з ними як одне ціле. Циліндри оточені металевим кожухом 3.

Через повітряну рубашку, що утворилася, проганяється за допомогою вентилятора 2 повітря, що охолоджує двигун.

Інтенсивність охолодження у двигуна регулюється спеціальними заслінками 6, установленими на вході холодного повітря в повітряну сорочку і виходу його з неї. Заслінки 6 управляються вручну або автоматично за допомогою термостатів.

Вентилятор осьового типу приводиться в дію пасовою передачею від шківів колінчатого вала.

Повітряна система охолодження застосовується лише на двигунах невеликої потужності. До переваг такої системи відносяться: простота влаштування, деяке зниження маси двигуна і зручність обслуговування.

Для більш потужних двигунів застосування повітряної системи охолодження зустрічає ряд труднощів через необхідність відводу великої кількості тепла та забезпечення рівномірного охолодження всіх поверхонь двигуна, які нагріваються.

До системи рідинного охолодження з примусовою циркуляцією рідини (рис. 2.33,б) входять водяні рубашки 11 і 13 відповідно головки та блока, радіатор 18, нижні 16 і верхні 8 сполучні патрубки зі шлангами 15 і 7, водяний насос 14 з водорозподільною трубою 12, вентилятор 17 і термостат 9.

Водою заповнюються водяні рубашки головки і блока, патрубки та радіатор. При роботі двигуна водяний насос, що приводиться від нього в дію, створює кругову циркуляцію води через водяну сорочку, патрубки та радіатор.

По водорозподільній трубі вода в першу чергу надходить до найбільш нагрітих поверхонь блока або головки (гнізда клапанів та інш.).

Проходячи по водяній сорочці блока і головки, вода омиває стінки циліндрів і камер згоряння і охолоджує двигун.

Нагріта вода по верхньому патрубку надходить у радіатор, де, розділяючись по патрубках на тонкі струмки, охолоджується повітрям, що просмоктується між трубками обертовими лопатами вентилятора.

Охолоджена вода знову надходить у водяну сорочку двигуна.

У деяких двигунах з верхніми клапанами вода від насоса примусово направляється тільки в сорочку головки, забезпечуючи інтенсивне охолодження сідел і патрубків випускних клапанів, і далі по патрубку, що відводить, потрапляє в радіатор.

Циліндри при цьому прохолоджуються водою, що циркулює в сорочці блока, внаслідок наявності різниці ніж температурами води у водяних рубашках блока і головки. Нагріта вода з водяної рубашки блока витісняється більш холодною водою, що надходить з водяної рубашки головки, чим забезпечується природна – конвекційна циркуляція води. При такому охолодженні температура стінок циліндрів трохи підвищується, що поліпшує умови їх змащення і знижує корозійний знос.

Термостат, встановлений у верхньому водяному патрубку, регулює циркуляцію води через радіатор, підтримуючи найвигіднішу температуру.

У V-подібних карбюраторних двигунах загальний водяний насос 24 (рис. 2.33, в), з'єднаний нижнім патрубком з радіатором і встановлений на одному валу з вентилятором, нагнітає воду по двох патрубках 23 до водорозподільних каналів у водяні рубашки 22 обох секцій блока.

Гаряча вода, що відводиться від головок по каналах 21, звичайно відлитих у верхній кришці блока, через загальний термостат 20 і верхній патрубок 19 надходить назад у радіатор.

На дизелях компонування елементів системи охолодження відрізняється від карбюраторних двигунів.

Залежно від засобів з'єднання порожнини системи охолодження з атмосферою, примусові системи охолодження поділяються на два типи: **відкриті** і **закриті**.

У відкритій системі порожнина верхнього бачка радіатора безпосередньо сполучається з атмосферою через паровідвідну трубку.

У закритій системі охолодження, яка застосовується на автомобілях, порожнина бачка може сполучатись з атмосферою за допомогою паровідвідної трубки тільки через спеціальний пароповітряний клапан, розташований у заливній горловині.

Тому при закипанні води в системі підтримується надлишковий тиск і підвищується температура кипіння.

Деякого поширення набула рідинна закрита система охолодження з розширювальним (конденсаційним) бачком 10 (рис. 2.33,б).

Бачок, розташований вище радіатора, з'єднаний з ним трубою. Запас рідини в бачку компенсує зниження її рівня у радіаторі.

У бачку також конденсуються пари рідини при її кипінні. Усе це обмежує необхідність доливання рідини в систему.

Влаштування елементів рідинної системи охолодження

Радіатор

Радіатор служить для охолодження води, яка поступає із водяної рубашки двигуна, і складається з верхнього і нижнього бачків, з'єднаних серцевиною.

Вода охолоджується повітрям, що проходить через серцевину радіатора. Верхній 11 (рис. 2.34, а) і нижній 6 бачки радіатора є збірними резервуарами для води. Бачки виготовляють з листової латуні; усі шви їх пропаюють.

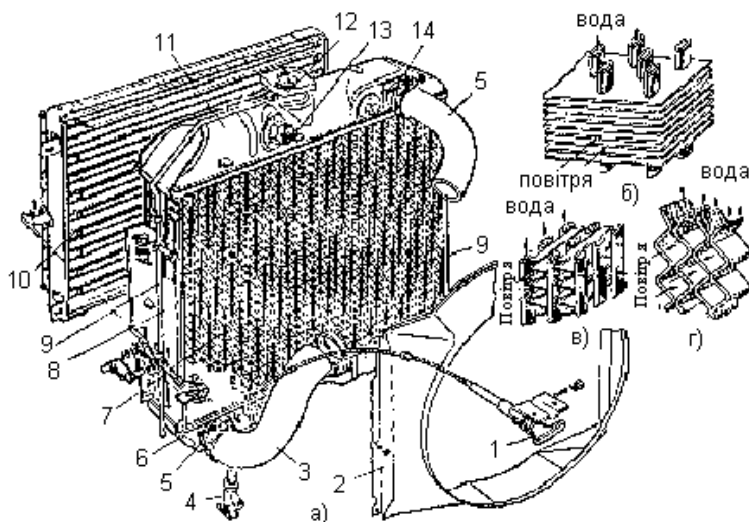


Рис. 2.34 – Елементи радіатора рідинної системи охолодження двигуна

У бачках є патрубки 14 і 5, що з'єднуються з патрубками водяної рубашки двигуна. У верхнього патрубка у середині бачка встановлений козирок, що розподіляє вхідну через патрубок воду по всьому бачку. У верхньому бачку 11 розташована горловина 12 для заливання води, що закривається; у горловину над пароповітряними клапанами впає трубка 9, нижній кінець якої виведено униз під радіатор.

Ця трубка служить для відводу пари з радіатора у випадку закипання води і називається **паровідвідною**.

Бачки з'єднуються за допомогою серцевини 7, що для відводу необхідної кількості тепла має велику поверхню охолодження (близь-

ко 15-25 м²), що забезпечується за малих зовнішніх розмірів та відповідає її конструкції.

Застосовують три типи сердцевин радіатора: трубчато-пластинчасту, трубчато-стрічкову та пластинчасту.

У трубчато-пластинчастому радіаторі (рис. 2.34, б) сердцевина складається з декількох рядів латунних трубок, кінці яких упаяні у верхній і нижній бачки. Для кращого охолодження води трубки роблять плоскими і розташовують у рядах шаховим порядком.

Поперек трубок встановлені у великій кількості тонкі латунні або сталеві пластини, що називаються "охолоджуючими ребрами", що збільшують поверхню охолодження сердцевини і сприяють інтенсивній віддачі тепла від води повітрю, яка проходить через сердцевину.

У трубчато-стрічковому радіаторі сердцевина також складається з декількох рядів плоских латунних трубок, розташованих у глибину одна за іншою (рис. 2.34, в).

Між сусідніми рядами трубок по всій їх висоті впаяна гофрована широка стрічка з червоної міді, що звичайно має спеціальні видавки і просічки.

За такої конструкції сердцевини її охолоджувана поверхня, за тих же розмірів, зростає, внаслідок чого такі радіатори широко застосовуються.

У пластинчастому радіаторі сердцевина утворюється декількома плоскими широкими гофрованими порожніми пластинами (рис. 2.34, г), розташованими по всій глибині сердцевини радіатора та спаяних виступів між собою.

У повітряні канали, утворені між трубками, додатково вставляють мідні пластини.

Для додання радіатору більшої міцності з обох його сторін припаюють або приварюють тверді сталеві боковини 8 (рис. 2.34, а).

З задньої сторони сердцевини радіатора звичайно закріплюють направляючий кожух 2, у якому обертаються лопати вентилятора. Кожух забезпечує більш інтенсивне проходження повітря через сердцевину.

Радіатор вставляють у рамку, до боковини якої його прикріплюють гвинтами. За допомогою рамки або спеціальних скоб радіатор закріплюють на рамі автомобіля на гумових подушках перед двигуном або кріплять його кронштейнами боковини до переднього щита моторного відсіку болтами.

Патрубки бачків радіатора з'єднані з патрубками двигуна гнучкими прогумованими шлангами 3, щільно закріпленими на патрубках стяжними хомутиками, що затягуються за допомогою гвинтів.

Унаслідок гнучкого з'єднання патрубків, двигун та радіатор без порушення з'єднання можуть мати деякі відносні зсуви.

Для регулювання кількості циркулюючого повітря через сердцевину радіатора перед ним звичайно розташовують установлені на осях у спеціальній рамці металеві створки-жалюзі 10, що повертаються, з вертикальним або горизонтальним розташуванням стулок.

Жалюзями керують за допомогою системи важелів та троса, рукояткою 1 з місця водія або автоматично за допомогою спеціального термостата.

Для зливу води на нижньому бачку або патрубку радіатора звичайно встановлюють зливальний кран 4.

У верхньому бачку закріплюють датчик 13 електричного показника температури води або сигнальної лампи перегріву води.

2.1.5.1 Обслуговування системи охолодження двигуна

Догляд за рідинною системою охолодження двигуна включає: перевірку рівня рідини та її доливання, підтягування всіх з'єднань та сальників, змащення підшипників вентилятора і насоса, регулювання натягу ремня вентилятора, перевірку роботи термостата, видалення шумовиння.

При роботі автомобіля треба систематично стежити за температурою рідини в системі охолодження, змінюючи в разі потреби положення стулок жалюзі радіатора.

При загорянні лампи перегріву слід виявити причини надмірного нагрівання двигуна й усунути їх.

Догляд за повітряною системою охолодження включає: перевірку натягу і регулювання ремня приводу осьового вентилятора, перевірку роботи теплорегулюючої системи, періодичне очищення поверхні двигуна від забруднення, регулювання положення заслінок повітропритоки.

Перевірка рівня води та її доливання

В автомобілях більшості марок рідинні системи охолодження двигуна в теплий час заповнюються водою. Застосовують також і спеціальну рідину.

При експлуатації автомобіля систематично треба перевіряти рівень води в системі охолодження та у разі потреби доливати воду. Рівень води повинен завжди доходити до краю заливної горловини.

Через зниження рівня води в системі охолодження може порушитися її циркуляція, що викликає перегрів двигуна.

При знятті пробки радіатора потрібно дотримуватися спеціальних мір обережності, щоб не обпектися паром.

Знімати пробку радіатора на перегрітому двигуні не бажано, а треба зачекати, поки температура води не знизиться.

Особливої обережності необхідно дотримуватися при знятті пробки радіатора в закритій системі охолодження, тому що при швидкому відкритті пробки, внаслідок різкого зниження тиску в системі, вода сильно кипить і бризки її з паром з великою силою викидаються через горловину.

Після того, як двигун достатньо охолоне, треба, накинувши ганчірку на пробку, повернути її, не натискаючи на неї, уліво до упора і потім, переcheckавши небагато часу для зниження тиску в системі, зняти пробку, натиснувши на неї та повернувши її вліво до упора.

Воду для заливання в систему охолодження треба застосовувати м'яку, тобто таку, котра утворює мало накипу, і чисту (якщо воду беруть не з водопроводу). Змінювати воду рекомендується якомога рідше. У випадку застосування жорсткої води її потрібно пом'якшувати, застосовуючи спеціальні засоби.

У систему охолодження двигуна багатьох автомобілів заливають 50%-вий водний розчин спеціальної всесезонної рідини «ТО-СОЛ-А». Ця рідина має антикорозійні властивості, не схильна до відкладення шумовиння і не замерзає за низької температури.

Спочатку рідину заливають через горловину радіатора, а потім, закривши її пробкою, рідину заливають у розширювальний бачок до рівня, що перевищує на 6-7 см (холодний двигун) контрольну оцінку «*min*» на бачку.

При зниженні у процесі експлуатації автомобіля рівня рідини в бачку необхідно долити її, усунувши причину витоку рідини. Заміна охолоджуючої рідини виконується через 60 тис. км пробігу (або через 2 роки).

У теплий час року систему охолодження можна заповнювати водою, ретельно промивши систему після зливу охолоджуючої рідини.

Підтягування з'єднань та сальників

Для того, щоб уникнути підтікання охолоджуючої рідини, необхідно перевіряти затягування головки блока, кріплення та з'єднання водяного насоса і патрубків, щільність затягування сполучних шлангів. Підтікання води у шлангах усувають підтягуванням стяжних хомутиків.

Шланги, що мають тріщини і прориви, необхідно замінити. На стан шлангів і щільність їх з'єднань впливає надійність кріплення ра-

діатора до рами та кузова, тому кріплення радіатора треба перевіряти і у випадку необхідності підтягувати.

При порушенні щільності самопідтискового сальника водяного насоса, що виявляють з підтікання води через зливальний отвір корпусу насоса, необхідно сальник розібрати, оглянути і замінити його деталі на якісні.

Підшипники вентилятора і водяного насоса треба змазувати змащенням відповідно до вказівок заводської інструкції. Змащення за наявності прес-масельнички варто подавати в підшипники доти, поки воно не з'явиться в контрольному отворі на корпусі насоса.

Натяг пасу вентилятора

Не можна допускати потрапляння на ремінь вентилятора оливи або бензину. Необхідно періодично протирати ремінь сухою ганчіркою.

Систематично треба перевіряти кріплення вентилятора та натяг пасу. При ослабленні пасу його слід підтягти.

При підтягуванні пасу переміщенням генератора потрібно послабити болти, що кріплять генератор, повернути його для одержання необхідного натягу пасу і закріпити у встановленому положенні.

За нормального натягу на ділянці між шківом вентилятора та генератора прогин пасу при натисканні на нього рукою повинен бути не більше 15-20 мм. За слабкого натягу пас буксує, що викликає перегрів двигуна.

За надмірно тугого натягу швидко зношуються пас і підшипники вентилятора та генератора. За сильного витягування, зносу або обриву пасу його необхідно замінити.

За інших способів натягу пасу вентилятора треба дотримуватися відповідних правил, що забезпечують належне регулювання його натягу. У вентиляторів з електромагнітним приводом варто періодично перевіряти зазор між якорем і корпусом електромагніту, і за необхідності регулювати його.

Промивання системи охолодження і перевірка термостата

За тривалої роботи двигуна на внутрішній поверхні системи охолодження відкладається бруд і з'являється корка накипу, яка утворюється особливо швидко у випадку застосування твердої води, частото її кипіння і частой доливної або заміни.

З появою накипу зменшується перетин проходів для води, погіршується її циркуляція і, внаслідок поганой теплопровідності шару накипу, погіршується відвід тепла від стінок циліндрів.

Усе це викликає перегрів двигуна. Для видалення бруду із системи охолодження її промивають чистою водою.

У двигунів автомобілів, що мають алюмінієві деталі в системі охолодження (головку, корпуси насоса і термостата тощо) для видалення накипу систему промивають сильним струменем чистої води, бажано в напрямку, протилежному напрямку звичайної її циркуляції.

Корисно періодично обережно промивати зовні сердцевину радіатора від забруднень. Для видалення накипу із серцевини радіатора його знімають і промивають спеціальними розчинами, що рекомендуються заводськими інструкціями.

Для видалення накипу із системи охолодження застосовують також водні розчини спеціального складу, а потім систему прогрівають за тривалої роботи двигуна і промивають.

У випадку незадовільної роботи системи охолодження слід перевірити справність термостата. Для перевірки необхідно зняти корпус термостата та вийняти термостат, оглянути його й опустити в судину з водою.

Поступово підігриваючи воду, потрібно вимірювати температуру і спостерігати за клапаном термостата. Початок відкриття і повне відкриття клапана термостата повинні відповідати визначеним температурам.

Так, для рідинного двоклапанного уніфікованого термостата основний клапан повинен почати відкриватися за температури 68-72 °С і цілком відкритися за температури 81-85 °С.

Несправний термостат потрібно замінити.

Особливості обслуговування в зимовий час

У зимовий період при експлуатації автомобіля за низької температури догляд за системою охолодження ускладнюється, – від водія вимагається особлива увага, щоб своєчасно попередити переохолодження двигуна.

При переохолодженні двигуна у випадку застосування води можливо її замерзання і розрив трубок радіатора, стінок блока і трубопроводів. Тому замість води в систему охолодження двигуна в зимовий час рекомендується заливати рідину, що замерзає за низької температури.

За цією метою застосовують стандартну рідину – антифриз, що складається з етиленгліколю і води, яка замерзає за температури – 40 °С (марки «40») або за температури – 65 °С (марка «65»).

При використанні цієї рідини варто пам'ятати, що вона є отруйною і при попаданні в організм викликає сильне отруєння.

Застосовують також 50%-вий водний розчин всесезонної рідини “ТОСОЛ-А”. При роботі двигуна з незамерзаючою рідиною випаровується вода, тому за зменшення рівня в систему охолодження необхідно періодично доливати воду.

Унаслідок деякого розширення незамерзаючої рідини при її нагріванні у випадку відсутності розподільного бачка варто доливати стільки, щоб рівень був нижче краю заливної горловини радіатора.

Якщо немає стандартної рідини, то використовують суміші, що замерзають за низької температури, із гліцерину, спирту і води. Так, суміш із 60% води, 10% гліцерину і 30% спирту не замерзає до температури -18°C .

Якщо в зимовий час застосовують воду, то необхідно вживати наступних заходів, які забезпечують збереження двигуна:

- 1) утеплювати двигун чохлом і регулювати його температуру за допомогою клапанів чохла та жалюзі радіатора;
- 2) прогрівати двигун при короткочасних стоянках;
- 3) спускати воду при тривалих стоянках;
- 4) добре прогрівати двигун перед пуском;
- 5) увімкати двигун під навантаження тільки у прогрітому стані.

При нетривалих стоянках автомобіля на вулиці не слід допускати остигання води в системі охолодження, для чого треба періодично пускати і прогрівати двигун.

При тривалих стоянках у неутеплених гаражах або на відкритих стоянках та за відсутності обігрівальних пристроїв воду із системи охолодження необхідно цілком зливати, поки ще двигун гарячий.

При цьому пробку горловини радіатора треба відкривати. Для повного зливу води краники треба прочищати, а після спуску води – залишати відкритими. Корисно після зливу води для повного її видалення дати двигуну попрацювати 1-2 хвилини.

В автомобілях, обладнаних опалювальною системою кузова, при тривалих стоянках воду потрібно також зливати з цієї системи.

Перед пуском двигуна, після тривалої стоянки в систему охолодження слід заливати гарячу воду.

Заливання треба починати при відкритому спускному кранику і закривати його тільки тоді, коли система охолодження буде заповнена водою, а знизу радіатор і вода, що виливається, будуть гарячі.

Якщо немає гарячої води, то можна спробувати пустити холодний двигун без води.

Після пуску двигуна воду необхідно негайно залити при роботі двигуна з малим числом обертів, поки він ще сильно не прогрівся.

Заливати холодну воду в сильно розігрітій двигун не можна, щоб уникнути появи тріщин у блоці.

Якщо на двигуні є спеціальний підігрівальний пристрій, то його потрібно використовувати для прогріву холодного двигуна перед пуском.

Перед виїздом з гаража двигун повинен бути добре прогрітий.

Замерзання води в радіаторі виявляється унаслідок швидкого її закипання при працюючому двигуні і через низьку температуру нижньої частини радіатора.

У цьому випадку необхідно вжити термінових заходів для відтавання льоду, утеплити радіатор і відігріваючи його теплом двигуна при роботі з мінімальним числом обертів.

При сильному замерзанні води необхідно замерзлі частини двигуна обкласти ганчірками і поливати їх гарячою водою. Відігрівання треба починати з нижніх частин системи охолодження, тому що найбільш холодна вода знаходиться в нижньому бачку радіатора і нижньому патрубку.

При цьому треба застосовувати всі міри для пуску двигуна, щоб використовувати його тепло для відігрівання замерзлої води.

За наявності в системі охолодження термостата небезпека замерзання води збільшується, особливо при пуску двигуна, тому що за зниження температури води термостат припиняє її циркуляцію через радіатор.

При роботі двигуна в холодний період треба систематично контролювати температуру води за показником температури на щитку приборів у кабіні водія.

2.1.6 Система живлення двигуна

2.1.6.1 Система живлення карбюраторного двигуна

Система живлення карбюраторного двигуна призначена для готування у визначеній пропорції з палива і повітря пальної суміші, подачі її в циліндри двигуна і відводу з них газів, які відпрацювали.

Загальне влаштування і робота системи живлення

В систему живлення двигуна автомобіля входять паливний бак, паливопроводи від бака до фільтра-відстійника та до паливного насоса, карбюратор, повітроочишувач, прийомні труби, глушник, випускна труба глушника (рис. 2.35).

Система живлення складається також з фільтра очищення палива, який встановлено між паливним насосом і карбюратором, впускного

трубопроводу, на якому розташовано карбюратор, і випускного трубопроводу.

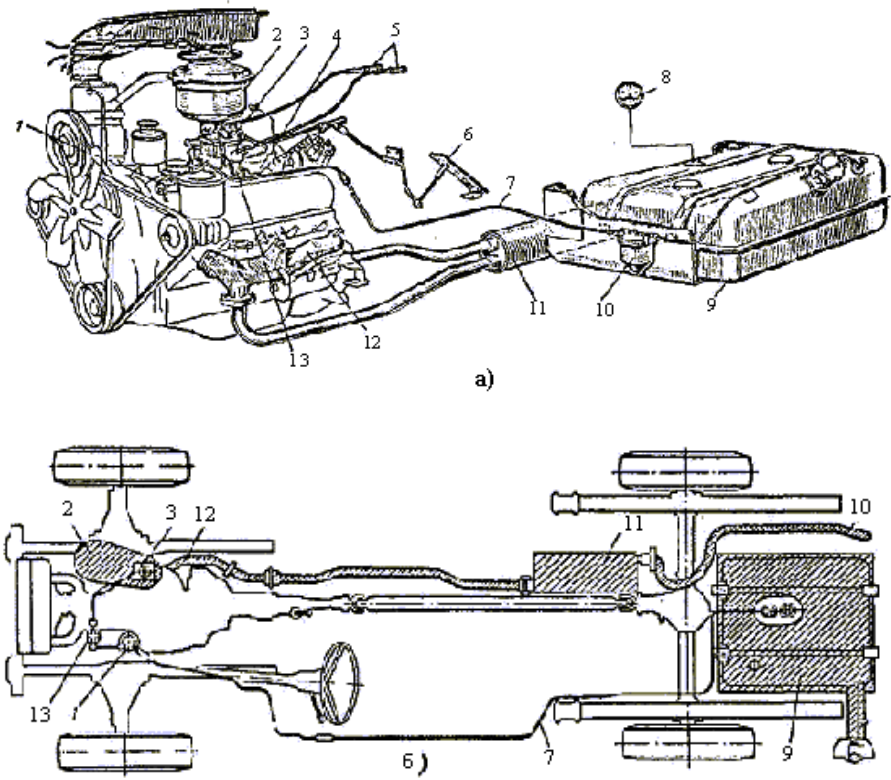


Рис. 2.35 – Розташування елементів системи живлення на автомобілі:

а) вантажному; б) легковому; 1 – паливний насос; 2 – повітроочишувач; 3 – карбюратор; 4 – впускний трубопровід; 5 – кнопки ручного керування карбюратором; 6 – педаль керування дросельною заслінкою карбюратора; 7 – паливопровід; 8 – показчик рівня палива в баці; 9 – паливний бак; 10 – первинний фільтр-відстійник; 11 – глушник; 12 – випускний трубопровід; 13 – фільтр тонкого очищення палива

Під час роботи двигуна паливо з бака після попереднього очищення у фільтрі-відстійнику насосом подається до карбюратора.

При такті впуску в циліндрі двигуна створюється розрідження, що передається в карбюратор та на встановлений на ньому повітроочищувач. Очищене повітря проходить у змішувальну камеру, де з жиклерів фонтанує паливо.

Паливо, що випаровується, переміщується з повітрям і утворює пальну суміш. З карбюратора по впускному трубопроводу пальна суміш надходить у циліндри двигуна.

Гази, що утворилися після швидкого згоряння робочої суміші в циліндрі, розширюються, тиснуть на поршень, і він опускається вниз, роблячи робочий хід.

Після робочого ходу відпрацьовані гази через відкритий випускний клапан витісняються поршнем у випускний трубопровід, потім надходять у прийомні труби глушника, до випускної труби, а потім в атмосферу.

Паливо наливають у бак через горловину, що закривається кришкою. Кількість палива, що знаходиться в паливному баці, контролюють за допомогою датчика та покажчика рівня палива у кабіні автомобіля.

В автомобілях, призначених для далеких рейсів, в сидельних тягачах і автомобілях високої прохідності на рамі встановлюють два паливних баки.

Пальна суміш

Для готування пальної суміші використовують паливо та повітря, причому обидва компоненти, що входять до складу суміші, повинні бути ретельно очищені від механічних та інших домішок.

Пальна суміш – це суміш, яка виготовлена в карбюраторі з пару дрібнодисперсного палива і повітря. Пальна суміш, що надходить у циліндри двигуна, змішується з відпрацьованими газами і утворює робочу суміш.

Склад пальної суміші характеризується визначеним співвідношенням мас палива і повітря. Для повного згоряння 1 кг бензину теоретично необхідно 14,9 кг повітря (звичайно приймають 15 кг).

Однак кількість повітря, що витрачається дійсно на готування пальної суміші, може бути більше чи менше теоретично необхідної. Тому склад пальної суміші прийнято характеризувати коефіцієнтом надлишку повітря, що позначається буквою α .

Коефіцієнт являє собою відношення дійсної кількості повітря L_d , що бере участь у процесі згоряння бензину, до теоретично необхідної кількості повітря L_o , тобто $\alpha = L_d / L_o$.

Якщо у згорянні 1 кг бензину дійсно бере участь 15 кг повітря, тобто стільки, скільки теоретично необхідно, то $\alpha = 15/15=1$, і таку суміш називають **нормальною**. Пальну суміш, для якої $\alpha < 1$, називають **багатою**, тому що вона містить повітря менше теоретично необхідної кількості.

Пальну суміш з коефіцієнтом $\alpha > 1$ називають **бідною**, тому що в ній міститься повітря більше теоретично необхідної кількості. Для більш точного визначення ступеня збагачення чи збіднення паливної суміші розрізняють наступні суміші: багата $\alpha = 0,70 - 0,85$; збагачена $\alpha = 0,854 - 0,95$; збіднена $\alpha = 1,05 - 1,15$; бідна $\alpha = 1,154 - 1,20$.

За занадто великого збагачення чи збіднення паливна суміш утрачає здатність спалахувати. У першому випадку це відбувається через недостачу кисню повітря, а в другому – через значний надлишок повітря і невелику кількість бензину.

Існують визначені межі займистості пальної суміші: для багатой $\alpha = 0,5$; для бідной $\alpha = 1,35$. Двигун не повинен працювати на перезбагаченій чи перезбідненій паливних сумішах, тому що в обох випадках знижується його потужність і економічність.

Найпростіший карбюратор

Процес готування пальної суміші визначеного складу з дрібно-розпоорошеного палива і повітря, що відбувається поза циліндрами двигуна, називають **карбюрацією**, а прилад, у якому відбувається цей процес – **карбюратором**.

Принцип роботи найпростішого карбюратора подібний до принципу роботи пульверизатора і полягає в тому, що рідина під дією розрідження впливає з розпилювача (трубки) і, змішуючись з повітрям, утворює паливну суміш (рис.2.36).

Найпростіший карбюратор складається з поплавкової камери, дифузора, розпилювача з жиклером, змішувальної камери і дросельної заслінки.

У поплавковій камері знаходиться пустотілий поплавець, шарнірно з'єднаний з віссю і діючий на голчастий клапан. Паливо подається в поплавкову камеру насосом по трубопроводу.

Отвір з'єднує поплавкову камеру з навколишнім повітрям, тому в камері підтримується постійний атмосферний тиск.

Поплавкова камера карбюратора з'єднана зі змішувальною камерою розпилювача, у якому встановлено жиклер.

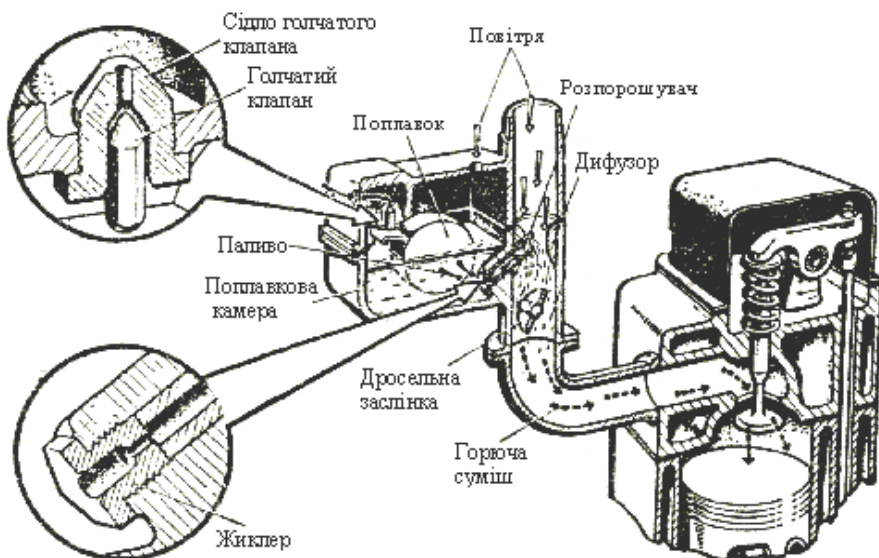


Рис. 2.36 – Схема роботи простішого карбюратора

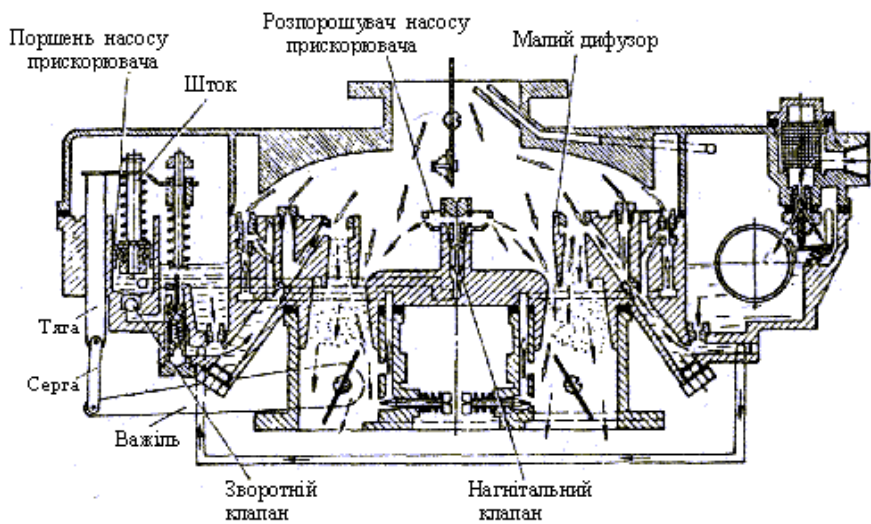


Рис. 2.37 – Карбюратор К-88А

Жиклер являє собою пробку з невеликим каліброваним отвором, через який в одиницю часу проходить визначена порція палива. Вихідний кінець розпилювача встановлюють у самому вузькому місці дифузора (у горловині).

Найпростіший карбюратор працює наступним чином. При наповненні паливом поплавкової камери поплавець поступово спливає, при визначеному рівні палива голчастий клапан перекриває отвір у трубопроводі, що підводить, і надходження палива в камеру припиняється.

При такті впуску поршень у двигуні переміщається до НМТ і в циліндрі створюється розрідження, що передається у змішувальну камеру карбюратора.

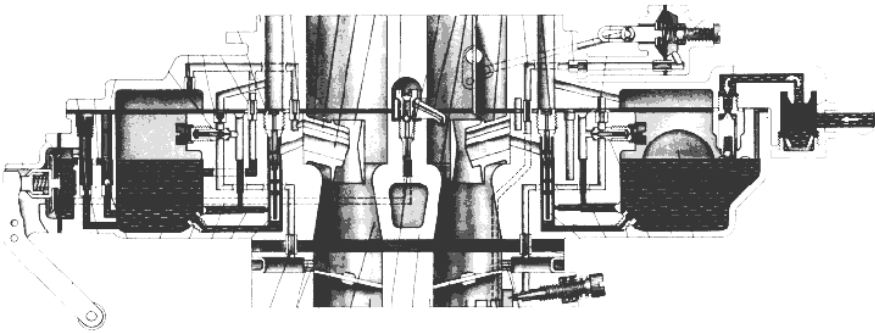


Рис.2.38 – Робота карбюратора двигуна автомобіля ВАЗ

Розрідження в цій камері залежить від положення дросельної заслінки: із прикриттям заслінки розрідження зменшується, а з відкриттям – збільшується.

Поки двигун не працює, у поплавковій камері й у розпилювачі паливо знаходиться на одному рівні, причому верхній кінець розпилювача розташовується трохи вище рівня палива (на 2 – 3 мм).

Під час роботи двигуна повітря, що надходить до карбюратора, проходить через вузький перетин дифузора, у результаті чого швидкість повітря в ньому, а отже, і розрідження зростають.

Створюється перепад тисків між поплавковою камерою і дифузorzом, завдяки чому паливо починає фонтанувати з розпилювача. Паливо розпорошується, перемішується з повітрям, частково випаровується й у виді пальної суміші надходить у циліндр двигуна.

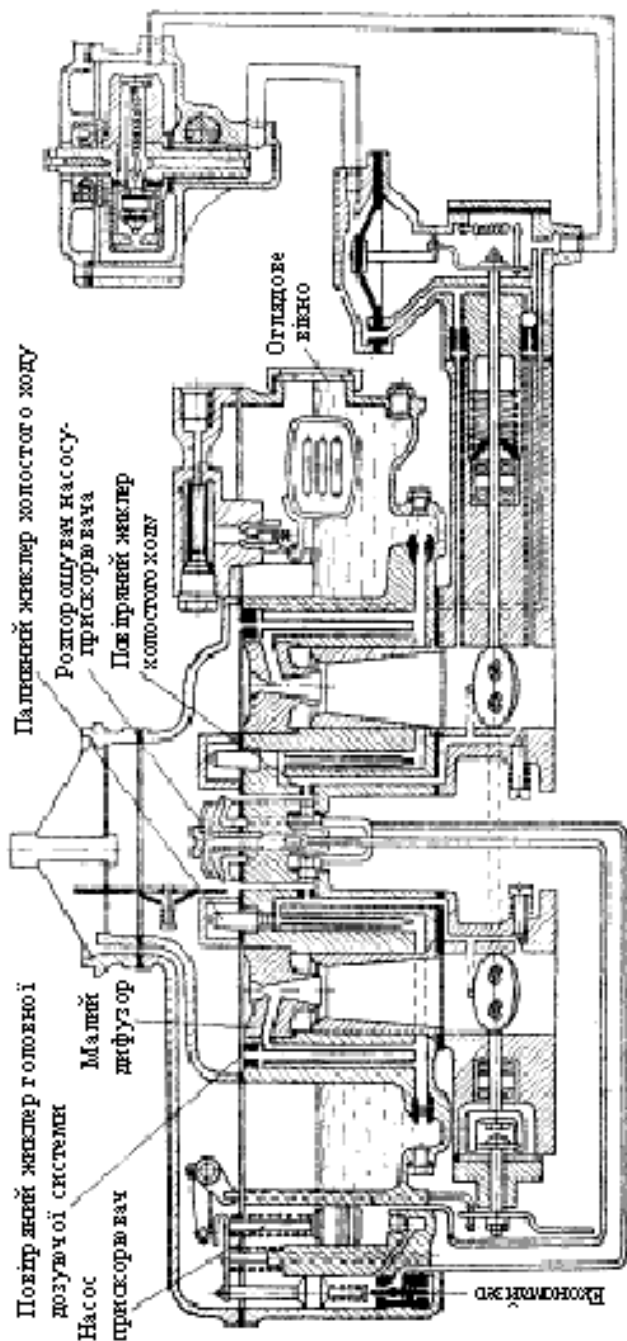


Рис. 2.39 – Карбюратор К-126Б

Зі зміною положення дросельної заслінки значною мірою змінюється склад пальної суміші, що готується найпростішим карбюратором.

За мірою відкриття дросельної заслінки в найпростішого карбюратора пальна суміш усе більше збагачується, причому тільки у двох випадках склад суміші збігається зі складом пальної суміші, що готується ідеальним карбюратором (за цілком відкритої дросельної заслінки і за деякого проміжного її положення).

Таким чином, основним недоліком найпростішого карбюратора є неможливість готування пальної суміші потрібного складу.

Режими роботи двигуна

Основними режимами при роботі автомобільного двигуна є пуск двигуна, холостий хід, малі навантаження, середні навантаження, повні навантаження, різкі переходи з малих навантажень на великі.

При пуску двигуна необхідна багата суміш ($\alpha = 0,2-0,6$), тому що частота обертання колінчатого вала мала, паливо погано випаровується, а частина його конденсується на холодних стінках циліндра.

Робота двигуна в режимах холостого ходу і малого навантаження можлива при $\alpha = 0,7-0,8$. Пальна суміш, що надходить у циліндри двигуна, забруднюється залишковими газами, тому збагачення суміші поліпшує її займистість і сприяє роботі двигуна.

Автомобільний двигун велику частину часу працює при режимі середніх навантажень, тобто з не цілком відкритою дросельною заслінкою. Для цього режиму необхідна збіднена суміш з коефіцієнтом надлишку повітря ($\alpha = 1,05-1,15$, економічна суміш), що забезпечує економічну роботу двигуна.

За різкого відкриття дросельної заслінки можливе збіднення пальної суміші, тому що подається багато повітря. Карбюратор повинен мати пристрій, що запобігає цьому збідненню.

З повним навантаженням двигун працює при розгоні автомобіля, русі з максимальною швидкістю та подоланні крутих підйомів чи важких ділянок дороги. У цьому випадку для одержання найбільшої потужності двигуна карбюратор повинен готувати збагачену суміш з коефіцієнтом надлишку повітря $\alpha = 0,85 - 0,95$.

Головна дозуюча система та додаткові пристрої карбюраторів

Сучасні карбюратори, що застосовуються на автомобільних двигунах, мають головну дозуючу систему, додаткові пристрої, які забезпечують готування необхідної за складом пальної суміші, залежно від режиму роботи двигуна, та обмежники максимальної частоти обертання колінчатого вала.

Роботу двигуна за всіх режимів, крім його роботи з малою частотою обертання в режимі холостого ходу, забезпечує головна дозуюча система. Для утворення пальної суміші ця система подає найбільшу порцію палива.

При розгляді роботи найпростішого карбюратора було встановлено, що зі збільшенням відкриття дросельної заслінки кількість палива, що випливає з розпилювача, зростає швидше, ніж кількість повітря, що проходить через дифузор, тобто пальна суміш збагачується тим більше, чим більше відкривається дросельна заслінка.

Запобігання збагаченню пальної суміші зі збільшенням відкриття дросельної заслінки називають **компенсацією її складу**. У сучасних карбюраторах компенсація суміші здійснена такими способами: пневматичним гальмуванням витікання палива (емульсування палива в головній дозуючій системі), регулюванням розрідження в дифузорі, установкою двох жиклерів – головного і компенсаційного.

При кожному з перерахованих засобів компенсації головна дозуюча система забезпечує готування карбюратором за середніх навантажень збідненої, тобто економічної пальної суміші.

Паливо з поплавкової камери надходить через головний жиклер у колодязь, емульсійну трубку з отворами й у розпилювач. Трубка поєднується з повітрям через жиклер.

При створенні розрідження в дифузорі з розпилювача починає фонтанувати паливо, рівень його в колодязі знижується і відкривається верхній отвір в емульсійній трубці.

Повітря, що виходить з трубки, змішується з паливом, і емульсія подається через розпилювач у змішувальну камеру карбюратора. При збільшенні відкриття дросельної заслінки зростає витрата палива з колодязя і у трубці відкривається більше повітряних отворів.

Повітря, що надходить у розпилювач, зменшує розрідження в головному жиклері і сповільнює (гальмує) витікання з нього палива, що й необхідно для збідніння пальної суміші.

Створення економічної суміші за цих умов можливо лише при правильному підборі діаметрів повітряного і головного (паливного) жиклерів.

Компенсація паливної суміші даного типу застосована в карбюраторах К-126Б, К-126М, К-88А, К-88АЕ тощо.

Особливістю карбюратора з компенсацією паливної суміші регулюванням розрідження в дифузорі є наявність потрійного дифузора.

Малий і середній дифузори, розташовані у середині великого дифузора, трохи зміщені вниз відносно нього.

Головна дозуюча система складається з головного жиклера з розпилювачем і додаткового жиклера з розпилювачем. Розпилювач головного жиклера виведений у малий дифузор, а розпилювач додаткового (компенсаційного) жиклера – у великий дифузор.

Повітряний потік, що надходить до змішувальної камери карбюратора, проходить через великий дифузор, а частина потоку - через малий, середній дифузори. За збільшення швидкості руху повітря тонкі пружні пластини, укріплені на великому дифузорі, відгинаються і частина повітряного потоку минає малий і середній дифузори.

За збільшення відкриття дросельної заслінки зростає кількість повітря, що проходить через карбюратор, і пружні пластини відгинаються сильніше.

Велика кількість повітря проходить, минаючи малий і середній дифузори, у результаті чого зростає розрідження у всіх дифузорах, але в розпилювачі головного жиклера воно наростає повільніше, ніж у розпилювачі додаткового жиклера.

Це пояснюється тим, що в розпилювач додаткового жиклера проходить повітряний потік, а в розпилювач головного жиклера – тільки частина потоку. Тому подача палива головним жиклером сприяє збіднінню пальної суміші, а подача палива додатковим жиклером – збагаченню суміші.

При правильному підборі діаметрів обох жиклерів і пружності рухливих пластин можна отримати пальну суміш необхідного складу.

Компенсація паливної суміші даного типу застосовується в карбюраторах К-22М, К-22И, К-22Д тощо.

Пусковий пристрій

Пуск двигуна, особливо в холодну погоду, дуже складний, тому що паливо погано випаровується. Щоб до моменту запалення робочої суміші в циліндрі знаходилася достатня кількість парів палива, суміш необхідно сильно збагатити, що забезпечує повітряна заслінка, встановлена в повітряному патрубку карбюратора.

Повітряною заслінкою керує водій з кабіни за допомогою тяги і рукоятки. При пуску двигуна заслінку прикривають. У цьому випадку при обертанні колінчатого вала у змішувальній камері створюється значне розрідження і паливо фонтанує з розпилювача карбюратора.

При пуску холодного двигуна, коли мастило густе, не можна допускати великої частоти обертання колінчатого вала. Тому дросельну заслінку прикривають. Після пуску двигуна його прогрівають за малої частоти обертання і повітряну заслінку поступово відкривають, інакше у двигун буде надходити дуже збагачена суміш.

На повітряній заслінці встановлений клапан, що утримується у закритому положенні слабкою пружиною. При перших спалахах у циліндрах двигуна, щоб не було сильного збагачення суміші, клапан під дією тиску повітря відкривається. Таким чином, при пуску двигуна через клапан проходить необхідна кількість повітря.

Система холостого ходу

Під час роботи двигуна у режимі холостого ходу паливо надходить через жиклер холостого ходу, встановлений у колодязі. Якщо дросельна заслінка прикрита, то під нею створюється сильне розрідження, і повітря з великою швидкістю проходить через вузькі щілини між краями заслінки та патрубку.

На виході з каналу холостого ходу зроблений отвір нижче дросельної заслінки та отвір вище цієї заслінки. Біля отвору утворюється розрідження, що передається в канал холостого ходу та у колодязь.

До палива, що надходить до каналу з колодязя, домішується повітря, що проходить через жиклер. Емульсія, яка утворилася (суміш палива з дрібними пухирцями повітря) з каналу через отвір виходить у простір за дросельною заслінкою, розпорошується і, перемішуючись з повітрям, утворює паливну суміш.

Через отвір у канал і у простір за дросельною заслінкою додатково проходить повітря, що поліпшує сумішоутворення.

При подальшому відкритті дросельної заслінки, у зв'язку з переходом на малі навантаження, отвори виявляються під заслінкою і емульсія надходить з обох отворів. Так здійснюється плавний перехід з режиму холостого ходу двигуна на малі і середні навантаження.

Регульовальним гвинтом можна змінювати склад суміші. При відкручуванні гвинта зростає розрідження в каналі і збільшується вихід емульсії з отвору – суміш збагачується. При закручуванні гвинта суміш збіднюється.

Економайзер

Для одержання від двигуна повної потужності необхідна збагачена суміш. Це досягається використанням спеціального пристрою, що називається "економайзером". За способом керування економайзери бувають з механічним чи пневматичним приводом.

Економайзер може подавати паливо у змішувальну камеру карбюратора безпосередньо через головну або дозуючу систему. Він включається в роботу звичайно за майже цілком відкритої дросельної заслінки.

Економайзер з механічним приводом працює наступним чином. Поки дросельна заслінка прикрита і двигун працює в режимі середніх навантажень, клапан економайзера пружиною притиснутий до сідла, і паливо надходить до змішувальної камери тільки через головний жиклер.

При переведенні двигуна до режиму максимальних навантажень, що відповідає відкриттю дросельної заслінки на 80-85% і більш, тяга, шарнірно з'єднана з заслінкою, опускається вниз і через шток відкриває клапан економайзера.

Додаткова порція палива починає подаватися до змішувальної камери через жиклер повної потужності, крім головного жиклера, збагачуючи пальну суміш.

Для запобігання збіднінню паливної суміші, за різких переходів з малих навантажень на повні карбюратори обладнані прискорювальними насосами, що бувають установлені окремо або об'єднані з економайзерами.

У колодязі прискорювального насоса встановлений поршень зі штоком, шарнірно з'єднаний з повідцем тяги. Дросельна заслінка важелем зв'язана через проміжний стрижень з тягою.

При закритті заслінки тяга, повідець і поршень зміщуються догори, і у колодязь прискорювального насоса через зворотний клапан надходить паливо з поплавкової камери.

Прискорювальний насос приводиться до роботи важелем, закріпленим на валику дросельної заслінки. При різкому відкритті заслінки тяга швидко опускається вниз і стискає пружину повідцем.

Поршень, який опускається, тисне на паливо, зворотний клапан закривається, а клапан прискорювального насоса відкривається, паливо впорскується через жиклер у змішувальну камеру карбюратора.

Пружина, установлена на штоку поршня, забезпечує затяжку, а не короткочасну дію прискорювального насоса й захищає його привід від механічних ушкоджень.

При плавному відкритті дросельної заслінки паливо перетікає через зазор між стінками колодязя і поршня, тому упорскування палива з колодязя у змішувальну камеру не відбувається.

Перетіканню палива з колодязя прискорювального насоса до поплавкової камери перешкоджає зворотний клапан. Якщо прискорювальний насос не працює, то пружина щільно притискає клапан до сідла і паливо не надходить до змішувальної камери.

Обмежник максимальної частоти обертання

Обмежник максимальної частоти обертання колінчатого вала двигуна є однорежимним регулятором. Обмежник може бути пневматичним, інерційним і пневмоінерційним.

За наявності обмежника частота обертання колінчатого вала не перевищує встановленої межі, що усуває можливу перевитрату палива і підвищений знос деталей двигуна.

На двигунах автомобілів ГАЗ-53А та ЗІЛ-130 встановлений пневмоінерційний обмежник, який складається з карбюратора з діафрагмовим механізмом і датчика, який приводиться до руху від розподільного вала двигуна.

Виступ на валу приводу датчика входить у паз осі ротора і приводить його в обертання. Датчик установлений на передній кришці розподільних шестерень. У корпусі, закритому кришкою, знаходиться ротор.

У порожнині ротора встановлено сідло клапана, пружину і гвинт для її регулювання. Від ступеня натягу пружини залежить момент вступу в дію обмежника. Металокерамічна пориста втулка, запресована в корпусі датчика, є підшипником ковзання для одного кінця осі ротора.

Інший кінець осі ротора обертається в отворі кришки, ущільненому самопідтискним сальником.

Між датчиком і карбюратором установлені дві повітряні трубки. Одна трубка з'єднує діафрагмовий механізм із центральним отвором корпусу датчика, а друга трубка – повітряну горловину карбюратора з боковим отвором корпусу датчика.

Діафрагма через шток пов'язана з валиком керування дросельними заслінками. Важіль також служить для керування дросельними заслінками.

Під час роботи двигуна в каналах, які поєднані з жиклерами, створюється розрідження, що передається в порожнину над

діафрагмою. З цієї порожнини розрідження по трубці і каналу в осі ротора через отвір сідла клапана і далі по трубці передається до отвору.

У результаті цього розрідження з повітряної горловини карбюратора в отвір починає надходити повітря, яке проходить у порожнину. При русі повітря в порожнині створюється незначне розрідження, яке не впливає на положення діафрагми, тому що у порожнині розрідження таке ж саме. Валик дросельної заслінки під дією стискальної пружини вільно повертається убік відкриття заслінок.

Якщо частота обертання колінчатого вала починає перевищувати максимальну, на яку відрегульований двигун, то в дію вступає пневмо-інерційний обмежник. Клапан, обертаючись разом з ротором під дією сили інерції та переборюючи опір пружини, сідає на сідло, унаслідок чого надходження повітря в порожнину над діафрагмою припиняється.

Розрідження, що створюється в каналі при русі пальної суміші через жиклери, передається в порожнину над діафрагмою. Під дією розрідження діафрагма разом зі штоком і важелем переміщається нагору, переборюючи опір пружини. Шток, який піднімається, повертає валик і дросельні заслінки закриваються.

Влаштування та робота карбюраторів

В залежності від напрямку руху, повітряного потоку і пальної суміші, розрізняють карбюратори з падаючим або горизонтальним потоками.

У більшості випадків на автомобільних двигунах застосовують карбюратори з падаючим потоком, що поліпшує наповнення циліндрів пальною сумішшю і збільшує потужність двигуна. Поліпшення наповнення циліндрів і підвищення потужності відбувається внаслідок конструкції впускного трубопроводу і зменшення опору руху пальної суміші.

Крім того, повітряний патрубок карбюратора розташований так, що на ньому зручно встановлювати повітроочишувач, легше проводити технічне обслуговування. Спрощений у зв'язку з цим і привід керування карбюратором.

Якщо поплавкова камера сполучається з навколишнім середовищем, то за зміни опору повітроочишувача (забруднився) зростає розрідження в дифузорі і пальна суміш значно збагачується.

Таку поплавкову камеру називають **незбалансованою**. Поплавкові камери, з'єднані каналом з повітряним патрубком, називають **збалансованими (урівноваженими)** і роблять герметичними.

До них надходить очищене повітря, і цим усувається вплив повітроочищувача на склад пальної суміші. При порушенні герметичності поплавкової камери пальна суміш збагачується, що приводить до збільшення витрат палива і зростання токсичності відпрацьованих газів.

Якщо поплавок камера незбалансована, то необхідно уважно стежити за станом повітроочищувача.

Щоб уникнути повторення при розгляді роботи карбюраторів, необхідно запам'ятати, що повітряна і дросельні (дросельна) заслінки карбюратора займають наступні положення за різних режимів роботи двигуна:

- пуск холодного двигуна – повітряна заслінка прикрита; дросельні заслінки відкриваються на необхідну величину, тому що вони кінематично з'єднані з повітряною заслінкою; після пуску двигуна повітряну заслінку поступово відкривають;

- мала частота обертання холостого ходу – повітряна заслінка відкрита цілком, а дросельні прикриті;

- середні навантаження двигуна – повітряна заслінка відкрита цілком, а дросельні відкриті приблизно наполовину;

- повне навантаження двигуна – повітряна і дросельна заслінки відкриті повністю чи майже повністю; необхідне збагачення пальної суміші, що дозволяє одержати максимальну потужність двигуна, забезпечує економайзер, що вступає в роботу;

- різке відкриття дросельних заслінок – необхідна реакція двигуна досягається вступом до роботи прискорювального насоса.

Пуск холодного двигуна

У роботу вступають головна дозуюча система і система холостого ходу основної змішувальної камери. Паливо надходить через головний жиклер до колодязя й емульсійної трубки. З колодязя по каналу паливо подається в горловину малого дифузора.

Від головного жиклера по окремому каналу паливо надходить до жиклера холостого ходу; повітря подається від жиклера. Потім по каналу і далі через отвір системи холостого ходу паливо у вигляді емульсії надходить у простір за дросельну заслінку.

Пальна суміш значно збагачується. Як тільки двигун починає працювати, автоматично відкриваються запобіжні клапани і перезбагачення суміші не здійснюється.

Мала частота обертання холостого ходу

Велике розрідження, що виникає за дросельною заслінкою, через нижній отвір по каналу передається до паливного жиклера.

До палива, що йде по каналах системи холостого ходу, додається повітря, що надходить через жиклер, і паливо у вигляді емульсії надходить через отвір у простір за дросельною заслінкою.

Емульсія, що виходить з отвору, змішується з основним потоком повітря, що проходить у зазори між стінками змішувальної камери і крайками дросельної заслінки, і у виді пальної суміші надходить до циліндрів двигуна. Через верхній отвір до емульсії додається повітря.

Середні навантаження двигуна

При відкритті дросельної заслінки збільшується кількість повітря, що проходить через карбюратор, і зростає розрідження в малому дифузори.

Розрідження надходить і в емульсійний колодязь, у якому рівень палива знижується, і відкриваються повітряні отвори в емульсійній трубці. Через жиклер в емульсійну трубку і колодязь надходить повітря.

Воно змішується з паливом, утворює емульсію і гальмує витікання палива з головного жиклера. Емульсія проходить у малий дифузор, у якому перемішується з повітрям, розпоршується, випарується і надходить у великий дифузор.

У зазорі між горловиною великого дифузора і зовнішньою поверхнею малого дифузора зі значною швидкістю рухається повітря. У великому дифузори емульсія повторно розпоршується, ще краще перемішується з повітрям і у виді пальної суміші по впускному трубопроводу подається в циліндри.

Робота головної дозуючої системи залежить насамперед від розрідження в малому дифузори, а робота системи холостого ходу – від навантаження двигуна, тобто від положення дросельної заслінки. За мірою відкриття дросельної заслінки зменшується розрідження в отворах системи холостого ходу, і через них менше проходить пальної суміші, але зростає розрідження в малому дифузори, і в роботу вступає головна дозуюча система.

Таким чином, при роботі двигуна із середніми навантаженнями діє головна дозуюча система і система холостого ходу.

Повне навантаження двигуна

Важелем приводу економайзера й прискорювального насоса при повному навантаженні двигуна переміщається вниз шток. Шток, що опускається, відкриває клапан економайзера, стискаючи його пружину.

Додаткове паливо з поплавкової камери карбюратора подається через жиклер повної потужності по каналу в розпилювачі у додаткову змішувальну камеру. При повному навантаженні двигуна працюють головні дозуючі системи обох змішувальних камер і система економайзера: дуже незначна кількість палива подається через систему холостого ходу.

Різке відкриття дросельних заслінок

При роботі двигуна з великою частотою обертання колінчатого вала і повному відкритті дросельних заслінок можливе підсмоктування палива з каналів прискорювального насоса, оскільки у розпилювачі при русі повітря створюється розрідження.

Для усунення цього негативного явища в каналі прискорювального насоса встановлений нагнітальний клапан, а до розпилювача підводиться повітря з поплавкової камери. У карбюратора К-126М прискорювальний насос і економайзер мають загальний механічний привід.

Однак спочатку відбувається нагнітальний хід прискорювального насоса, а потім відкривається клапан економайзера. При підйомі поршня нагору паливо з поплавкової камери і через кульковий клапан заповнює колодязь прискорювального насоса.

У нижній частині карбюратора знаходяться регулювальні гвинти. За допомогою гвинта регулюють частоту обертання колінчатого вала при холостому режимі роботи двигуна.

Гвинт обмежує закриття дросельної заслінки. Гвинтом регулюють склад (якість) суміші при роботі двигуна в режимі холостого ходу. Для підвищення надійності системи живлення і поліпшення пуску гарячого двигуна в карбюраторі К-126М проведені деякі зміни: на голчастий клапан надіто еластичну шайбу, на поршень прискорювального насоса надіто манжету зі спеціальної гуми, у важелі приводу економайзера й прискорювального насоса зроблені отвори уздовж осі важеля і уперек нього.

Карбюратор К-88АЕ (ЗІЛ-130) двокамерний з падаючим потоком і збалансованою поплавковою камерою.

Обидві камери працюють паралельно за всіх режимів. Кожна камера з двома дифузорами подає пальну суміш до чотирьох

циліндрів двигуна. Поплавкова камера, прискорювальний насос, економайзер і повітряна заслінка — загальні для обох камер карбюратора, а головні дозуючі системи і системи холостого ходу — окремі.

Карбюратор складається з чотирьох частин: корпусу повітряної горловини і кришки поплавкової камери, корпусу поплавкової камери, корпусу змішувальних камер і пневмоінерційного обмежника максимальної частоти обертання колінчатого вала. Корпуси повітряної горловини і поплавкової камери відлиті з цинкового сплаву.

Окремі частини карбюратора з'єднані між собою з використанням ущільнювальних прокладок, причому паронитова прокладка є також і теплоізоляційною.

У корпусі повітряної горловини є повітряна заслінка із запобіжним клапаном, пробка з фільтром і голчастий клапан подачі палива. У горловині встановлена повітряна трубка з косим зрізом, по якій повітря через балансірний канал надходить до поплавкової камери.

У поплавковій камері поміщений поплавець із пружиною, прискорювальний насос, економайзер з механічним приводом, два головних жиклери, два жиклери повної потужності, два корпуси жиклерів холостого ходу і два повітряних жиклери.

У корпусі об'єднані повітряний і паливний жиклери. Пружина, розташована під важелем поплавця, перешкоджає переповненню поплавкової камери карбюратора під час руху автомобіля по поганій дорозі.

У прискорювальний насос входять поршень, що складається з манжети, пружини і втулки, шток, кульковий і нагнітальний клапани, а також розпилювач. До деталей приводу прискорювального насоса відносяться пружина, повідець, шток, тяга і важіль, з'єднаний з валиком дросельних заслінок.

В економайзер входять основний і проміжний штовхальники, кульковий клапан із пружиною.

Головна дозуюча система складається з головного паливного жиклера, жиклера повної потужності, встановленого в розпоршувальному каналі, повітряного жиклера і двох дифузорів.

Великий і малий дифузори відлиті разом з корпусом поплавкової камери. Малий дифузор має кільцеву щілину, через яку паливо надходить у його горловину. При кільцевому розпилюванні палива поліпшується процес сумішоутворення.

У корпусі змішувальних камер на загальному валику укріплені дві дросельні заслінки і зроблені отвори системи холостого ходу. Отвір має прямокутну форму (у виді щілини), що забезпечує більш плавний

перехід з холостого ходу до роботи двигуна з навантаженням. Крім того, у корпус укручені гвинти регулювання складу пальної суміші.

Привід керування карбюратором

При повороті дросельної заслінки змінюється кількість пальної суміші, що надходить у циліндри, і двигун відповідно змінює потужність. Приводи керування карбюраторами, тобто дросельними і повітряними заслінками, які застосовуються на вітчизняних автомобілях, мають багато спільного.

Майже всі карбюратори обладнані подвійними приводами керування: основним – ножним і додатковим – ручним.

Карбюратором керують з кабіни водія педаллю, розташованою на підлозі, і кнопками, що знаходяться на передньому щитку. Педаль шарнірно встановлена на кронштейні.

На осі дросельних заслінок нерухомо укріплений важіль, з'єднаний з педаллю через тягу, двоплечий передатний важіль, тягу, важіль і тягу. Натискаючи ногою на педаль, водій надає руху всій цій системі і збільшує кут відкриття дросельних заслінок карбюратора.

При знятті ноги з педалі пружина переміщає у зворотному напрямку перераховані вище деталі, і дросельні заслінки прикриваються. Якщо необхідно установити постійне відкриття дросельних заслінок, наприклад, при пуску двигуна, прогріві і в інших випадках, то користуються їх ручним керуванням – кнопкою.

Ця кнопка зв'язана з важелем сталевим тросом, що укладений в оболонку, затиснута в кронштейні. При витягуванні кнопки на себе важіль повертається відносно кронштейна, і дросельні заслінки відкриваються (педаль опускається).

Заслінки можна зафіксувати в будь-якому положенні, тому що тертя троса об оболонку не дозволяє пружині закрити їх.

Якщо кнопку вдавнити в щиток, то дросельні заслінки прикриваються. Повітряною заслінкою карбюратора керують за допомогою кнопки, з'єднаної тросом з важелем.

При витягуванні кнопки на себе повітряна заслінка закривається; при вдавненні кнопки в щиток повітряна заслінка відкривається за допомогою поворотної пружини важеля.

Карбюратор впливає на економічність роботи двигуна. При засміченні жиклерів і неправильному регулюванні карбюратора сильно збіднюється пальна суміш.

Витрата палива при цьому зростає приблизно на 5-10%, у порівнянні з витратою для двигуна, у якого карбюратор знаходиться в

технічно справному стані. Якщо порушене регулювання карбюратора і несправності, що виникають, приводять до переповнення поплавкової камери, то значно збагачується пальна суміш і витрата палива збільшується приблизно на 10-20%.

В обох випадках (збідніння чи зайве збагачення пальної суміші) спостерігається підвищена витрата палива і знос циліндро-поршневої групи, що негативно позначається на надійності двигуна.

Це дуже небезпечно, тому що різко зростає кількість токсичних речовин у газах, що відробили. Ні в якому разі не можна пускати в експлуатацію автомобілі з несправними карбюраторами чи з іншими порушеннями в системі живлення.

Повітроочишувач

У повітрі, що оточує двигун, завжди міститься пил, кількість якого змінюється в широких межах, що залежать від місцевості, ґрунтових умов і клімату. Пил, що проникає у двигун, змішується з оливою і викликає інтенсивний знос тертьових поверхонь, що призводить до зниження потужності і довговічності двигуна. Тому повітря, необхідне для утворення пальної суміші, слід ретельно очищати від пилу.

Як фільтруючий елемент застосовують металеву сітку, яка у процесі роботи змочується оливою. На сьогодні для виготовлення сітки широко використовують капронове волокно.

При роботі двигуна повітря, що надходить у циліндри, проходить у кільцеву щілину, опускається вниз і, різко змінивши напрямок, надходить через фільтруючий елемент і по центральній трубці в карбюратор.

За зміною напрямку руху повітря з нього виділяються великі механічні домішки, що уловлюються оливами, яке знаходиться у ванні. Дрібний пил затримується фільтруючим елементом.

Крапельки оливи, захоплені повітряним потоком з оливної ванни, переносяться на фільтруючий елемент. Олива поступово стікає назад, несучи із собою пил, що осів на фільтруючому елементі.

Через кільцеві вікна олива стікає у ванну, велика частина оливи зливається по похилій площині відбивача, змиваючи з нього пил, і також попадає у ванну. Частина очищеного повітря по патрубку потрапляє в компресор. Аналогічно працює і повітроочишувач дизеля ЯМЗ-236.

Збираючи й установлюючи повітроочишувач на карбюратор, необхідно уважно стежити за правильним положенням прокладок, щоб повітря не проникало в карбюратор, минаючи повітроочишувач.

У повітроочишувач двигуна автомобіля ЗІЛ-130 повітря може

надходити зовні чи з підкапотного простору. У капоті двигуна зроблений повітряний канал, що з'єднується з перехідником повітроочишувач гофрованим патрубком.

У повітряному каналі встановлена заслінка, якою можна змінювати місце надходження повітря у повітроочишувач. Якщо заслінка не перекриває повітряного каналу, то повітря надходить через жалюзі в капоті.

Наповнення циліндрів пальною сумішшю в цьому випадку збільшується, тому що температура зовнішнього повітря нижче температури повітря, що знаходиться в підкапотному просторі, і двигун розвиває трохи більшу потужність.

Коли заслінка перекриває повітряний канал (у холодну погоду), повітря надходить до повітроочишувача з підкапотного простору.

Прилади системи подачі палива і випуску відпрацьованих газів.

Паливний бак

На автомобілі може бути встановлений один чи декілька паливних баків, що є резервуарами для бензину. Ємність паливного бака повинна забезпечити пробіг автомобіля без заправлення, рівний 300-600 км.

Паливний бак складається з двох зварених частин, відштампованих з освинцьованої сталі.

У середині бака є перегородки, що усувають хлюпання палива і підвищують твердість конструкції. У верхню частину бака уварена горловина, що закривається пробкою.

Іноді для поліпшення заправлення бака паливом використовують висувну горловину, що має сітчастий фільтр. Якщо наливна горловина встановлена на боковій стінці, то верхня частина бака з'єднана з нею трубою, по якій виходить повітря з бака при його заповненні паливом.

На верхній стінці паливного бака розташований датчик показника рівня палива і кран, з'єднаний трубою з фільтром-відстійником. У середині бака знаходиться трубка, що має на прийомному кінці сітку, а іншим кінцем поєднується з краном.

У днище бака встановлений відстійник, і в отвір для спуску осілих на дно механічних домішок і води вкручена пробка.

Паливні баки на вантажних автомобілях встановлюють за допомогою хомутів і кронштейнів на лівому чи правому лонжероні рами, під вантажною платформою чи сидінням водія.

На легкових автомобілях паливні баки розміщують у дні багажника чи під підлогою кузова. Паливні баки автомобілів оснащу-

ють герметичними пробками, що з'єднують бак з атмосферою через спеціальні клапани.

У результаті витрати палива в баці може утворитися розрідження, що викликає перебої в подачі палива чи зупинку двигуна, якщо такі клапани не установити.

При роботі автомобіля в жарку погоду з бензину інтенсивно випаровуються легкі фракції, і тиск у баці підвищується. В обох випадках необхідно, щоб внутрішній простір паливного бака сполучався з атмосферою.

Корпус пробки має отвір для з'єднання паливного бака з атмосферою. Центральний отвір корпусу є сідлом випускного клапана. Щільне з'єднання випускного клапана із сідлом забезпечено пружиною і гумовою прокладкою, установленою під фланцем клапана. Пружина притискає впускний клапан до сідла в корпусі випускного клапана.

При роботі двигуна з бака поступово витрачається паливо, і при невеликому розрідженні, приблизно 0,02-0,04 МПа, у бак починає надходити повітря.

Воно проходить через отвори під облицювання пробки, а потім, переборюючи опір пружини, відкриває впускний клапан і надходить у бак. Якщо у середині бака тиск збільшується, то спрацьовує впускний клапан, що відкривається за тиска 0,011-0,0118 МПа.

Пари бензину через отвори виходять в атмосферу. Пробка паливного бака щільно утримується на горловині пластинчастою пружиною, приклепаною до корпусу. Ланцюжком пробка з'єднана з наливною горловиною.

Паливні фільтри

У паливі містяться механічні домішки і вода, причому їх кількість може зростати, залежно від умов транспортування палива, збереження і способів заправлення ним паливних баків автомобілів. Механічні домішки і вода порушують нормальну роботу карбюратора і викликають підвищений знос деталей двигуна.

Для відокремлення від палива води і великих механічних домішок застосовують відстійники, а для очищення палива від дрібних механічних домішок – паливні фільтри тонкого очищення.

Фільтр-відстійник складається з корпусу, відстійника і фільтруючого елемента. Прокладка ущільнює з'єднання корпусу з відстійником. Фільтруючий елемент зібраний із пластин товщиною 0,14 мм.

На них є отвори для проходу палива, два отвори для установки пластин на стійках і виступи висотою 0,05 мм. Паке́т пластин надітий

на стрижень пружиною пластини щільно притиснуті одна до одної і до корпусу. У зібраному стані між пластинами залишаються щілини, через які проходить паливо.

У фільтр-відстійник паливо надходить по трубці і заповнює його. Великі механічні домішки і вода, наявні в паливі, опускаються на дно відстійника, а через отвір, що закривається пробкою, їх періодично видаляють.

На зовнішній поверхні фільтруючого елемента механічні домішки затримуються, а очищене паливо надходить до порожнини корпусу і по трубці в паливний насос.

У системі живлення двигунів автомобілів ЗІЛ- 130, крім фільтрів-відстійників, установлюють ще фільтри тонкого очищення палива, що розташовують між паливним насосом і карбюратором.

Фільтри тонкого очищення працюють однаково. Вони відрізняються тільки фільтруючими елементами: один – керамічний, а другий – сітчастий.

На автомобільних двигунах застосовують повітроочишувачі інерційно-оливні чи зі змінними фільтруючими елементами, виконаними з паперу чи картону.

Повітроочишувач складається з корпусу фільтруючого елемента, оливної ванни, кришки, перехідника для з'єднання з карбюратором і перехідника для проходу повітря у повітроочишувач.

Стяжний гвинт приварений до перехідника. Фільтруючий елемент разом із кришкою укріплені на стяжному гвинті гайкою-баранчиком, а перехідник-гвинтом.

При надходженні повітря в горловину карбюратора і пальної суміші в щілину впускного клапана виникає шум усмоктування, внаслідок коливань газового потоку.

Для глушіння шуму усмоктування на деяких повітроочишувачах (двигун автомобіля ГАЗ-53А, дизель ЯМЗ-236) кришку з внутрішньої сторони оснащують повстяною прокладкою чи застосовують спеціальний корпус.

У внутрішню порожнину повітроочишувача наливають раніше використану, але добре очищену оливу. Наливати оливу в оливну ванну вище визначеного рівня не рекомендується, тому що це може призвести до проникнення оливи разом з пальною сумішшю в циліндри і до посиленого утворення нагару у двигуні.

Гумова прокладка, розташована між корпусом, фільтруючим елементом і склянкою-відстійником, забезпечує їх щільне з'єднання. У прокладці є прорізи, виконані по радіусу, для проходу палива до порожнини склянки-відстійника.

Фільтруючий елемент являє собою склянку, виготовлену з алюмінієвого сплаву. На зовнішній поверхні склянки є отвори і ребра, на які намотана латунна сітка і закріплена за допомогою пружини на склянці. У зібраному виді фільтр тонкого очищення утримує скоба і гвинт.

Через вхідний отвір паливо надходить до склянки-відстійника, проходить через латунну сітку, залишаючи на зовнішній поверхні механічні домішки, а потім через отвори надходить усередину фільтруючого елемента і по каналу подається до карбюратора.

Склянку-відстійник періодично знімають для очищення від води і бруду, що осіли на дно. Керамічний фільтруючий елемент знімають при технічному обслуговуванні, промивають ацетоном і продувають зсередини стиснутим повітрям.

Так само роблять з фільтруючим сітчастим елементом, але промивають його в чистому неетилірованому бензині.

Більшість приладів системи живлення двигуна з'єднують між собою паливопроводами, виготовленими з мідних, латунних чи сталевих трубок. На сталеві трубки наносять антикорозійне покриття (олово, свинець чи мідь).

Паливний насос

Паливо з бака подається до карбюратора насосом.

Найбільшого поширення на автомобільних двигунах одержали діафрагмові паливні насоси, що приводяться в дію від розподільного вала.

Насос складається з кришки, головки, корпусу і механізму подачі палива. Між корпусом і головкою закріплена діафрагма, зібрана на штоку з двома тарілками. У головці насоса встановлено три впускних і три випускних клапани.

Насос приводиться в дію за допомогою спеціальної штанги від ексцентрика, розташованого на розподільному валу. Під час обертання розподільного вала ексцентрик набігає на штангу, і вона, піднімаючи, нагору повертає коромисло.

При цьому протилежне плече коромисла опускається вниз, захоплюючи шток і з'єднану з ним діафрагму, і стискає пружину. Діафрагма прогинається, і над нею створюється розрідження.

Паливо надходить у порожнину над діафрагмою через штуцер, сітчастий фільтр і випускні клапани. При подальшому повороті розподільного вала ексцентрик виходить з-під штанги, і вона опускається вниз. Пружина розтискається, і діафрагма переміщається нагору.

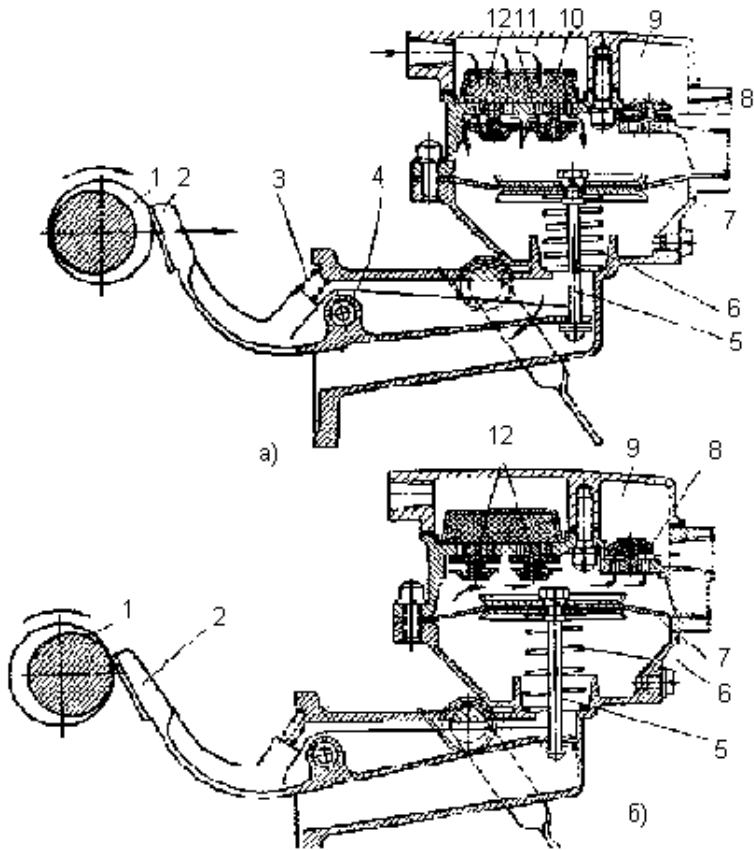


Рис. 2.40 – Схема роботи паливного насоса діафрагменного типу:
 1 – ексцентрик; 2 – коромисло; 3 – пружина; 4 – вісь; 5 – шток; 6 – пружина; 7 – діафрагма; 8 – нагнітальний клапан; 9 – нагнітальна камера; 10 – сітчастий фільтр; 11 – впускна камера; 12 – впускні клапани

Унаслідок цього впускні клапани закриваються, а випускні клапани відкриваються. Паливо через штуцер по паливопроводу направляється у фільтр тонкого очищення.

Паливо в карбюратор надходить рівномірно, оскільки різкість пульсацій при перекачуванні палива насосом пом'якшується, завдяки пружній повітряній подушці над нагнітальними клапанами.

Кількість палива, що подається паливним насосом до карбюратора, залежить від ходу діафрагми і змінюється автоматично. Якщо

поплавкова камера карбюратора заповнена паливом, то діафрагма знаходиться в крайньому нижньому положенні.

Плече коромисла, що діє на шток через текстолітову опорну шайбу, опущено вниз, а протилежне плече підняте нагору, і штанга приводу насоса переміщається вхолосту.

Сила пружини діафрагми менше сили опору голчастого клапана, що разом з поплавцем регулює надходження палива в поплавкову камеру карбюратора. За мірою витрати палива голчастий клапан карбюратора відкривається, і діафрагма, прогинаючись нагору, подає в карбюратор чергову порцію палива.

Для наповнення поплавкової камери карбюратора паливом, коли не працює двигун (перед пуском, після тривалої стоянки, ремонту, після зняття карбюратора чи паливного насоса), насос має пристрій, що дозволяє подавати паливо вручну.

Для цього служить важіль з поворотною пружиною. Коли цей важіль повертають при ручному підкачуванні палива, то пускають у хід діафрагму насоса, і паливо подається в карбюратор. У випадку виходу з ладу діафрагми насоса (тріщина, обрив і т.п.) паливо надходить у нижню порожнину корпусу і виливається з контрольного отвору.

Впускний і випускний трубопроводи. Кожен двигун внутрішнього згоряння має два трубопроводи - впускний і випускний, котрі зазвичай відливають окремо.

Приготовлена в карбюраторі пальна суміш надходить до впускного трубопроводу, з'єднаного у блоці чи в головці блока з каналами, що підводять суміш до циліндрів. Для кращого розподілу і наповнення циліндрів пальною сумішшю опір трубопроводу повинен бути найменшим.

З цією метою впускний трубопровід виготовляють якомога найбільшого перетину і з більш короткими патрубками.

Випускний трубопровід відводить відпрацьовані гази з двигуна. Впускний трубопровід відлитий з алюмінієвого сплаву, а випускний - із сірого чавуну.

Звичайно у рядних двигунів впускний і випускний трубопроводи кріпляться разом з однієї сторони двигуна. Їх приєднують до блока циліндрів (двигун автомобіля ЗІЛ-130) чи до головки блока (двигун автомобіля ГАЗ-24 «Волга»).

Впускний трубопровід за допомогою шпильок з'єднаний з випускним трубопроводом, а між ними встановлена залізоазбестова прокладка. Приймна труба глушника приєднана до фланця випускного трубопроводу.

Як правило, у V-подібних двигунів впускний трубопровід розташований між головками блока, а два випускних трубопроводи розміщені з зовнішніх сторін головок блока. Впускні трубопроводи двигунів автомобілів ГАЗ-53А та ЗІЛ-130 відлиті з алюмінієвого сплаву, а випускні – із сірого чавуну.

Пристрій для підігріву пальної суміші

Не все паливо надходить до циліндрів двигуна у дрібнорозпошеному стані чи у вигляді пару, – частина палива осідає на стінках впускного трубопроводу у вигляді плівки і рухається в напрямку до циліндрів.

Паливна плівка надходить до циліндрів нерівномірно і порушує склад пальної суміші. Це негативне явище усувають декількома способами. Найбільш ефективним способом, що дозволяє успішно руйнувати паливну плівку, є підігрів середньої частини впускного трубопроводу відпрацьованими газами чи гарячою водою.

У першому випадку для цього служить газова камера підігріву (двигун автомобіля ГАЗ-24 «Волга»), а у другому – водяна (двигуни автомобілів ГАЗ-53А і ЗІЛ-130), що з'єднується з водяною рубашкою (рис. 2.41).

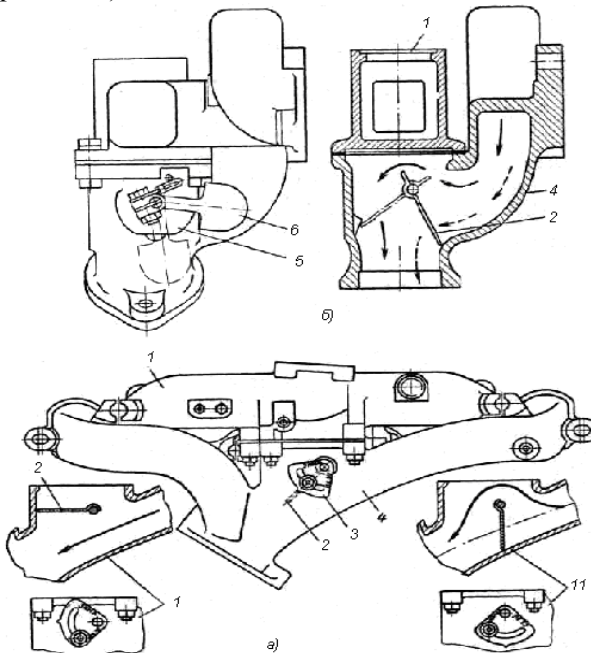


Рис. 2.41 – Впускний і випускний трубопроводи двигуна з підігрівом паливно-повітряної суміші:
а) ручним;
б) автоматичним

Щоб зайвий підігрів впускного трубопроводу не викликав за високої температури навколишнього повітря погіршення наповнення циліндрів пальною сумішшю і зниження потужності двигуна, інтенсивність підігріву регулюють автоматично чи вручну.

Заслінкою змінюють кількість відпрацьованих газів, що проходять через камеру підігріву впускного трубопроводу. При пуску автомобільного двигуна в холодну погоду заслінку встановлюють у положення, що відповідає максимальному підігріву суміші.

На секторі регулювання підігріву вибиті слова «літо» і «зима». Повертаючи сектор і закріплюючи його у певному положенні, регулюють ступінь підігріву впускного трубопроводу відпрацьованими газами.

У двигунів автомобілів ЗІЛ-130 і ГАЗ-53А охолодна рідина, що циркулює по впускному трубопроводу, омиває відповідні канали і підігриває пальну суміш. Однак інтенсивність підігріву суміші регулювати не можна.

Глушник шуму випуску

Гази, що відробили, по прийомній трубі надходять до глушника шуму випуску і виходять з нього по випускній трубі. Гази виходять із двигуна під великим тиском і зі значною швидкістю. Вони мають визначений запас енергії і, розширюючись в атмосфері, створюють сильний шум.

Для зменшення шуму служить глушник, у якому використане гальмування газового потоку його поділом, зміною напрямку руху і перепуском газів з малого об'єму до великого (рис. 2.42).

Усе це приводить до зменшення швидкості відпрацьованих газів, і вирівнювання коливань тиску. Опір глушника повинен бути невеликим, щоб не знижувалися потужність і економічність двигуна. Чим менше шум випуску, тим більша частина потужності двигуна витрачається на витиснення газів через глушник до атмосфери.

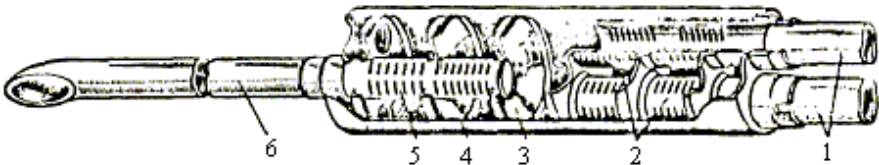


Рис. 2.42 – Глушник вантажного автомобіля

На сучасних вантажних автомобілях застосовуються глушники прямооточного типу, що складаються з корпусу з увареними днищами, внутрішньої труби з отворами і перегородками, що утворюють розширювальні камери.

По прийомних трубах відпрацьовані газу, надходять до глушника. Рухаючись по трубі, газу виходять через отвори усередину камер, де розширюються. Унаслідок цього їх тиск зменшується і газу знову надходять у труби.

Такий рух газів повторюється кілька разів, а потім вони виходять в атмосферу через випускную трубу. На V-подібному двигуні автомобіля ГАЗ-53А ліва і права прийомні труби з'єднані після двигуна разом, і до глушника підходить одна труба.

На вантажних і легкових автомобілях кріплення глушників шуму еластичне; у перших їх кріплять до лонжерона, а у других – до підлоги кузова.

2.1.6.1.1 Системи упорскування для бензинових двигунів

На сьогоднішній день можна вважати, що здійснений перехід від карбюраторних систем живлення двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) до упорскування або зовнішнього інжекторного сумішоутворення двигунів із примусовим запалюванням. Підставою для такого твердження є той факт, що всі перспективні моделі оснащуються тільки двигунами із системою упорскування палива. У всіх цих двигунах упорскування здійснюється у впускний трубопровід двигуна (зовнішнє сумішоутворення). У цьому випадку, внаслідок відсутності карбюратора, знижується опір впускної системи (частина насосних втрат), підвищується рівномірність розподілу й точність дозування палива по циліндрах і з'являється можливість залежно від режиму більш гнучко керувати законом утворення паливоповітряної суміші, що надходить в циліндри двигуна. Це дозволяє підвищити ступінь стиску, а отже, літрову потужність й економічність двигуна. Але в той ж час підвищена паливоподача на перехідних режимах і при прогріві двигуна приводить до підвищеної токсичності вихлопних газів на подібних режимах, виникає необхідність у додатковому очищенні первинних вихлопних газів. Особливість роботи систем зовнішнього сумішоутворення на основі розподіленого упорскування приводить до небажаної нерівномірності розподілу парів палива в об'ємі камери згорання (малий час для формування й перемішування паливного заряду), негативні наслідки цього позначаються на деяких режимах, режимі холостого ходу (ХХ) і великих навантаженнях.

Вперше систему механічного упорскування бензину було розроблено компанією Даймлер-Бенц. Перший у світі серійний автомобіль з упорскуванням бензину - «Мерседес-Бенц-300SL», початок випуску - 1954 рік.

Двигуни з системами упорскування легких палив виробляються в Германії, США, Англії, Японії, Франції, Італії, Росії, та інш.

У цьому розділі ми розглянемо влаштування і роботу систем упорскування для систем живлення двигунів, що працюють на бензині.

Система упорскування "K-JETRONIK" ("К-Джетронік")

Система упорскування "K-Jetronic" фірми BOSCH являє собою механічну систему постійного упорскування палива. Паливо під тиском надходить до форсунок, що установлені перед впускними клапанами у впускному колекторі. Форсунка безупинно розпорошує паливо, що надходить під тиском. Тиск палива (витрата) залежить від навантаження двигуна (від розрідження у впускному колекторі) і від температури охолодної рідини.

Кількість повітря, що підводиться, постійно вимірюється витратоміром, а кількість палива, що впорскується, точно пропорційна (1:14,7) кількості повітря, що поступає (за винятком ряду режимів роботи двигуна, таких як пуск холодного двигуна, робота під повним навантаженням і т.д.), і регулюється дозатором-розподільником палива. Дозатор-розподільник або регулятор складу й кількості робочої суміші складається з регулятора кількості палива й витратоміра повітря. Регулювання кількості палива забезпечується розподільником, керованим витратоміром повітря й регулятором керуючого тиску. У свою чергу вплив регулятора керуючого тиску визначається величиною розрідження у впускному трубопроводі, що підводиться до нього, й температурою рідини системи охолодження двигуна.

Принцип дії. Головна дозуюча система й система холостого ходу

Паливний насос 2 (рис. 2.43) забирає паливо з бака 1 і подає його під тиском близько 5 кгс/см^2 через накопичувач 3 і фільтр 4 до каналу "А" дозатора-розподільника 6.

При звичайному карбюраторному живленні керування двигуном здійснюється впливом на педаль "газу", тобто поворотом дросельної заслінки. Якщо при карбюраторному живленні дросельна заслінка регулює кількість подаваної в циліндри робочої суміші, що подається в циліндри то при системі упорскування дросельна заслінка 11 регулює тільки подачу чистого повітря.

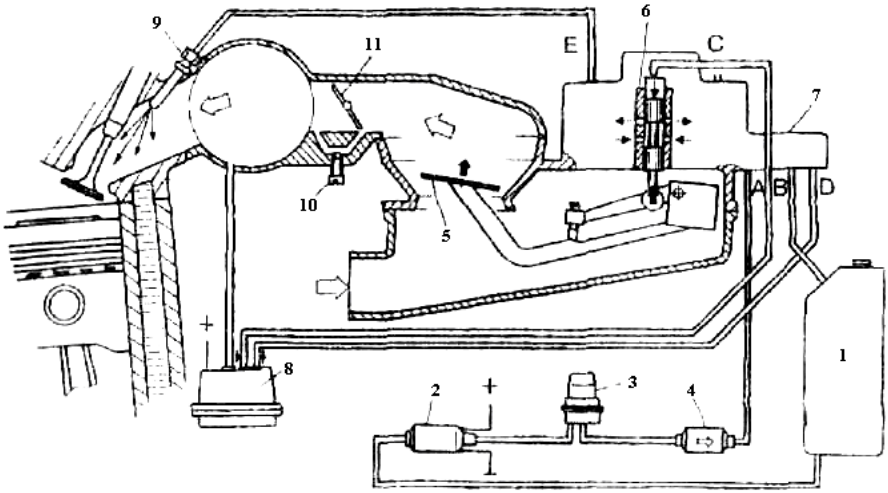


Рис. 2.43 – Схема головної дозуючої системи й системи холостого ходу системи упорскування "K-Jetronic":

1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – накопичувач палива; 4 – паливний фільтр; 5 – напірний диск витратоміра повітря; 6 – дозатор-розподільник кількості палива; 7 – регулятор тиску живлення; 8 – регулятор керуючого тиску; 9 – форсунка (інжектор); 10 – регулювальний гвинт холостого ходу; 11 – дросельна заслінка. Канали: А – підведення палива до дозатора – розподільника; В – злив палива в бак; 3 – канал керуючого тиску; D – канал штовхального клапана; E – підведення палива до форсунок

Для того, щоб установити необхідне співвідношення між кількістю повітря, що поступає, й кількістю бензину, що впорскується, використовується витратомір повітря з так званим напірним диском і дозатор-розподільник палива 6.

У дійсності витратомір не вимірює, у буквальному розумінні слова, витрати повітря, просто його напірний диск переміщується "пропорційно" витраті повітря. А сама назва "витратомір" пояснюється тим, що в цьому пристрої використаний принцип дії фізичного приладу, названого трубкою Вентури й застосовуваного для виміру витрати газів.

Витратомір повітря системи упорскування палива являє собою прецизійний механізм. Напірний диск його дуже легкий (товщина приблизно 1 мм, діаметр - 100 мм) кріпиться до важеля, з іншої сторони важеля (див. рис. 2.43) установлений балансір, що врівноважує всю систему. З урахуванням того, що вісь обертання важеля лежить в

опорах з мінімальним тертям (підшипники кочення), диск дуже "чутливо" реагує на зміну витрати повітря.

Механічна система витратомір повітря - дозатор-розподільник забезпечує тільки відповідність переміщень напірного диска й плунжера розподільника. Але якщо трубка Вентури забезпечує лінійну залежність переміщення напірного диска від витрати повітря, то найпростіший за формою плунжера розподільник лінійної залежності між переміщенням плунжера й витратою бензину вже не дає. Для одержання лінійної залежності застосована система диференціальних клапанів.

З дозатора-розподільника паливо по каналах "Е" надходить до форсунок упорскування 9 (див. рис. 2.43). Іноді замість слова форсунка (від force - франц. сила) застосовується слово інжектор (лат. Injicere - кидати усередину).

Отже, переміщення напірного диска викликає переміщення плунжера розподільника. Напрямки переміщень на рис. 2.43 показані стрілками. Взаємозв'язок переміщень і згадані вище диференціальні клапани забезпечують стехіометричне співвідношення повітря і бензину в робочій суміші. Але, нагадаємо ще раз, характерною рисою автомобільного двигуна є те, що він повинен бути пристосований до різних режимів: холодного пуску, холостого ходу, часткових навантажень, повних навантажень. Суміш доводиться при відповідних режимах або збагачувати або збіднювати. Для отримання відповідності складу робочої суміші режиму роботи двигуна в системі упорскування з боку верхньої частини плунжера (див. рис. 2.43) у розподільник підходить по каналу "С" керуючий тиск. Величина останнього визначається регулятором керуючого тиску 8. Цей тиск залежно від режиму роботи двигуна і має більшу або меншу величину. У першому випадку опір переміщенню плунжера збільшується – суміш збіднюється. У другому випадку, навпаки, опір переміщенню плунжера зменшується – суміш збагачується. Одним з режимів роботи автомобільного двигуна є різке відкриття дросельної заслінки. При карбюраторній системі живлення необхідне збагачення суміші (у протилежному випадку, оскільки повітря більш рухливе, було б її збіднення) здійснюється прискорювальним насосом. При системі упорскування збагачення забезпечується майже миттєвою реакцією напірного диска.

Бензиновий електричний насос 2 (див. рис. 2.43) працює незалежно від частоти обертання колінчатого вала двигуна. Він включається за двох умов, коли включене запалювання й обертається колінчатий вал. Якщо врахувати, що насос має запаси по тиску дворазовий,

по подачі десятикратний, то зрозуміло, що система упорскування повинна мати регулятор тиску живлення. Цей регулятор 7 (рис. 2.43), убудований у дозатор-розподільник, з'єднаний з каналом "А" (підведення палива), по каналу "В" здійснюється злив зайвого палива в бак, канал "D" з'єднаний з регулятором керуючого тиску 8.

Холостий хід карбюраторних двигунів регулюється двома гвинтами: кількості й якості суміші. Система живлення з упорскуванням палива також має два гвинти: гвинт якості (складу) робочої суміші, (цим гвинтом регулюється вміст СО у відпрацьованих газах, і гвинт кількості суміші 10, цим гвинтом установлюється частота обертання колінчатого вала двигуна на холостому ходу).

Система пуску

При пуску двигуна електронасос 2 (рис. 2.44), практично миттєво створює тиск у системі.

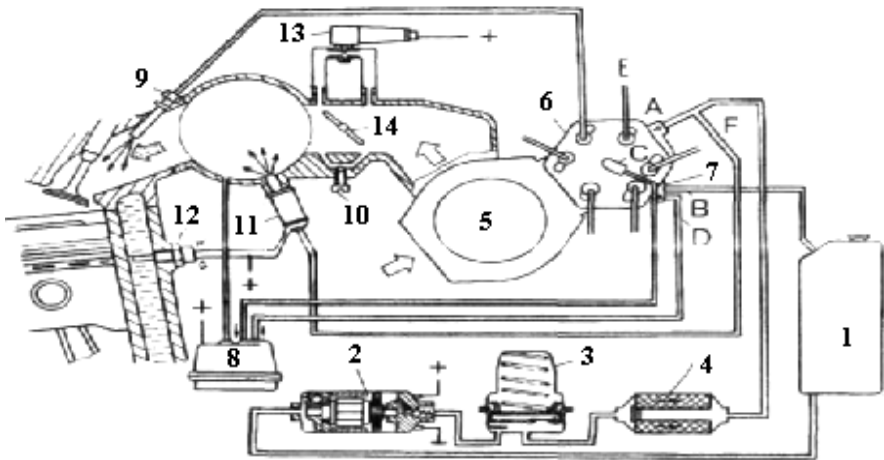


Рис. 2.44 – Схема системи упорскування "К-Jetronic":

1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – накопичувач палива; 4 – паливний фільтр; 5 – витратомір повітря; 6 – дозатор – розподільник; 7 – регулятор тиску живлення; 8 – регулятор керуючого тиску; 9 – форсунка упорскування; 10 – регулювальний гвинт холостого ходу; 11 – пускова електромагнітна форсунка; 12 – термореле; 13 – клапан додаткового повітря; 14 – дросельна заслінка. Канали: А – підведення палива до дозатора-розподільника; В – злив палива в бак; 3 – канал керуючого тиску; D – канал штовхального клапана; Е – підведення палива до робочих форсунок; F – підведення палива до пускової електромагнітної форсунки

Якщо двигун прогрітий (температура не менше 35 °С), термореле 12 вмикає пускову форсунку 11 з електромагнітним керуванням. У момент пуску холодного двигуна та протягом визначеного часу пускова форсунка упорскує до впускного колектора додаткову кількість палива.

Час роботи пускової форсунки визначає термореле залежності від температури охолодної рідини. Клапан 13 забезпечує підведення до двигуна додаткової кількості повітря для підвищення частоти обертання колінчастого вала холодного двигуна на холостому ході. Додаткове збагачення паливоповітряної суміші при пуску та прогріванні холодного двигуна досягається за рахунок більш вільного підйому плунжера розподільвача дозатора-розподільвача тому, що керуючий регулятор тиску 8 знижує над плунжером протидіючий зворотний тиск.

Таким чином, якщо двигун вже прогрітий, живлення відбувається тільки через головну дозуючу систему й систему холостого ходу (див. рис. 2.43). При цьому термореле 12 (див. рис. 2.44), пускова електромагнітна форсунка 11 та клапан додаткового повітря 13 у роботі не беруть участі. При пуску та прогріві холодного двигуна всі перелічені елементи системи упорскування вмикаються в роботу, що забезпечує надійний запуск та стабільну роботу двигуна на холостому ході.

Допоміжні елементи системи упорскування.

Паливний бак

Перший допоміжний елемент системи - паливний бак 1, (див. рис 2.43, 2.44). У зв'язку із широким використанням каталітичних нейтралізаторів відпрацьованих газів, і необхідністю в цьому випадку захисту паливного бака від заправлення його етильованим бензином, змінений сам спосіб заправлення. При цьому істотно зменшений діаметр горловини бака; останнє робить безпосереднє заправлення автомобіля (не в каністру) на наших АЗС іноді просто неможливим.

Паливний насос

Паливний електронасос 2 (рис. 2.44) ротаційного роликвого типу одно- або багатосекційний. Приблизні розміри деталей насоса, мм: ротор-Ø30, статор - Ø32, ексцентриситет-1, ролики: Ø5,5, довжина-6. Роликвий насос відрізняється від ротаційного лопатевого тим, що замість лопат у пази ротора вставлені ролики. Останнє обумовлено прагненням замінити ковзання лопат по статору коченням. Для бензонасоса це особливо важливо, у зв'язку з відсутністю в бензині змащувальної здатності.

На вході бензонасоса передбачена фільтруюча сітка. Призначена вона для затримки порівняно великих сторонніх часток. Замічено, що при використанні звичайного вітчизняного бензину насос зношується за 6-8 місяців, працює нормально максимум протягом року експлуатації автомобіля. У зв'язку із цим можна рекомендувати установку перед бензонасосом паливного фільтра від дизельних вантажних автомобілів.

Паливний насос може розташовуватися як поза баком, так і безпосередньо бути зануреним у бензин у баці. За зовнішньою формою насос нагадує котушку запалювання і являє собою об'єднаний агрегат-електродвигун постійного струму й власне насос. Особливістю цієї конструкції є те, що бензин обмиває всі "внутрішності" електродвигуна: якір, колектор, щітки, статор.

Насос має два клапани: запобіжний (див. рис. 2.44, ліворуч), що з'єднує порожнини нагнітання й усмоктування, і зворотний клапан. Зворотний клапан перешкоджає зливу палива із системи. Конструктивно зворотний клапан із дроселем, що демпфірує (нім. Dampfer - гаситель, Drossel - зменшуючий прохідний перетин) убудовані у штуцер паливного насоса. Демпфер трохи згладжує різке наростання тиску в системі при пуску паливного насоса. При вимиканні насоса він знижує тиск у системі тільки до значення, за якого відбувається закриття клапанних форсунок.

Тиск, що розвиває насос, або тиск у системі близько 5 кгс/см^2 . Діапазони застосування тиску на різних автомобілях, кгс/см^2 : 4,5-5,2; 4,7-5,4; 5,3-5,7; 5,4-6,2. Продуктивність насосів при 20 й 12 В близько 1,7-2,0 л/хв. Робоча напруга 7- 15 В, максимальне значення сили струму 4,7-9,5А.

Накопичувач палива

Накопичувач палива 3 (див. рис. 2.44) являє собою пружинний гідроаккумулятор, призначення якого підтримувати тиск у системі при зупиненому двигуні й виключеному бензонаосі. Підтримка залишкового тиску перешкоджає утворенню у трубопроводах парових пробок, які утруднюють пуск (особливо гарячого двигуна).

Накопичувач установлюється в системі за паливним насосом. Він має три порожнини: верхню порожнину, де розміщена пружина, середня (об'ємом $20-40 \text{ см}^3$) – накопичувальна й нижня порожнина із двома, підвідним і відвідним, каналами, або з одним каналом, що виконує обидві функції. Порожнини накопичувальна й пружинна роз-

ділені гнучкою діафрагмою, а порожнини накопичувальна й нижня перегородкою.

Після включення паливного насоса накопичувальна порожнина через пластичний клапан у перегородці заповнюється паливом, при цьому діафрагма прогинається нагору до упору, стискаючи пружину. Після зупинки двигуна, у зв'язку з тим, що бензин, як усяка рідина, практично не стискається, найменші витоки (зворотний клапан у насосі, розподільник) приводять до значного падіння тиску в системі. Отут і вступає в роботу накопичувач. Пружина, впливаючи на діафрагму, витісняє бензин з накопичувальної порожнини через дроселюючий отвір у перегородці (на рис. 2.44 у перегородці ліворуч – дроселюючий отвір, праворуч - пластинчастий клапан). За робочого тиску в системі $5,4-6,2 \text{ кгс/см}^2$ залишковий тиск через 10 хв після зупинки двигуна дорівнює не менше $3,4 \text{ кгс/см}^2$, після 20 хв – $3,3 \text{ кгс/см}^2$. Відповідно за робочого тиску в системі в межах $4,7-5,2 \text{ кгс/см}^2$, через 10 хв – $1,8-2,6 \text{ кгс/см}^2$, через 20 хв – $1,6 \text{ кгс/см}^2$.

Паливний фільтр 4 (див. рис. 2.44), як видно зі схеми, встановлюється за насосом, тому бензонасос від сторонніх часток у бензині не захищає, фільтр за об'ємом перевищує в кілька разів звичайно застосовувані фільтри тонкого очищення бензину й схожий на оливний фільтр. При нормальному бензині термін служби фільтра становить 50 тис. км. У системах упорскування палива чистоті бензину приділяється особлива увага; крім розглянутого фільтра й сітки, в насосі є ще сітки на гільзі розподільника 6, у штуцерах каналів "Е" (див. рис. 2.43). Сприяє випаданню сторонніх часток з бензину й конфігурація каналів у дозаторі-розподільнику.

Дозатор-розподільник, регулятор тиску живлення

Дозатор-розподільник (рис. 2.45) дозує й розподіляє паливо, що надійшло через фільтр від насоса до каналу "А", по форсунках (інжекторах) циліндрів, до каналу "Е". Переміщення плунжера розподільника відбувається відповідно до переміщень напірного диска витратоміра повітря. Нагадаємо, що у свою чергу напірний диск переміщається відповідно до витрати повітря або з відкриттям дросельної заслінки.

Плунжер 6 переміщається в гільзі 7 з отворами. Яких-небудь ущільнень у цій парі не передбачено, герметичність забезпечується мінімальними зазорами, точністю форми й чистотою поверхонь деталей, що сполучаються. Гільза уставляється в корпус із більшим зазором, а ущіль-

льнення забезпечується гумовим кільцем, установленому в канавці гільзи (на рис. 2.45 не показано).

На плунжер знизу діє важіль напірного диска, зверху - керуючий тиск.

Між розподільником і вихідними каналами «Е» розташовуються диференціальні клапани, необхідні, як відзначалося, для одержання лінійної залежності між переміщенням плунжера й витратою палива, що надходить до форсунок.

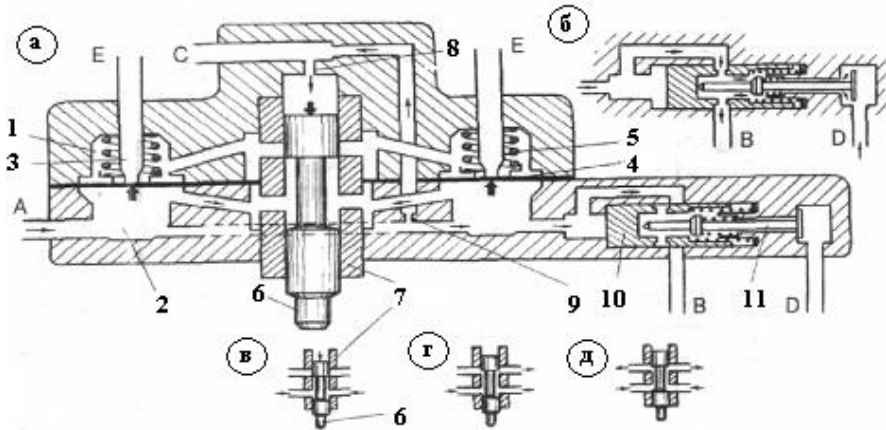


Рис. 2.45 Дозатор-розподільник з регулятором тиску живлення:

а) загальна схема: 1 - верхня камера диференціального клапана; 2 - нижня камера; 3 - трубка форсунки упорскування; 4 - діафрагма клапана; 5 - пружина клапана; 6 - плунжер розподільника; 7 - гільза розподільника; 8 - дросель, що демпфірує; 9 - дросель підживлення; 10 - поршень регулятора тиску; 11 - штовхальний клапан; б) регулятор тиску; злив палива в бак; в) стан спокою; г - холостий хід; часткові навантаження; д) повне навантаження; А; В; С; D; Е - паливні канали

Сама назва клапанів – диференціальні, пояснюється наступним. Диференціал від лат. differentia – різниця, перепад, поділ. Диференціальний клапан – це буквально клапан із двома камерами з перепадом тиску або клапан, розділений гнучкою діафрагмою.

Нижні камери диференціальних клапанів з'єднані кільцевим каналом і перебувають під робочим тиском. На іншу діафрагму 4 знизу впливає цей тиск, а зверху пружина, що опирається вгорі в корпус, унизу – на спеціальне сидло й діафрагму.

При надходженні палива у верхню камеру (рис. 2.46) до зусилля пружини додається тиск палива, діафрагма прогинається вниз, збіль-

шуючи прохідний перетин. У зв'язку із чим тиск у верхній камері падає, діафрагма трохи випрямляється, у результаті виходить динамічна рівновага або та сама необхідна лінійна залежність між переміщенням плунжера й надходженням палива до форсунок. Розглянуте регулювання складу робочої суміші ставиться до часткових навантажень або до звичайної роботи двигуна. Але існують й інші режими: холодний пуск, холостий хід, повне навантаження. Пристосовність до цих режимів «по повітрю» передбачена у витратомірі (див. рис. 2.43, а), завдяки формі й перетину напрямного пристрою. У дозаторі-розподільнику передбачене пристосування "по бензину", здійснюване підведенням до плунжера зверху керуючого тиску. Чим більше керуючий тиск, тим більше зусилля, що перешкоджає підйому плунжера, відповідно зі зменшенням керуючого тиску зменшується й сила перешкоджаючого підйому.

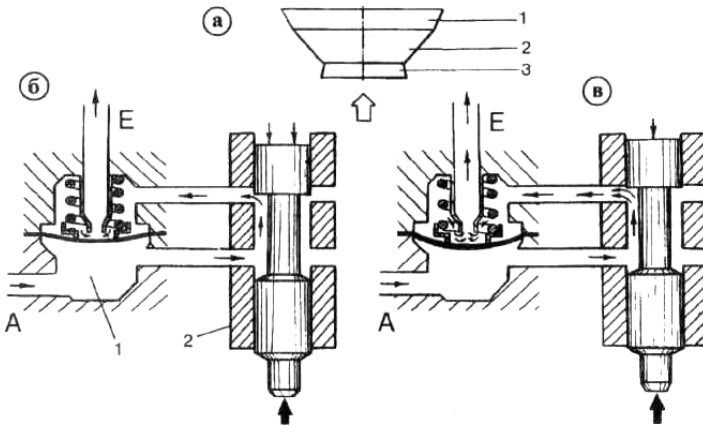


Рис. 2.46 – Регулювання складу робочої суміші:

а) напрямний пристрій із зонами переміщення напірного диска: 1 – максимальне навантаження; 2 – часткові навантаження; 3 – холостий хід; б) мала доза упорскування; в) більша доза упорскування: 1 – диференціальний клапан; 2 – розподільник

Канали: А - підведення живлення від насоса; Е - подача палива до форсунок

Постійний за величиною тиск палива в системі підтримує регулятор тиску. У випадку підвищення тиску поршень 10 (див. рис. 2.45 а, б), стискаючи пружину, переміщається вправо й дозволяє надлишку палива через канал "В" повернутися в бак. Тиск палива в системі врівноважується пружиною поршня 10 і залишається постійним.

При зупинці двигуна паливний насос вимикається. Тиск системи швидко знижується й стає нижче величини тиску відкриття клапанної форсунки, зливальний отвір закривається за допомогою поршня, який підпружинено, регулятора тиску.

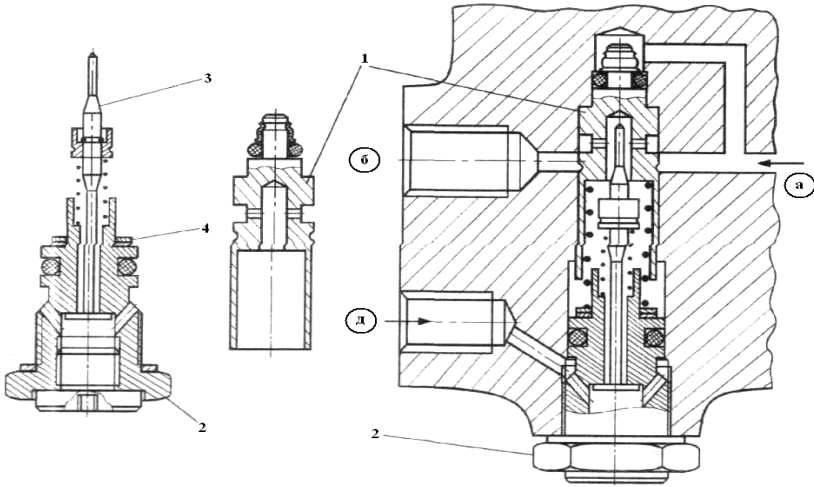


Рис. 2.47 – Регулятор тиску живлення:

1 - поршень регулятора тиску; 2 - штовхальний клапан у зборі з корпусом; 3 - штовхальний клапан; 4 - регулювальні шайби.

Канали: а) підведення палива (нижні порожнини диференціальних клапанів); б) злив палива в бак; д) канал штовхального клапана регулятора тиску; що спрощує

У регулятор тиску убудований штовхальний клапан 11. Цей клапан приводиться в рух поршнем регулятора тиску (відкривається). Штовхальний клапан працює разом з регулятором керуючого тиску. Конструкція регулятора тиску живлення показана на рис. 2.47.

Регулятор керуючого тиску

Регулятор керуючого тиску (рис. 2.48) змінює керуючий тиск в основному при режимах холодного пуску, прогріву на холостому ході й повнім навантаженні. Регулятор має дві діафрагми – верхню 5 і нижню 7. У середній частині верхньої діафрагми 5 є клапан, що перекриває канал 4, по якому паливо через регулятор тиску живлення повертається в бак (рис. 2.45, б).

Біметалічна пластинчаста пружина 6 за температури до 35-40°C прогинає діафрагму 5 униз, з'єднуючи два канали, розташовані над діаф-

рагмою; при цьому стискаються дві циліндричні пружини в діафрагми 7. Регулятор кріпиться до блока циліндрів і нагрівається від нього. Крім цього, біметалічна пружина 6 має електричний підігрів. Це необхідно для того, щоб при утрудненому пуску не "залити" двигун.

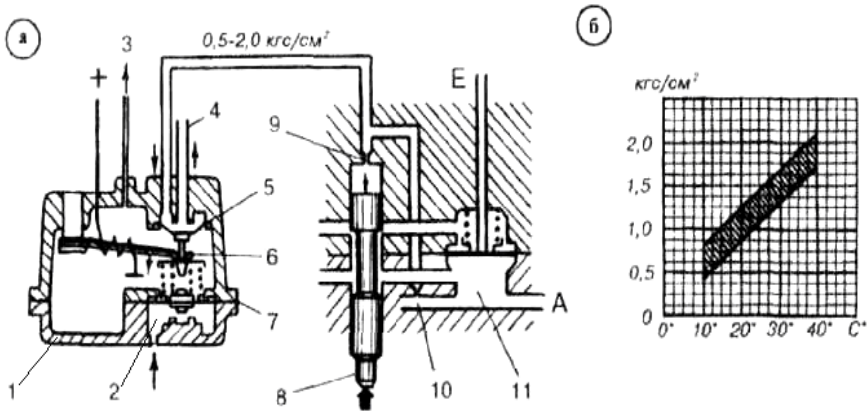


Рис. 2.48 Регулювання складу робочої суміші:

а) прогрів двигуна на холостому ході; 1 – регулятор керуючого тиску; 2 – атмосферний тиск; 3 – вакуум; 4 – до каналу D регулятора тиску; 5 – верхня діафрагма; 6 – біметалічна пластинчаста пружина; 7 – нижня діафрагма; 8 – плунжер розподільника; 9 – дросель, що демпфірує; 10 – дросель підживлення; 11 – диференціальний клапан; А; Е – клапани; б) графік зміни керуючого тиску (заштриховано припустимий діапазон); перевірка при непрацюючому двигуні

Регулятор керуючого тиску без нижньої діафрагми 7 (без підведення вакууму) і внутрішньої циліндричної пружини називається регулятором підігріву й працює тільки при прогріві двигуна. Графік зміни керуючого тиску при прогріві показаний на рис. 2.48, б. На рис. 2.48, а показана робота регулятора в цьому ж режимі.

Пружина 6 прогинає верхню діафрагму 5 униз, клапан відкривається й з'єднує два канали. У міру прогріву двигуна керуючий тиск збільшується (рис. 2.48, б), тому що біметалічна пружина 6 починає поступово вигинатися нагору, розвантажуючи циліндричні пружини й зменшуючи прогин діафрагми 5 униз. За температури близько 35-40 °С пружина 6 повністю звільняє діафрагму й канал зливу 4 (рис. 2.49, а) закривається.

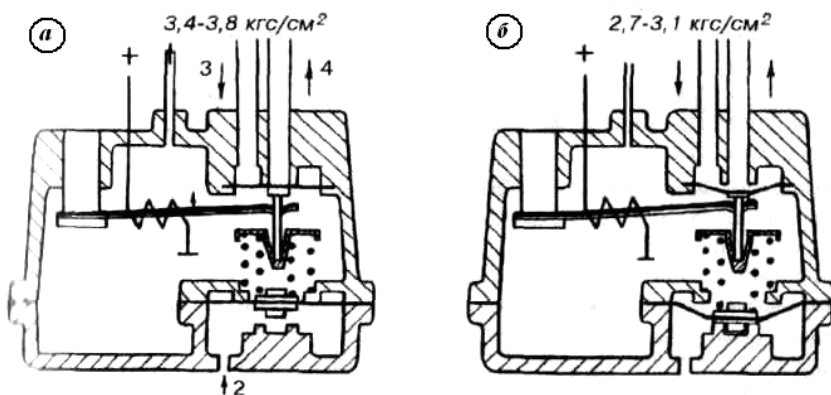


Рис. 2.49 – Регулювання складу робочої суміші:

а) двигун прогрітий, часткові навантаження (керуючий тиск $3,4-3,8 \text{ кгс/см}^2$ перевіряється на холостому ході); б) двигун прогрітий, повне навантаження (керуючий тиск $2,7-3,1 \text{ кгс/см}^2$ перевіряється на непрацюючому двигуні)

Положення нижньої діафрагми визначається розрідженням, що підводиться по каналу 3, й атмосферним тиском, що підводиться по каналу 2. При холостому ході й часткових навантаженнях дросельна заслінка прикрита у зв'язку із чим за нею встановлюється знижений тиск. Нижня діафрагма атмосферним тиском притискається до верхнього упору (рис. 2.48, а, 2.49, а), при цьому внутрішня циліндрична пружина стискується.

При роботі прогрітого двигуна за часткових навантажень (звичайний режим) пластинчаста біметалічна пружина вигинається нагору (див. рис. 2.49,а), і на верхню діафрагму вже не впливає. Нижня діафрагма за часткових навантажень при підведенні вакууму атмосферним тиском також притискається до верхнього упору. При цьому внутрішня циліндрична пружина перебуває у стиснутому стані, унизу опирається в діафрагму, угорі через клапан верхньої діафрагми - у корпус.

Верхня діафрагма знаходиться під впливом наступних сил: знизу діє сумарне зусилля двох пружин, зверху – зусилля, обумовлене тиском, що підводиться через дросель 10 (див. рис. 2.48, а) у кільцевий канал над діафрагмою. Зусиллям двох стислих пружин визначається максимальна величина керуючого тиску (рис. 2.49, а).

Режим повного навантаження характеризується тим, що дросельна заслінка відкрита повністю, розрідження за нею зменшується, тобто підвищується тиск. Нижня діафрагма переміщується у крайнє поло-

ження до упору (див. рис. 2.49,6), завдяки чому зусилля внутрішньої циліндричної пружини різко знижується. Під дією тиску верхня діафрагма прогинається вниз, у результаті керуючий тиск знижується й робоча суміш збагачується.

Пускова форсунка, термореле, клапан додаткової подачі повітря

Для забезпечення пуску й прогріву двигуна в системі упорскування " K-Jetronic " передбачені електромагнітна пускова форсунка, термореле, клапан додаткової подачі повітря й регулятор керуючого тиску (коректор підігріву).

Пускова форсунка призначена для упорскування у впускний колектор додаткової кількості палива в момент запуску холодного двигуна. Вона працює разом з термореле (тепловим реле часу), що управляє її електричним ланцюгом залежно від температури двигуна й тривалості його запуску.

Зразкові дані пускових форсунок:

продуктивність при 4,5 кгс/см² —85±20% см³/хв;

робоча напруга7—15 В;

потужність споживана37 Вт;

кут конуса розпилення палива80°.

Тривалість упорскування:

при -20 ° С.. не більше 7,5 с;

при 0 °С не більше 5 с;

при +20 °С ..2 с;

при +35 °С...0 с.

Термореле (рис. 2.50) має нормально-замкнуті контакти, один з них з'єднаний з "масою", інший встановлений на біметалічній пластині. Електричний підігрів пластини здійснюється через клему "50" (реле стартера) вимикача запалювання або через реле пуску холодного двигуна - післястартове реле. У першому випадку підігрів діє тільки при включенні стартера, у другому – більш довгостроково. При замкнутих контактах термореле йде живлення пускової форсунки з електромагнітним керуванням або, інакше кажучи, при замкнутих контактах термореле пускова форсунка відкрита й здійснюється упорскування додаткового палива.

Час упорскування палива пусковою форсункою залежно від температури двигуна (охолодної рідини) становить 1-8 с. За цей час біметалічна пластина через електричний підігрів деформується настільки, що контакти термореле розмикаються, електроживлення пускової форсунки припиняється й подальшого збагачення суміші більше не відбувається. При теплому двигуні контакти термореле розімкнуті через положення біметалічної пластини й при пуску двигуна відпові-

дно не включається її підігрів і не включається пускова форсунка. Живлення при пуску здійснюється робочими форсунками.

Як відомо, при пуску холодного двигуна і його прогріві для усталеної роботи двигуна потрібна підвищена кількість робочої суміші. Забезпечується це пристроями. Один з них – клапан додаткового повітря (рис. 2.51). При холодному двигуні діафрагма 1 клапана втримується біметалічною пластиною у верхньому положенні, клапан відкритий і повітря надходить в обхід дросельної заслінки. У міру прогріву біметалічна пластина згинається вниз, у результаті чого канал подачі додаткового повітря перекривається. Біметалічна пластина обігрівається спеціальною електричною спіраллю й за рахунок температури двигуна.

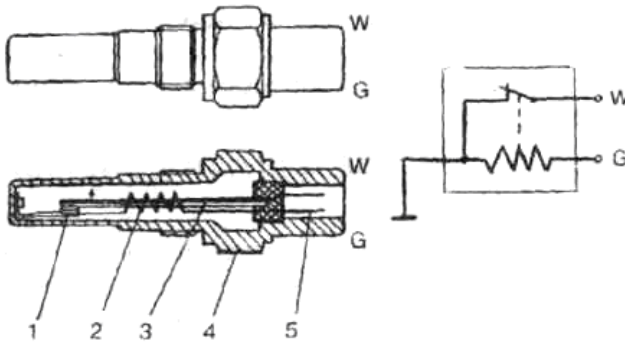


Рис. 2.50 – Термореле:

1 – контакти; 2 – електрична спіраль; 3 – біметалічна пластина; 4 – корпус; 5 – штекер

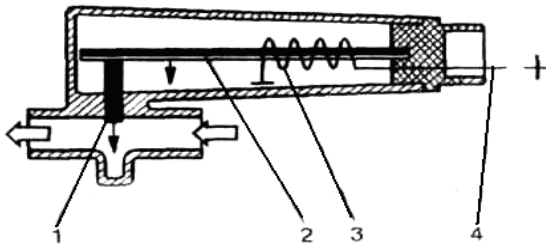


Рис. 2.51 – Клапан додаткового повітря:

1 – діафрагма; 2 – біметалічна пластина; 3 – електрична спіраль; 4 – штекер

Клапан додаткового повітря при прогріві збільшує кількість тільки повітря. Одержання ж збагаченої робочої суміші здійснюється двома шляхами. Перший – додаткове повітря фіксується витратоміром, його напірний диск переміщається й через важіль впливають на плунжер розподільника, піднімаючи його нагору, суміш збагачується. Другий – на холодному двигуні включається в роботу регулятор керуючого тиску, розглянутий вище. Біметалічна пластина регулятора стискає пружину діафрагменого клапана, відкриваючи канал зливу палива, що приводить до зменшення протидії на плунжері розподільника. Зменшення керуючого тиску за незмінної витрати повітря викликає збільшення ходу напірного диска. Внаслідок цього розподільний плунжер додатково піднімається, збільшуючи кількість палива, що подається до форсунок.

Форсунки упорскування

Форсунки упорскування відкриваються автоматично під тиском і не здійснюють дозування палива (рис. 2.52). Кут конуса розпилювання палива приблизно 35° (у пускової форсунки 80°).

Форсунки, що випускаються, наприклад, фірмою Bosch, надзвичайно різноманітні, "свої" форсунки розроблені для кожної моделі автомобіля й двигуна, крім того, конструкція форсунок постійно вдосконалюється. Таким чином, кожна форсунка призначена тільки для конкретного автомобіля й двигуна певного року випуску.

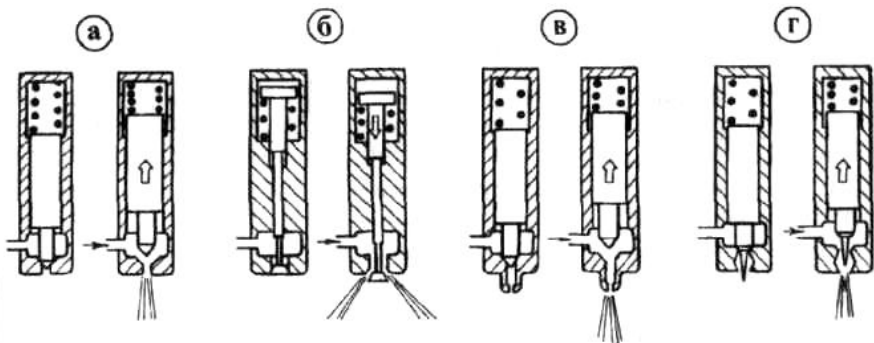


Рис. 2.52 – Форсунки (інжектори) упорскування палива:
а, б) клапанні, в) закрита, г) штифтова

Найбільш часто зустрічаються діапазони тиску відкриття форсунок (початок упорскування), кгс/см²: 2,7-3,8; 3,0-4,1; 3,2-3,7; 4,3-4,6; 4,5-5,2.

Окремі фірми вказують тиск початку упорскування для нових форсунок і форсунок, що приробили. Так, для автомобілів "Mercedes Benz-190" при діапазоні тисків початку упорскування нових форсунок (кгс/см²) 3,5-4,1 й 3,7-4,3 тиск початку упорскування форсунок, що приробили, відповідно 3, 0 (не менше) і 3,2. Для автомобілів "Mercedes-Benz-200, -230, -260, -300 серії W-124 відповідні значення будуть (3,7-4,3) - 3,2; (4,3-4,6) - 3,7.

У частини автомобілів, наприклад, "Audi-100" (5 циліндрів) для даної потужності двигунів, квт (л. с.) 74-98 (100-138) вказується продуктивність форсунок: у режимі холостого ходу 25-30 см³/хв, у режимі повного навантаження 80 см³/хв.

Важливим показником форсунки упорскування є тиск, що відповідає закритому стану форсунок, наприклад, на автомобілі з діапазоном початку відкриття форсунок 4,5-5,2 кгс/см² тиск відповідному закритому стану (тиск зливу) встановлено в 2,5 кгс/см². Для контролю тиску зливу встановіть тиск 2 кгс/см² і підрахуйте число крапель палива, що з'явилися з розпилювача форсунки за 1 хв. Як правило, допускається тільки одна крапля. За недостатньої чистоти бензину тиск зливу різко падає, що у свою чергу може утруднити пуск (особливо гарячого двигуна).

Іноді клапанні форсунки упорскування можуть бути оснащені додатковим підведенням повітря. Повітря забирається перед дросельною заслінкою (тиск тут вище, ніж у форсунки) і по спеціальному каналу подається у тримач кожної форсунки. Ця система сприяє поліпшенню сумішоутворення на холостому ходу, тому що змішування бензину з повітрям починається вже у тримачі форсунки. Краще сумішоутворення забезпечує краще згоряння й відповідно менша витрата палива й зниження токсичності відпрацьованих газів.

Форсунки у впускний колектор можуть угвинчуватися або запресовуватися. В останньому випадку при їхньому демонтажі потрібно досить значне зусилля. Краще випресовувати форсунки при нагрітому до 80 °С колекторі.

Система упорскування "KE-JETRONIC"

Система упорскування "KE-Jetronic" – це механічна система постійного упорскування палива, подібна до системи "K-Jetronic", але з електронним блоком керування (E-Elektronik). У системі "KE-Jetronic" регулятор керуючого тиску замінений електрогідравлічним регулятором.

Крім цього, система має: установлений на важелі витратомір повітря, потенціометр (реостатний датчик) і вимикач положення дросельної заслінки. Потенціометр повідомляє електричними сигналами в електронний блок керування інформацію про положення напірного диска витратоміра повітря. Положення напірного диска визначається витратою повітря (розрідженням у впускному трубопроводі, положенням дросельної заслінки, навантаженням двигуна).

Вимикач положення дросельної заслінки може інформувати електронний блок керування: про крайні положення дросельної заслінки - повністю відкрита або закрита (у цьому випадку вимикач називається кінцевим); про всі положення дросельної заслінки; про всі положення й про швидкості її відкриття й закриття.

Система "KE-Jetronic" є подальшим розвитком системи "K-Jetronic". Вона більш складна, але дозволяє краще оптимізувати дозування палива. Ідеальне дозування – це паливна економічність, найменша токсичність відпрацьованих газів, найкраща динаміка. На жаль, сполучити всі три ці складові не вдається. Тому, приміром, про паливну економічність піклуються за всіх часткових навантажень, а при повнім навантаженні - тільки про найкращі динамічні показники.

Принцип дії, головна дозуюча система й система холостого ходу

Паливо під тиском надходить до форсунок 11 (рис. 2.53), що встановлені перед впускними клапанами. Форсунки розпорошують паливо, кількість якого визначається його тиском залежно від навантаження (від розрідження у впускному колекторі) і від температури охолодної рідини.

Регулювання кількості палива забезпечується дозатором-розподільником 5, керованим витратоміром повітря 6 й електрогідравлічним регулятором керуючого тиску 9, керованим електронним блоком керування 16 за сигналами датчика температури охолодної рідини двигуна 13, вимикача положення дросельної заслінки 7 і датчика частоти обертання (числа обертів) колінчатого вала двигуна (датчика початку відліку). Сигнали (імпульси) частоти обертання беруться від датчика-розподільника запалювання 8. Як відзначалося вище, ці сигнали можуть братися також від котушки запалювання або від комутатора.

У цей час для цієї мети застосовуються індуктивні датчики. Останні закріплюються на картері маховика, а їх "чутлива" частина розташовується над зубчастим вінцем маховика. При проходженні зуба повз датчик у його обмотці генерується ЕРС. Застосовуються

датчики й на основі ефекту Холу, які краще індуктивних, але складніше й дорожче.

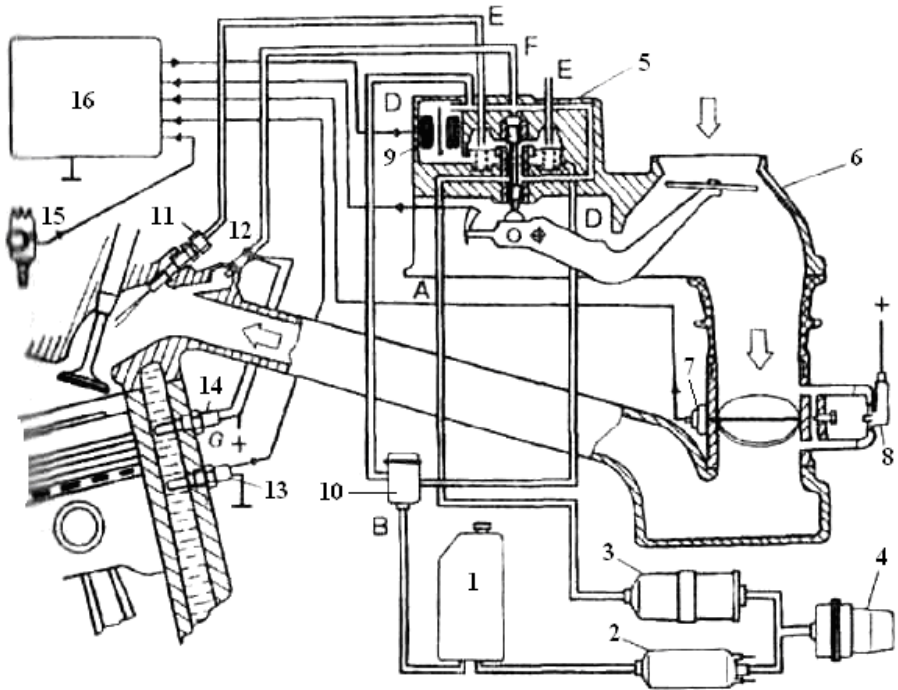


Рис. 2.53 – Схема системи упорскування "KE-Jetronic":

1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – паливний фільтр; 4 – накопичувач палива; 5 – дозатор розподільник кількості палива; 6 – витратомір повітря; 7 – вимикач положенні дросельної заслінки; 8 – клапан додаткової подачі повітря; 9 – електрогідравлічний регулятор керуючого тиску (протитиску); 10 – регулятор тиску палива в системі; 11 – форсунка (інжектор); 12 – пускова електромагнітна форсунка; 13 – датчик температури охолодної рідини; 14 – термореле; 15 – датчик-розподільник; 16 – електронний блок керування. Канали: А - підведення палива (тиск системи); В - злив палива в бак; З - канал керуючого тиску (у дозаторі-розподільнику); D – канал регулятора тиску; E – підведення палива до форсунок; F – підведення палива до пускової електромагнітної форсунки

Система упорскування (рис. 2.53) працює в такий спосіб. Електронасос 2 забирає паливо з бака й подає його під тиском до дозатора - розподільника палива 5 через паливний фільтр 3 і накопичувач 4.

Паливо надходить у верхні камери диференціальних клапанів дозатора-розподільника під тиском, що змінюється регулятором 10 залежно від положення плунжера розподільника.

Кількість палива, що надходить до робочих форсунок 11, регулюється діафрагмою диференціальних клапанів, що притискає керуючим тиском (протитиском) до вихідних отворів (трубок форсунок).

На відміну від системи "K-Jetronic", керуючий тиск до верхнього торця плунжера розподільника в системі "KE-Jetronic" не підводиться.

Регулятор керуючого тиску 9 являє собою електроклапан, керований електронним блоком 16. При роботі головної дозуючої системи міняється положення біметалічної пластини. За збільшення частоти обертання колінчатого вала (прискорення) верх пластини відхиляється вправо, отвір підведення палива до регулятора прикривається. За зменшення частоти обертання колінчатого вала (уповільнення) верх пластини відхиляється вліво, отвір підведення палива до регулятора збільшується. При рівномірній роботі двигуна (постійній частоті обертання колінчатого вала) пластини перебуває у випрямленому стані.

Потенціометр напірного диска й вимикач положення дросельної заслінки передають в електронний блок керування інформацію про поточне навантаження двигуна й про "поводження" дросельної заслінки. У свою чергу електронний блок керування через електрогідравлічний регулятор керуючого тиску коректує вплив переміщень напірного диска на плунжер розподільника. Наприклад, при різкому натисканні на педаль "газу" ("взаємозв'язок" відкриття дросельної заслінки, переміщення напірного диска й зростання частоти обертання колінчатого вала електронний блок керування розрізняє, чи прискорення це руху автомобіля, чи просте збільшення частоти обертання колінчатого вала двигуна на холостому ходу).

При повнім навантаженні сигнал від вимикача положення дросельної заслінки надходить в електронний блок керування; останній через регулятор керуючого тиску дозатора-розподільника збагачує суміш.

Система холостого ходу, представлена на рис. 2.53, майже не відрізняється від системи холостого ходу "K-Jetronic". Паралельно каналу дросельної заслінки йдуть ще два повітряних канали. В одному встановлений конічний гвинт регулювання холостого ходу (гвинт кількості), яким підтримується мінімальне розрідження у витратомірі повітря б під диском, і забезпечується робота двигуна на холостому

ходу. Клапан додаткової подачі повітря 8 працює при холодному пуску й прогріві двигуна аналогічно до системи "К-Jetronic".

Лямбда-регулювання

На частині автомобілів для одержання більш раціонального дозування палива застосовується зворотний зв'язок - від відпрацьованих газів, до складу суміші. При цьому в електронний блок керування подаються сигнали від лямбда-зонда (λ -зонд, фр. sonde-щуп) або датчика кисню (фіксується вільний кисень), розміщеного у випускному трубопроводі двигуна.

Сигнал лямбда-зонда реєструється електронним блоком керування й перетворюється в команду для регулятора керуючого тиску, що змінює тиск керування й тим самим збагачує або збіднює суміш.

Датчики кисню працюють зазвичай в діапазоні температур 350-900°C. Принцип дії застосовуваних датчиків різний.

Цирконієвий датчик (використовується керамічний елемент на основі двоокису цирконію ZrO_2 , покритий платиною) - гальванічне джерело струму, що міняє напругу залежно від температури й наявності кисню в навколишнім середовищі. Цирконієві датчики формують (створюють) електричний сигнал і є найпоширенішими.

Титанові датчики (використовується двоокис титану TiO_2) застосовуються рідше і являють собою резистори, опір яких міняється залежно від температури й наявності кисню в навколишнім середовищі. Можна сказати, що ці датчики у принципі працюють так само, як і датчики температури двигуна.

Застосовуються лямбда-зонди що обігриваються, і такі, що не обігриваються. Зонди, що обігриваються, як правило, розташовані трохи далі від випускного колектора у випускному трубопроводі. Без обігріву вони досягали б своєї робочої температури при пуску двигуна із затримкою. Головна ж мета електричного обігріву зондів - включення їх у роботу, коли температура відпрацьованих газів, що контактують із ними, нижче 350 °C.

За допомоги датчиків концентрації кисню в відпрацьованих газах вдається оптимізувати склад робочої суміші тільки за токсичністю вихлопу при певних режимах роботи двигуна. Застосовуються ці датчики, як правило, разом з нейтралізаторами відпрацьованих газів.

Електрична схема системи упорскування

Електрична схема системи "KE-Jetronic" має подібність зі схемою системи "K-Jetronic". Основна відмінність пов'язана з електрон-

ним керуванням. На рис. 2.54 представлений один з варіантів електричної схеми системи упорскування палива "KE-Jetronic": 1 – керуюче реле; 2 – клапан додаткового повітря; 3 – паливний насос; 4 – пускова форсунка; 5 – вимикач дросельної заслінки; 6 – реле перевантаження; 7 – регулятор холостого ходу; 8 – витратомір повітря; 9 – електрогідравлічний регулятор керуючого тиску; 10 – вимикач ПХХ; 11 – датчик температури охолодної рідини.

Клеми: 15 "+" після включення запалювання; 30 "+" акумуляторна батарея; 50 "+" стартер; TD - імпульси запалювання; 1 (вимикач дросельної заслінки) - повне навантаження; 2 - холостий хід

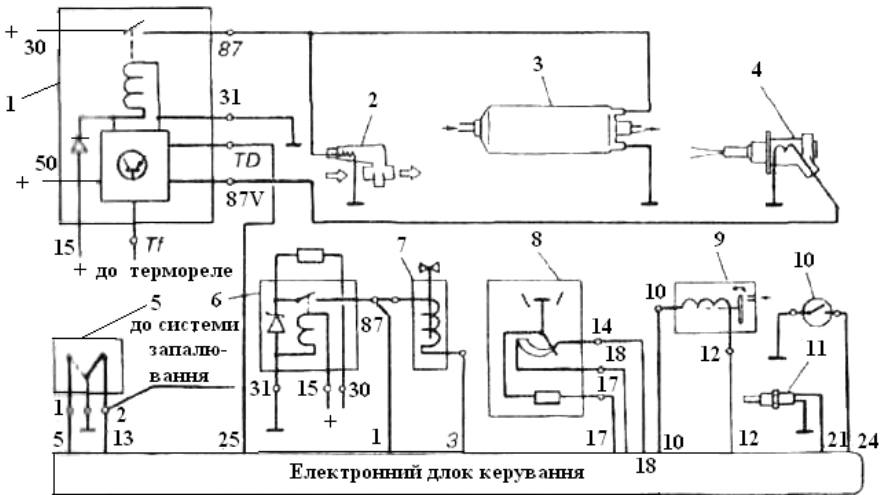


Рис. 2.54 – Електрична схема системи упорскування "KE-Jetronic"

Система упорскування "L-Jetronic"

Система упорскування "L-Jetronic" - це керована електронікою система багатоточечного (розподіленого) переривчастого упорскування палива (L - нім. Lade - заряд, порція). Головні відмінності від систем "K-J" й "KE-J": немає дозатора-розподільника й регулятора керуючого тиску, всі форсунки (пускова й робочі) з електромагнітним керуванням. Оскільки немає дозатора-розподільника, істотно змінився й витратомір повітря. У системах "L-Jetronic" приблизно у два рази менше тиск палива в системі й можлива відсутність накопичувача (гідроаккумулятора).

Система упорскування "L-Jetronic" – це більш досконала система, зі збільшенням економічності, зниженням токсичності відпрацьованих газів поліпшенням динаміки автомобіля.

Принцип дії

Електричний паливний насос 2 забирає паливо з бака 1, (рис. 2.55) і подає його під тиском 2,5 кгс/см² через фільтр тонкого очищення 3 до розподільної магістралі 5, з'єднаної шлангами з робочими форсунками циліндрів 8.

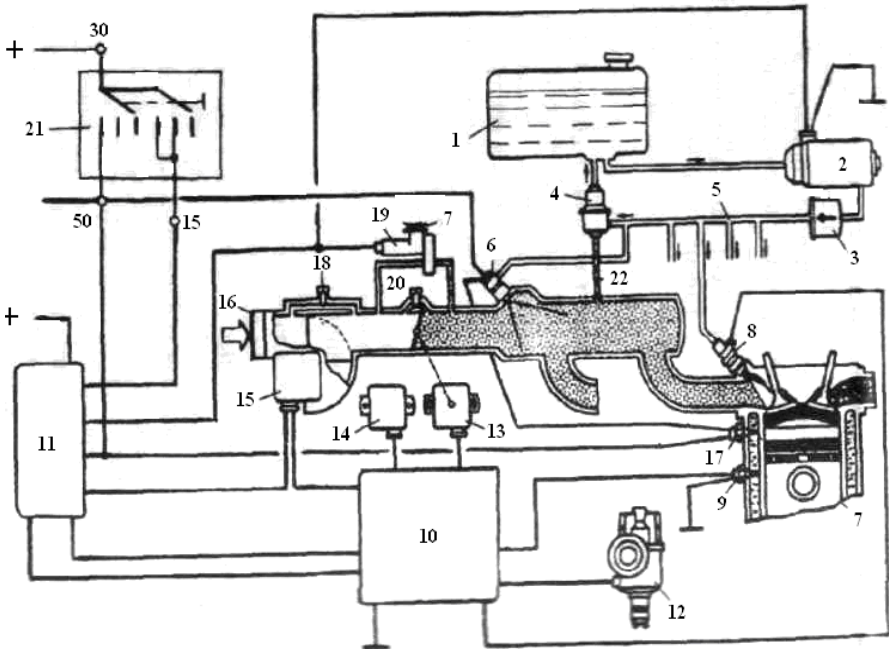


Рис. 2.55 – Схема системи упорскування палива «L-Jetronic»

1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – фільтр тонкого очищення палива; 4 – регулятор тиску палива в системі; 5 – розподільна магістраль; 6 – пускова форсунка; 7 – блок циліндрів двигуна; 8 – форсунка (інжектор) упорскування; 9 – датчик температури охолодної рідини; 10 – електронний блок керування; 11 – блок реле; 12 – датчик-розподільник запалювання; 13 – вимикач положення дросельної заслінки; 14 – висотний коректор; 15 – витратомір повітря; 16 – підведення повітря; 17 – термореле; 18 – гвинт якості (складу) суміші на холостому ході; 19 – лапан додаткового повітря; 20 – гвинт кількості суміші на холостому ході; 21 – вимикач запалювання; 22 – підведення розрідження до регулятора тиску палива в системі

Установлений з торця розподільної магістралі 5, регулятор тиску палива в системі 4 підтримує постійний тиск упорскування й здійснює злив зайвого палива в бак. Цим забезпечується циркуляція палива в системі й виключається утворення парових пробок.

Кількість палива, що впорскується, визначається електронним блоком керування 10 залежно від температури, тиску й об'єму повітря, що поступає, частоти обертання колінчатого вала й навантаження двигуна, а також від температури охолодної рідини.

Основним параметром, що визначає дозування палива, є об'єм усмоктуваного повітря, вимірюваний витратоміром повітря. Повітряний потік, що поступає, відхиляє напірну вимірювальну заслінку витратоміра повітря, переборюючи зусилля пружини, на певний кут, що перетворюється в електричну напругу за допомогою потенціометра. Відповідний електричний сигнал передається на блок електронного керування, що визначає необхідну кількість палива в цей момент роботи двигуна й видає на електромагнітні клапани робочих форсунок імпульси часу подачі палива. Незалежно від положення впускних клапанів, форсунки впорскують паливо за один або два оберти колінчатого вала двигуна (за цикл, за два такти).

Якщо впускний клапан у момент упорскування закритий, паливо накопичується у просторі перед клапаном і надходить у циліндр при наступному його відкритті одночасно з повітрям.

Клапан додаткової подачі повітря 19, (рис. 2.55), установлений у повітряному каналі, виконаному паралельно дросельній заслінці, підводить до двигуна додаткове повітря при холодному пуску й прогріві двигуна, що приводить до збільшення частоти обертання колінчатого вала. Для прискорення прогріву використовуються підвищені оберти холостого ходу (більше 1000 об/хв).

Для полегшення пуску холодного двигуна, також як й в інших розглянутих системах упорскування, тут застосовується електромагнітна пускова форсунка 6, тривалість відкриття якої змінюється залежно від температури охолодної рідини (термореле 17).

Функціональний зв'язок всіх елементів системи упорскування «L-Jetronic» можна побачити, звернувшись до рис. 2.56. Величина необхідної в даний момент дози палива обчислюється електронним блоком керування залежно від маси усмоктуваного повітря (об'єм, тиск, температура), температури двигуна й режиму його роботи.

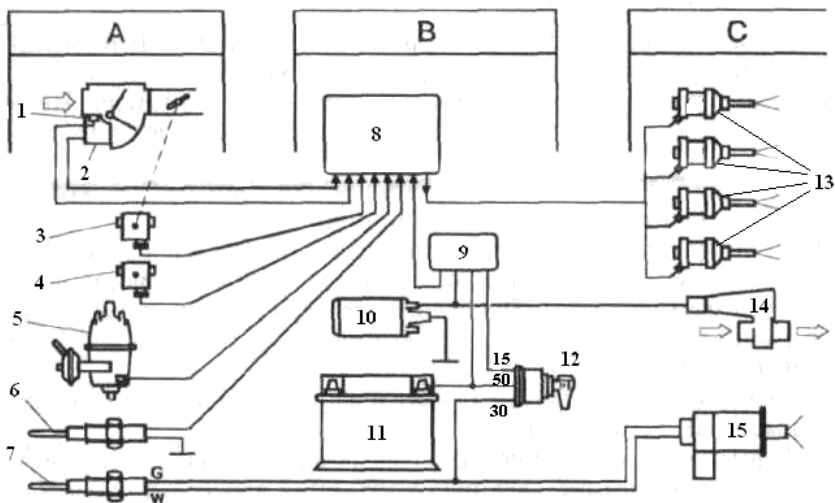


Рис. 2.56 – Функціональна схема керування системою упрорскування "L-Jetronic":

А – пристрій вхідних параметрів: 1 – датчик температури усмоктуваного повітря; 2 – витратомір повітря; 3 – вимикач положення дросельної заслінки; 4 - висотний коректор; 5 – датчик-розподільник запалювання; 6 – датчик температури охолодної рідини; 7 – термореле; В – пристрої керування й забезпечення: 8 – електронний блок керування; 9 – блок реле; 10 – паливний насос; 11 – акумуляторна батарея; 12 – вимикач запалювання. С – пристрої вихідних параметрів: 13 – робочі форсунки; 14 – клапан додаткового повітря; 15 – пускова форсунка

Функціонування системи за різних режимів роботи двигуна

Кожен циліндр має свою форсунку з електромагнітним керуванням, що впорскує паливо перед впускним клапаном. Упорскування погоджене із частотою обертання колінчатого вала двигуна. Інформація про частоту обертання передається в електронний блок керування від контакту переривника (системи запалювання з контактним керуванням), від клем "1" котушки запалювання або клем "16" комутатора (для безконтактних систем запалювання).

Об'єм повітря, що проходить повністю визначається положенням дросельної заслінки (навантаженням двигуна). Об'єм (маса) повітря вимірюється витратоміром.

Про тепловий режим двигуна надає інформацію датчик температури охолодної рідини.

Інформацію про навантажувальний режим двигуна в блок електронного керування повідомляє вимикач положення дросельної заслінки.

Для полегшення холодного пуску суміш збагачується пусковою форсункою. Остання керується від вимикача запалювання через термореле, через реле пуску холодного двигуна (післястартове реле) і термореле. Призначення післястартового реле - продовжити час роботи пускової форсунки.

При прогріві двигуна на холостому ході подача палива також збільшується й у зв'язку із сигналами, що надходять в електронний блок керування від датчика температури двигуна (охолодної рідини).

У системі "L-Jetronic" ураховується, що щільність холодного повітря вище щільності теплого. Чим тепліше повітря, що засмоктується, тим гірше наповнення циліндрів при постійному положенні дросельної заслінки.

На частині автомобілів установлюється, крім того, висотний коректор, що інформує блок керування про зовнішній атмосферний тиск.

Більшу частину часу двигун працює в режимі часткових навантажень, тому програма, закладена в електронний блок керування, забезпечує мінімально можливі витрати палива за прийнятної концентрації шкідливих речовин у відроацьованих газах. Паливну економічність й (або) мінімальну токсичність газів, що відробили, вдається одержувати при використанні лямбда-зондів і нейтралізаторів.

Збагачення суміші відбувається при холодному пуску, прогріві, холостому ході, прискоренні руху, повному навантаженні.

Система холостого ходу "L-Jetronic" доповнена обвідним каналом витратоміра повітря. У цьому каналі встановлений гвинт якості складу суміші або СО- регулювання. Призначення обвідних каналів дросельної заслінки "L-Jetronic" таке ж, як і у системах "К-І", "КЕ-І».

У режимі примусового холостого ходу дросельна заслінка закрита й у блок керування йде сигнал: "холостий хід". Якщо при цьому оберти двигуна вище так званої відновлюваної частоти обертання, упорскування палива припиняється. Відповідно зменшується витрата палива й викид шкідливих речовин. Відновлювана частота обертання (коли знову починається упорскування палива) зазвичай лежить у межах 1200-1700 об/хв.

Витратомір повітря

Витратомір повітря системи "L-І" відрізняється від витратомірів розглянутих вище систем "К-І", "КЕ-І". Повітряний потік впливає на вимірвальну заслінку 2 (рис. 2.57) прямокутної форми, заслінка за-

кріплена на осі у спеціальному каналі, поворот заслінки перетворюється потенціометром у напругу, пропорційну витраті повітря. Потенціометр являє собою, як правило, ланцюжок резисторів, включених паралельно контактній доріжці.

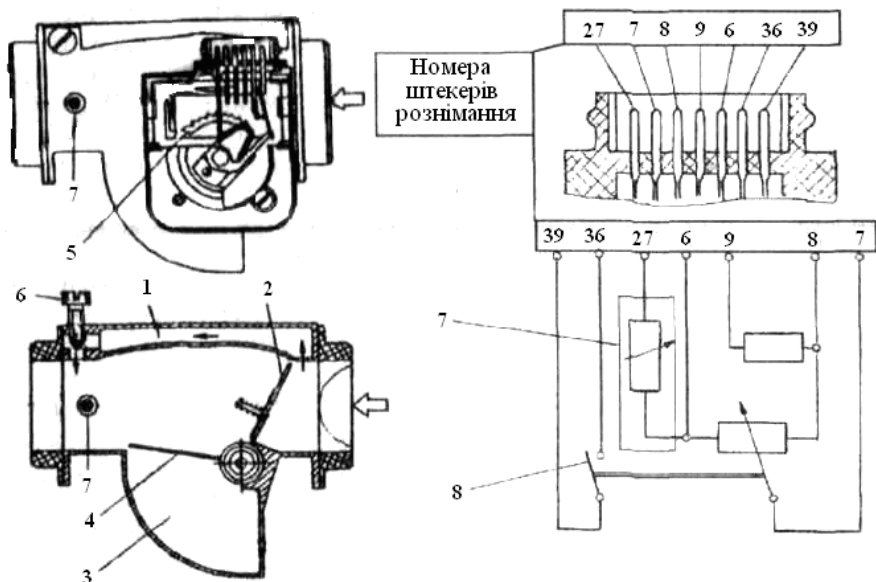


Рис. 2.57 – Витратомір повітря з датчиком температури усмоктуваного повітря:

1 – бвідний канал; 2 – вимірювальна заслінка; 3 – демпферна камера; 4 – пластина демпфера; 5 – потенціометр; 6 – гвинт якості (складу) суміші холостого ходу; 7 – датчик температури; 8 – контакти паливного насоса

Вплив повітряного потоку на вимірювальну заслінку 2 врівноважується пружиною. Для гасіння коливань, викликаних пульсаціями повітряного потоку, й динамічних впливів, характерних для автомобіля, особливо на поганих дорогах, у витратомірі є демпфер 3 із пластиною 4. Пластина 4 виконана як одне ціле з вимірювальною заслінкою 2. Різкі переміщення вимірювальної заслінки стають неможливими через вплив на пластину 4 зусилля повітря, що стискається в демпферній камері.

На вході у витратомір убудований датчик температури повітря, що поступає 7. У верхній частині витратоміра розташований обвідний

канал 1 із гвинтом якості (складу) суміші 6. Витратоміри бувають із шести - і семиштекерним підключенням.

Електрична схема системи упорскування

Схема електроустаткування автомобілів із системою упорскування палива "L-Jetronic" є більш складною, у цьому легко переконається, порівнявши схеми. Електросхеми систем упорскування палива "L-Jetronic" розрізняються залежно від автомобіля, двигуна, встановленого на ньому, і року випуску.

Щоб не одержати травм і не вивести з ладу вузли системи упорскування при обслуговуванні й ремонті, необхідно дотримуватись наступних правил:

- не підключати напругу 12 В до робочих форсунок, тому що вони розраховані на напругу 3 В;
- не допускати роботи двигуна, якщо проводи погано закріплені на виводах акумуляторної батареї;
- не від'єднувати проводи від виводів акумуляторної батареї при працюючому двигуні;
- відключати акумуляторну батарею від бортової мережі при її зарядці безпосередньо на автомобілі від стороннього джерела струму;
- не запускати двигун за допомогою стороннього джерела струму напругою більше 12 В;
- перед з'єднанням штепсельних рознімів перевірте стан обох частин штепселя й надійність фіксації рознімання, переконайтеся в наявності гумового ущільнювача й фіксуєчої пружини;
- роз'єднайте рознімання блока електронного керування упорскуванням 1 при електрозварюванні кузова, інших вузлів і деталей;
- зніміть електронний блок керування, якщо автомобіль буде піддаватися впливу високих температур (80 °С і вище, наприклад, у сушильній камері при фарбуванні кузова);
- при вимірі компресії в циліндрах двигуна від'єднайте проводи від форсунок, щоб не допустити подачі палива;
- не перевіряйте проводи та їх з'єднання контрольною лампою;
- не вставляйте наконечники тестера у гнізда розйомів вузлів системи упорскування; виміри дозволяється робити на підвідних проводах, попередньо знявши захисний кожух розйому;
- при перевірці напруги в ланцюгах попередньо перевірте ступінь заряду акумуляторної батареї;
- при перевірці тестером електричних характеристик приладів при з'єднанні на «масу» від'єднайте проводи від акумуляторної батареї.

Система упорскування "LE-Jetronic"

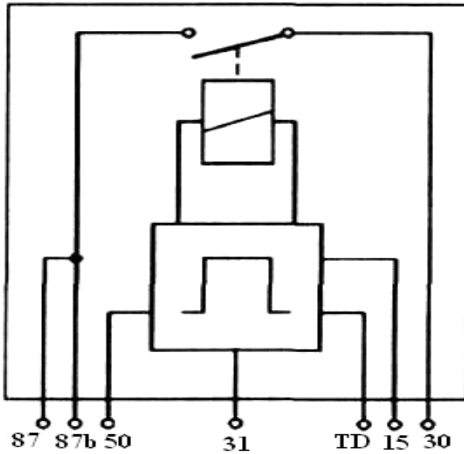


Рис 2.58 – Реле керування (включення паливного насоса)

Система упорскування "LE-Jetronic" у принципі подібна до системи "L-J", (див. рис. 2.55). Зміни стосуються в основному електронної частини (E-Elektronik).

У результаті зміни електричної схеми блока електронного керування вдалося зменшити загальну кількість контактів у розйомі з 35 до 25. У витратомірі повітря (рис. 2.57) змінився потенціометр, у ньому відсутні контакти насоса. Внаслідок цього число контактів електро-

розйому зменшилося з 7 до 5.

Замість блока реле 9 і реле пуску холодного двигуна з'явилася реле керування (рис. 2.58).

Клапанні форсунок працюють без додаткових опорів 19. Останнє досягається застосуванням латунних проводів замість мідних, що забезпечує необхідний електричний опір.

Система "LE2-J" відрізняється від "LE-J" поліпшеним пуском і кращим процесом зменшення подачі палива.

Система упорскування "LH-JETRONIC"

Система "LH-Jetronic" відрізняється від систем "LE-Jetronic", головним чином, вимірником витрати повітря. Ця система являє собою також систему переривчастого упорскування палива низького тиску. Електронний блок керування (цифрова мікроЕОМ) приводить співвідношення повітря й палива у відповідність до навантаження і числа обертів колінчатого вала двигуна.

Система "LE3-J" працює на основі цифрового коду. Блок електронного керування розміщений у підкапотному просторі й об'єднаний з витратоміром повітря. Електронний блок керування контролює коливання напруги бортової мережі й "вирівнює" їх за рахунок уповільнення спрацьовування реле клапанних форсунок, за допомогою зміни

часу упорскування. Система упорскування "LE4-J" відрізняється від системи "LE3-J" відсутністю пускової форсунки, термореле й клапана додаткового повітря.

Електричний паливний насос забирає паливо з бака й подає його під тиском через фільтр 2 (рис. 2.59) до форсунок 5. Залежно від тиску у впускному колекторі регулятор тиску 4 підтримує постійним тиск подачі палива до форсунок (тиск постійний для даного розрідження).

Електронний блок керування 6 розраховує кількість палива, що надходить до форсунок і підтримує постійний склад суміші залежно від:

- кількості усмоктуваного повітря, що визначається вимірником 7 з нагрівачимпровідником, що нагріває;
- частоти обертання й кутового положення колінчатого вала двигуна за сигналами датчика кутових імпульсів і числа обертів;
- температури охолодної рідини за сигналами датчика 9;
- положення дросельної заслінки за сигналами від вимикача 8.

На основі отриманої інформації електронний блок 6 видає керуючі імпульси, що визначають тривалість упорскування й, отже, кількість палива, що подається у двигун, одночасно на всі форсунки, які встановлені перед впускними клапанами.

Для попередження потрапляння в циліндри неврахованого вимірником повітря впускний тракт двигуна ретельно герметизовано.

У системах "LH-Jetronic" застосовується термоанемометричний вимірник витрати повітря (греч. анемос - вітер). Принцип його дії - теплова енергія, необхідна в одиницю часу для підтримки постійного перепаду температур між нагрівачим елементом, і повітрям що його обтікає, пропорційна масовій витраті повітря, що минає через заданий перетин потоку. Вимірювальний теплообмінний елемент являє собою платиновий дріт діаметром 0,07 мм (припустиме відхилення в декілька мкм), розміщений в середині циліндричного повітряного каналу. На вході й виході каналу встановлюються спеціальні напрямні для одержання паралельних струменів повітря. Перед входом установлені захисні ґрати. Постійний перепад температур дорівнює 150 °С, струм змінюється від 500 до 1500 мА. Величина струму нагрівання, необхідного для збереження постійного температурного перепаду між повітрям і провідником, є мірою маси повітря, що надходить у двигун. Цей струм перетворюється в імпульси напруги, які обробляються блоком електронного керування як основний вхідний параметр нарівні із частотою обертання колінчатого вала двигуна. Діапазон виміру витрати повітря становить від 9 до 360 кг/ч.

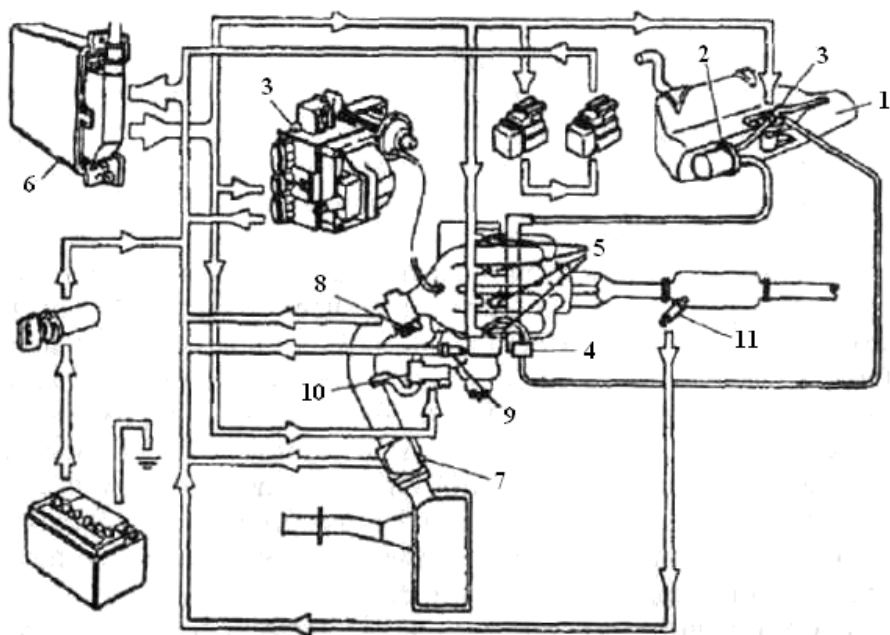


Рис. 2.59 – Схема системи упорскування "LH2.2-Jetronic":

1 – паливний бак; 2 – фільтр тонкого очищення палива; 3 – паливний насос; 4 – регулятор тиску палива; 5 – робочі форсунки; 6 – електронний блок керування; 7 – вимірник маси повітря з нагрівачем; що нагріває; 8 – вимикач положення дросельної заслінки; 9 – датчик температури охолодної рідини; 10 – регулятор холостого ходу; 11 – датчик концентрації кисню (λ -зонд)

Повітря навіть після фільтра виявляється занадто "брудним" (органічні частки) для термоанемометричного вимірника. Тому передбачено самоочищення платинових витратомірів повітря. Воно здійснюється після кожної зупинки двигуна автоматичним нагріванням цього дроту до 1000-1100 °С. Застосування таких витратомірів дозволяє безпосередньо встановлювати взаємозв'язок між масами повітря й палива, що потрапляє у двигун (з коректуванням по режимах). Однак ціна термоанемометричного витратоміра не витримує ніякого порівняння із ціною розглянутого вище механічного витратоміра-трубки Вентури.

У ряді систем упорскування, наприклад, "D-Jetronic", "General Motors" й інших взагалі відмовилися від витратоміра повітря й відповідність між кількостями палива й повітря здійснюється електронним

блоком керування за сигналами від трьох датчиків: положення дросельної заслінки, частоти обертання колінчатого вала двигуна й ступеня розрідження або величини тиску у впускному колекторі. Останній датчик прийнято називати датчиком тиску повітря.

Система упорскування "MONO-JETRONIC"

"Mono-Jetronic" система упорскування керована електронним блоком керування (рис. 2.60). Система має одну на весь двигун (греч. монос – один) магнітоелектричну форсунку, паливо, як й у системах "L-Jetronic", впорскується з інтервалами.

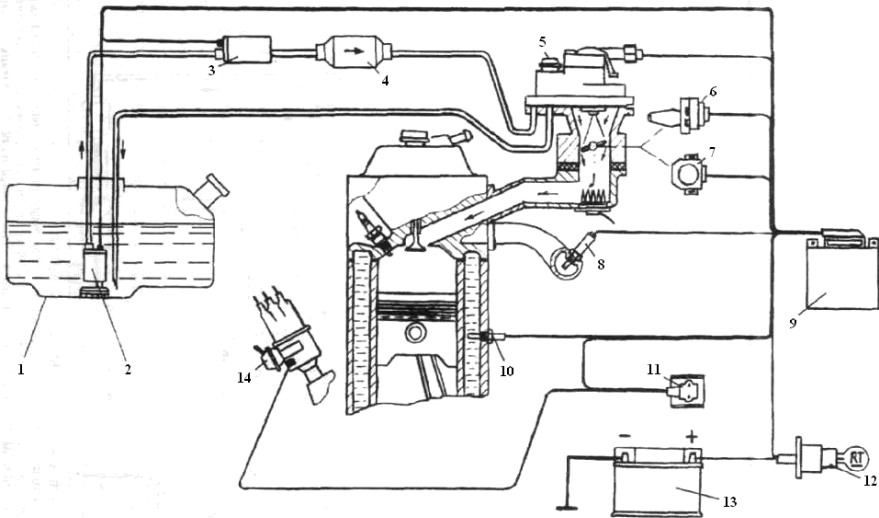


Рис. 2.60 – Схема системи упорскування "Mono-Jetronic":

1 – паливний бак; 2 – насос що подає паливо; 3 – паливний насос; 4 – паливний фільтр; 5 – вузол центральної форсунки; 6 – регулятор холостого ходу із кроковим електродвигуном; 7 – потенціометр дросельної заслінки; 8 – датчик концентрації кисню (λ – зонд) 9 – електронний блок керування упорскуванням 10 – датчик температури охолодної рідини; 11 – прилад, комутуючий сигнал інформації про частоту обертання колінчатого вала двигуна одержуваний із системи запалювання; 12 – вимикач запалювання; 13 – АКБ; 14 – датчик-розподільник

Оскільки паливна форсунка розташована перед дросельною заслінкою, практично на місці жиклера карбюратора, тиск палива в системі становить усього близько 1 кгс/см^2 . Регулятор тиску системи розташований поблизу форсунки в центральному вузлі упорскування,

де розміщені також дросельна заслінка, вимикач положення дросельної заслінки, датчик температури усмоктуваного повітря.

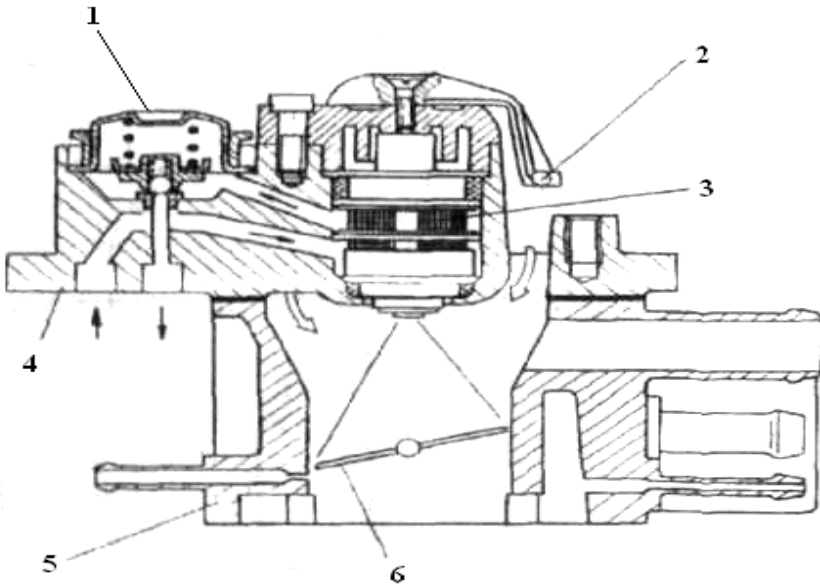


Рис. 2.61 – Вузол центральної форсунки:

1 – регулятор тиску палива, 2 – датчик температури усмоктуваного повітря, 3 – електромагнітна форсунка, 4 – корпус форсунки й регулятора, 5 – корпус дросельної заслінки, 6 – дросельна заслінка

Система "Mono-Jetronic" (рис. 2.60) не має витратоміра повітря, тому співвідношення мас повітря й палива тут менш точно й визначається тільки положенням дросельної заслінки, температурою усмоктуваного повітря й частотою обертання колінчатого вала.

Пристрій, що визначає положення дросельної заслінки, являє собою в цій системі не вимикач із контактами (холостого ходу, часткового навантаження, повного навантаження), а потенціометр, що інформує електронний блок керування про положення заслінки в цей момент часу.

У такий спосіб основне дозування палива здійснюється, як відзначалося, за трьома параметрами: положенням дросельної заслінки, температурою усмоктуваного повітря й частотою обертання колінчатого вала двигуна. Коректування дозування при холодному пуску й прогріві здійснюється електронним блоком керування за імпульсами, що одержуються від датчиків температури усмоктуваного повітря,

охолодної рідини й потенціометра дросельної заслінки. Останній коректує дозування й при повнім навантаженні. Коректування за токсичністю відпрацьованих газів іде за сигналами λ -зонда. Зміна дозування відбувається за рахунок збільшення або зменшення часу упорскування за постійного тиску палива.

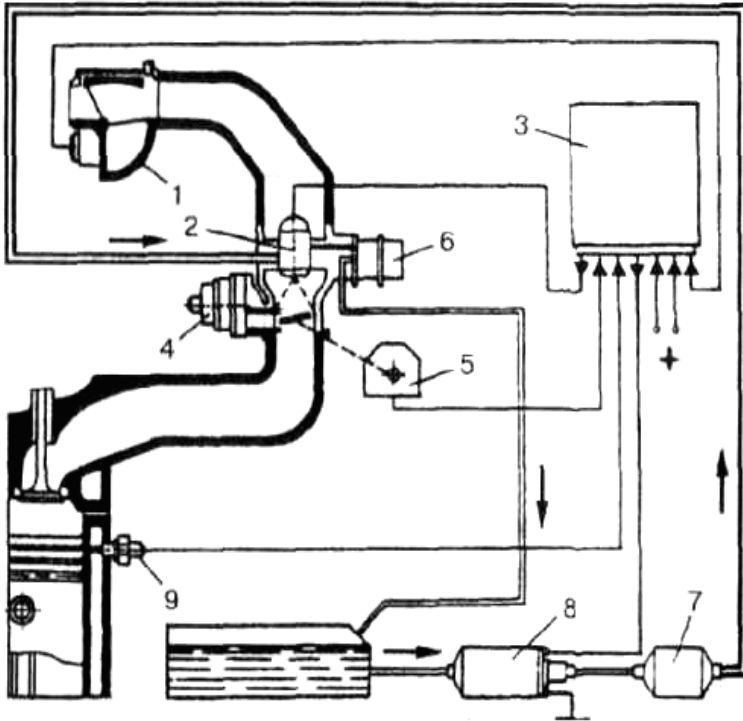


Рис. 2.62 – Схема системи упорскування "Mono-Jetronic":

1 – вимірник витрати повітря; 2 – форсунка; 3 – блок електронного керування; 4 – клапан додаткового повітря; 5 – датчик положення дросельної заслінки (потенціометр); 6 – регулятор тиску палива в системі; 7 – паливний фільтр; 8 – паливний насос; 9 – датчик температури охолодної рідини

Електронний блок керування згладжує коливання напруги бортової мережі й здійснює регулювання холостого ходу. Блоком керування сприймається і швидкість обертання дросельної заслінки. При режимі прискорення робоча суміш збагачується.

Система упорскування "Mono-Jetronic" може бути виконана й у варіанті, представленому на рис. 2.62, з витратоміром повітря 1 і клапаном додаткового повітря 4.

Інші системи упорскування палива

Система "KUGELFISCHER"

Тиск початку упорскування дорівнює 30-38 кгс/см². Ця система (рис. 2.63) нагадує систему упорскування дизелів.

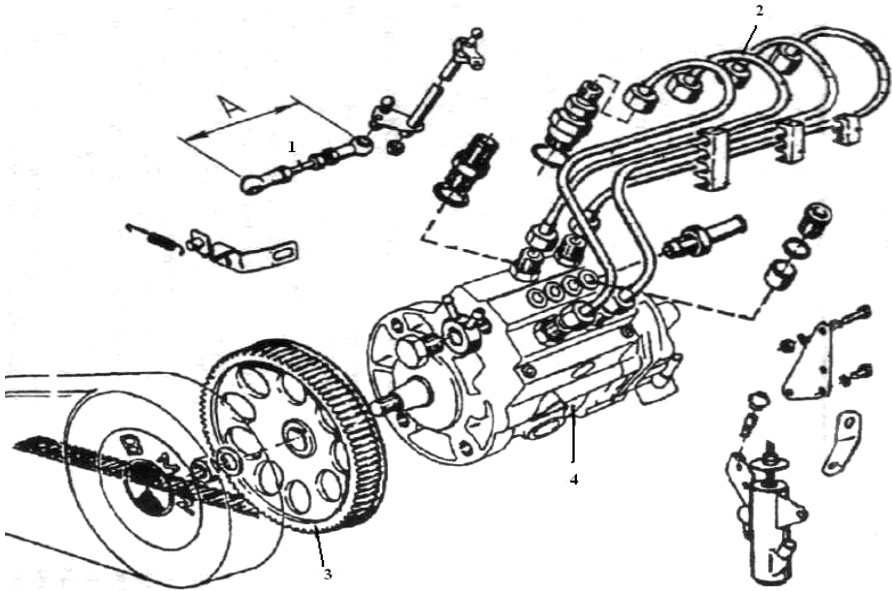


Рис. 2.63 – Деталі системи упорскування «Kugelfischer»:

1 – сполучна тяга; зміною довжини якої регулюється кількість палива, що впорскується; 2 – трубопроводи подачі палива від насоса до форсунок; 3 – зубчастий шків приводу насоса; 4 – корпус насоса

У дизелів тиск газу в циліндрі наприкінці такту стиску 30-55 кгс/см², тиск початку упорскування форсунок 150-1000 кгс/см². В електронний блок керування надходить інформація про наступні параметри: частоту обертання колінчатого вала двигуна, температуру охолодної рідини, положення дросельної заслінки (педалі "газу"), температуру й тиск усмоктуваного повітря, температуру палива, швидкість руху автомобіля режим роботи й навантаження двигуна. Після обробки формації, що надійшла, електронний блок керування виробляє команди регулювання подачі палива.

Система "OPEL-MULTEC"

Система упорскування палива "Opel-Multec" являє собою систему однокрапкового (центрального) переривчастого упорскування

(рис. 2.64). Тут, як й у системі "Mono-Jetronic", тиск палива й перетин отвору форсунки є постійними величинами, тому доза палива, що впорскується, визначається тільки часом відкриття форсунки.

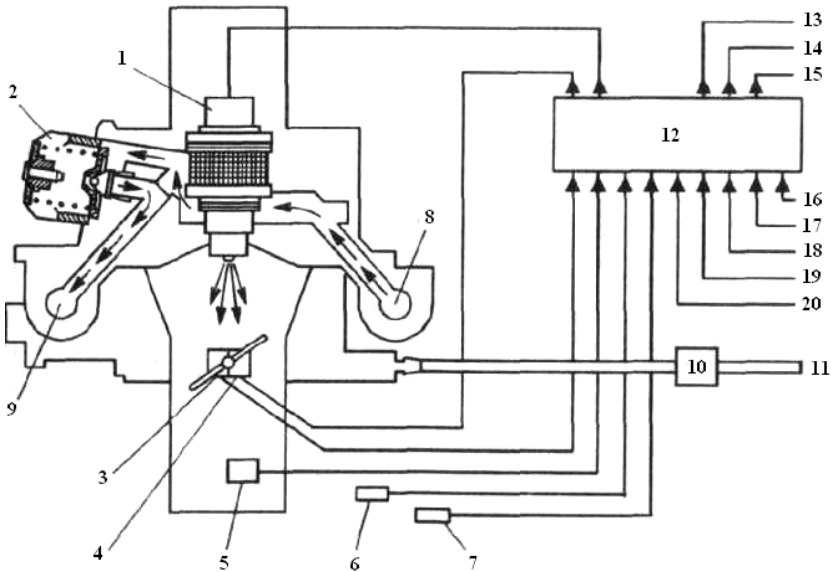


Рис. 2.64 – Схема системи упорскування "Opel-Multec":

1 – форсунка; 2 – регулятор тиску палива; 3 – потенціометр дросельної заслінки; 4 – кроковий двигун регулятора холостого ходу; 5 – датчик тиску у впускному трубопроводі; 6 – датчик температури охолодної рідини; 7 – лямбда-зонд; 8 – підведення палива; 9 – злив палива в бак; 10 – зворотний паливний клапан; 11 – вентиляція паливного бака; 12 – електронний блок керування; 13 – подача палива; 14 – контрольна лампа; 15 – до розподільника запалювання; 16 – вимикач запалювання; 17 – від розподільника запалювання; 18 – "+" акумуляторної батареї; 19 – частотний датчик пройденого шляху; 20 – вимикач паркування (нейтралі)

Система "Opel-Multec" не має витратоміра повітря, як і система "Mono-Jetronic" (див. рис. 2.60), але відповідність між масою усмоктуваного повітря й кількістю палива, що впорскує, здійснюється також за трьома параметрами: кутом повороту дросельної заслінки, частота обертання колінчатого вала двигуна й тиском у впускному трубопроводі. Електронний блок керування, одержуючи сигнали від датчика тиску у впускному трубопроводі, коректує склад робочої суміші залежно від режиму роботи двигуна.

Система має регулятор холостого ходу із кроковим електродвигуном і пристрій контролю розпилення палива, у яке підводить пари палива з бака (рис. 2.64).

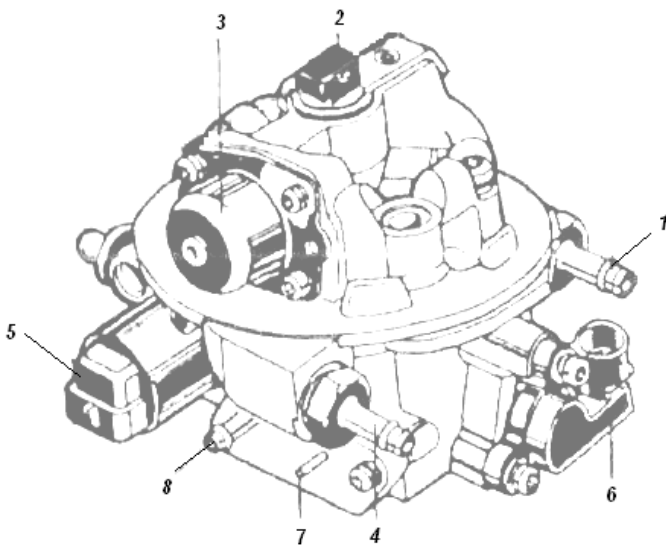


Рис. 2.65 – Центральний вузол упорскування "Opel Multec":

1 – підведення палива; 2 – електромагнітна форсунка; 3 – регулятор тиску палива; 4 – злив палива в бак; 5 – кроковий електродвигун регулятора холостого ходу; 6 – потенціометр дросельної заслінки. 7 – керування заслінкою повітряного фільтра; 8 – газопровід камери з активованим вугіллям

Центральний вузол упорскування (рис. 2.65) містить у собі електромагнітну форсунку 2, регулятор тиску палива 3, регулятор холостого ходу із кроковим електродвигуном 5, дросельну заслінку з потенціометром 6.

2.1.6.2 Система живлення двигуна від газобалонної установки

Автомобілі, що раніше випускалися з газобалонними установками, мали універсальні двигуни, що працювали на газі і бензині. Така універсальність двигунів не дозволяла цілком використовувати переваги газоподібного палива.

Двигуни газобалонних автомобілів оснащені як газовою, так і бензиною апаратурою; остання є аварійною (резервною). На

сьогодні для роботи на зрідженому газі створені газобалонні автомобілі ГАЗ-53-07, ЗІЛ-138 і ГАЗ-24-07.

Газоподібне паливо, в порівнянні з рідким, має наступні переваги: високе октанове число дозволяє значно підвищити ступінь стиску, збільшити потужність та економічність двигуна; у відпрацьованих газах, у результаті кращого згоряння газоподібного палива міститься менше токсичних речовин, зростає термін служби двигунів через відсутність конденсації палива і змиву оливи зі стінок циліндрів, збільшується термін служби оливи у двигуні, тому що вона не розріджується паливом і менше забруднюється механічними домішками; зростає термін служби свіч запалювання і глушника шуму випуску внаслідок незначного нагароутворення.

Зріджені гази мають щільність, більшу за щільність повітря, можуть за негерметичності цистерн, балонів та інших ємностей накопичуватися у знижених та заглиблених місцях і створювати вибухову і пожежну небезпеку. Тому точний контроль за герметичністю ємностей виключає цю можливість.

Для газобалонних автомобілів використання зріджених газів краще, ніж стиснутих. Газобалонні автомобілі, що працюють на зріджених газах, у порівнянні з автомобілями, що працюють на стиснутих газах, мають наступні переваги:

- більша вантажопідйомність автомобіля, тому що балони меншої ваги та менше їхня кількість;
- менше робочий тиск у газобалонній установці, а отже, надійніше і безпечніше робота на такому автомобілі;
- вище теплотворність газоповітряної суміші, що сприяє збільшенню потужності двигуна;
- велика концентрація теплової енергії в одиниці об'єму дозволяє збільшити кількість пробігу автомобіля між заправками;
- простіші заправні станції;
- є можливість перевезення зріджених газів на великі відстані різними видами транспорту.

Газобалонні автомобілі мають також і певні недоліки:

- зменшується потужність двигуна, якщо він не переобладнаний для роботи на газі;
- знижується корисна вантажопідйомність автомобіля через наявність балонів;
- більше трудомісткість технічного обслуговування автомобіля через деякі обмеження.

Газобалонні установки

Робочий цикл у двигуна, що працює на газі, такий само, як і в карбюраторного, але влаштування і робота приладів системи живлення істотно відрізняються.

Установка для стиснутих газів. В установку входять сталеві балони для стиснутого газу, наповнюючий, видатковий і магістральний вентиля, підігрівник стиснутого газу, манометри високого і низького тиску, редуктор з фільтром і дозуючим пристроєм, газопроводи високого і низького тиску, карбюратор-змішувач, трубка, що з'єднує розвантажувальний пристрій редуктора з впускним трубопроводом двигуна.

Балони ємністю по 50 літрів розташовані під вантажною платформою. Їх горловини спрямовані в різні сторони, завдяки чому збільшується довжина і пружність газопроводу, що знижує імовірність його поломки при перекосах рами. Під час роботи двигуна вентиля відкриті.

Стиснутий газ під великим тиском проходить у підігрівник і через фільтр надходить у двоступінчастий газовий редуктор. На шляху до редуктора стиснутий газ повинен бути підігрітий, тому що інакше може змерзнути вода, що виділяється за зниження тиску газу.

У редукторі тиск газу знижується приблизно до 0,01 МПа. Потім газ, пройшовши через дозуючий пристрій, по газопроводу надходить до карбюратора-змішувача, де утворюється газоповітряна суміш. Розрідження, створюване в циліндрі при такті впуску, передається до карбюратора-змішувача, і пальна суміш надходить у циліндри двигуна.

Роботу газобалонної установки контролюють наступним чином: за манометром визначають тиск і кількість газу, що знаходиться в балонах (тільки за високого тиску 20 МПа забезпечується достатня кількість стиснутого газу в балоні) та тиск газу в першому ступені редуктора.

Наповнення газобалонної установки газом відбувається через вентиля, встановлений у хрестовині балона. Для роботи на рідкому паливі (бензині) газобалонний автомобіль має паливний бак, фільтр-відстійник, паливний насос і паливопроводи.

В установку автомобіля ГАЗ-53-07 входять балон, магістральний вентиля, випарник, газовий редуктор, змішувач, контрольні манометри й інші деталі. Балон розташований під платформою з лівої сторони автомобіля й укріплений на кронштейнах двома стяжними стрічками (рис. 2.66).

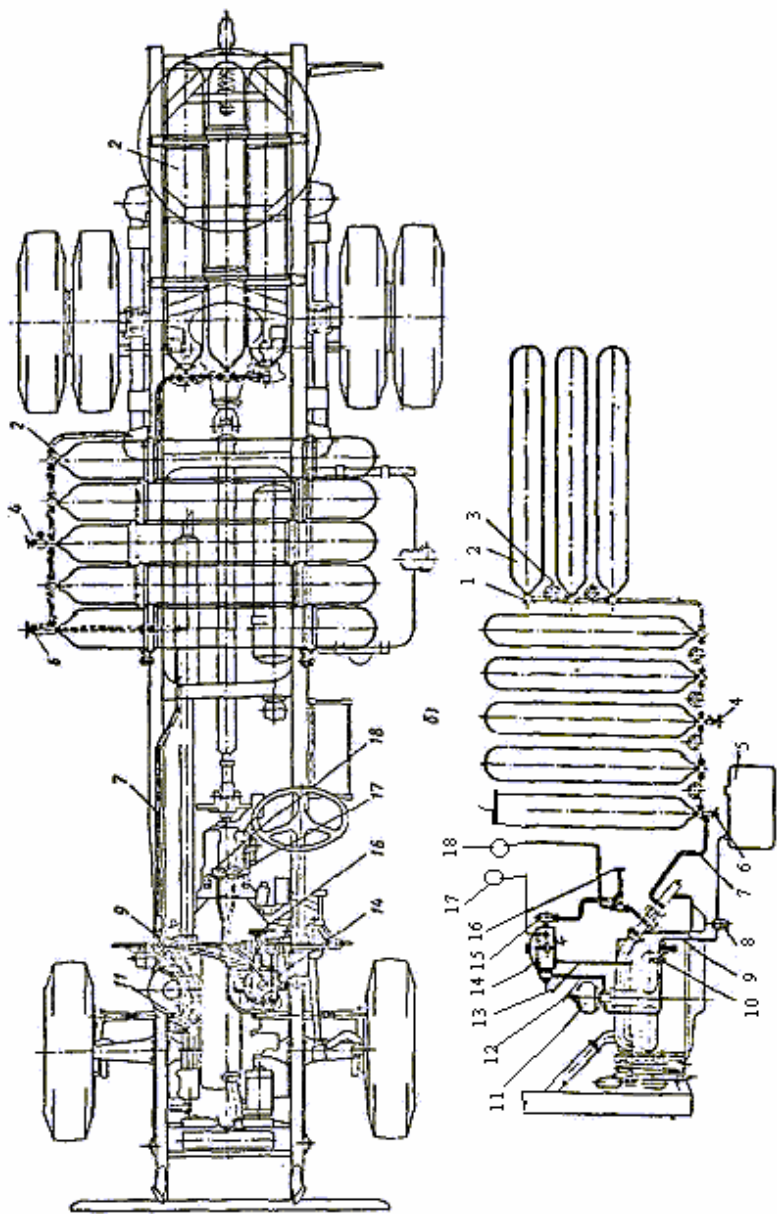


Рис. 2.66 – Газобалонна установка для стиснутих газів:

а) схема; б) розміщення балонів на автомобілі

Випарник і редуктор установлені під капотом двигуна. Зріджений газ перед використанням випаровують, тобто переводять у газоподібний стан. Для цього з балона рідина при відкритому вентилі надходить через магістральний вентиль до випарника, що підігрівається гарячою водою із системи охолодження двигуна.

Рідина випаровується, і в пароподібному стані зріджений газ надходить у фільтр, а потім у двоступінчастий редуктор, де тиск газу знижується до 0,01 МПа. Далі газ проходить через дозуючий економайзерний пристрій, змішувач газу і при такті впуску надходить у циліндри двигуна.

На автомобілі встановлений газовий двигун, що має підвищений (8,5) ступінь стиску. Роботу газобалонної установки контролюють за манометрами: перший показує тиск газів у балоні, а другий – у редукторі.

Для заправлення балона служить вентиль наповнення і вентиль контролю. Балон не можна наповнювати зрідженим газом повністю, тому що з підвищенням температури навколишнього повітря газ розширюється і балон може розірватися.

Тому балон наповнюють газом тільки на 90% об'єму, а 10% об'єму залишають для пари. Тиск у балоні залежить не від зрідженого газу, що знаходиться в ньому, а від тиску його пари, на який впливає температура навколишнього середовища і склад газу (рис.2.67).

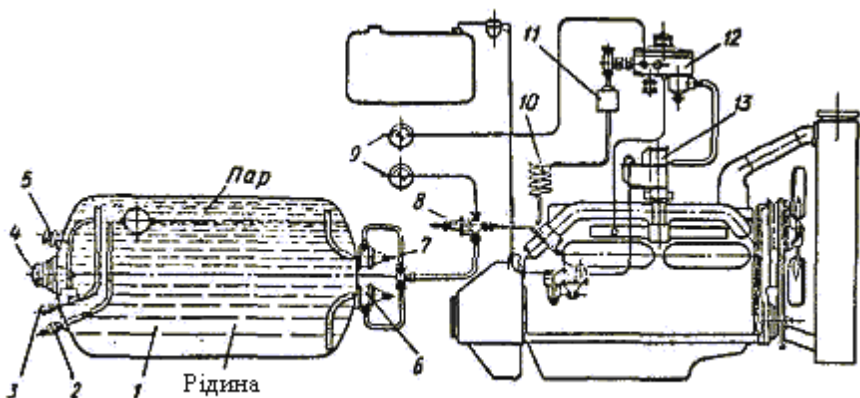


Рис. 2.67 – Схема газобалонної установки для зріджених газів

Прилади й арматура

Балони

Балони служать резервуарами для стиснутого чи зрідженого газу. Для стиснутого газу балони виготовляють з безшовних труб

(матеріал труб – легрована сталь) і піддають термічній обробці для підвищення міцності і забезпечення безосколковості при руйнуванні.

На передньому дніщі балона розташовані необхідні вентиля і прилади, на балоні вибиті клейма із зазначенням заводу-виробника, маси, ємності, дати (місяць і рік) виготовлення, тиску робочого і при випробуванні, року наступного випробування, а також клеймо контролера ВТК заводу.

Усі балони з'єднують газопроводами високого тиску.

Наповнювальний і контрольний вентиля

Перший ventиль призначений для заправлення балона, а другий – для контролю за максимальним наповненням балона рідиною.

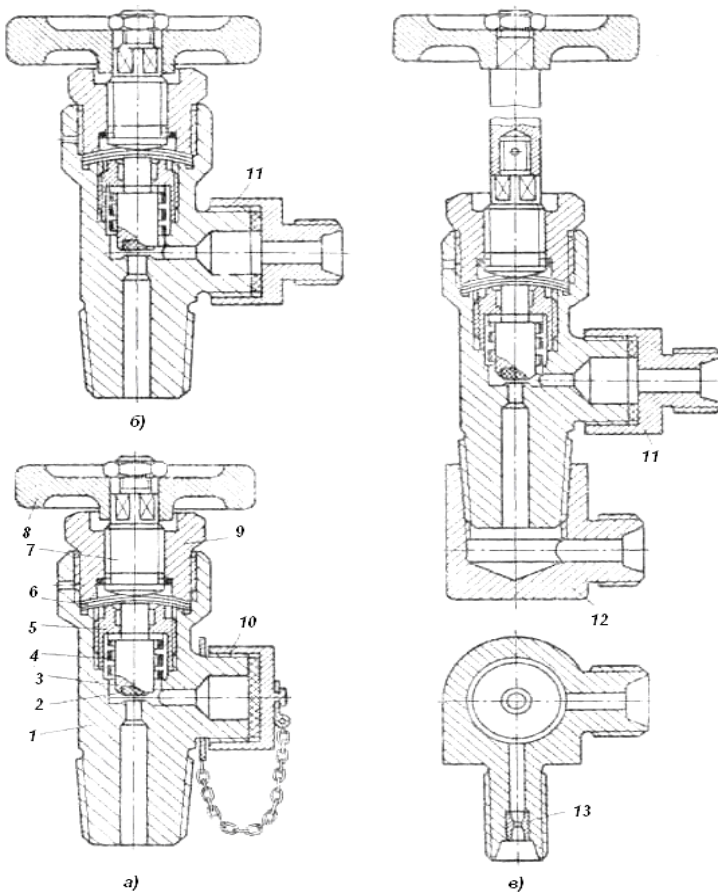


Рис. 2.68 – Газові вентиля

Для наповнення балона зрідженим газом відвертають пробку й у корпус увертають наконечник заправного шланга. Обертаючи маховичок, відкривають наповнювальний вентиль і заправляють балон.

Відвертають маховичок контрольного вентиля. Як тільки з контрольного отвору з'явиться рідина, це буде означати, що балон заправлений на 90% свого об'єму.

Зворотний клапан, встановлений у корпусі наповнювального вентиля, запобігає виходу газу з балона при від'єднанні заправного шланга (рис. 2.68).

Після закінчення заправки балона закривають наповнювальний вентиль, від'єднують газонаповнювальний шланг, ввертають у корпус пробку і закривають контрольний вентиль після припинення виходу з нього рідкого палива.

Запобіжний клапан і видатковий вентиль

Запобіжний клапан, що запобігає підвищенню тиску газу в балоні вище 1,6 МПа, складається з корпусу, клапана, штока, пружини і регулювальних прокладок.

Якщо в паровому просторі балона тиск перевищить 1,6 МПа, то газ, переборюючи зусилля пружини, відкриє клапан і через отвір вийде в атмосферу.

Видатковий вентиль діафрагмового типу використовують для подачі газу з рідинної чи парової фази. На балоні встановлено два видаткових вентиля: паровий і рідинний.

Видатковий вентиль складається з корпусу, кришки, клапана, діафрагми і штока. Клапан спирається на сідло, вкручене в корпус. Однією стороною шток з'єднаний із затиском діафрагми, на іншому кінці штока встановлений маховичок.

При вкручуванні кришки в корпус вона щільно притискає до нього через прокладку діафрагму. При відкручуванні маховичка переміщається затиск діафрагми разом із клапаном, що відкриває шлях газу з парової чи рідинної фази.

Датчик рівня зрідженого газу.

На балоні встановлений датчик рівня зрідженого газу, виконаний за типом бензинового датчика. За зниження рівня рідини в балоні поплавець опускається і переміщається повзунок реостата, що змінює опір у ланцюзі. На шкалі приладу буде вказаний рівень зрідженого газу в балоні.

Магістральний вентиль

Видатковий магістральний вентиль герметично перекриває газопровід при непрацюючому двигуні і не допускає витоку газу в навколишнє середовище. Магістральний вентиль діафрагмового типу розташований у кабіні.

Вентиль укрупнений у перехідний штуцер, що має два отвори: до одного приєднують газопровід від балона, до другого – манометр високого тиску. Жиклер, наявний у штуцері, захищає манометр від різкого збільшення тиску.

Корпус вентилля має також штуцер для приєднання газопроводу до випарника. Магістральний вентиль необхідно відкривати повністю, щоб уникнути гальмування газу при його проході.

Газовий редуктор

При відкритому магістральному вентилі газ надходить до редуктора, який зменшує його тиск, автоматично змінює кількість газу, що надходить до змішувача (залежно від режиму робіт двигуна), і швидко виключає подачу газу за будь-якої зупинки двигуна.

У корпус редуктора встановлено сітчастий фільтр, що очищає газ і захищає газову апаратуру і двигун від проникнення в них пилу, окалини й різних механічних та інших домішок.

При відкритому магістральному вентилі газ через фільтр і клапан першого ступеня проходить у порожнину, тиск у якій зростає від 100 до 200 КН/м². Заповнюючи порожнину першого ступеня, газ починає тиснути на діафрагму. Вона прогинається вниз, переборюючи опір пружини, і через колінчатий важіль закриває клапан.

Положення клапана визначається співвідношенням діючих на нього сил: з одного боку, сила тиску припливного з магістралі газу, що прагне відкрити клапан, а з іншого боку – різниця між силою тиску газу в порожнині і силою пружини (ця різниця сил прагне закрити клапан).

Для періодичного закриття і відкриття клапана тиск газу в порожнині повинен бути не більше і не менше опору пружини. Таким чином, при непрацюючому двигуні перший ступінь редуктора автоматично перекриває газову магістраль, тобто виконує функцію клапана.

Під час пуску двигуна і його роботи розрідження з впускного трубопроводу через патрубок і канал передається до порожнини другого ступеня й до порожнини розвантажувального пристрою.

Кільцева діафрагма, переборюючи опір конічної пружини, прогинається вниз і відводить упори від діафрагми, у результаті чого розвантажується діафрагма і клапан. Робота розвантажувального пристрою і розрідження, створюване в порожнині, призводять до того, що діафрагма прогинається вниз, переборюючи опір пружини.

Клапан відкривається під дією штока, що вниз опускається, і тиску газу в порожнині.

При відкритті клапана газ перетікає з порожнини до порожнини, створюючи в ній надлишковий тиск 5-10 мм вод. ст. за малих навантажень двигуна. Зі збільшенням навантаження витрата газу зростає й у порожнині створюється розрідження 20-30 мм вод. ст.

Діафрагма сильніше прогинається вниз, і відкриття клапана збільшується. Цією діафрагмою регулюють подачу газу до вихідного патрубка, залежно від величини розрідження в газовому змішувачі. У справного редуктора клапани першого і другого ступеня автоматично закриваються при кожній зупинці двигуна.

Подача газу повинна бути такою, щоб двигун працював з найбільшою економічністю. Для одержання максимальної потужності газоповітряну суміш трохи збагачують, для чого служить економайзер, що є у редукторі.

При середньому навантаженні двигуна дросельна заслінка змішувача відкрита приблизно наполовину і розрідження, що створюється у впускному трубопроводі, по каналу передається в порожнину економайзера. Діафрагма дозуючого економайзерного пристрою, переборюючи опір пружини, утримує клапан у закритому положенні (рис.2.69).

Для одержання максимальної потужності дросельну заслінку відкривають повністю. Кількість газоповітряної суміші, що надходить до циліндрів, збільшується, але розрідження в порожнині знижується. Пружина вигинає діафрагму нагору і відкриває клапан економайзера. Додаткова порція газу надходить по каналу до вихідного патрубка, і газоповітряна суміш збагачується.

Якщо в порожнині тиск газу зростає до 450 кН/м², то відкривається запобіжний клапан і газ виходить в атмосферу. За збільшення тиску в порожнині діафрагма вигинається нагору і через систему важелів закриває клапан.

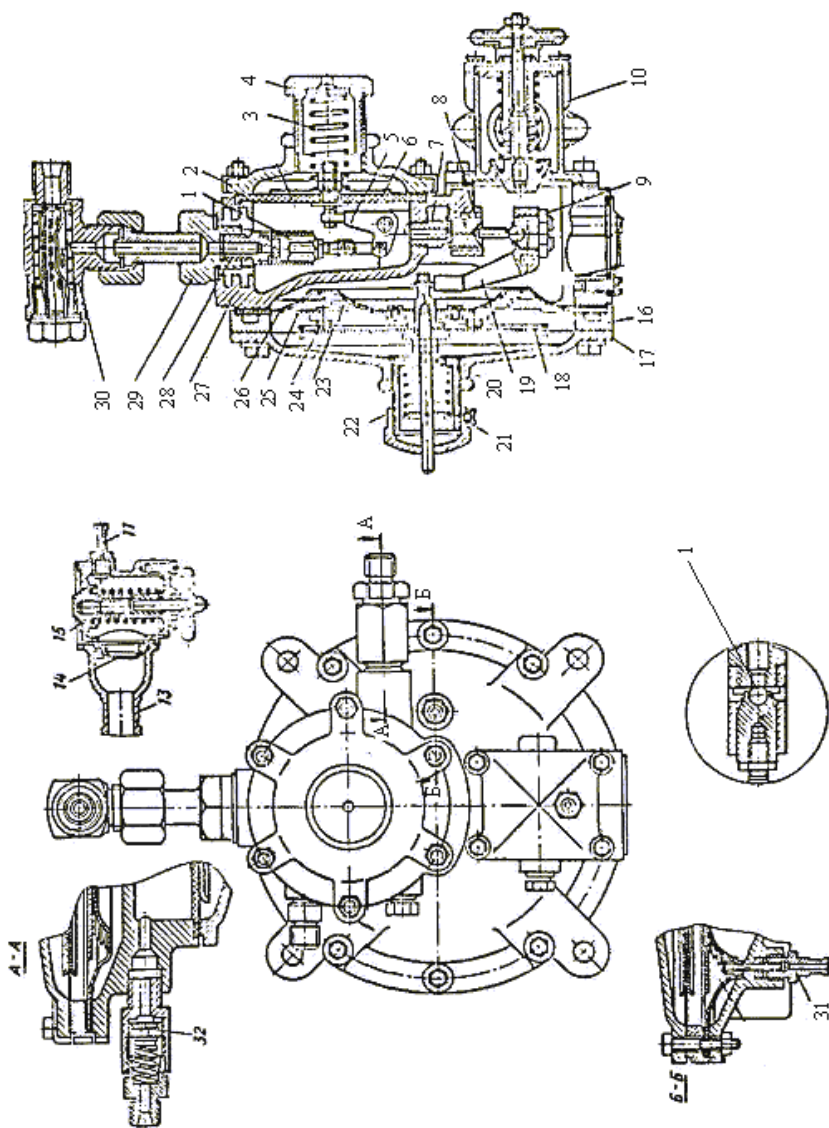


Рис. 2.69 – Газовий двоступінчастий редуктор МКЗ

Газозмішувальний пристрій

Двигун має двокамерний газовий змішувач, що працює тільки на газоподібному паливі. Подача газу при режимі холостого ходу здійснюється через два регульованих отвори круглого перетину, розташованих нижче дросельних заслінок.

При переході на підвищену частоту обертання газ подається ще з двох отворів прямокутного перетину (нерегульованих), розташованих на рівні дросельних заслінок газового змішувача. Основна подача газу відбувається через патрубок і дві форсунки. У каналі газопідвідного патрубка встановлений зворотний клапан.

Карбюратор

Паралельно з газовим змішувачем на двигуні встановлений однокамерний карбюратор. До системи живлення (на бензині А-76) входять також паливний бак, фільтр-відстійник, паливний насос і фільтр тонкого очищення.

Це дозволяє автомобілю пересуватися у випадку транспортування його по залізниці, відсутності газу чи несправності газобалонної апаратури, непереможної в дорожніх умовах.

Повністю навантажений автомобіль може розвивати швидкість до 30 – 40 км/ч. Однак пересування автомобіля ГАЗ-53-07 на бензині на відстань більше 30 км не рекомендовано.

Пуск і робота двигуна на газі

Пуск автомобільного двигуна на газі так само, як і на бензині, відбувається за допомогою стартера. Перед пуском двигуна виконують наступне: перевіряють наявність води, оливи і бензину у відповідних системах, оглядають газову апаратуру з арматурою і переконуються в повній її справності і герметичності, перевіряють наявність газу в балоні, відкривають паровий вентиль балона при пуску холодного двигуна чи рідинний вентиль при пуску прогрітого двигуна, відкривають магістральний вентиль і за показниками манометрів перевіряють наявність газу в балоні й у першому ступені редуктора.

Пуск теплого двигуна, що знаходиться у справному стані, звичайно відбувається з перших же оборотів. Для цього повертають ключ включення запалювання і стартера в положення пуску і тримають доти, поки двигун не буде запущений (але не більше 5 с). Потім ключ переводять у перше положення (включене запалювання).

Пуск холодного двигуна та його зупинка

Відкривають магістральний і видатковий (паровий) вентиля. Для прискорення пуску заповнюють газом газопровід від редуктора до змішувача примусовим відкриттям клапана другого ступеня, короткочасно натискаючи на стрижень штока діафрагми другого ступеня.

Витягають ручку керування дросельними заслінками на половину довжини ходу, тобто відкривають дроселі. Виключають зчеплення і пускають двигун поворотом ключа включення запалювання. Стартер включають не більше ніж на 5 с з інтервалами не менше 10-15 с.

Після пуску двигуна його прогрівають на малій частоті обертання. Як тільки температура охолоджуючої рідини досягне 60 °С, відкривають видатковий ventиль рідинної фази і закривають видатковий ventиль парової фази.

Неприпустима тривала робота двигуна за парової фази, тому що відбувається інтенсивний випар легких фракцій зрідженого газу. При цьому знижується температура рідини в балоні, він вкривається інеєм, погіршується теплообмін з навколишнім середовищем і т.д.

Після прогріву двигуна кнопку ручного керування дросельними заслінками вдавлюють у щиток. Не рекомендується при пуску двигуна прикривати повітряну заслінку, тому що це призводить до перезбагачення газоповітряної суміші, а отже, і до утруднення пуску двигуна.

Зупиняють двигун вимиканням запалювання. За нетривалої зупинки двигуна магістральний ventиль можна не закривати. За тривалої зупинки магістральний ventиль закривають і виробляють газ із системи, що знаходиться між магістральним ventилем і змішувачем.

Перед тривалою стоянкою автомобіля закривають видаткові вентиля рідинної і парової фаз і продовжують роботу двигуна до зупинки. Потім закривають магістральний ventиль.

Двигун короткочасно може працювати на бензині, але не можна переходити з одного палива на інше при працюючому двигуні.

Для переходу двигуна з роботи на газі до роботи на бензині виконують наступне: закривають вентиля і продовжують роботу на газі до зупинки двигуна; відкривають бензиновий краник, розташований на фільтрі тонкого очищення палива, за допомогою важеля ручного підкачування паливного насоса заповнюють поплавкову камеру карбюратора, відкривають отвір (вихідний) карбюратора, для чого повертають заглушку і закріплюють її гайкою-баранчиком; з'єднують тягу з важелем дросельної заслінки карбюратора, закривають

повітряну заслінку змішувача, звичайним способом пускають двигун. При переході двигуна з роботи на бензині до роботи на газі ці операції виконують у зворотній послідовності.

Основні вимоги техніки безпеки

При експлуатації автомобіля на зрідженому газі обов'язкова регулярна ретельна перевірка герметичності газової установки і негайне усунення причин, що викликають витоки.

Значні витоки газу виявляють на слух чи за обмерзанням з'єднання, що пропускає газ. Найбільші витоки виявляють за допомогою мильного розчину чи машинної оливи.

Бутан-пропанові гази, виходячи на повітря у виді рідини, інтенсивно випаровуються і віднімають тепло з навколишнього середовища. Улучення струменя зрідженого газу на тіло людини може викликати обмороження, тому така можливість повинна бути обов'язково виключена.

Несправності карбюратора

До основних несправностей карбюратора відносяться: 1) засмічення каналів, жиклерів і каліброваних отворів; 2) неправильний рівень палива в поплавковій камері; 3) збільшення пропускної здатності жиклерів.

Засмічення жиклерів і каналів карбюратора можна усунути без розбирання його, продуваючи їх за допомогою повітряного насоса через зовнішні отвори при вивернутих пробках. За значного засмічення карбюратор частково чи повністю розбирають, очищають і промивають.

Очищати жиклери дротом і металевими предметами не дозволяється, тому що при цьому можна збільшити перетин жиклерів і порушити правильне регулювання карбюратора.

Збирати карбюратор потрібно обережно, стежачи за правильністю з'єднання всіх елементів, цілісністю ущільнювальних прокладок і щільністю затягування всіх з'єднань.

Переповнення поплавкової камери паливом виявляють за витіканням палива з карбюратора при непрацюючому двигуні. Переповнення може відбуватися через нещільне прикриття голчастого клапана, заповнення поплавця паливом при порушенні його герметичності чи заїданні важеля поплавця на осі.

Щільність посадки голки в гніздо можна визначити, продуваючи повітря через прийомний штуцер при закритому голчастому

клапані. У випадку нещільної посадки голок необхідно притерти за допомогою дрібного наждакового порошку чи скляного пилю, обертаючи голку у гнізді з легким натиском. За великого зносу голчастий клапан треба замінити.

Негерметичний металевий поплавець необхідно запаяти, попередньо цілком видаливши з нього паливо, для чого слід опустити поплавець у гарячу воду. Після пайки, щоб поплавець не став більш важким, надлишки олова треба видалити. При зборці поплавкового механізму потрібно перевірити, чи вільно качається поплавець на осі.

Після усунення несправностей необхідно перевірити правильність рівня в поплавковій камері карбюратора і відрегулювати його.

Зношені жиклери карбюратора зі збільшеною проти норми пропускною здатністю слід замінити.

Несправності паливного діафрагмового насоса

Основними несправностями паливного насоса є ушкодження діафрагми, пропуск повітря, ослаблення чи поломка пружин, нещільне закриття клапанів, знос коромисла, забруднення фільтра-відстійника, ослаблення затягування склянки чи відстійника, погана герметичність прокладки.

Якщо в насосі порветься діафрагма, то подача палива припиниться. Прорив діафрагми можна виявити за витіканням палива з корпусу насоса через наявні в ньому отвори. Порвану діафрагму необхідно перемінити, розібравши насос. Якщо діафрагма порвана і немає запасної, можна спробувати тимчасово усунути витікання палива і відновити нормальну роботу насоса, роз'єднавши листочки складеної діафрагми так, щоб порвані частини знаходилися в різних місцях, і знову зібрати насос.

У випадку недостатньої щільності приєднання кришки до корпусу чи поганого затягування пробок над клапанами у середину насоса буде засмоктуватися повітря, що порушить нормальну подачу палива. Для усунення цієї несправності необхідно, щоб частини насоса були з'єднані щільно.

При ослабленні пружини насоса чи її поломці тиск палива падає чи зовсім припиняється його подача. Поламану чи ослаблену пружину насоса треба замінити; цю несправність виявляють за вільного переміщення важеля ручного підкачування. При зносі кінця коромисла зменшується хід діафрагми і, отже, подача палива. У випадку сильного зносу коромисла треба замінити. Необхідно також перевірити щільність кріплення насоса до картера двигуна.

За нещільної посадки кришки насоса зменшується чи цілком припиняється подача палива. Нещільне припасування клапанів виникає через забруднення їх, знос чи перекося при посадці у гніздо. Клапани необхідно оглянути, промити і зібрати.

При сильному забрудненні фільтра-відстійника і самого насоса подача палива погіршується, потрібно очистити і промити відстійник чи насос. Фільтри-відстійники необхідно очищати регулярно. При ослабленні затягування склянки відстійника і кришки паливного насоса чи порушенні герметичності прокладки під ними в паливі при роботі насоса з'являються пухирці повітря, і подача палива насосом погіршується. Склянку чи кришку треба туго затягти, а якщо це не допомагає, замінити прокладку.

У випадку погіршення подачі палива чи повного припинення його подачі необхідно перевірити роботу насоса, відкріпити трубку від карбюратора і прокачати паливо важелем ручного підкачування.

Дотримання правил техніки безпеки при догляді за системою живлення

Якщо застосовується етилірований бензин, то при всіх операціях з догляду за системою живлення й усунення її несправностей особливо потрібно дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з цим бензином.

При заправленні автомобіля, огляді або чищенні системи живлення не слід допускати потрапляння етилірованого бензину на шкіру. У випадку потрапляння бензину на шкіру її треба обмити чистим гасом чи вимити руки з милом у теплій воді і витерти насухо.

Не можна засмоктувати бензин через шланг ротом і продувати ротом паливо проведення. Забороняється вживати етилірований бензин для миття деталей. При заправленні не слід допускати проливання бензину на одяг; одяг, облитий етилірованим бензином, треба зняти, а потім просушити на відкритому повітрі.

Ремонт двигуна, що працює на етилірованому бензині (очищення від нагару і т.д.), також необхідно проводити, дотримуючись спеціальних правил безпеки.

Не слід допускати роботу двигуна в закритому приміщенні, не обладнаному спеціальною вентиляцією, оскільки відпрацьовані гази можуть викликати отруєння організму людей, які знаходяться у приміщенні.

При проведенні всіх робіт, зв'язаних із заправленням і оглядом системи живлення й усуненням несправностей у ній, слід особливо уважно стежити за дотриманням правил протипожежної безпеки.

2.1.6.3 Система живлення дизелів

Система живлення чотиритактного дизеля ЯМЗ-236, встановленого на автомобілях МАЗ-500А та його модифікаціях, включає повітропідвідну і паливоподавальну частини. Відпрацьовані гази випускаються через газовипускную частину.

Повітропідвідна частина складається з повітроочищувача 1 (рис. 2.70) і впускного трубопроводу 2. На модифікаціях дизелів ЯМЗ для підвищення потужності за допомогою наддуву з цією метою встановлюється газотурбокомпресор.

До паливоподавальної частини відносяться паливний бак 9 з датчиком і показчиком рівня палива, фільтр 8 попереднього очищення палива, підкачуючий насос 10, фільтр 14 тонкого очищення палива, 1 паливний насос 3 високого тиску, форсунки 6, паливопроводи низького 11 і 13 та високого 4 тиску, регулятор числа обертів 5 вала і механізм ніжного керування подачею палива (педаля подачі палива).

Газовипускна частина має випускний трубопровід, глушник з приймальною і випускною трубами.

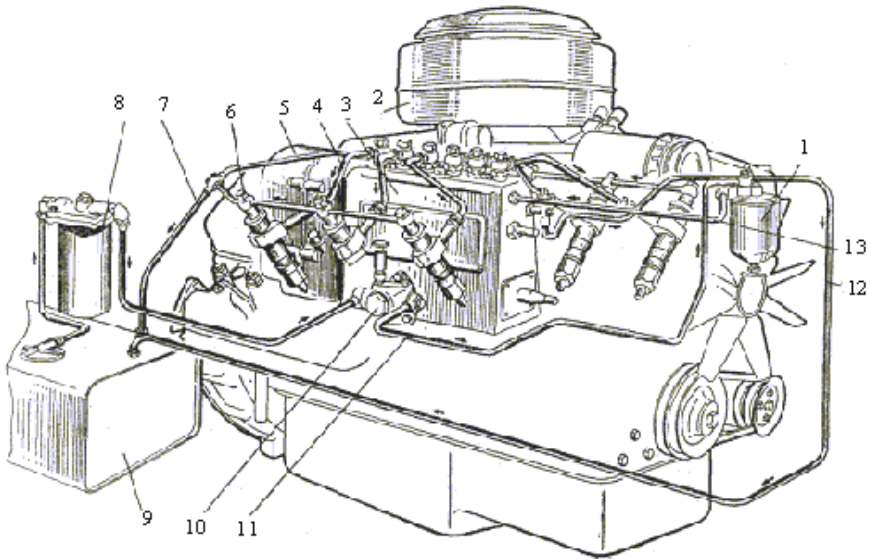


Рис. 2.70 – Основні елементи системи живлення дизеля ЯМЗ-236

При роботі двигуна, внаслідок розрідження, створюваного в циліндрах поршнями, що рухаються, при тактах впуску, повітря, за-

смоктуване з атмосфери, проходить через повітроочишувач 1, де очищається від пилу, і по впускних трубопроводах 2 через клапани, що відкриваються у відповідні моменти впуску, надходить до циліндрів. Впускні канали розташовані по дотичній до окружності циліндрів, тому повітря, що входить у циліндри, отримує інтенсивний обертальний рух.

Паливо засмоктується з паливного бака 9 через фільтр 8 попереднього очищення за допомогою підкачуючого насоса 10 і нагнітається через фільтр 14 тонкого очищення по паливопроводах низького тиску 11 і 13 у приймальний канал паливного насоса 3. Нагнітальні секції паливного насоса 3, що приводиться в дію від двигуна, подають паливо під високим тиском у визначені моменти, відповідно до порядку роботи циліндрів, і в необхідній кількості по паливопроводах 4 до форсунок 6, розпилювачі яких входять у камери згоряння. Через форсунки паливо впорскується в камери згоряння наприкінці такту стиску.

Надлишкове паливо від паливного насоса 3, а також паливо, яке протекло через зазори в деталях форсунок 6, зливається назад у бак по зливальних паливопроводах 7 і 12.

Регулятор 5, змонтований на паливному насосі, точно виконує задане (натисканням на педаль подачі палива) число обертів колінчатого вала і мінімальне число обертів холостого ходу, а також обмежує його максимальне число.

Відпрацьовані гази з циліндрів через випускні клапани, випускний трубопровід 15 і глушник із трубами виходять до атмосфери.

Система живлення двигуна ЯМЗ-238, що встановлюється на автомобілях КРАЗ-257 і його модифікаціях, має влаштування, аналогічне до приведенного вище.

У зв'язку зі збільшенням числа циліндрів і потужності дизеля, підвищена ємність паливного бака, а паливний насос високого тиску 1 (рис. 2.72, а) має вісім нагнітальних секцій, що подають паливо до восьми форсунок.

Повітря у двигун надходить через два повітроочишувачі, включені паралельно.

На двигуні ЯМЗ-240Н, встановленому на автомобілі БеЛАЗ-548А, паливний насос 1 (рис. 2.71) має дванадцять нагнітальних секцій, з'єднаних з форсунками 6. Повітря надходить у двигун через три повітроочишувачі.

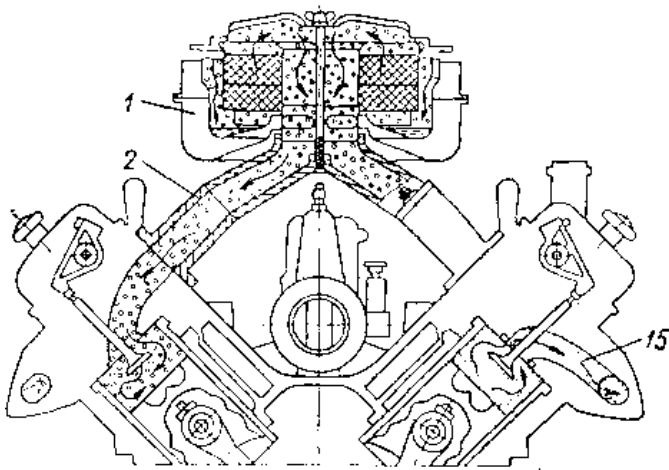


Рис. 2.71 – Схеми паливоподавальної системи дизеля ЯМЗ-238

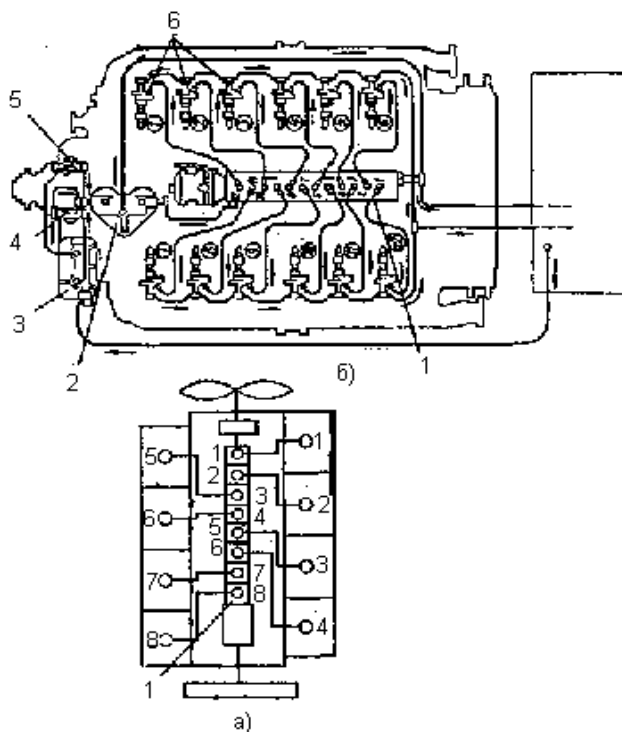


Рис. 2.72 – Схема системи живлення двигуна Повітроочишувач і впускний трубопровід

На дизелі ЯМЗ-236 застосовується комбінований інерційно-фільтруючий повітроочишувач із глушником шуму впуску.

Повітроочишувач має сталевий штампований корпус 4 (рис. 2.73, а), у нижню частину якого до визначеного рівня наливо олива. На патрубку корпуса на гумовій прокладці встановлений кожух з фільтруючим елементом 6, з центральним центральним патрубком 8 і відбивною тарілкою 5 з отворами, що знаходиться в оливі.

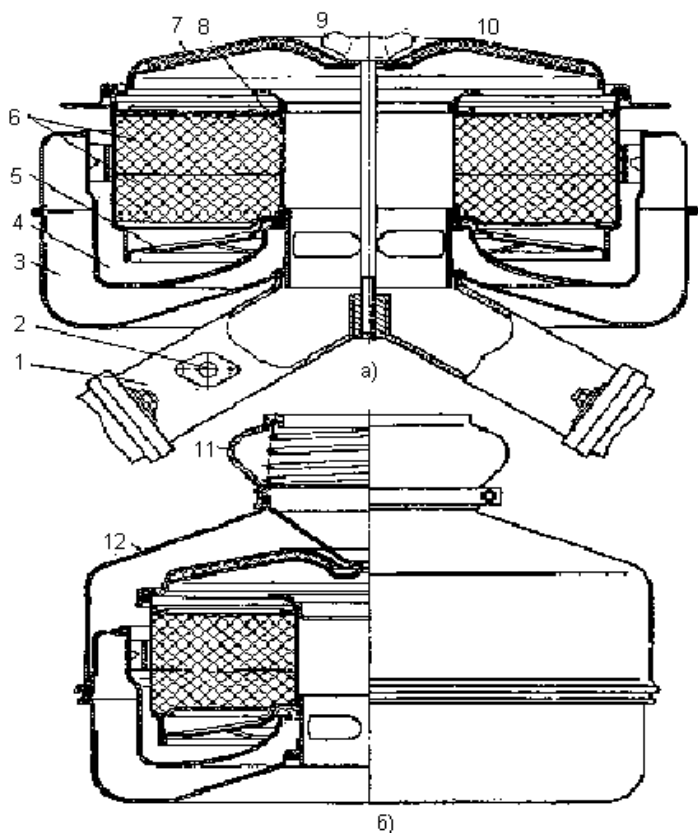


Рис. 2.73 – Повітроочишувач системи живлення дизеля

Фільтруючий елемент 6, що складається з двох секцій з капронової щетини, знаходиться в кожусі, закритому зверху сіткою. На кожух фільтруючого елемента зверху встановлена на гумовій прокладці кри-

шка 7 повітроочишувача, у верхній частині якої є камера з протишумним набиванням 10. Корпус 4 зовні охоплюється камерою 3 глушіння шуму впуску, що з'єднується через отвори з центральним патрубком.

Повітроочишувач через гумову прокладку закріплений на верхньому фланці сполучного чавунного патрубка 1 шпилькою з гайкою-баранчиком 9. Шпилька укручена у втулку, закріплена в патрубку.

Для даного повітроочишувача аналогічна до дії повітроочишувачів, розглянутих вище. На проміжному сполучному патрубку 1 є збоку отвір 2 і фланець для приєднання повітропроводу від повітряного компресора гальмівної системи. Проміжний патрубок нижніми фланцями через прокладки болтами з'єднаний із фланцями двох впускних чавунних трубопроводів, що прикріплені на прокладках шпильками до обох головок двигуна з внутрішньої сторони і з'єднані з впускними каналами головок.

У дизеля ЯМЗ-238 повітроочишувачі (2 шт.) мають таку ж будову. У дизеля ЯМЗ-240Н повітроочишувачі (3 шт.) аналогічного влаштування оснащені забірними горловинами 12 (рис. 2.73, б) з гумовими компенсаторами 11, що забезпечують подачу невідігрітого повітря над капотом автомобіля.

Паливний бак

На автомобілі МАЗ-500А паливний бак 9 (рис. 2.70) укріплений за допомогою кронштейнів на рамі з лівої сторони. Бак зварений з листової сталі, у середині нього зроблені дві перегородки.

Заливний патрубок, що має висувну горловину із сітчастим фільтром, герметично закритий пробкою з подвійним клапаном. На верхній стінці бака у гнізді закріплений фільтр попереднього очищення палива з паливоприймальною трубою.

Рівень палива в баці контролюється за допомогою датчика з поплавцем, встановленого на верхній стінці бака, й електричного покажчика, розташованого на щитку приладів у кабіні.

До бака приєднані за допомогою штуцерів зливальні паливопроводи. У нижній стінці бака розміщений відстійник зі спускною пробкою. Автомобілі МАЗ-504А та Краз-257 оснащені двома баками, закріпленими по обидва боки рами.

Паливопідкачуючий насос

Для подачі палива з бака через фільтри до паливного насоса високого тиску в систему живлення включений насос.

У дизелів ЯМЗ-236 і -238 цей насос закріплений на корпусі паливного насоса, приводиться до дії від його кулачкового вала. Разом з підкачуючим насосом зібраний насос ручного підкачування палива.

Паливопідкачуючий насос складається з корпусу 7 (рис. 2.74, а), плунжера 8 із пружиною 9 і роликівим штовхальником 15 із пружиною 14 і штоком 13 і клапанів – впускного 5 і нагнітального 17 із пружинами.

Чавунний литий корпус 7 фланцем через ущільнювальну прокладку прикріплений болтами до бічної стінки корпусу паливного насоса високого тиску.

У циліндричній паливній камері корпусу підкачуючогонасоса щільно встановлений сталевий плунжер 8, що віджимается у вихідне положення пружиною 9, розташованою під пробкою 10, вкрученою в корпус.

Плунжер 8 через шток 13 з'єднаний з роликівим штовхальником 15. Шток установлений у втулці 12, вкрученій в корпус. Шток і втулка є прецизійною парою.

Склянка штовхальника 15 направляючими сухарями входить у виточення задньої циліндричної камери корпусу. На плаваючій осі встановленій у склянці штовхальника і зафіксованої сухарями, установлений ролик.

Штовхальник роликом під дією пружини постійно притискається до ексцентрика, що виготовлений як одне ціле з кулачковим валом паливного насоса.

Порожнина паливної камери, розташована перед плунжером 8, через впускний 5 і нагнітальний 17 клапани з'єднаний із впускним 6 і випускним 16 каналами корпусу. Клапани виготовлені з капрону.

Нагнітальний клапан закритий пробкою 18. До впускного каналу 6 за допомогою штуцера приєднаний паливопровід, що підводить від бака і з'єднаний також з фільтром попереднього очищення.

Впускний канал 16 зв'язаний із паливопроводом, що йде до фільтра тонкого очищення.

Випускний канал 16 у середині корпусу з'єднаний пропускним каналом 11 з порожниною паливної камери, розташованої за плунжером 8.

Зверху до корпусу насоса, що підкачує, над впускним клапаном 5 приєднаний насос для ручного підкачування палива, у циліндричному корпусі 3 якого встановлений поршень 4 зі штоком 2.

На зовнішньому кінці штока закріплена рукоятка 1 із кришкою, що може навертатися на корпус.

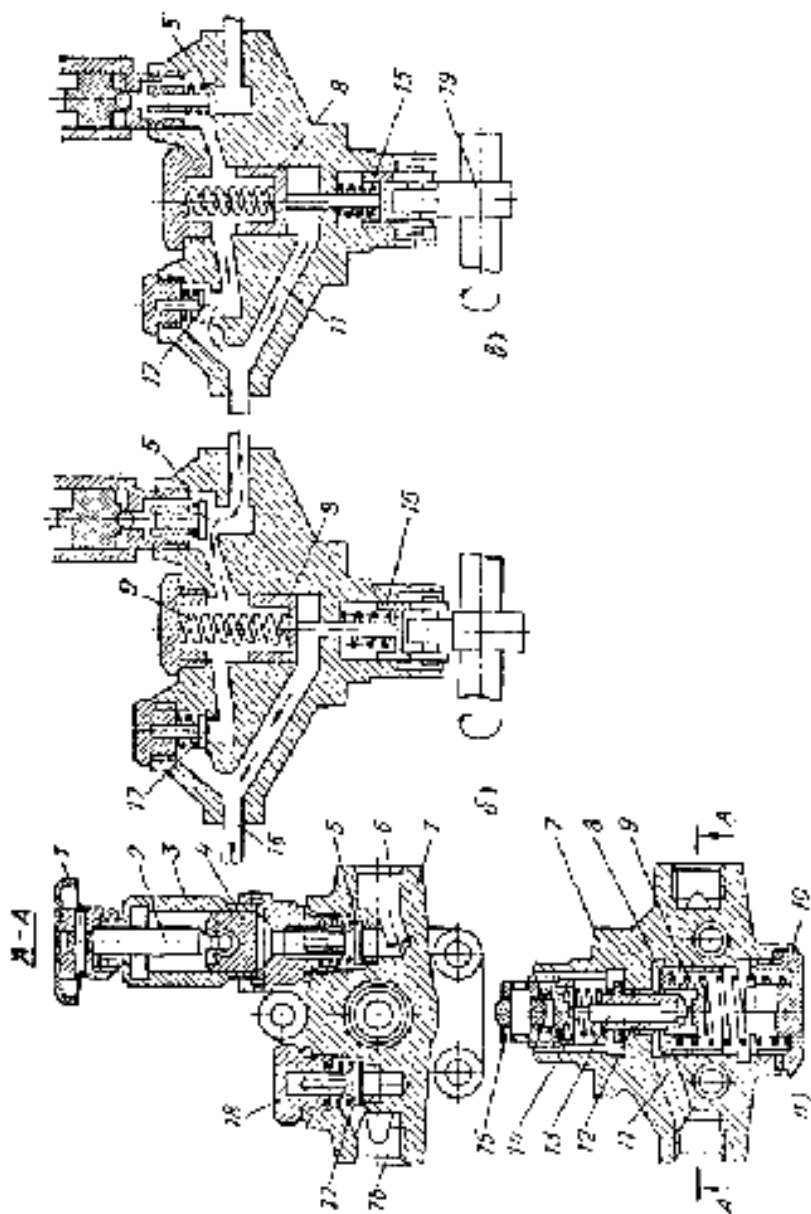


Рис. 2.74 – Насос підкачувальної системи живлення дизелів ЯМЗ-236 і 238 і схема його роботи

Паливопідкачуючий насос працює в такий спосіб. При збігу виступу ексцентрика 19 (рис. 2.74, б) з роликком штовхальника 15 плунжер 8 під дією пружини 9 переміщається у середину корпусу.

При цьому зовнішня порожнина камери заповнюється паливом, через що відкривається впускний клапан 5; нагнітальний клапан 17 закритий.

Паливо, що знаходиться під плунжером 8, при цьому витісняється з внутрішньої камери і через впускний канал 16 нагнітається під тиском у відвідний паливопровід.

При зворотному ході плунжера 8 (рис. 2.74, в), переміщеного ексцентриком 19 і штовхальником 15, впускний клапан 5 закривається під дією тиску палива, і паливо з передньої камери через нагнітальний клапан 17, що відкрився, перепускається по внутрішньому каналу 11 у задню камеру.

Таким чином, робота насоса здійснюється за три такти – усмоктування, перепуск, нагнітання; при цьому паливо з бака безупинно перекачується через фільтр попереднього очищення у фільтр тонкого очищення і далі в паливний насос високого тиску.

За такого влаштування насоса паливо в паливопровід нагнітається з задньої камери корпусу плунжером 8 під дією тиску пружини 9, тому забезпечується подача палива за визначеного тиску і відповідно до його витрати.

За малої витрати палива через деяке підвищення тиску в паливопроводі і внутрішній камері плунжер 8 зупиняється в крайньому положенні, оскільки пружина 9 (рис. 2.74, в) не в змозі перемістити його, і штовхальник 15 зі штоком 13 переміщуються вхолосту.

За мірою витрати палива тиск у нагнітальній порожнині знижується, і плунжер під дією пружини 9 знову починає пересуватися на всю довжину робочого ходу, забезпечуючи повну продуктивність насоса.

Ручний насос використовують для підкачування палива в паливопровід і у всю систему живлення при непрацюючому двигуні, наприклад, для прокачування і видалення повітря із системи.

Для ручного підкачування рукоятку 1 скручують з різьблення корпусу 3 і переміщують нагору і вниз. При цьому за допомогою поршня 4 насоса паливо через впускний клапан 5 засмоктується в його корпус і через нагнітальний клапан 17 подається до системи паливоподачі.

Після використання ручного насоса його рукоятку варто знову щільно повернути кришкою на різьблення корпусу.

На дизелях ЯМЗ-240 і -240Н встановлено два паливopідкачуючих насоси, які працюють паралельно. Насоси 4 і 5 (див. рис. 2.71, б), розташовані на передній кришці блока, приводяться до дії від ексцентрика, закріпленого на передньому кінці розподільного вала. Насоси мають конструкцію і принцип дії, аналогічні до розглянутих вище. У лівого насоса 4 механізм ручного підкачування палива відсутній.

Паливні фільтри

Фільтр грубого очищення палива складається зі сталевого циліндричного корпусу 4 (рис. 2.75, а), чавунної кришки 1 і змінного фільтруючого елемента 3.

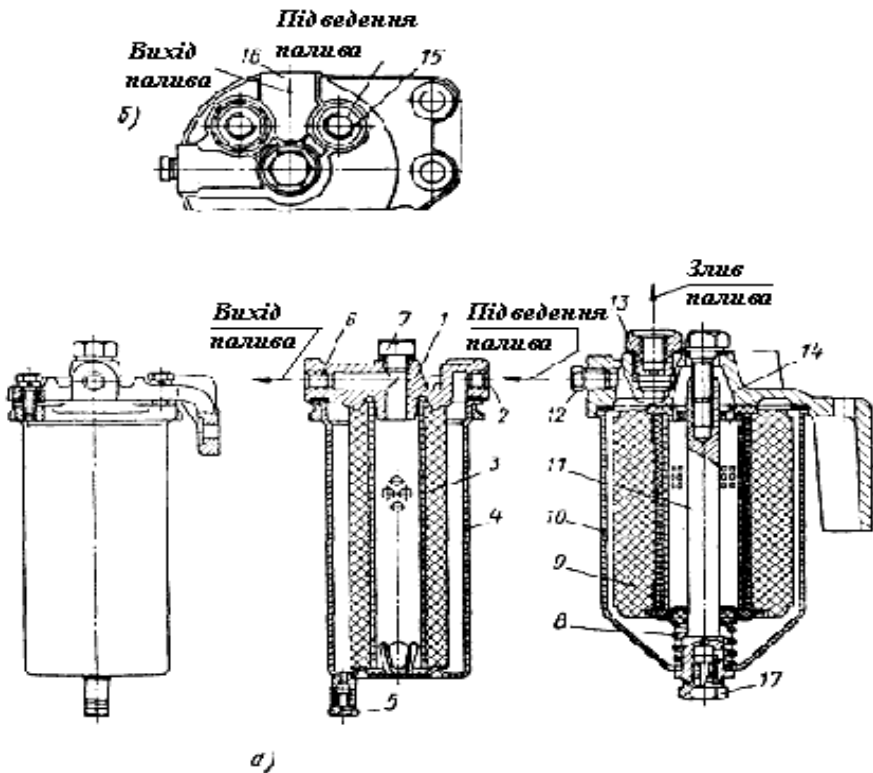


Рис. 2.75 – Паливні фільтри системи живлення дизелів ЯМЗ-236 і -238:

а) попереднього очищення; б) тонкого очищення

Фільтруючий елемент 3 являє собою металевий сітчастий каркас, на який щільно намотаний у кілька шарів ворсистий бавовняний шнур. Елемент центрується в корпусі штампованою розеткою, привареною до днища, і кріпиться кришкою.

Паливо з бака по трубці через штуцер 2 надходить до фільтра (при відокремленому його розташуванні від бака), відстоюється і проходить через фільтруючий елемент 3 до його центральної порожнини. З фільтра паливо по трубці, приєднаній до отвору 6 його кришки, надходить до насоса, що підкачує.

У нижній частині корпусу фільтра є зливальна пробка 5. Зверху у центральний отвір кришки фільтра укручена пробка 7.

Цей отвір використовується для заповнення фільтра паливом після заміни елемента.

Фільтр грубого очищення в автомобілі МАЗ встановлений безпосередньо в паливному баці і кріпиться болтами на прокладках до спеціальної горловини на його верхній стінці. У цьому випадку паливо надходить у корпус через трубку, приварену до його днища. Зливна пробка відсутня.

Фільтр тонкого очищення палива, включений між насосом, що підкачує, і насосом високого тиску, закріплений на головці блока в найвищій точці системи живлення, що забезпечує збір у ньому повітря, яке проникає до системи живлення, і видалення його разом з надлишком палива, що зливається.

Сталевий корпус 10 (рис. 2.75, б) фільтра з привареним до нього центральним стрижнем 11 прикріплений на гумовій прокладці болтом до чавунної кришки 14; всередині корпусу встановлений змінний фільтруючий елемент 9, що піджимається до кришки на гумовій прокладці пружиною 8. Під шайбу пружини також поставлена ушльнювальна прокладка.

Елемент складається зі сталевого звареного каркаса з центральним перфорованим патрубком, обмотаним щільним ситцем. На патрубок закріплений патрон, виготовлений з дерев'яного борошна на пульвербакелітовій основі. Зовні елемент обмотаний марлевою стрічкою.

До каналів кришки корпусу приєднаний за допомогою болтів і наконечників з порожнинами паливопровід, який відводить паливо від підкачувального 15 і відвідного 16 до паливного та зливого насосів, з'єднаних з насосом і баком. Під штуцером 13 кріплення зливого паливопроводу в кришку фільтра вкручений на прокладці жиклер, що перепускає зайве паливо, яке надходить до фільтра і до бака.

Разом з паливом видаляється повітря, що проникло до системи живлення.

Для зливу відстою в нижній частині фільтра зроблено отвір, закритий пробкою 17.

Збоку в кришку вкручена пробка 12, яка закриває отвір, що використовується для добору палива в систему живлення підігрівника двигуна. У дизеля ЯМЗ-238 застосовуються такі ж фільтри для очищення палива.

У двигунів ЯМЗ-240 і -240Н установлені по два фільтри грубого 3 і тонкого 2 очищення аналогічної конструкції (див. рис. 2.71, б).

Паливний насос високого тиску

Паливний насос подає паливо до форсунок у необхідній кількості під високим тиском, відповідно до порядку роботи двигуна й у момент, що відповідає кінцю такту стиску в цилінд-рах.

Насос складається:

- з корпусу 5 (рис.2.76) з кришками 2 і 8, каналами і пропускним клапаном 21;

- з насосних секцій, з яких кожна включає плунжер 29 з гільзою 28, поворотну пружину 14 з опорними шайбами, нагнітальний клапан 32 із сідлом 31, пружиною 83 і упором 34, а також штуцер 35 з деталями кріплення паливопроводу високого тиску;

- з механізму приводу насосних секцій, що складається з кулачкового вала 9 з підшипниками і роликівих штовхальників 11 з регулювальними болтами 12;

- з механізму повороту плунжерів, у який входять поворотна втулка 15 із зубцюватим вінцем 17 для кожної секції і загальна рейка 18 із втулками та обмежувальним гвинтом.

Корпус 5 насоса відлитий з алюмінієвого сплаву. В отворах верхньої стовщеної частини корпусу встановлені насосні секції, у середній перегородці - штовхальники й у нижній частині - кулачковий вал.

Боковий люк і нижні отвори корпусу закриті двома кришками 2 і 8, прикріпленими до корпусу на прокладках гвинтами.

У корпусі уздовж секцій висвердлені два подовжніх канали 25 і 26, що з'єднуються між собою двома поперечними.

Отвори поперечних каналів закриті зовні пробками-вентиллями 38, що використовуються для випуску повітря із системи. До паливоподавального каналу з торця корпусу за допомогою штуцера 24 приєднаний паливопровід від фільтра тонкого очищення.

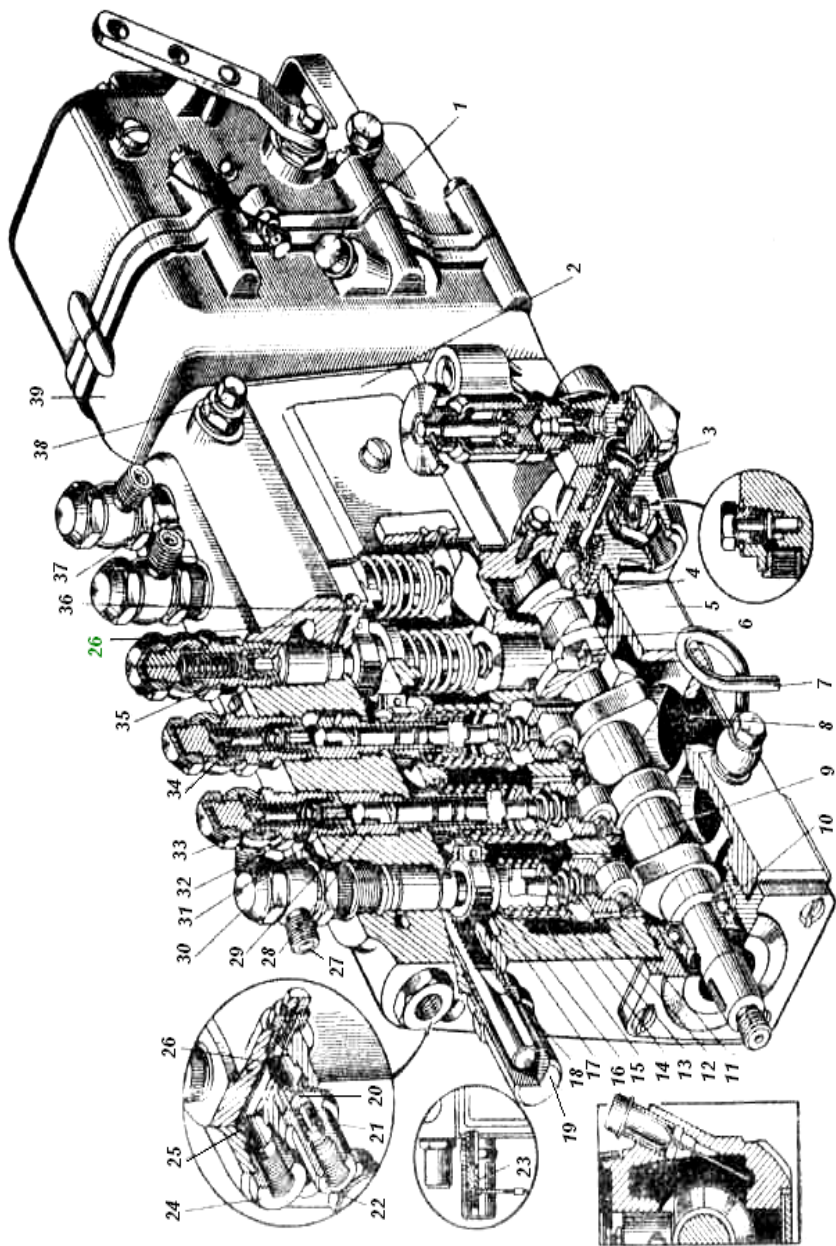


Рис. 2.76 – Паливний насос високого тиску системи живлення дизеля ЯМЗ-236

На кінці іншого злиального каналу встановлений перепускний клапан, який представляє собою вкручене в корпус 22 сідло 20, в якому встановлений власне клапан 21 грибоподібної форми з пружиною і направляючою втулкою. У корпус вкручено штуцер, до якого приєднаний злиальний паливопровід.

Клапан підтримує тиск у впускному каналі насоса 0,13-0,15 МПа.

Плунжер 29 і гільза 28, що є основними елементами кожної насосної секції, виготовлені із зносостійкої спеціальної хромомолібденової сталі; робочі поверхні їх азотовані і загартовані до високої твердості.

Деталі піддані обробці глибоким холодом для стабілізації властивостей матеріалу. Плунжер 29 дуже точно підігнаний до гільзи 28 з діаметральним зазором близько 0,5-1,5 мкм, що забезпечує створення високого тиску з найменшим витокм палива через зазори. Через індивідуальне припасування ця прецизійна пара є нероздільною.

Гільза 28 встановлена в отворі верхньої частини корпусу і фіксується у визначеному положенні стопорним гвинтом 36. Бічні отвори у стінці гільзи розташовуються проти паливних каналів 25 і 26 корпусу, з'єднуючи з ними внутрішню порожнину гільзи.

Зверху в отвір корпусу над гільзою, стикаючись з її торцем притертою поверхнею, встановлене сідло 31 з нагнітальним клапаном 32, що також виготовлено зі спеціальної високоякісної підшипникової сталі, дуже точно підігнане одне до одного і є нероздільною прецизійною парою.

Клапан 32 хвостовиком з циліндричним паском входить в отвір сідла, а конусною поверхнею притиснутий до фаски сідла під дією пружини 33.

Пружина 33 зі ступором 34 розташована у середині штуцера 35, що щільно загвинчений у корпус на текстолітовій ущільнюючій прокладці та кріпить сідло клапана і гільзу в корпусі.

Сусідні штуцери зовні фіксуються в корпусі дужками 37, що стягаються гвинтом на рифленій поверхні штуцерів.

Зверху на штуцері на двох кільцевих алюмінієвих прокладках закріпленій колпачковою гайкою 30 сполучний ніпель 27, до якого кріпиться сталевий паливопровід високого тиску, що йде до форсунки.

На верхній частині плунжера 29, що входить у гільзу, є гвинтовий паз, верхня частина якого через горизонтальний отвір з'єднується з вертикальним каналом у торці плунжера.

Цей паз з відсічною кромкою служить для регулювання подачі палива. Другий паз, зроблений з іншої сторони плунжера, врівнова-

жує тиск, що спричиняється на нього паливом, і підвищує довговічність плунжера.

На середній частині плунжера є ущільнювальні канавки, а на нижній - два виступи, що входять у пази поворотної втулки 15, надягнутої на нижній виступаючий з корпусу кінець гільзи.

На верхньому кінці поворотної втулки стяжним гвинтом кріпиться сталевий зубцюватий вінець 17. На втулку надіта верхня опорна шайба 16 поворотної пружини 14, закріпленої на нижньому кінці плунжера розрізною опорною шайбою 13.

Поступальне переміщення плунжера в гільзі здійснюється за допомогою кулачкового вала 9 і штовхальника 11. Кулачковий вал 9 виготовляється з низько вуглецевої хромомарганцевої сталі, кулачки і шийки вала цементуються і гартуються.

Вал встановлений у бічній кришці і корпусі регулятора 39, що прикріплені до корпусу насоса болтами, на двох шарикопідшипниках 10 або роликотопідшипниках, за які зовні на вал надіті гумові самопідтискні сальники. Торцева кришка ущільнена в корпусі прокладкою і гумовим кільцем.

Під кришкою при кінцевих підшипниках установлені регулювальні прокладки. Крім крайніх підшипників, вал фіксується ще середньою опорою 6, що складається з двох частин, виготовлених зі спеціального алюмінієвого сплаву і стягнутих гвинтами. Опора розташована в середній перегородці корпусу і кріпиться стопорним гвинтом.

Від внутрішнього кінця кулачкового вала приводиться в дію регулятор числа обертів двигуна. Зовнішній кінець вала через муфту випередження з'єднаний з приводом від двигуна.

На валу є шість кулачків, розташованих виступами в різні сторони, відповідно до порядку роботи двигуна, і ексцентрик 4 приводу насоса. Проти ексцентрика 4 на фланці корпусу паливного насоса закріплений підкачуючий насос 3.

Над кожним кулачком в отворі середньої перегородки корпусу розміщений штовхальник 11 з роликом, що опирається на кулачок.

Штовхач, виготовлений з низьковуглеводневої хромомарганцевої сталі, цементується і гартується, а ролик виготовляється зі спеціальної підшипникової сталі.

Ролик на осі встановлений на втулці, що плаває. Виступи осі ролика входять у пази корпусу насоса і фіксують положення штовхача. Зверху у штовхач вкручений регулювальний болт 12, що стопориться контргайкою. У торець головки болта постійно упирається нижнім кінцем плунжер 29 під дією пружини 14.

Зубцюваті вінці 17 усіх насосних секцій входять у зачеплення з загальною зубцюватою рейкою 18, розташованою в корпусі насоса на двох латунних втулках.

Положення рейки, а також довжина її ходи фіксуються гвинтом, вкрученим збоку в корпус насоса. Кінець гвинта входить у паз на рейці.

Внутрішній кінець рейки входить у корпус регулятора 39 і з'єднаний з його тягою. Зовнішній виступаючий з корпусу кінець рейки закритий ковпаком 19, наверненим на різьбову втулку, вкручену в корпус.

На період обкатування двигуна максимальне переміщення рейки обмежується запломбованим гвинтом 23, вкрученим у ковпак рейки. На ковпак надітий для ущільнення гумовий кожух.

Кулачковий вал з підшипниками і штовхальники змазуються оливою, що заливається в нижню камеру корпусу насоса. Для заливання оливи на кришці корпусу є отвір, закритий різьбовою пробкою із сапуном.

Рівень масла перевіряють оливимірвальним стрижнем, встановленим у нижній частині корпусу. До корпусу знизу приєднана дренажна трубка 7 для зливу надлишкової оливи.

Кожна секція насоса працює в такий спосіб. При роботі двигуна кулачковий вал насоса обертається зі швидкістю, що у 2 рази менша за швидкість обертання колінчатого вала.

Насос, що підкачує, через фільтри подає в паливні канали насоса паливо (його необхідний тиск підтримується в каналах за допомогою пропускнуго клапана). Зайве паливо по зливальному паливопроводу надходить назад у бак. Безупинна циркуляція палива через насос знижує можливість утворення в паливі пухирців повітря.

При збіганні кулачка з роликом штовхача плунжер у гільзі опускається під дією пружини донизу. При цьому верхній торець плунжера відкриває верхній конусний отвір 1 (рис. 2.77, а) у гільзі, і внутрішня порожнина її заповнюється паливом з паливного каналу. При цьому нагнітальний клапан 4 секції закритий.

При набіганні кулачка на штовхальник плунжер піднімається в гільзі нагору. При цьому до перекриття плунжером впускного отвору 1 паливо з гільзи витісняється назад у паливний канал (рис. 2.77, б).

Як тільки торець плунжера перекриє впускний отвір 1, тиск палива в порожнині над плунжером підвищиться, і паливо через нагнітальний клапан 4, що відкривається, по паливопроводу буде підводи-

тися до форсунки, з якої воно при досягненні необхідного тиску впорскується в камеру згорання двигуна (рис.2.77, в).

Плунжер нагнітає паливо доти, поки відсічена крайка його робочого гвинтового пазу 3 не підійде до краю нижнього перепускного отвору 2 гільзи (рис.2.77, г).

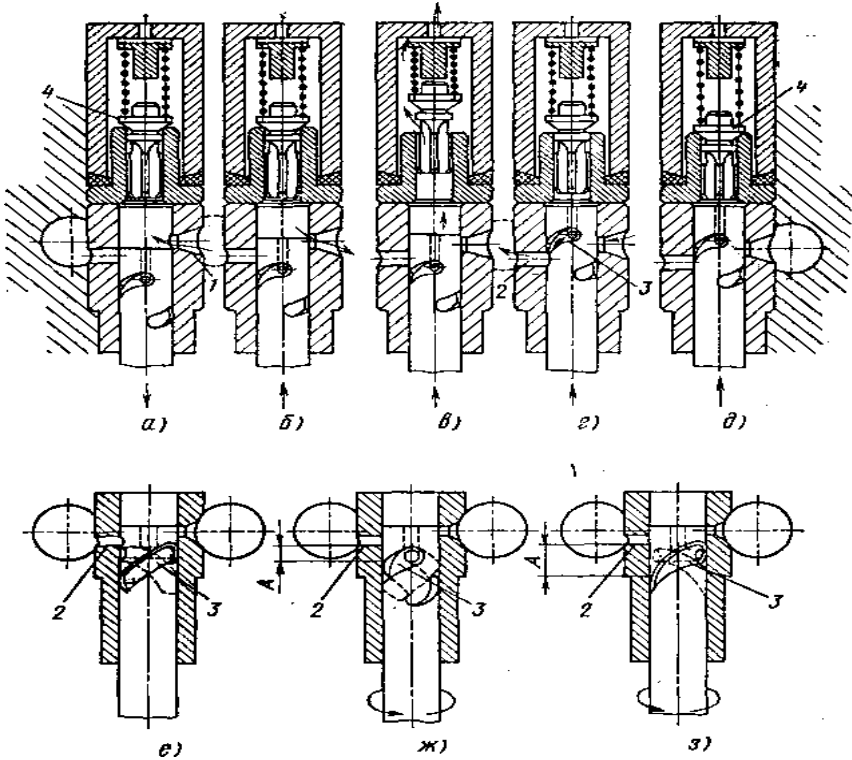


Рис. 2.77 – Схеми роботи плунжерної пари і нагнітального клапана

При цьому паливо з нагнітальної порожнини гільзи по вертикальному і горизонтальному отворах у плунжері і через гвинтовий паз 3 починає перепускатися у зливальний канал корпусу. Тоді тиск у нагнітальній порожнині гільзи різко падає, і нагнітальний клапан 4 закривається, припиняючи подачу палива до форсунки (рис. 2.77, д).

Різкості припинення подачі палива до форсунки (різкості відсічення) сприяє нагнітальний клапан. При падінні тиску в нагнітальній порожнині гільзи в момент початку перепуску палива відсічною крайкою плунжера нагнітальний клапан, опускаючись, спочатку вхо-

дить у сідло циліндричним паском, розєднуючи паливопровід і секцію і припиняючи подачу палива (див. рис. 2.77, г).

Далі клапан 4, опускаючись ще нижче, сідає конусом на сідло і звільняє над собою деякий простір, що сприяє падінню тиску в паливопроводі. Внаслідок цього більш різко припиняється подача палива форсункою, паливопровід розвантажується від високого тиску й усувається можливість підтікання палива із сопла форсунки (рис. 2.77, д).

При постійному ході плунжера, обумовленому висотою виступу кулачка, регулювання кількості палива, що подається до форсунки, здійснюється поворотом плунжера за допомогою рейки і зубцюватого сектора з поворотною втулкою.

При повороті плунжера до положення, коли горизонтальний отвір гвинтового паза 3 устанавлюється проти перепускного отвору 2 гільзи, подача палива насосом цілком припиняється, тому що в нагнітальній порожнині тиск не створюється і паливо при підйомі плунжера видавлюється з неї через отвір і паз плунжера, а через отвори гільзи витісняється назад в канали корпусу. Насос при цьому працює вхолосту (рис. 2.77, е).

З поворотом плунжера проти руху стрілки годинника (якщо дивитися з торця плунжера) відстань А (рис. 2.77, ж) від краю пропускового отвору до краю відсічної крайки гвинтового паза 3 поступово зростає, збільшуючи довжину робочого ходу плунжера. При цьому подача палива секцією поступово зростає від мінімальної до середньої і максимальної.

Максимальна подача виходить тоді, коли проти перепускного отвору 2 гільзи розташовується нижня частина крайки паза 3 плунжера з найбільшою відстанню А (рис. 2.77, з). Насосні секції, відповідно до розташування кулачків на валу подають паливо в усі форсунки, відповідно до порядку роботи двигуна.

Необхідний момент початку подачі палива в циліндр, що відповідає кінцю такту стиску, устанавлюється правильним з'єднанням вала насоса з приводним валом двигуна. Регулювання однаковості цього моменту для всіх насосних секцій, тобто регулювання моменту подачі, здійснюється регульовальними болтами на штовхачах.

При відкручуванні болта подача палива відбувається раніше, при закручуванні – пізніше. Для того, щоб усі секції насоса подавали однакову кількість палива, регулюють насос на рівномірність подачі. З цією метою плунжери з поворотними втулками попередньо повертають у правильне положення при відпущених стяжних гвинтах зубцюватих секторів на поворотних втулках.

Привід насоса та автоматична муфта випередження упорскування палива

Паливний насос установлений на площадках припливів картера двигуна в розвалі між циліндрами і закріплений болтами, що проходять через вушка корпусу. Кулачковий вал насоса з'єднаний через автоматичну муфту випередження упорскування і муфту ручної установки моменту упорскування з приводним валом двигуна.

Приводний вал обертається у двох шарикопідшипниках у верхній частині переднього припливу блок-картера двигуна. Передній підшипник закритий кришкою; за іншим підшипником на валу розташований сальник.

На передньому кінці приводного вала, що ходить під кришку розподільних шестерень, закріплена тяжна приводна шестерня 17 насоса, що входить у зачеплення з тяговою шестернею його приводу, прикріпленою болтами до шестерні 5 розподільного вала. Шестерні приводу насоса вводяться в зачеплення по мітках на їх зуб'ях.

Муфта ручної установки моменту упорскування палива складається з тягового і тяжного фланців, з'єднаних двома болтами. Тяговий фланець 8 (рис.2.78, а) маточиною встановлений на шпонці на задньому кінці приводного вала 9 і закріплений стяжним болтом.

Тяжний фланець 7 двома шипами входить у вирізи проміжної текстолітової сполучної шайби 10 з металевим ободом. В інші два вирізи шайби входять шипи 11 тягового диска 6 автоматичної муфти.

Хрестоподібне з'єднання шипів обох муфт через проміжну шайбу 10 компенсує можливу неточність положення осей приводного вала і вала насоса.

Болти, що з'єднують фланці муфти, проходять через прорізи тягового фланця 8 і вкручуються у тяжний фланець.

Таке з'єднання дає можливість при відпущених болтах трохи зміщати один фланець відносно іншого в межах довжини прорізів і вручну змінювати установку моменту упорскування палива насосом. Для точної установки фланців на них нанесені настановні мітки.

Автоматична муфта випередження служить для автоматичної зміни моменту початку подачі палива насосом, залежно від зміни числа обертів двигуна.

За збільшення числа обертів для того, щоб паливо, що подається в циліндри, встигало вчасно згоряти і двигун розвивав найбільшу потужність, необхідно збільшувати випередження упорскування палива, а за зменшення числа обертів – трохи зменшувати.

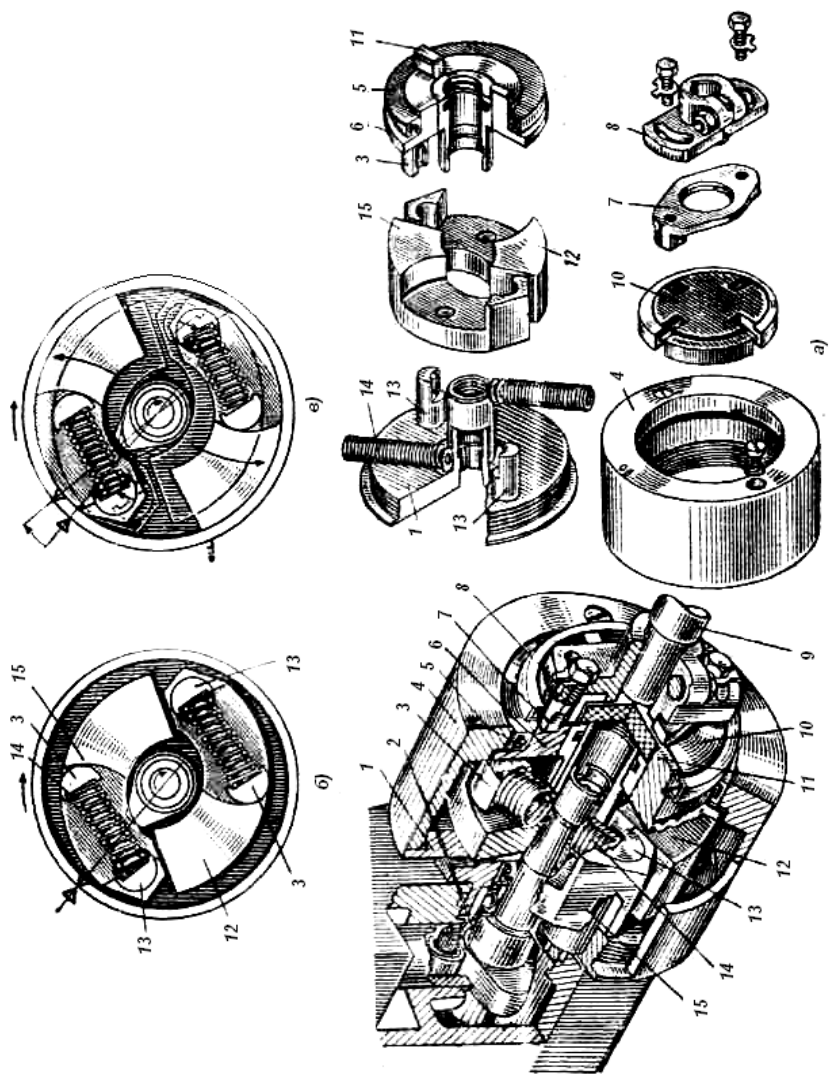


Рис. 2.78 – Автоматична муфта випередження впускування паливного насоса

Автоматична муфта випередження упорскування палива складається з тягового корпуса 4, і тяжного 1 дисків з пальцями 3 і 13, двох відцентрових вантажів 12, 15 і пружин 14.

Маточина тяжного диска 1 сидить на шпонці на конусному кінці кулачкового вала 2 і закріплена на ньому гайкою.

Відцентрові вантажі 12 і 15 шарнірно з'єднані з пальцями 13 диска 1. На його маточину вільно посаджений тяговий диск 6, пальці 3 якого входять у фігурні пази вантажів.

Між пальцями дисків знаходяться у стиснутому стані дві пружини 14, що входять у гнізда пальців. Під пружинами у гніздах пальців тяжного диска поставлені регулювальні прокладки. Механізм муфти закритий циліндричним корпусом 4, що наглухо закріплений за допомогою різьблення на тяжному диску.

Зовні між корпусом і тяговим диском установлений самопідтискний гумовий сальник 5, що захищає внутрішню порожнину муфти, у яку при зборці закладається спеціальне змащення.

Автоматична муфта працює наступним чином. При нерухомому приводі пальці 3 тягового диска 6 муфти під дією пружини 14 надавлюють на фігурні вирізи вантажів 12 і 15, зрушуючи їх до упору кінцями один до одного (рис.2.77,б).

При роботі двигуна з малим числом обертів обертання від приводного вала 9 передається на кулачковий вал 2 через муфту без помітного зсуву цих валів. Тягові пальці 3 надавлюють на уступи вантажів 12 і 15 і через них, а також через тяжні пальці 13 і тяжний диск передають обертання на кулачковий вал 2.

За мірою збільшення числа обертів двигуна відцентрова сила вантажів 12 і 15 зростає, і вони починають розсуватись, повертаючись на пальцях 13 тяжного диска. При цьому вантажі, упираючись фігурними вирізами на тягові пальці 3, переборюючи опір пружин 14 і додатково стискаючи їх, зближують тягові 3 і тяжні 13 пальці (рис.2.77, в).

Унаслідок цього кулачковий вал трохи зміщується в напрямку обертання щодо приводного вала, чим і забезпечується збільшення кута випередження впорскування палива.

За максимального числа обертів кулачкового вала насоса 1050 у хвилину вантажі розсовуються до упору в стінки корпусу, при цьому зсув кулачкового вала щодо приводного і кут випередження впорскування палива будуть найбільшими (кут зростає на 6-8° відносно первинного). За зменшення числа обертів двигуна кут випередження упорскування відповідно автоматично зменшується.

Регулятор числа обертів двигуна

З паливним насосом з'єднаний механізм усережимного регулятора числа обертів двигуна. Регулятор автоматично підтримує задане водієм за допомогою педалі подачі палива робоче число обертів двигуна, встановлює необхідне мінімальне число обертів при холостому ході, а також обмежує максимальне число обертів.

Регулятор розташований у відлитому з алюмінієвого сплаву корпусі 40 (рис. 2.79, а) із кришкою 36. Корпус 40 гвинтами прикріплений до задньої стінки корпусу насоса. Кришка 36 із прокладкою фіксується на корпусі регулятора установочними штифтами і кріпиться гвинтами. Оглядовий люк у торці кришки корпусу закритий сталевую штампованою кришкою 30.

Механізм регулятора приводиться до дії від заднього кінця кулачкового вала 1 насоса через проміжну підвищувальну зубчасту передачу. Підвищення числа обертів вала регулятора дозволяє зменшити його розміри.

Тягова шестерня 4 проміжної передачі встановлена і фіксується шайбою на маточині, що сидить на шпонці на конусному кінці кулачкового вала і закріплена на ньому гайкою. У пазах між виступами маточини і шестерні знаходяться гумові сухарі 3, що забезпечують плавну передачу зусилля від вала насоса на привод регулятора і згладжування різких коливань навантаження.

Тягова шестерня входить у зачеплення з тяжною шестернею 2 валика 7 регулятора, що встановлений на двох шарикопідшипниках у кронштейні 35, прикріпленому гвинтами до стінки корпусу. На виступаючому кінці валика закріплена державка 20, до якої за допомогою осей 6 на втулках шарнірно приєднані два відцентрованих вантажі 9.

Нижки вантажів через ролики 5 упираються у пересувну муфту 8, що сидить на циліндричній частині державки 20 вантажів на шарикопідшипнику. У торці муфти на шарикопідшипнику встановлена п'ята 21, з цапфами 16 якої шарнірно з'єднана серга 23 з важелем 18.

Верхній кінець цього важеля за допомогою проміжної тяги 37 і двох пальців з'єднаний із заднім кінцем рейки 41 паливного насоса і постійно відтягається в передне вихідне положення пружиною 39.

Палець 14, закріплений на нижньому кінці важеля 18 приводу рейки, входить у паз куліси 15 вимикання подачі палива. Куліса 15 встановлена на валику 11 і з'єднується з ним фіксатором 13 із пружиною. На зовнішньому кінці валика 11, що лежить у втулці, укрученій у кришку регулятора, закріплена скоба 12 вимикання подачі палива з поворотною пружиною 10. Важілець скоби тягою з'єднаний із кнопкою вимикання подачі палива.

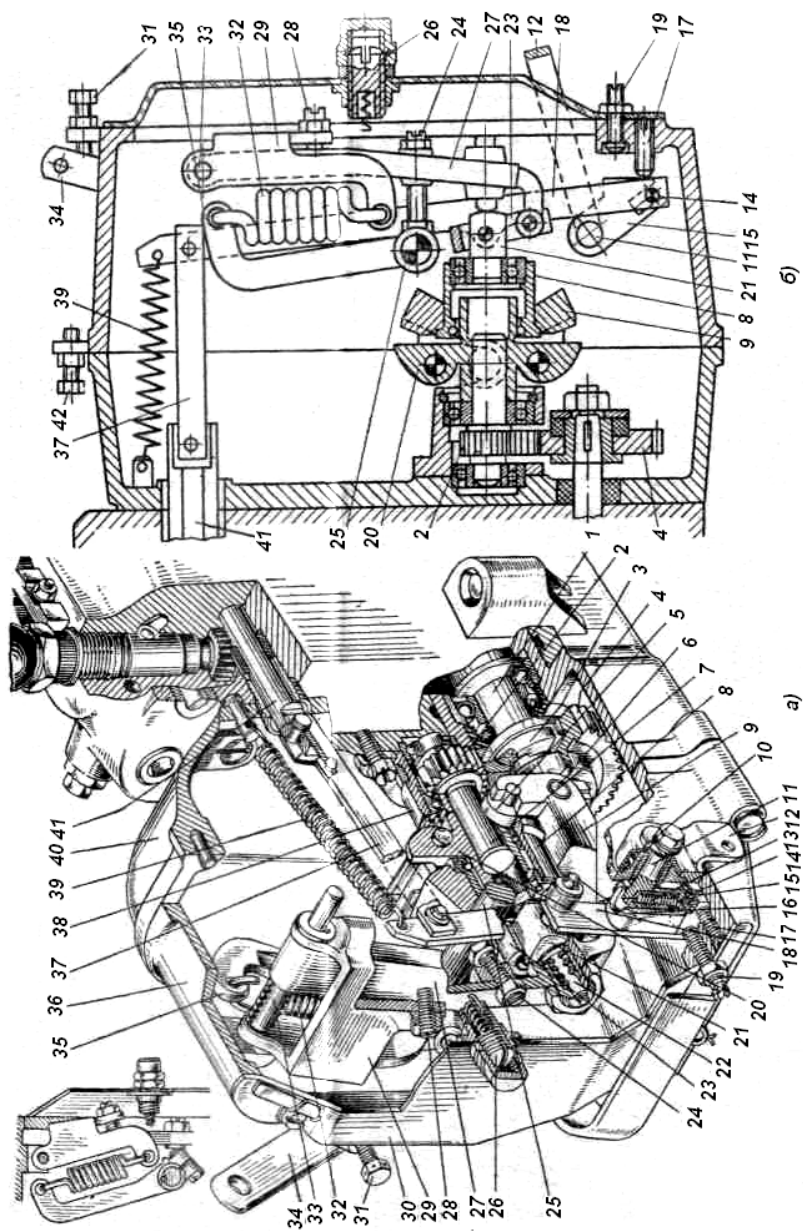


Рис. 2.79 — Регулятор числа оборотів дизеля ЯМЗ-236

У торець п'яти 21 постійно упирається штифт 22 з пружиною, розташований у втулці, вкрученій в нижній кінець проміжного силового важеля 27, закріпленого гайкою. Нижній кінець силового важеля шарнірно з'єднано з сергою 23 п'яти, а верхнім кінцем шарнірно підвішений на осі 33, закріпленій у кришці корпусу регулятора.

На цій же осі "сидить" двоплечий важіль 29, одне плече якого з'єднане з пружиною 32, а в інше вкручено регулювальний гвинт 28 з контргайкою, що постійно упирається у проміжний силовий важіль 27. За допомогою цього гвинта можна змінювати попередній натяг пружини.

Верхній кінець пружини 32 з'єднаний з кінцем важеля 35, закріпленого стяжним болтом на валику 25, що лежить у втулках у кришці регулятора.

На зовнішньому лівому кінці валика закріплений важіль 34 керування подачею палива, верхній кінець якого тягами з'єднаний з педаллю подачі палива в кабіні.

Крайні положення важеля керування обмежуються двома гвинтами з контргайками, вкрученими у виступи кришки корпусу регулятора. Задній гвинт 31 обмежує мінімальне число обертів холостого ходу двигуна, а передній гвинт — його максимальне число обертів.

У проміжний силовий важіль 27 вкрученій і закріпленій контргайкою гвинт 24, головка якого розташована проти валика 25 важеля керування. Цим гвинтом регулюють величину максимального висування рейки 1, отже, максимальну подачу палива насосом.

Проти проміжного силового важеля у кришку вкручено регулювальний гвинт 26 з буферною пружиною, у яку важіль упирається за мінімального числа обертів холостого ходу двигуна. За допомогою цього гвинта коригується мінімальне число обертів холостого ходу. У встановленому положенні положенні гвинт закріплюється контргайкою і закривається ковпачковою гайкою.

У кришку корпусу регулятора знизу проти нижнього кінця куліси укрупнені два регулювальних гвинти. Лівий гвинт 19 використовується для обмеження ходу куліси в період обкатування двигуна, а правий гвинт 17 – з цією ж метою в період експлуатації двигуна.

У корпус регулятора заливають оливу через наливний отвір, що закрито кришкою 1 (див. рис. 2.77) з оливовимірвальним стрижнем.

Роботою двигуна керують натисканням на педаль подачі палива. При будь-якому положенні педалі її тяга повертає зовнішній важіль 34 (рис. 2.79, б) керування подачею разом із внутрішнім важелем

35 регулятора у визначене положення, змінюючи натяг з'єднувальної пружини 32.

При переміщенні важелів вправо (за схемою) натяг пружини 32 зменшується, при переміщенні вліво – збільшується. Тому для кожного встановленого водієм положення педалі подачі палива усережми-ний регулятор автоматично підтримує постійним задане число обертів колінчатого вала, незважаючи на зміну навантаження двигуна.

При обертанні вантажів 9 регулятора вони прагнуть розійтися під дією виникаючої відцентрової сили. Однак пересувна муфта 8, упираючись у проміжний силовий важіль 27, повертає його разом із двоплечим важелем 29, розтягуючи пружину 32 так, що дія відцентрових сил врівноважується її натягом.

Внаслідок цього вантажі 9 фіксуються у певному положенні і через приводний важіль 18 рейка 41 паливного насоса встановлюється в положенні, що відповідає заданому швидкісному режиму двигуна за даного навантаження.

За збільшення навантаження двигуна (за постійного положення рейки) число обертів його починає падати.

При цьому відцентрова сила вантажів 9 зменшується і пересувна муфта 8 під дією пружини 32 через важелі 29 і 27 зрушується ліворуч, переміщаючи приводний важіль 18 разом з тягою і рейкою 41 ліворуч, тобто в бік збільшення подачі палива.

При цьому число обертів двигуна знову відновлюється в момент зрівноважування відцентрових сил вантажів силою натягу пружини.

За зменшення навантаження число обертів двигуна починає зростати, унаслідок чого відцентрова сила вантажів 9 також збільшується, і вони зрушують муфту 8 вправо разом із проміжним силовим важелем 27, переборюючи опір пружини 32 і додатково розтягуючи її.

Разом з муфтою 5 пересувається і приводний важіль 18 з рейкою 41, висуваючи її з корпусу насоса і зменшуючи подачу палива. Це продовжується до відновлення заданого числа обертів двигуна, тобто до моменту зрівноважування відцентрових сил вантажів силою натяжної пружини.

Таким чином, заданий швидкісний режим двигуна підтримується за допомогою регулятора постійно, незважаючи на зміни навантаження.

За збільшення натискання на педаль подачі палива приводний важіль 34 разом з важелем 35 повертаються ліворуч, і попередній натяг з'єднувальної пружини 32 зростає. Внаслідок цього проміжний

силовий важіль 27, надавлюючи на муфту 8 регулятора з більшою силою, пересуває її вліво разом з важелем 18 і рейкою 41, і подача палива збільшується.

При цьому число обертів двигуна зростає, оскільки для зрівноважування сили натягу пружини потрібна велика відцентрова сила вантажів, що виникає за збільшення їхньої швидкості обертання.

При натисканні на педаль подачі палива до максимуму важіль 34 керування повертається вліво до упору в лівий обмежувальний гвинт 42. При цьому натяг з'єднувальної пружини 32 буде найбільшим, і вона перемістить через проміжний важіль 27 муфту 8 з важелем 18 і рейкою 41 у положення, що відповідає максимальному числу обертів двигуна.

При відпусканні педалі важіль 34 повернеться вправо до упору в правий обмежувальний гвинт 31. З'єднувальна пружина 32 при цьому буде мати мінімальний натяг; тому навіть за малого числа обертів муфта 8 регулятора під дією відцентрової сили вантажів 9 буде зрушена праворуч і за допомогою важеля 18 перемістить рейку 41 у положення, що відповідає мінімальній подачі палива, а отже, і мінімальному числу обертів холостого ходу двигуна.

За всіх режимів роботи двигуна віссю повороту важеля рейки є палець 14, що входить у проріз куліси 15 і повернений до упору в регулювальний гвинт 17. Для повного припинення подачі палива куліса 15 за допомогою зовнішнього важеля 12 і тяги з кнопкою повертається у протилежне крайнє положення.

При цьому важіль 18 приводу рейки повертається на цапфах упорної п'яти 21 в напрямі руху годинникової стрілки і витягає рейку 41 до відмови, цілком припиняючи подачу палива, і двигун зупиняється.

На дизелях ЯМЗ-238 і 240 паливний насос високого тиску з муфтою випередження упорскування і регулятором має таку ж будову і принцип дії, що й описаний вище насос, а також ряд уніфікованих деталей; тільки число насосних секцій у насосі збільшено відповідно з восьми до дванадцяти.

У зв'язку з цим змінені корпус насоса з кришками і кулачковий вал, що має більше проміжних опор (відповідно три і п'ять).

Форсунка

На чотиритактних дизелях ЯМЗ-236 і 238 застосовані форсунки закритого типу з чотириотвірним розпилювачем.

Розпилювач форсунки входить у камеру згорання циліндра і забезпечує упрскування палива до неї під певним тиском і у дрібнорозпиленому стані.

Форсунка складається з корпусу 5 (рис. 2.80, а) з розпилювачем 3 і накидною гайкою 2, голки розпилювача зі штоком 5, пружини 7 з опорною шайбою, регулювальним гвинтом 9 з контргайкою і втулкою 8, ковпачкової гайки 10 і паливоприймаючого штуцера 12 із сітчастим фільтром 1.

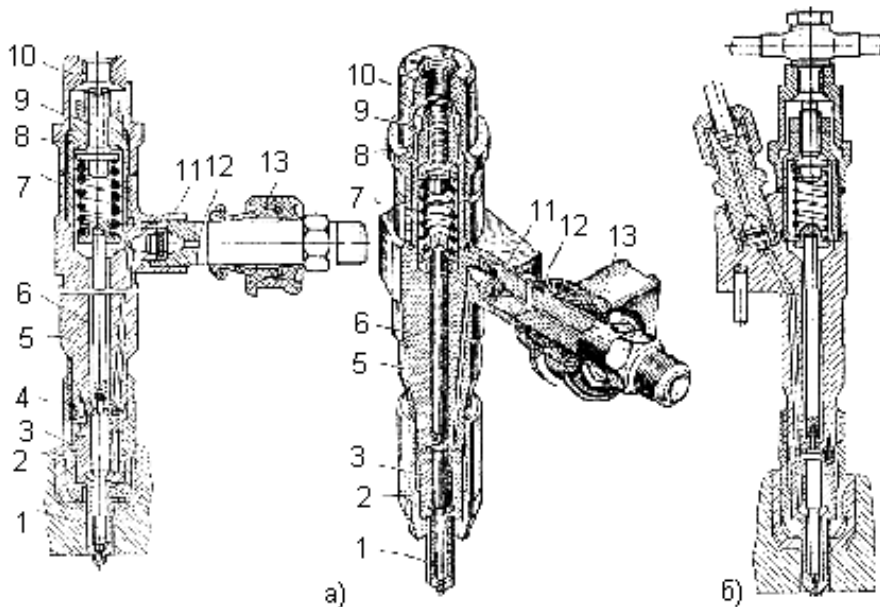


Рис. 2.80 – Форсунки дизелів:

а - ЯМЗ-236 і - 238; б - ЯМЗ-240

Розпилювач 3 і голка 1 форсунки виготовлені дуже точно (із зазором 2-3 мкм) зі спеціальної сталі і підігнані один до одного. Вони і є третьою прецизійною нероздільною парою в системі живлення.

В розпилювачі 3 вгорі є один кільцевий і три вертикальних паливних канали, а в нижній частині — вхідний канал з чотирма розпилюючими отворами діаметром 0,34 мм. Голка, встановлена в центральному каналі розпилювача 3, нижнім конусним кінцем закриває вихідний канал з розпилюючими отворами. На голці внизу й у середній частині є перехідні паски.

Розпилювач 3 за допомогою накидної гайки 2 щільно прикріплюється до корпусу 5, при цьому паливний канал корпусу з'єднується з кільцевим каналом розпилювача. Правильне положення розпилювача щодо корпусу забезпечується направляючим штифтом 4.

У центрі корпусу встановлений шток 6, що спирається через кульку на голку і навантажений зверху пружиною 7, розташованою між опорною шайбою і головкою регулювального гвинта 9 у втулці 8, вкрученій в корпус.

Гвинт 9, вкручений у втулку, служить для регулювання натягу пружини 7 і у певному положенні стопориться контргайкою.

Зверху на втулку щільно накручена ковпачкова гайка 10, під якою підкладене латунне ущільнювальне кільце і до якої через штуцер приєднаний зливальний паливопровід.

Збоку в корпус форсунки ввернуто паливоприймальний штуцер 12. В середині штуцера під втулкою закріплений сітчастий фільтр 11. Через гумовий ущільнювач 13, обладнаний стяжною пружиною, штуцер 12 виведений назовні на бічну сторону головки, де до нього за допомогою накидної гайки прикріплений паливопровід високого тиску від насоса.

Форсунки встановлюються в отворах головок у латунних стаканах, що омиваються водою системи охолодження двигуна. У гнізді кожна форсунка закріплюється на головці за допомогою притискної скоби, що притягається гайкою на шпильці. Сопло розпилювача з розпорюючими отворами входить усередину циліндра над камерою згорання.

При роботі двигуна паливо, що подається насосом до форсунки, проходить через фільтр 11 прийомного штуцера 12 і по паливних каналах корпусу 5 і розпилювача 3 надходить до його нижньої порожнини.

За досягнення необхідного тиску (16,5-17,0 МПа), обумовленого натягом пружини 7, голка 1 під тиском палива на її пасок піднімається до упору у виступ корпусу, відкриваючи конусним кінцем паливний канал.

Паливо через розпилюючий отвір в мілкорозпиленому стані упорскується в камеру згорання. Після припинення подачі палива насосною секцією і падіння тиску голка знову сідає на сідло, припиняючи подачу палива.

Паливо, яке пройшло через нещільності голки у верхню частину форсунки, зливається по трубопроводу назад у бак.

У дизелях ЯМЗ-240 і -240Н застосовуються аналогічні за влаштуванням і принципом дії форсунки, але вони мають інше конструктивне оформлення (рис. 2.80, б).

У дизеля ЯМЗ-240 діаметр соплових отворів розпилювача дорівнює 0,34 мм і тиск початку підйому голки 17,5 -18,0 МПа, а у дизеля ЯМЗ-240Н, відповідно, 0,37 мм і 20,0 - 20,5 МПа.

Газовипускна частина

Випуск відпрацьованих газів з циліндрів двигуна здійснюється через випускні трубопроводи і глушник із приймальною і випускною трубами.

Чавунні випускні трубопроводи фланцями на металоазбестових прокладках прикріплені шпильками з гайками до головок блока з зовнішньої сторони.

Ці трубопроводи з'єднуються з каналами випускних клапанів. До фланців випускних трубопроводів приєднані прийомні труби, з'єднані з глушником. Глушник, що складається з корпусу, розділеного на камери, і перфорованих труб, закріплений на рамі автомобіля. Випускна труба глушника витяжна в задню частину автомобіля.

Турбокомпресор

Турбокомпресор, у якому використовується енергія відпрацьованих газів двигуна, забезпечує примусовий наддув повітря в його циліндри і дає можливість збільшити дози палива, що упорскується паливним насосом, та підвищити потужність двигуна, не змінюючи його розмірів і числа обертів колінчатого вала.

Турбокомпресор, створений для сімейства серійних чотиритактних дизелів ЯМЗ, складається з радіальної доцентрової газової турбіни з корпусом 5 (рис. 2.81) і робочим колесом 8, одноступінчатого компресора з корпусом 10 і робочим колесом 12 і корпусу 4 підшипників із встановленим у них валом 2.

Корпус 4 підшипників відлитий з чавуну. У корпусі встановлені бронзові втулки 3 підшипників ковзання, що плавають, закріплені з боків стопорними кільцями.

У підшипниках лежить загальний вал 2 турбокомпресора із закріпленими на ньому робочими колісьми (ротор). Олива до підшипників турбокомпресора підводиться із системи змащення двигуна.

Корпус 4 підшипників закритий кришкою 1. З однієї сторони до корпусу підшипників прикріплений через проставку 7 на шпильках корпус 5 газової турбіни, виготовлений з жароміцного чавуну.

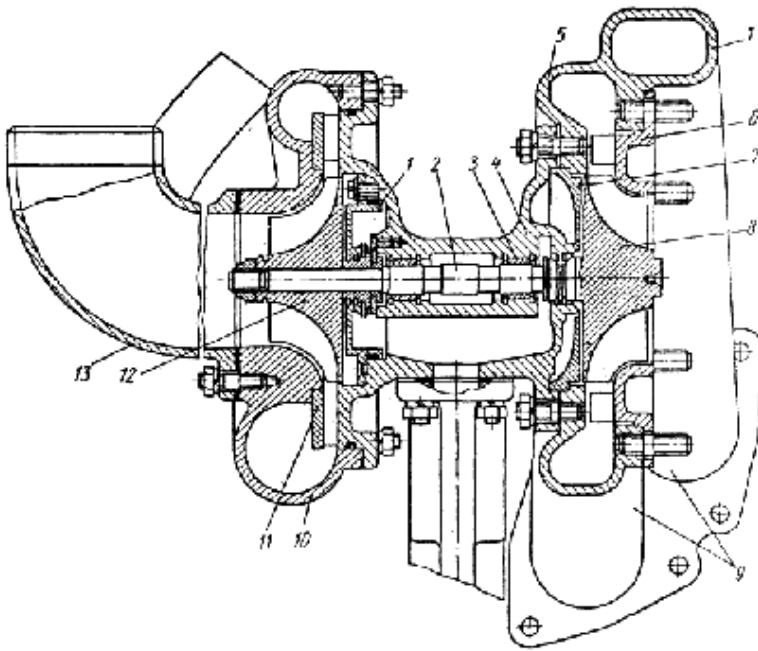


Рис. 2.81 – Турбокомпресор чотиритактних дизелів ЯМЗ

Проставка виготовлена з жароміцного сплаву. До двох дотично розташованих патрубків 9 корпусу 5 приєднуються випускні трубопроводи двигуна.

У середині корпусу 5 закріплений сопловий вінець 6 з направляючими лопатками, виготовлений з жаростійкої сталі. Зовні до корпусу 5 із сопловим вінцем шпильками кріпиться кришка з відповідним газопроводом.

Крім того, у середині корпусу 5 розташоване робоче колесо 8 турбіни з радіальними лопатками, виготовлене з жароміцного сплаву і приварене до вала.

Корпус 10 повітряного компресора виготовлений з алюмінієвого сплаву і прикріплений з іншої сторони до фланця корпусу 4 підшипників.

Центральний впускний патрубок 13 компресора з'єднується трубопроводом з повітроочищувачами, а дотично розташований патрубок корпусу 10 — із впускними трубопроводами двигуна.

У корпусі 10 і лопатковому дифузори 11 встановлене робоче колесо 12 компресора, що сидить на кінці вала на тугій посадці і закріп-

лене гайкою. Лопатковий дифузор і колесо компресора виготовлені з алюмінієвого сплаву.

Вал 2 компресора з обох кінців ущільнюється в стінках корпуса підшипників і в кришці розрізними чавунними кільцями.

Від осевого переміщення вал фіксується упорною втулкою, яка закріплена на валу в колесі компресора, і упорним фланцем, що кріпиться на корпусі підшипників. Олива до підшипників турбокомпресора підводиться в порожнину корпуса 4 із системи змащення двигуна.

Олива з порожнини корпуса 4 зливається в картер двигуна по каналу у кронштейні і по зливальному оливопроводу.

На дизелі ЯМЗ-240Н установлюються два турбокомпресори, що закріплюються на кронштейні картера маховика. Кожен турбокомпресор з'єднується з впускними і випускними трубопроводами однієї секції двигуна.

У цьому випадку застосовується дещо змінена конструкція трубопроводів, ніж на дизелі без турбокомпресорів. Повітря до компресорів турбокомпресорів надходить через патрубки від повітроочишувачів.

За нормального режиму роботи двигуна ротор компресора обертається з числом обертів до 60 000 у хвилину. При установці турбокомпресора, який створює тиск наддуву повітря до 0,16-0,195 МПа, паливний насос регулюють так, щоб його подача була більш стандартною.

Потужність двигуна може бути підвищена на 30-35%, у порівнянні з номінальною. Однак у випадку застосування турбокомпресора теплова і механічна напруженості двигуна зростають, і потрібний більш ретельний догляд за ним і застосування олив більш високої якості.

Перевірка та регулювання паливоподавальної апаратури дизелів

У системі живлення дизелі піддаються перевірці, регулюванню і настроюванню: паливний насос, регулятор числа обертів, форсунки і насос, який підкачує паливо.

Перед установкою на двигун у паливного насоса високого тиску з регулятором числа обертів регулюють момент початку подачі, рівномірність подачі, кількість палива, що подається, і максимальне та мінімальне числа обертів.

Для цього регулювання насос установлюють на спеціальний стенд, що дозволяє змінювати число обертів вала насоса і вимірювати

кількість палива, що подається секціями насоса через справні і відрегульовані форсунки.

Форсунки перевіряють на герметичність, визначають тиск початку підйому голки розпилювача і якість розпилювання палива. Перевірку роблять на спеціальному приладі, що включає насосну секцію з важелем для подачі палива під тиском і манометр для контролю тиску.

У паливopідкачуючого насоса перевіряють продуктивність і максимальний тиск. Всі операції з перевірки і регулювання паливоподавальної апаратури повинні виконуватися відповідно до вказівок заводських інструкцій.

Обслуговування системи живлення дизелів

Для нормальної роботи дизелів необхідно застосовувати відповідні до сезону і кліматичних умов сорти дизельного палива. Дизельне паливо є продуктом прямої перегонки нафти і виходить з неї після відгону легких палив. Дизельне паливо випускається декількох сортів: малосірчане – літнє ДЛ, зимове ДЗ і арктичне ДА.

Дизельне літнє паливо має трохи більшу в'язкість і застосовується за температури повітря вище 0° С. Зимове паливо використовують за більш низької температури – до -30° С. За ще більш низької температури (нижче -30° С) застосовують арктичне дизельне паливо.

Допускається застосування дизельного палива Л, З і А з підвищеним вмістом сірки. У цьому випадку обов'язкове використання для змащення дизеля спеціальних олив.

У число основних заходів щодо догляду за системою живлення дизелів ЯМЗ входять: заправлення баків тільки добре вистояним чистим паливом, підтримання у чистоті всіх приладів, періодичне очищення і промивання паливних фільтрів і повітроочищувача, перевірка і підтягування в разі потреби всіх з'єднань і кріплень, видалення повітря з паливоподаючої системи, перевірка рівня і доливання оливи в корпус паливного насоса і регулятора.

При проведенні щоденного обслуговування (ЩО) необхідно після повернення автомобіля в гараж перевірити і підтягти кріплення основних приладів і частин системи живлення, перевірити рівень оливи в картері паливного насоса і регулятора і за необхідності долити в картері олива, що використовується для змащення двигуна.

Злити з паливних фільтрів попереднього і тонкого очищення 0,1 - 0,2 л відстою палива відразу після зупинки двигуна, поки він ще не охолонув. Після цього варто пустити двигун для прокачування систе-

ми живлення паливом і перевірити при працюючому двигуні герметичність з'єднань паливопроводів.

При проведенні першого технічного обслуговування (ТО-1) приблизно через 1000-1500 км пробігу необхідно спустити частину палива з паливного бака (не менше 3 л) після 5 годин стоянки автомобіля.

Перед початком літнього чи зимового сезону паливний бак треба зняти і добре промити його, прочистити і продуту паливоприймальний трубопровід, установити бак на місце і заправити його відповідним до сезону сортом дизельного палива.

Періодично, звичайно при проведенні другого технічного обслуговування (ТО-2), необхідно розбирати паливні фільтри, промивати їх корпуси в чистому паливі і замінити фільтруючі елементи. Періодично потрібно також промивати корпус і фільтруючий елемент повітроочишувача і заповнювати його оливою.

Необхідно стежити за циркуляцією палива в системі, справністю паливопроводів і герметичністю всіх з'єднань системи. Унаслідок нещільності з'єднання паливопроводів, розташованих до підкачуючого насоса, у паливну систему підкачується повітря, що порушує нормальну подачу палива; за нещільності з'єднань паливопроводів, установлених після насоса, що підкачує, відбувається витік палива.

Циркуляцію і тиск палива в магістралі низького тиску можна перевірити включенням контрольного манометра між фільтром тонкого очищення і паливним насосом. Тиск нижче $0,5 \text{ кгс/см}^2$ свідчить про забруднення паливних фільтрів. Щоб визначити, чи не потрапило повітря до системи, треба відвернути контрольну пробку на кришці паливного фільтра тонкого очищення чи на корпусі паливного насоса.

Поява з-під пробки піни чи пухирців повітря означає, що до системи потрапило повітря. Для видалення повітря з магістралі пробки необхідно тримати відкритими доти, поки через них не піде чисте паливо.

Прокачування системи паливом для видалення з неї повітря можна робити насосом ручного підкачування при непрацюючому двигуні.

Справність паливоподавальної системи можна перевірити також за станом палива, що надходить зі зливної труби до бака. Паливо повинно надходити без пухирців повітря й у відповідній кількості.

Для перевірки наявності повітря в паливоподавальній системі необхідно на кінець зливної труби надягти гумову трубу-

ку й опустити її в посуд з паливом. Виділення з трубки разом з паливом пухирців повітря вказує на недостатню герметичність паливопроводів.

Якщо паливо зі злиального трубопроводу надходить у недостатній кількості, варто перевірити стан насоса, що підкачує, паливних фільтрів, чистоту паливопроводів і фільтрів насосів-форсунок, а також справність перепускних клапанів, що є в паливоподавальній системі.

Періодично треба перевіряти і прочищати розпилювачі форсунок. Після розбирання всі деталі форсунки необхідно ретельно очистити і промити в чистому паливі, прочистити внутрішність розпилювача спеціальним розчином, а отвори розпилювача сталевим дротом і продути їх. Після промивання і зборки треба перевірити якість розпилювання палива розпилювачем на спеціальній установці.

При розбиранні паливної апаратури прецизійні пари плунжер-гільза, нагнітальний клапан-сідло і голка-розпилювач форсунки можна замінити тільки комплектно, тому що ці пари мають індивідуальне припасування і деталі їх не взаємозамінні. До числа основних несправностей системи живлення дизелів відносяться такі:

1. В повітропідвідній частині: забруднення повітроочишувача; ослаблення з'єднань повітропроводів.

2. В паливопідвідній частині: недостатня подача палива внаслідок забруднення фільтрів і паливопроводів, зносу деталей насоса, що підкачує, нещільного кріплення паливопроводів і сильного зносу насосних секцій чи неправильного регулювання; підсмоктування повітря через нещільності кріплення паливопроводів, неправильна робота форсунок у результаті забруднення отворів розпилювачів, зносу деталей, неправильного регулювання, заїдання деталей і потрапляння в паливо повітря; неправильна робота регулятора через заїдання деталей, їх знос і порушення регулювання; потрапляння оливи із системи змащення повітроочишувача до камери згорання.

3. В газовипускній частині: забруднення випускного трубопроводу і глушителя.

Ознакою несправної роботи системи живлення дизелів ЯМЗ є виникнення в них сильних стуків і випуск газів з чорним димом при роботі з навантаженням. Несправність регулятора може привести до надмірного збільшення числа обертів двигуна, тобто до його «розносу».

2.1.7 Основні елементи обслуговування механізмів двигуна Виконання деяких найпростіших операцій з догляду

Для підтримки двигуна у працездатному стані і попередження можливих його несправностей необхідно проводити щозмінне або періодичне технічне обслуговування двигуна.

Найпростішими операціями з догляду за механізмами двигуна, що забезпечують нормальну їх роботу, є:

- 1) очищення двигуна від бруду і підтягування зовнішніх кріплень;
- 2) змащування двигуна;
- 3) підтягування кріплення головки блока і заміна прокладки;
- 4) очищення камер згоряння від нагару;
- 5) перевірка та регулювання зазорів у механізмі газорозподілу.

Очищення двигуна, підтягування кріплень і змащення двигуна

Від забруднень двигун необхідно очищати щодня після роботи.

Періодично слід очищати двигун за допомогою ганчірки, що змочується гасом, або спеціальними миючими засобами, потім двигун і підкапотний простір бажано промити на мийному посту гарячою водою під тиском.

Після очищення двигуна потрібно періодично, відповідно до правил технічного обслуговування, перевіряти затягування і шплінтування всіх його зовнішніх кріплень: головки блока, впускного і випускного трубопроводів, кришки розподільних шестерень, кришки клапанного механізму, а також кріплення приладів, устаткування і деталей підвіски двигуна. Треба систематично стежити за рівнем оливи у двигуні, доливаючи оливу в разі потреби, і змінювати її у встановлений інструкцією термін.

Підтягування кріплення головки блока і зміна прокладки

При технічному обслуговуванні автомобіля необхідно перевірити щільність з'єднання головки з блоком. Нещільність з'єднання можлива внаслідок недостатнього або одностороннього затягування гайок (болтів) кріплення головки або ушкодження (пробою) прокладки. При нещільному з'єднанні газу прориваються з циліндрів, і вода може протікати в циліндри і назовні.

Ознаками нещільного з'єднання служить поява крапель води і пухирців газу на блоці зовні в місці стику його з головкою або попадання води в циліндри і картер.

Для усунення нещільності слід підтягти гайки або болти кріплення головки у певній, рекомендованій заводом, послідовності, не перевищуючи при цьому припустимих зусиль.

Гайки або болти кріплення чавунної головки підтягують на прогрітому двигуні. У двигунів, що мають алюмінієву головку, гайки або болти звичайно підтягують на холодному двигуні.

Якщо підтягування не допомагає, треба перемінити прокладку. Для цього потрібно зняти головку і прокладку і, оглянувши останню, у разі потреби замінити, ретельно очистивши площини блока і головки.

Нову прокладку треба обережно надягти на шпильки і притиснути до площини блока. При зборці варто звертати увагу на правильність розташування сторін прокладки.

Перед установкою обидві поверхні прокладки слід натерти графітовим порошком, щоб запобігти пригорянню її до поверхонь блока і головки. Після цього потрібно обережно поставити головку, стежачи за правильним притисненням прокладки.

Гайки або болти кріплення затягують поступово і рівномірно, щоб головка затискала прокладку однаково по всій поверхні. Спочатку всі гайки або болти закручують від руки, а потім затягують їх ключем по черзі і поступово на один оберт до повного затягування.

Їх затягують послідовно з різних сторін головки, починаючи із середини і дотримуючись порядку затягування, рекомендованого заводською інструкцією. Затягування роблять динамометричним ключем, створюючи певний момент затягування, щоб уникнути зриву різьблення або обриву шпильок.

Так, наприклад, для двигунів автомобіля «Волга» момент затягування повинен дорівнювати 7,3-7,8 Нм, а для двигуна ЗІЛ-130 7,0-9,0 Нм. Щільність з'єднання головки і блока перевіряють на працюючому, добре прогрітому двигуні.

Очищення деталей двигуна від нагару

За тривалої роботи двигуна на стінках камери згорання, днищі поршня і клапанах відкладається шар нагару.

Нагар утворюється з часток не повністю згорілого палива й оливи, що проникає в циліндр із картера, а також з порошин, що падають у циліндр із повітрям.

Відкладення нагару значно прискорюється за поганого очищення повітря, незадовільної роботи системи живлення, а також при закиданні оливи в камери згорання через значний знос кілець, поршнів і циліндрів.

При відкладенні нагару стінки камери згоряння і днище поршня покриваються твердою коркою.

Це перешкоджає нормальному відводу тепла до системи охолодження через стінки камер згоряння і днище поршнів та стінки циліндрів, що порушує тепловий режим двигуна, а отже, і його роботу.

Частки нагару, що мають велику твердість, потрапляючи між тертьовими поверхнями, збільшують знос поршнів, кілець, циліндрів і клапанів.

Посилений перегрів двигуна і виникнення детонації в карбюраторному двигуні за справності всіх систем свідчать про значні відкладення нагару.

Для видалення не дуже великих відкладень нагару без розбирання двигуна його потрібно добре прогріти і на ніч через отвори для свіч запалювання залити в циліндри гас.

Наступного дня після продувки циліндрів, для чого колінчатий вал обертають при вивернутих свічках запалювання, і зміни оливи в картері слід дати прогрітому двигуну проробити якийсь час з підвищеним числом обертів.

Інший спосіб видалення нагару – тривала форсована робота добре прогрітого двигуна під навантаженням, наприклад, при пробігу автомобіля зі швидкістю 60-80 км/год протягом 1-2 год.

У цьому випадку можливе самоочищення циліндрів від нагару, внаслідок його випалювання.

За значних відкладень нагару для його видалення слід зняти головку блока. При цьому необхідно вжити заходів, що забезпечують зберігання прокладки.

Оскільки прокладка пристає (пригоряє) до поверхонь блока і головки, останню треба знімати обережно, поступово відокремлюючи прокладку від поверхні.

Перед чищенням нагар слід розмочити гасом, а потім очищати всі поверхні шкребком. Особливо обережно треба чистити нагар із днища алюмінієвих поршнів і головок, щоб не подряпати їх.

Частки зчищеного нагару необхідно цілком видалити з головки і блока щіткою, а потім ганчіркою, змоченою бензином. Після цього треба поставити на місце і закріпити головку блока.

Особливої обережності відповідно до правил техніки безпеки, треба дотримуватися при очищенні нагару з двигуна, що працює на етилованому бензині. Цей нагар містить отруйні з'єднання.

Регулювання механізму газорозподілу

У механізмі газорозподілу необхідно періодично перевіряти й у разі потреби регулювати зазор у клапанах, а при верхньому розподільному валі регулювати також натяг ланцюга.

Нормальний зазор, установлюваний між клапанами і штовхальниками або коромислами, у процесі роботи двигуна може змінюватися. При збільшеному зазорі клапани цілком не відкриваються, що погіршує заповнення циліндрів свіжим зарядом і заважає видаленню відпрацьованих газів.

Усе це знижує потужність двигуна. Ознакою підвищеного зазору між клапанами і штовхачами або коромислами є стукіт у клапанному механізмі.

При недостатньому зазорі клапани, нагріваючись, можуть нещільно сідати в сидла, що викликає витік газів і знижує компресію двигуна.

Через нещільну посадку клапанів під час такту стиску суміш може попадати у випускний трубопровід, а при робочому ході полум'я може прориватися у впускний трубопровід, у результаті в цих трубопроводах можливі спалахи або удари, що є ознакою нещільної посадки клапанів.

Для попередження цих несправностей практично при ТО-2 або раніше з появою стукоту у клапанному механізмі треба перевіряти зазори у клапанах і в разі потреби їх регулювати.

Для цього потрібно зняти кришку клапанного механізму і, повертаючи колінчатий вал, установити за спеціальними мітками клапани, що перевіряються, у повністю закриті положення спочатку для першого циліндра, поставивши його поршень у ВМТ при такті стиску, потім для другого і т.д., і в цих положеннях відрегулювати зазори.

Якщо встановити колінчатий вал двигуна у певне положення, рекомендоване заводською інструкцією, то можна відрегулювати клапани при одному положенні вала відразу у декількох циліндрах.

Для двигунів з нижнім розташуванням клапанів (ГАЗ-52-03, УАЗ) зазор вимірюють безпосередньо між кінцем стрижня клапана і регулювальним болтом штовхача; зазор змінюють вивертанням або вкручуванням регулювального болта.

При верхнім розташуванні клапанів зазор вимірюють між кінцем стрижня клапана і носком коромисла, а регулюють зазор регулювальним гвинтом коромисла. При верхнім розташуванні розподільного вала («Жигулі», «Москвич») зазор вимірюють між кулачком вала і

носком або потилицею коромисла, змінюючи зазор обертанням регулювального гвинта.

Регулювання зазору звичайно проводять на холодному двигуні. Зазори у клапанному механізмі для розглянутих двигунів приведені в довідковій літературі та інструкції з експлуатації.

Нормальний зазор у клапанному механізмі встановлюють за допомогою плоского щупа. Щуп необхідної товщини вводять у вимірюваний зазор і, відвертаючи або закручуючи регулювальний болт або гвинт, домагаються такого положення болта (гвинта), при якому щуп, що відповідає меншій величині зазору, проходив би в зазор з невеликим зусиллям, а щуп, що відповідає більшій величині зазору, входив би в зазор туго.

Якщо вказується одне значення зазору, то щуп необхідної величини повинен проходити в зазор з визначеним зусиллям. Після цього, утримуючи болт або гвинт у встановленому положенні, необхідно туго затягти контргайку регулювального болта (гвинта) і знову перевірити зазор.

Нижче як приклад наводиться послідовність регулювання зазору в клапанному механізмі для двигунів з нижнім (ГАЗ-53А) і верхнім (ВАЗ-2101) розташуванням розподільного вала.

Для регулювання клапанів у двигуна автомобіля ГАЗ-53А необхідно:

1. Установити поршень першого циліндра в ВМТ при такті стиску. Такт стиску визначають через отвір вивернутої свічі запалювання, а ВМТ – сполученням риски на шківі колінчатого вала з центральною рисою на планці показника.

2. За знятої кришки клапанного механізму перевірити і відрегулювати зазор між клапаном першого циліндра і носком коромисла. Для холодного двигуна (від 15 до 20 °С) щуп товщиною 0,25 мм повинен входити в зазор вільно або з невеликим зусиллям, а щуп 0,30 мм повинен входити туго.

Зазор регулюють обертанням регулювального гвинта в коромислі при відпущеній контргайці. Після регулювання треба туго затягти контргайку, утримуючи гвинт викруткою, і знову перевірити зазор.

3. Повертаючи колінчатий вал щораз на 90°, відрегулювати клапани у всіх інших циліндрах у послідовності, що відповідає порядковій роботі двигуна (1–5–4–2–6–3–7–8).

У двигунів автомобіля ВАЗ необхідно:

1. Провертаючи колінчатий вал, сполучити мітку на зірочці розподільного вала з міткою на корпусі його підшипників.

2. Обертаючи регулювальний болт при відпущеній контргайці, установити для холодного двигуна по щупу зазор, рівний 0,15 мм, між потилицею важеля (коромисла) і кулачком розподільного вала (щуп повинен витягатися з зазору з зусиллям 2-3 Н) у впускного клапана третього циліндра і впускного клапана четвертого циліндра. Після регулювання туго затягти контргайку (момент затягування 4,8-5,6 Нм), утримуючи ключем регулювальний болт, і знову перевірити зазор.

3. Провертаючи колінчатий вал щоразу на 180°, відрегулювати зазори послідовно спочатку у впускного клапана четвертого циліндра і впускного клапана другого циліндра, потім у впускного клапана цього циліндра і впускного клапана першого циліндра і, нарешті, у впускного клапана першого циліндра і впускного клапана третього циліндра.

У двигунів з верхнім розташуванням розподільного вала («Жигулі», «Москвич-412») необхідно стежити за правильністю натягу ланцюга приводу вала. При ослабленні ланцюга в картері ланцюгової передачі виникає шум. Натяг ланцюга регулюють за допомогою натяжного пристрою.

У двигунів автомобілів ВАЗ натяг ланцюга регулюють приблизно через 10 000 км пробігу. Для цього потрібно послабити зовнішню гайку натяжного механізму, повернути колінчатий вал на 2-3 оберти і знову затягти гайку до упору. При цьому правильний натяг ланцюга буде автоматично забезпечуватись стиском малої пружини плунжера натяжного пристрою під дією великої пружини штока.

При збірці механізму газорозподілу шестерні його встановлюють за мітками.

Виконання деяких простіших ремонтних операцій

До числа найпростіших ремонтних операцій відносяться: зміна поршневих кілець, перевірка стану шатунних підшипників і заміна вкладишів.

При роботі двигуна контактні поверхні в ньому поступово зношуються, унаслідок цього порушуються нормальні зазори між деталями і погіршуються умови їх роботи.

Для збільшення терміну служби двигуна необхідно відновлювати нормальні сполучення деталей, не доводячи їх знос до такого ступеня, коли у двигуні з'являються різні несправності і явно виражені зовнішні ознаки, що характеризують підвищений знос: падіння потужності, сильне задимлення з впускної труби, стукоти і т.п.

Тому, крім дотримання всіх основних умов з догляду за двигуном, необхідно вчасно виконувати деякі найпростіші операції з його ремонту, пов'язані з частковим розбиранням двигуна без зняття його з автомобіля і з заміною зношених деталей.

Це попереджує подальший прогресуючий знос деталей, зміну їх форми і подовжує термін служби двигуна.

Зміна поршневих кілець

У поршневій групі в першу чергу зношуються поршневі кільця й особливо верхнє кільце.

Це приводить до падіння компресії двигуна, надмірного закидання оливи в камеру згорання і відкладення в ній нагару, посиленого проникнення газів у картер, погіршення роботи оливного шару на стінках циліндрів і, як наслідок цього, до посиленого зносу поршнів і циліндрів.

Підвищений знос кілець звичайно супроводжується прискореним вигоранням оливи з картера двигуна, димним випуском, появою диму з оливозаливного патрубку та іноді посиленим витіканням оливи через сальникові ущільнення колінчатого вала, внаслідок того, що система вентиляції не встигає відсмоктувати з картера газу, що проникають туди, і тиск у ньому зростає.

Зміну поршневих кілець звичайно проводять одночасно з деякими іншими найпростішими ремонтними операціями (зміною вкладишів шатунних підшипників та інш.) після визначеного пробігу автомобіля, величина якого визначається попереднім станом двигуна (новий або з капітального ремонту) й умовами його експлуатації.

Для нового двигуна цей термін визначається приблизно пробігом автомобіля 80-100 тис. км і характеризується підвищеною витратою оливи з картера.

Для виконання найпростішого ремонту двигуна потрібно автомобіль установити над оглядовою канавою, злити оливу з картера двигуна і зняти оливний піддон, а також ті частини в картері, що затрудняють доступ до шатунних підшипників колінчатого вала.

З двигуна знімають відповідне устаткування і головку блока і після розбирання шатунних підшипників колінчатого вала виймають поршні із шатунами, попередньо розмічені по циліндрах.

Знявши з поршня старі кільця, його і канавки на ньому ретельно очищають від нагару, попередньо розмоченого гасом; потім, промивши поршень, установлюють на нього нові кільця номінального або першого збільшеного розміру (для нового двигуна за першої заміни).

Кільця, попередньо перевірені на пружність, підганяють по висоті канавок з необхідними зазорами і встановлюють потрібний зазор у замку кілець.

Зазор у замку кілець вимірюють після установки їх у циліндр. Кільця на поршень потрібно встановлювати обережно спеціальним знімачем, відповідно до розташування їх фасок, виточок або міток.

Чистий поршень із установленими на ньому новими кільцями змазують чистою оливою і вставляють у добре протертий і змазаний циліндр, використовуючи спеціальний пристрій, що обжимає кільця і дозволяє всовувати поршень у циліндр.

Після установки поршнів із шатунами у двигун, відповідно до міток, у разі потреби слід замінити і вкладиші шатунних підшипників.

Потім потрібно знову зібрати двигун, попередньо очистивши камери згорання в головці від нагару і промивши оливний піддон картера, зняті оливопроводи і сітку оливоприймача насоса.

При зборці треба поставити нові ущільнювальні прокладки і стежити за правильністю їх затягування.

Зміна вкладишів підшипників колінчатого вала

Вкладиші шатунних підшипників у процесі експлуатації двигуна зношуються. Підвищений знос вкладишів, а також попадання в їх бабітовий залив продуктів зносу, часток пилу і бруду викликають надалі нерівномірний знос шийок колінчатого вала (у вигляді овала), для відновлення яких потрібен ремонт вала.

За значного зносу підшипників різко падає тиск оливи в системі змащення двигуна, а також виникають стукоти, особливо добре чутні в зоні картера за зміни швидкісного і навантажувального режимів роботи двигуна.

При виявленні стукотів не слід допускати, щоб двигун продовжував працювати, тому що це може призвести до аварії. Рекомендується у цьому випадку вчасно перевіряти і за необхідності змінювати вкладиші шатунних підшипників.

При зміні з шатуна необхідно вийняти старі вкладиші, протерти чистою ганчіркою підставку підшипника в шатуні та кришці і поставити нові вкладиші.

Для нового двигуна в перший раз встановлюють вкладиші номінального або першого ремонтного розміру. Шийку вала треба ретельно протерти і змазати оливою, а потім зібрати підшипник на шийці, поставивши кришку шатуна відповідно до міток.

Після цього треба закрутити гайки шатунних болтів і рівномірно по обидва боки затягти їх остаточно, точно дотримуючись необхідного зусилля затягування, що рекомендується для даного двигуна (наприклад, для двигуна ГАЗ-53А зусилля затягування повинно бути 6,8-7,5 Нм).

Потім гайки потрібно ретельно зашплінтувати новими шплінтами або застопорити відповідним чином і зібрати двигун.

При даному розбиранні двигуна слід оглянути фаски клапанів та їх сідел і у випадку їх сильного вигорання протерти клапани.

При виявленні помітного зносу шатунних шийок колінчатого вала надалі при зміні вкладишів потрібно перешліфувати шийки та установлювати вкладиші відповідних ремонтних розмірів, що виконується при повному розбиранні двигуна.

Періодично виконується також заміна вкладишів корінних підшипників колінчатого вала. При першій заміні звичайно ставлять вкладиші першого ремонтного розміру без перешліфовки шийок колінчатого вала.

2.2 Електрообладнання автомобілів

Загальне влаштування електрообладнання. Свинцево-кислотні акумуляторні батареї. Основні частини електрообладнання

Електрична енергія на автомобілі використовується для запалення робочої суміші в карбюраторних і газових двигунах, висвітлення і сигналізації, пуску двигуна, живлення контрольно-вимірювальних приладів.

У зв'язку з цим до електрообладнання автомобіля відносяться: джерела електричного струму, система запалювання робочої суміші, система освітлення і сигналізації, система електропуску двигуна, контрольно-вимірювальні прилади з електричним живленням.

До групи джерел струму на автомобілі відносяться (рис. 2.82) генератор 1 і акумуляторна батарея 2. Крім того, до групи джерел струму відносяться прилади регулювання роботи генератора 4 і контрольний прилад – амперметр – 3 чи сигнальна лампа.

У випадку застосування генератора змінного струму його обладнують випрямлячем, що перетворює перемінний струм у постійний, котрий може бути використаний для підзарядки акумуляторної батареї і живлення всіх приладів електрообладнання.

Генератор 1 є основним джерелом електричного струму на автомобілі і приводиться в дію від його двигуна. Однак за малого числа обертів колінчатого вала двигуна чи при його зупинці генератор не

може живити прилади електрообладнання струмом, тому для забезпечення роботи приладів електрообладнання в ланцюг генератора паралельно включене інше джерело струму - акумуляторна батарея 2.

За середнього і великого числа обертів колінчатого вала двигуна, коли всі прилади живляться від генератора, батарея поглинає зайву електричну енергію, що виробляється генератором, тобто заряджається.

При переході двигуна на режим роботи з малим числом обертів чи при його зупинці прилади регулювання відключають генератор від мережі, і батарея віддає для живлення електрообладнання запасену в ній електричну енергію, тобто розряджається.

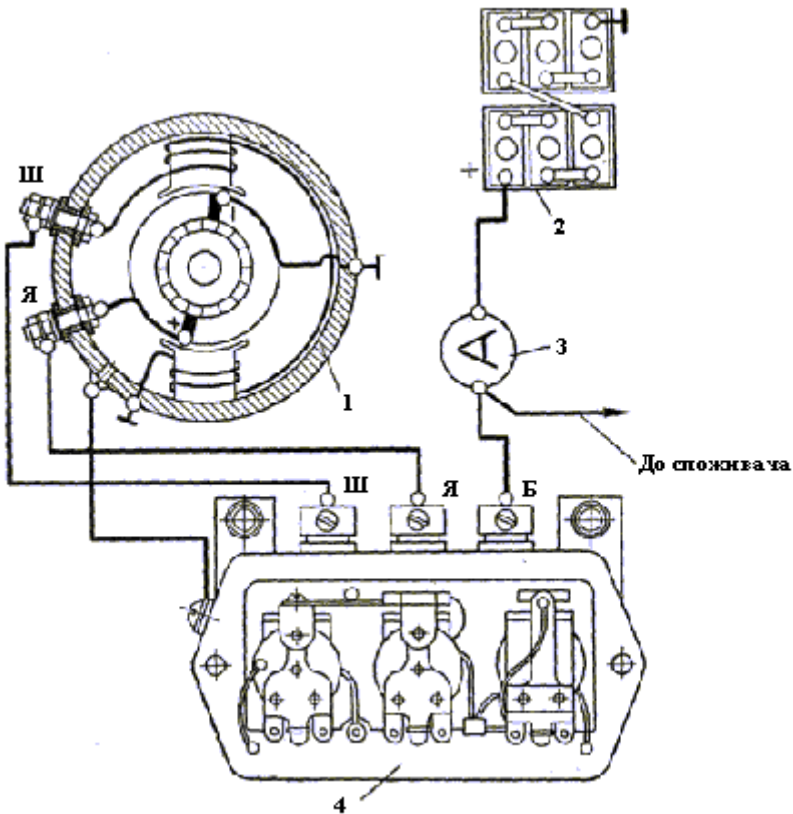


Рис. 2.82 – Прилади групи джерел струму електрообладнання автомобіля

Акумуляторна батарея також використовується для пуску двигуна стартером. За допомогою амперметра 3, що показує зарядку чи

розрядку батареї, контролюють її роботу. Іноді з цією метою застосовують сигнальну лампу.

Для живлення всіх приладів електрообладнання на автомобілях з карбюраторними двигунами застосовують джерела струму напругою 12 В.

На вантажних автомобілях, обладнаних дизелями, використовують джерела струму напругою 24 В, тому що для пуску дизеля необхідно мати підвищену потужність стартера.

Для з'єднання джерел струму зі споживачами на автомобілях застосовують однопровідну систему, за якою другим проводом є металеві частини автомобіля – його корпус (маса). Позитивний полюс джерел струму з'єднаний з мережею, а негативний – з масою.

При розгляді ланцюгів електричного струму в схемах електрообладнання автомобіля за напрямком струму приймають рух електричних зарядів від позитивного полюса до негативного.

На деяких моделях спеціальних автомобілів і автомобілях високої прохідності, застосовують екрановану систему електрообладнання, яка запобігає перешкодам роботі радіоустановок. Прилади електрообладнання виконуються також герметизованими, що дозволяє автомобілю переборювати глибокі перешкоди без пошкодження роботи приладів.

2.2.1 Джерела струму

2.2.1.1 Акумулятор

Акумулятором називається електричний прилад, який при зарядці від джерел постійного струму накопичує електричну енергію, а при розрядці віддає її споживачу, будучи в цьому випадку джерелом постійного струму.

На автомобілях в основному установлюють свинцево-кислотні акумулятори. Найпростіший свинцево-кислотний акумулятор (елемент) являє собою скляну чи пластмасову банку, у яку опущені дві пластинки зі свинцю і залиту електролітом – розчином з хімічно чистої сірчаної кислоти і дистильованої води.

Коли хімічне перетворення пластин цілком закінчиться, акумулятор буде заряджений. Якщо продовжувати пропускати через акумулятор електричний струм, вода електроліту почне розкладатися на складові частини – водень і кисень, що у виді пухирців будуть виділятися з електроліту.

Бурхливе виділення пухирців (кипіння електроліту) указує на закінчення зарядки акумулятора.

При замиканні полюсів зарядженого акумулятора на зовнішній ланцюг у ньому відбувається зворотна хімічна реакція, у результаті якої склад пластин буде первинним.

Внаслідок цього акумулятор почне розряджатися, тобто віддавати запасену електричну енергію для живлення включених споживачів. При розрядці електричний струм у зовнішньому ланцюзі потече від позитивно зарядженої пластини до негативно зарядженої, тобто в напрямку, зворотному його напрямку при зарядці.

При цьому позитивна і негативна пластини акумулятора знову будуть покриватися нальотом сірчаноокислого свинцю, а щільність електроліту знизиться, і він буде являти собою майже чисту воду.

Коли хімічна реакція цілком закінчиться, акумулятор розрядиться й електричний струм припиниться. Для подальшої роботи акумулятор необхідно знову заряджати.

Влаштування акумуляторної батареї

Акумуляторна батарея збирається з окремих елементів – акумуляторів, поміщених у загальному баці моноблочного типу.

Бак-моноблок 5 автомобільної акумуляторної батареї (рис. 2.83, а) розділений перегородками на окремі камери акумуляторів.

Кожна камера закрита зверху ебонітовою кришкою 10 із заливальним отвором, закритим пробкою 9. У камері встановлений набір (блок) пластин (позитивних 4 і негативних 3), розділених сепараторами 1.

Бак батареї виготовлений з кислототривкого матеріалу – асфальто-пекової маси чи ебоніту. У камери асфальто-пекового моноблока запресовані тонкостінні кислотостійкі вставки з пластмаси (поліхлорвініл чи полістирол), що добре захищають стінки моноблока від роз'їдання кислотою, що значно підвищує термін його служби.

Для збільшення ємності батареї, тобто її здатності поглинати при зарядці визначену кількість електричної енергії, у камери встановлюють по декілька позитивних і негативних пластин спеціальної конструкції, у результаті чого зростає загальна робоча поверхня пластин.

Основою кожної пластини є грати, відлиті з чистого свинцю з невеликою домішкою (6–8%) сурми для збільшення міцності. Позитивні пластини, внаслідок того, що вони більше окисляються при розрядці, роблять трохи більш товстими, ніж негативні.

Грати пластин заповнені спеціальними пастами, що готуються з порошкоподібних окислів свинцю, розмішаних на розчині сірчаної кислоти. З цією метою використовують сурикоглитні і порошкові пастасти.

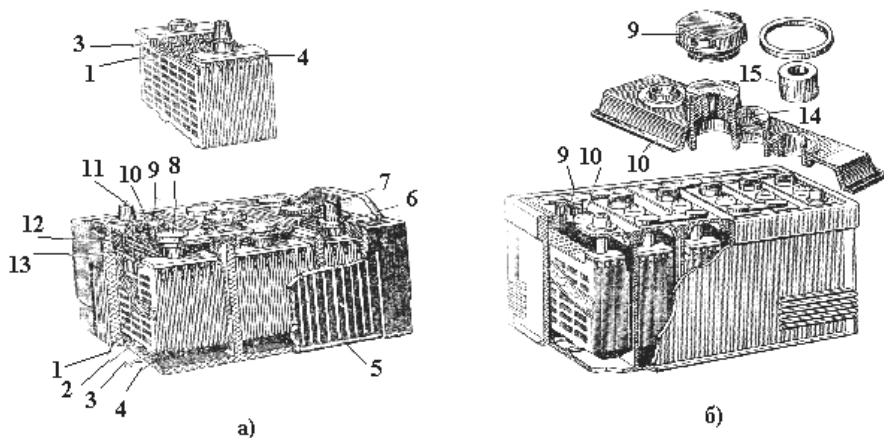


Рис. 2.83 – Свинцево-кислотна акумуляторна батарея:
 а) триелементна; б) шестиелементна

До складу сурикоглітних паст, використовуваних для негативних пластин, входять свинцевий глет і сурма, для позитивних – свинцевий глет і свинцевий сурик у певній пропорції і з деякими додатковими компонентами.

Порошкові паста містять порошкоподібний свинець, що окисляється при розмолі, та розмішані на розчині сірчаної кислоти. Після змащення і пресування паста пластини просушують, а потім формують, піддаючи зарядці невеликою силою струму в електроліті. У результаті цього паста у пластинах пластинах буде являти собою пористу активну масу, яка в позитивних пластинах перетворюється на перекис свинцю, і вони стають коричневого кольору, а в негативних – на губчатий свинець, що має сірий колір.

Одноїменні пластини з'єднують у напівблок загальною бареткою, що складається з містка з вивідним штирем (клемою). Напівблоки позитивних і негативних пластин збирають у загальний блок, встановлюваний у кожну камеру; при цьому позитивні пластини 4 розташовані між негативними 3.

Блоки пластин мають два вивідних штирі (клеми) – позитивний (плюсовий) 7 і негативний (мінусовий) 11. Негативних пластин у кожнім блоці встановлено на одну більше, ніж позитивних.

Тому кожна позитивна пластина закрита по обидва боки негативними пластинами, унаслідок чого використовується вся її поверхня й усувається можливість її короблення при великому розрядному струмі.

Для усунення зіткнення однієї пластини з іншою чи замикання їх активною масою, що випадає, між ними встановлені кислототривкі прокладки – сепаратори 1.

Сепаратори виготовляють двох типів: 1) з деревини чи комбіновані – з деревини і хлорвінілу чи з деревини і скловолокна; 2) з мікропористого ебоніту (міпора) і мікропористої пластмаси-поліхлорвінілу (міпласта) чи комбіновані з міпласта і скловолокна.

Використовують також сепаратори з пластипора і поровініла. Синтетичні сепаратори більш довговічні, тому вони переважно й застосовуються. Сепаратори встановлюють так, щоб їхня ребриста поверхня була звернена до позитивних пластин для кращого доступу до них електроліту.

Блоки пластин із сепараторами розміщені в окремих камерах моноблока і спираються унизу своїми виступами на ребра-призми 2 днища, що охороняє від замикання нижні частини пластин активною масою, що випадає з часом і накопичується між призмами в шламовій камері.

Зверху кожна камера щільно закрита кришкою з ебоніту чи феноліту. Края камер моноблока в місцях з'єднання з кришкою залиті кислототривкою і температуростійкою мастикою 12. На кришці кожної плюсової камери є (негативний) і мінусової (позитивний) штирі блоків (клеми) пластин.

Штирі ущільнені ребристими свинцевими втулками 6, забитими в кришках. Втулки припаяні до штирів разом з міжелементними перемичками 8. В батареях деяких типів штирі з кришками ущільнені кислотостійкою масою.

Застосовують також батареї, у яких уся поверхня над кришками і міжелементні перемички залиті мастикою, що усуває окислювання перемичок.

Крайні два штирі в батареї – плюсовий і мінусовий - обладнані полюсними наконечниками, до яких за допомогою затисків і стяжних болтів підключають кабелі зовнішньої мережі.

У кожній камері над пластинами встановлені запобіжні перфоровані щитки 13 з хлорвінілу чи іншого кислототривкого матеріалу, що служать для захисту крайок сепараторів і пластин від механічних ушкоджень.

У кришці кожної камери є заливний отвір, що закривається пробкою 9 з ущільнювальною прокладкою і вентиляційним отвором, що служить для виходу газів. У пробці під отвором розміщена пластинка-відбивач, що усуває збризування електроліту.

В нових акумуляторах під пробкою поставлений герметизуючий диск, що при експлуатації батареї видаляють.

В акумуляторних батареях деяких типів отвір у кришці для заливання електроліту закрито глухою пробкою 9 (рис. 2.83) з прокладкою й ущільнювальною гумовою втулкою 15 усередині, а для виходу газів передбачений спеціальний вентиляційний штуцер 14, що має у середині відбивач.

Такий пристрій заливного отвору дозволяє більш зручно доливати електроліт до необхідного рівня.

Акумуляторні батареї виготовляють з формованими пластинами, але звичайно без електроліту (сухозаряджені). Тому нові батареї потрібно заповнити електролітом певної щільності і підзарядити.

Акумуляторні батареї випускають із трьома (рис. 2.83,а) чи шістьма елементами (рис. 2.83,б) в одному блоці; в останньому випадку – з поперечним чи подовжнім розташуванням елементів. Батареї, призначені для вантажних автомобілів, звичайно встановлюють у дерев'яному корпусі з кришкою.

Батареї, використовувані на автомобілях високої прохідності, оснащують герметизованими (гідростатичними) пробками, що усувають можливість проникнення води до акумулятора при подоланні автомобілем бродів.

Основні показники акумуляторної батареї та її маркування

Основними показниками, що визначають роботу акумулятора й акумуляторної батареї, є **напруга і ємність**.

Напруга на вивідних штирях справного і зарядженого акумулятора (елемента) акумуляторної батареї незалежно від кількості в ньому пластин та їхнього розміру складає в середньому 2,0 В (до 2,2 В). За граничної розрядки, припустимої в умовах експлуатації, напруга акумулятора зменшується до 1,7 В.

Ємність акумулятора – величина, що характеризує його здатність при зарядці поглинати, а потім віддавати ту чи іншу кількість електричної енергії при розрядці струмом певної сили до гранично припустимого зменшення напруги.

Ємність залежить від числа пластин у банці (камері) та їхнього розміру і вимірюється в ампер-годинах (А-г). Ємність визначають множенням сили розрядного струму в амперах на час, протягом якого акумулятор може розряджатися за даного струму, у годинах. Наприклад, якщо акумулятор у певних умовах може віддавати при розрядці струм силою 2А протягом 10 годин, то ємність дорівнює 20 А-г.

Напруги одного акумулятора недостатньо для живлення приладів електрообладнання автомобіля. Для одержання більшої напруги кілька акумуляторів поєднують в одному моноблоці 5 (рис. 2.83, а) у батарею і з'єднують один з іншим послідовно свинцевими перемичками. При цьому позитивний вивід одного акумулятора з'єднують з негативним виводом іншого елемента.

При послідовному з'єднанні акумуляторів напруга на крайніх вивідних полюсних наконечниках батареї збільшується пропорційно числу акумуляторів, а ємність усієї батареї залишається рівною ємності одного елемента акумулятора.

Ємність, що вказується в марці батареї, називається **номінальною** і забезпечується за цілком визначених умов розрядки цілком зарядженої батареї з визначеною силою струму, рівною $0,05 C_{20}$ А (де C_{20} – номінальна ємність батареї за 20-годинного режиму розряду за температури електроліту 25°C).

Розряд повинен припинятися при досягненні кінцевої напруги на виводах 5,25 В у 6-вольтовій батареї і 10,5 В у 12-вольтовій батареї. Дозволяється проводити перевірку номінальної ємності за 10-годинного режиму розряду силою струму, рівною $0,1 C_{10}$ А. Ємність батареї не є постійною.

За збільшення сили розрядного струму і зниження температури електроліту ємність батареї значно зменшується. Це необхідно враховувати при експлуатації батареї.

Акумуляторні батареї мають визначене маркування відповідно до ДСТУ. Наприклад, на автомобілі ГАЗ-53А встановлена батарея марки 6СТ-75-ЕМ. Перше число позначає кількість акумуляторів (елементів) у батареї, а отже, і загальну напругу, вважаючи, що напруга кожного елемента в середньому дорівнює 2 В; друге число – номінальну ємність батареї в А-г.

Букви СТ означають, що батарея стартерного типу і може бути використана для живлення стартера.

Матеріал моноблока позначають буквами: Е – ебоніт, П – асфальто-пікова пластмаса.

Матеріал сепараторів позначають буквами: С – скловолокно, Д – дерево, ДС – дерево і скловолокно, М – мінпласт, МС – мінпласт і скловолокно, Р – міпор.

Буква С указує на те, що батарея сухозаряджена.

На автомобілях з напругою в мережі електрообладнання 12 В застосовують батареї такої ж напруги, що складаються із шести акумуляторів чи двох батарей з напругою 6 В, з'єднаних послідовно.

На автомобілях з напругою в мережі 24 В використовують дві батареї напругою 12 В, з'єднані послідовно (МАЗ, КрАЗ, КамАЗ). На легкових автомобілях батарея звичайно розташована під капотом двигуна і закріплена у спеціальному гнізді.

На вантажних автомобілях батарея встановлена звичайно під сидінням водія чи на підніжці кузова.

В електрообладнанні автомобілів застосовують однопровідну систему проводки, за якої одним із проводів служать металеві частини автомобіля (маса), тому один полюс батареї (мінусовий) замикають на масу, а другий (плюсовий) з'єднують з мережею товстими проводами.

У деяких моделях автомобілів мінусовий полюс батареї з'єднаний з масою через спеціальний вимикач. Це дозволяє відключати батарею від мережі в неробочому стані, що охороняє батарею від можливого витікання струму.

У корпусі 4 (рис. 2.84) вимикача ВБ-318 установлений шток 6 із кнопкою 7 (основний). На нижньому кінці штока є основні рухливі контакти 3 із пружинами 10 і допоміжний контакт 12.

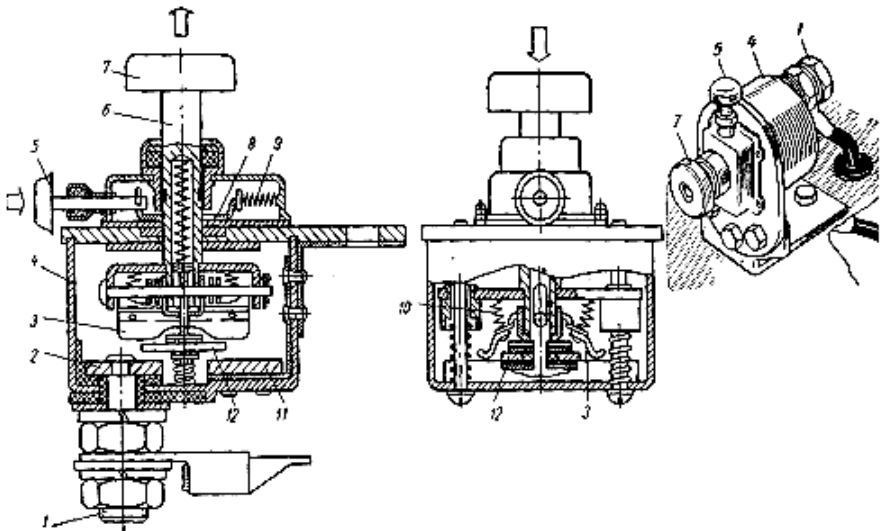


Рис. 2.84 – Вимикач ВБ-318 акумуляторної батареї

Рухливі контакти розташовані над нерухомими контактами 2 і 11, закріпленими в корпусі. Контакт 11 з'єднаний з масою, а ізолюваний контакт 2– із клемою 1, до якої кріпиться провід від мінусового

полоса батареї. Шток 6 з контактами 3 і 12 віджимается нагору пружинами.

У верхній частині корпусу вимикача є стопорна пластина 8 із пружиною 9 і боковою кнопкою 5.

Включення батареї до мережі здійснюється натисканням на основну кнопку 7. При цьому нерухомі контакти 2 і 11 замикаються спочатку допоміжним рухливим контактом 12, а потім основними контактами 3, і батарея з'єднується з масою.

У включеному положенні шток 6 фіксується стопорною пластиною 8, що заходить під дією пружини 9 у виточення на штоці.

Відключається батарея від мережі натисканням на бічну кнопку 5, що зрушує стопорну пластину 8 і звільняє основний шток 6. Шток, піднімаючи разом з контактами 3 і 12, розмикає ланцюг батареї.

Деяка неодноразність послідовного замикання і розмикання допоміжного й основного контактів знижує підгорання контактів.

Підготовка батареї до експлуатації

Нові сухі батареї потрібно заповнити електролітом і зарядити.

Електроліт виготовляється з акумуляторної хімічно чистої сірчаної кислоти і дистильованої води.

Для готування електроліту застосовується посуд, стійкий до дії сірчаної кислоти і підвищеної температури, – керамічний, ебонітовий, фаянсовий.

У посуд спочатку наливають дистильовану воду, а потім, щоб уникнути бурхливої реакції і різкого підвищення температури та розбуржування кислоти, обережно і поступово – кислоту, перемішуючи розчин.

Електроліт для заливання батареї застосовують певної щільності, що залежить від типу батареї, кліматичних умов і часу року (1,21–1,29 г/см³, приведена до +15 °С).

Необхідна щільність електроліту встановлюється відповідно до заводської інструкції. Щільність електроліту вимірюють спеціальним приладом – ареометром, укладеним у скляну трубку з носком і гумовою грушею.

Електроліт у батарею заливають в охолоджену виді (температура не вище +25 °С) і так, щоб його рівень був на 10-15 мм вище запобіжного щитка, встановленого над сепараторами.

Рівень електроліту перевіряють скляною трубкою, що опускають до упору в щиток і, закривши верхній отвір, виймають. За висотою електроліту в трубці визначають його рівень.

У батареях з автоматичним регулюванням рівня перед заливанням електроліту потрібно вивернути пробки і надягти їх щільно з гумовими втулками на попередньо витерті вентиляційні штуцери, після чого треба залити електроліт в елементи, його рівень повинен бути на 15-20 мм нижче верхнього краю горловини заливного отвору.

При знятті пробок зі штуцерів електроліт в елементах установлюється на нормальному рівні.

Через 3-6 годин (залежно від типу батареї) після заливання електроліту і просочення пластин батарею ставлять на зарядку, з'єднуючи позитивну клему батареї з позитивним полюсом джерела струму, а негативну - з негативним.

Температура електроліту на початку зарядки батареї не повинна бути вище +30 °С. Зарядку ведуть за нормального для кожного типу батареї зарядного струму, зазначеного в заводській інструкції.

Зарядку продовжують доти, поки у всіх акумуляторах (елементах) батареї не настане рясне газовиділення (кипіння електроліту), а напруга і щільність електроліту залишаються постійними протягом 3 годин. При зарядці слід стежити, щоб температура електроліту не була вище 45 °С.

Тривалість першої зарядки (при терміні збереження нової батареї не більше року) дорівнює приблизно 5-8 годин.

До кінця першої зарядки перевіряють щільність електроліту, і в разі потреби доводять її у всіх елементах до нормальної. Для цього відсмоктують частину електроліту з елемента гумовою грушею і доливають дистильовану воду чи електроліт підвищеної щільності.

Так, наприклад, для центральних районів з температурою узимку не нижче -30 °С щільність електроліту, приведена до t-15 °С, повинна складати 1,27 г/см³. Розбіжність у щільності для окремих елементів допускається не більше 0,01 г/см³.

Після першої зарядки нові батареї можуть експлуатуватися. Для збільшення терміну служби батареї при експлуатації бажано провести кілька зарядних тренувальних циклів, розряджаючи після зарядки батарею номінальним розрядним струмом до встановлення напруги на одному елементі 1,7 В й знову заряджаючи її.

Догляд за батареєю та її можливі несправності

До основних елементів догляду за батареєю відносяться:

- 1) перевірка кріплень і очищення батареї;
- 2) очищення і затягування клем;
- 3) перевірка рівня електроліту і його доливання;

- 4) перевірка ступеня зарядженості батареї;
- 5) перевірка сили зарядного струму;
- 6) запобігання швидкій розрядці батареї і коротких замикань.

Кріплення батареї необхідно перевіряти для запобігання поломок батареї від тряски у випадку ослаблених кріплень. Кріплення батареї у гнізді повинно бути міцним.

На вантажних автомобілях під батарею слід установити гумові прокладки. Періодично потрібно перевіряти, чи немає тріщин у мотоблоці і витоку з нього електроліту. Треба також перевіряти цілісність заливальної мастики на кришці.

Щоб уникнути замикання акумуляторів (елементів) по забрудненій поверхні батареї, яка звичайно розхлюпується електролітом, слід очищати її поверхню чистою ганчіркою.

Електроліт, пролитий на поверхню батареї, треба витерти чистою ганчіркою, змоченою в розчині нашатирного спирту кальцинованої соди (10%-вий розчин).

Необхідно також прочищати вентиляційні отвори для запобігання ушкодженню банок газами, що накопичуються у них.

Очищення і затягування клем необхідні для забезпечення надійного контакту в клемах. Клеми треба добре зачищати, щільно затягувати і зовні змазувати тонким шаром технічного вазеліну чи солідолу для запобігання їхнього окислювання.

Також необхідно підтягувати кріплення проводу, що йде до маси. Не можна допускати сильного натягу проводів, тому що це може призвести до ушкодження клем і утворення тріщин у мастиці.

Перевірка рівня електроліту необхідна, оскільки він може знижуватися в результаті випару і википання електроліту. За зниження рівня електроліту в банки батареї доливають дистильовану воду, оскільки при закипанні електроліту випаровується тільки вода.

Періодично слід перевіряти щільність електроліту за цілком зарядженої батареї і стежити за тим, щоб вона була однаковою у всіх банках, доводячи щільність у разі потреби до норми.

Ступінь розрядженості батареї можна перевіряти за щільністю електроліту чи за допомогою вольтметра з навантажувальною вилкою. Батарея завжди повинна бути в зарядженому стані.

Якщо при перевірці батарея виявиться не цілком зарядженою, потрібно її зарядити, установивши причини, що порушують нормальну роботу батареї.

Батарею, розряджену більш ніж на 25% узимку і більш ніж на 50% улітку, необхідно зняти і підзарядити.

Якщо батарея тривалий час не цілком заряджена, то це приводить до псування її пластин. Взимку електроліт у розрядженій батареї може замерзнути і зруйнувати батарею.

Контроль величини зарядного струму і режиму зарядки батареї можна орієнтовно здійснювати за показниками амперметра, що є в системі електрообладнання автомобіля.

Якщо батарея заряджена, стрілка амперметра майже не відхиляється від середнього положення навіть за підвищеного числа обертів колінчатого вала двигуна і виключених інших споживачів.

При розрядженому стані батареї у випадку підвищення числа обертів вала двигуна стрілка амперметра сильно відхиляється убік зарядного струму, внаслідок зростання сили струму, що йде на зарядку батареї.

Відхилення стрілки амперметра при роботі автомобіля у зворотну сторону чи сторону включення сигнальної лампи вказує на розрядження батареї.

Запобігання швидкій розрядці батареї і коротких замикань необхідно для запобігання короблення пластин і викришування активної маси. Тому не можна на тривалий час і кілька разів підряд без перерви включати стартер, що споживає струм дуже великої сили.

Якщо двигун після першого включення стартера не запустився, потрібно з'ясувати причину цього й усунути несправність.

Не рекомендується пускати стартером дуже охолоджений двигун у зимовий час за низької температури.

Необхідно двигун попередньо прогріти і вручну кілька разів повернути колінчатий вал.

При обслуговуванні батареї слід дотримуватись правил техніки безпеки: обережно поводитися з електролітом, при огляді батареї не підносити до неї відкритий вогонь, тому що може статися спалах газів над електролітом і т.д.

При переході з літньої експлуатації на зимову чи навпаки необхідно доводити щільність електроліту до рекомендованого значення. Взимку відкриті батареї необхідно утеплювати.

Для збільшення терміну служби батареї рекомендується періодично піддавати її контрольнo-трениувальним зарядним циклам на зарядній станції, що полягає в кількаразовій розрядці і зарядці батареї.

При установці батареї на автомобіль треба правильно з'єднати її клеми з масою і ланцюгом. Правильність з'єднання можна перевірити за амперметром.

При розрядці батареї стрілка амперметра повинна відхилитися у відповідну сторону (до знака «плюс»). Полярність батареї можна визначити за знаками «плюс» і «мінус» на полюсних наконечниках, а за відсутності позначень – шляхом опускання проводів від клем у слабкий розчин електроліту чи за допомогою сирого картоплини.

У слабкому розчині електроліту на негативному проводі бурхливо виділяються пухирці газу, а навколо позитивного проводу, уткнутого в картоплю, з'являється зелена пляма. Збереження акумуляторної батареї.

Якщо батарея знята з автомобіля і поставлена на порівняно нетривале (сезонне) збереження, її необхідно попередньо цілком зарядити, перевірити рівень електроліту, довести щільність електроліту до нормального значення (не вище $1,280 \text{ г/см}^3$ при $15 \text{ }^\circ\text{C}$), ретельно очистити, протерши зовні моноблок і кришки, зачистити полюсні виводи, змазати їх та перемички і поставити в чисте вентилязоване приміщення з постійною температурою.

З метою запобігання внутрішнього саморозряду й усунення посиленої корозії позитивних пластин, батареї з електролітом бажано зберігати в холодному приміщенні за постійної температури не нижче $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ і не вище $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

При сезонному збереженні батареї у зарядженому стані необхідно щомісяця перевіряти щільність електроліту, заряджати батареї у випадку падіння щільності нижче припустимого значення (нижче $1,230$ за температури збереження нижче $0 \text{ }^\circ\text{C}$ і нижче $1,150$ за температури збереження вище $0 \text{ }^\circ\text{C}$). У випадку нормального стану батареї при цьому способі збереження заряджати їх необхідно тільки перед експлуатацією.

Несправності акумуляторної батареї

Основними несправностями акумуляторної батареї є: недостатня зарядженість, перезарядження, сульфатація пластин, зменшення ємності, внутрішній саморозряд, короблення пластин, підтікання батареї.

Недостатня зарядженість батареї виникає внаслідок невеликої сили зарядного струму, поганого кріплення проводів і окислювання клем, чи наявності великої витрати струму при непрацюючому двигуні, недоречного користування стартером.

Сила зарядного струму може бути недостатньою при неправильному регулюванні регулятора чи поганий роботі генератора. Знаками недостатньої зарядженості батареї є мала щільність електроліту

і знижена напруга батареї, а також зниження яскравості світла фар, погана робота стартера.

Перезарядження батареї відбувається за надмірної сили зарядного струму, внаслідок неправильного регулювання реле-регулятора.

Ознакою перезарядження є часте кипіння електроліту і швидке зниження його рівня.

Сульфатація пластин полягає в тім, що пластини покриваються білим кристалічним нальотом, що утруднює проходження електричного струму і проникнення електроліту до активної маси пластин.

Унаслідок цього сповільнюються хімічні процеси і зменшується ємність батареї. Зовнішньою ознакою сульфатації є велике зменшення напруги батареї за збільшення навантаження.

Наприклад, при включенні стартера чи навіть сигналу електричні лампи, що горіли досить яскраво, майже гаснуть. При перевірці навантажувальною вилкою елементів батареї, які були піддані сульфатації, напруга на елементах швидко знижується.

Сульфатація відбувається в результаті сильної розрядки батареї чи тривалої її роботи в не цілком зарядженому стані.

Щоб захистити батареї від сульфатації, необхідно систематично контролювати їх стан і підтримувати в зарядженому стані, а також періодично проводити тренувальний або контрольно-тренувальні цикли на зарядній станції.

Унаслідок сильної сульфатації, пластини батареї виходять з ладу і не піддаються ремонту і відновленню.

Зниження ємності відбувається через зменшення робочої поверхні пластин у результаті викрашування активної маси пластин чи зниження рівня електроліту.

Ознакою зменшення ємності є швидке закипання електроліту під час зарядки за значного підвищення його щільності, а також швидка розрядка батареї під час її роботи.

Викрашування активної маси відбувається в результаті сильного перезарядження батареї чи при розрядці батареї струмом великої сили, наприклад при тривалому користуванні стартером.

Внутрішній саморозряд батареї спостерігається у випадку застосування для електроліту недистильованої води.

Ознакою несправності є швидка розрядка навіть непрацюючої батареї. Для усунення цієї несправності батарею розряджають і ретельно промивають дистильованою водою з наступним заповненням її електролітом з відповідними якостями, щільністю і зарядкою.

Коротке замикання усередині банок батареї виникає через руйнування сепараторів унаслідок використання електроліту занадто великої щільності чи замикання пластин активною масою, що випадає.

При внутрішнім замиканні батареї швидко знижується її напруга, зменшуються щільність електроліту й ємність батареї.

Короблення пластин відбувається за надмірної сили розрядного струму у випадку користування стартером тривалий час і при коротких замиканнях у ланцюзі. При цьому батарея виходить з ладу.

2.2.1.2 Генератори постійного і змінного струму

Генератором називається електрична машина, що перетворює механічну енергію в електричну. Генератор є на автомобілі основним джерелом електричного струму.

На автомобілях застосовують генератори постійного або перемінного струму.

Генератори постійного струму при спільній роботі з акумуляторними батареями забезпечують їхню зарядку без додаткових пристроїв.

У випадку застосування генераторів змінного струму вимагаються спеціальні випрямлячі струму, що трохи ускладнює влаштування джерел струму.

Однак з впровадженням напівпровідникових випрямлячів, що мають високу надійність і компактність, генератори змінного струму, як більш прості і надійні, одержали велике поширення на автомобілях усіх типів.

Принцип дії генератора змінного струму

На автомобілях застосовуються трифазні синхронні генератори змінного струму з живленням обмоток збудження електромагнітів від обмоток статора генератора, а в момент пуску – від акумуляторної батареї.

У такому генераторі встановлений нерухомий залізний кільцевий статор 4 (рис. 2.85) з 18 сердечниками, на яких намотані обмотки 7, об'єднані у три секції.

У кожній секції є шість котушок, з'єднаних послідовно. Початку обмоток усіх трьох секцій з'єднані разом, в одній крапці 3, а кінці 8 обмоток кожної секції мають самостійні виводи.

Таке з'єднання обмоток називається **з'єднанням у зірку**. У середині статора обертається ротор 6, що складається з двох магнітопровідників 10 і 11 із шістьма ключовоподібними полюсними наконечниками в кожного. Наконечники одного магнітопроводу входять у простір між наконечниками іншого і розташовані по черзі.

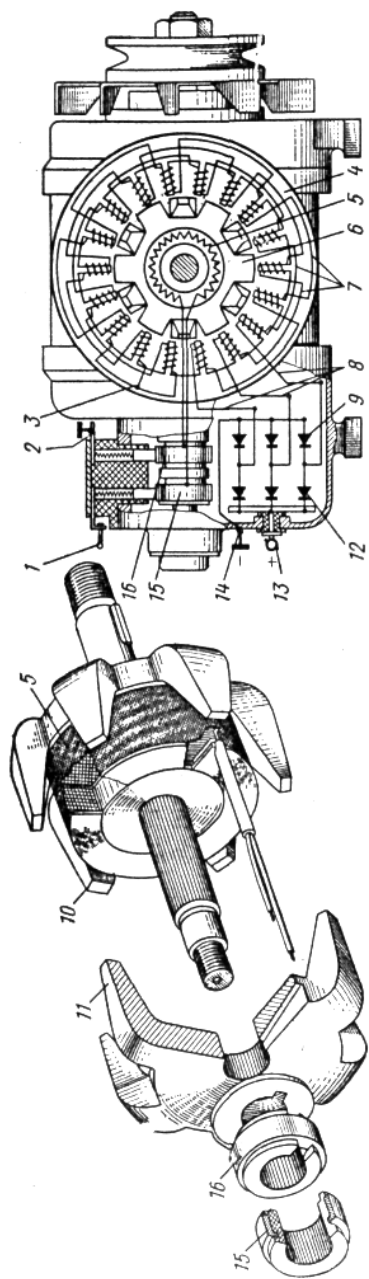


Рис. 2.85 – Схема генератора змінної струму з напівпровідниковим випрямлячем

Між магнітопроводами розташована обмотка збудження 5 магнітної системи, кінці якої приєднані до двох ізольованих колекторних кілець 16 і 15, установлених ізольовано на валу ротора.

До кілець постійно притиснуті щітки. До клеми 1 однієї з щіток приєднаний провід від плюсової клеми акумуляторної батареї і споживачів. Клема 2 другої щітки замкнута на масу. Дія генератора полягає в наступному.

При включенні в ланцюг акумуляторної батареї обмоток збудження 5 по них проходить струм, і магнітопровідники 10 і 11 з полюсними наконечниками намагнічуються.

При обертанні ротора 6 його полюсні наконечники, які чергуються цілком, по черзі підходять до сердечників котушок статора генератора, і в сердечниках котушок з'являється магнітний потік, що змінюється за величиною і напрямком.

Унаслідок зміни магнітного потоку, в сердечниках обмоток 7 котушок індукуються ЕРС, і при приєднанні до виводів котушок статора зовнішнього ланцюга в ній протікає перемінний трифазний струм.

Для підзарядки акумуляторної батареї необхідний постійний струм, тому в ланцюг генератора змінного струму включають спеціальний пристрій – випрямляч струму. З цією метою в сучасних автомобільних генераторах використовують напівпровідникові кремнієві випрямлячі, встроєні в генератор.

З генератором трифазного змінного струму звичайно застосовують випрямний блок, що складається із шести кремнієвих діодів 9 і 12, з'єднаних у трифазний двонапівперіодний випрямляч.

Основним елементом напівпровідникового діода є тонка шайба з хімічно чистого кремнію, що має здатність пропускати у визначені напівперіоди підвідний перемінний струм (позитивний чи негативний), тобто пропускати електричний перемінний струм тільки в одному напрямку, перетворивши його в постійний струм.

Кожна фаза генератора приєднується між двома діодами 9 і 12, включеними послідовно у прямому напрямку. У блоці парні діоди фаз з'єднані паралельно. Кожен діод пропускає струм тільки в одному напрямку (вершина трикутника в умовній позначці діода показує напрямком найбільшої провідності).

Тому при змінному струмі в кожній секції генератора в позитивні напівперіоди струм буде проходити від усіх фаз через діоди 12 із прямою полярністю до позитивного виводу 13 (клеми) випрямляча.

З цього виводу струм буде надходити в зовнішній ланцюг, а з її мінусового виводу 14 і діода 9 зі зворотною полярністю – у секції ко-тушок при негативному напівперіоді струму в них. Таким чином, із клем випрямляча в зовнішній ланцюг буде надходити постійний струм.

Влаштування генератора змінного струму з випрямлячем

На автомобілях широко застосовується генератор змінного струму Г-250 з вбудованим напівпровідниковим випрямлячем (рис. 2.86). Генератор складається зі статора з обмотками, двох кришок з підшипниками, ротора з валом, магнітопроводами, обмоткою збудження і контактних кілець, приводного шківів з вентилятором.

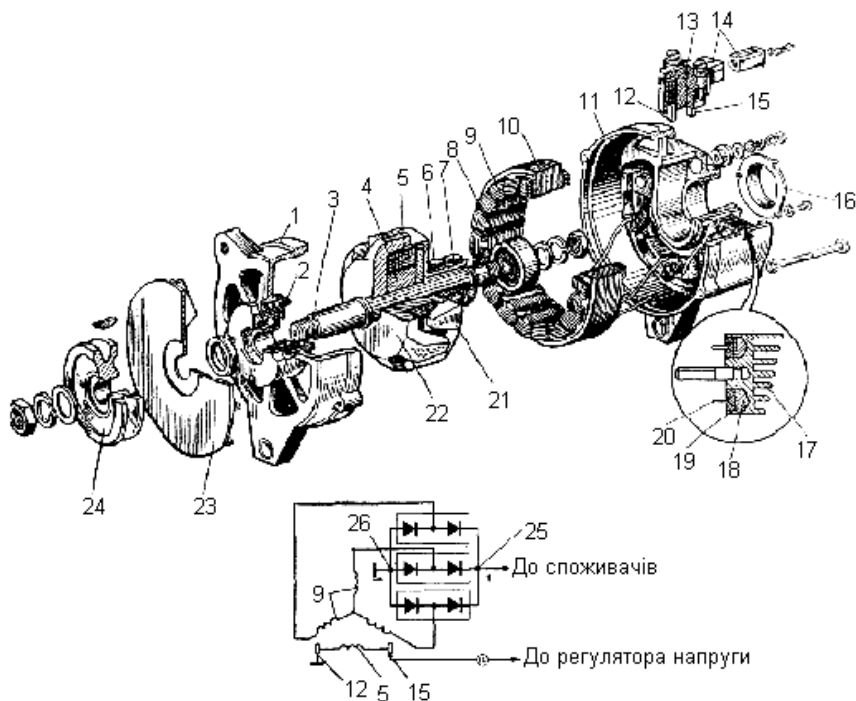


Рис. 2.86 – Генератор змінного струму Г-250Е з вбудованим випрямлячем

У передній кришці вбудований випрамний блок із кремнієвими діодами.

Статор 10 набраний з окремих пластин з електротехнічної сталі, скріплених зовнішніми зварювальними швами. На 18 внутрішніх виступах статора, що утворюють сердечники, намотані обмотки 9 з ізолюваного мідного проводу (13 витків).

Котушки на сердечниках надійно ізолювані. Кожні шість котушок з'єднані послідовно й утворюють секцію – фазу.

Одним кінцем усі секції з'єднані між собою, а другий кінець кожної секції підключений у певному порядку до випрямляча. Таким чином, три фази статора з'єднані між собою в зірку.

По обидва боки до статора прикріплені дві кришки, відлиті з алюмінієвого сплаву – передня 1 і задня 11, стягнуті гвинтами. Статор із кришками утворює корпус генератора. У кришках наявні вентиляційні вікна.

У центральних припливах кришок установлені шарикопідшипники 2 і 8, на яких установлений вал 3 ротора. Підшипники обладнані оливовідбивачами і заповнені тугоплавким змащенням на весь період роботи автомобіля до капітального ремонту.

Задній підшипник 8 закріплений на валу гайкою і закритий кришкою 16, а передній підшипник 2 укріплений на валу разом з диском 23 вентилятора і приводним шківом 24 гайкою з розпірними втулками.

На рифленій поверхні вала 3 ротора закріплені два клювоподібних сталевих шестикінецьних магнітопроводи 21 і 22, виступи яких розташовані по черзі й утворюють дванадцятиполюсну магнітну систему.

Між магнітопроводами на валу укріплена сталева втулка 4, на якій намотана з ізолюваного мідного дроту обмотка збудження 5 ротора (490 витків). Котушка ретельно ізолювана картонними шайбами з боків і зверху обмотана ізоляцією.

Кінці обмотки збудження 5 виведені назовні і припаяні до двох мідних контактних кілець 6 і 7, що закріплені на валу на ізоляційних втулках.

До кілець за допомогою пружин постійно притиснуті міднографітові щітки 12 і 15, встановлені у пластмасовому щіткоутримачі 13, закріпленому двома гвинтами у вирізі задньої кришки.

Мінусова щітка 12 з'єднана з масою, а плюсова 15 – зі штепсельним (штекерним) розніманням 14 (клема Ш), до якого підключається провід від зовнішньої мережі (від акумуляторної батареї).

На передньому кінці вала ротора закріплений диск 23 з лопатами вентилятора і приводний шків 24, що ременем з'єднаний зі шківом колінчатого вала.

Вентилятор при обертанні ротора просмоктує через вентиляційні отвори генератора повітря, що охолоджує діоди випрямляча й обмотки генератора.

У задній кришці 11 генератора змонтований випрямний блок ВБГ-1 із шести кремнієвих діодів, з'єднаних у трифазний двонапівперіодний випрямляч. Кожна пара діодів різної полярності зібрана в секцію в окремому алюмінієвому тепловідвідному корпусі 17 з охолодними ребрами, закріпленому в кришці генератора на шпильці, що ізолювана від маси.

Кожен діод складається з тонкої напівпровідникової кремнієвої шайби 19, встановленої в гнізді корпусу і примикаючої зсередини до мідної контактної шайби 18 – підстави.

З зовнішньої сторони до кремнієвої шайби приєднаний контактний наконечник 20 з виводом. Для герметизації у гніздо зовні заливається спеціальна маса.

Проводи від секцій (фаз) статора приєднуються (кожний) до центральної клеми кожної секції випрямного блока.

Виводи всіх діодів з позитивною і негативною полярністю, підключені паралельно до двох вивідних клем 25 і 26 зі знаками + і - на задній кришці генератора. Мінусова клема 26 замкнута на масу.

Для генераторів змінного струму застосовують також випрямні блоки, набрані з окремих діодів Д242А позитивної полярності (знак +) і Д242АП негативної полярності (знак -).

Діод такого типу має мідну підставу 1 (рис. 2.87) з різьбовою частиною і гайкою, до якої приварені сталевий корпус 6 із закріпленим у ньому скляним ізолятором 7 і вивідною трубкою – клемою 8 із проводом.

У середині герметизованого об'єму корпусу розташований випрямний елемент (вентиль), що представляє собою кремнієву шайбу 3, до якої зверху і знизу припаяні молібденові чи вольфрамові пластини 2 і 4, що захищають шайбу від теплових і механічних напруг.

Нижня пластина 2 діода припаяна до підстави, а до верхньої пластини 4 припаяний контактний наконечник 5 із гнучким виводом. Діод за допомогою різьбової частини і гайки кріпиться безпосередньо до кришки 9 генератора чи до тепловідвідного корпусу 10, закріпленого в кришці.

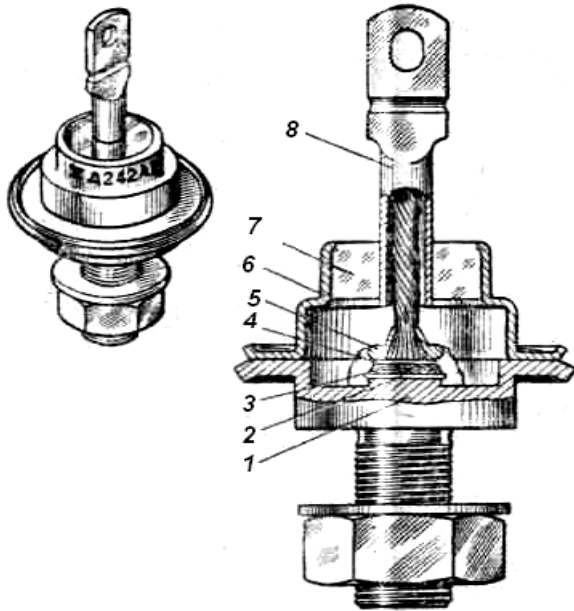


Рис. 2.87 – Напівпровідникові діоди Д242АП та їхня установка в генераторі

Догляд за генераторами

До основних елементів догляду за генератором відносяться:

- 1) очищення зовнішньої поверхні генератора і підтяжка його кріплень;
- 2) змащення підшипників за наявності масельничок;
- 3) перевірка кріплення проводів;
- 4) перевірка й очищення колектора, контактних кілець і щіток.

Оливнички підшипників якоря необхідно заповнювати через 1000-1500 км пробігу оливою, яку застосовують для двигуна.

Оливу слід заливати по декілька капель, тому що зайве масло може просмоктатися у середину генератора і викликати замащування колектора.

Періодично треба перевіряти стан щіток, колектора і контактних кілець. Колектор чи кільця слід обдувати від осілого пилу й у випадку замащування треба протирати їх і щітки чистою ганчіркою, трохи змоченою бензином.

Щітки повинні вільно пересуватися в щіткотримачах і щільно притискатися до колектора. Зношені і поламані щітки слід замінити, ретельно підігнавши нові щітки до колектора.

До основних несправностей генератора відносяться:

- 1) знос і слабке натискання щіток;
- 2) замаслювання чи знос колектора і контактних кілець;
- 3) поганий контакт проводів;
- 4) погіршення контакту в діодах випрямляча;
- 5) заїдання підшипників.

При зносі щіток, слабкому їхньому натягу, замаслюванні колектора і поганому контакті проводів генератор виробляє струм невеликої сили чи перестає працювати.

У випадку зносу колектора і його підгоряння виникає іскріння під щітками. Для усунення цієї несправності генератор необхідно розібрати, зачистити колектор чи кільця дрібнозернистою скляною шкуркою, запилити ізоляційні прокладки між пластинками колектора так, щоб вони не виступали, і підігнати щітки по колектору.

При сильному зносі колектора чи кілець роблять їхню проточку на верстаті.

У генераторів змінного струму в разі потреби перевіряють ланцюги діодів випрямлячів за допомогою контрольної лампи чи спеціального приладу.

У випадку несправності діодів їх замінюють.

Підвищений знос і заїдання підшипників генератора можуть статися через недостатнє їхнє змащення, а також надмірний натяг приводного ременя.

Прилади регулювання генераторів постійного і змінного струму

Для забезпечення нормального живлення всіх елементів електрообладнання електричним струмом від джерел струму за змінного числа обертів колінчатого вала двигуна, а також при непрацюючому двигуні спільна дія генератора й акумуляторної батареї на автомобілі регулюється спеціальними автоматичними приладами.

За призначенням ці регулюючі прилади розділяються на наступні: регулятор напруги, обмежник струму, реле зворотного струму і реле включення.

Регулятор напруги забезпечує підтримання необхідної напруги генератора за змінного числа оборотів колінчатого вала двигуна і ро-

тора генератора. Це досягається зміною сили струму, що протікає по обмотках збудження генератора.

Обмежник струму служить для запобігання перевантаження генератора великої сили струмом, що може викликати перегрів генератора і перегорання його обмоток.

Реле зворотного струму забезпечує включення генератора в ланцюг споживачів, коли напруга його стає більше напруги паралельно включеної акумуляторної батареї, і для вимикання генератора при падінні його напруги нижче напруги батареї, щоб уникнути її розрядки через обмотки генератора.

Реле включення забезпечує підключення обмотки збудження генератора до акумуляторної батареї при включенні запалювання і пуску двигуна.

Необхідність застосування зазначених приладів регулювання залежить від типу генератора. Так, для генераторів постійного струму, що працюють разом з акумуляторною батареєю, потрібно використовувати регулятор напруги, обмежник струму і реле зворотного струму. Ці прилади поєднують в один комплексний прилад – реле-регулятор.

Для генераторів змінного струму із вбудованими напівпровідниковими випрямлячами необхідність у застосуванні реле зворотного струму відпадає, тому що діоди за своїми електричними властивостями усувають можливість виникнення зворотного струму від батареї в обмотках генератора при падінні його напруги.

Також відпадає потреба в застосуванні обмежувача струму, але виникає необхідність в автоматичному підключенні обмотки збудження генератора до акумуляторної батареї при включенні запалювання і пуску двигуна, що забезпечує одержання від генератора достатньої напруги навіть за зниженого числа обертів вала двигуна і ротора генератора.

Таким чином, для генераторів змінного струму з напівпровідниковими випрямлячами застосовується регулятор напруги й у деяких випадках реле включення.

За принципом дії прилади регулювання розділяються на наступні основні типи:

- 1) електромагнітні контактно-вібраційні;
- 2) безконтактно-транзисторні;
- 3) контактно-транзисторні (змішані типи).

Принцип дії приладів першого типу базується на використанні властивостей електромагніту, що притягає до свого сердечника які-

рець з контактною системою чи відпускаючий якірець, залежно від сили струму, що протікає по обмотці електромагніту і замикає чи розмикає відповідні ланцюги.

Дія регулюючих приладів другого типу базується на електричних властивостях напівпровідникових елементів – транзисторів (тріодів), а також діодів, стабілітронів і т.д.

Такі прилади регулювання мають менші розміри і, унаслідок відсутності контактної-вібраційної системи, характеризуються високою надійністю і вимагають меншого догляду, у результаті чого вони стали дуже поширеними.

Прилади третього типу є комбінованими і містять у собі окремі елементи приладів перших двох типів.

Електромагнітні прилади регулювання генераторів змінного струму

На автомобілі для регулювання роботи генератора змінного струму Г-502А з вбудованим блоком випрямляча ВБГ-2 застосується одноелементний електромагнітний реле-регулятор РР-310Б.

Регулятор напруги РН із контактами 1, котрі розмикаються, 1 (рис. 2.88) має на сердечнику дві обмотки: основну, що намагнічує, 3 і вирівнюючу 2. Основна обмотка 3 одним кінцем з'єднана з масою, а іншим кінцем через опір 4, що прискорює, (13 Ом) – із клемою 53.

Таким чином, основна обмотка знаходиться під повною напругою генератора. Обмотка 2, що вирівнює, одним кінцем підключена до клеми Ш, а іншим – до нерухомого контакту переривника. Між клемми ВЗ і Ш включені додаткові опори 4 і 5 (13 і 60 Ом).

Зовні клема Ш реле-регулятора з'єднана з клемою Ш генератора 12 (початок обмотки збудження), а клема ВЗ – із клемою КЗ вимикача запалювання 11; клема М – із клемою М генератора і масою.

При включенні запалювання клема КЗ з'єднується з клемою АМ і плюсовою клемою генератора 12.

Коли напруги генератора мало, контакти 1 РН замкнуті і струм для введення в дію генератора проходить від клеми ВЗ до клеми Ш через замкнуті контакти 1 і вирівнюючу обмотку 2.

При досягненні генератором робочої напруги контакти РН розмикаються і струм для старту генератора проходить від клеми ВЗ до клеми Ш через додаткові опори 4 і 5 (73 Ом), які знижують шуми.

Вібрація якірця регулятора забезпечує стабільність напруги генератора за зміни числа обертів вала двигуна.

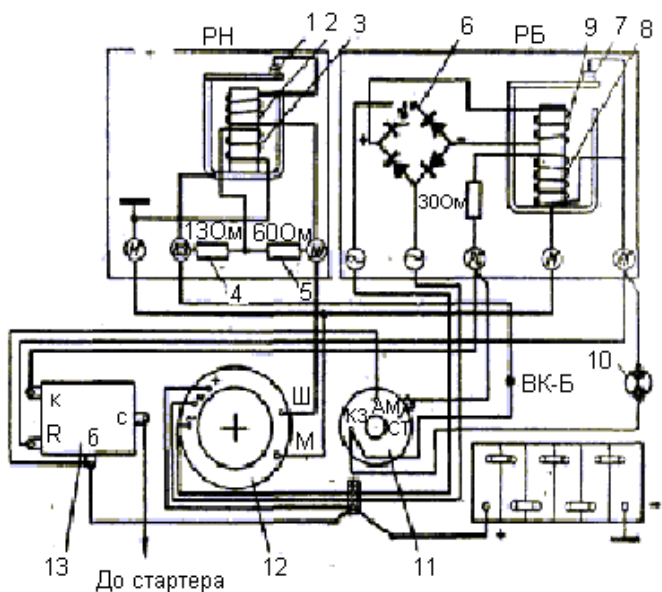


Рис. 2.88 – Схема одноелементного реле регулятора РР-310 і реле блокування РБ-1

Термокомпенсація роботи РН забезпечується застосуванням термометалічної пластини в підвіску якорця і включенням в основну обмотку ділянки з константанового дроту.

На автомобілях «Жигулі» для спільної роботи з генератором змінного струму Г-221 із вбудованим випрямлячем застосовується одноелементний двоступінчастий електромагнітний регулятор напруги РР-380 з верхніми контактами, що розмикаються.

На сердечнику регулятора напруги РН (рис. 2.89) намотана обмотка 6, що намагнічує, один кінець якої приєднаний до маси, а другий через додатковий термоопір 8 (19 Ом) - до клеми Я, що через вимикач 1 запалювання з'єднана з плюсовими клемами генератора 9 і акумуляторної батареї.

Таким чином, обмотка регулятора знаходиться під повною напругою генератора.

На ярмі регулятора підвішений рухливий якоріць 5, контакти якого розташовані між двома нерухомими контактами. Нижній контакт 3 з'єднаний з масою, тобто з кінцем обмотки збудження 10 генератора, а верхній контакт 4 через обмотку 2 допоміжної котушки (дроселя) і через додаткові опори 7 (5,5 Ом) – із клемою Ш регулято-

ра, що з'єднана з клемою Ш генератора, тобто з початком обмотки 10 збудження генератора. Якірець 5 через ярмо регулятора з'єднаний з його клемою Ш й під дією пружини притискається до контакту 4.

При включенні запалювання обмотка 10 збудження в перший момент живиться від батареї через верхні контакти 4 РН, що забезпечує швидке наростання напруги генератора.

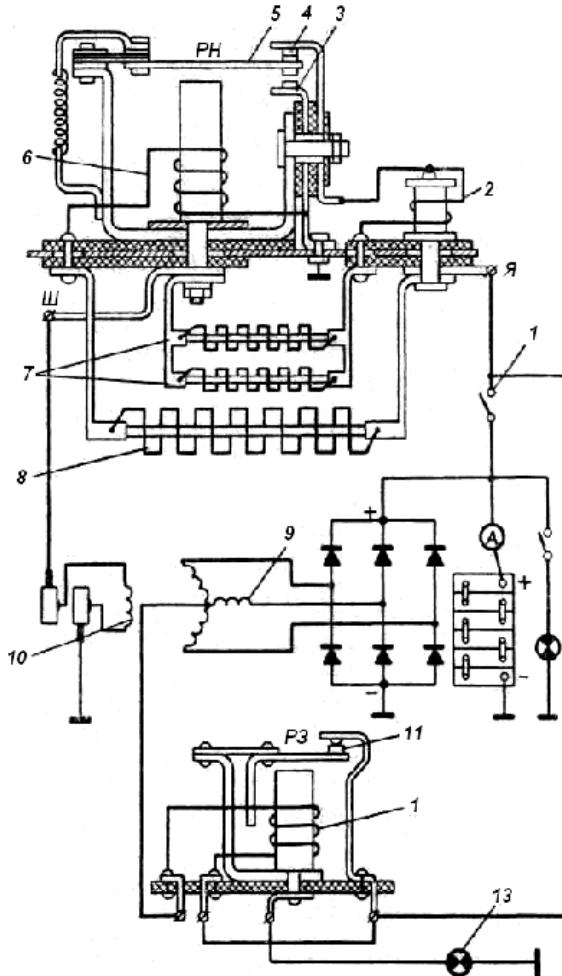


Рис. 2.89 – Схема одноелементного реле-регулятора РР-380

Коли напруга генератора перевищить напругу батареї, струм для живлення ланцюга збудження, а також для зарядки батареї надходить від генератора.

При досягненні генератором граничної робочої напруги (13,5–15В) сердечник РН намагнічується при проходженні струму по його обмотці 6 і притягає якірець 5, розмикаючи верхні контакти 4.

У ланцюг обмотки збудження генератора включаються обмотка 2 дроселя і додаткові опори 7, у результаті чого напруга генератора різко падає і знову замикаються верхні контакти 4, виключаючи опор і т.д.

Якщо за значного зростання числа обертів двигуна напруга генератора перевищить робочу напругу, замикаються нижні контакти 3 РН (другий ступінь).

При цьому обмотка збудження 10 замикається накоротко через ярмо та контакти, і напруга генератора різко падає. Вібрація якірця РН між контактами забезпечує стабільність напруги генератора в його робочому режимі.

Включення в ланцюг обмотки РН термоопору 8 і підвіска якірця 5 на термобіметалічній пластині забезпечують необхідну температурну компенсацію роботи регулятора напруги.

При розмиканні верхніх контактів 4 регулятора, внаслідок різкого зменшення сили струму в обмотці збудження 10, у ній виникає ЕРС самоіндукції, що викликає іскріння контактів.

Включення в цей момент у ланцюг обмотки збудження обмотки 2 дроселя зменшує іскріння за рахунок виникнення в обмотці 2 ЕРС самоіндукції, протилежної ЕРС обмотки збудження.

У систему джерела струму, електрообладнання автомобілів «Жигулі» включено ще реле контролю заряду акумуляторної батареї РЗ. Обмотка 12 реле включена між плюсовими клемми батареї та генератора і нульовим затиском обмотки його статора. До ярма реле послідовно з масою підключена контрольна лампа 13.

Коли включене запалювання і не працює генератор чи його напруги недостатньо, контакти 11 реле замкнуті і контрольна лампа включається до ланцюга батареї, сигналізуючи про її розрядку. Під час роботи генератора, коли напруга його стає більше за напругу батареї, обмотка 12 реле, яка живиться струмом від однієї фази генератора, намагнічує сердечник і контакти реле розмикаються, виключаючи контрольну лампу.

Одноелементний контактний-вібраційний регулятор напруги РР-127 аналогічного типу застосовується в автомобілях МАЗ.

Контактно-транзисторні прилади регулювання

Для регулювання напруги генератора Г-250-Г1 змінного струму з вбудованим випрямлячем застосовують контактно-транзисторний реле-регулятор РР-362 (ГАЗ-53А та інш.).

Основними елементами реле-регулятора РР-362 є (рис. 2.90, а) регулюючий транзистор 17 (типу П4-б або П217), діоди зворотного зв'язку 16 і контуру 12, що гасить, (типу Д242) і роздільний діод 6 (типу ДУБ); опору – керамічні 18 (120 Ом), 19 (160 Ом) і 13 (62 Ом) і дротові 14 (15 Ом) і 15 (4,5 Ом); електромагнітне реле напруги РН і захисту транзистора РЗ.

Всі елементи реле-регулятора зібрані у відлитому з алюмінієвого сплаву корпусі на ізоляційних пластинах і закриті кришкою з гумовим ущільнювачем (рис. 2.90, б).

Перегородка кришки розділяє реле-регулятор на дві секції. В одній секції розташовані реле напруги РН і реле захисту РЗ із роздільним діодом 6, а в іншій секції через прорізи в кришці – транзистор 17 і діоди зворотного зв'язку 16 і контуру 12.

Керамічні 18, 19 і 13, дротові 14 і 15 опори закріплені в нижній частині корпусу. Зовні на корпусі наявні дві вивідні клеми Ш та ОЗ, які з'єднуються відповідно з клемою Ш генератора 21 (рис. 2.90, а), тобто з початком обмотки збудження 22, з вимикачем запалювання 2 і через нього з плюсом генератора 21.

Плюсова клема генератора через амперметр 1 з'єднана також із плюсовою клемою батареї 20.

Всі елементи реле-регулятора за призначенням можна розділити на дві групи. Перша група елементів утворює власне регулятор напруги і включає регулюючий транзистор 17, що керує його роботою реле напруги РН, діод зворотного контуру 16 і всі опори.

Друга група має допоміжне призначення і забезпечує захист транзистора від перенапруг при перевантаженнях та коротких замиканнях і включає реле захисту РЗ, діод 12 контуру, що гасить, і роздільний діод 6.

Основним регулюючим напругу генератора елементом реле-регулятора РР-362 є транзистор, який представляє собою напівпровідникову германієву пластину, вкладену в корпус.

До пластини приєднані три електроди, які утворюють базу Б транзистора, емітер Е і колектор ІС. У транзисторі є два ланцюги: керування (емітер-база) і силовий ланцюг (емітер-база – колектор).

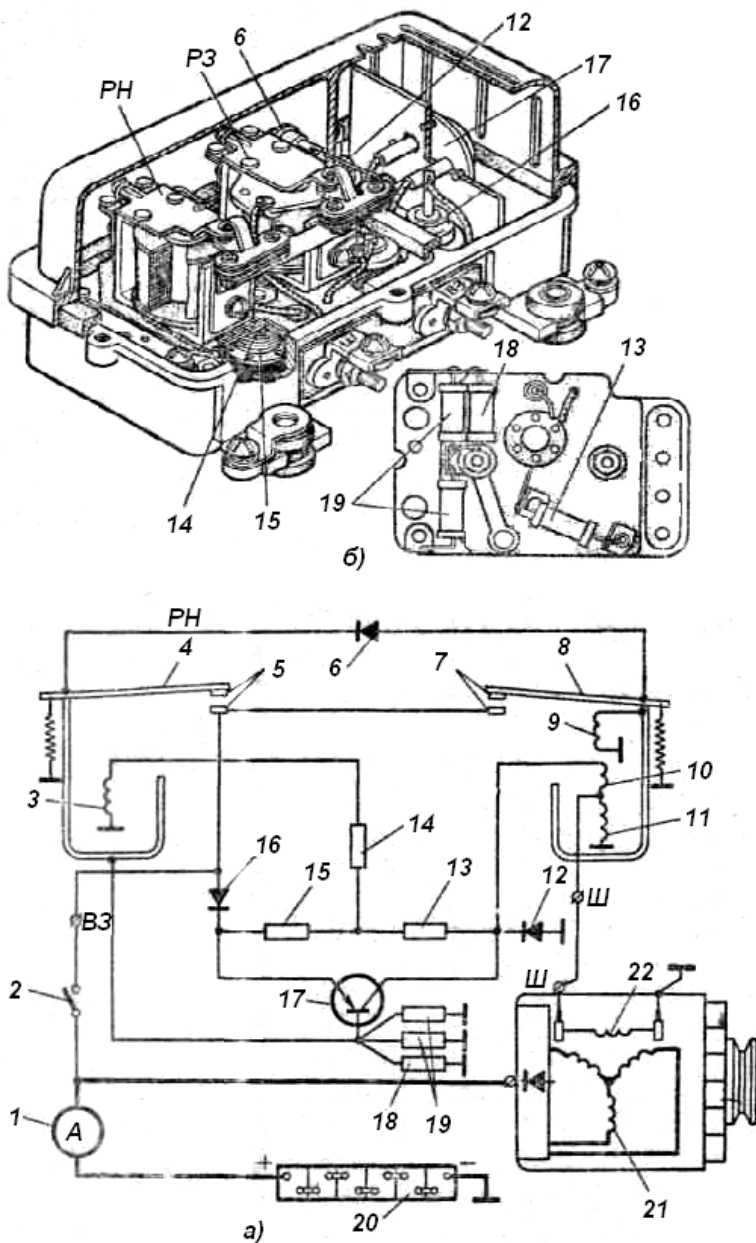


Рис. 2.90 – Контактно-транзисторний реле-регулятор РР-362:
 а) електрична схема; б) конструкція

Силовий ланцюг транзистора, включений у ланцюг обмотки збудження генератора, залежно від знака і величини напруги, прикладеної до емітера і бази, може мати різний опір – від десятих часток Ома (транзистор відкритий) до значної величини (транзистор закритий).

Емітер у схемі включення транзистора завжди з'єднаний із плюсом джерела струму, тобто має позитивний потенціал. Потенціал бази може бути різним за величиною і знаком. За зниження потенціалу бази стосовно емітера опір силового ланцюга транзистора (емітер-колектор) різко падає, і транзистор відкривається.

За підвищення потенціалу бази до величини, що наближається до потенціалу емітера, опір силового ланцюга (емітер-колектор) різко зростає і струм практично через неї не проходить (транзистор закритий).

У схемі реле-регулятора база транзистора 17 через опори 18 і 19 постійно підключена до маси, тобто має негативний потенціал, і з'єднана з ярмом реле напруги РН. Емітер через діод 16 зворотного зв'язку, що пропускає струм тільки в одному напрямку, з'єднаний із клемою ОЗ і через вимикач запалювання 2 може бути з'єднаний із плюсом джерел струму.

Колектор через послідовну обмотку 10 реле захисту РЗ і клеми Ш постійно підключений до початку обмотки збудження. Паралельно до силового ланцюга (емітер-колектор) транзистора 17 включені опори 13 і 15.

Зміна потенціалу бази транзистора, тобто керування його роботою (відкриття і закриття), залежно від режиму роботи генератора, здійснюється електромагнітним реле напруги РН, що має контакти 5, які замикаються, з якірцем 4 і одну обмотку 3, що намагнічує. Один кінець обмотки підключений до маси, тобто на мінус джерела струму, а інший через опори 14 і 15, діод 16, клему ВЗ і вимикач запалювання 2 – до плюсової клеми генератора.

Таким чином, обмотка 3 реле напруги включена паралельно до полюсів генератора і знаходиться під дією його напруги. Якір реле РН з'єднано з базою транзистора 17, нерухомий контакт реле – із плюсом генератора. За такого включення реле напруги в схему його контакти замикаються і розмикаються, залежно від зміни напруги генератора, змінюючи потенціал бази транзистора, тобто керуючи режимом його роботи.

При включенні запалювання і роботі двигуна за зниженого числа обертів контакти 5 реле напруги РН розімкнуті, при цьому база транзистора, з'єднана через опори 18 і 19 з мінусом джерел струму, має негативний потенціал, і перехід емітер-колектор транзистора від-

критий. Тому до обмотки збудження 22 генератора проходить струм по ланцюгу: вимикач запалювання 2 – діод 16 – силовий ланцюг транзистора 17 – послідовна обмотка 10 реле захисту РЗ – клема Ш і обмотка збудження.

Спочатку струм йде від плюсової клеми батареї (що прискорює зростання напруги генератора), а потім, коли його напруга перевищить напругу батареї, – від генератора. Струм від генератора піде також на підзарядку батареї. Підвищена сила струму збудження забезпечує необхідну напругу на полюсах генератора.

При досягненні генератором, унаслідок підвищення числа обертів двигуна і ротора, граничного значення напруги (13,8– 14,8 В) контакти 5 реле напруги РН під дією збільшення сили струму в обмотці 3 і намагнічування сердечника замкнуться. При цьому база транзистора з'єднається через ярмо, якірець 4 і контакти 5 реле з плюсом генератора. Потенціали бази й емітера транзистора вирівнюються, і він закривається.

В цьому випадку в ланцюг обмотки збудження будуть включені додаткові опори 13 і 15 (66,5 Ом), що різко знизить збудження, і напруга генератора упаде, викликаючи розмикання контактів реле і відмикання транзистора і т.д. Внаслідок коливання якірця 4 реле і зміни співвідношення часу перебування транзистора в закритому і відкритому станах напруга генератора буде підтримуватися стабільною за змінного числа обертів вала двигуна.

Реле захисту РЗ із замикаючими контактами 7 і послідовною 10, утримуючою 9 і зустрічною 11 обмотками захищає транзистор від перенапруг у випадку короткого замикання в ланцюзі обмотки 22 збудження (клеми Ш на масу).

Струм, що проходить за нормального режиму роботи з послідовної обмотки 10, розгалужуючись, йде не тільки до обмотки 22 збудження генератора, але і до маси зустрічної обмотки 11. Оскільки ці обмотки створюють протилежно спрямовані магнітні полюси, якірець 8 до сердечника не притягається і контакти 7 не замикаються.

При короткому замиканні обмотки збудження генератор відключається, і струм великої сили акумуляторної батареї починає проходити через транзистор і послідовну обмотку 10 реле захисту на масу, мінаючи обмотку 11 (тому що вона закорочується). Це викликає сильне намагнічування сердечника реле, що притягає якірець 8 і замикає контакти 7.

При цьому база транзистора 17 через ярмо реле напруги, роздільний діод 6, якірець 8 і контакти 7 реле захисту, нерухомих контакт реле

напруги і клеми ОЗ з'єднується з плюсовою клемою батареї. У цьому випадку потенціал бази буде позитивним, транзистор закривається і струм замикання проходить через опори 15 і 13, у результаті чого його сила знижується.

При замиканні контактів 7 реле захисту до послідовної обмотки 10 додатково підключається утримуюча обмотка 9, включена відповідно. Це сприяє тому, що якірець надійно утримує контакти в замкнутому стані до моменту усунення короткого замикання чи вимикання запалювання.

Роздільний діод 6 не пропускає струм через утримуючу обмотку 9 реле захисту при замиканні контактів 5 реле напруги.

Діод 12, включений у ланцюг послідовної обмотки 10 реле захисту РЗ паралельно до обмотки збудження 22, утворює з цими обмотками контур, що гасить, через який проходить струм самоіндукції, що виникає в обмотці 22 за різкого зменшення сили струму збудження. Напрямок цього струму збігається з напрямком струму, який протікає через обмотку збудження, він підсилюється, що може викликати без контуру пробій транзистора 17.

Внаслідок наявності транзистора через контакти електромагнітних реле проходить тільки невеликої сили струм керування, що зменшує їхнє іскріння і підгоряння, підвищуючи надійність роботи реле-регулятора.

Безконтактно-транзисторні прилади регулювання

Для регулювання напруги генератора змінного струму типу Г250-І з вбудованими випрямлячами застосовується безконтактно-транзисторний регулятор напруги РР-350 (автомобілі «Волга» ГАЗ-24, УАЗ, ЗИЛ-130, ЗИЛ-133 і тощо).

У цьому регуляторі виконавчим (регулюючим) органом є силовий транзистор 7 (рис. 2.91), включений у ланцюг збудження 23 генератора. Вимірювальний орган, що реагує на зміни напруги генератора і керує роботою силового транзистора, виконаний за безконтактною електронною схемою, що включає чутливий елемент – кремнієвий стабілітрон 15, два допоміжних транзистори 11 і 10, діод 9 і опору 8, 12, 22 і 21, а також нелінійний дільник (опору 13, 16, 17, 18 і дросель 19).

База регулюючого транзистора 7 (типу П217) через опір 8 (3 шт., включені паралельно – 17 Ом) приєднана до зовнішньої плюсової клеми регулятора і, крім того, через діод 9 (КД202-Т) – до вимірювального органу. Емітер регулюючого транзистора 7 через діод 6 зворотного зв'язку (КД202-У) також підключений до плюсової клеми регулятора.

Колектор транзистора 7 з'єднаний із клемою Ш регулятора, проводом із клемою Ш генератора (початок обмотки збудження 23). Плюсова клемка регулятора з'єднана через вимикач запалювання 3 із плюсовою клемою генератора 1 і через амперметр – із батареєю 2. Паралельно до обмотки 23 збудження підключений діод 4 (КД202-У) загасаючого контуру.

У вимірювальній електронній схемі чутливим елементом, що задає, є стабілітрон 15 (Д808), включений у зворотному напрямку і проникнений струмом за зворотної напруги (7-8 В). Стабілітрон знаходиться під напругою генератора, який змінюється.

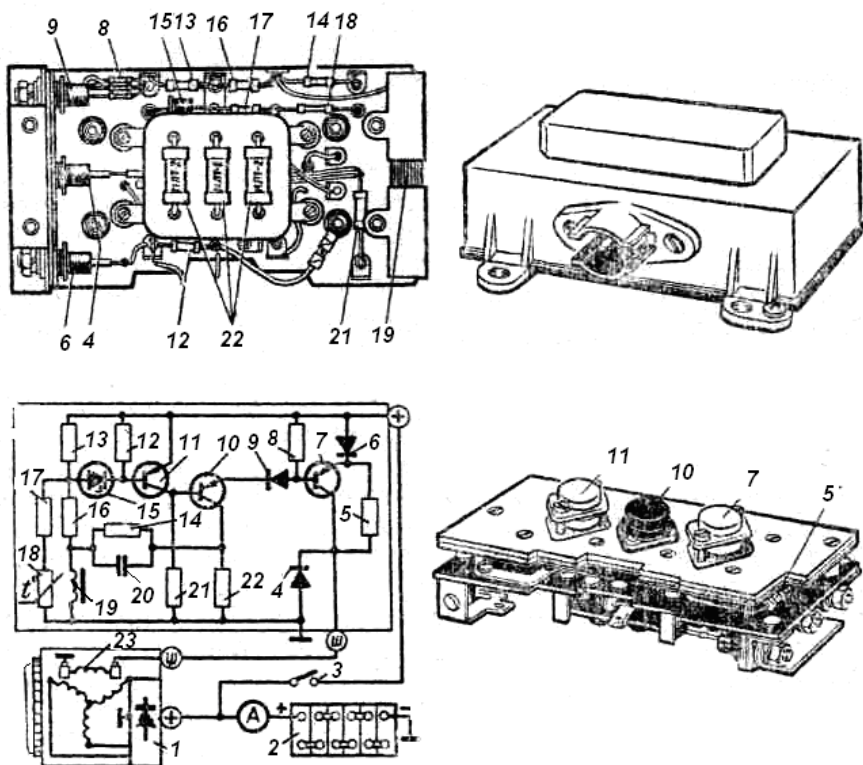


Рис. 2.91 – Схема безконтактно-транзисторного регулятора напруги PP-350

При включенні вимикача 3 запалювання і під час роботи генератора з малим числом обертів двигуна, коли напруга генератора не перевищує 13,2–14,5 В, стабілітрон 15 закритий і струм від генерато-

ра 1 через нього не проходить. При цьому база транзистора 11, з'єднана через опір 12 і плюсову клему регулятора з плюсовою клемою генератора, має позитивний потенціал, і транзистор закритий.

Внаслідок цього база транзистора 10, з'єднана через опір 21 з масою, має негативний потенціал, і емітер-колекторний перехід цього транзистора відкритий, з'єднуючи базу регулюючого транзистора 7 через діод 9 і опір 22 з масою. При цьому база силового транзистора 7 також має негативний потенціал, а його емітер-колекторний перехід відкритий.

Внаслідок цього струм у перший момент після включення запалювання від плюсової клеми батареї, а потім генератора проходить через діод 6, відкритий силовий транзистор 7 і клеми Ш до обмотки збудження генератора 1, забезпечуючи інтенсивне його збудження і швидке зростання напруги в потрібних межах. За збільшення числа обертів вала двигуна напруга генератора зростає, і як тільки вона досягає гранично припустимого значення (13,2–14,5 В), відбувається пробій стабілітрона 15, і через нього піде струм від генератора.

Унаслідок проходження струму через опір 12 і спадання напруги бази транзистора 11, вона має негативний потенціал стосовно емітера, і транзистор 11 відкривається. Через перехід емітер-колектор і опір 21 почне проходити струм. У результаті цього напруга на базі транзистора 10 підвищиться, і він закриється. База регулюючого силового транзистора 7 уже буде з'єднана не з масою, а через опір 8 із плюсовою клемою, і буде мати позитивний потенціал.

Перехід емітер-колектор силового транзистора 7 закриється, і струм до обмотки збудження генератора буде проходити через опір 5 (220 Ом), що різко знизить збудження генератора. Напруга генератора почне падати, і як тільки вона дійде до припустимого значення, стабілітрон 15 перестане пропускати струм генератора.

Це приведе знову до відкриття регулюючого силового транзистора 7, і всі процеси будуть повторюватися, підтримуючи напругу генератора стабільною за змінного числа обертів вала двигуна.

Інші елементи в електронній схемі виконують різні допоміжні функції. Так, включений у схему термістор 18 створює режим, необхідний для роботи стабілітрона 15 за коливань зовнішньої температури, що забезпечує необхідний зарядний режим акумуляторної батареї. Опір 14 і конденсатор 20 служать для більш чіткого переходу регулюючого транзистора з закритого стану у відкритий.

Діод 4, шунтуючий обмотку 2 збудження 23 генератора, утворює контур, що гасить, усуваючи перенапруги у регулюючому силовому транзисторі 7 під дією ЕРС самоіндукції обмотки збудження.

Введення в схему допоміжного транзистора 11 забезпечує нормальну роботу силового транзистора 7 за значного діапазону коливання температур.

Відсутність у регуляторі напруги контактів, що замикаються і розмикаються, значно підвищує надійність його роботи.

Догляд за приладами регулювання

Основні операції догляду за реле-регулятором з електромагнітними елементами наступні:

- 1) очищення і підтяжка кріплень;
- 2) перевірка стану контактів;
- 3) перевірка кріплення проводів;
- 4) регулювання приладів.

Контакти приладів за тривалої роботи окисляються і погано пропускають струм, тому їх необхідно перевіряти і періодично зачищати. Наконечники проводів у всіх клеммах приладів повинні бути чистими і щільно закріпленими.

Прилади регулюються зміною натягу пружини якорця і зазору між якорцем і сердечником та між контактами. Наприклад, у реле-регуляторі РР-130 у реле зворотного струму зазор між якорцем і сердечником за розімкнутих контактів повинен бути рівним 1,4-1,5 мм, а зазор у контактах за їхнього розмикання – не менше 0,25 мм. Контакти реле повинні замикатися за напруги 12,2-13,2 В, а розмикатися за зворотного струму силою 0,5-6,0 А.

У регулятора напруги й обмежувача струму зазор між якорцем і сердечником за замкнених контактів повинен бути 1,4-1,5 мм.

Регулятор напруги за сили струму навантаження 15 А, числа обертів якоря генератора 3000 у хвилину і за температури 20° С повинен підтримувати напругу в межах 13,8-14,8 В.

Обмежувач струму за числа обертів якоря генератора 3500 у хвилину повинен обмежувати силу струму навантаження в межах 26-30 А.

Для регулювання приладів є потреба у кваліфікованому персоналі і спеціальних установках. До основних несправностей приладів з електромагнітними елементами відносяться: окислювання контактів, постійне змикання контактів, несвоєчасне замикання контактів.

Якщо контакти реле зворотного струму замикаються несвоєчасно або зовсім не замикаються, генератор не включається в мережу, і акумуляторна батарея швидко розряджається. Крім того, можуть перегрітися і згоріти обмотки збудження генератора.

Зазначена несправність виникає унаслідок від'єднання тонкої обмотки чи реле через надмірний натяг пружини яркірця реле зворотного струму. За відсутності розмикання контактів реле акумуляторна батарея розряджається через обмотки генератора, що може привести до перегріву і згоряння обмоток генераторів та товстої обмотки реле.

Причиною несправності є прилипання контактів або ослаблення пружини.

У регуляторі напруги причиною відсутності розмикання контактів може бути занадто сильний натяг пружини чи великий зазор між сердечником і яркірцем. У цьому випадку може значно зрости напруга генератора за підвищеного числа обертів колінчатого вала двигуна.

Якщо ослаблений натяг пружини яркірця регулятора, то напруга генератора падає. При від'єднанні проводу від клеми Ш або сильному окислюванні її генератор не збуджується.

В обмежнику струму причиною відсутності розмикання контактів також може бути надмірний натяг пружини або збільшений зазор між сердечником і яркірцем. У цьому випадку при включенні великого числа споживачів генератор буде навантажуватися струмом надмірно великої сили, що може спричинити перегрів і згоряння його обмоток.

У безконтактно-транзисторних приладах регулювання потрібно стежити за щільністю штекерних зовнішніх роз'ємів і періодично перевіряти правильність підтримки регулятором необхідної напруги генератора.

Несправний реле-регулятор треба замінити і здати для перевірки та ремонту у спеціальну майстерню.

2.2.2 Система запалювання двигуна. Призначення й основні прилади батарейної системи запалювання

Робоча суміш, стиснута в циліндрах карбюраторного двигуна, спалахує від електричної іскри, яка проходить між електродами свічі запалювання.

Для отримання досить потужної електричної іскри в середовищі стиснутої робочої суміші й особливо в холодному двигуні необхідна висока напруга електричного струму (порядку 12000-15000 В).

Отримання струму високої напруги та її розподіл по циліндрах двигуна здійснюється приладами системи батарейного запалювання.

До приладів системи запалювання відносяться (рис. 2.92) котушка запалювання 2, переривник 4 струму низької напруги з конденсатором 5 і приборами для регулювання моменту запалювання, розподільник 3 струму високої напруги, свічі запалювання 6, опір 7 для усунення перешкод радіоприйому і вимикач (замок) 1 запалювання.

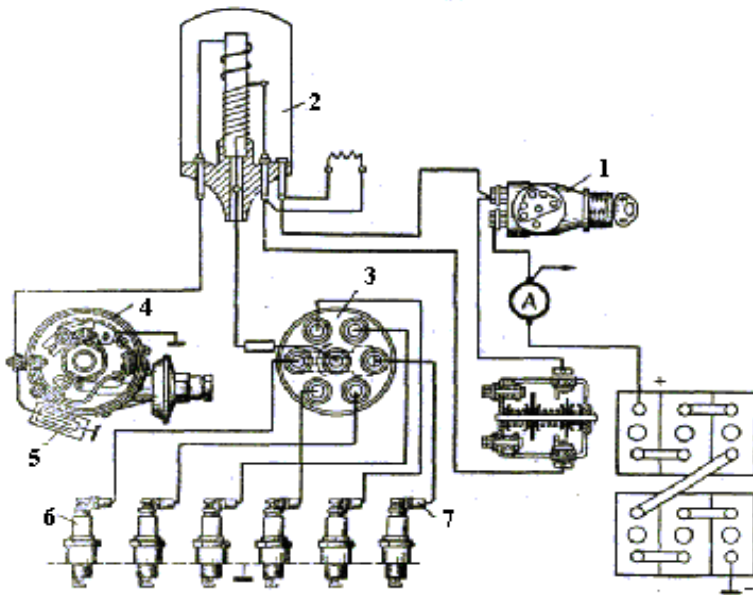


Рис. 2.92 – Схема батарейної системи запалювання

Струм низької напруги, який надходить від батареї генератора, за допомогою котушки запалювання 2 і переривника 4 з конденсатором 5 перетворюється у струм високої напруги.

Цей струм розподільником 3, відповідно до порядку роботи двигуна, направляється до свіч запалювання 6, які вкручені в отвір головки блока циліндрів двигуна і входять у середину камер згоряння, де між електродами свіч проскакує у потрібні моменти електрична іскра, що запалює стиснуту пальну суміш.

Вимикачем 1 можна розімкнути ланцюг від джерела струму і виключити запалювання.

Свічки запалювання

Свіча запалювання служить для одержання електричної іскри в циліндрі двигуна. На автомобілях застосовують нерозбірні свічі різних типів, які мають деякі конструктивні відмінності.

Основними частинами свічі запалювання (типу А7НТ) є наступні: корпус 8 (рис. 2.93, а) з боковим електродом 11, ізолятор 5 з центральним електродом 10, тепловідвідна шайба 7, шайба 4, контактна гайка 3 для приєднання наконечника проводу й ущільнювальне кільце 9 кор-

пуса. Корпус 8 виготовлений зі сталі і має зовні грані для ключа, а у нижній частині – різьблення.

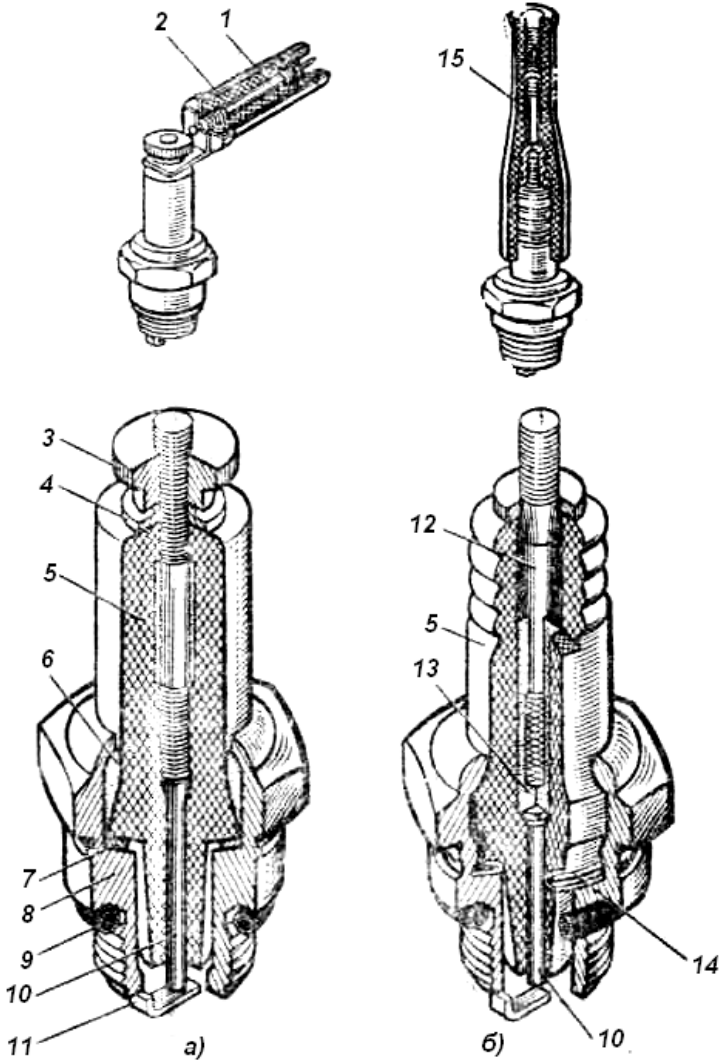


Рис. 2.93 – Свічі запалювання з опорами:

а) свіча А7НТ; б) свіча А15БС

Ізолятор свічі виготовлений зі спеціальної глиноземистої керамічної маси (який містить до 75% окису алюмінію), що має високі

показники електричного опору, механічної міцності і теплостійкості. Зовнішня поверхня ізолятора покрита емаллю.

В ізоляторі за допомогою нарізки і термостійкого цементу забитий металевий стрижень з вуглецевої сталі з привареним до нього центральним електродом 10.

Біля нижнього кінця центрального електрода розташований бічний електрод 11, приварений до нижньої частини корпусу. Електроди виготовляють з нікелемарганцевих або хромистих сплавів.

Ізолятор 5 встановлений у виточці корпусу на тепловідвідній латунній шайбі 7, наглухо закріплений завальцюванням верхнього борту корпусу й ущільнений шаром порошкоподібного струмонепровідного герметика 6.

Шайба 7 сприяє відводу тепла від ізолятора на корпус свічі і далі на масу головки блока, усуваючи перегрівання свічі при роботі.

У свічах А10НТ на ізоляторі зверху також встановлена ущільнювальна шайба. На верхньому кінці стрижня центрального електрода закріплена упорна шайба 4, і є різьблення з контактною гайкою 3 для приєднання кінцевика проводу від розподільника струму високої напруги.

У свічах А15БС ізолятор 5 (рис. 2.93, б) виготовлений з особливої якості керамічної маси-боркорунда (який містить до 95% окису алюмінію), що підвищує надійність роботи свічі.

Центральний стрижень 12 має на кінці контактну головку і не з'єднаний безпосередньо з центральним електродом 10, а закріплений в ізоляторі склогерметиком 13, який не проводить електричний струм.

Ізолятор встановлений у корпусі на тепловідвідній сталевій шайбі 14 і закріплений обпресуванням корпусу в гарячому стані і завальцюванням верхнього його борту.

У свіч цього типу верхня частина ізолятора, як правило, робиться ребристою для кращої тепловіддачі.

Свічу на мідному трубчастому ущільнювальному кільці 9 закручують в отвір головки блока циліндрів; при цьому нижня частина свічі з електродами входить у камеру згоряння.

Для двигунів різних типів застосовують свічі відповідного розміру і з визначеною тепловою характеристикою.

Основними розмірами свічі є діаметр і довжина частини, що вкручується, а також довжина нижнього конуса (спідниці) ізолятора.

Найчастіше застосовуються свічі з метричним різьбленням діаметром 14 мм.

Для нормальної роботи свічі має значення довжина нижнього (внутрішнього) конуса – юбки ізолятора. Якщо юбка ізолятора для

двигуна даного типу дуже довга і не відповідає його тепловому режиму, то вона під час роботи двигуна буде сильно нагріватися, і на ній можуть утворитися тріщини.

Крім того, унаслідок перегріву юбки ізолятора може статися передчасне запалення суміші (калільне запалювання).

Якщо юбка ізолятора дуже коротка, то температура її буде низькою й олива, що попадає на свічу при роботі двигуна, буде погано згоряти, у результаті чого свіча покриється нагаром, що порушить нормальну її роботу.

Нормальна температура юбки ізолятора свічі запалювання у працюючому двигуні повинна бути в межах приблизно 500-600° С.

Від довжини юбки ізолятора залежить тепла характеристика свічі – її калільне число, пропорційне середньому індикаторному тиску при роботі без виникнення калільного запалювання на спеціальному двигуні при відповідному іспитовому режимі.

Свічі з калільним числом нижче приблизно 10-12 відносяться до гарячих і застосовуються на низькошвидкісних двигунах з невисоким ступенем стиску.

Свічі з калільним числом вище 10–12 відносять до холодних, їх встановлюють на двигунах з великим числом обертів.

Свічі запалювання мають певну умовну позначку. В умовній позначці перша буква позначає розмір різьблення корпусу (А – різьблення М14х1,25, М – різьблення М18 Х 1,5), цифра – калільне число, останні букви – довжину різьбової частини корпусу: Н – 11 мм, Д – 19 мм (довжина 12 мм не позначається), виступання теплового конуса ізолятора за торець корпусу (У), герметизацію за з'єднанням ізолятор – центральний електрод термоцементом (Т).

Для усунення перешкод радіоприйому, які спричиняються струмами високої напруги при роботі двигуна, у високовольтний ланцюг включають подавляючі вугільні опори 8000-13 000 Ом.

Опори можуть бути включені в ланцюг, котрий йде до свіч, або у ланцюг, що йде від котушки запалювання до розподільника, або вбудовані безпосередньо у свічу запалювання.

Якщо подавляючий опір (типу СЕО-2) встановлено в ланцюзі, що йде до свічі запалювання, то він являє собою вугільний опір 1, вставлений в карболітовий корпус 2 (рис. 2.93), на якому закріплений наконечник для приєднання до свічі за допомогою контактної гайки.

Один кінець стрижня опору через пружину з'єднаний з наконечником, а інший кінець – із шурупом, що вкручується в жилу проводу високої напруги.

Застосовують також подавляючий опір (типу СЕ-14) з карболітовим корпусом 15, що насувається на свічу й утримується на різьбленні центрального стрижня свічі за допомогою пружинної дужки.

Для з'єднання клем розподільника запалювання з електродами свіч використовують спеціальні проводи високої напруги.

Застосовуються проводи з металевою жилою і гумовою або поліхлорвініловою ізоляцією (марки ПВВ), а також проводи марки ПВВО з поліхлорвініловою ізоляцією і неметалічною жилою, які не вимагають установки спеціальних опорів для зменшення радіоперешкод.

На спеціальних автомобілях високої прохідності встановлюють екрановані герметизовані свічі запалювання. У таких свічах корпус є подовженим трубчастим металевим екраном, що охоплює верхню трубчасту частину боркорундового ізолятора, у якій розташований стрижень з керамічною втулкою і подавляючим опором; контактна головка стрижня забита в ізоляторі.

До свічі на гумовій втулці, яка ущільнює, герметично приєднується провід, укладений у герметичний екрануючий шланг (наприклад, свіча СН307 із проводом ПВС-7 на автомобілі ЗІЛ-131).

Котушка запалювання

Котушка запалювання служить для перетворення струму низької напруги (6 чи 12 В) на струм високої напруги (18 000- 25 000 В). Схема отримання струму високої напруги в котушці показана на рис. 2.94.

Основними частинами котушки запалювання є сердечник 3, первинна 2 і вторинна 4 обмотки.

Первинна обмотка 2 виконана з товстого дроту (діаметром 0,8-1,0 мм) і має мале число витків (приблизно 300). Один кінець обмотки через переривник 6 підключений до маси, а інший – до джерела струму (батареї) 1.

Вторинна обмотка 4 складається з великого числа витків (приблизно 20 000) і для одержання невеликих розмірів котушки намотується з дуже тонкого дроту (діаметром 0,08-0,1 мм).

Один кінець вторинної обмотки з'єднаний через масу з бічним електродом свічі запалювання 5, а інший – з центральним електродом.

Коли контакти переривника 6 замкнуті, по первинній обмотці 2 котушки від акумуляторної батареї 1 проходить струм низької напруги. При цьому навколо обмотки створюється магнітне поле, посилюване залізним сердечником 3.

При розмиканні контактів переривника 6 струм у первинній обмотці зникає, і силові лінії зникаючого магнітного поля перетина-

ють витки вторинної обмотки 4. При цьому в кожному її витку виникає ЕРС.

Внаслідок того, що вторинна обмотка має велике число витків і усі вони з'єднані послідовно, на її кінцях виникає дуже висока напруга (18 000-25 000 В) за напруги первинного струму 12 В.

У результаті виникнення високої напруги між електродами свічі 5 запалювання, з'єднаними з вторинною обмоткою, проскакує сильна електрична іскра, що забезпечує запалення стиснутої в циліндрі суміші.

При замиканні контактів переривника 6 у первинній обмотці 2 знову з'являється струм і створюється магнітне поле, а при розмиканні знову індукується струм високої напруги у вторинній обмотці 4, яка підводиться до електродів наступної свічі за допомогою розподільника.

При розмиканні контактів переривника 6 силові лінії магнітного поля первинної обмотки 2 котушки перетинають також і її витки, й у ній індукується ЕРС самоіндукції, яка викликає появу в замкнутому первинному ланцюзі струму самоіндукції.

Цей струм при розмиканні ланцюга переривником має той же напрямок, що й основний струм, котрий йде по обмотці (суцільні стрілки на рис. 2.94). Внаслідок цього напруга в первинній обмотці в момент розмикання контактів значно зростає, у результаті чого з'являється сильне іскріння між контактами переривника. Під дією іскри контакти швидко обгоряють, що порушує нормальну роботу переривника.

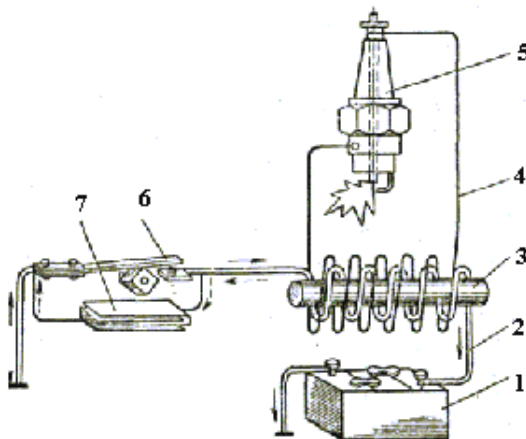


Рис. 2.94 – Схема отримання струму високої напруги в індукційній котушці

Крім того, у результаті появи іскри між контактами сповільнюється швидкість розмикання первинного ланцюга і різкість зміни магнітного поля, що приводить до зниження напруги струму, що індукується у вторинній обмотці, і зниження інтенсивності іскри у свічі.

Для поглинання енергії струму самоіндукції і зменшення іскріння між контактами переривника до нього приєднаний конденсатор 7.

Конденсатор складається з двох металевих листів (обкладок) і шару ізоляційного паперу, котрий розділяє аркуші. Одна обкладка з'єднана з нерухомим контактом переривника 6, а інша – з рухливим, тобто конденсатор включений паралельно до контактів переривника.

Конденсатор, маючи велику поверхню металевих обкладок, має значну електричну ємність. Внаслідок чого цей конденсатор при розмиканні контактів переривника 6 поглинає надлишкову електричну енергію струму самоіндукції і заряджається; результатом є те, що контакти переривника розмикаються майже без іскріння.

Обкладки конденсатора, з'єднані між собою через первинну обмотку котушки і джерело струму, одержують різні за знаком заряди, внаслідок чого після зарядки конденсатор швидко розряджається через первинний ланцюг.

При цьому струм розрядки конденсатора спрямований протилежно основному первинному струму (штрихові стрілки на рис. 2.94), що сприяє більш швидкому розмагнічуванню сердечника котушки і більш різкій зміні магнітного поля.

В результаті у вторинній обмотці створюється велика напруга і підвищується інтенсивність іскри між електродами свічі. Після розряду обкладки конденсатора знову заряджаються, але зарядами протилежного знака.

Потім знову відбувається розряд конденсатора і т.д. доти, поки електрична енергія, запасена в конденсаторі, не буде витрачена на різного роду втрати. Тому розряд конденсатора має коливальний загасаючий характер.

Цей розряд супроводжується коливаннями магнітного поля в котушці, впливаючи на вторинну обмотку і сприяючи збільшенню тривалості іскри, яка проскакує між електродами свічі.

Коливальний розряд відбувається з великою швидкістю, і до початку наступного розмикання контактів переривника конденсатор виявляється цілком розрядженим і підготовленим до наступного циклу.

На автомобілях застосовуються котушки запалювання двох типів: котушки, заповнені твердою ізолюючою компаундною масою (Б-1, Б-7А), і котушки, розраховані на більш високу напругу і залиті

трансформаторною оливою (оливнонаповнені), яке поліпшує надійність їх ізоляції і відвід тепла від обмоток (Б-13, Б-115 і Б-117). Котушки цих двох типів характеризуються різними обмотувальними даними і обладнані виносним додатковим опором.

У котушці запалювання Б-1 є залізний сердечник 9 (рис. 2.95), первинна обмотка 7, вторинна обмотка 5, кришка 15 із клемми, порцеляновий ізолятор 2, магнітопровід 3 і корпус 1.

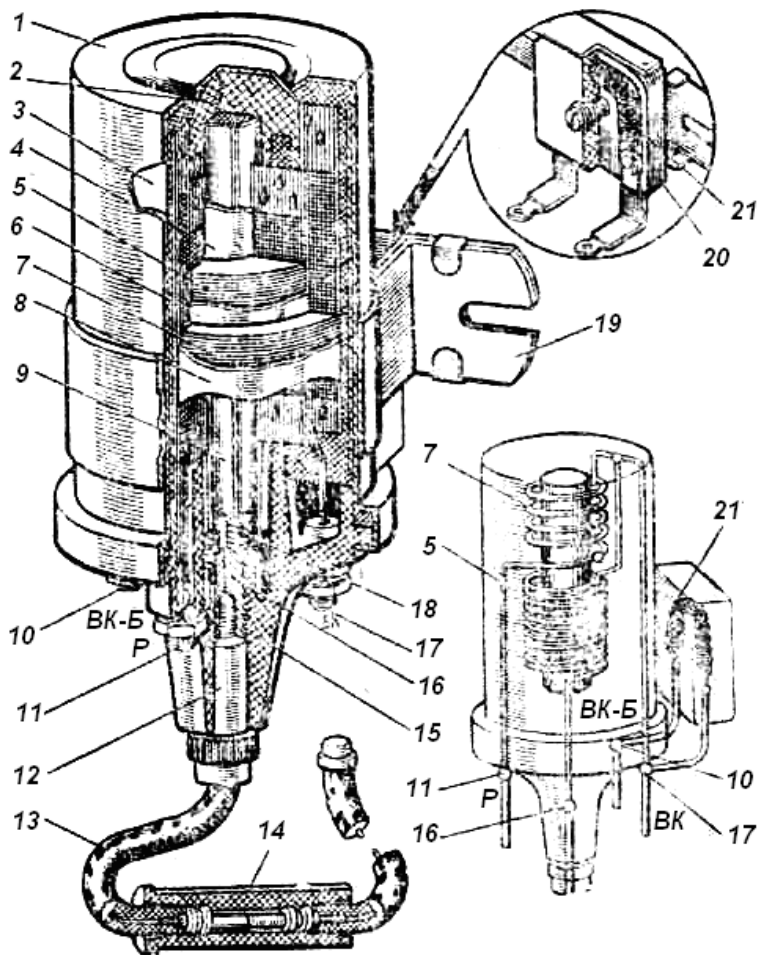


Рис. 2.95 – Котушка запалювання

Сердечник 9 набраний з окремих пластинок м'якого трансформаторного заліза для усунення виникнення в ньому вихрових струмів і вкладений в ізоляційну з промасленого картону трубку 4.

На сердечнику спочатку намотана вторинна обмотка 5, яка складається з великого числа витків (19 000) тонкого ізольованого дроту (діаметром 0,1 мм). Спаї обмотки чергуються із шарами ізоляційного (конденсаторного) паперу. Зовні вторинна обмотка надійно ізольована шарами лакотканини і кабельного паперу 6.

Зверху намотана первинна обмотка 7 з товстого ізольованого дроту (діаметром 0,75 мм), що має невелике число витків (330). Зовні обмотки котушки покриті також кабельним папером 5 і встановлені у сталевому суцільнотягнутому корпусі 1, у якого з однієї сторони глуха кришка, а з іншої – кришка 15 з ізоляційного матеріалу (карболіту) із клемами.

Краї корпусу встановлені на прокладці з оливо-бензостійкої гуми і наглухо завальцовані на буртику кришки. Над обмотками встановлений порцеляновий ізолятор 2, що усуває можливість замикання струму через ізоляцію обмоток на корпус. Навколо котушки у стінки корпусу прокладений магнітопровід, що представляє собою два напівциліндри 3 з м'якого заліза, у якому замикається магнітний потік сердечника котушки.

Обмотки котушки просочені трансформаторною оливою. Внутрішній простір між котушкою і корпусом заповнено ізоляційною масою – бітумним компаундом. На корпусі є скоба 19, що служить для закріплення котушки на автомобілі.

У карболітовій кришці 15 залиті три бічних (10, 11, 17) і одна центральна 16 латунні клеми. Один кінець первинної обмотки 7 котушки приєднаний до клеми 11 з міткою Р, а інший кінець – до клеми 17 з міткою ВК.

До цієї ж клеми приєднаний один кінець вторинної обмотки 5, а другий кінець її з'єднаний з центральною клемою 16 кришки через контактну пластину, що притискається до центральної клеми 16 пружиною 18.

Збоку на корпусі котушки між лапами скоби закріплений додатковий опір у виді окремого вузла, який складається з двох половин порцелянового ізолятора 20, у канавках якого розташована залізна спіраль 21. Вивідні пластини додаткового опору приєднані до клеми 17 котушки з міткою ВК на кришці і до клеми 10 з міткою ВК-Б. Розташування додаткового опору зовні поліпшує його охолодження при роботі.

У котушці запалювання, що має додатковий опір (варіатор), при роботі відбувається автоматичне регулювання первинного струму. Це забезпечується тим, що опір залізної спіралі, включеної послідовно в первинний ланцюг, змінюється залежно від її температури нагрівання.

Коли двигун працює з малим числом обертів, контакти переривника розмикаються рідко, і по первинній обмотці 7 котушки і через опір 21 проходить великої сили струм, що викликає нагрівання залізної спіралі.

При нагріванні спіралі її опір зростає, що знижує силу струму в первинному ланцюзі й усуває можливість перегріву обмотки.

За великого числа обертів колінчатого вала двигуна контакти переривника розмикаються дуже часто, і тривалість їхнього замкнутого стану значно скорочується, у результаті чого сила струму в первинній обмотці 4 знижується, зменшуючи інтенсивність іскри у свічах.

При цьому залізна спіраль прохолоджується й опір її, а отже, і опір усього первинного ланцюга знижується, тому сила струму первинної обмотки збільшується, забезпечуючи одержання більш високої напруги у вторинному ланцюзі і досить інтенсивної іскри у свічах запалювання.

При пуску двигуна стартером опір 21 виключається з первинного ланцюга шляхом замикання клем 10 і 17 спеціальним перемикачем, зв'язаним з педаллю чи кнопкою включення стартера. По первинній обмотці 7 при цьому буде проходити більший струм, і напруга у вторинному ланцюзі підвищується, що сприяє одержанню більш інтенсивної іскри у свічах і підвищенню надійності пуску двигуна.

До бокових клем котушки приєднуються проводи: Р – від розподільника запалювання; ВК – від вмикача або реле стартера; УК – Б від вмикача запалювання.

До центральної клеми приєднують за допомогою контактної наконечника 12 провід 13 високої напруги від центральної клеми розподільника запалювання. У провід звичайно включають подавляючий опір 14.

Котушка запалювання Б-7А має таку ж будову, але число витків вторинної обмотки збільшене до 22 500, діаметр проводу 0,07 мм.

Оливонаповнені котушки запалювання (Б-13, Б-115 і Б-117) влаштовані і працюють в основному так само, як розглянута вище котушка. З метою підвищення напруги вторинного струму, обмотувальні дані котушок змінені: так, у котушки Б-13 первинна обмотка має 270 витків, діаметр проводу 0,75 мм; вторинна обмотка 26 500 витків, діаметр проводу 0,07 мм.

Для збільшення надійності роботи котушки за підвищеної напруги вторинного струму поліпшена ізоляція обмоток, і внутрішній простір її заповнений замість компаундної маси рідким діелектриком – трансформаторною оливою. Котушки даного типу застосовують на двигунах з підвищеним ступенем стиску. Оливонаповнену котушку закріплюють на автомобілі карболітовою кришкою догори.

На спеціальних автомобілях високої прохідності встановлюють екрановані герметичні котушки.

Переривник струму низької напруги та розподільник струму високої напруги

Переривник служить для розмикання і замикання первинного ланцюга котушки запалювання, а розподільник – для напрямку струму високої напруги до свіч, відповідно до порядку роботи двигуна.

Переривник і розподільник зібрані разом в одному приладі, який називається розподільником, і приводяться до дії одним валиком.

У розподільнику Р-13 (рис. 2.96), встановленому на автомобілях ГАЗ-53А, ГАЗ-66, є валик 19, нерухомий диск 11, рухливий диск 12 з контактами 8 і 21 переривника, кулачок 24 переривника, конденсатор 6, пластини з гайками 17 для ручного регулювання моменту запалювання, відцентровий регулятор випередження запалювання з грузиками 20, вакуумний регулятор 5 випередження запалювання, ротор 3 розподільника і кришка 4 із гніздами для проводів.

Корпус 13 розподільника виготовлений з чавуну і служить підставкою для установки всіх його частин. У припливі корпусу на втулках поставлений валик 19. Для змащення підшипників валика наявна ковпачкова оливничка 14.

Верхній кінець валика через механізм відцентрового регулятора випередження запалювання з втулкою 26 з'єднаний з кулачком 24 переривника, число граней якого дорівнює числу циліндрів двигуна.

На нерухомому диску 11, закріпленому в корпусі, на шарикопідшипнику 28 установлений рухливий диск 12 із переривником, який складається з рухливого контакту 21, закріпленого на хитному важільці, і нерухомого контакту 8, закріпленого у кронштейні 10. Рухливий важілець з контактом (молоточок) 21 встановлений своєю ізоляційною текстолітовою колодкою на осі 23, закріпленою в рухливому диску.

Переміщенням кронштейна з нерухомим контактом регулюють зазор між розімкнутими контактами. Цей зазор повинен бути рівним 0,30-0,40 мм.

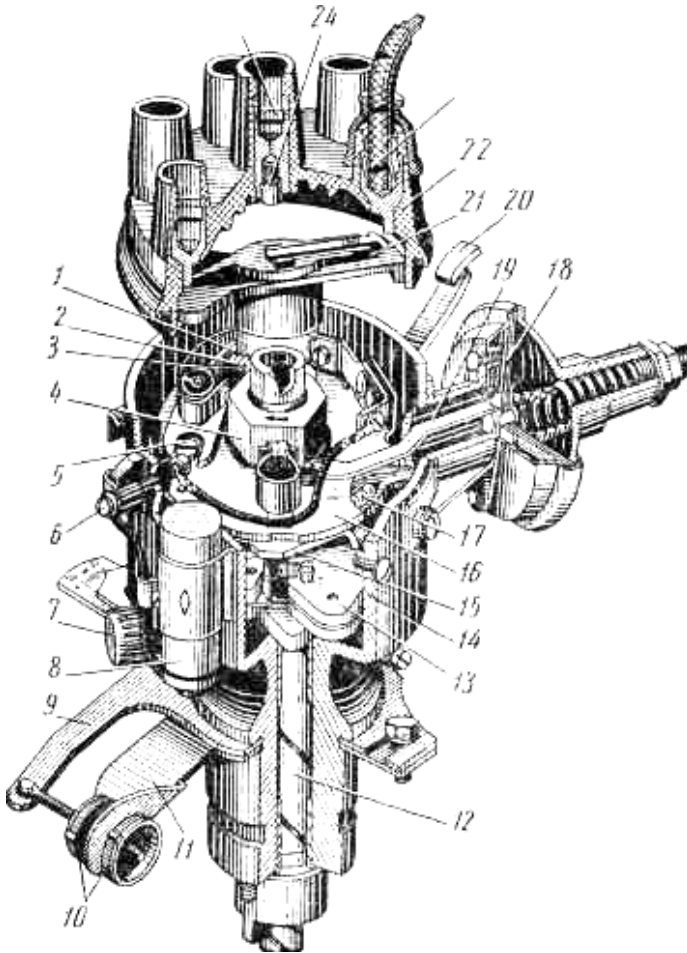


Рис. 2.96 – Переривник-розподільник запалювання

Виступ текстолітової колодки молоточка притискається до граней кулачка 24 плоскою сталеву пружиною. Молоточок через пружину і провідник з'єднаний з ізолюваною клемою 9 на корпусі. До клемі приєднаний провід від котушки запалювання.

Нерухомий контакт 3 переривника (ковадло) із кронштейном 10, закріпленим гвинтом на рухливому диску, з'єднаний з масою.

Кронштейн 10 з нерухомим контактом можна переміщати шляхом повороту ексцентричного гвинта 22, вкрученого в диск і вхідного у виріз кінця кронштейна.

Відрегулювавши положення кронштейна з нерухомим контактом, стопорять кронштейн гвинтом 29, що входить у його проріз і вкручений у рухливий диск.

Для змащення граней кулачка на рухливому диску дужкою закріпленій повстаний гніт 7, що доторкається до кулачка. Крім того, гніт також встановлений у верхній частині розподільника, у виточенні втулки 26.

Конденсатор 5, поміщений у металевий корпус, закріпленій на рухливому диску. Обкладки його з'єднані проводами з масою і молоточком, тобто підключені паралельно контактам переривника.

У розподільниках деяких типів конденсатор закріпленій зовні на корпусі.

Внизу корпусу є пластини 16 і 18 з регулювальними гайками 17, що призначені для ручного корегування кута випередження запалювання (октан-коректор).

Верхня пластина 16 з покажчиком прикріплена гвинтами до корпусу розподільника, а нижня 18 з нанесеною на ній шкалою, – гвинтом наглухо до двигуна.

Збоку до корпусу прикріпленій вакуумний регулятор 5 випередження запалювання. Тяга 25 вакуумного регулятора з'єднана з рухливим диском 12 переривника.

Зверху на втулці кулачка 24 закріпленій карболітовий ротор 3 розподільника з металевою пластиною.

На корпусі розподільника встановлена карболітова кришка 4, закріплена засувками. У кришці є центральна клема 1, з'єднана за допомогою вугільного контакту 2 (щітки) з металевою пластинкою ротора, і бокові клеми 27.

При обертанні ротора кінець пластини проходить біля внутрішніх електродів бокових клем кришки з зазором 0,25 мм.

Центральна клема 1 кришки з'єднана з клемою вторинної обмотки котушки запалювання, а бічні клеми 27 – зі свічами запалювання.

Розподільник Р-13 установлений хвостовиком корпусу у гніздо блока-картера двигуна в задній його частині і закріпленій на блоці гвинтом за допомогою нижньої пластини 18 октан-коректора.

Валик розподільника з'єднаний із проміжним валиком, шестірня якого зчеплена з приводною шестернею розподільного вала. Валик розподільника обертається в 2 рази повільніше колінчатого вала.

Розподільники в основному аналогічної конструкції встановлюють і на інших автомобілях (Р-4 – на автомобілях ЗІЛ-130, Р-10 і Р-118 на автомобілях «Москвич», РР-119Б на автомобілі «Волга» ГАЗ-24 і т.д.).

Розподільник Р-125 (автомобіля «Жигулі») має подовжену кришку і ротор, виконаний у виді диска. Октан-коректор оснащується регулювальною гайкою.

Пристрій для регулювання моменту запалювання робочої суміші

Момент запалювання робочої суміші дуже впливає на ефективність роботи двигуна, тобто на його потужність і економічність.

Пізнім запалюванням робочої суміші називається запалювання її в той момент, коли поршень знаходиться у ВМТ наприкінці такту стиску.

При пізньому запалюванні і за середніх чисел обертів вала двигуна суміш не буде встигати спалахувати і згорати до початку робочого ходу, а горіння суміші буде продовжуватися вже на початку руху поршня вниз.

Внаслідок цього знижується тиск газів на поршень, що знижує потужність і економічність двигуна. Крім того, значно перегрівається двигун і нагрівається випускний трубопровід, оскільки палаюча суміш, стикаючись з великою поверхнею циліндрів, значну частину тепла віддає охолоджувальній воді і частково догорає при випуску.

Раннім запалюванням суміші називається запалювання її раніше приходу поршня у ВМТ. За надмірно раннього запалювання відбувається передчасне запалення і згорання суміші, унаслідок чого тиск газів діє проти руху поршня до ВМТ, що сильно знижує потужність та економічність двигуна і супроводжується стукотами поршневих пальців, які ведуть до посиленого зносу деталей.

Раннє запалювання може бути причиною виникнення детонації палива.

Під час роботи двигуна запалювання повинно відбуватися в той момент, коли поршень при ході стиску ще не досяг ВМТ, щоб суміш встигала запалитися до початку ходу поршня вниз.

Кут, на який повинен повернутися кривошип колінчатого вала і який відповідає ходу поршня від моменту запалювання до ВМТ, називається **кутом випередження запалювання**.

Кут випередження запалювання повинен змінюватися залежно від числа обертів колінчатого вала і навантаження двигуна. За підвищення числа обертів колінчатого вала двигуна час, що відводиться на процес згорання суміші, зменшується, тому кут випередження запалювання повинен відповідно збільшуватися.

Під час пуску двигуна необхідно встановлювати саме пізніше запалювання, що усуває можливість обертання колінчатого вала у зворотну сторону й удару в руку при пуску двигуна пусковою рукояткою.

За зменшення навантаження двигуна дросельну заслінку карбюратора прикривають, і в циліндри надходить менше пальної суміші. Внаслідок цього забруднення суміші відпрацьованими газами і газами, і що залишаються в камері згорання, зростає - і суміш у циліндрах горить повільно. Тому для своєчасного згорання суміш потрібно запалювати раніше.

Таким чином, за зменшення навантаження кут випередження запалювання необхідно збільшувати, а за зростання навантаження – зменшувати.

Для регулювання кута випередження запалювання застосовують відцентровий і вакуумний регулятори.

Відцентровий регулятор автоматично змінює кут випередження запалювання залежно від числа обертів вала двигуна. Регулятор розташований у нижній частині корпусу розподільника і складається з тягової пластини, закріпленої на валику, грузиків, розташованих на осях, закріплених у пластині і стягуючих пружинах, і траверси з кулачком переривника, установлені вільно на кінці валика. Пальці 6 грузиків входять у прорізи траверси.

Обертання від валика передається кулачку через відцентровий регулятор. За малого числа обертів валика грузики, стягнуті пружинами, знаходяться у вихідному положенні. За підвищення числа обертів колінчатого вала і валика розподільника грузики під дією зростаючої відцентрової сили, переборюючи опір пружин, починають розходитися і повертатися на осях.

При цьому пальці грузиків, переміщуючись у прямокутних прорізах траверси, повертають її разом з кулачком у бік обертання валика. Кулачок своїми виступами робить більш раннє розмикання контактів переривника, і кут випередження запалювання збільшується.

У випадку зменшення числа обертів грузики, що стягаються пружинами, сходяться і повертають траверсу з кулачком у зворотню сторону, зменшуючи кут випередження запалювання.

Вакуумний регулятор змінює кут випередження запалювання залежно від навантаження двигуна. Регулятор (рис. 2.97, а) складається з корпусу 4, діафрагми 5 з тягою 3 і пружини 6. Корпус регулятора закріплений на корпусі 2 розподільника. Діафрагма 5 підтиснута до корпусу розподільника пружиною 6.

Тяга 3 діафрагми з'єднана з пальцем рухливого диска 1 переривника для полегшення його обертання, встановленого на шарикопідшипнику, на нерухомому диску. Камера корпусу за діафрагмою за допомогою трубки 7 з'єднана з впускним патрубком карбюратора через отвір, розташований за дросельною заслінкою.

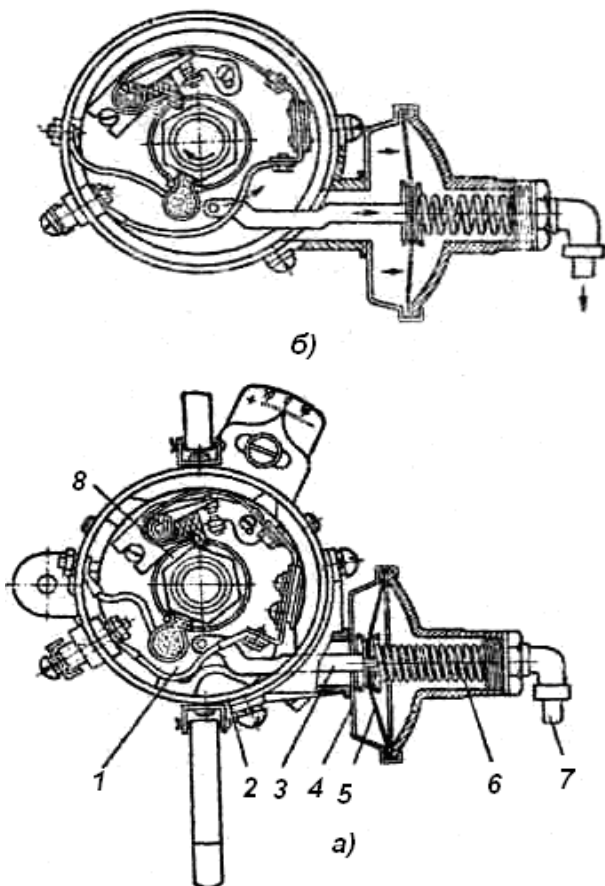


Рис. 2.97 – Вакуумний регулятор випередження запалювання

У випадку зменшення навантаження двигуна дросельну заслінку карбюратора прикривають, і розрідження за нею зростає. Це розрідження по трубці 7 передається в камеру регулятора, і діафрагма 5 під дією атмосферного тиску прогинається, переборюючи опір пружини 6.

При цьому діафрагма за допомогою тяги 3 повертає диск 1 переривника в бік, протилежний обертанню кулачка 8, внаслідок чого кут випередження запалювання збільшується (рис. 2.97, б).

За збільшення відкриття дросельної заслінки розрідження за нею знижується, і діафрагма 5 під дією пружини 6 переміщається у зворотну сторону, повертаючи диск 1 у бік обертання кулачка 8, і кут випередження запалювання зменшується.

Крім перерахованих пристосувань, що автоматично змінюють кут випередження запалювання залежно від режиму роботи двигуна, у розподільниках наявний ще октан-коректор. Цей пристрій необхідний для уточнення моменту запалювання під впливом яких-небудь постійно діючих факторів (октанове число палива, тривала робота з перевантаженнями і т.д.).

Для цього на хвостовику корпуса розподільника Р-13 закріплена гвинтами пластина 16 (рис. 2.96) із вказівною стрілкою. Важіль пластини з'єднаний гвинтом і двома регулювальними гайками 17 з нерухомою пластиною 18, прикріпленою гвинтом до блока двигуна.

На кінці цієї пластини нанесена шкала в градусах кута повороту корпуса розподільника. Обидві пластини стягуються заклепкою 15 із пружиною. Заклепка проходить через проріз на верхній пластині і закріплена в нижній.

Ручне регулювання кута випередження запалювання виконується поворотом корпуса розподільника шляхом закручування однієї з гайок 17 за відпущеної іншої гайки. Величину повороту корпуса визначають за шкалою октан-коректора. Після регулювання другу гайку затягують рукою до упору.

З'єднання пластин октан-коректора з корпусом розподільника чи з блоком двигуна допускає поворот корпуса вручну, що необхідно для забезпечення його правильного положення при установці запалювання.

У розподільників деяких типів регулювальні гвинти у пристрої октан-коректора відсутні. Пластину з корпусом повертають вручну. У розподільника Р-125 для цієї мети є регулювальна гайка.

На спеціальних автомобілях високої прохідності застосовують екрановані герметизовані розподільники запалювання, що можуть працювати під водою (наприклад, при подоланні автомобілем броду).

Усі з'єднання корпуса розподільника і кришки, виводи проводів низької і високої напруги надійно герметизовані. Зверху до корпуса над кришкою прикріплений екранований ковпак.

Внутрішня порожнина розподільника примусово вентилується, для чого до корпуса приєднують шланги вентиляції (наприклад, розподільник Р-102 автомобіля ЗІЛ-131).

Вимикач (замок) запалювання

Вимикач (замок) запалювання служить для відключення приладів системи запалювання від джерел струму чи для їх включення. Вимикач запалювання має замок з індивідуальним ключем. У більшості

автомобілів вимикач (замок) запалювання сполучений із вмикачем стартера, а також використовується для включення радіоприймача.

Вимикач такого типу (ВК-ЗЗОА) має металевий корпус, в якому встановлений замок, що складається з запірного циліндра і замкових пластин. Циліндр в осьовому напрямку фіксується стопорним кільцем.

У проріз замка вставляється ключ, що своєю фігурною крайкою, приводячи у певне положення пластини, відмикає замок. Корпус за допомогою гайки закріплюють на панелі приладів автомобіля.

Наприкінці циліндричної частини корпусу укріплена ізоляційна підставка з контактними пластинами і клемами – однією центральною і трьома бічними. До центральної клеми приєднуються проводи від джерел струму (клема АМ), а до бічних - від котушки запалювання (КЗ), від радіоприймача (ПР) і від реле включення стартера (СТ).

В середині корпусу встановлений виконаний з ізоляційного матеріалу поворотний ротор із прикріпленою до нього контактною пластиною, що має постійне ковзне з'єднання під дією пружини з центральною клемою.

При повороті ключа пластина входить у контакт із бічними пружними контактними пластинами, з'єднаними з боковими клемами. Ротор з'єднаний з циліндром замка і постійно підтиснутий до підставки пружиною.

У встановленому положенні ротор закріплюється кульковим фіксатором. При повороті ключа з нейтрального положення у положення І замикаються відповідні контакти замка і включаються електричні ланцюги.

На автомобілях, де радіоприймач відсутній і стартер включається кнопкою або ногою педаллю, використовують замок більш простої конструкції.

2.3 Трансмсія автомобіля

Загальне влаштування

Трансмсія автомобіля служить для передачі обертового моменту від двигуна до тягових коліс, змінюючи його за величиною і напрямком. На вантажних автомобілях тяговими є задні колеса. Трансмсія цих автомобілів складається із зчеплення, коробки передач, карданної передачі, головної передачі, диференціала і приводних валів – півосей (рис. 2.98). Через ці вузли й агрегати і передається крутільний момент.

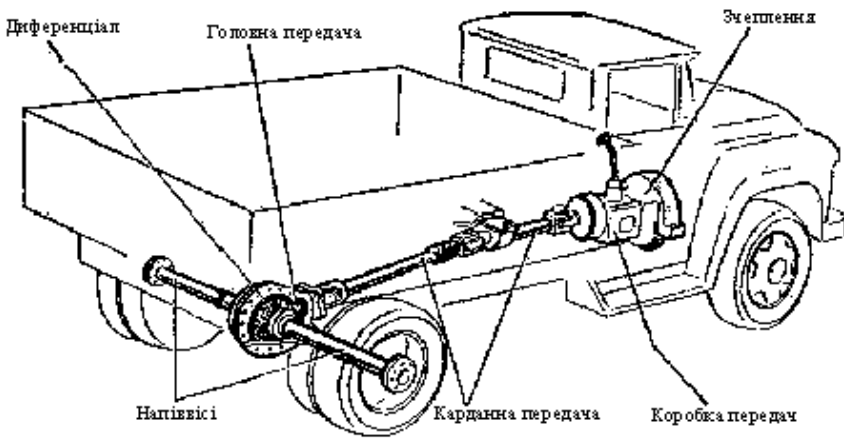


Рис. 2.98 – Трансмісія автомобіля з одним (заднім) тяговим мостом

На автомобілях підвищеної прохідності тяговими є передній і задній мости. У трансмісії такого автомобіля, крім перерахованих механізмів, є: роздавальна коробка, додатковий карданний вал і передній тяговий міст із головною передачею, диференціалом і півсями з карданами (рис. 2.99).

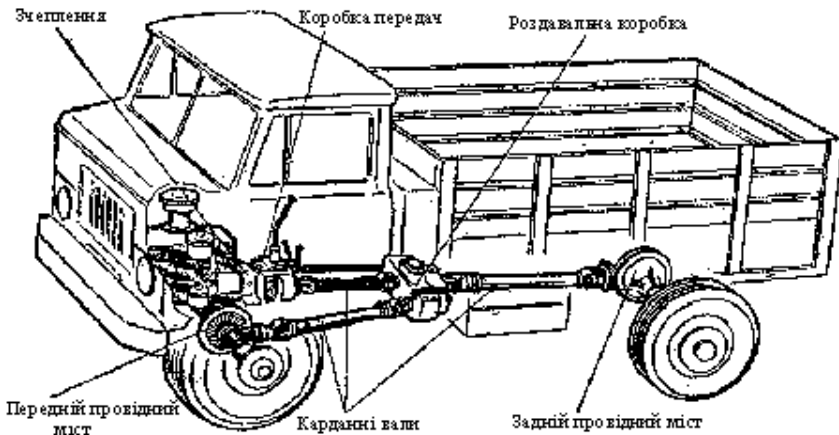


Рис. 2.99 – Трансмісія автомобіля з переднім і заднім тяговими мостами

На автомобілі КамАЗ установлюють проміжний і задній тягові мости. Обертальний момент на задній тяговий міст передається від проміжного моста карданним валом.

2.3.1 Загальне влаштування зчеплення автомобіля

Зчеплення призначене для передачі обертального моменту від двигуна, тимчасового відокремлення двигуна від трансмісії і плавного їх з'єднання при переключенні передач і рушанні автомобіля з місця.

Робота механізму зчеплення базується на використанні сил тертя. На рис. 2.100 показано принципове влаштування механізму зчеплення. Тяговий диск з'єднаний з маховиком, а тяжкий посаджений на тяговому валу коробки передач.

Диски стискаються пружинами й у результаті виникнення між ними сили тертя обертальний рух передається від двигуна на тяговий вал коробки передач. Плавність включення забезпечується за рахунок прослизання дисків до моменту повного притиснення їх один до одного.

На автомобілях установлене сухе, постійно замкнуте зчеплення. "Сухим" зчеплення називається тому, що для забезпечення передачі обертального моменту поверхні натискного і тяжного дисків повинні бути сухими.

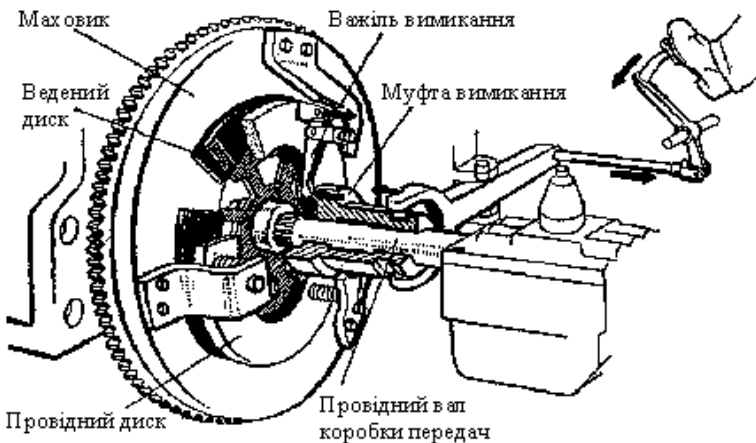


Рис. 2.100 – Схема дії зчеплення

"Постійно замкнутим" воно називається тому, що тяговий і тяжний диски завжди притиснуті і розтискаються тільки на короткий час при переключенні передачі чи гальмуванні автомобіля. Крім дисків, до зчеплення відносяться кожух, вилка, важіль вимикання, натискні пружини і привід зчеплення (рис. 2.101).

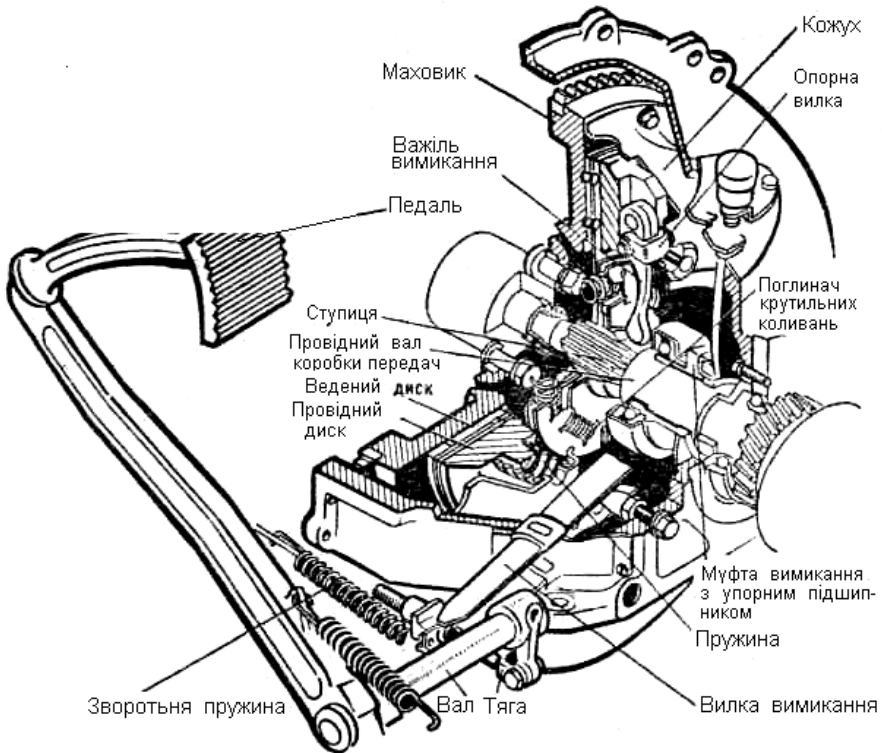


Рис. 2.101 – Влаштування однодискового зчеплення

Кожух зчеплення виштампуваний зі сталі і закріплений до маховика болтами. У середині до кожуха на опорних болтах кріпляться важелі вимикання, зовнішні кінці яких шарнірно з'єднані з натискним диском. Завдяки такому кріпленню тяговий диск може переміщатися, віддаляючись від кожуха чи наближаючись до нього, обертаючись разом з маховиком. Між тяговим диском і кожухом зчеплення по окружності розміщені пружини, що затискають тяжний диск між тяговим і маховиком.

Для установки пружин на кожусі і тяговому диску виконані виступи і гнізда. На тяговому диску в місцях установки пружин знаходяться теплоізолюючі прокладки, що захищають пружини від нагрівання.

Зчеплення автомобіля ЗІЛ-130 (рис. 2.102) складається з одного тяжного диска, посаженого на шліцьовому кінці тягового вала коробки передач, кожуха зчеплення, прикріпленого до маховика болтами, тяжного диска, прикріпленого до кожуха чотирма парами пружинних пластин, через які передається обертальний момент від кожуха, чотирьох важелів вимикання, прикріплених до кожуха опорними вилками.

Зовнішні кінці важелів шарнірно зв'язані з виступами тягового диска. Важелі вимикання кріпляться до опорних вилок кожуха і виступів тягового диска пальцями на голчастих підшипниках. Опорна вилка на кожусі закріплена гайкою зі сферичною поверхнею.

Тяжний сталевий диск із фрикційними накладками з'єднаний з маточиною за допомогою гасителя крутильних коливань. Фрикційні накладки з азбестової пластмаси до тяжного диска кріпляться заклепками, головки яких утоплені.

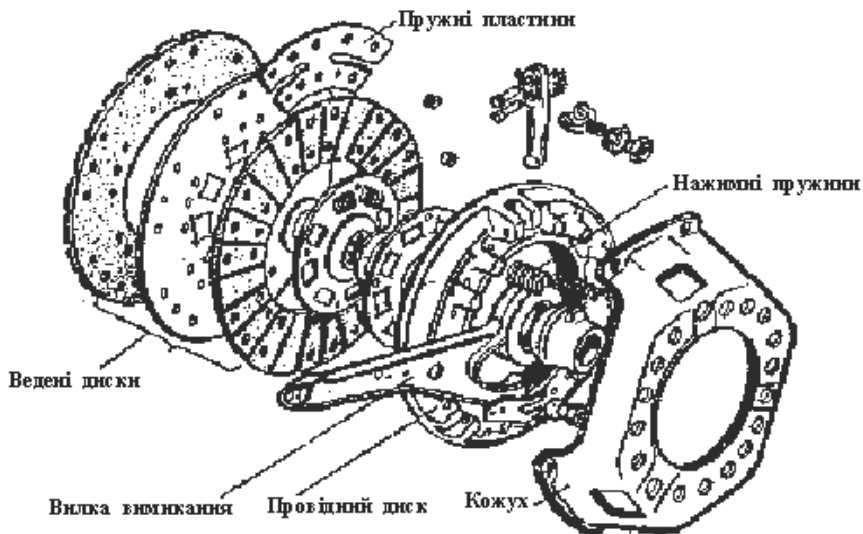


Рис. 2.102 – Зчеплення автомобіля ЗІЛ-130

Гасник крутильних коливань складається з двох дисків, що мають по вісім радіальних отворів, і восьми пружин з опорними пласти-

нками. До важкого диска прикріплене кільце гасителя крутильних коливань з вісьма прорізами, що збігаються з такими ж прорізами на важному диску. Сталеві диски гасника коливань прикріплені до маточини важкого диска.

В отвори дисків гасника і важкого диска встановлені пружини з опорними пластинами. Зовні гаситель закритий оливовідбивними шайбами. Крутильні коливання гасяться за рахунок тертя між сталевими дисками гасника і пружності його пружин.

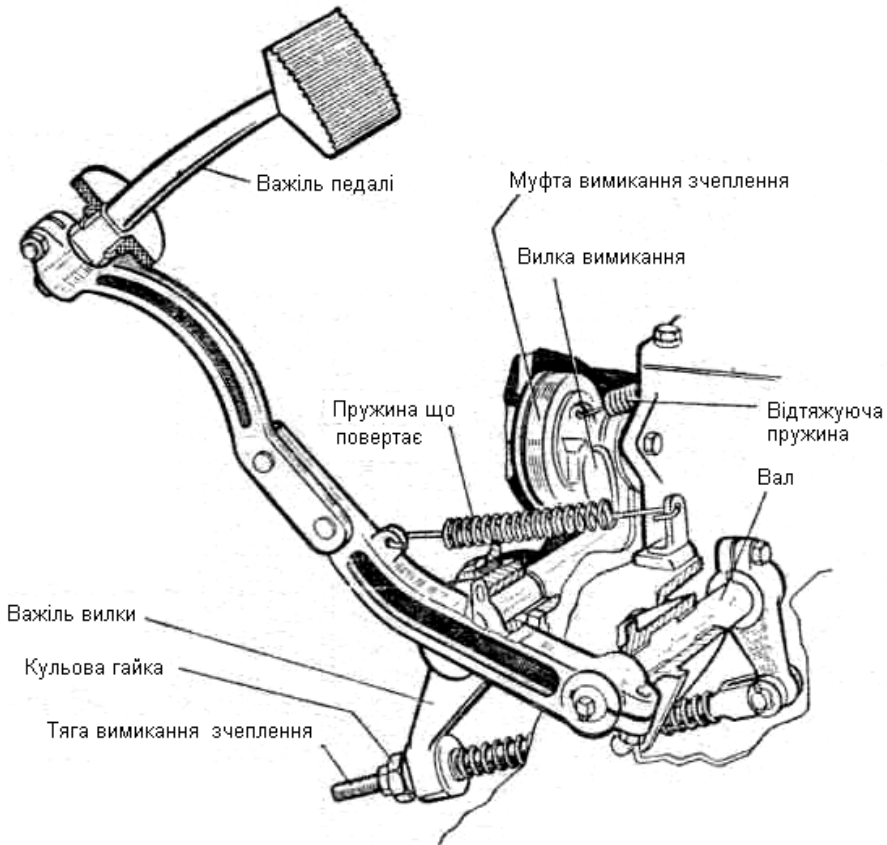


Рис. 2.103 – Механізм вимикання зчеплення

Зчеплення автомобіля ГАЗ-53А також однодискове сухе. Відмінність від зчеплення автомобіля ЗІЛ-130 полягає в тім, що оберта-

льний момент від кожуха зчеплення до важного диска передається через виступи тягового диска і важільці.

Крім того, фрикційні накладки важного диска з однієї сторони прикріплені не безпосередньо до диска, а через пружні пружинні пластини. Натискних пружин у ГАЗ-53А – 12.

Зчеплення автомобіля КамАЗ сухе дводискове з автоматичним регулюванням положення середнього тягового диска.

Механізм вимикання зчеплення може мати механічний чи гідравлічний привід із пневматичним підсилювачем.

На автомобілі ЗІЛ-130 механізм вимикання зчеплення (рис. 2.103) складається з педалі, поворотної пружини, валика з важелем, тяги, важеля вилки вимикання зчеплення, качани, муфти з упорним кульковим підшипником і відтяжною пружиною.

Натисканням на педаль зчеплення за допомогою тяги і валика з вилкою переміщається упорна муфта з упорним підшипником. Упорний підшипник натискає на внутрішні кінці важелів вимикання, до відтягнення диску, звільняючи важкий диск, – зчеплення виключається.

Для включення зчеплення педаль відпускають, муфта з підшипником під дією поворотної пружини відводиться, звільняє важелі вимикання і тяговий диск, притискаючи пружинами убік маховика, затискає важкий диск, – зчеплення включається.

В автомобілі ГАЗ-53А, на відміну від автомобіля ЗІЛ-130, кулак вимикання кріпиться на кульовій опорі. Дія механізму вимикання зчеплення подібна до описаного вище.

На автомобілі КамАЗ механізм застосовується вимикання зчеплення з гідравлічним приводом і пневмопідсилювачем (рис. 2.104). Привод складається з педалі зчеплення, відтяжної пружини, головного циліндра, пневматичного підсилювача, трубопроводів і шлангів і важеля вилки вимикання зчеплення. У головному циліндрі розташовується поршень з манжетами і пружиною.

Пневматичний підсилювач приводу вимикання зчеплення служить для зменшення зусилля на педаль зчеплення при його вимиканні. Підсилювач складається з двох корпусів, між якими затиснута діафрагма пристрою, що стежить. У корпусі розташований пневматичний, гідравлічний поршні і поршень, що стежить. При натисканні на педаль зчеплення тиск рідини з головного циліндра передається по трубопроводах і шлангах до пневмопідсилювача приводу зчеплення на гідравлічний поршень і поршень, що стежить.

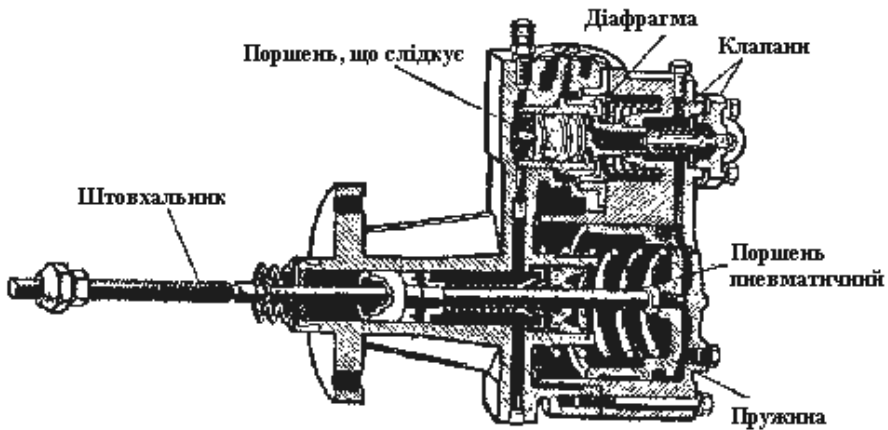


Рис. 2.104 – Пневматичний підсилювач приводу механізму виключення зчеплення автомобіля КамАЗ

Слідкуючий пристрій призначений для автоматичної зміни тиску повітря у пневмоциліндрі, пропорційно зусиллю на педалі зчеплення.

Поршень переміщується разом з діафрагмою, в результаті чого закривається випускний клапан і відкривається впускний, що викликає надходження стиснутого повітря в циліндр пневматичного поршня.

Зусилля, що створюються пневматичним і гідравлічним поршнями, складаються і через штовхач передаються на важіль вилки, що повертає вал і вилку вимикання зчеплення.

При відпусканні педалі зчеплення випускний клапан відкривається, впускний – закритий. Поршні під дією пружин відходять у вихідне положення, і повітря з циліндра випускається в атмосферу.

2.3.2 Загальне влаштування коробки передач

Коробки передач служать для зміни обертового моменту, що передається від колінчатого вала двигуна до карданного вала, для руху автомобіля заднім ходом і тривалого роз'єднання двигуна від трансмісії під час стоянки автомобіля і при русі його за інерцією.

Під час рушання автомобіля з місця при русі на підйом з вантажем обертальний момент на колесах повинен бути більшим, ніж при русі по горизонтальній ділянці дороги, коли автомобіль рухається за інерцією й опір руху менше. Для цього на автомобілях застосовують ступінчасті шестеренні коробки передач.

У шестеренній передачі, що складається з двох шестерень, з яких менша є тяговою, а велика – тяжною (рис. 2.105, а), обертальний момент на тяжній шестерні буде більшим у стільки разів, у скільки число зубців тяжної шестерні буде більше за число зубців тягової.

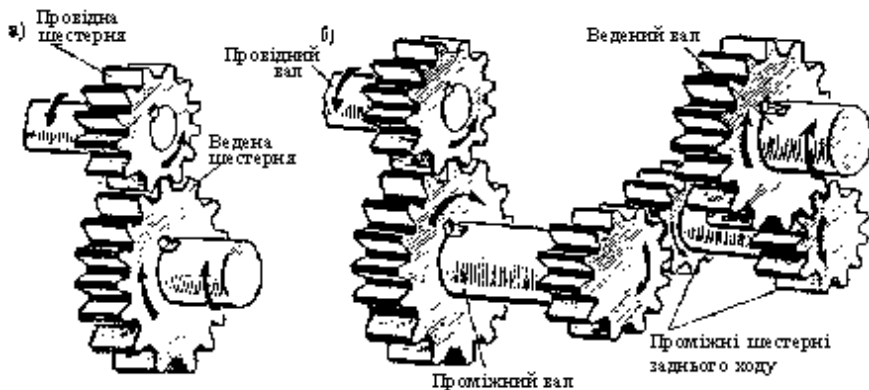


Рис. 2.105 – Шестеренна передача

Число, одержуване від розподілу числа зубців тяжної шестерні на число зубців тягової шестерні, називається **передаточним числом**. Якщо в передачі бере участь декілька пар шестерень, то загальне передаточне число виходить множенням передаточних чисел усіх пар шестерень, що беруть участь у передачі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Передаточні числа коробок переміни передач

Передача	Передаточне число автомобіля			
	ЗІЛ-130	ГАЗ-53А	КамАЗ на передачі	
			нижчий	вищий
Перша	7,440	6,550	7,820	6,380
Друга	4,100	3,090	4,030	3,290
Третя	2,290	1,710	2,500	2,040
Четверта	1,470	1,000	1,530	1,250
П'ята	1,000	—	1,00	0,815
Задній хід	7,090	7,77	7,38	6,020

Для одержання обертального моменту різного за величиною і необхідного для роботи автомобіля в різних умовах, у коробці передач

є декілька пар шестерень з різним передаточним числом. Передаточні числа коробок передач притяжні в таблиці.

Якщо між тяговою і тяжною шестернями помістити проміжну шестерню і через неї передавати обертальний момент, то тяжна шестерня змінить напрямок руху на зворотний (рис. 2.105, б).

Коробка передач (рис. 2.106) складається з картера, тягового (первинного) вала з шестернею, тяжного (вторинного) вала, проміжного вала, осі шестерні заднього ходу, набору шестерень і механізму переключення передач.

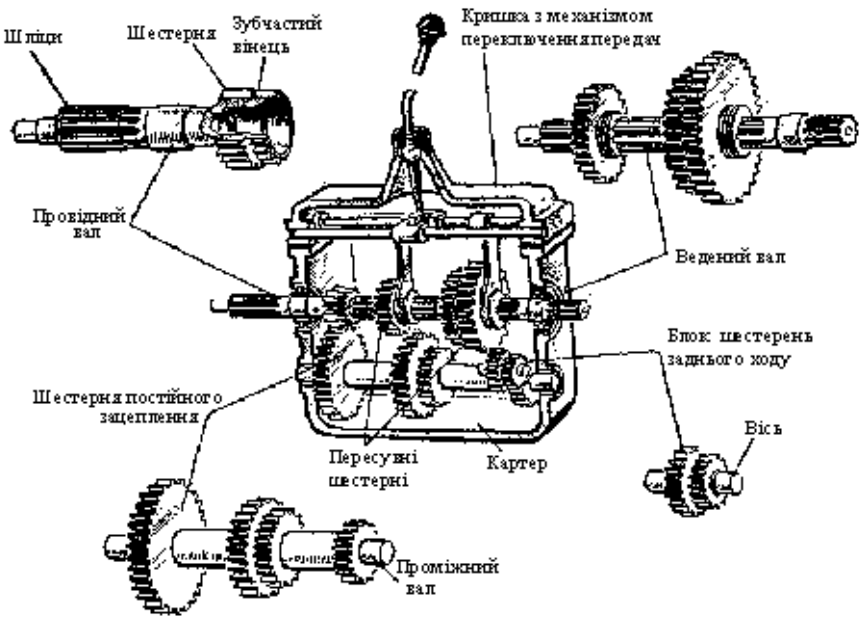


Рис. 2.106 – Схема коробки передач

Картер коробки передач вiдлитий з чавуну і має верхню та бiчну кришки, гнiзда для крiплення валiв і осей. У нижнiй і бiчнiй стiнках зробленi отвори для зливу вiдпрацьованої оливи і заповнення коробки свiжою.

Тяговий вал виготовлений зi сталi разом з тяговою шестернею і зубцюватим вiнцем. Переднiм кiнцем тяговий вал встановлений у пiдшипнику у виточеннi колiнчатого вала, а заднiм – у гнiздi передньої стiнки картера.

Установка тягового вала виконана так, що тільки тягова шестерня і вінець поміщені у середині картера, а на виступаючій з коробки частини вала зі шліцами встановлена маточина тяжного диска зчеплення.

Тяжний вал має шліци і переднім кінцем спирається на роликівий підшипник, встановлений у виточенні тягового вала. Інший кінець тяжного вала у виточенні картера коробки встановлено в шарикопідшипнику. На шліцах тяжного вала встановлені пересувні шестерні. Осі обох валів збігаються.

Проміжний вал складається із шестерень різного діаметра, виконаних у виді блока і закріплених на ньому. Блок шестерень посаджений на роликівих підшипниках на осі чи разом з валом на підшипниках встановлений у гніздах стінок картера.

Проміжний вал обертається завжди разом з тяговим валом, тому що їх шестерні знаходяться в постійному зачепленні. Шестерні заднього ходу (одна чи у виді блока з двох шестерень) обертаються на осі, закріпленій в отворах стінок картера.

Механізм переключення передач служить для включення передач, установки шестерень у нейтральне положення і для включення заднього ходу.

Передачі включають переміщенням шестерень чи муфт на тяжному валу. Залежно від кількості пересувних шестерень чи муфт, визначають тип коробки. При двох пересувних шестернях чи муфтах коробка двоходова, а при трьох – триходова.

Залежно від числа передач, що включаються для руху вперед, розрізняють три-, чотири- і п'ятиступінчасті коробки передач.

Механізм переключення передач розміщений на верхній кришці, важіль переключення передач – безпосередньо на кришці коробки (ГАЗ-53А, ЗІЛ-130) чи на кронштейні опори важеля (КамАЗ).

Чотириступінчаста коробка передач автомобіля ГАЗ-53А. В коробці передач автомобіля ГАЗ-53А є чотири передачі для руху вперед і одна – заднього ходу (рис. 2.107).

У постійному зачепленні знаходиться шестерня тягового і проміжного валів, шестерні другої і третьої передач проміжного і тяжного валів.

Передачі включають переміщенням шестерні першої передачі і синхронізатора, а задній хід включають переміщенням переміщенням блока, що складається з двох шестерень, розташованих на окремій осі.

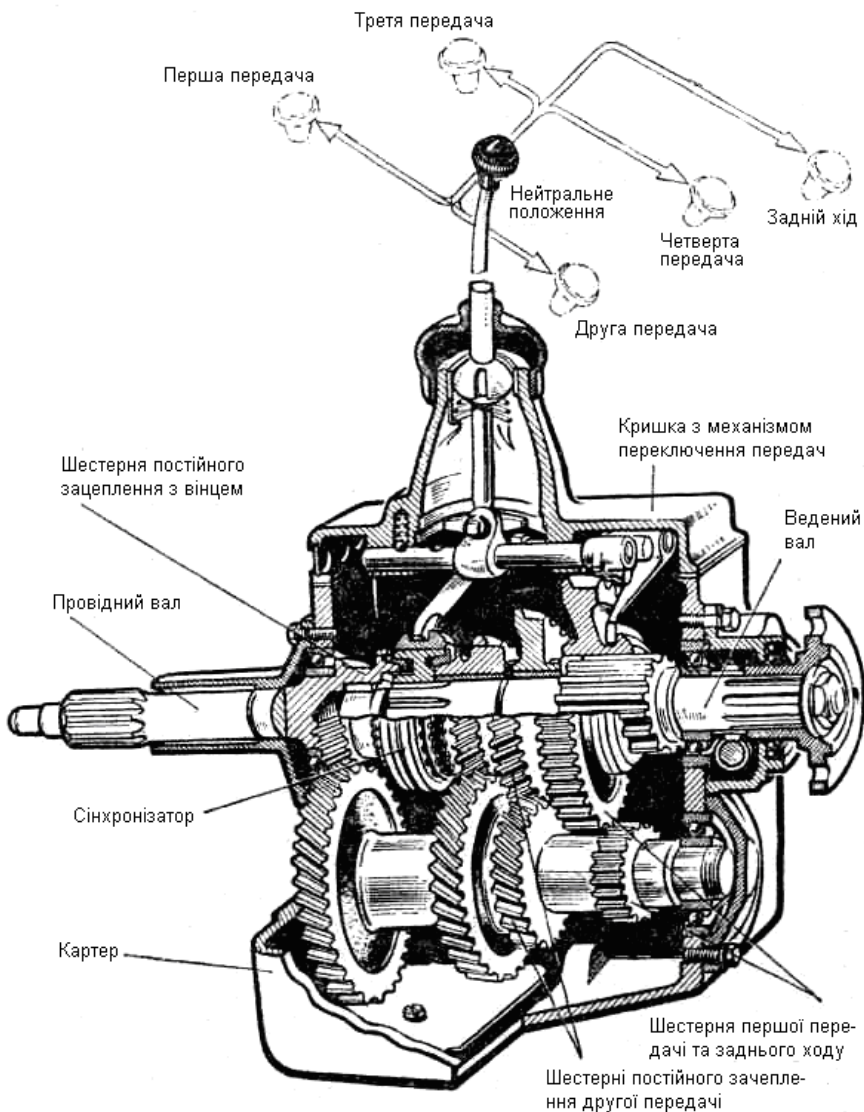


Рис. 2.107 – Коробки передач автомобіля ГАЗ-53А

Перша передача включається переміщенням назад шестерні першої передачі тяжного вала, її зовнішні зуб'я входять у зачеплення із шестернею першої передачі проміжного вала (рис. 2.108, а).

Друга передача включається переміщенням шестерні першої передачі вперед, її внутрішні зуб'я входять у зачеплення з торцевим вінцем шестерні постійного зачеплення другої передачі, закріплюючи її на тяжному валу (рис. 2.108, б).

Третя передача включається переміщенням назад муфти синхронізатора. Внутрішні зуб'я муфти входять у зачеплення з торцевим вінцем шестерні постійного зачеплення третьої передачі, закріплюючи її на тяжному валу (рис. 2.108, в).

Четверта передача включається переміщенням уперед муфти синхронізатора, її зуб'я входять у зачеплення з вінцем тягового вала, з'єднуючи тяговий і тяжний вали. Проміжний вал у передачі обертального моменту не бере участі (рис. 2.108 г).

Задній хід включається переміщенням блока шестерень заднього ходу на осі до втягання в зачеплення їх із шестернями першої передачі проміжного і тяжного валів (рис. 2.108, д).

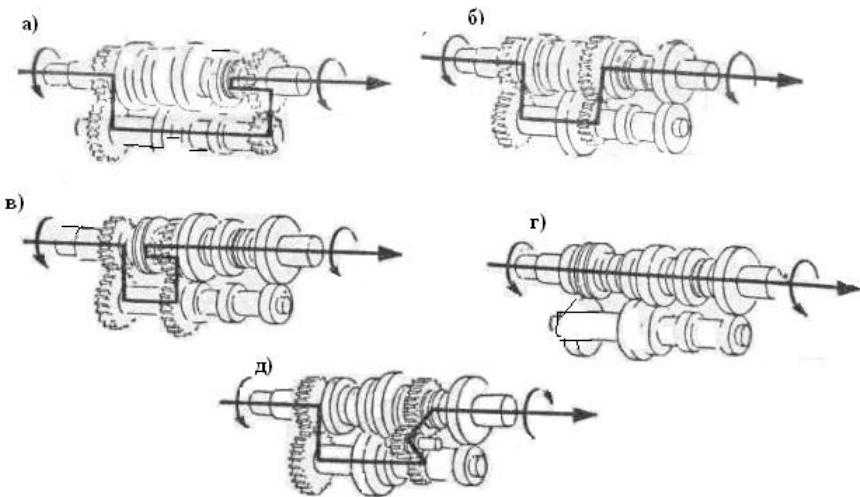


Рис. 2.108 – Включення шестерень у коробці передач автомобіля ГАЗ-53А

П'ятиступінчата коробка передач автомобіля ЗІЛ-130. На автомобілі ЗІЛ-130 установлена п'ятиступінчата трихорова коробка передач, що має п'ять передач для руху вперед і одну для руху заднім ходом (рис. 2.109).

Коробка передач має два синхронізатори для включення другої і третьої, четвертої і п'ятої передач.

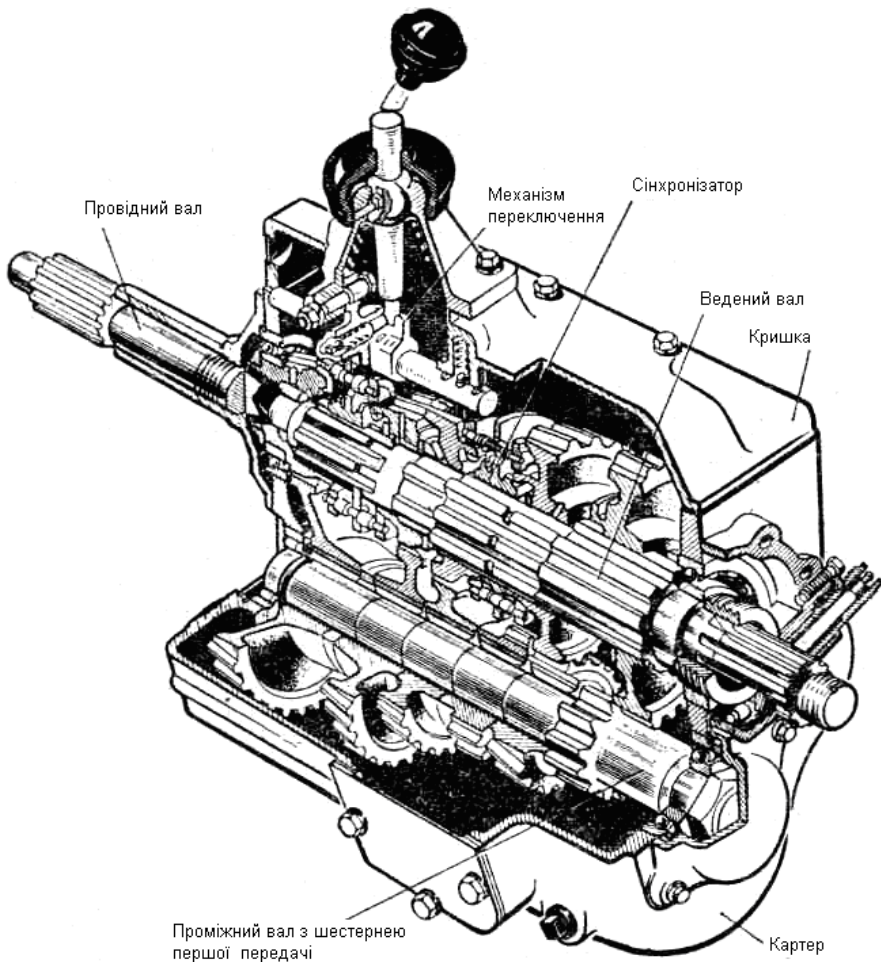


Рис. 2.109 – П'ятиступінчаста коробка передач автомобіля ЗІЛ-130

Шестерні тягового, проміжного і тяжного валів, крім шестерень першої передачі, знаходяться в постійному зачепленні і мають косі зуб'я.

На проміжному валу всі шестерні, крім шестерні першої передачі, виготовлені окремо і закріплені на ньому шпонками.

На тяжному валу шестерня першої передачі посаджена на шліцах, а інші шестерні можуть обертатися на валу вільно.

Зливальний отвір картера закритий пробкою з магнітом для уловлювання чавунних і сталевих часток.

Зверху коробка передач закрита кришкою, у якій розміщений механізм переключення передач.

Два бокових люки закриті штампованими кришками. На спеціальних автомобілях у ці люки можуть установлюватися додаткові механізми.

Схема передачі обертального моменту з тягового на тяжний вал показана на рис. 2.110.

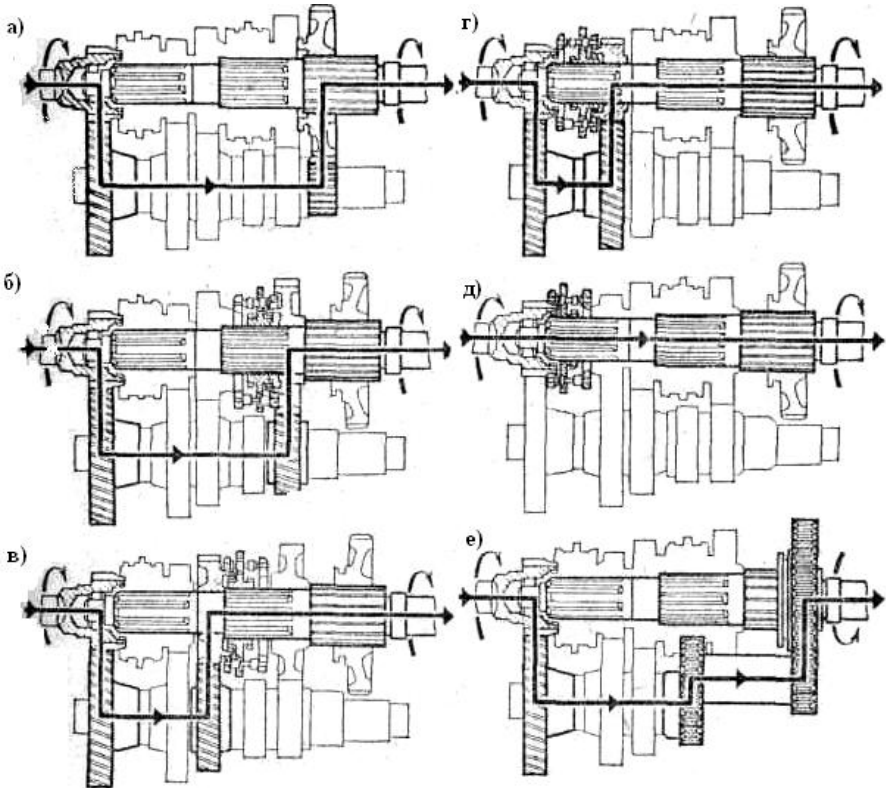


Рис. 2.110 – Включення шестерень у коробці передач автомобіля ЗІЛ-130

Перша передача (рис. 2.110, а) включається переміщенням уперед шестерні першої передачі тяжного вала.

Друга передача (рис. 2.110, б) включається переміщенням назад муфти синхронізатора другої і третьої передач. Внутрішні зуб'я муф-

ти входять у зачеплення з вінцем на шестерні другої передачі, закріплюючи її на важкому валу.

Третя передача (рис. 2.110, в) включається переміщенням уперед муфти синхронізатора. Внутрішні зуб'я муфти входять у зачеплення з вінцем на шестерні третьої передачі, закріплюючи її на важкому валу.

Четверта передача (рис. 2.110, г) включається переміщенням назад муфти синхронізатора четвертої і п'ятої передач. Зуб'я муфти через вінця закріплюють шестерню четвертої передачі на важкому валу.

П'ята передача (рис. 2.110, д) включається переміщенням уперед цієї ж муфти синхронізатора.

При цьому зовнішні зуб'я муфти входять у зачеплення з внутрішніми зуб'ями тягового вала, з'єднуючи його безпосередньо з важким валом (пряма передача); проміжний вал у передачі обертального моменту не бере участі. Задній хід (рис. 2.110, е) включається переміщенням шестерні першої передачі по шліцах важкого вала назад до включення її із шестернею блока заднього ходу.

Передача обертального моменту із проміжного вала на важкий вал відбувається через додаткову шестерню, унаслідок чого важкий вал буде обертатися у зворотному напрямку.

На деяких автомобілях (ряд моделей Камського автомобільного заводу) застосовують дільник передач, установлюваний як приставка до основної коробки передач.

Дільник (рис. 2.111) складається з картера, тягового вала, шестерні тягового вала, шестерні проміжного вала, проміжного вала дільника, зубцюватої муфти включення нижчої передачі дільника і синхронізатора.

Завдяки дільнику кількість передач можна подвоїти й одержати замість п'яти — десять передач. Таким чином, створюється можливість більш вигідного підбору передач залежно від умов руху.

Безшумне включення передач можливе за умови попереднього вирівнювання окружних швидкостей шестерень, що включаються в зачеплення. Для цієї мети служить синхронізатор.

Синхронізатор коробки передач автомобіля ГАЗ-53А (рис. 2.112) складається з маточини з зовнішніми зуб'ями, посаженої на шліці важкого вала, муфти з внутрішніми зуб'ями, двох бронзових кілець, що блокують, із внутрішньою конічною поверхнею і зубцюватим зовнішнім вінцем, трьох блокуючих сухарів і двох кільцевих пружин.

Шестерні другої передачі тяжного і тягового валів з боку синхронізатора мають зубцюватий вінець і конічні виступи. Вилка, що переключає передачі, входить у кільцевий паз на муфті.

При включенні передачі переміщається муфта і за допомогою сухарів переміщає перед собою блокуюче кільце.

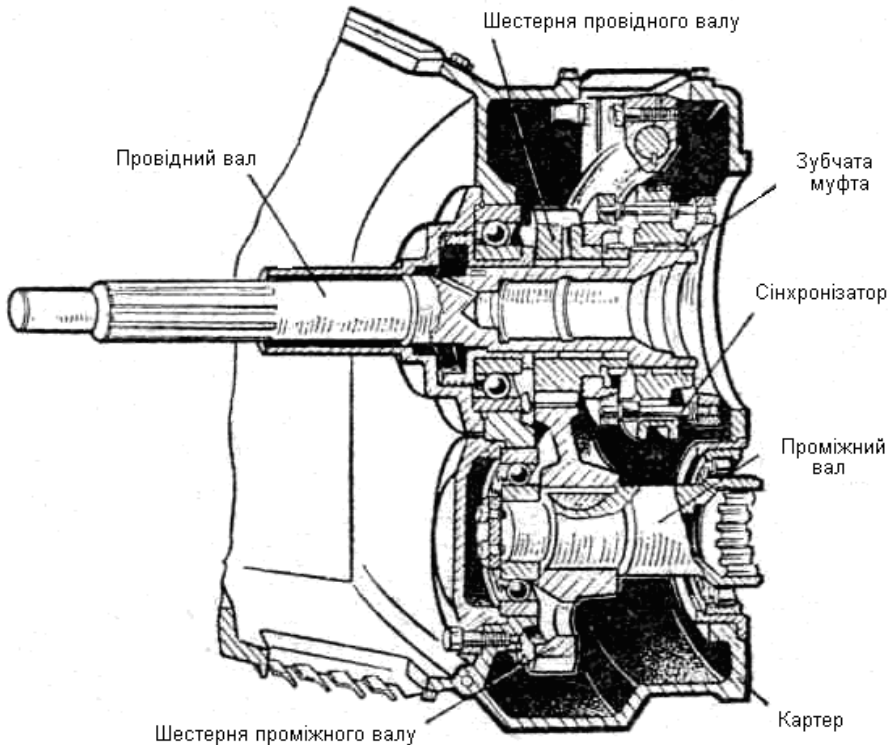


Рис. 2.111 – Деталі коробки передач автомобіля КамАЗ

Синхронізатор

Конічна поверхня блокуючого кільця спирається на конічний виступ шестерні чи тягового вала і, завдяки виникаючій між ними силі тертя, їх частота обертання зрівнюється.

При подальшому переміщенні муфти її зуби безшумно входять у зачеплення з вінцем шестерні другої передачі або тягового вала.

В автомобілі ЗІЛ-130 застосовують синхронізатор інерційного типу. На шестернях другої, третьої і четвертої передач і

на тяговому валу виконані бічні конічні виступи з внутрішніми зубами для включення.

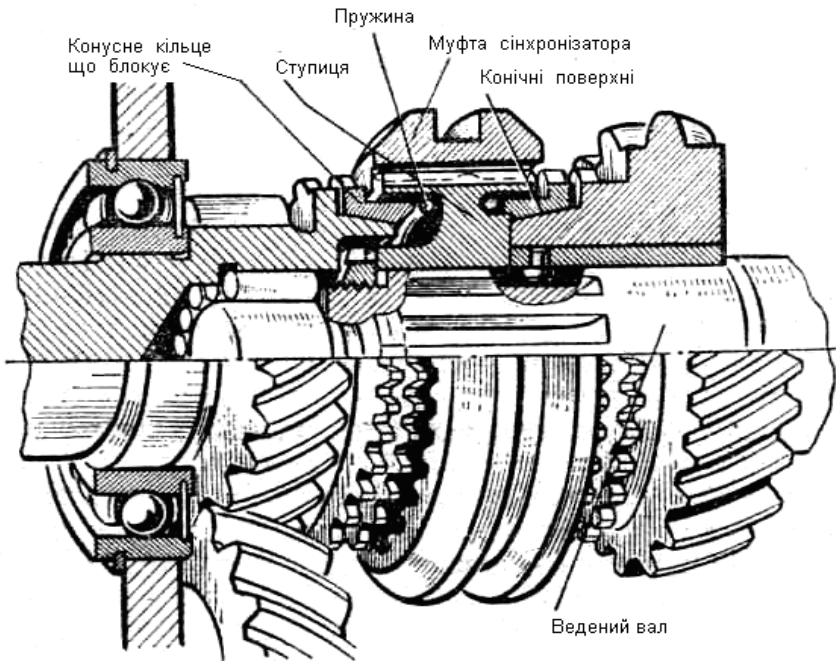


Рис. 2.112 – Синхронізатор коробки передач автомобіля ГАЗ-53А

Синхронізатор (рис. 2.113) складається з муфти з двома зубцюватими вінцями, посадженими на шліцах тяжного вала, двох блокуючих кілець із внутрішніми конусами, трьох пальців і трьох фіксуєчих розрізних сухарів з пружинами.

У муфті виконано шість отворів, що мають з боків конусні виточення.

Через три з них проходять пальці, що жорстко з'єднують блокуючі кільця. У середній частині пальців зроблені виточення з конусними фасками.

Через інші три отвори проходять розрізні сухарі з конусними виточеннями посередині, у середині яких поміщені пружини.

При переміщенні муфти синхронізатора блокуючі кільця, переміщаючись разом з муфтою, підводяться до зіткнення з конусною поверхнею виступу шестерні, що включається.

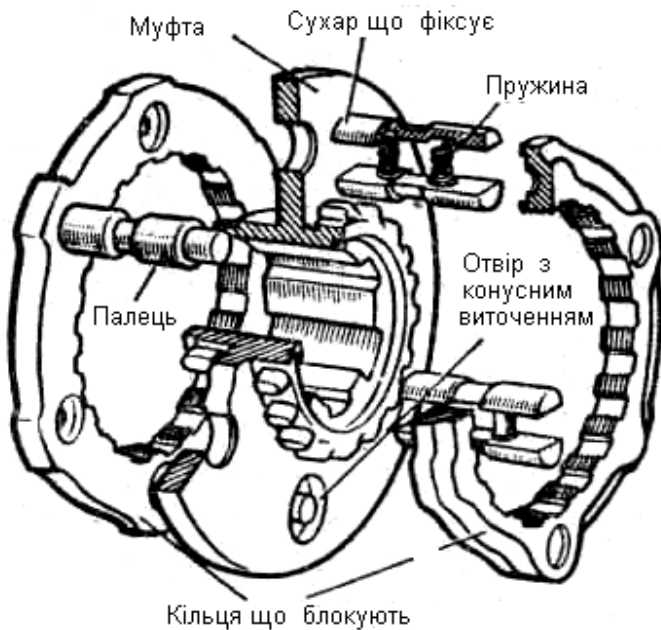


Рис. 2.113 – Синхронізатор коробки передач автомобіля ЗІЛ-130

Унаслідок різниці частот обертання муфти синхронізатора і шестерні, що включається, відбувається зрушення блокуючого кільця відносно отворів диска, а пальці, спираючись на конічний отвір муфти, будуть перешкоджати подальшому її переміщенню.

Коли частота обертання шестерні і блокуючого кільця зрівнюється, конічні поверхні виточень пальців і отворів муфти не будуть перешкоджати її подальшому переміщенню, розрізні сухарі сходяться, пружини стискаються, муфта переміщається, і передача включається безшумно.

Механізм переключення передач. Переміщення шестерень при включенні і вимиканні передач у коробці відбувається за допомогою механізму переключення. Механізм переключення передач (рис. 2.114) складається з важеля, повзунів, вилок переключення, фіксаторів, замків і запобіжника включення заднього ходу.

Важіль переключення передач на автомобілях ЗІЛ-130 і ГАЗ-53А встановлений на кришці коробки передач. Він має стовщення у виді головки, що входить у гніздо припливу кришки, і утримується від повертання шпилькою.

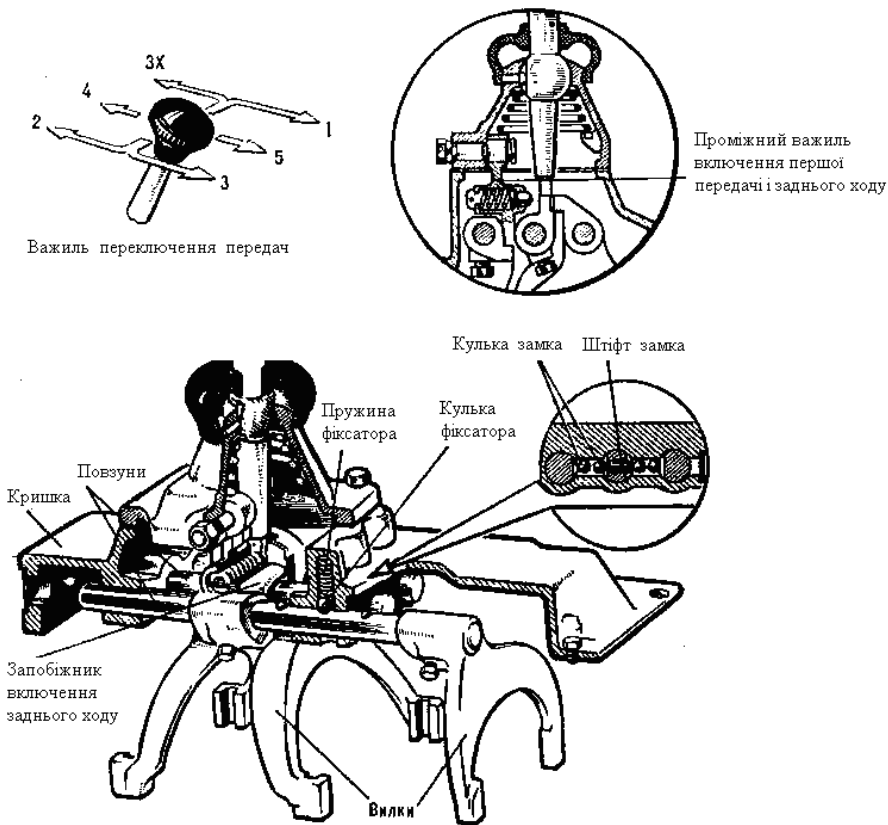


Рис. 2.114 – Механізм переключення коробки передач автомобіля ЗІЛ-130

У свердліннях кришки розміщені повзуни, на яких закріплені вилки переключення і перекладні головки з пазами. У пази входить нижній кінець важеля, а вилки – у виточення пересувних шестерень чи муфт синхронізаторів.

Для включення передачі переміщують верхній кінець важеля у певне положення, при цьому нижній кінець переміщає повзун з вилкою і шестірнею до включення потрібної передачі. Для утримання шестерень коробки передач у включеному чи нейтральному положенні служать фіксатори.

Фіксатор складається з кульки з пружиною в каналі, висвердленому в кришці коробки передач. На повзуні є виїмки.

При включенні передачі чи при нейтральному положенні кулька під дією пружини входить у виїмку, фіксуючи повзун у певному положенні. Щоб перемістити повзун, необхідно докласти зусиль, достатніх для виштовхування кульки з виїмки.

Під час переключення передачі нижній кінець важеля може установитися на стику двох перекладних головок і переміщати одночасно два повзуна і, отже, включати дві передачі. Оскільки тяжний вал не може обертатися з двома різними частотами, то можуть полагатися зуб'я шестерень.

Щоб не допустити одночасного включення двох передач, застосовують замок, виконаний у виді кульок чи стрижнів, розміщених у горизонтальному каналі між повзунами.

На повзунах виконані виїмки проти каналу замків, при їх розташуванні відповідно до нейтрального положення. Довжина стрижня замка і діаметр двох кульок дорівнюють відстані між повзунами плюс одна виїмка.

Перемістити один з повзунів неможливо, поки частина кульки чи кінець стрижня не ввійде у виїмку сусіднього повзуна і не застопорить його.

Для запобігання включенню заднього ходу при русі вперед застосовують запобіжник, що складається з плунжера з пружиною в перекладній головці.

На автомобілі КамАЗ установлений дистанційний привід переключення передач (рис. 2.114), що складається із складеного важеля зі сферичною головкою, розташованою на кронштейні опори, важелів передньої тяги, передньої і проміжної тяги, з'єднаної з важелем, механізму переключення передач, розташованого в корпусі на кришці коробки передач.

Керування механізмом переключення передач дільника здійснюється пневматичною системою (рис. 2.115).

При включенні перемикача на важелі переключення передач у верхнє чи нижнє положення трос переміщує золотник крана керування, і стиснене повітря від редукційного клапана підводиться до повітродозподільника, установлюючи його золотник в одне з двох крайніх положень.

При натисканні на педаль зчеплення упор штовхача відкриває клапан включення дільника, через який повітря надходить у ту чи іншу порожнину силового циліндра, пересуває поршень зі штоком і вилку включення синхронізатора дільника.

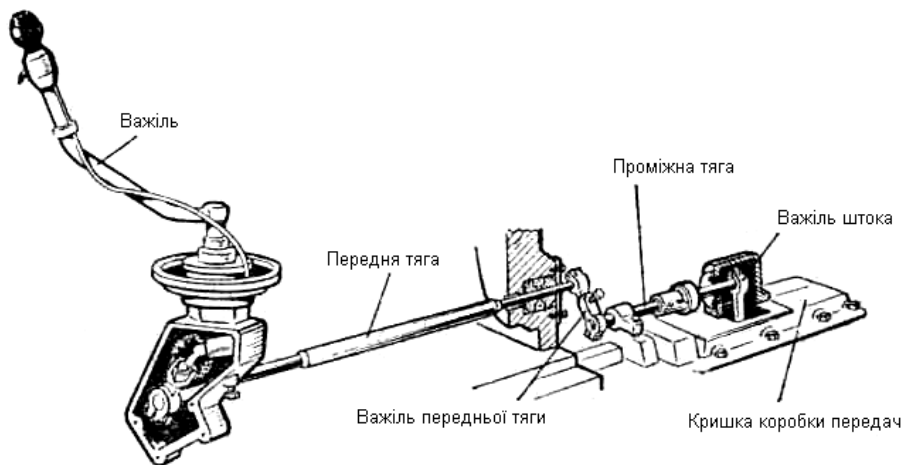


Рис. 2.115 – Дистанційний привід механізму переключення передач автомобіля КамАЗ

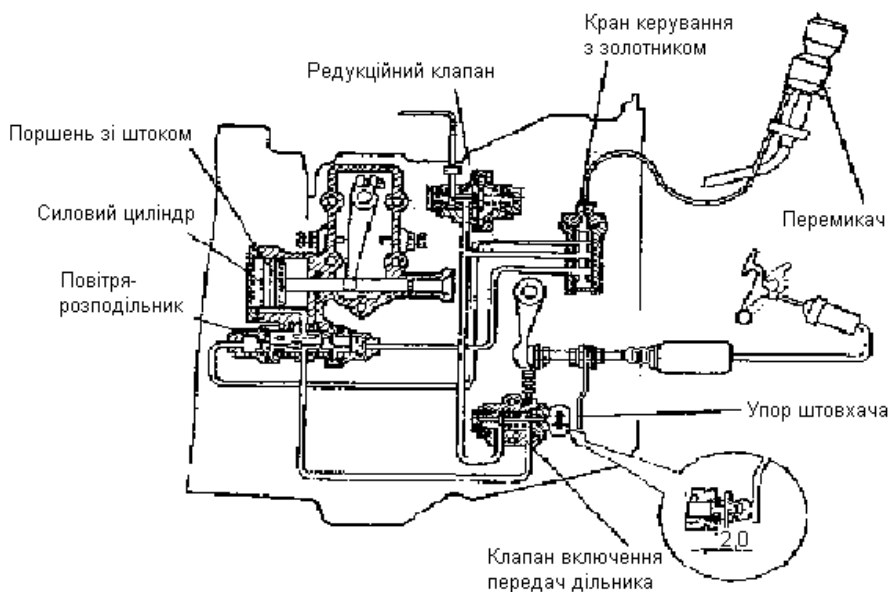


Рис. 2.116 – Схема керування механізмом переключення передач дільника

2.3.3 Карданні передачі автомобілів

Карданна передача служить для передачі зусилля від важкого вала коробки передач або роздавальної коробки до головної передачі тягового моста автомобіля. При передачі зусилля між валами кути нахилу між ними змінюються.

Необхідність застосування карданної передачі зумовлюється тим, що тяговий міст 3 (рис. 2.117) на автомобілі розташовано нижче коробки передач 1, унаслідок чого вал 2, що передає зусилля, розташовано під кутом α до вала коробки передач. Тяговий міст прикріплений до рами 5 не жорстко, – його закріплено на ресорах 4 і він може переміщатися відносно рами, тому кут нахилу вала змінюється.

Карданна передача складається з карданних шарнірів (карданів), валів і проміжних опор валів.

"Карданним шарніром" називається зчленування, за допомогою якого обертання передається з одного вала на інший. При цьому кут нахилу між валами змінюється.

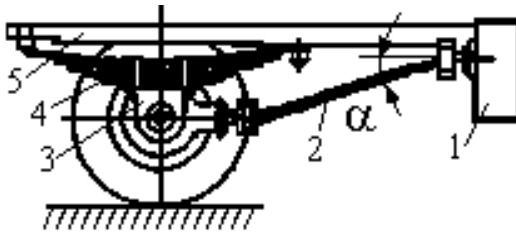


Рис. 2.117 – Схема карданної передачі автомобіля

Карданний шарнір може складатися з двох сталевих вилок 2 і 4 (рис. 2.118, а), укріплених на валах, і сталевій хрестовині 3, що з'єднує їх. Карданний шарнір називається "жорстким", якщо вилки обертаються на хрестовині у взаємно перпендикулярних площинах.

При передачі обертання через шарнір забезпечується постійний кут нахилу між карданним валом і тяговим валом 5, внаслідок нахилу важкої вилки 2 на хрестовині. При повороті кардана на 90° постійний кут нахилу забезпечується через нахил хрестовини 3 (рис. 2.118, б) до тягової вилки 4.

При проміжних кутах повороту карданного шарніра нахилені і вилка, і хрестовина.

У випадку рівномірного обертання тягового вала, при передачі обертання через один карданний шарнір (одинарну передачу), кар-

данний вал за кожен оберт обертається нерівномірно з прискоренням і уповільненням. Така схема передачі призводить до нерівномірного обертання механізмів приводу тягових коліс, що сприяє збільшенню зносу механізмів і шин.

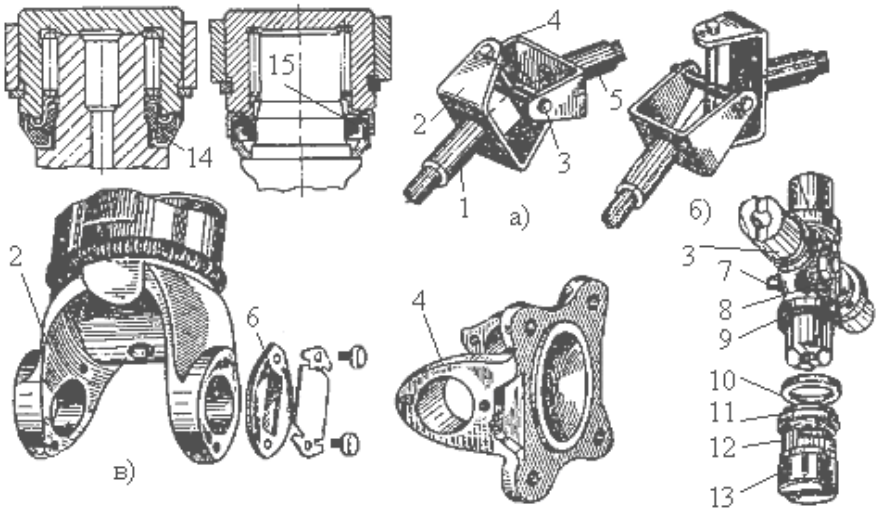


Рис. 2.118 – Схема роботи та конструкція жорсткого карданного шарніра

Нерівномірність обертання зростає за збільшення кута між валами.

Для усунення цього недоліку застосовують подвійну кардану передачу (рис. 2.117), у якій на обох кінцях вала встановлюють карданні шарніри.

При установці вилок обох карданних шарнірів на валу в одній площині нерівномірність обертання, створювана першим карданним шарніром, вирівнюється другим карданним шарніром, і механізми приводу тягових коліс обертаються рівномірно.

Влаштування елементів карданної передачі

В карданних передачах автомобілів застосовуються переважно жорсткі карданні шарніри на голчастих підшипниках. Такий карданний шарнір складається з двох сталевих вилок і хрестовини з голчастими підшипниками.

На пальцях хрестовини 3 (рис. 2.118, в) установлені сталеві стакани 13 з голчастими підшипниками 12. Голки підшипника спираються на опорну шайбу 11.

Стакани ущільнені на хрестовині гумовим сальником 10, встановленим у металевому корпусі 9, що насаджений на хрестовину.

Хрестовина із стаканами закріплена у вушках вилок 2 і 4 стопорними пластинками чи кільцями 6 із гвинтами.

Підшипники хрестовини змазують через центральну оливничку 7, від якої олива до підшипників проходить по каналах у хрестовині.

Для видалення зайвої оливи у хрестовину встановлено запобіжний клапан 8, через який олива видавлюється у випадку перевищення припустимого тиску в каналах.

Застосовують також кардани, у яких клапан відсутній, а зайве змащення видавлюється з підшипників через гумові сальники, встановлені під стакани на хрестовині.

У деяких моделях автомобілів (легкових) оливу в голчасті підшипники заповнюють при зборці на тривалий термін експлуатації. Тому у конструкції хрестовини карданного шарніра оливнички і змащувальних каналів немає.

Карданні шарніри на голчастих підшипниках застосовуються відкритого типу і захисних кожухів звичайно не мають. Ці шарніри мають необхідну зносостійкість і надійність дії.

В автомобілях деяких моделей карданний шарнір обладнано захисними ковпаками, що усувають його забруднення.

Карданні вали мають трубчастий перетин і приварені на кінцях вилки.

На вітчизняних двохосьових автомобілях із приводом на задній міст застосовують подвійні карданні передачі відкритого типу з одним карданним валом чи з головним і проміжним валами, встановленими на проміжній опорі.

Передача з одним карданним валом застосовується переважно на легкових автомобілях, коробки передач яких укомплектовані подовжувачем.

У подвійній карданній передачі з одним валом до одного кінця трубчастого вала 8 (рис. 2.119, а) приварений наконечник 5 зі шліцами, а до іншого кінця приварений наконечник з вилкою другого карданного шарніра 9.

Карданний вал наконечником 5 з'єднаний зі шліцьовою маточиною 4 вилки 3. Рухоме шліцьове з'єднання одного з карданів з

валом необхідно для забезпечення осьових переміщень вала за умов деформації ресор підвіски тягових мостів.

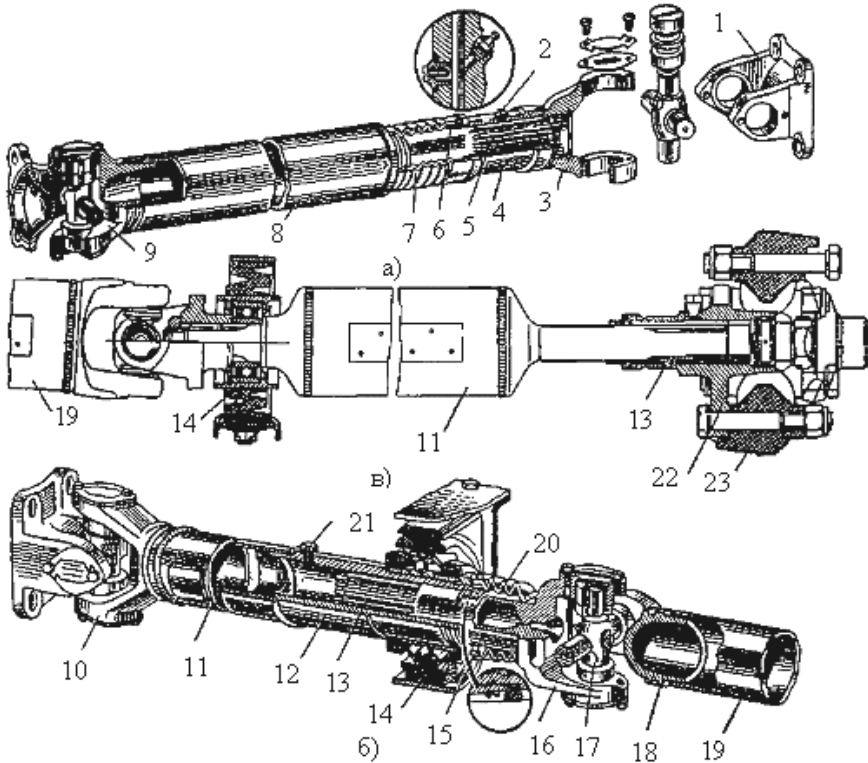


Рис. 2.119 – Деталі карданної передачі автомобіля

Шліцові з'єднання змазують через оливничку 2, зовні захищають сальником 6 з кришкою, а від бруду – гумовим гофрованим чохлам 7.

Крайні вилки 1 і 9 карданних шарнірів мають фланці, котрі кріплять болтами до фланців на кінцях валів. Вали з'єднуються карданною передачею. При фланцевому кріпленні карданної передачі її легко і зручно розбирати.

На вантажних двохосьових автомобілях із приводом на задній міст в основному застосовується карданна передача з двома карданними валами – головним і проміжним.

Карданна передача з двома карданними валами застосовується також на легкових автомобілях деяких моделей зі збільшеною базою, які не мають подовжувачів на коробці передач.

У такій передачі, наприклад ЗІЛ-130, трубчастий головний карданний вал 19 (рис. 2.119, б) має по обох кінцях приварені наконечники 18 з вилками карданних шарнірів. Задній кардан з'єднує вал з валом заднього тягового моста.

Передня вилка за допомогою хрестовини 17 з'єднана з вилкою 16. Хвостовик з шліцями 13 цієївилки входить у шпичеву втулку 12, приварену до заднього кінця проміжного вала 11.

Порожнину шліцьової втулки заповнюють оливою через оливничку 21. Втулка ущільнена на хвостовику сальником 15 з кришкою, яка нагвинчена на втулку на різьбленні. Рухоме з'єднання захищене від забруднення гумовим гофрованим чохлом 20.

У деяких карданних передачах із проміжним валом шліцьове з'єднання (рис. 2.119, в) має передній шарнір 22, іноді виконаний із пружною гумовою муфтою 23.

Передній кінець проміжного вала 11 карданним шарніром 10 з'єднаний з тяжним валом коробки передач. Проміжний вал встановлений на проміжній опорі 14, прикріпленій до поперечки рами автомобіля.

Опору проміжного вала звичайно виконують конструктивно із застосуванням шарикопідшипника (рис. 2.120, а).

Цей підшипник закріплений внутрішнім кільцем на валу і встановлений на гумовій подушці 2 у кронштейні 4. Кронштейн прикріплений до поперечної балки 3 рами автомобіля.

Підшипник по обидва боки закритий кришками 5, які мають сальники, з боків яких розташовані брудовідбивачі 6.

Внутрішню порожнину підшипника заповнюють оливою через оливничку 7. Якщо підшипник (рис. 2.120, б) надійно герметизований, то змащення в нього закладають при зборці шарніра на весь час експлуатації.

Опори аналогічного типу мають усі автомобілі, на яких встановлена карданна передача з проміжним валом.

Проміжну опору використовують також для підвіски карданної передачі до другого заднього тягового мосту, що має самостійний привід у тривісних автомобілях деяких моделей.

Так, в модифікаціях автомобілів сімейства КраЗ проміжна опора включена в карданну передачу до другого заднього тягового мосту і складається з корпусу 11 із сапуном 9 (рис. 2.120, в) і вала 10. Вал 10 встановлений в корпусі на шарикопідшипниках 8.

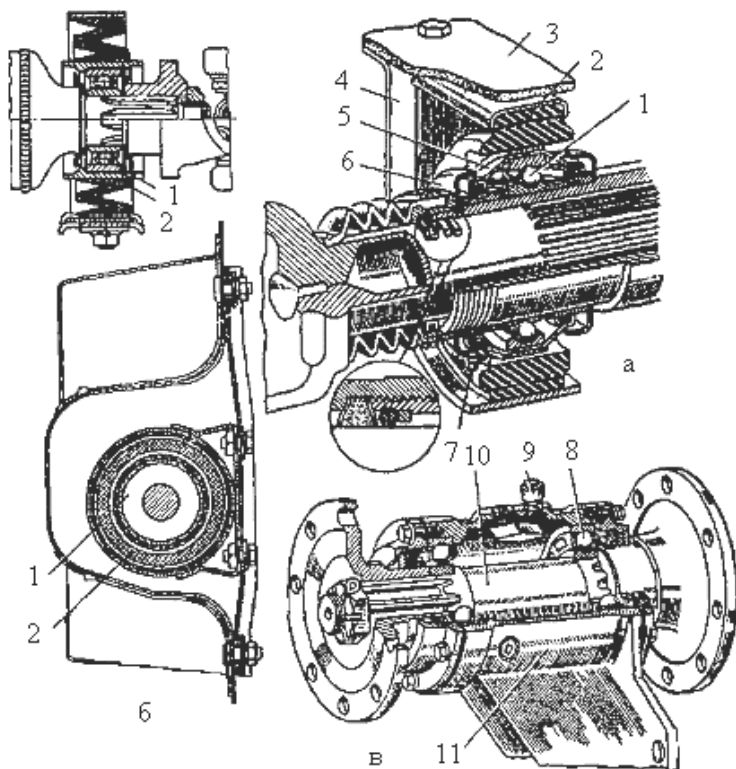


Рис. 2.120 – Конструкція проміжної опори карданної передачі автомобілів:

а) ЗІЛ-130; б) ВАЗ; в) КрАЗ

В середину корпусу заливають оливу. На кінцях вала встановлюють сальники. Корпус підвіски кріплять до картера першого заднього тягового моста.

Конструкція і розташування карданних передач

На багатьох автомобілях з приводом обертального моменту на задні колеса встановлюють подвійні відкриті карданні передачі з жорсткими карданними шарнірами на голчастих підшипниках.

На двохосьових автомобілях із приводом на задню вісь карданна передача з'єднує тяжкий вал коробки передач з валом головної передачі заднього тягового моста.

На легкових автомобілях (крім автомобілів з приводом на передні колеса), наприклад АЗЛК та ГАЗ, унаслідок наявності подовжувача 13 (рис. 2.121, а) у коробки передач 1 карданна передача виконана конструктивно з одного головного карданного вала 4 з двома жорсткими карданними шарнірами на голчастих підшипниках.

Вилка переднього карданного шарніра має внутрішні шліци, за допомогою яких вона з'єднується зі шліцами кінця подовженого важкого вала коробки передач. Шліцьове з'єднання розташоване в подовжувачі і не вимагає додаткового змащення.

Особливістю карданних шарнірів автомобіля «Волга» є установка в голчастих підшипниках гумових самопідтискних сальників 14 (рис. 2.118), які за надлишкового тиску оливи, що нагнітається в підшипники, відгинаються і випускають оливу назовні.

Тому запобіжний клапан на хрестовині кардана відсутній. На оливничку встановлено захисний гумовий ковпачок.

У карданів автомобіля «Москвич» підшипники надійно ущільнені гумовими армованими сальниками 15 (рис. 2.118) і заповнені оливою на весь період експлуатації.

На вантажних автомобілях МАЗ та його модифікаціях, що мають порівняно коротку базу, також установлений тільки головний карданний вал з двома карданними шарнірами. Передній карданний шарнір обладнано рухомим з'єднанням, що має оливничку.

На всіх інших двохосьових автомобілях із приводом на задній тяговий міст карданна передача складається з основного карданного вала 4 (рис. 2.121, б) із двома карданними шарнірами і проміжним валом 2, підвішеним на проміжній пружній опорі 3, яка з'єднується з валом коробки передач 1 третім карданним шарніром.

Передній шарнір головного карданного вала 4 має рухоме з'єднання. За наявності проміжного вала скорочується довжина основного карданного вала, і тим самим збільшується його жорсткість.

За допомогою цього зменшується небезпека виникнення сильних вібрацій вала при роботі, яка може бути причиною підвищеного зносу деталей карданної передачі і навіть поломки вала.

Таку карданну передачу мають легкові автомобілі з великою базою: ГАЗ, ЗІЛ, ВАЗ, АЗЛК і вантажні автомобілі ГАЗ, ГАЗ, КраЗ, МАЗ та ЗІЛ-130 і їх модифікації.

В автомобілях ВАЗ з приводом обертального моменту на задні колеса проміжний вал 11 (рис. 2.119, в) з'єднується з валом коробки передач за допомогою пружного зчленування. Пружне зчленування

складається з двох фланців 22 із закріпленою між ними за допомогою шести болтів пружною гумовою муфтою 23.

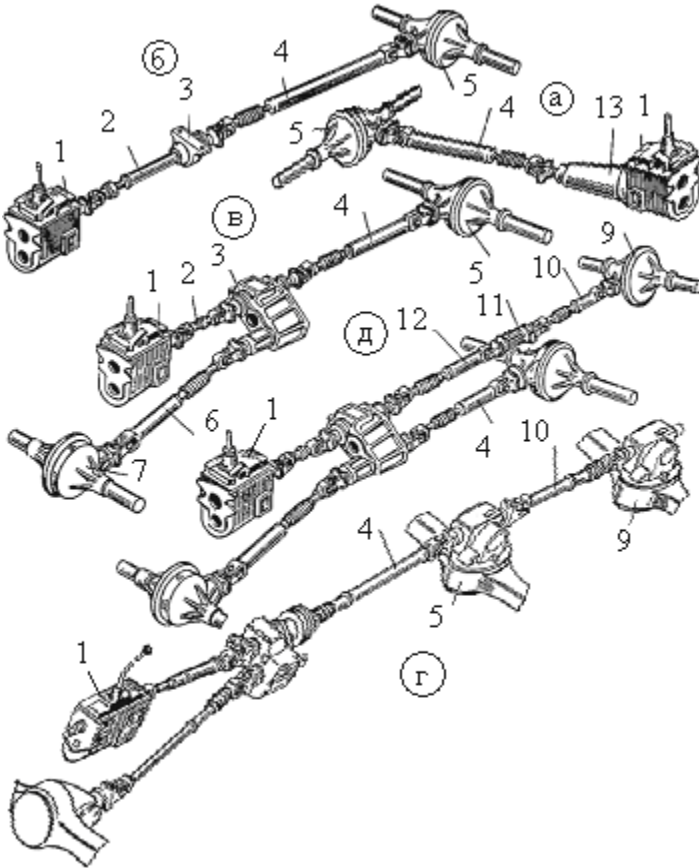


Рис. 2.121 – Розташування карданних передач на автомобілях

Маточина заднього фланця з'єднується з наконечником 13 проміжного карданного вала рухомим шліцьовим з'єднанням. Пружна муфта сприяє деякому гасінню динамічних навантажень, які виникають у трансмісії.

Задній кінець проміжного вала лежить на шарикопідшипнику 14, встановленому в пружній опорі.

В автомобілях ЗАЗ, ВАЗ, АЗЛК карданні шарніри встановлені на тягових півосях.

У двохосових автомобілях високої прохідності з приводом на усі осі (у тому випадку, якщо роздавальна коробка розташована окремо від

коробки передач) карданна передача складається з трьох валів із двома карданними шарнірами на кожному валу (рис. 2.121, в).

Перший вал 2 передає зусилля від коробки передач 1 до роздавальної коробки 8, другий вал 4 передає зусилля від роздавальної коробки на задній тяговий міст 5, і третій вал 6 передає зусилля від роздавальної коробки до переднього тягового моста 7.

На кожному карданному валу один шарнір жорстко з'єднаний з валом, а інший має рухому шліцьову втулку.

У автомобіля ГАЗ-66 карданні шарніри, розташовані у задньому і передньому тягових мостах, обладнані захисними ковпаками, які охороняють шарніри від попадання на них бруду чи води, що розприскуються колесами автомобіля.

В автомобілях УАЗ вал 2 відсутній, оскільки роздавальна коробка закріплена безпосередньо на коробці передач.

У тривісних автомобілях із приводом на всі осі застосовують в основному карданну передачу з послідовним наскрізним приводом задніх тягових мостів.

У цьому випадку вал головної передачі другого тягового моста 9 (рис. 2.121, г) з'єднується карданним валом 10 з наскрізним валом головної передачі першого тягового моста 5.

За такої конструкції карданна передача значно спрощується. Скорочується число валів і відпадає необхідність у додатковій опорі («Урал-375», ЗІЛ-131). На кожному валу один із шарнірів має рухоме з'єднання.

У тривісних автомобілях деяких моделей із приводом на всі осі (КрАЗ-255Б) застосовують карданну передачу з рівнобіжним приводом задніх тягових мостів.

При цьому в карданну передачу для приводу другого заднього тягового моста 9 (рис. 2.121, д) додатково входять ще два карданних вали 12 і 10 з чотирма карданними шарнірами і проміжною опорою 11, закріпленою на картері першого заднього тягового моста.

У тривісних автомобілях із приводом тільки на задні тягові мости улаштування карданної передачі таке ж саме, як і влаштування карданної передачі в тривісних автомобілях високої прохідності, але відсутній карданний вал із шарнірами передачі до переднього моста.

У автомобіля «Урал-377» привід задніх мостів виконаний за послідовною схемою (рис. 2.121, г).

В автомобілях ЗІЛ-133Г1 карданна передача до задніх тягових мостів виконана також за послідовною схемою.

Передача зусилля від коробки передач до середнього тягового мосту здійснена через три карданних вали з чотирма шарнірами. Передні два вали підвішені на двох проміжних опорах.

У автомобіля КраЗ-257 карданна передача виконана за рівнобіжною схемою (рис. 2.121, д) із проміжною опорою.

Обслуговування карданних передач та їх несправності

Догляд за карданною передачею полягає в перевірці і підтяжці кріплень деталей і змащенні карданних шарнірів та шліцьових з'єднань.

Для змащення карданних шарнірів застосовують рідку оливу, таке як автотракторна трансмісійна олива або спеціальне олива (особливо при заповненні на тривалу експлуатацію).

У карданних шарнірах з голчастими підшипниками олива подається через оливничку до підшипників.

У деяких легкових автомобілях підшипники хрестовини карданних шарнірів заповнюють спеціальною оливою на весь термін експлуатації до розбирання.

Шліцьове з'єднання рухомої втулки карданного шарніра і підшипник проміжної опори змазують універсальною оливою через оливничку.

У більшості легкових автомобілів шліцьове з'єднання і підшипник проміжної опори заповнюють спеціальною оливою лише при зборці.

При зборці подвійної карданної передачі необхідно стежити за тим, щоб вилки на карданному валу були розташовані в одній площині.

Для правильного збирання карданної передачі на рухомій вилці карданного шарніра і на валу є мітки.

Обертові деталі карданної передачі при виготовленні ретельно балансують. Правильне балансування досягається зварюванням пластин до карданного вала чи установкою зйомних балансуєчих пластин під замковими пластинами кріплення стаканів голчастих підшипників. Тому при зборці всі деталі треба ставити так само, як вони стояли до розбирання.

До несправностей карданних передач відноситься підвищений знос карданних шарнірів і витікання оливи. Знос карданних шарнірів з'являється в результаті недостатнього їхнього змащення, а також від забруднення чи ослаблення кріплень.

При зношених карданних шарнірах у передачі з'являється шум, унаслідок порушення співвісності валів, і можуть виникати поломки деталей.

У випадку підвищеного зносу карданних шарнірів і підшипників їх необхідно замінити комплектно. Витікання оливи в карданній передачі з'являється через несправність сальникових ущільнень.

2.3.4 Головна передача

До механізму приводу до тягових коліс двохосового автомобіля з однією задньою тяговою віссю входять: головна передача, диференціал і півосі.

Усі ці механізми розташовані у загальному картері з напівосьовими рукавами. Цей вузол конструкції автомобіля має назву "задній тяговий міст".

Головна передача служить для зниження числа обертів, передає від двигуна на колеса, збільшення на них тягового зусилля і забезпечує передачу обертання з карданного вала на півосі під кутом 90° . У головній передачі застосовують одинарні або подвійні шестеренні передачі.

В одинарній головній передачі (рис. 2.122, а) обертання передається з малої конічної шестерні 1 на велику 2. Шестерні виготовлені зі спіральними зуб'ями, унаслідок чого підвищується міцність зуб'їв, а також збільшується число тих зуб'їв, що одночасно знаходяться в зачепленні. Тому шестерні працюють більш плавно і безшумно, і довговічність їх підвищується.

Крім конічної простої шестеренної передачі, у якій осі взаємно перетинаються, в автомобілях застосовують гепоїдну передачу (рис. 2.122, б).

У цій передачі зуб'я шестерень мають спеціальний профіль, форму і нахил спіралі.

Це дозволяє вісь малої конічної шестерні змістити на деяку відстань 5 (порядку $30-40$ мм), що дає можливість розташувати карданний вал нижче і понизити тунель для проходу карданного вала в підлозі кузова легкового автомобіля.

За допомогою цього досягається більш зручне розміщення пасажирів у кузові.

Крім того, є можливість трохи знизити центр ваги автомобіля і підвищити його стійкість при русі.

Гепоїдна передача має більшу плавність роботи, більш високу міцність зуб'їв, велике перекриття зуб'їв, що входять у зачеплення, і підвищену зносостійкість.

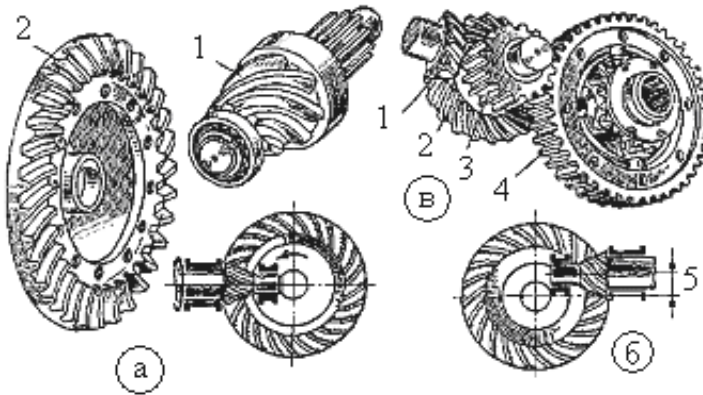


Рис. 2.122 – Типи головних передач тягових мостів автомобілів:
 а) проста одинарна; б) одинарна гепоїдна; в) подвійна

Однак для підвищення часу експлуатації гепоїдної передачі необхідно застосування спеціальних сортів змащення, тому що при роботі гепоїдної передачі виникає великий тиск між зубцями за великих швидкостей ковзання між ними. Крім того, потрібна більш висока точність монтажу передачі.

Гепоїдна передача застосовується в основному у легкових автомобілях.

Цю передачу застосовують також і на вантажних автомобілях деяких моделей, що мають одинарну головну передачу (ГАЗ-53А, ГАЗ-66, ЗІЛ-133).

В одинарній головній передачі необхідне передаточне число отримують за рахунок малого числа зуб'їв у тяговій шестерні (6-7 зубців), унаслідок чого навантаження на зубці передачі досить велике.

Тому одинарну передачу застосовують в основному у легкових автомобілях і вантажних автомобілях середньої вантажопідйомності.

У подвійній головній передачі (рис. 2.122, в) обертання передається через дві пари шестерень: з малої конічної шестерні 1 – на велику конічну 2 і далі з малої циліндричної шестерні 3 – на велику циліндричну 4.

Конічні шестерні застосовують зі спіральними зубцями, а циліндричні шестерні – із прямими чи косими зубцями.

У подвійній головній передачі можна одержати більше передаточне число за порівняно невеликих розмірів передачі, тому що в зачепленні знаходяться дві пари шестерень.

Тому є можливість застосовувати малу кінчну шестерню з великою кількістю зубців, ніж чим в одинарній передачі, що поліпшує умови роботи шестерень за великих навантажень.

Подвійну передачу встановлюють на вантажних автомобілях середньої і великої вантажопідйомності.

Загальне передаточне число всієї силової передачі автомобіля дорівнює добутку передаточних чисел коробки переміни передач, роздавальної коробки головної передачі і може бути змінене при включенні різних передач.

Загальне передаточне число показує, у скільки разів число обертів тягових коліс автомобіля менше за число обертів колінчатого вала двигуна.

На деяких вантажних автомобілях підвищеної вантажопідйомності (МАЗ-500А) застосовують роздільну головну передачу, що включає центральну передачу і бортові колісні передачі.

Центральну передачу виконують звичайно у вигляді двох кінчних шестерень зі спіральними зубцями – малої 1 і великої 2 (рис. 2.123, а).

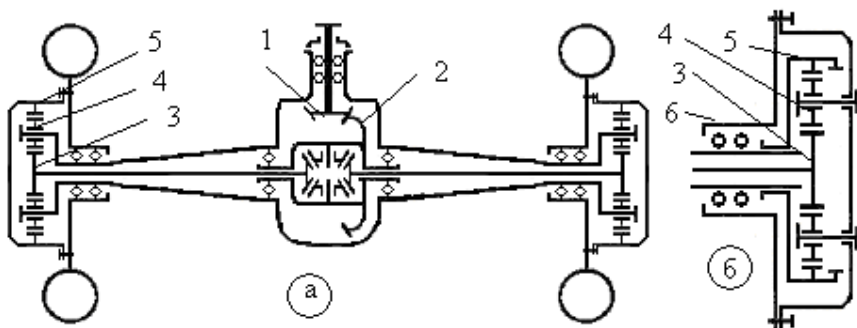


Рис. 2.123 – Схема роздільної головної передачі тягового моста

Колісні передачі, розташовані по обидва боки від тягового моста, планетарні. Кожна колісна передача складається з тягової сонячної шестерні 3, сателітів 4 і тяжкої коронної шестерні 5.

Сонячна шестерня 3 з'єднана з кінцем тягової півосі. Сателіти 4 установлені у підшипниках на осях, які нерухомо закріплені на фланці напівосьового рукава тягового моста.

Коронна шестерня 5 з'єднана з маточиною тягового колеса. При обертанні півосі шестерня 3 через сателіти 4 передає обертання на коронну шестерню 5 і маточину колеса.

Застосовують також колісні передачі, у яких коронна шестерня 5 (рис. 2.123, б) закріплена нерухомо на напівосьовому рукаві, а сателіти 4 установлені на осях, розташованих у корпусі водила 6, з'єднаного з маточиною колеса.

У цьому випадку при обертанні сонячної шестерні 3 сателіти 4, обкатуючись по нерухомій коронній шестерні 5, через водило передають обертання на маточину колеса.

Наявність колісних планетарних передач, що мають задане передаточне число, дозволяє зменшити передаточне число центральної передачі і розвантажити її шестерні, диференціал та півосі від підвищених зусиль, поліпшуючи умови їх роботи.

Крім того, шляхом заміни шестерень у колісних передачах простіше змінити передаточне число тягового моста при створенні модифікацій автомобілів на основі базової моделі.

2.3.5 Диференціал

Диференціал забезпечує кочення правого і лівого тягових коліс з різним числом обертів при поворотах і при русі автомобіля по дорозі з нерівностями.

В русі автомобіля на повороті (рис. 2.124, а) внутрішнє тягове колесо проходить менший шлях, ніж зовнішнє, і для того, щоб мати кочення без буксування, воно повинно обертатися повільніше, ніж зовнішнє колесо.

З метою кочення коліс без ковзання, автомобільні колеса встановлюють на двох валах-півосях, внутрішні кінці яких з'єднані за допомогою диференціала.

Найбільш широко застосовується диференціал з конічними шестернями. Такий диференціал має (рис. 2.123, б) напівосьові шестерні 3 і 7, сателіти 4 і 9, хрестовину 5 та ко-робку 2.

На внутрішніх кінцях півосей 1 і 8 закріплені напівосьові конічні шестерні 3 і 7, на зовнішніх кінцях напівосей тягові колеса 10 і 11.

Сателіти 4 і 9, що являють собою малі конічні шестерні, посажені вільно на пальцях хрестовини 5 і входять у зачеплення з напівосьовими шестернями 3 і 7.

Хрестовина закріплена в коробці 2, яка встановлена на підшипниках у картері заднього моста. До коробки прикріплена тяжна шестерня 5 головної передачі.

Обертання від головної передачі передається на коробку 2 диференціала. Разом з коробкою 2 обертається хрестовина 5 із сателітами. Коли автомобіль рухається по рівній дорозі прямо, обидва тягові колеса 10 і 11 проходять рівні шляхи.

При цьому сателіти 4 і 9, обертаючись разом із хрестовиною 5, відносно своїх осей не обертаються, а їх зуб'я ніби заклинюють обидві напівосьові шестерні 3 і 7 і обертають їх з однаковим числом обертів.

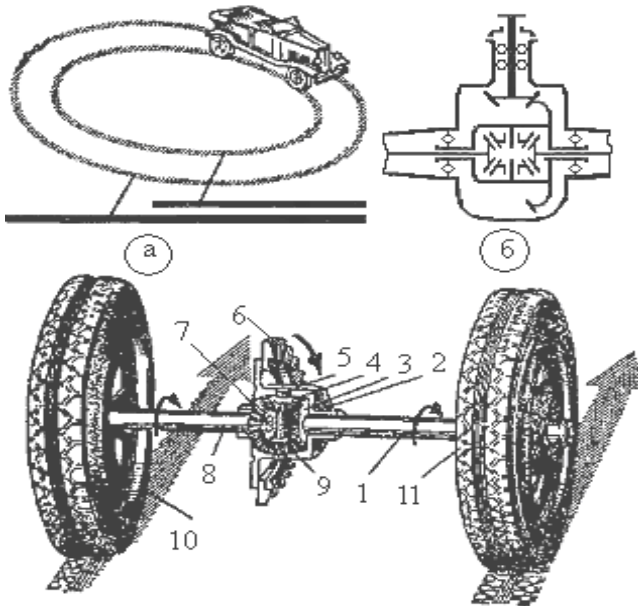


Рис. 2.124 – Рух автомобіля на повороті та схема диференціала

При цьому число обертів обох коліс 10 і 11 однакове і дорівнює числу обертів коробки 2 диференціала.

Коли автомобіль рухається на повороті (рис. 2.124, б), внутрішнє колесо 11 проходить менший шлях і, внаслідок зчеплення з дорогою, починає обертатися повільніше.

При цьому сателіти починають перекочуватися по напівосьовій шестерні 3, що сповільнила своє обертання і внутрішнього колеса 11. У результаті сателіти 4 і 9 починають обертатися біля своїх осей, збільшуючи число обертів другої напівосьової шестерні 7 і зовнішнього колеса 10.

За наявності диференціала між числом обертів коліс існує визначена залежність, за якої сума чисел обертів коліс завжди дорівнює

подвоєному числу обертів коробки диференціала, тобто за зменшення числа обертів одного з коліс число обертів іншого колеса на стільки ж збільшується.

При нерухомій коробці диференціала, якщо обертати одне з коліс, інше колесо буде обертатися у зворотну сторону.

За допомогою диференціала даного типу за усіх умов обертальний момент, переданий від головної передачі, розподіляється приблизно однаково на обидва тягових колеса.

Тягове зусилля на кожному колесі складає половину загального тягового зусилля, що розвивається на обох колесах. Унаслідок цієї властивості диференціал іноді погіршує роботу автомобіля.

При попаданні одного з коліс на слизьке місце (лід, бруд) колесо через недостатнє зчеплення з дорогою починає буксувати. За мало-го коефіцієнта зчеплення одного колеса з дорогою тягове зусилля на ньому стає дуже малим.

При цьому друге колесо, що має достатнє зчеплення з дорогою, зупиняється, тому що, унаслідок властивості диференціала розподіляти зусилля між колесами, однакове тягове зусилля на другому колесі також стає дуже малим і недостатнім для руху автомобіля.

Колесо, яке буксує, обертається при цьому з подвоєним числом обертів, двигун розвантажується, число обертів його зростає, а автомобіль зупиняється.

При русі по слизькій дорозі і на крутих поворотах диференціал з конічними шестернями сприяє заносу автомобіля.

Крім розглянутого вище диференціала з конічними шестернями для автомобілів високої прохідності, які використовуються у важких дорожніх умовах, застосовують спеціальні диференціали з підвищеним тертям між його елементами.

У результаті чого знижується можливість повної зупинки одного з тягових коліс при посиленому буксуванні іншого колеса. Це поліпшує прохідність автомобіля і його стійкість проти заносу.

Підвищеним внутрішнім тертям, що забезпечує зниження буксування тягових коліс, володіє диференціал кулачкового типу, який застосовується на автомобілях деяких моделей.

Диференціал складається із сепаратора 3 (рис. 2.125), сухарів 6 і двох зірочок – зовнішньої 5 і внутрішньої 2.

Сепаратор 3 з'єднаний жорстко з коробкою 7 диференціала, встановленою разом із прикріпленою до неї тяжною шестірнею 4

головної передачі. Тяжна шестерня 4 головної передачі встановлена на підшипниках у картері тягового моста.

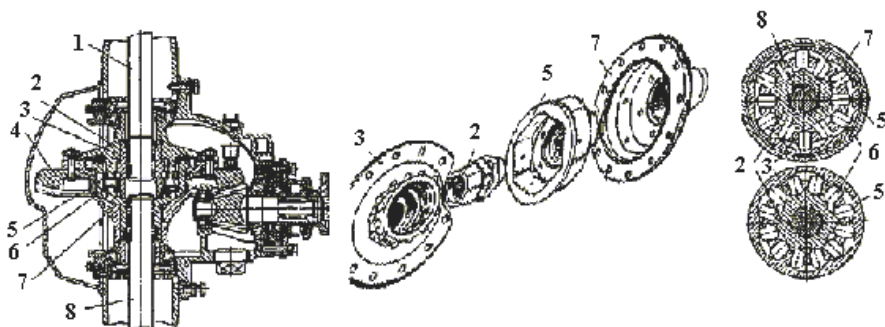


Рис. 2.125 – Схема влаштування і роботи кулачкового диференціала підвищеного тертя

У радіальних отворах сепаратора 3 у два ряди в шаховому порядку вільно встановлені 24 сталевих загартованих сухарі 6.

Між рядами сухарів на сепараторі встановлені з зовнішньої і внутрішньої сторони стопорні кільця. Ці кільця усувають повертання сухарів навколо їх осей і утримують їх від випадання при зборці диференціала.

Сухарі стикаються з фасонною, точно обробленою і загартованою хвилястою поверхнею внутрішньої 2 і зовнішньої 5 зірочок.

Маточина зовнішньої зірочки встановлена у витонченні коробки диференціала, а маточина внутрішньої зірочки лежить у виточці зовнішньої зірочки і сепараторі. Зірочки з'єднані за допомогою шліців із внутрішніми кінцями тягових півосей 1 і 8, що входять у середину коробки 7 диференціала.

Робоча поверхня зовнішньої зірочки 5, що охоплює обидва ряди сухарів, має декілька загальних на обидва ряди сухарів рівномірно розташованих виступів.

На внутрішній зірочці 2 виступи розташовані у два ряди, у шаховому порядку, по стільки ж виступів у кожному ряду.

При роботі диференціала підвищеного тертя обертання від тяжкої конічної шестерні 4 і приєднаної до неї коробки 7 із сепараторами 3 передається півосям 1 і 8 через сухарі 6, що упираються у виступи зірочок 2 і 5.

При цьому якщо опір на тягових колесах однаковий, то сухарі не мають осьових переміщень і упираються у виступи зірочок з однаковою силою, тим самим обертаючи обидві півосі і колеса з однаковим числом обертів.

У випадку різниці опорів на тягових колесах (наприклад, при повороті чи буксуванні одного з коліс) сухарі, ковзаючи по хвилястій поверхні зірочки, що сповільнила своє обертання, одержують осьове (радіальне) переміщення і, надавлюючи на виступи іншої зірочки, додатково прискорюють її обертання разом з піввіссю.

При цьому колеса одержують можливість обертатися з різною швидкістю так само, як і при звичайному диференціалі з конічними шестернями.

2.3.6 Привід до тягових коліс

Півосі служать для передачі обертального моменту від диференціала на тягові колеса. У залежності від розташування підшипників, півосі сприймають різні навантаження і розділяються за умовами роботи на два основних типи: напіврозвантажені і цілком розвантажені.

Напіврозвантажена піввісь (рис. 2.126, а) одним кінцем лежить у коробці диференціала, що обертається в підшипниках 1 у картері заднього моста, а іншим установлена на підшипниках 2 у напівосьовому рукаві. На кінці півосі прикріплена маточина з колесом.

При роботі автомобіля на таку піввісь діє обертальний момент M на колесо і скручуюча піввісь осьова сила T , яка виникає при боковому ковзанні колеса, якщо достатньо зчеплення його з дорогою.

Ця сила діє на плечі R і згинає піввісь у вертикальній площині. Сила P , що виникає на колесі від ваги, яка припадає на колесо, діючи на плечі a , згинає піввісь також у вертикальній площині.

Тягове зусилля P (спрямоване перпендикулярно до площини фігури) виникає на колесі в результаті дії обертального моменту, підтяжного до колеса, за достатнього зчеплення колеса з дорогою.

Тягове зусилля P діє на плечі a і згинає піввісь у горизонтальній площині. При гальмуванні автомобіля замість тягового зусилля діє гальмівне зусилля, спрямоване у зворотну сторону.

Незважаючи на порівняно несприятливі умови роботи, напіврозвантажені півосі мають більш просту конструкцію опор і кріплення колеса, їх застосовують у легкових автомобілях, у яких навантаження, що діють на півосі, не дуже велике.

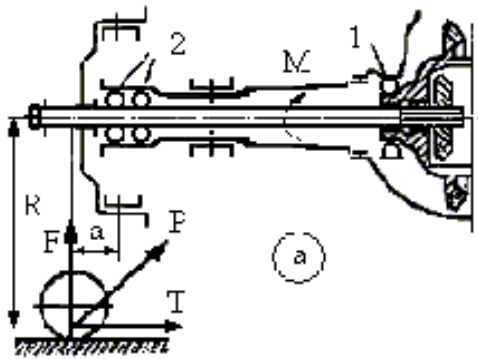
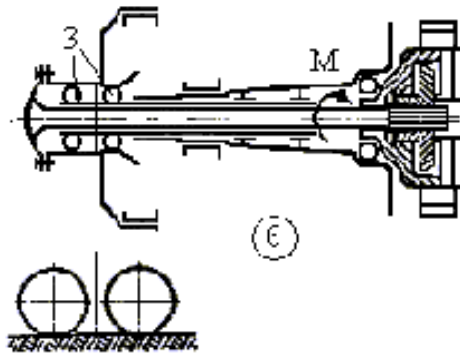


Рис. 2.126 – Типи тягових півосей:

а) напіврозвантажена; б) цілком розвантажена

В основному застосовуються напіврозвантажені півосі фланцевого типу з фланцем на зовнішньому кінці для кріплення колеса.

Цілком розвантажена піввісь (рис. 2.126, б) одним кінцем лежить у коробці диференціала, а іншим за допомогою фланця з'єднана з маточиною колеса.

Маточина з колесом установлена на двох підшипниках 3 на кінці напівосевого рукава картера заднього моста.

При такому розташуванні півосі вона передає тільки обертальний момент M . Всі інші сили сприймаються через підшипники балкою тягового моста.

Цілком розвантажені півосі за значних вагових навантажень на задній міст працюють у більш сприятливих умовах, і тому їх застосовують на всіх вантажних автомобілях.

Балка заднього тягового моста

Головна передача з диференціалом встановлюється в картері заднього тягового моста. Півосі проходять у середині напівосьових рукавів, що закривають їх і прикріплені до картера тягового моста.

Картер заднього тягового моста з напівосьовими рукавами утворює балку заднього моста. Ця балка є задньою віссю з колесами, на яку закріплюється кузов автомобіля.

Застосовуються балки заднього моста двох типів з розніманням у подовжній вертикальній площині (щодо осі автомобіля) і нероз'ємні.

У першому випадку картер заднього тягового моста складається з двох частин 2 і 3 (рис. 2.127, а), відлитої з ковкого чавуну, із припливом у передній частині для розміщення вала з малою конічною шестернею головної передачі.

По обидва боки у картер запресовані і прикріплені до нього трубчасті сталеві напівосьові рукави 1 і 4.

Обидві половини картера, який має рознімання у вертикальній подовжній площині, скріплюються болтами.

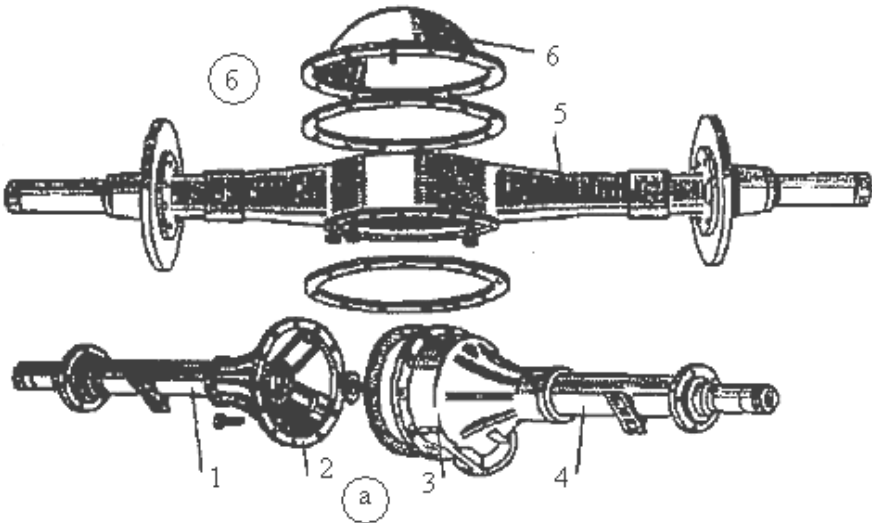


Рис. 2.127 – Типи балок тягових мостів

У другому випадку головна передача з диференціалом встановлена в окремому картері головної передачі (картері редуктора), приєд-

наному на фланцях болтами до картера тягового моста, виконаного у вигляді цілої балки 5 (рис. 2.127, б), що має стовщеним середню частину.

Така балка (типу банджо) виготовляється виливанням зі сталі чи шляхом зварювання зі сталевих штампованих частин.

Задній люк балки закритий окремою штампованою кришкою 6 і служить для огляду механізмів або закритий глухою привареною кришкою.

У картер заднього моста заливають оливу, і шестерні головної передачі та диференціала працюють в ньому.

З цієї причини всі місця виходу валів з картера ущільнюють сальниками. Для заливання і зливу оливи в картері є спеціальні отвори, закриті пробками.

Щоб уникнути підвищення тиску та, внаслідок цього, видавлювання оливи з картера, при нагріванні головної передачі, його порожнина з'єднується з атмосферою через сапуни, які зазвичай обладнані клапанами.

Механізми переднього тягового моста

Передній тяговий міст автомобілів високої прохідності має ту особливість, що передні колеса його одночасно є і тяговими, і керованими. Тому до його конструкції входять додаткові механізми, що дозволяють передавати зусилля на керовані колеса за зміни площини їх обертання.

До конструкції приводу передніх тягових коліс входять (рис. 2.128) головна передача 1, диференціал 3, півосі 4, шарніри 6 рівних кутових швидкостей, приводні вали 5 коліс.

Головна передача з диференціалом і півосями розташована в картері 2 з напівосьовими рукавами 5. До напівосьових рукавів прикріплені напівсферичні наконечники 14 із шворнями 12 на підшипниках 13.

На цих наконечниках встановлені поворотні кулаки. Кулаки складаються з корпусу 11 з цапфою 7. На цапфі 7, на підшипниках 10 встановлені маточини 9 коліс.

Піввісь 4 через шарнір рівних кутових швидкостей 6 з'єднана з приводним валом 8, що фланцем з'єднується з маточиною 9 колеса.

Головна передача і диференціал мають таку ж будову, що й головна передача та диференціал заднього тягового моста.

Шарнір 6 рівних кутових швидкостей передає рівномірне обертання з півосі 4 на приводний вал 8 колеса за значних кутів повороту

між ними (до 40°) і за різних положень колеса під час повороту автомобіля.

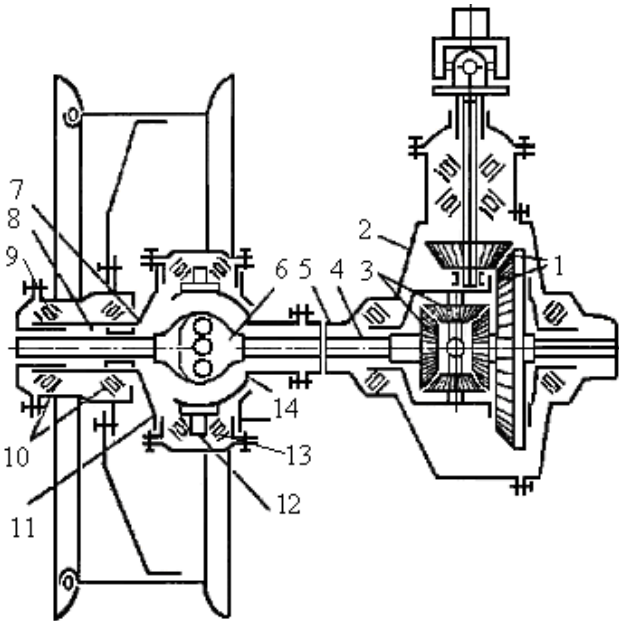


Рис. 2.128 – Схема механізму приводу переднього тягового моста

Застосовувати з цією метою простий карданний шарнір не можна, тому що він не забезпечує рівномірного обертання приводного вала.

Для цього в передніх тягових мостах застосовують шарніри рівних кутових швидкостей двох типів: кулькового або кулачкового.

Шарнір рівних кутових швидкостей кулькового типу (рис. 2.129, а) складається з двох вилок, п'яти кульок і пальця.

Вилка 2 з'єднана з піввіссю 1, а вилка 5 – із приводним валом 6 колеса. Вилки центруються кулькою 4, встановленою у поглибленні між вилками. У канавках вилок установлені чотири кульки 3 і 7, через які і передається обертання від однієївилки до іншої.

При будь-якому куті між валами бокові кульки в канавках вилок розташовуються в площині, що розділяє цей кут на дві рівні частини. Тому обертання від тягового до тяжного вала передається рівномірно. Застосовують також кулькові шарніри, у яких центральна кулька встановлюється на пальці, який закріплено в одній з вилок.

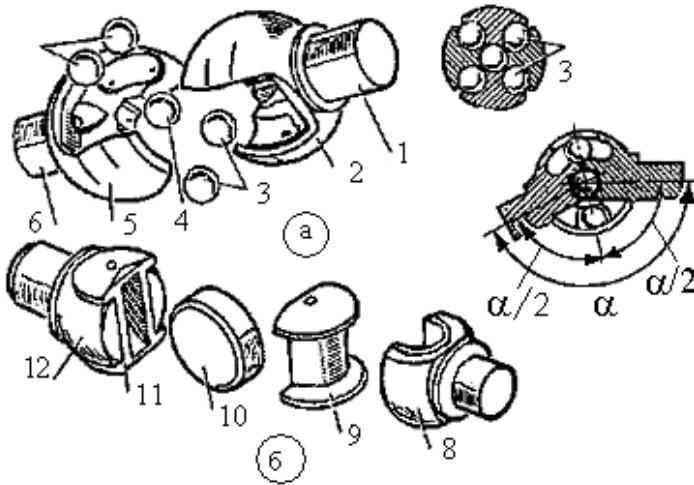


Рис. 2.129 – Карданні шарніри рівної кутової швидкості

Шарнір рівних кутових швидкостей кулачкового типу складається з двох вилок 12 і 8 (рис. 2.129, б), двох кулаків 11 і 9 і диска 10. Вилки 12 і 8 знаходяться на кінці півосі та на кінці приводного вала колеса.

В середину вилок входять циліндричні поверхні кулаків 11 і 9. Між кулаками встановлений диск 10, що входить у внутрішні прямокутні вирізи кулаків.

За такої конструкції піввісь і приводний вал можуть качатися на своєму кулаку в одній площині і разом з кулаком – навколо диска в іншій площині.

Такий шарнір за своєю дією аналогічний до дії двох зчленованих звичайних карданних шарнірів, з яких перший шарнір створює нерівномірність обертання, а другий (поставлений навпаки) усуває цю нерівномірність. У результаті цього обертання на приводний вал від півосі передається рівномірно.

Приводний вал 8 колеса (рис. 2.128) проходить у середині порожнини поворотної цапфи 7 і за допомогою втулки із фланцем з'єднаний з маточиною 9 колеса. Маточина встановлена на цапфі на підшипниках 10.

Цапфа з'єднана з роз'ємним корпусом 11, установленим на підшипниках 13 на шворнях 12, які закріплені на напівсферичному наконечнику 14 напівосьового рукава 5.

Цапфа може повертатися разом з колесом навколо цих шворнів. При будь-якому повороті колеса з цапфою 7 обертання на колесо передається з півосі 4 через шарнір 6 і приводний вал 8.

У деяких автомобілів високої прохідності у конструкції переднього тягового моста передбачено пристрій, що забезпечує відключення передніх коліс від механізму приводу в тому випадку, коли у приводі передніх коліс немає необхідності.

Це знижує втрати потужності при русі автомобіля. Відключення передніх коліс забезпечується роз'єднанням маточини колеса від приводного валу за допомогою спеціальної зубцюватої муфти.

Обслуговування тягових мостів та їх характерні несправності

Основними операціями з обслуговування тягових мостів автомобілів є підтяжка зовнішніх кріплень, змащення механізмів, регулювання підшипників і зачеплення шестерень.

Для змащення головних передач і диференціалів застосовують автотракторну трансмісійну оливу. Для змащення гепоїдної передачі необхідно застосовувати спеціальну гепоїдну оливу різних марок для легкових і вантажних автомобілів. Порушення цього правила призводить до виходу з ладу передачі.

Так, наприклад, для легкових автомобілів застосовують гепоїдну оливу Тад-17, для вантажних автомобілів – гепоїдну оливу ТС-14,5.

Перевірку рівня і додавання оливи здійснюють приблизно через 3-5 тис. км пробігу, а повну зміну – приблизно через 10-20 тис. км, відповідно до рекомендацій заводських інструкцій і залежно від умов роботи автомобіля. Оливу заливають до контрольного рівня.

В головній передачі регулюють затягування конічних роликів-підшипників і зачеплення конічних шестерень. Для здійснення цих регулювань потрібний досвідчений обслуговуючий персонал.

У тягових мостах автомобілів застосовують зазвичай конічні роликів-підшипники, які встановлюються з попереднім натягом, що забезпечує надійність і більший термін роботи механізмів без порушення точності сполучення їх елементів.

До точності протяжності регулювання підшипників з попереднім натягом пред'являються високі вимоги. Правильність регулювання таких підшипників визначається величиною моменту, що повинен бути прикладений до валів, установлених на підшипниках для їх провртання.

Момент загвинчування гайок можна визначати за відсутності спеціальних динамометричних ключів за допомогою пружинного безміна, приєднаного до вала, на плечі визначеного радіуса.

У випадку неможливості виміру моменту через відсутність відповідного вимірювального устаткування рекомендується регулювати підшипники так само, як підшипники без попереднього натягу, щоб вони не мали помітного осьового зазору за вільного обертання валів.

Правильність протяжного регулювання підшипників перевіряють при роботі автомобіля за температури нагрівання місць розташування підшипників. Температура не повинна перевищувати 70-80 °С.

Зачеплення центральних (не гепоїдних) конічних шестерень повинно бути відрегульоване так, щоб зубці шестерень, які контактують між собою, входили в зачеплення по всій довжині зуба, і між зуб'ями був визначений боковий зазор, рівний у середньому 0,15-0,30 мм.

Боковий зазор між зубцями конічних шестерень можна перевіряти за кутовим переміщенням фланця карданного шарніра, закріпленого на валу малої конічної шестерні. При цьому тяжна конічна шестерня повинна бути закріплена.

Правильність зачеплення конічних шестерень перевіряють за розташуванням плями контакту на зубцях. Для цієї мети на зубах тягової шестерні наносять тонкий шар фарби, і потім шестерні перевіряють.

При правильному зачепленні шестерень пляма контакту у тяжної шестерні розташовується по середині висоти зуба, несильно зрушуючи до вузького його кінця.

Залежно від зсуву плями контакту регулюють положення шестерень відповідно до вказівок заводських інструкцій.

Особливо чутлива до точності регулювання гепоїдна передача.

Регулювання на заводі такої передачі проводиться з великою старанністю, і в умовах експлуатації додаткового регулювання звичайно не потребує.

Після тривалої експлуатації у випадку появи шуму в передачі і збільшення бокового зазору регулювати передачі повинні тільки кваліфіковані механіки із застосуванням необхідного устаткування.

У передньому тяговому мосту додатково регулюють підшипники шворнів поворотних цапф.

До несправностей тягових мостів відносяться порушення регулювань, знос деталей і витік оливи.

Зношуються шестерні і підшипники головної передачі, а також шестерні, хрестовина, опорні шайби та підшипники диференціала і деталі шарнірів рівних кутових швидкостей.

Підвищений знос механізмів відбувається внаслідок порушення їх регулювання і несвоечасної зміни чи застосування недоброякісного змащення.

Знос шестерень супроводжується сильним шумом при їх роботі. У випадку невеликого зносу треба регулювати положення шестерень. За великого зносу деталі слід замінити чи відремонтувати.

Шестерні головної передачі замінюють тільки приробленими парами, тому що при виготовленні на заводі вони підбираються і приробляються індивідуальними парами, після чого на них ставлять відповідні мітки.

Витік оливи в різних з'єднаннях відбувається в результаті порушення їх щільності, зносу і псування сальників чи прокладок через забруднення сапуна.

2.4 Ходова частина автомобіля

Ходова частина автомобіля являє собою його візок і складається з рами, осей, коліс і підвіски.

2.4.1 Рама

Рама – несуча система автомобіля, до якої кріпляться всі частини і механізми автомобіля та його кузов.

Раму мають усі вантажні автомобілі. Рама (рис. 2.130) складається з двох подовжніх балок 1 – лонжеронів, з'єднаних декількома поперечками 2 – траверсами.

Лонжерони виготовлені штампуванням з листової сталі і мають коробчатий перетин перемінного профілю, найбільш посиленого в середній частині. Частини рами скріплені за допомогою косинців і косинок на заклепках чи шляхом зварювання.

Передні поперечні балки служать для кріплення двигуна. До лонжеронів прикріплені кронштейни для кріплення деталей підвіски.

У вантажних автомобілів у задній частині рами на спеціальних поперечних балках встановлено буксирний пристрій.

Він складається з гака 3 із запором і пружиною 4, яка амортизує динамічні навантаження. Гак призначений для приєднання причепів та інших автомобілів.

У передній частині рами є два гаки 9, які використовуються для буксирування автомобіля за його несправності, або для витягування з багна.

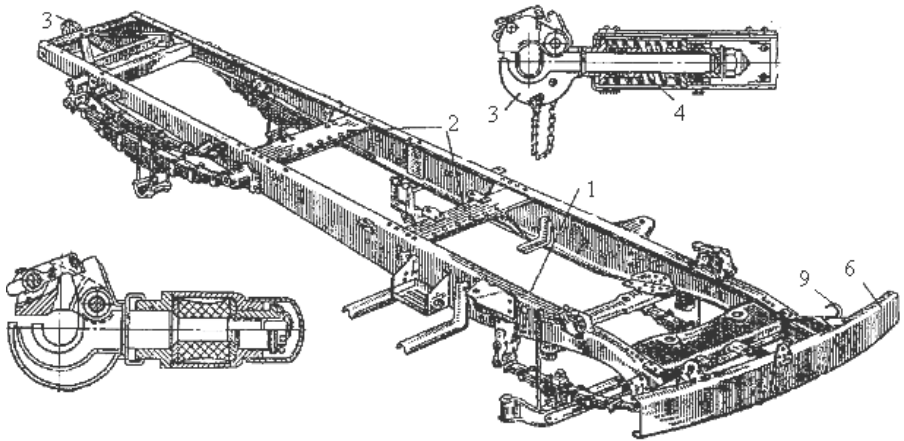


Рис. 2.130 – Рама вантажного автомобіля

До передньої частини рами прикріплений металевий упор – бумпер 6. Рама з усіма зібраними на ній частинами спирається через деталі підвіски на осі з колісьми.

Рамою обладнуються також легкові автомобілі великої місткості, що мають значну відстань між осями коліс.

Для одержання необхідної міцності й усунення можливості деформації кузова раму легкових автомобілів виготовляють спеціальної конструкції. Така рама звичайно складається з поперечної балки Х-подібної форми і балок, що мають збільшені перетини. До передньої і задньої частин рами приєднують буфери.

У легкових автомобілів малої і середньої місткості окрема рама звичайно відсутня і замість рами використовується тверда основа кузова. Такий кузов називається "несучим".

У легкового автомобіля з несучим кузовом раму заміняє тверда конструкція каркаса кузова (рис. 2.131), що складається з підлоги, посиленої подовжніми балками (лонжеронами) і поперечками, передньої частини, бокових стійок, даху і задньої частини.

Ці частини оснащуються підсилювачами і з'єднані зварюванням. У передній частині до підлоги кузова прикріплена болтами чи за допомогою зварювання коротка (підмоторна) рама 1, що служить для закріплення силового агрегату і передньої підвіски автомобіля. Підкоси, приварені до рами, кріплять болтами чи приварюють до щита кузова.

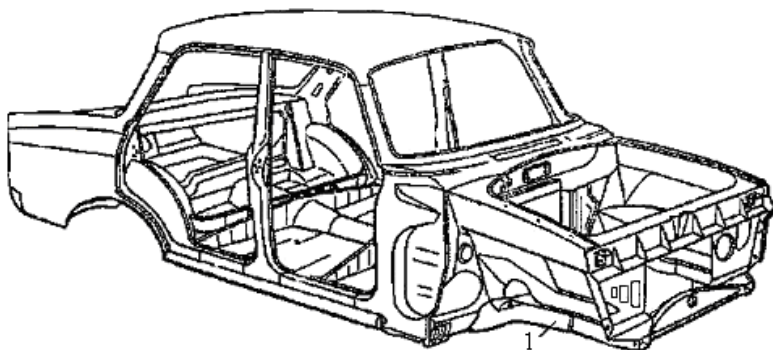


Рис. 2.131 – Несучий кузов легкового автомобіля

2.4.2 Передня і задня осі

Передня вісь буває двох типів: цільна і складена. Цільну передню вісь застосовують на усіх вантажних автомобілях.

Складену передню вісь застосовують при незалежній підвісці коліс на легкових автомобілях.

Цільна передня вісь (не тягова) складається з балки 4, поворотних кулаків 7 з цапфами 8 і шворнів 6 (рис. 2.132).

Сталева балка 4 найчастіше виготовлена шляхом кування і штампування зі спеціальної сталі.

Вона має двотавровий перетин з вигнутими кінцями і за допомогою ресор 2 з'єднується з рамою.

На кінцях передньої осі встановлені штамповані сталеві поворотні кулаки 7 з цапфами 8, які з'єднані з віссю шарнірно за допомогою шворнів 6.

Кожен шворнінь закріплений в отворі осі жорстко клиновим стопорним штифтом, а в поворотному кулаку він установлений вільно на бронзових втулках.

Внаслідок цього поворотний кулак з цапфою може повертатися навколо шворня в горизонтальній площині, чим забезпечується поворот передніх керованих коліс і всього автомобіля.

Для полегшення повороту цапф з колесами між віссю і нижньою частиною вилки поворотного кулака на шворні встановлено упорний підшипник 5, що сприймає вагове навантаження від кузова на колесо.

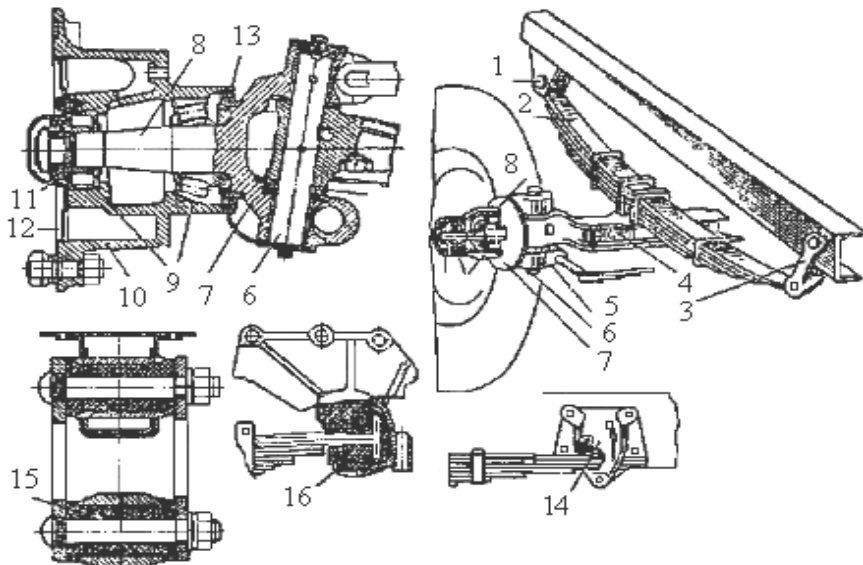


Рис. 2.132 – Передня вісь вантажного автомобіля та її елементи

З цією метою застосовується упорний шарикопідшипник чи підшипник ковзання зі сталевими і металокерамічними шайбами.

Для регулювання осьового зазору в з'єднанні поворотного кулака з віссю між віссю і верхньою частиною вилки ставлять регульовальні прокладки.

На цапфі на двох кінцевих роликотпідшипниках 9 установлена відлита з чавуну маточина 10 колеса.

Зовнішні кільця підшипників щільно запресовані в маточині, а внутрішні мають на цапфі рухому посадку, що дає можливість їм самостійно орієнтуватися відносно маточини і сприяє зменшенню зносу.

Підшипники регулюють з визначеним натягом і закріплюють на цапфі гайкою 1, яку надійно стопорять.

У випадку застосування гайки, яку шплінтують, під нею звичайно ставлять опорну шайбу з вусом, що входить у паз на цапфі. Шайба усуває передачу обертання від внутрішнього кільця підшипника на гайку.

Зовні деталі кріплення закриті ковпаком 12, прикріпленим до маточини. У маточину закладають змащення.

Щоб змащення не випливало, у маточині з внутрішньої сторони поставлений самопідтискний сальник 13.

До фланця маточини прикріплене колесо, на ободу якого монтується пневматична шина.

В автомобілях високої прохідності передньою віссю є балка переднього тягового моста, до якого на шворнях приєднуються корпуси з поворотними цапфами.

На цапгах установлюються передні колеса, що є тяговими і керованими.

Задньою віссю у двохосьових автомобілів служить балка заднього тягового мосту.

У вантажних автомобілів на кінцях напівосьових рукавів балки заднього мосту на конічних роликопідшипниках установлені маточини з колесами, з'єднані з фланцями півосей.

У легкових автомобілів підшипники встановлені в середині напівосьових рукавів, і колеса кріпляться до півосей.

У тривісних автомобілів рама в задній частині спирається через ресори на візок, що складається з двох тягових мостів, балки яких є осями для установки тягових коліс.

2.4.3 Колеса

Конструкція коліс

На автомобілях ставлять дискові колеса, що складаються з диска й обода. Обід служить для установки пневматичної шини і приклепується чи приварюється до диска.

Ободи бувають глибокі нерозбірні і плоскі розбірні. Глибокий нерозбірний обід має борти і поглиблення посередині, необхідне для монтажу шини (рис. 2.133, а).

Поглиблення розташовується симетрично щодо середини обода чи трохи зміщене (несиметричний обід). Такі колеса ставляться на легкових автомобілях.

Колеса з плоским розбірним ободом застосовують на вантажних автомобілях. У такому ободі один борт роблять зйомним, що необхідно для монтажу шин.

Зйомний борт 1 (рис. 2.133, б) називають "бортовим кільцем". Його закріплюють замковим розрізним кільцем 2, заправленим у канавку на ободі колеса.

На вантажних автомобілях застосовуються переважно колеса з розширеними ободами з конічними полками (рис. 2.133, г). Застосовують також бездискові колеса (рис. 2.133, д), у яких маточина відлита зі сталі разом зі спицями, до яких на шпильках чи болтах за допомогою гайок і накладок-притисків 4 кріпиться на конусній поверхні зйомний цільний чи розрізний обід. Розрізний обід складається з трьох секторів.

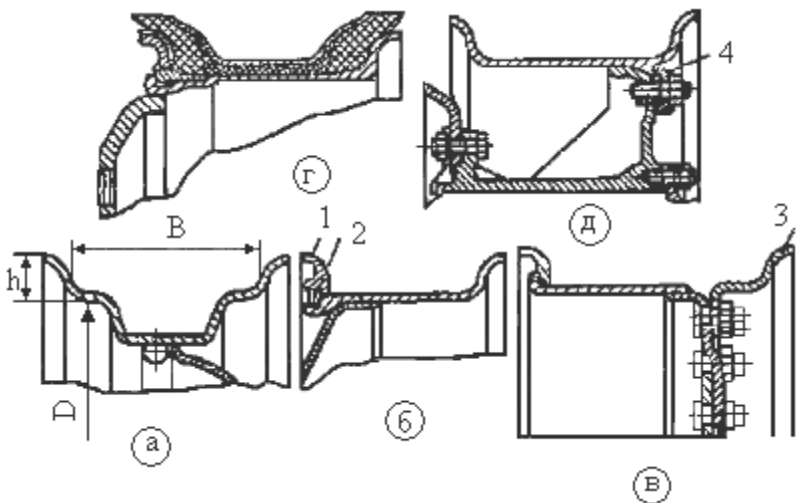


Рис. 2.133 – Типи ободів коліс:

а) глибокий нерозбірний симетричний; б) плоский розбірний з бортовим і замковим кільцями; в) окремим бортом; г) розширений з конічними полками; д) бездискове колесо зі шліцьовою маточиною

У здвоєних бездискових коліс заднього тягового моста між ободами коліс установлюють розпірне кільце.

В автомобілів високої прохідності з централізованою системою регулювання тиску повітря в шинах на роз'ємному ободі кріпиться розпірне кільце, яке фіксує положення бортів шини на колесі за зниженого тиску повітря. Застосовують також колеса з тороїдальними посадковими полками.

Основними розмірами обода колеса є посадочний діаметр, ширина обода, висота бортової закраїни.

Основні розміри елементів профілю і посадкового діаметра обода колеса мають умовне позначення, у якому перша цифра показує ширину обода, буква – висоту бортової закраїни і остання цифра – посадочний діаметр. Розміри даються в дюймах чи міліметрах (наприклад, 57x14 чи 127Jx355).

Літерні позначення відповідають певній висоті бортової закраїни. Для легкових автомобілів J = 17,5 мм; K = 19,5 мм і L = 21,5 мм.

Для вантажних автомобілів A=28 мм; B=33 мм; B= 43 мм; висота, яка дорівнює 38 мм, не маркується.

Колеса прикріплюють до маточин болтами чи шпильками з гайками.

Одинарні колеса кріплять до маточин чи фланців тягових півосей безпосередньо гайками на шпильках або болтах.

Здвоєні колеса задніх тягових мостів вантажних автомобілів мають спеціальне кріплення. Спочатку на шпильки маточини ставлять внутрішнє колесо і затягують його ковпачковими гайками з внутрішнім і зовнішнім різьбленням, а потім на ці гайки ставлять зовнішнє колесо і кріплять його простими гайками.

На гайках кріплення коліс зроблені конусні чи сферичні поверхні, що, входячи у відповідні отвори диска колеса, точно центрують колесо на маточині.

У деяких автомобілях гайки правої і лівої сторони ставлять з різним напрямком різьблення для того, щоб усунути самостійне вигвинчування гайок, що з'являється внаслідок різкого прискорення чи уповільнення обертання коліс при гальмуванні.

Гайки з лівим різьбленням звичайно відзначені спеціальною проточкою на гранях, а на шпильках з лівим різьбленням ставиться мітка «Л».

Установка керованих коліс

Для підвищення стійкості (стабілізації) передніх коліс у середнім положенні (прямолінійний рух автомобіля) і для полегшення керування автомобілем передні колеса мають розвал у вертикальній площині і сходження в горизонтальній.

Шворні поворотних кулаків у вантажних автомобілів або осі поворотних стійок у легкових автомобілів нахилені в подовжній і поперечній площинах.

Розвал коліс (рис. 2.134, а) забезпечується установкою поворотних кулачків (чи поворотних стійок) з нахилом цапф униз. У результаті розвалу на колесі з'являється осьова сила, що притискає маточину до внутрішнього великого підшипника, внаслідок чого розвантажується зовнішній менший підшипник.

При розвалі коліс зменшується відстань між точкою перетинання продовження осі шворня (чи стійки) і точкою торкання колеса з дорогою, що полегшує поворот коліс. Кут розвалу коліс α для різних автомобілів утримується в межах $0-2^\circ$.

Поперечний нахил шворня (рис. 2.134, а) чи осі поворотної стійки служить для підвищення стійкості (стабілізації) колеса в середнім положенні.

У результаті поперечного нахилу шворнів при повороті коліс у ту чи іншу сторону відбувається деякий підйом передньої частини автомобіля.

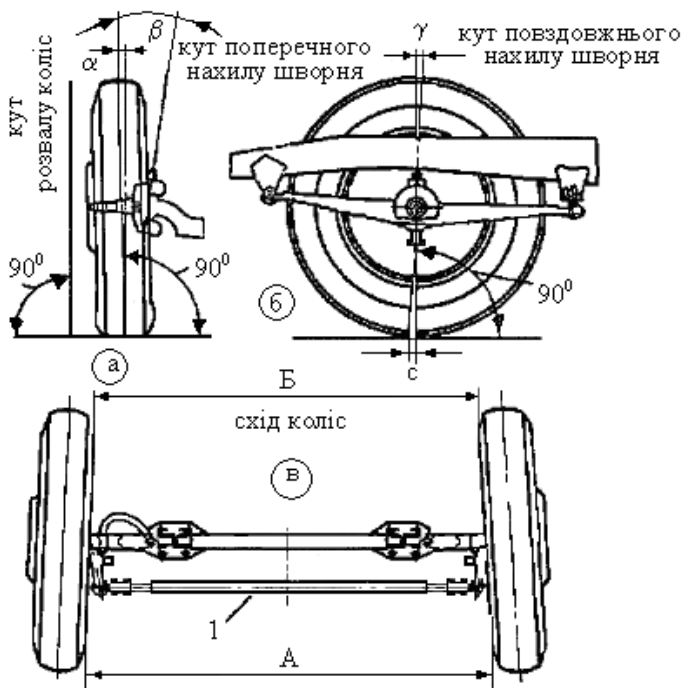


Рис. 2.134 – Схеми встановлення керованих коліс

При цьому під дією ваги передньої частини автомобіля, що прагне повернутися в нижнє положення, колеса повертаються в середнє попереднє положення, унаслідок чого і збільшується їх стійкість у цьому положенні.

Це також полегшує повернення коліс у середнє положення рульовим колесом. Поперечний нахил шворня досягається відповідною формою передньої осі.

Кут β поперечного нахилу шворня або осі поворотної стійки дорівнює 6-8°.

Подовжній нахил шворня (рис. 2.134, б) чи осі стійки зроблений також для поліпшення стабілізації керованих коліс у середнім положенні.

Внаслідок такого нахилу шворня (поворотної стійки) продовження осі шворня перетинається з площиною дороги перед точкою торкання коліс на деякій відстані c .

Під час повороту автомобіля відцентрова сила, що прагне зрушити автомобіль у напрямку від центра повороту, викликає появу

поперечних сил тертя (реакцій) між шинами і дорогою в точках їх торкання.

Ці сили, діючи на плечі відносно шворня, сприяють поверненню коліс у середнє, нейтральне положення.

Подовжній нахил шворнів досягається установкою передньої осі чи поворотних стійок з невеликим нахилом. Кут подовжнього нахилу шворнів β витримується в межах 0-3,5°.

Оскільки при установці шворнів з великими кутами нахилу керування автомобілем стає значно важчим, у легкових автомобілях ці кути установлюють за величиною меншими чи рівними нулю.

Стабілізація коліс у середнім положенні в цьому випадку забезпечується кутом відведення пружних шин. При повороті коліс подовжня вісь сліду шини, внаслідок її пружності і зчеплення з дорогою, відстає від кута повороту колеса, і деформована шина прагне повернути колесо у середнє положення.

У тягових передніх мостах автомобілів високої прохідності кути подовжнього нахилу шворнів також установлюють малої величини чи рівними нулю, оскільки наявність на колесах стискального зусилля сприяє поліпшенню стабілізації коліс у середнім положенні.

Сходження коліс (рис. 2.134, в) застосовують для усунення поперечного ковзання коліс. Зусилля, яке сприяє розбігу коліс, виникає при русі автомобіля в результаті установки коліс з розвалом.

Сходження коліс вимірюється як різниця відстаней між колесами по краях їх ободів попереду і позаду (A мінус B) і дорівнює 2-12 мм. Сходження коліс регулюють зміною довжини поперечної рульової тяги.

У вантажних автомобілів в установці коліс регулюванню піддається тільки їх сходження.

У легкових автомобілів, крім того, передбачена можливість регулювання розвалу коліс і нахилів осі поворотних стійок за допомогою спеціальних пристроїв.

2.4.4 Підвіска автомобіля

Підвіска з'єднує раму з осями і служить для пом'якшення і поглинання ударів, які сприймаються колесами від нерівностей дороги при русі, а також для зниження вертикальних коливань кузова, що забезпечує плавність ходу автомобіля.

Підвіска осей автомобіля може бути **залежною** і **незалежною**. Незалежна підвіска застосовується тільки в легкових автомобілях в основному для передніх коліс.

Як пружні елементи в підвісці використовують листові ресори або гвинтові пружини та торсіони. Торсіони – це бруси, що працюють на скручування.

Ресорна підвіска

Найбільш часто на автомобілі встановлюють залежну ресорну підвіску, що складається з листових ресор. Така ресора 2 (рис. 2.135) зібрана з пружних вигнутих сталевих листів різної довжини.

Перший самий довгий лист називається корінним і по кінцях має загнуті вушка з запресованими втулками. Усі листи ресори з'єднані центровим болтом і з боків скріплені хомутиками.

Між листами ресор уводиться змащення. Листи ресор виготовляють зі спеціальної ресорної пружної сталі, і для підвищення довговічності, крім термічної обробки, їх піддають механічній обробці - наклепу.

Для поліпшення умов роботи між листами ресор легкових автомобілів поміщають спеціальні пластмасові вставки, що усувають скрип ресор і зменшують їх знос.

У вантажних автомобілів передня вісь чи передній тяговий міст підвішується до рами на двох подовжніх напівеліптичних ресорах.

Ресора 2 середньою частиною встановлена на площадці балки 4 передньої осі і прикріплена до неї двома хомутами. Передній кінець ресори з'єднаний із кронштейном рами шарнірно на пальці 1, а задній з'єднаний сергою 3 із двома пальцями.

Серга повертається на пальці кронштейна рами, тому ресора може розпрямлятися при зростанні навантаження, що припадає на неї.

На автомобілях деяких моделей передній кінець ресори кріпиться до кронштейна рами за допомогою пальця, а задній кінець має рухоме з'єднання у вкладишах спеціального кронштейна 14 рами, що дає можливість ресорі вільно розпрямлятися.

При з'єднанні кінців ресор із кронштейнами рами між вушками ресор і пальцями у сергах на автомобілях деяких моделей встановлюють гумові втулки 15 (сайлент-блоки), які наглухо затягують гайками, що наворачтаються на кінці пальців.

Хитання ресори на пальці відбувається тільки в результаті пружної деформації гуми.

На автомобілях деяких моделей кінці ресор з'єднані з рамою за допомогою гумових подушок 16, закріплених у кронштейнах рами. Такі кріплення підвищують амортизуючі властивості ресорної підвіски, безшумність її роботи та усувають необхідність у змащенні шарнірних з'єднань ресор, спрощуючи обслуговування автомобіля.

Задній міст також підвішений до рами на двох подовжніх напівеліптичних ресорах. Середина ресори закріплена хомутами.

Передній кінець ресори з'єднаний із кронштейном рами за допомогою пальця, а задній кінець ресори з'єднаний за допомогою серги з двома пальцями ковзного з'єднання або лежить на гумових подушках.

На задніх ресорах звичайно зверху кріплять додаткові малі ресори, які мають назву підресорники. Кінці підресорника розташовані проти упорних кронштейнів, закріплених на рамі, і упираються в них при збільшенні навантаження.

Така комбінована ресора забезпечує еластичність підвіски автомобіля у ненавантаженому стані, тому що при цьому працює тільки основна ресора. При повному навантаженні, внаслідок включення в роботу підресорника, забезпечується достатня міцність.

Для усунення удару осей об раму за сильних прогинів ресор на рамі і ресорах прикріплюють гумові упори-буфери.

Для підвищення плавності ходу в передню підвіску вантажних автомобілів звичайно включають гідравлічні амортизатори.

У більшості легкових автомобілів задній міст має також залежну підвіску, яка виконується на листових ресорах чи гвинтових пружинах.

Незалежна підвіска передніх коліс

Незалежною називається така підвіска передніх коліс, за якої кожне колесо підвішене до рами самостійно, а коливання коліс на підвісці відбуваються незалежно одне від одного.

Незалежна підвіска передніх коліс має підвищену еластичність і забезпечує добру плавність ходу автомобіля, а також усуває розгойдування переднього моста з колесами, що має місце за великих швидкостей руху і порушує керування автомобілем.

Незалежна підвіска, незважаючи на деяке ускладнення конструкції, застосовується на всіх легкових автомобілях, оскільки вона значно підвищує їх комфортабельність.

Найбільш часто застосовується незалежна важільно-пружинна підвіска з хитанням коліс у поперечній площині.

Залежно від конструкції з'єднання поворотного кулака (стійки) колеса з підвіскою, незалежна підвіска буває двох видів: **шкворнева** і **безшкворнева**.

Незалежна важільно-пружинна підвіска шкворневого типу (Волга) складається з передньої балки 1 (рис. 2.135, а), поперечних хитних важелів – нижніх 2 і верхніх 9, гвинтової пружини 3, стійки 6 з шкворнем 8 і поворотного кулака 7 з цапфою і колесом.

Передня балка 1 (поперечина) жорстко закріплена на лонжеронах основи кузова 10. До балки та її кронштейнів з кожної сторони шарнірно приєднана на важелях 2 і 9 стійка 6 із встановленим у ній шкворнем 8.

За допомогою шкворня до стійки шарнірно кріпиться поворотний кулак 7 з цапфою, на якій встановлена на підшипниках маточина з колесом. Між кронштейном поперечини і опорною чашкою нижніх важелів 2 підвіски поставлена гвинтова пружина 3, що є ресорою.

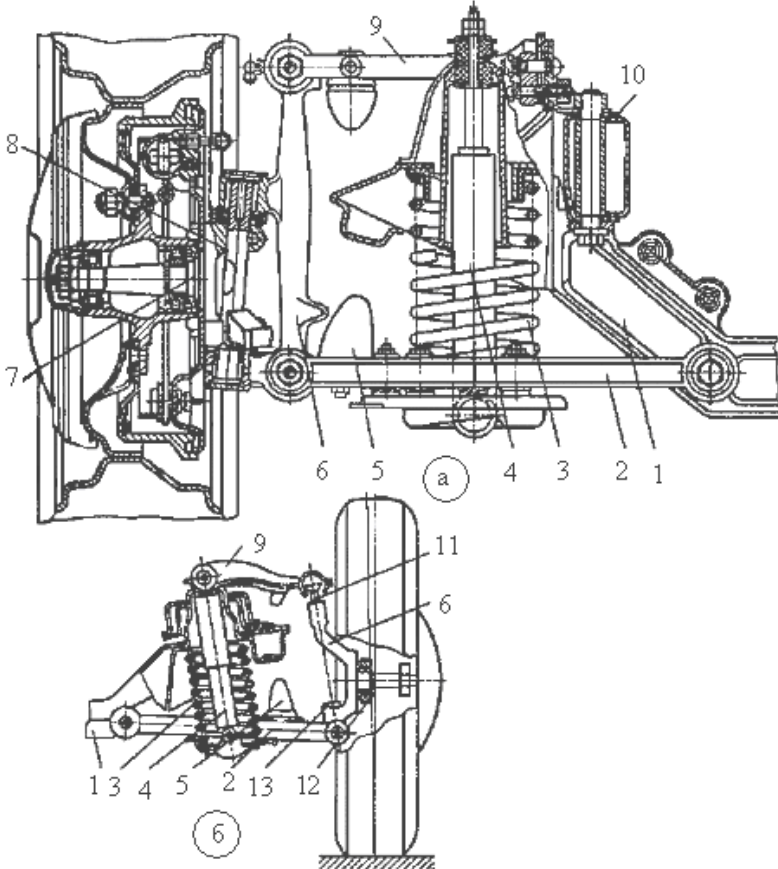


Рис. 2.135 – Схема незалежної важільно-пружинної підвіски коліс:
 а) шкворнева; б) безшкворнева

В середині пружини встановлений телескопічний амортизатор 4, з'єднаний нижнім кінцем з опорною чашкою нижніх важелів, а верхнім – із кронштейном поперечини.

Амортизатор сприяє гасінню коливань підвіски і підвищенню плавності ходу автомобіля. Граничні коливання коліс на важелях підвіски обмежуються двома гумовими буферами 5, укріпленими на нижніх і верхніх важелях.

За такої підвіски колеса можуть переміщатися в поперечній вертикальній площині незалежно одне від іншого. При наїзді на перешкоду колесо піднімається на важелях, які повертаються, не змінюючи площини свого обертання, а стиснута при цьому пружина пом'якшує удар.

Всі елементи підвіски підібрані так, що при хитаннях коліс їх установка і ширина колії майже не змінюються.

В підвісці розглянутого типу всі елементи зібрані на поперечині, і вона являє собою самостійний вузол, що може бути зібраний окремо, а потім приєднаний до рами кузова.

В незалежній важільно-пружинній підвісці безшкворневого типу (Жигулі, Москвич) є поворотна стійка 6 (рис. 2.135, б), безпосередньо з'єднана з цапфою 12 маточини колеса.

Кінці стійки з'єднуються кульовими шарнірами 11 і 13 з нижніми 2 і верхніми 9 важелями незалежної підвіски, що шарнірно кріпляться до поперечини 1 і основи кузова.

Кульові шарніри бувають розбірної чи нерозбірної конструкції. Безшкворнева конструкція з'єднання колеса з підвіскою зменшує зусилля, що діють у шарнірах поворотної стійки, і вагу невідресорних частин підвіски.

При наїзді на перешкоди коливання колеса відбуваються в поперечній площині на важелях 2 до 9 підвіски. Пружина, що деформується при цьому, пом'якшує удари.

В середині пружини встановлений телескопічний амортизатор 4, на важелях закріплені обмежуючі гумові буфери 5. Елементи підвіски такого типу звичайно зібрані не у виді самостійного окремого вузла, а безпосередньо на балках кузова.

Застосовується також незалежна безшкворнева підвіска передніх коліс торсіонно-важільного типу, у якій як пружні елементи використовуються сталеві стрижні, які скручуються.

Застосовують підвіску з подовжнім розташуванням торсіонів, з'єднаних передніми кінцями з нижніми важелями підвіски (автомобіль ЗІЛ-114), або з поперечним розташуванням торсіонів, важелі яких безпосередньо з'єднані з безшкворневими стійками поворотних кулаків коліс (Запорожець).

На автомобілях ЗАЗ і задні тягові колеса мають незалежну підвіску, виконану на гвинтових пружинах із системою реактивних штанг.

За незалежної важільно-пружинної підвіски, з метою зменшення бокових нахилів кузова автомобіля і швидкого гасіння бокових його коливань, у підвіску включають стабілізатор поперечної стійкості стрижневого типу.

Стабілізатор виконаний у вигляді довгого сталевого пружного стрижня із загнутими кінцями, встановленого поперек подовжньої осі автомобіля. Середньою частиною стрижень закріплений у кронштейнах рами кузова на гумових втулках. Вигнуті кінці стрижня з'єднані на гумових подушках з опорною чашкою нижніх важелів підвіски.

За незалежних переміщень коліс і бокових нахилів кузова автомобіля стрижень, закручуючись, обмежує ці нахили і коректує роботу пружин підвіски, трохи перерозподіляючи діючі на них зусилля. Усе це сприяє обмеженню бокових коливань кузова та їх гасінню.

Підвіска двох задніх тягових мостів у тривісних автомобілях (ЗІЛ, КраЗ) має балансиру підвіску задніх тягових мостів, що складається з подовжніх напівеліптичних ресор (рис. 2.136), розташованих з кожної сторони рами.

Ресори кріплять до рухливих маточин 5, встановлених шарнірно на кінцях осі 4 спеціальних цапф або закріплених у кронштейнах подовжніх балок рами. Кінці ресор спираються на кронштейни-опори напівосьових рукавів задніх мостів 2 і 16.

Тягові мости з'єднуються з кронштейнами рами штангами 3 і 17, що сприймають реактивний момент від мостів. Кронштейни рами сприймають зусилля, що штовхають автомобіль, і гальмові зусилля. Головки реактивних штанг з'єднуються з кронштейнами кульовими пальцями 14 із вкладишами.

При балансірній підвісці обидва задніх мости утворюють загальний візок, що може качатися разом з ресорами біля осі, і, крім того, унаслідок прогину ресори, кожен міст може мати незалежні переміщення, що забезпечує добру пристосованість коліс до нерівностей дороги і високу прохідність автомобіля.

Штанги, наявні сприймають реактивні моменти і сприяють рівномірному розподілу навантаження на колеса обох тягових мостів.

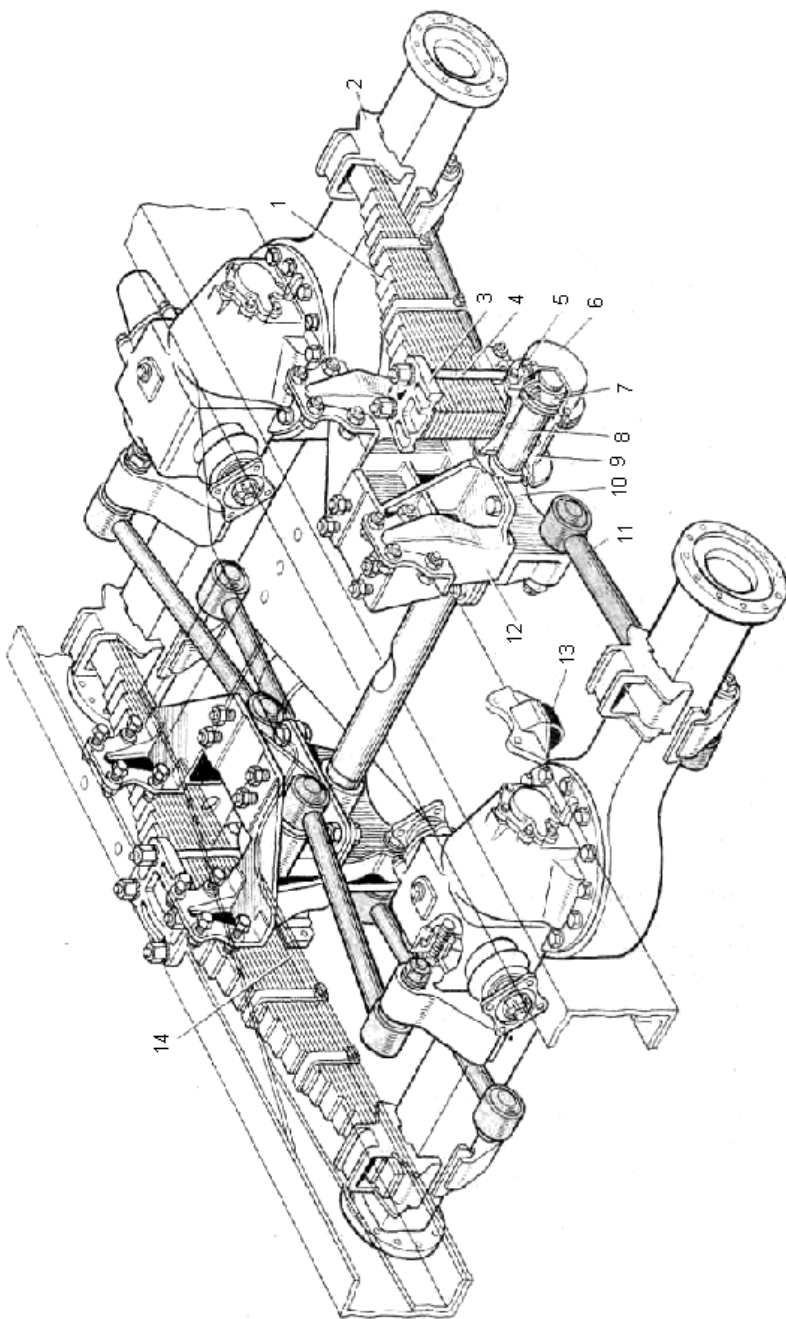


Рис. 2.136 – Схема підвіски задніх тягових мостів тривісного автомобіля (ЗІЛ-131)

Гідравлічний телескопічний амортизатор двосторонньої дії

Амортизатори включені в підвіску автомобіля і служать для швидкого гасіння коливань рами та кузова автомобіля, що виникають у результаті деформації ресор чи пружин підвіски. Це підвищує плавність ходу автомобіля.

В основному застосовують гідравлічні амортизатори двосторонньої дії телескопічного типу.

Телескопічний амортизатор (рис. 2.137) двосторонньої дії складається: з корпусу 11, робочого циліндра 12 із клапаном стиску 27 і впускним клапаном 25, штока 13 з поршнем 17, у якому розташовані клапан віддачі 19 і пропускний клапан 16, пристрою, що ущільнює шток із сальниками 4 і 6, кришки 2 із захисним кожухом 10 (на задніх амортизаторах).

Корпус 11 являє собою резервуар для рідини. У середину корпусу вставлений робочий циліндр 12, що спирається через нижню кришку 30 у виступи дна корпусу амортизатора, який і є корпусом клапана стиску. Зверху робочий циліндр закріплений разом із ущільнюючим пристроєм гайкою 3, укрученою в корпус. Під гайкою поставлена фіброва прокладка.

Пристрій, що ущільнює шток, складається з обойми 5 з сальником 4 і гумовим сальником 6 із шайбою і підтискною пружиною. Між обоймою 5 і верхньою кришкою 8 циліндра встановлене гумове кільце 7, що надійно ущільнює внутрішню порожнину корпусу при затягуванні гайки 3.

Через ущільнюючий пристрій і напрямну металокерамічну втулку 9 верхньої кришки робочого циліндра проходить шток 13. На нижньому кінці штока закріплений гайкою поршень 17 із двома рядами отворів.

У поршні знизу встановлено дросельний диск 18 і дисковий клапан віддачі 19 з опорною тарілкою 20 та підтискний з пружиною 21. Під пружиною, закріпленою втулкою 22, зверху і знизу встановлені регулювальні шайби.

Зверху на поршні 17 під обмежувальною тарілкою 14 розташовано дисковий пропускний клапан 16 із пружиною 15. У нижній частині робочого циліндра встановлена кришка 30, що має осьові отвори.

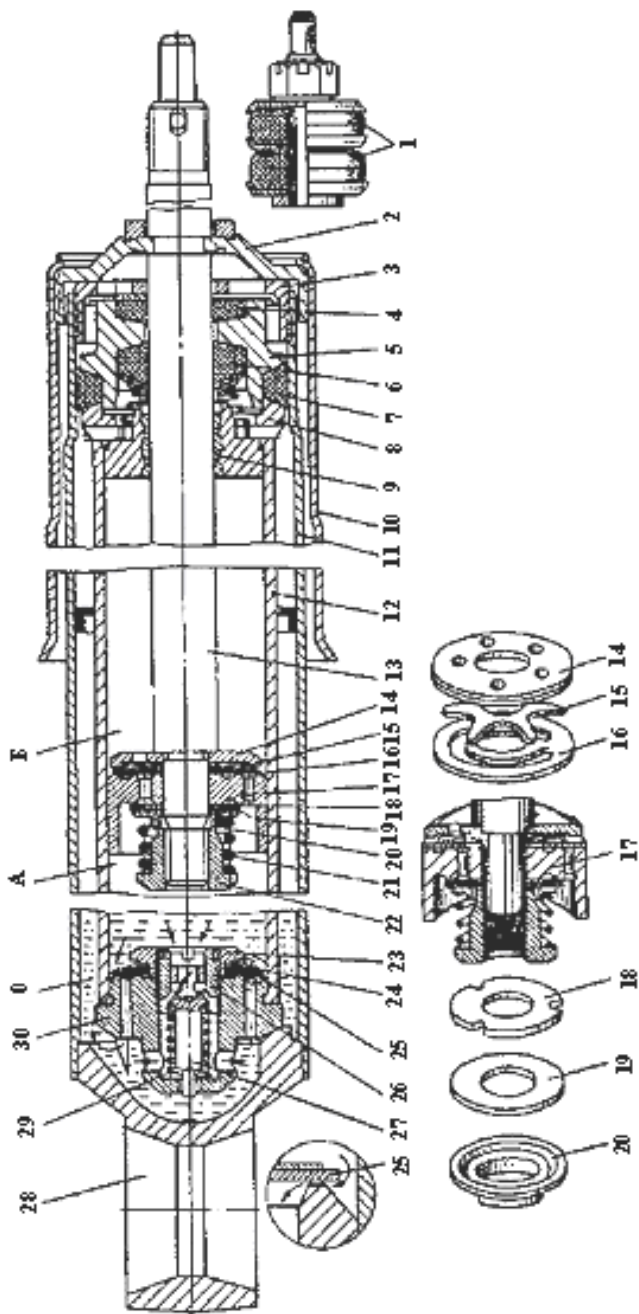


Рис. 2.137 – Гідралічний телескопічний амортизатор двосторонньої дії

Зверху в центральний отвір кришки вкручене сідло 26, у якому встановлений клапан стиску 27 із пружиною 29. На сідло навернена обмежувальна гайка 23, під якою встановлений тарілчастий впускний клапан 25 із пружиною 24.

На зовнішній частині штока закріплена кришка 2 з циліндричним захисним кожухом 10.

Верхній кінець штока кріпиться в отвори опори через гумові подушки 1, надягнуті на кінець штока і розташовані зверху і знизу опори за допомогою вушка з гумовою втулкою і пальця.

Нижнім вушком 28, привареним до корпусу, з гумовою втулкою амортизатор за допомогою пальця з'єднується з заднім мостом чи нижніми важелями незалежної підвіски передніх коліс.

Внутрішня порожнина корпусу (не повністю) і робочий циліндр заповнені спеціальною рідиною.

Робота амортизатора, залежно від різкості зусиль, що прикладаються до нього, трохи змінюється. При стиску ресор чи пружин підвіски поршень у робочому циліндрі опускається вниз. Порожнина А під поршнем зменшується, і, внаслідок підвищення тиску, рідина, проходячи через зовнішні отвори поршня, відкриває пропускний клапан 16, утримуваний слабкою пружиною, і перетікає у верхню порожнину Б.

Оскільки об'єм вивільнюваного простору в цій порожнині за рахунок об'єму, зайнятого штоком, завжди менше об'єму нижньої порожнини, частина рідини з порожнини А перетікає до резервуара С. При плавному ході стиску рідина встигає перетекти через два пази в нижній кришці 30, що розташовані під тарілчастим впускним клапаном 25.

При різкому ході стиску під тиском рідини відкривається клапан стиску 27, і рідина перетікає в резервуар С. При цьому прохідний перетин клапана автоматично міняється залежно від зусилля.

При розпрямленні (віддачі) ресор чи пружини підвіски поршень 17 у циліндрі піднімається нагору, і верхня порожнина Б зменшується; при цьому рідина перетікає назад у нижню порожнину А.

При плавному ході віддачі рідина встигає пройти через щілини, утворені дросельним диском 18 пропускного клапана. При різкому ході віддачі під зростаючим тиском рідини відкривається пропускний клапан 19, пропускаючи більш швидко рідину до порожнини. Одночасно рідина надходить у порожнину А з резервуара С через впускний клапан 25.

Внаслідок зміни опору перетіканню рідини в амортизаторах, залежно від діючих зусиль, що робляться клапанами, робота ресор

стає більш плавною, а коливання підресорних мас автомобіля разом з кузовом швидко гасяться.

Телескопічні амортизатори, що застосовуються на автомобілях різних моделей, мають аналогічну дію і відрізняються лише в конструктивному оформленні клапанів та інших деталей.

Перевагою телескопічного амортизатора є його компактність і зручність розміщення в підвісці автомобіля. При розташуванні його з деяким поперечним нахилом такий амортизатор може частково виконувати функції стабілізатора поперечних нахилів кузова. Цим пояснюється те, що телескопічні амортизатори найчастіше застосовуються.

У легкових автомобілях амортизатори ставлять на кожен ресору. У вантажних автомобілях амортизатори використовують звичайно тільки в передній підвісці.

Передача зусиль від тягових мостів на раму

При передачі обертального моменту через головну передачу на тягові колеса, внаслідок зчеплення коліс з дорогою, на них розвивається тягове зусилля P_k (рис. 2.138), а на тяговому мосту виникає зворотний реактивний момент M_p .

Тягове зусилля P_k , передане від тягових коліс через балку заднього моста і підвіску на раму автомобіля, штовхає його, приводячи до руху.

У випадку гальмування коліс за їх достатнього зчеплення з дорогою на задньому мосту виникає гальмовий момент M_t , а на колесах – гальмівне зусилля P , що від коліс повинно передаватися на раму.

Реактивний і гальмівний моменти M_p і M_t , щоб уникнути вивертання тягового моста, повинні сприйматись рамою.

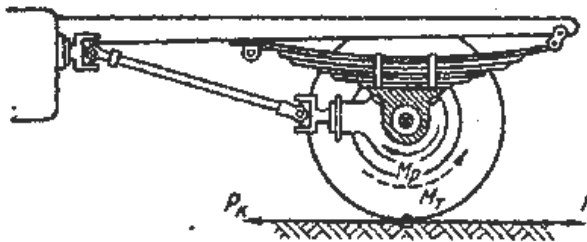


Рис. 2.138 – Схема передачі тягового зусилля і реактивного моменту від тягового моста на раму автомобіля

Передача тягового P_k і гальмівного P зусиль на раму та сприйняття гальмівного M_T чи реактивного моменту M_p у двохосьових автомобілів здійснюється через деталі підвіски тягового моста.

За ресорної підвіски цю функцію виконують ресори, що передбачено конструкцією їх з'єднання з балкою тягового моста і рамою; за пружинної підвіски («Жигулі») для цього передбачена система реактивних штанг.

У тривісних автомобілях з балансірною підвіскою задніх мостів на раму тягове зусилля і реактивний або гальмівний моменти передаються спеціальними штангами, за допомогою яких кронштейни задніх мостів з'єднані з рамою.

2.4.5 Пневматичні шини

Однаковим для всіх конструкцій залишається те, що пневматична шина є оболонкою обертання, силовою основою якої є система прогумованих кордних шарів, які захищені зовні від впливів оточуючого середовища гумовими деталями – протектором і боковинами. Кріплення шини на ободі колеса здійснюється жорсткими бортами, основою яких служать дротяні кільця. Внутрішня порожнина шини герметизується, оскільки шина працездатна тільки за наявності внутрішнього тиску.

Усе різноманіття шин зводиться до певного числа типів, причому розподіл на типи може бути здійснений по-різному, залежно від того, яку ознаку взято за основу класифікації.

Найбільш важлива класифікація базується на розташуванні кордних шарів. Один з них, що охоплює всю шину і загорнений навколо бортових кілець, утворює її каркас. Інші шари, розташовані в біговій частині шини, тобто в тій її частині, яка контактує з дорогою, називаються брекером. Переважна більшість конструкцій відноситься до двох основних типів: діагонального (рис. 2.139) і радіального (рис. 2.140).

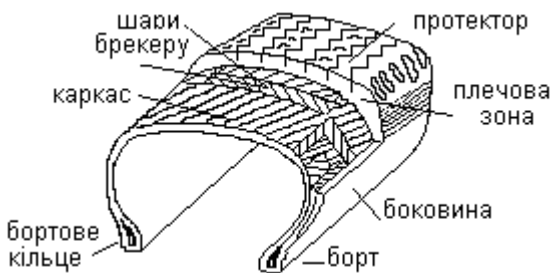


Рис. 2.139 – Діагональна шина

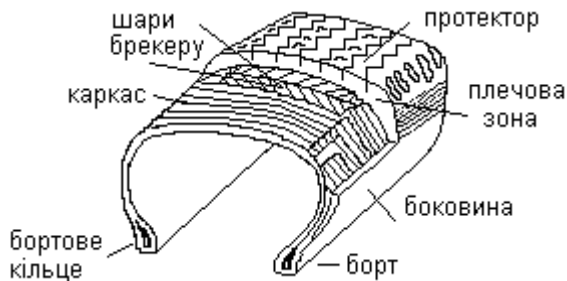


Рис. 2.140 – Радіальна шина

Найбільш розповсюджені радіальні шини. Сьогодні їх частка у світовому виробництві шин досягає 80%. Однак, деякі види шин, такі як авіаційні, шини з регульованим тиском повітря та понадвеликогабаритні шини, – поки що виготовляються діагональної конструкції.

У діагональних шинах нитки корду суміжних шарів каркаса та брекера перехрещуються один з одним, складаючи з меридіанами певні кути, які на екваторі оболонки знаходяться в межах від 45 до 60°. Радіальні шини мають каркас з меридіанальним розташуванням ниток корду і брекер з напрямом ниток, близьким до окружного (кут між напрямом ниток і меридіаном від 60 до 75°). Нитки суміжних шарів перехрещуються один з одним. У брекері можуть бути додаткові шари з іншим напрямом ниток.

В основу класифікації шин можуть бути покладені й інші ознаки: призначення, принцип герметизації, габарити, співвідношення основних розмірів. Розділення шин за призначенням визначає передусім їх застосовуваність в різних видах транспортних засобів. З позицій механіки, це різні навантаження, швидкості, види доріг і тому подібне, що призводить, при збереженні загальної схеми, до значних відмінностей в конструкції і розмірах деталей шини.

Внутрішня порожнина шини герметизується камерою (камерна шина) або герметизуючим шаром на внутрішній поверхні шини і ободом, що не має отворів і забезпечує посадку борта шини з необхідним натягом (безкамерна шина).

Розміри шини показані на схематичному рисунку її профілю зовнішнього контуру радіального перетину (рис. 2.141).

До основних розмірів відносяться зовнішній D і посадочний D_{06} діаметри, висота H і ширина B профілю, відстані між бортами C . Ці розміри і співвідношення H/B і C/B є основою класифікації шин за

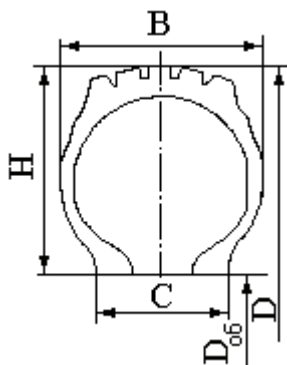


Рис. 2.141 – Основні розміри шини за її класифікації

габаритами і формою профілю. Округлена величина H/B визначає належність конструкції до певної серії (наприклад, серія 80 – це шини з $H/B \approx 0,80$).

Боковина шини є пакетом кордних шарів (іноді один шар корду), розділених гумовими прошарками, які захищені зовнішніми гумовими шарами. Таку систему називають гумокордною конструкцією. Будова гумокордних конструкцій вельми різноманітна.

Бокова стінка радіальної шини складається з одного або декількох шарів корду з майже паралельно розташованими нитками.

Боковина діагональної шини має симетричну конструкцію, що складається з парного числа шарів, які перехрещуються. Аналогічну конструкцію в багатьох випадках має брекер радіальної шини. Однак у брекері можуть бути і додаткові шари з абсолютно іншими напрямками ниток.

Ще більш складну структуру має бігова частина радіальної шини, якщо розглядати спільно каркас і брекер. В одній конструкції можуть об'єднуватися шари корду з різних матеріалів (металокорд у брекері і текстильний корд в каркасі), з одного матеріалу, але з різною конструкцією кордних ниток (брекер і каркас з металокорду), з різною частотою розташування шарів каркаса (основні і розріджені) і напрямом ниток шарів брекера (основні і додаткові).

Гумокордна конструкція є композиційним матеріалом (композит), що поєднує жорсткий і міцний регулярно розташований матеріал з однорідною основою (матрицею). Всі композиційні матеріали і гумокордна конструкція в тому числі володіють своєрідними механічними властивостями, які не можуть бути досягнуті в однорідних матеріалах. Крім каркаса і брекера шини, які можна розглядати як гумокордний композит, в шині є і деталі, виготовлені тільки з гуми: протектор, боковини, герметизуючий шар. Дуже складно влаштована бортова частина шини, основою якої є одне або декілька бортових кілець, виготовлених зазвичай з багатьох витків сталюого круглого дроту.

Шини легкових автомобілів за конструкцією, габаритними розмірами і якістю матеріалів відрізняються від шин вантажних автомобілів. Вони мають більш еластичний каркас, меншу висоту і велику

роздробленість рисунка протектора, менший зовнішній і посадочний діаметри. Шини легкових автомобілів мають, в порівнянні з шинами вантажних автомобілів, менший термін служби, у зв'язку з більшою величиною відносної допустимої деформації, більшим числом циклів навантажень на одиницю пройденої відстані і великими швидкостями руху. Цьому ж сприяє більший коефіцієнт тертя шин легкових автомобілів з дорогою, в порівнянні з шинами вантажних автомобілів, через істотно менший питомий тиск у контакті. Шини легкових автомобілів призначені в основному для роботи на дорогах із вдосконаленими покриттями.

Звичайна сучасна автомобільна шина складається з гумовотканинної оболонки-покришки і замкненої гумової труби-камери, через яку відсутній вихід повітря. У робочому стані камера заповнена повітрям під певним тиском. У безкамерних шин до внутрішньої сторони покришки замість камери привулканізований герметизуючий шар. Амортизуюча здатність шини зумовлюється внутрішнім тиском повітря в камері й еластичністю покришки.

Майже всі шини, що випускаються в наш час, призначені для монтажу на колісні ободи з конічними полицями. Камерні шини складаються з покришки, камери і ободної стрічки, що оберігає камеру від перетирання до обода і затиснення її бортами покришки (рис. 2.142, а). Шини, призначені для монтажу на глибокі ободи, ободних стрічок не мають (рис. 2.142, б).

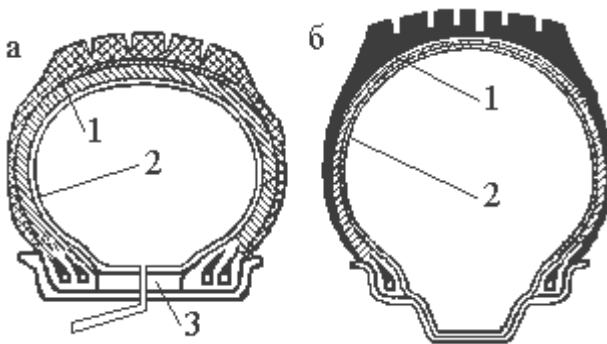


Рис. 2.142 – Шини, змонтовані на плоскому і глибокому ободі:
1) покришка; 2) камера; 3) ободна стрічка

Розрізняють шини низького, середнього і високого тиску внутрішнього повітря. Шини низького тиску, в порівнянні з шинами ви-

сокого тиску, мають більший об'єм повітря, менше число шарів корду, велику глибину канавок протектора, вони м'якше сприймають поштовхи і удари, тобто мають кращу амортизуючу здатність. Для шин низького і середнього тиску – допустима величина відносного стиснення в нормальному напрямі під навантаженням коливається в межах від 9 до 15%, а високого тиску від 7 до 12%.

Влаштування пневматичної шини і матеріали для її виготовлення

Автомобільна камера

Робота пневматичних шин надзвичайно складна і напружена. Пневматична шина повинна мати велику еластичність, міцність і стійкість до зношування. Вона сприймає нормальне, тангенціальне і бокове навантаження, пом'якшує поштовхи та удари, чинить опір стиранню і складним багаторазовим деформаціям.

Пневматична шина повинна мати малий опір коченню. Все це зумовлено стиснутим повітрям в шині і міцною еластичною покришкою. Покришка є основною і найбільш дорогою частиною шини. Для її виготовлення використовують дорогі матеріали: каучук (натуральний або синтетичний), високоміцний штучний корд і тканини, сталевий дріт, газу сажу, цинкові білила, сірку та інше. Покришка має складну конфігурацію і складається з багатьох конструктивних елементів, показаних на рис. 2.143, а.

Камера забезпечена вентиляем, який кріпиться на її приободній частині і служить для накачування, утримання і випуску повітря. Розмір камери повинен точно відповідати типу і розміру покришки. Для різних покришок застосовують камери з різною товщиною стінок (1,5-5,0 мм). Товщина стінки у поперечному перетині камери неоднакова. У камер вітчизняного виробництва товщина стінок трохи більша по біговій доріжці (короні), ніж у приободній частині.

У робочому стані стінка камери, що розтягнута стиснутим повітрям, щільно притиснута до внутрішньої частини покришки. Камера не могла б витримати великого внутрішнього тиску повітря, якби вона не була обмежена покришкою.

Якщо камера має трохи більший розмір в зоні бігової частини, в порівнянні з покришкою, то стінки її в накачаному стані будуть стиснуті. У такому стані камера краще протистоїть проколам і розривам, однак не виключається можливість появи на ній складок, що може привести до її виходу з ладу.

При коченні колеса в робочій зоні шини камера випробовує змінну деформацію, тому камеру в зоні бігової доріжки роблять

більш тонкою, ніж в приобдній частині. Через внутрішнє теплоутворення і теплонакопичування в покришці та погане відведення тепла камера працює у важких температурних умовах.

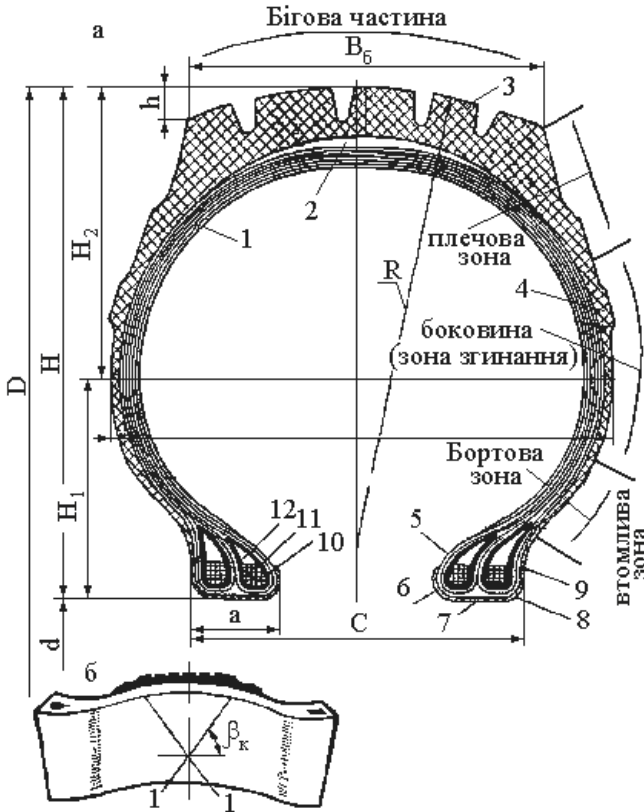


Рис. 2.143 – Радіальний перетин покришки:

а - основні конструктивні елементи і розміри покришки: 1 – каркас; 2 – подушковий шар (брекер); 3 – протектор; 4 – боковина; 5 – борт; 6 – носок борта; 7 – основа борта; 8 – п'ятка борта; 9 – бортова стрічка; 10 – бортовий дріт; 11 – обгортка; 12 – наповнюючий шнур; Н – висота профілю покришки; Н1 - відстань від основи борта до горизонтальної осьової лінії профілю; Н2 – відстань від горизонтальної осі до екватора; В – ширина профілю покришки; Вб – ширина бігової доріжки протектора по короні; R – радіус кривизни протектора; Д – зовнішній діаметр шини; d – внутрішній (посадочний) діаметр шини; h – стріла дуги протектора; С – ширина відстані між бортами; а – ширина борта; б – кут β_k нитки корду по короні; 1 – нитки корду

Камерна гума повинна не пропускати через себе повітря, бути еластичною, міцною, мати високу втомливу міцність, не змінювати своїх розмірів в експлуатації, добре чинити опір проколам і розривам, бути стійкою проти окислення і теплового старіння, повинна зберігати високі механічні якості в широкому діапазоні зміни температур.

Камера пневматичної шини – це порожнисте гумове кільце з повітряним клапаном, так званим вентиляем, через який в середину камери накачують повітря.

Камера, заповнена стиснутим повітрям, забезпечує певну конфігурацію профілю шини, пружність і здатність витримувати відповідне навантаження.

Залежно від розмірів і типів шин, камери мають відповідні розміри (внутрішній діаметр і діаметр поперечного профілю) і певну товщину стінок (в середньому 2-3 мм).

Основна вимога, яка ставиться до камер, висока герметичність. Матеріал камери не є абсолютно герметичним, тому повітря з камери поступово проникає (дифундує) через її стінки назовні. Так, наприклад, навіть у хороших камер шин легкових автомобілів зменшення внутрішнього тиску повітря складає приблизно до 0,01 МПа на тиждень.

Нарівні з герметичністю, гума камери повинна мати невелике залишкове подовження, від якого залежить збільшення первинних розмірів камери.

Звичайні камери автомобільних шин не здатні зберігати підвищений тиск повітря у середині навіть при невеликих проколах. Тому існують спеціальні камери, менш чутливі до проколів, наприклад: з потовщеними стінками і тканинним прошарком; з додатковим шаром пластичної клейової маси, розташованої по біговій поверхні камери; губчасті камери, що складаються з губчастої гуми, яка заповнює покриття; із залитим в середину рідким клейовим складом; з діафрагмою у внутрішній порожнині (двосферні).

Внаслідок ряду незручностей в експлуатації, камери цих типів все ж не набули широкого поширення, за винятком камер з діафрагмою і губчастих, що застосовуються на автомобілях спеціального призначення. Губчасту камеру вулканізують разом з покриттям, надітою на обід колеса, тому після вулканізації така камера існує як одне ціле з покриттям (шина з губчастою камерою не демонтується з обода).

Вентилям камери є повітряний зворотний клапан, через який при накачуванні шини повітря проникає в середину камери. Вентиль камери автоматично запобігає виходу повітря з камери назовні. В Україні

застосовують стандартні повітряні вентилі з пружинним золотником. На камерах шин, що монтуються на глибокий обід, вентилі розташовані зі зміщенням від повздовжньої осі шин (обода) в основному на 20 – 60 мм, а на камерах шин, що монтуються на плоский обід, вентилі зазвичай розташовані у центрі, тобто на повздовжній осі шини.

Залежно від типу і розміру обода, а також від одинарного або зведеного встановлення шин, вентилі випускають з корпусами різної форми (прямі і зігнені) і різної довжини, але з однаковим діаметром отвору каналу і взаємозамінними деталями. Застосовують три типи вентилів (рис. 2.144): гумометалевий, металевий з обгумованою п'яткою і металевий.

Камери шин, що монтуються на глибокий обід, оснащені повітряними гумометалевими вентилями (рис. 2.144, а) з прямим корпусом типу Р або Р-05. Гумометалевий вентиль Р складається з гумового корпусу, в якому закріплена металева втулка з внутрішньою різьбою для кріплення стандартного золотника і зовнішньою різьбою на верхньому кінці втулки для встановлення ковпачка-ключа. Нижня частина гумового корпусу вентиля має гумову п'ятку, яку привулканізують до камери.

Гумометалевий вентиль, в порівнянні з прямим металевим, має наступні переваги: простота конструкції, менша витрата кольорового металу (латуні), краща герметичність, менша загальна вага і вартість виготовлення.

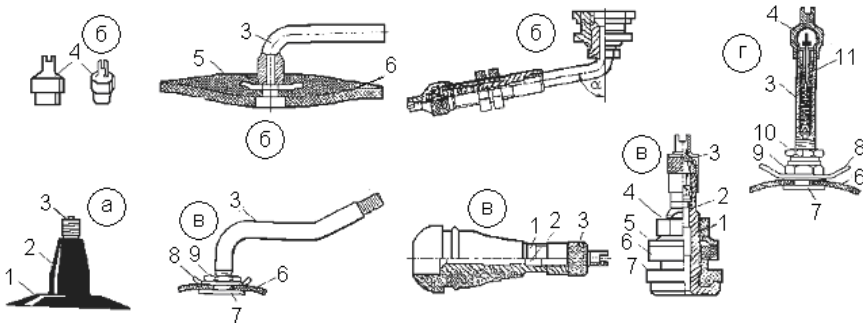


Рис. 2.144 – Типи вентилів:

а) гумометалевий; б) металевий з обгумованою п'яткою; в) металевий з подвійним вигином корпусу; г) металевий для камер шин легкових автомобілів; 1 – гумова п'ятка; 2 – гумовий корпус; 3 – корпус; 4 – ковпачок-ключ; 5 – обгумована п'ятка; 6 – камера; 7 – п'ятка корпусу; 8 – притискаюча шайба; 9 – притискаюча гайка; 10 – ободна гайка; 11 – золотник

Камери шин, що монтуються на плоский обід, мають металеві вентиля з прогумованою п'яткою і з подвійним вигином корпуса (рис. 2.144, б) типу ДМ різного розміру.

Металеві вентиля типу ДМ з прогумованою п'яткою надійно кріплять до камери шляхом вулканізації п'ятки.

Металевий вентиль для камер шин легкових автомобілів (рис. 2.144, г) складається з прямого корпуса з внутрішньою різьбою для вкручення золотника і з зовнішньою різьбою для гайок 9 і 10 і ковпачка-ключа 4.

Корпусом металевого вентиля є латунна трубка, через яку в середину камери надходить повітря. Вентиль кріплять до фланця, що є підсилювальною пластиною овальної або круглої форми, яка зібрана з шарів прогумованого чеферу та камерної гуми і вулканізована до камери.

Корпус вентиля вставляють в отвір фланця камери і кріплять затиском фланця між п'яткою 7 корпуса і притискаючою шайбою 8 за допомогою гайки 9. Ободна гайка 10 прямого металевого вентиля служить для щільного кріплення його в отворі глибокого обода. Металевий вентиль з подвійним вигином корпуса типу Д (рис. 2.144, в) застосовують для камер шин вантажних автомобілів.

Золотник (рис. 2.145) є найбільш відповідальною частиною вентиля і складається з ніпеля 1 з втулкою 2, що має гумову манжету 3, шпильки 6, на якій розташована нижня притискаюча чашечка 5 з гумовим підкладочним кільцем 4, і пружини 7.

Ніпель 1 вкручують в корпус вентиля. При цьому гумова манжета 3 золотника, у виді гумового конусного кільця щільно притискається до корпуса, а гумове підкладочне кільце 4 з

притискаючою чашечкою 5 під дією стиснутої пружини 7 щільно прилягає до конічного виступу каналу і до гострих раїв втулки 2 золотника, перешкоджаючи зворотному виходу повітря з камери через отвір каналу вентиля.

Стиснення пружини 7 відбувається внаслідок того, що направляючий ковпачок 8 упирається у відповідний виступ в каналі корпуса вентиля. За необхідності, натиснувши на верхній кінець шпильки 6 золотника, можна випустити повітря з камери.

Манжета 3 і підкладочне кільце 4 виготовлені з еластичної гуми, що забезпечує висо-

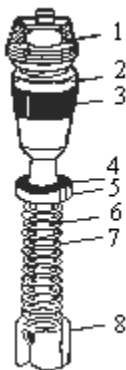


Рис. 2.145 – Пружинний золотник

ку герметичність вентиля. Для захисту золотника від попадання в нього бруду і вологи на вентилі розташовано ковпачок-ключ 4 (рис. 2.144, г). В середині ковпачка-ключа є гумова прокладка, щільно притиснена до верхнього отвору корпусу вентиля. Золотник вкручують в корпус вентиля за допомогою ковпачка-ключа, що має на тонкій частині проріз для захоплення золотника при вкрученні його в корпус вентиля. Ковпачок вентиля може не мати ключа; в цьому випадку ключ повинен бути виготовлений окремо.

Ободна гумова стрічка у формі кільця вміщується в покришці між камерою і плоским ободом та запобігає тертю камери з ободом і пошкодженню камери через можливі дефекти поверхні обода (нерівності, іржа, забруднення). Ободна стрічка виключає також можливість затиснення камери між бортами покришки і ободом. В ободній стрічці є отвір для вентиля.

Каркас покришки і його призначення

Каркас, будучи основною частиною покришки, обмежує об'єм накачаної камери і передає навантаження, що діють на колесо зі сторони дороги на обід колеса. Основним навантаженням на колесо є власна маса автомобіля і вантажу. Каркас складається з декількох накладених один на одний шарів прогумованого корду і гумових прошарків - сквіджей. Кордне прогумоване полотно розрізають на косинки під кутом від 30 до 40°.

Накладаючи декілька косинок одна на одну, виготовляють кордний шар каркаса. Число стиків в шарі не рекомендується робити більше трьох, а ширину, якою вони накладаються один на одний, більше за 3-5 ниток. Для кращої збалансованості покришки необхідно місця стиків косинок в шарах розподілити таким чином, щоб вийшла врівноважена система.

При виготовленні покришок кінці шарів корду закріплюють в бортах, а частину з них завертають навколо крил бортів (рис. 2.146).

Нитки суміжних шарів корду діагональних шин перехресну-

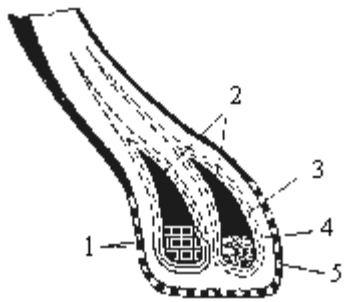


Рис. 2.146 – Основні елементи борта:

- 1 – борт шини; 2 – наповнюючий шнур; 3 – бортова стрічка; 4 – бортовий дріт; 5 – носок борта

ються між собою під певним кутом. Два суміжних шари утворюють полотно, що складається з основи і ниток.

Нитки корду в шині розташовуються спірально. Натягнення ниток в шарі повинно бути однаковим. Кожна нитка ізольована від інших ниток і пов'язана з ними гумою. При роботі шини гума не тільки оберігає кордні нитки від вологи і перетирання одна з іншою, але й впливає на умови роботи і розподіл навантажень між ними. Гума забезпечує міцний зв'язок між елементами каркаса.

Корд обкладають гумою з обох сторін. Товщина прогумованого корду 1,0-1,5 мм найчастіше приймається за товщини нитки 0,6-0,8 мм.

Істотний вплив на роботу каркаса має товщина (калібр) корду, його щільність, теплостійкість, рівномірність натягнення ниток і багато інших якостей. Так, наприклад, із зменшенням товщини кордної нитки і збільшенням її міцності меншають калібр корду і товщина гумових прошарків прошарків, тобто меншає товщина і кількість шарів всього каркаса. Зменшення товщини каркаса приводить до зменшення втрат на тертя, а отже, і до зменшення теплоутворення, поліпшення умов охолодження, зменшення витрати гуми, полегшення шини, до більшої рівномірності роботи шарів і до поліпшення багатьох інших якостей.

Для покращення зчеплення між гумою і кордом останній просячують спеціальними речовинами – латексами (вінілпіридовими, із вмістом карбоксилу, фенольними). Добре зчеплення між гумою і кордом зводить до мінімуму втрати на механічне тертя в гумокордній конструкції.

Форму каркаса і число шарів корду в ньому визначають розрахунком, виходячи з необхідного тиску повітря, навантаження, типу і призначення шини, причому число шарів корду в каркасі беруть зазвичай парним, щоб забезпечити симетричність навантаження ниток. Виключенням є шини з меридіанальним розташуванням ниток корду в каркасі. У цих шин число шарів корду в каркасі може бути і непарним.

У покриттях легкових автомобілів число шарів корду дорівнює від 2 до 6, а у вантажних 2; 4; 6; 8; 10 і більше. Відлік шарів корду ведуть зазвичай від внутрішньої сторони покриття до зовнішньої.

Для виготовлення каркаса застосовують корд 9Т, 11В, 17В, 12К, 12КТ й інших марок з відстанню між нитками 0,20 - 0,24 мм. У притяжних позначеннях цифри вказують марку корду, а букви – основні його якості (Т - бавовняний; В - віскозний; К - капроновий; КТ - капроновий термовитягнутий). При виготовленні багатошарових покриттів (вісім шарів і більше) в останніх двох-чотирьох шарах застосовують розріджений корд, наприклад, марок 75В, 74НВ, 94Т та інших з

відстанню між нитками 0,47-0,50 мм. У багат шарових покриттів верхні шари каркаса при коченні колеса деформуються на більшу величину, ніж внутрішні. Тому застосування у верхніх шарах каркаса розрідженого корду і гумокордних прошарків (сквіджей) забезпечує велику свободу переміщення ниткам корду.

Нитки корду в шарах каркаса розташовуються під кутом до радіальної лінії профілю шини. Кут має різну величину в різних точках профілю шини. Він меншає від корони (верхньої частини) до бортів покриття.

Кут нитки корду по короні вулканізованої покриття для всіх шин подібного ряду вибирають за можливістю однаковим. У звичайних шин легкових і вантажних автомобілів він рівний приблизно 520, а у ародних шин 56-57°. Відхилення кута виходить з виробничих причин, головним чином, за рахунок уніфікації кутів закрою і недосконалості технологічного процесу, і може досягати 2-5°.

Кут нитки корду по короні покриття впливає значною мірою на роботу шини. Так, наприклад, збільшення кута (від прийнятого його значення) приводить до зростання бічної, тангенціальної і нормальної жорсткості шини і до деякого збільшення втрат на кочення колеса. Зменшення ж кута приводить до зворотного явища.

Кордні тканини складають близько 30% від маси і вартості покриття. Вони несуть основне навантаження під час роботи шини, забезпечуючи міцність, еластичність, стійкість до зношення, збереження форми та інших експлуатаційних якостей.

Кордна нитка в покритті працює на розтягнення, стиснення і багаторазовий вигин за широкого діапазону зміни температури (від 50 до +110 °С). Вказані напруження виникають внаслідок дії тиску повітря в шині, відцентрової сили і реакції дороги.

Корд виготовляють з бавовни, віскози, поліамідних волокон (капрон, перлон, нейлон), поліефірних волокон (тревіру), сталюого дроту, скловолокна та інших матеріалів. Корди з віскози, поліамідних і поліефірних волокон і сталюого дроту мають ряд переваг перед бавовняним кордом. Тому бавовняний корд для сучасних шин не застосовують. Кордну пряжу виготовляють з окремих волокон. Нитки пряжі скручують у стренги, а стренги – в кордну нитку. Структура кордної нитки визначається числом ниток пряжі у стрензі і числом стренг. Для виготовлення шин застосовують корд різних структур (37/5x3; 39/4x3; 14,7/2x2 і тощо). Тут перше число вказує на номер пряжі, друге – на

число ниток пряжі у стрензі, третє – на число стренг в нитці корду. Кордну нитку виготовляють трикратним крутінням.

Віскозний корд відноситься до класу текстильних матеріалів. Його виготовляють зі штучних волокон. Матеріалом для волокон служить целюлоза. Фізико-механічні якості віскозного корду набагато кращі, ніж у бавовняного. Так, в порівнянні з бавовняним, віскозний корд має велику однорідність нитки, менше падіння міцності за підвищення температури, менші гістерезисні втрати, кращий опір багаторазовим деформаціям та меншому теплоутворенню при роботі шини. Пробіг шин, виготовлених з віскозного корду, набагато (60-70%) більший, ніж у шин, виготовлених з бавовняного корду. Внаслідок вказаних переваг, віскозний корд застосовують при виготовленні шин, особливо з синтетичного каучуку.

Залежно від призначення, віскозний корд випускають різним за товщиною, міцністю, відносним подовженням і числом круток. Підвищення числа круток до відомих меж підвищує втомливу міцність корду.

До недоліків віскозного корду потрібно віднести: погане зчеплення з гумою, схильність до залишкового подовження, підвищену гігроскопічність, значну втрату міцності за підвищення вологості. Запобіганню зволоженню корду необхідно приділяти особливу увагу.

Сучасні шини, і особливо шини, призначені для роботи у важких умовах (високі швидкості, різкі ударні впливи), виготовляють з синтетичних поліамідних волокон (капрону, перлону, нейлону). Шини, виготовлені з нейлону, мають велику міцність, високу еластичність і легкість каркаса. Нейлон – термопластична речовина, яка плавиться при 250 °С. За своїми фізико-хімічними властивостями він є дуже добрим матеріалом для виготовлення корду. Перетин ниток корду правильно круглий, відновлений після розтягнення-стиснення. Міцність нейлону значно перевищує міцність бавовни і віскози. Подовження його досягає 15-20 %, тобто більш оптимальне для корду. При виготовленні шини, щоб поліпшити пружні властивості, зменшити подовження нейлону, проводять витяг з нагрівом і охолодженням шини під тиском після вулканізації. Водонасиченість нейлону значно менша, ніж інших волокон (при 65 % відносної вологості воно складає у бавовни 11 %, у віскози 12 %, у нейлону 4 %).

Цікаво зазначити, що, незважаючи на безперервне поліпшення якості віскозного корду, споживання його знижується, а поліамідного корду – безперервно зростає.

Поліефірний корд (тревір) володіє високою втомливою міцністю при роботі з високими початковими напруженнями. Тому його застосовують для шин, працюючих з великими навантаженнями у важких дорожніх умовах.

Для виготовлення шин, призначених для дуже великих навантажень і високих швидкостей руху по дорогах з вдосконаленим покриттям, застосовують корд із сталюого високоякісного дроту діаметром 0,14; 0,15; 0,18 і 0,22 мм. З цього дроту скручують нитки корду різної структури.

Застосування сталюого корду в шинах стало можливим після розробки методів отримання високого зв'язку його з гумою. Для поліпшення зв'язку між кордом і гумою сталюий дріт піддають оцинкуванню або латунюванню. Нарівні з цим, для досягнення кращого взаємозв'язку між всіма проволочками і підвищення витривалості до багаторазових деформацій, у гумокордних зразках проводять обвивку металокорду дротом.

Сталюий корд має ряд переваг перед кордом з інших матеріалів. Він має високу міцність, мале подовження при розтягненні, високу теплопровідність і теплостійкість. Сталюий корд, однак, має низьку втомливу міцність за великих багаторазових деформацій. Тому в умовах великих багаторазових деформацій шини з металокорду застосовувати недоцільно. Металокорд досить широко використовується у виробництві шин, особливо радіальних.

У наш час розроблений поліамідний корд, за міцністю рівний металокорду і значно перевищуючий його за втомливою міцністю. Він ймовірно займе в майбутньому належне місце у виробництві шин.

Властивості корду характеризуються комплексом таких фізико-механічних показників, як: розривне навантаження, подовження, втома, величина круток, діаметр (калібр) і теплостійкість нитки, рівність ниток. Розривне навантаження, подовження і стомлюваність нитки є найважливішими показниками якості корду. Вони визначаються на розривній машині при випробуваннях зразків певної довжини.

Каркасна гума

Каркасна гума, будучи ланкою, яка пов'язує окремі нитки корду, створює для них пружні основи, що дозволяють ниткам при деформації каркаса мати відносні переміщення.

Деформація каркасної гуми між окремими нитками корду в шарі і між шарами неоднакова. Режим роботи гуми в шарі близький до ре-

жиму заданих деформацій, а напруження деформації, що виникають, пропорційні жорсткості гуми. Механізм взаємодії гуми з кордом досить складний. При осьовому стисненні нитки найбільші напруження в гумі і на кордоні стренг- гума виникають поблизу торкання стренг. Напруження зсуву на кордоні стренг-гума виникають в напрямі до центру нитки. Для шин діагональної конструкції і, в першу чергу, малолітніх шин легкових автомобілів найбільш навантаженою є гума між нитками в шарі каркаса. Міжшарова гума деформується одночасно з шарами, а також випробовує деформації зсуву, які зумовлені взаємним переміщенням сусідніх шарів. У каркасі радіальних шин деформації зсуву гуми значно менші, ніж у діагональних шин.

Зв'язок між кордом і гумою повинен бути за можливістю максимальним, оскільки при цьому зменшується теплоутворення і здатність каркаса шини до розшарування. Каркасна гума бере участь в розподілі навантажень між нитками і шаром корду, зменшує дію на корд ударних навантажень, оберігає його від взаємного перетирання і частково від зволоження.

Зниження жорсткості каркасних гум приводить до зменшення напружень в корді, але деформації зсуву гуми при цьому зростають. Збільшення жорсткості ниток корду приводить до збільшення напружень в гумі. Великі деформації зсуву гуми сприяють теплоутворенню і розшаруванню каркаса. Тому від правильного вибору жорсткості, теплостійкості та інших фізико-механічних властивостей каркасної гуми істотно залежить працездатність шини. При виборі оптимальної жорсткості гуми або корду разом з оцінкою режимів деформації матеріалів необхідно враховувати їх статичну і втомливу міцність.

Для виготовлення каркасних гум застосовують гумові суміші, що складаються з каучуку, вулканізуючих речовин, підсилювачів, прискорювачів, пом'якшувачів, протистарителів і барвників.

Основним матеріалом гумової суміші є каучук. Однак з одного каучуку не можна виготовити доброякісної шини. Для отримання вулканізованої гуми потрібної якості речовини, що входять до суміші, необхідно брати в оптимальній пропорції по відношенню до ваги каучуку.

Гумові суміші готують як на основі натурального, так і синтетичного каучуку.

Натуральний каучук отримують з молочного соку каучукових рослин, а синтетичний - з етилового спирту і деяких продуктів переробки нафти. Виготовляють декілька сортів синтетичного каучуку, що має різні властивості (СКД, СКИ, СКС, поліуретановий та інші).

Деякі сорти синтетичного каучуку за своїми фізико-механічними властивостями не поступаються натуральному каучуку і навіть перевищують його.

Вулканізуючі речовини

Чистий каучук не має тих позитивних властивостей, які характерні для вулканізованої гуми. Тільки з відкриттям процесу вулканізації стало можливим широко застосовувати каучук. Як вулканізуючі речовини застосовують сірку, селен і напівхромисту сірку. Найбільш широке застосування як вулканізуюча речовина отримала сірка.

Вулканізація – це складний фізико-хімічний процес взаємодії каучуку з сіркою, що протікає за нагріву гумової суміші. Внаслідок цього процесу відбувається зміна властивостей каучуку: він втрачає пластичність і розчинність в нафтопродуктах та інших розчинниках, набуває міцності, еластичності та ряду інших позитивних якостей. Каркасні гуми містять 1,5-4 % сірки від ваги каучуку і вулканізуються за температури 100-140 °С. Процес вулканізації залежить від температури і часу. Наприклад, зменшення температури вулканізації на 10 °С збільшує час вулканізації вдвічі. У процесі вулканізації якості вулканізату змінюються поступово. Спочатку вони поліпшуються, потім деякий час зберігаються майже незмінними, надалі ж починають гіршати, тому недостатній і зайвий час вулканізації приводить до погіршення еластичних властивостей гуми.

Речовини, що прискорюють вулканізацію. Підсилювачі, пом'якшувачі та протистарителі

Вулканізація гумових сумішей, що містять як вулканізуючу речовину одну тільки сірку, протікає дуже повільно – годинами. Для прискорення процесу вулканізації і поліпшення фізико-механічних властивостей гуми в гумові суміші додають деякі мінеральні (окис цинку, глет, їдкі луги) і органічні (альтакс, каптакс, тіурам) речовини, так звані прискорювачі. Останні вводять в гумові суміші в кількості 1-2 % від ваги каучуку. Одночасне застосування декількох прискорювачів підвищує швидкість вулканізації.

Вулканізована гумова суміш, що складається тільки з каучуку, сірки і прискорювачів, має малу міцність і погано чинить опір стиранню. Для підвищення фізико-механічних властивостей гуми в суміші вводять спеціальні речовини, так звані підсилювачі. До їх числа відносять різні сорти сажі, каолін, цинкові білила та інші матеріали.

Сажа буває: газова, пічна, форсуночна, термічна і канална. Її види розрізняються за розмірами частинок, розбитістю і шорсткістю поверхні. Якість сажі впливає значною мірою на якість гумових виробів. Наприклад, форсуночна сажа в сумішах з синтетичним каучуком дає значно більшу міцність і еластичність гуми, ніж газова. Підсилювачі вводять в гумову суміш в кількості 40-80 % від ваги каучуку.

Для поліпшення технологічних властивостей гумових сумішей в них вводять спеціальні матеріали, так звані пом'якшувачі. До пом'якшувачів відносять велику групу органічних речовин, таких як парафін, стеарин, вазелінова олива, мазут, каніфоль. Вказані речовини не тільки сприяють більш рівномірному розподілу матеріалів, які входять до гумової суміші, але і підвищують м'якість гумових виробів. Деякі пом'якшувачі, наприклад вазелінова олива, одночасно сприяють збільшенню морозостійкості гуми. Гумові суміші містять від 3 до 20% пом'якшувачів від ваги каучуку.

Внаслідок експлуатації і тривалого зберігання гумових виробів спостерігається значне погіршення їх фізико-механічних властивостей: гума розтріскується, стає крихкою, менш міцною. Така зміна згодом фізико-механічних властивостей гуми називається старінням. Для запобігання старінню гуми в суміші вводять спеціальні органічні речовини - протистарителі. Їх вводять в суміш в кількості 1,5-2 % від ваги каучуку.

Брекер

Брекер потрібен для посилення каркаса і поліпшення зв'язків між каркасом і протектором. Його отримують правильним підбором матеріалу і його жорсткості. Брекерні гуми повинні забезпечувати плавний перехід жорсткості від каркаса до протектора. Брекер пом'якшує вплив ударних навантажень на каркас шини і більш рівномірно розподіляє по його поверхні тягове, гальмівне і поперечне зусилля, збільшуючи міцність каркаса в зоні бігової частини протектора.

Брекерний шар працює в умовах багаторазових деформацій на розтягнення, стиснення і зсув. Деформації в ньому великі, особливо деформації зсуву. Вони приводять до істотного теплоутворення і, у зв'язку з поганою теплопровідністю гуми, до значного накопичення тепла у брекері. Брекерний шар має більш високу температуру, в порівнянні з іншими елементами покриття. Температура в ньому може досягати 100° С і більше. Гума брекера, крім деформацій, зу-

мовлених вигином стінки шини, сприймає також задані навантаження, пов'язані з передачею контактного тиску.

Таким чином, брекерні гуми повинні мати добру теплопровідність, високу теплостійкість, мале тепловиділення при багаторазових деформаціях, високу втомливу міцність, добру опірність старінню, велику витривалість на зсув і добрий опір розшаруванню.

Для виготовлення брекера зазвичай застосовують спеціальний розріджений корд.

Протектор

Протектором називається товстий шар гуми, розташований на поверхні покритишки (рис. 2.147).

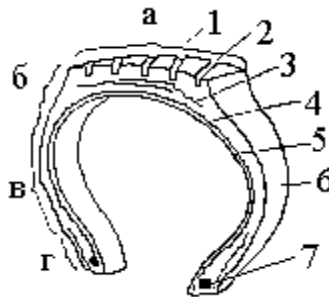


Рис. 2.147 – Основні елементи шини:

а) бігова частина; б) плечова зона; в) бокова стінка; г) борт;

1 – протектор; 2 – підканавочний шар; 3 – брекер; 4 – каркас; 5 – герметизуючий шар; 6 – боковина; 7 – бортове кільце

Протектор призначений забезпечувати потрібну стійкість до зношення шини, добре зчеплення її з дорогою, послаблювати вплив поштовхів і ударів на каркас шини, зменшувати коливання і, насамперед крутильні коливання у трансмісії автомобіля, оберігати каркас і камеру від механічних пошкоджень (порізів, надривів, проколів) і вологи.

У процесі кочення колеса протектор працює на розтягнення, двостороннє стиснення і зсув. Вказані деформації мають більшу величину, ніж у каркасі і брекері.

Протектор складається з розчленованої частини рельєфного рисунка і підканавочного шару. Підканавочний шар становить 20-40 % від товщини протектора. Дуже тонкий підканавочний шар сприяє ро-

зтріскуванню протектора, підвищенню деформації ниток корду першого каркаса, зменшенню міцності каркаса при впливі зосередженого зусилля.

Дуже товстий підканавочний шар погіршує умови охолодження шини, збільшує гістерезис, приводить до перегріву і розшарування покриття.

Протектор має різну товщину у шин різних типів і розмірів. Чим товстіший протектор, тим більший пробіг шини до повного його зносу, тим краще він захищає каркас від зовнішнього впливу. Однак товстий протектор робить шину важкою, сприяє її перегріву і розшарування, підвищує початкову інтенсивність зносу, збільшує момент інерції колеса і його опір коченню.

Особливо інтенсивне тепловиділення викликає товстий протектор за підвищених швидкостей руху транспортних засобів, коли з'являються додаткові деформації протектора через інерційні сили. Товщина протектора у шин легкових автомобілів коливається в межах від 7 до 17 мм, у шин звичайних вантажних автомобілів – від 14 до 32 мм, а в арочних шин – від 40 до 60 мм. Оптимальну глибину рисунка і товщину під-канавочного шару вибирають з урахуванням умов роботи шини (характеру дорожнього покриття, швидкості, кліматичних умов, характеру роботи шини), а також характеристик матеріалів, що застосованих в шині (гуми, корду, просочення). Ширина протектора дорівнює приблизно 70-80 % ширини профілю шини.

Автомобільні шини виготовляють з різними рисунками протектора. Рисунок з повздовжніми канавками (ребристий) забезпечує підвищене зчеплення шини з дорогою в боковому напрямку і недостатнє зчеплення на мокрих і слизьких покриттях доріг у повздовжньому напрямку, проте рисунок з поперечними канавками дає протилежні результати. Тому на практиці широко застосовуються протектори, рисунок яких має повздовжньо-поперечні канавки.

Забезпечити високу стійкість до зношення і добре зчеплення шини з дорогою – головна задача рисунка протектора. Рисунок протектора впливає великою мірою на коефіцієнт опору кочення колеса, зношення шини і зчеплення її з поверхнею дороги (рис. 2.148).

Рисунок протектора повинен забезпечувати високе зчеплення шини насамперед з мокрою і слизькою поверхнею дороги. На мокрих покриттях доріг рисунок протектора працює як насос. У передній частині контакту волога під тиском, який виникає в набігаючому клині,

під елементами протектора витискається в канавки рисунка, захоплюється ними і викидається в задній частині контакту.

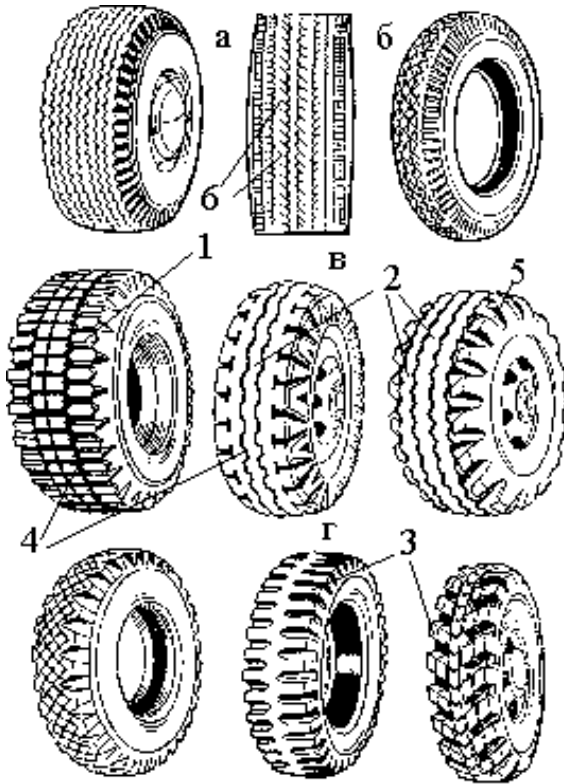


Рис. 2.148 – Рисунки протектора:

а) дорожній; б) універсальний; в) підвищеної прохідності; г) кар'єрний;
 1 – шашка; 2 – ребро; 3 – ґрунтозачіп; 4 – канавка; 5 – виїмка;
 6 – щілиновидний проріз

Для забезпечення кращого зчеплення із забрудненим покриттям дороги протектор шини повинен мати велику ширину і глибину канавок.

Внаслідок дії на колесо нормального навантаження на кожний елемент протектора, в контакті діють нормальний тиск і дотичне зусилля. Відношення дотичного зусилля до нормального тиску характеризує собою напруженість даного елемента контакту. Напруженість, викликана навантаженням, багато у чому залежить від рисунка протектора. Рисунок протектора треба конструювати таким чином, щоб напруженість в контакті була найменшою.

При конструюванні рисунка кривизну протектора і окружну жорсткість різних його ребер підбирають таким чином, щоб радіуси кочення їх були рівні між собою. В іншому випадку в контактї між ними виникають додаткові напруження, які погіршують зчеплення шини з дорогою і збільшують зношення протектора. Це рівною мірою відноситься і до роботи здвоєних коліс.

Для поліпшення рівномірності зносу необхідно, щоб, за інших рівних умов, жорсткість протектора в окружному напрямі по ширині бігової доріжки була приблизно однаковою. Досліди показують, що шини з ребристим рисунком протектора зношуються повільніше і більш рівномірно, ніж шини з рисунком типу «шашки».

Протектор шини при експлуатації зношується по дузі, незалежно від початкової кривизни. Чим більша початкова кривизна протектора, тим швидше він зношується з верху покриття. Дуже мала кривизна протектора приводить до підвищення його зносу в плечовій зоні (на краях протектора). У плечовій зоні при цьому спостерігаємо значне підвищення температури, що негативно впливає на роботу шини. Кривизну бігової доріжки прийнято виражати відсотковим відношенням стріли дуги протектора до висоти профілю шини. У шин легкових автомобілів вітчизняного виробництва кривизна бігової доріжки дорівнює 6 - 8%, а у зарубіжних автомобілів – 3 - 5%. Початкову кривизну протектора доцільно вибирати близькою до кривизни дуги природного зносу.

Існують шини, у яких стріла прогину протектора задається зворотною до кривизни протектора (рис. 2.149). Вважають також, що великий запас гуми в плечовій зоні сприяє її більш інтенсивному зношенню. Нарівні з цим для підвищення бокової стійкості роблять також невелике округлення плечової зони протектора, що дозволяє зменшити перерозподіл питомого тиску в поперечній площині контакту при навантаженні шини великою боковою силою і тим самим поліпшити зчеплення її з дорогою.



Рис. 2.149 – Шини з дорожнім рисунком, що мають зворотну кривизну протектора

У шин з невеликою зворотною кривизною протектора за формою при накачуванні їх повітрям вдається отримати плоску або злегка опуклу бігову доріжку. Це приводить до того, що елементи протектора отримують деяке попереднє розтягнення в поперечній площині, а при коченні колеса – меншу поперечну напруженість у контакті, що покращує зчеплення з дорогою.

Для широкопрофільних шин зворотну кривизну протектора задають, головним чином, для того, щоб в зоні контакту не відбувалося змінних мембранних деформацій, врахуванню яких необхідно приділяти більше уваги.

При русі автомобіля, особливо по дорогах з удосконаленим покриттям, шини повинні створювати менший шум. Безшумність шин досягається правильним вибором рисунка протектора і застосуванням змінного кроку за довжиною кола колеса. Змінний крок рисунка протектора сприяє зменшенню шуму, але негативно впливає на роботу трансмісії автомобіля, у зв'язку зі зміною жорсткості шини по колу колеса, що створює пульсацію навантаження у трансмісії автомобіля.

З викладеного випливає, що рисунок протектора повинен забезпечувати гарне зчеплення з дорогою, опір стиранню, відведення бруду і вологи із зони контакту, відведення тепла від каркаса покриття і зменшувати динамічні навантаження на каркас.

Він повинен забезпечувати також безшумність при русі автомобіля, мінімальну напруженість між шиною і дорогою, рівномірний тиск на каркас шини і дорогу. Площа зіткнення протектора шин загального призначення з покриттям дороги не повинна бути меншою за 50 - 70% контурної площі контакту.

Протекторна гума повинна мати високі фізико-механічні властивості, бути міцною, еластичною, мати добру опірність стиранню, надрізам, надривам і багаторазовим деформаціям, бути стійкою до старіння, як під впливом зовнішнього середовища, так і внутрішнього теплоутворення. Виступи рисунка та підканавочного шару протектора мають різне призначення і працюють в різних умовах. Тому протектор виготовляють іноді з двох різних гум. Верхній, рисуночний, шар роблять з більш жорсткої і стійкої до зношення гуми, а підканавочний – з більш еластичної гуми, що має меншу стійкість до зношування.

Боковини та борт шини

Боковиною називають гумовий шар, що покриває бокові стінки каркаса і оберігає його від вологи і механічних пошко-

джень. Боковини повинні бути досить тонкими й еластичними, щоб добре витримувати багаторазові вигинання і не сильно впливати на жорсткість каркаса. Залежно від типу і розміру шин, товщину боковини виготовляють у межах 1,5-3,5 мм, а у арочних шин товщину боковини доводять до 10 мм. У більшості випадків боковини виготовляють з протекторної суміші. Однак, виходячи з умов роботи і тих вимог, які ставляться до боковин, їх можна робити і з більш дешевих гумових сумішей. Зазвичай на боковині написано розмір покриття, її номер, дату виготовлення та інші позначення.

Бортами називають жорсткі частини покриття, що служать для кріплення її на ободі колеса. Вони складаються з крил, які обгорнені кінцями шарів корду. У багат шарових покриттях кожний борт містить звичайно два крила. Крило прямобортової покриття виготовляють з бортового кільця, виготовленого зі сталюого дроту, твєрдого профільного гумового шнура, обгортки і підсилювальних стрічок (рис. 2.146). Металеве кільце додає борту необхідної жорсткості і міцності, а гумовий шнур – монолітності і сприяє оформленню борта. Бортове кільце разом з гумовим шнуром обмотують тонкою текстильною прогумованою обгорткою і підсилювальними стрічками, що служать для зміцнення крила в покритті.

Борти покриття повинні мати велику міцність і чітко зберігати свої розміри. Форма бортового кільця істотним чином впливає на правильність встановлення борта на ободі колеса. Міцність і жорсткість бортів забезпечується бортовими кільцями, які працюють в основному на розтягнення.

Бортові кільця виготовляють як з плетеного, так і з одиночного дроту. Найбільш монолітними, міцними і надійними є кільця, виготовлені намотуванням у вигляді троса з одиночного дроту.

Навантаження бортових кілець виникає від: тиску повітря в шині; сил, які діють на колесо з боку дороги; сил, зумовлених посадкою з натягом бортів шини на конічні полиці обода; відцентрових сил. Запас міцності бортових кілець приймають від 4 до 5. Використання такого великого емпіричного коефіцієнта запасу міцності свідчить про те, що розрахунок тільки частково охоплює напруження, які виникають в зоні борту шини при експлуатації.

При коченні шини по дорозі до статичних попередніх напружень в борті додаються змінні динамічні напруження. Максимальна величина цих напружень спостерігається в точці борта, розташованій внизу. Приріст напружень у вказаній точці досягає 25-40% від статич-

них. Тому необхідно враховувати динамічні навантаження і втомливу міцність дроту бортових кілець.

Безкамерні шини

Безкамерна шина за зовнішнім виглядом подібна до звичайної камерної автомобільної покришки. На відміну від звичайної покришки, вона має гумовий шар, який не пропускає повітря, має спеціальну форму і конструкцію бортів, що забезпечують більш щільну посадку шини на обід колеса.

Герметизуючий шар вулканізують замість камери до внутрішньої поверхні покришки. Його виготовляють із суміші натурального і синтетичного каучуку. Він має товщину приблизно 1,5-3,0 мм.

Безкамерні шини випускають як з шаром, який самостійно заклеює пошкодження, так і без нього. Безкамерні шини з шаром, який самостійно заклеює пошкодження, не є поширеними. Пошуки позитивних рішень в цьому напрямку продовжуються. Шини без цього шару після їх проколу будь-яким предметом і його видалення з покришки потребують ремонту.

Безкамерні шини випускають декількох видів, які розрізняються в основному за конструкцією бортової частини. У різних видів безкамерних шин борти мають як різну конфігурацію, так і різну внутрішню будову. Безкамерні шини випускають з гладкими бортами і з ущільнюючими кільцевими виступами на них. Концентричні ущільнювальні кільця роблять на зовнішніх сторонах бортів шини. Шини з бортами, що мають кільцеві виступи, виявилися менш надійними, ніж шини з гладкими бортами. У нашій країні випускають безкамерні шини з гладким покривним шаром гуми на бортах.

Безкамерні шини легкових автомобілів взаємозамінні з камерними шинами.

Герметизацію поверхні стику між ободом і шиною забезпечують збільшеним натягом і спеціальною конструкцією бортів. Полиці диска, на які встановлюється бортове кільце, додають форму, що забезпечує більш щільну посадку на ободі. Безкамерні шини монтують на спеціальні герметичні ободи. Вентиль кріплять безпосередньо в обід колеса. Герметизація між ободом колеса і вентилям досягається за допомогою гумових прокладок.

Безкамерні шини для вантажних автомобілів схожі за своєю конструкцією з шинами для легкових автомобілів.

Безкамерна шина виконує одночасно функцію покришки і камери. Це ускладнює умови її роботи, особливо якщо врахувати, що повітря, дифундуючи через герметизуючий шар, попадає в тіло каркаса і створює між його елементами додаткові напруження. Воно може в деяких випадках приводити до розшарування каркаса і відшарування протектора. Одночасно, для поліпшення відведення повітря, що проникло в каркас шини, в покривній гумі роблять спеціальні дренажні отвори, які зазвичай розташовують вздовж плечової зони і понадбортової частини шини.

Середня робоча температура безкамерних шин, завдяки поліпшеному теплообміну через обід колеса, менша, ніж у шин з камерою. Поліпшений теплообмін і підвищена міцність дозволяють надійно використовувати безкамерні шини за підвищених швидкостей руху автомобілів і мати при цьому знижене зношення протектора. Досвід експлуатації показує, що середній термін служби безкамерних шин приблизно на 20 % вищий, ніж у покришок з камерами.

Монтаж і ремонт безкамерних шин через відсутність камери набагато простіший, ніж звичайних камерних шин. Простота ремонту значно скорочує час простою автомобіля в дорозі.

Безкамерні шини є більш досконаліми, в порівнянні з камерними. Однак для їх виготовлення потрібні високоякісні матеріали, досконала технологія і висока культура виробництва. Ефективне використання безкамерних шин вимагає також більш високої культури їх експлуатації.

Шини з металокорду

Шини з металокорду за зовнішнім виглядом майже не відрізняються від звичайних пневматичних шин. За внутрішньою будовою вони мають абсолютно нову конструкцію. Шини з металокорду випускають трьох різних типів: з металокордом в каркасі і брекері, з нейлоновим кордом в каркасі і металокордом в підканавочному шарі, з меридіанальним розташуванням ниток сталюого або нейлонового корду в каркасі і металокордом у брекері.

Шини з металокорду для вантажних автомобілів мають одно-, дво- і чотирьохшаровий каркас. Калібр кожного шару в каркасі беруть рівним 1,0-1,2 мм. Під першим шаром і між шарами каркаса чотирьохшарової шини прокладають м'яку міжшарову гуму товщиною 0,8 мм.

У двошарових шинах цих прошарків не роблять. Між каркасом і брекером та в брекері гумові прошарки відсутні. Брекер виготовля-

ють із звичайного прямого і хвилястого корду. Угнутість ниток брекера підвищує їх втомливу працездатність. Нитки суміжних шарів корду в каркасі та брекері розташовують під певним кутом.

Шини з металокорду мають міцні і більш широкі борти, ніж звичайні шини. Кінці шарів корду загорнені біля одного або двох бокових кілець, накручених з одиночного дроту.

На внутрішній стороні каркаса в зоні бігової доріжки шини з металокорду мають вулканізований шар гуми, товщина якого зверху покришки досягає 9 мм. Він служить для оберегання камери від проколів і більш рівномірного розподілу напружень в зоні бігової доріжки шини.

Висока міцність сталюого корду дозволяє виготовляти шини навіть для важких вантажних автомобілів з двох до чотирьох шарів корду в каркасі замість 8 або 14. Це призводить до значного зменшення товщини каркаса, кількості гуми, втрат на кочення і дозволяє збільшити товщину протектора та термін служби шини. Металокорд, маючи високу теплопровідність і теплостійкість, сприяє зменшенню температури в тілі покришки в найбільш напружених зонах та більш рівномірному її розподілу. Вказана властивість поліпшує умови роботи гуми в шині, забезпечує збереження її фізико-механічних якостей.

У зв'язку з малим відносним подовженням сталюого корду під навантаженням, каркас шини практично не розношується, а гума протектора не розтягується. Це підвищує опірність гуми стиранню і розростанню пошкоджень. Термін служби шин з металокорду при експлуатації їх в різних дорожніх умовах вищий, ніж у звичайних шин, що експлуатуються в аналогічних умовах.

Шини з нейлоновим кордом в каркасі і металокордом у брекері мають трохи більший, в порівнянні зі звичайними шинами, термін служби. Металокорд підканавочного шару збільшує міцність каркаса в зоні бігової доріжки, знижує температуру в найбільш напружених точках шини, захищає каркас шини від пошкоджень, перешкоджає розростанню тріщин в протекторі.

Шини з металокордом можуть успішно працювати на дорогах за великих швидкостей руху автомобілів.

Шини радіальної конструкції і з протектором, що знімається

На сьогоднішній день шини радіальної конструкції з протектором, що знімається, застосовуються дуже рідко. Однак їх влаштуван-

ня треба розглянути, оскільки ця конструкція застосовується на автомобілях спеціального призначення.

Шини радіальної конструкції і з протектором, що знімається, відрізняються від шин звичайної конструкції розташуванням ниток корду в каркасі, формою профілю, кількістю шарів, особливостями брекера, бортовою частиною протектора та якістю матеріалів, що застосовуються при виготовленні шини. Шини радіальної конструкції і з протектором, що знімається, представляють собою різновид однієї й тієї ж конструкції, яка має радіальне розташування ниток корду в каркасі, на відміну від діагонального типу шин звичайної конструкції (рис. 2.150).

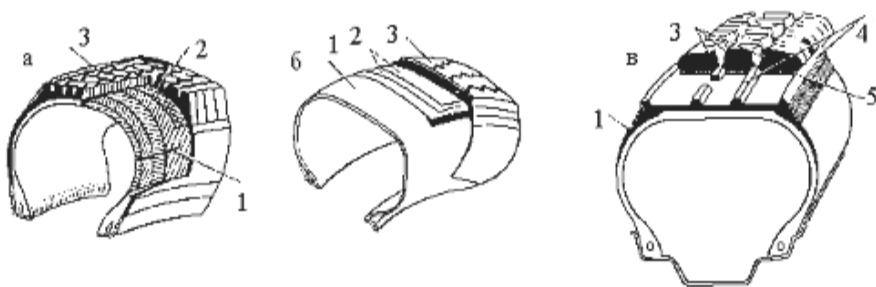


Рис. 2.150 – Розрізи шини:

а) звичайної шини; б) радіальної шини; в) шини і з протектором, що знімається: 1 - шари каркаса; 2 - брекер; 3 - протектор; 4 - поздовжні направляючі корпуси шини і з протектором, що знімається; 5 - металокорд зйомного протекторного кільця

Радіальні шини виготовляють в камерному і безкамерному виконанні. Вони мають звичайний протектор і жорсткий в окружному напрямку пояс, вулканізований до каркаса. Шини із протектором, що знімається, на відміну від звичайних, мають радіальне розташування ниток каркаса і протектор, що знімається, армований сталевим кордом. Зйомний протектор виготовляють з одного або трьох кілець. Протекторні кільця, які мають гумові герметизуючі буртики, монтують на посадочну частину корпусу шини між направляючими ребордами. При накачуванні шини повітрям відбувається збільшення зовнішнього діаметра каркаса, внаслідок чого забезпечується щільна посадка протекторних кілець. Кільця надійно утримуються на корпусі лише за наявності встановленого певного внутрішнього тиску повітря в шині. Тому контроль за тиском повітря повинен бути більш чітким.

У шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається, нитки корду в суміжних шарах каркаса не перехрещуються і лежать в радіальних перетинах. Таке розташування ниток поліпшує умови їх роботи (різко зменшуються деформації стиснення і зсувні деформації гуми). Тому каркаси цих шин мають, в порівнянні зі звичайними шинами, більш високий термін служби. Разом з тим зв'язок між нитками в окружному напрямку менший, ніж у звичайних, оскільки він здійснюється тільки через гуму.

Тому каркасна гума у шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається, повинна володіти високими механічними показниками, тобто мати високу міцність, добре чинити опір розтріскуванню і багаторазовим деформаціям розтягнення-стиснення.

Брекерний пояс радіальних шин складається з двох, трьох і більше шарів міцного розрідженого віскозного або сталюого корду, покритого гумою. Нитки суміжних шарів корду брекера перехрещуються під малим кутом одна до одної і під великим кутом (70-80°) до меридіанальної площини. Таке розташування ниток корду додає поясу великої жорсткості в окружному напрямку.

Пояс з металевго корду, у зв'язку з великою міцністю і жорсткістю, містить значно меншу кількість шарів, ніж пояс з текстильного корду. У шинах легкових і вантажних автомобілів малої вантажопідйомності пояс роблять як з текстильного, так і з металевго корду.

Для пом'якшення впливу на жорсткий металевий пояс поштовхів і ударів, що передаються від дороги, та погашення виникаючих в поясі вібрацій, зверху металокордного поясу розташовується тонкий шар текстильного корду.

Текстильний корд каркаса шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається, має мале відносне подовження і високий опір подовженню у процесі роботи шини. Якщо корд має більше відносне подовження і сильно розношується, то шини, виготовлені з нього, збільшують у процесі роботи свої геометричні розміри. Це підвищує напруження в гумі і приводить до появи тріщин на поверхні шини (особливо зверху бортової частини і поблизу плечової зони) і передчасного зношення протектора.

У шин радіальної конструкції з протектором, що знімається (рис. 2.150, б), роль жорсткого поясу виконує зйомний протектор, що складається з одного або декількох кілець, армованих сталюим кордом. У зйомних протекторних кільцях нитки корду розташовані в їх основі за окружним напрямком в один, два або більше рядів.

Поєднання в каркасі різного напрямку ниток корду забезпечує високу еластичність каркаса і велику міцність бігової частини шини.

Протектор шин звичайної конструкції і радіальних шин утворює з брекером і каркасом одне ціле. У шин з протектором, що знімається, він ніби об'єднаний з брекерним поясом і є зйомним. У шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається, особливо призначених для роботи на дорогах з розбитим і зношеним покриттям, товщину підканавочного шару роблять трохи більшою, ніж у діагональних шин.

Боковини шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається роблять з більш якісної гуми, ніж у шин звичайної конструкції. Це потрібно для поліпшення зв'язку радіально розташованих ниток в окружному напрямку і їх запобігання від їх механічних пошкоджень.

Щоб уникнути виникнення тріщин на боковині і в місцях стику бокової стінки з бортом і краями брекера, застосовуються гуми з особливо високою втомливою міцністю і стійкістю до озонowego старіння. За експлуатаційних значень навантаження і внутрішнього тиску рівень максимальних напружень боковини радіальних шин приблизно вдвічі вищий, ніж у діагональних, причому в найбільш навантаженій зоні гума витримує двостороннє розтягнення, тоді як в діагональних шинах розтягнення в одному з головних напрямків поєднується зі стисненням у протилежному.

Бортова частина шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається, внаслідок радіального розташування ниток корду і більш гнучкого каркаса, працює в більш важких умовах. Тому бортові кільця цих шин роблять більш міцними, а борти шин – більш жорсткими. У шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається, відношення висоти H до ширини профілю B становить 0,7-0,85. Така форма профілю забезпечує, при накачуванні шини повітрям збільшення її по зовнішньому діаметру і міцне утримання посадочної частини корпусу до жорсткого в окружному напрямку поясу або зйомних протекторних кілець.

У шин радіальної конструкції і з протектором, що знімається, на відміну від звичайних, каркас роблять нерівноважної форми, тобто каркас здатний значно змінювати свої розміри при накачуванні шини повітрям. Жорсткий пояс або зйомні протекторні кільця обмежують можливість каркаса збільшувати свій зовнішній діаметр при накачуванні шини повітрям.

Внаслідок чого пояс бере на себе навантаження, яке виникло за рахунок тиску повітря. Це нарівні з радіальним розташуванням ниток корду зменшує, в порівнянні зі звичайними шинами, навантаження на боковини і борти покришки, дозволяє робити каркас з меншою кількістю шарів, а, отже, і більш гнучким. Залежно від діаметра і ширини поясу, змінюється форма профілю шини і відношення між величиною навантаження поясу та каркаса.

Шини з регульованим тиском повітря

Шини з регульованим тиском повітря за своєю конструкцією пристосовані до роботи в широкому діапазоні зміни тиску повітря. Вони відрізняються від звичайних шин: збільшеними розмірами профілю поперечного перетину (на 25-40 %), меншим номінальним тиском повітря (в 1,5-2 рази), меншою кількістю шарів каркаса, наявністю м'яких гумових прошарків між шарами корду і рисунком протектора, який має насиченість 35-45 %, високими (15-30 мм) сильно розчленованими ґрунтозачіпами, котрі поширюються на боковини шини.

У деяких шин з регульованим тиском повітря плечова зона протектора округлена. Шини з округленою плечовою зоною протектора забезпечують кращу взаємодію з м'яким ґрунтом, але погіршують стійкість автомобіля на розмоклих ґрунтових дорогах та узгір'ях. Застосовують зазвичай шини з регульованим тиском повітря, які мають відношення висоти профілю H до його ширини B приблизно 1, і широкопрофільні з відношенням $H/B = 0,65-0,85$.

За мірою зменшення відношення висоти профілю шини до його ширини ефект регулювання тиску знижується, тобто за однакового зниження тиску повітря збільшення площі контакту у широкопрофільних шин менший.

Внаслідок зменшеної кількості шарів і підвищеної відносної деформації, шини з регульованим тиском повітря працюють у дуже напруженому режимі, тому довговічність їх нижча, ніж у звичайних шин.

Тиск повітря в шинах в межах від номінального до 0,05-0,07 МПа регулюють зазвичай лише при роботі на м'яких опорних поверхнях. Величина регулювання тиску повітря залежить від конструкції шини, жорсткості опорної поверхні і швидкостей руху. Чим еластичніша шина, більша висота її профілю, м'якіша опорна поверхня і менша швидкість руху автомобіля, тим більший, за інших рівних умов, діапазон регулювання тиску повітря і час роботи на зниженому тиску.

Широкопрофільні шини

Широкопрофільні шини, що замінюють подвійні шини, за своєю конструкцією зовні схожі на широкопрофільні шини регульованого тиску. Вони розраховані на роботу з більш високими швидкостями, великими навантаженнями і тиском повітря, і тому їх роблять з більш міцним каркасом, більш могутніми бортами і надбортовою частиною, зазвичай з дорожнім або універсальним рисунком протектора. Тиск повітря в широкопрофільних шинах трохи нижчий, ніж у звичайних шин.

Пневмокатки і великогабаритні шини

Арочні шини за своєю конструкцією істотно відрізняються від звичайних шин, насамперед, формою профілю поперечного перетину (рис. 2.151, а і б). Профіль шини має арку змінної кривизни з низькими могутніми бортами. Відношення висоти профілю до ширини у арочних шин становить 0,35-0,50, а відношення ширини обода до ширини профілю дорівнює 0,9-1,0. Арочні шини мають міцний тонкий шаровий каркас з поліамідного корду, гумовий брекер, рисунок протектора підвищеного зчеплення з могутніми розчленованими ґрунтозачіпами евольвентної форми майже на всю ширину профілю висотою 35 - 40 мм і кроком 100 - 250 мм.

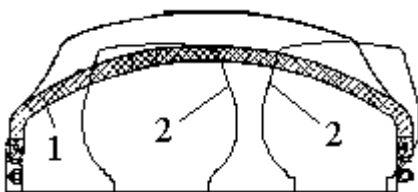


Рис. 2.151 – Розріз арочної шини (1) розміру 1140x700, змонтованої на ободі, в порівнянні з профілем шин розміру 260-20 (2)

Для підвищення зчеплення, особливо на м'якому ґрунті, конструкція каркаса арочної шини розроблена з таким розрахунком, щоб мати великий мембранний ефект, малий опір вигину, велику площу контакту з ґрунтом і малий внутрішній тиск повітря в шині. При коченні арочна шина інтенсивно ущільнює ґрунт в напрямку до центру контакту і тим самим ніби сама собі "будує" дорогу. На дуже

слабких ґрунтах арочні шини сильно занурюються у дорогу і майже не деформуються, чим створюють великий опір руху, ефективність застосування їх знижується. Подальші конструктивні розробки привели до створення широкопрофільної шини арочного типу (рис. 2.152).



Рис. 2.152 – Широкопрофільні та арочні шини

Для подальшого підвищення зчеплення автомобілів та інших колісних машин на сніговій цілині, заболоченій місцевості, сухому піску були розроблені спеціальні шини - **пневмокатки**. Вони мають тонку шарову оболонку, велику ширину профілю, малий посадочний діаметр, дуже низький тиск повітря.

Пневмокатки працюють залежно від навантаження і дорожніх умов за тиску повітря від 0,01 до 0,07 МПа, допускаючи відносну деформацію 25-30 % від висоти їх профілю. У зв'язку з великою шириною профілю, низьким тиском і еластичною оболонкою, пневмокатки мають значно більшу площу контакту, в порівнянні зі звичайними та арочними шинами. При їх русі оболонка дуже добре пристосовується до нерівностей дороги (обтікає їх).

Незважаючи на свої досить великі розміри, пневмокатки мають відносно малу вантажопідйомність через низький тиск повітря в них. Велика ширина і мала вантажопідйомність обмежують використання пневмокаток на автомобілях. Їх доцільно застосовувати на спеціальних машинах, створених з урахуванням особливостей пневмокаток.

Для роботи на місцевості в умовах, де не доцільно будувати дороги, а треба перевозити великі разові вантажі, застосовують спеціальні колісні машини, обладнані великогабаритними шинами низького тиску. Такі шини мають тонкий шаровий каркас і еластичний протектор з відносно неглибоким рисунком, причому частіше за все їх роблять безкамерними. Зовнішній діаметр таких шин досягає 2-3 м і більше.

Тиск повітря в таких шинах становить 0,02-0,035 МПа. Його регулюють зазвичай з кабіни водія. Шини мають великі площі контакту з

опорною поверхнею. Колія, яка виникає при русі, в порівнянні з діаметром колеса, є відносно малою нерівністю, і тому така шина працює у сприятливих умовах з точки зору ущільнення ґрунту. Великі об'єми повітря в шинах забезпечують плавучість машини на воді. Підвищення зчеплення спеціальних машин за рахунок збільшення розмірів шин і, насамперед, їх зовнішнього діаметра потрібно вважати перспективним.

Безпечні шини

Безпечна шина на зовнішній вигляд і за будовою дуже близька до звичайної безкамерної понаднизькопрофільної радіальної шини серії 60, змонтованої на вузькому плоскому ободі. Безпечна шина має широку бігову доріжку і посилену надбортову частину.

При виході повітря з шини, спеціально виконани обода спираються через надбортову частину шини на бігову частину, і борти їх не сходять з полиць обода. Розташовані між ободом і дорогою боковини і бігова частина шини служать амортизаційним середовищем і забезпечують можливість безпечної зупинки автомобіля. З метою зниження тертя гуми надбортової частини бігової доріжки, в середині шини, на ободі, розташовують у спеціальних балончиках (капсулах) речовину типу оливи, яка видавлюється з балончика в середину шини за мірою втрати тиску повітря.

Ця рідина виконує декілька функцій і має дуже важливе значення для ефективної роботи всієї системи. Рідина служить не тільки для зниження тертя між дотичними поверхнями і для зменшення їх зношення, але й як ущільнююча маса для герметизації місця проколу. Крім того, за рахунок легкого випаровування рідини створюється тиск близько 0,03 МПа. Це додатково поліпшує їздові якості проколеної шини.

Інший тип безпечної шини за своєю конструкцією істотно відрізняється від відомих сучасних шин. Вона є безкамерною і має могутні угнуті в середину гумові боковини спеціальної форми, армовані кордом в окружному напрямку, жорсткий пояс з протектором і могутні гумові борти. Шину монтують на спеціальний плоский вузький обід. При накачуванні повітрям боковини розпрямляються, а їх гума отримує стиснення. Шина набуває характерної трикутної форми. При її навантаженні стиснення гуми боковин збільшується. Пружний ефект забезпечується на 50% за рахунок податливості гуми і на 50% за рахунок повітря. Новий принцип роботи пневматичної шини не тільки дозволяє поліпшити її експлуатаційні характеристики, але і

радикально змінити технологічний процес виготовлення шин. За втрати тиску повітря гумові боковини спираються на бігову частину покришки. У цьому випадку навіть за високих швидкостей забезпечується збереження шини, нормальна керованість і безпека автомобіля до повної його зупинки.

Шини для зимових, слизьких, мокрих і брудних доріг

Звичайні шини з дорожнім і універсальним протектором на обмерзлих, засніжених і брудних слизьких покриттях доріг мають низькі тягово-зчіпні якості і не завжди забезпечують потрібну безпеку руху. Для підвищення тягово-зчіпних якостей в таких умовах були створені шини зі спеціальним зимовим рисунком протектора. Іноді застосовуються шипи проти ковзання.

Рисунок протектора зимових шин складається зазвичай з окремих гумових блоків, розчленованих ножовими надрізами, досить широких і глибоких канавок та великих виїмок у плечовій зоні протектора. Блоки мають різко виражену незграбну форму. Площа виступів рисунка протектора зимових шин зазвичай становить 60-70 % від площі бігової доріжки. У зимових шин різних виробників форма блоків і канавок дуже різноманітна. Однак всі вони повинні володіти добрим самоочищенням та інтенсивним відведенням вологи і бруду із зони контакту.

На сухих вдосконалених дорогах, особливо в літній час, шини із зимовим рисунком протектора мають підвищене нерівномірне зношення, більший опір коченню, шумність, і тому застосовувати їх в таких умовах недоцільно.

Досліди показують, що на обмерзлих і засніжених дорогах зимові шини, незважаючи на їх підвищені тягово-зчіпні якості, не забезпечують автомобілю безпеки криволінійного руху на підвищених швидкостях. Для подальшого підвищення тягово-зчіпних якостей автомобіля в таких умовах доцільно застосовувати шини з шипами проти ковзання (рис. 2.153, а).

Обладнання шин шипами істотно підвищує їх тягово-зчіпні якості на слизьких і обмерзлих дорогах. У таких умовах вони мають на 40-50 % менший гальмівний шлях, значно підвищують безпеку криволінійного руху і чинять опір заносу. Однак шини не з усяким рисунком протектора пристосовані для монтажу в них шипів проти ковзання. Для цього треба, щоб блоки рисунка протектора мали достатній для ефективного утримання шипів масив гуми.

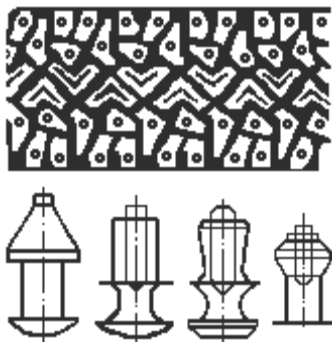


Рис. 2.153 – Шини з шипами проти ковзання та шипи

дається з серцевини і корпусу. Серцевину шипа виготовляють з твердого сплаву, в основному з карбідів металів, спечених з речовинами, що пов'язані зазвичай з кобальтом. Такий сплав повинен мати високу стійкість до зношення, твердість і добру в'язкість.

Корпус шипа роблять різної форми. Він служить для надійного утримання шипа в гумовому масиві протектора шини. Корпус шипа виготовляють звичайно зі сплаву сталі і свинцю, що володіє низьким іскроутворенням. Для захисту від корозії корпус шипа оцинковують, хромують або обробляють іншими протикорозійними покриттями. Деяко поширеними є шипи з пластмасовим корпусом.

За формою корпусу шипи можна розділити на два типи: однофланцеві і двофланцеві. Практика показує, що надійність закріплення одно- і двофланцевих шипів у протекторі приблизно однакова. Однофланцеві шипи мають більший масив обтискаючої гуми над фланцем, в той час як двофланцеві шипи мають велику опору на гуму. Для шин легкових автомобілів переважно застосовують однофланцеві шипи.

Діаметр і довжина шипа залежить від його призначення. Для шин легкових автомобілів застосовують шипи діаметром 8-9 мм. За збільшення вантажопідйомності шини діаметр шипа збільшується і досягає 15 мм у шин важких вантажних автомобілів. Довжина шипа залежить від товщини протектора шини і коливається зазвичай для шипів різного призначення від 10 до 30 мм.

Кількість шипів, що встановлюються в шину, залежить від ваги автомобіля, потужності двигуна й умов експлуатації. У зоні контакту колеса з опорною поверхнею рекомендується мати від 8 до 12 шипів. Зменшення числа шипів знижує зчіпні якості шини з обмерзлою по-

Найбільш ефективно оснащувати шипами шини зимового типу, розроблені з урахуванням застосування шипів проти ковзання. У таких шинах гнізда для шипів роблять як безпосередньо при вулканізації покришок, так і свердлінням спеціальними свердлами. Діаметр отвору під шип для щільної посадки його в протектор повинен бути приблизно в 2 рази меншим за циліндричну частину корпусу шипа.

На рис. 2.153 показані шипи характерних сучасних типів, а також принципова будова шипа. Шип скла-

верхнею, а збільшення приводить до підвищення зношення шипів, збільшення шумоутворення і зниження експлуатаційних якостей автомобіля при русі по сухій дорозі.

Шипи рекомендується розміщувати переважно в плечових зонах протектора, а іноді і по ширині бігової доріжки. Між шипом і каркасом шини повинен бути запас гуми (1-3 мм), що захищає каркас від пошкодження головкою шипа. З умови температурного навантаження й ефективності роботи шипа в нормальних умовах експлуатації вибирається оптимальна величина його виступу. Для шин легкових автомобілів вона не повинна перевищувати 1-1,5 мм. Для вантажних автомобілів, що мають менші швидкості руху, величина виступу може досягати 3-5 мм.

При меншому виступі зменшується ефективність шипа, внаслідок його заглиблення в гуму. Більший виступ шипа над поверхнею шини призводить до його неправильного стирання, утворення порожнини біля шипа, яка сприяє його корозії, руйнуванню гуми і подальшому випаданню шипа.

Потрібна висота виступу шипа в процесі експлуатації забезпечується таким підбором рецептури гумової суміші і складу сплаву, за яких інтенсивність стирання шипа і протектора на дорозі, вільній від льоду і снігу, приблизно однакова (потрібно відмітити, що на обмерзлому покритті зношення шипів і протектора шин надзвичайно мале).

У різних режимах і умовах експлуатації не вдається забезпечити однакове зношення шипів і гуми протектора. У шипах нових конструкцій для запобігання вказаному явищу передбачається спеціальний протиперевантажувальний пристрій, принцип дії якого базується на зростанні сили, яка діє на шип за збільшення його виступу.

Радіальна конструкція зимових шин в поєднанні з шипами та проти перевантажувальними пристроями є найбільш дієвим засобом підвищеної стабільності, ефективності зимових шин і збереження дорожнього покриття.

У зв'язку зі специфічністю рисунка протектора, на зимові шини накладаються певні обмеження.

Для діагональних шин звичайного типу у світовій практиці нормовані три швидкісні категорії:

— для шин з посадочним діаметром 13 дюймів - 150, 175, 200 км/годину;

— для діагональних зимових шин одна швидкісна категорія встановлена для шин без шипів і одна для шин з шипами (при посадочному діаметрі 13 дюймів, відповідно 150 і 130 км/годину);

- для звичайних радіальних шин - 180, 210 км/годину;
- для зимових радіальних шин без шипів встановлена швидкість 180 км/годину і з шипами - 150 км/годину.

Зимові шини, відповідно до міжнародних норм, можуть мати на 8 мм більший зовнішній діаметр шини і на 4 мм більший статичний радіус. У зимових шинах з шипами рекомендується підтримувати приблизно на 0,02 МПа більший тиск, ніж у звичайних шинах. При використанні шин з шипами потрібно уникати різких розгонів і гальмувань. Шини з шипами повинні встановлюватися на всі колеса автомобіля. Часткове обладнання автомобіля такими шинами знижує безпеку руху і тому є недопустимим.

Досвід застосування шин з шипами може бути узагальнений у вигляді наступних положень:

- кожен шип повинен встановлюватися таким чином, щоб відстань між шипом і каркасом була не менше за 1 мм;
- для легкових автомобілів вага шипа не повинна перевищувати 0,005 кг;
- виступ шипа з протектора не повинен перевищувати 1,5 мм;
- потрібне число шипів розраховується, виходячи з 30 шипів на 1000 Н вантажопідйомності шини, і не повинно перевищувати 200 шт. на шину;
- для правильного притирання шипів перші 200-300 км пробігу повинні здійснюватися з помірною швидкістю без різкої її зміни;
- при демонтажу і монтажу шин з шипами необхідно зберігати напрям їх обертання при подальшому використанні.

Позначення і основні написи на шині

Європейське позначення автомобільних шин

Женевський комітет ООН у співпраці з Технічною організацією європейських виробників шин і ободів розробив і опублікував в жовтні 1975 р. Правило 30. Це правило стосується тільки типових випробувань для легкових автомобілів і додаткових позначень, необхідних для проведення встановлених випробувань. Деякі європейські країни прийняли Правило 30 як закон.

На поверхні шини легкового автомобіля нанесені наступні позначення (рис. 2.154).

Гранична швидкість руху шини наноситься на боковині шини у вигляді буквеного позначення після індексу серії шини.

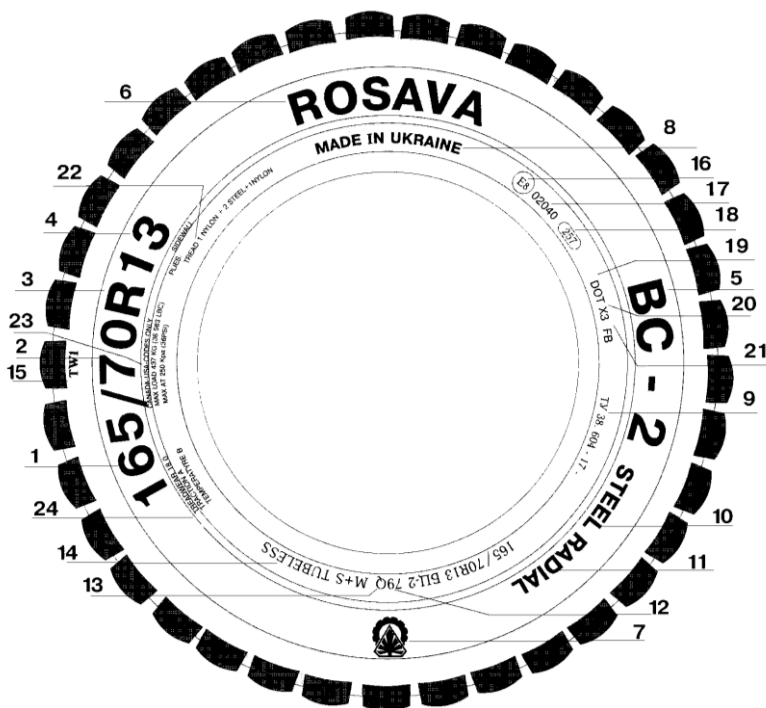


Рис. 2.154 – Умовні позначення на поверхні шини:

1 - умовна ширина профілю (165 мм); 2 - індекс серії "70" – відношення висоти профілю до ширини 0,72; 3 - індекс радіальної шини; 4 - посадочний діаметр ободу (13), в дюймах; 5 - модель шини; 6 - товарний знак; 7 - товарний знак - графічне зображення; 8 - країна виробник шини; 9 - позначення документа, за яким випускається шина; 10 - шина з металокордовим брекером; 11 - радіальна шина; 12 - індекс вантажопідйомності; 13 - індекс швидкості; 14 – безкамерна; 15 - зона розташування індикаторів стирання шини; 16 - знак офіційного затвердження шини на відповідність Міжнародному правилу № 30 ЕСЕ ООН; 17 - умовний номер країни, яка видала сертифікат затвердження (Чехія); 18 - номер сертифікату офіційного затвердження на відповідність шини Міжнародному правилу № 30 ЕСЕ ООН; 19 - дата виготовлення, яка складається з трьох цифр: перші дві позначають тиждень, третя - останню цифру року виготовлення; 20 - знак, який показує відповідність шини американським стандартам руху; 21 - умовне позначення коду заводу, згідно зі стандартом США; 22 - умовне позначення коду розміру шини за стандартом США; 23 - кількість шарів і тип корду каркаса та брекера (по боковині та у протекторі) шини; 24 - максимально допустиме навантаження і максимально допустимий тиск повітря; 25 - позначення ступеня якості шини.

Причини передчасного зношення і руйнування шин

За належної експлуатації шин їх пробіг значно перевищує встановлені норми пробігу до і після ремонту.

Недостатня увага до технічного обслуговування і ремонту шин, порушення правил їх експлуатації приводять до руйнування, нерідко значного, внаслідок шини передчасно стають абсолютно непридатними до подальшої роботи і навіть ремонту. Раптова відмова шини в дорозі через механічні пошкодження або інші причини може викликати аварію.

Сучасні автомобільні шини не позбавлені ряду недоліків, наприклад: порівняно легко піддаються механічним пошкодженням, не цілком безпечні при проколах і пробоях (особливо камерні шини), мають досить низьку стійкість на слизких, обмерзлих дорогах, недостатньо стійкі проти руйнувочої дії нафтопродуктів, мінеральних олів та подібних речовин, недостатньо герметичні, схильні до порівняно швидкого старіння і дещо розношуються при роботі.

Шини працюють у складних дорожньо-кліматичних умовах. На дорогах вони зазнають впливу самих різних перешкод, починаючи від цвяху і закінчуючи великим каменем або гострими кутами рейок і стрілок трамвайних шляхів. В умовах бездоріжжя з'являються додаткові перешкоди, завжди загрозові для стану шини.

Дрібні пошкодження (проколи, порізи), вчасно не усунені, призводять до руйнування шин. Висока температура навколишнього повітря, знижений внутрішній тиск повітря в шині, вагове перевантаження і неправильне водіння автомобіля викликають підвищений нагрів шин і різко збільшують їх зношення.

Навіть в абсолютно справній шині треба періодично підкачувати повітря, у зв'язку з природним витоком його через стінки камери і вентиляльний отвір в ободі камерної шини. У безкамерних шин через герметизуючий шар і каркас.

Каркас покришок зазвичай в 2-3 рази довговічніший за протектор; якщо оберігати каркас від пошкоджень в експлуатації, то він спроможний витримати за час своєї служби дво- і навіть трикратне поновлення протектора.

Тому при експлуатації шин необхідно дотримуватись певних технічних вимог, що враховують особливості конструкції і матеріал шин та складність умов їх роботи. Ці технічні вимоги викладені у «Правилах експлуатації автомобільних шин» і «Положенні про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту».

До них відносяться: використання шин за призначенням, правильне комплектування ними автомобілів і проведення монтажно-демонтажних робіт, дотримання встановлених норм внутрішнього тиску повітря в шинах і вагового навантаження на них, правильне водіння автомобіля, балансування коліс, своєчасний і якісний ремонт, правильне зберігання шин і утримання ходової частини автомобіля у справному стані.

Наслідки порушень правил експлуатації шин нагромаджуються поступово, а іноді непомітно, і потім виявляються ніби відразу, несподівано у вигляді серйозного пошкодження шин.

До 50-60 % шин зношуються і руйнуються передчасно з причин експлуатаційного характеру.

Для ефективної експлуатації шин і забезпечення перевищення норм пробігу нових і відновлених шин необхідно вивчати причини, що викликають пошкодження, і в будь-яких умовах роботи уміти попереджати їх виникнення, уміти визначати види зношення і руйнування шин.

Використання шин не за призначенням

Істотною причиною передчасного зношення шин є використання їх не за прямим призначенням. Так, шини з рисунком протектора підвищеної прохідності при експлуатації в основному на дорогах з твердим покриттям зношуються передчасно, внаслідок підвищеного питомого тиску на дорогу. Крім того, рисунок протектора підвищеної прохідності має знижене зчеплення на твердих дорожніх покриттях, що призводить до ковзання шин на зволжених і обмерзлих покриттях і може бути причиною заносу й аварії автомобіля.

Використання ародних шин переважно на дорогах з твердим покриттям скорочує пробіг їх в 1,5-2,0 рази, в порівнянні з експлуатацією в умовах бездоріжжя на м'яких ґрунтах, для яких в основному призначені ці шини.

Наслідки недотримання правил комплектування, монтажу і демонтажу шин

Першими причинами передчасного зношення шин є неправильне їх комплектування, монтаж і демонтаж.

Якщо камера має менший розмір внутрішнього діаметра, ніж покришка, в яку вона монтується, то стінки такої камери стають дуже розтягнутими, більш тонкими і легше розриваються. Те ж саме

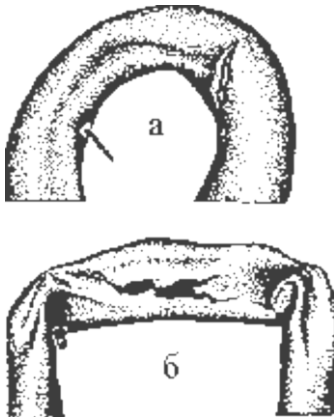


Рис. 2.155 – Складки, що утворилися на камері під час роботи

відбувається зі стінками камери з меншим розміром профілю, що монтується в покришку з великим розміром профілю.

Якщо камера має більший розмір внутрішнього діаметра або профілю, ніж покришка, то у змонтованому вигляді по внутрішньому діаметру або по біговій частині камери можуть утворитися складки (рис. 2.155, а), які призводять до перетирання стінок камери. Під час монтажу на глибокий обід складки такої камери легко можуть бути затиснуті між бортами покришки й ободом, тому при роботі шини камера швидко перетирається (рис. 2.155, б).

Застосування ободної стрічки більшого розміру в діаметрі, ніж покришка, спричиняє утворення складок, наявність яких приводить до перетирання як ободної стрічки, так і камери; крім того, така ободна стрічка при монтажу легко може зсунути в покришці й оголити камеру, яка почне стикатися з ободом.

Застосування ободної стрічки недостатньої ширини також сприяє псуванню камери, оскільки частина камери може виявитися незахищеною і буде безпосередньо стикатися з ободом.

Передчасне зношення камер у всіх випадках приводить до необхідності більш частого перемонтажу шин, дуже важкого в дорозі, який прискорює руйнування покришки, особливо у шин легкових автомобілів (розтягнення і пошкодження бортів ручним інструментом).

Однак сильне ушкодження покришки виникає через те, що пошкодження камери і спуск повітря відбуваються частіше за все при русі автомобіля, а рух на повністю або частково спущеній шині навіть на невеликі відстані може привести до пошкодження покришки і камери ободом колеса і зробити їх зовсім непридатними до використання. Кожний демонтаж і монтаж шини в дорозі викликає також простій автомобіля і втрату робочого часу.

Щоб при роботі шини зберігалася найбільш вигідна конфігурація профілю, вони розраховані на певні навантаження, тиск повітря в них і ширину ободу.

Якщо ж шину монтують на невідповідний обід (більшої або меншої ширини), то конфігурація профілю працюючої шини порушується, що призводить до її передчасного зношення.

Монтаж старих камер або ободних стрічок в нові або відновлені покриття прискорює зношення останніх, внаслідок більш частого перемонтажу через меншу надійність камер і ободних стрічок. Не можна рекомендувати без особливої необхідності монтаж нових камер із зношеними покриттями.

Несправність хоч би однієї частини комплекту (камери, покриття, ободної стрічки) шкідливо відбивається на експлуатації шин загалом.

Здвоєні шини на задніх колесах, підібрані некомплектно, тобто з різним зовнішнім діаметром або з дуже малим зазором між собою, швидко зношуються.

Різний зовнішній діаметр у здвоєних шин з однаковим посадочним діаметром може бути в наступних випадках:

- при монтажу шин з різним розміром профілю;
- при монтажу шин одного розміру, але з дуже великим відмінностями у рисунку протектора, наприклад, дорожнім і підвищеною прохідністю;
- при монтажу шин одного розміру, але з різним зношеним протектором, наприклад, старих і нових або старих, що мають різницю у глибині канавок рисунка протектора більше за 2-3 мм;
- при монтажу шин одного розміру, але різних типів, наприклад діагональної та радіальної конструкції.

Внаслідок різних зовнішніх діаметрів шин на здвоєних колесах, виникає перевантаження шини з великим діаметром і розвантаження шини з меншим діаметром. Перевантажена шина зношується тим швидше, чим більша різниця між зовнішніми діаметрами здвоєних шин. При цьому протектор розвантаженої шини, внаслідок деякого ковзання, зношується також більше звичайного. Розвантажені шини не котяться, а періодично притискаються до полотна дороги або пролизають.

Малий зазор між здвоєними шинами створює при коченні автомобіля торкання бічних стінок в робочій частині шин, тому відбувається руйнування боковин і каркаса покриття; аналогічне відбувається при торканні здвоєних шин, що працюють зі знизеним тиском повітря або з ваговим перевантаженням.

Збільшений зазор між здвоєними шинами при роботі автомобіля на дорогах з опуклим поперечним профілем створює ве-

лике навантаження на внутрішню шину і розвантажує зовнішню, тобто також сприяє передчасному зношенню шин.

Камери часто зазнають пошкоджень під час монтажу і демонтажу шин через невміле або недбале користування сталевими монтажними лопатками. При затисненні стінки камери між лопаткою і ободом відбувається непомітне пошкодження стінки, яке, збільшуючись при роботі шини, неминуче приводить до розриву і передчасної відмови камери в роботі.

При недбалому монтажу шини на глибокий обід камера може бути затиснута між бортом покришки й ободом, тому затиснута ділянка при роботі шини швидко зношується (рис. 2.155, б).

При необережному монтажу і демонтажу вручну лопатками безкамерних шин легкових автомобілів на глибокий обід пошкоджується ущільнюючий шар бортів, і шина втрачає герметичність.

Багаторазове вивертання з вентиля золотника, а також засмічення вентиля пилом або брудом призводить до передчасного стирання гумових манжет золотника і, отже, до зменшення герметичності вентиля; це ж відбувається за відсутності ковпачка на вентилі.

Нерідко для прискорення демонтажу або монтажу шин на глибокий обід борти покришок натягують або знімають з обода лопатками або ломиком, прикладаючи великі зусилля, що спричиняє ослаблення бортів і подальший розрив дротяних кілець крила покришки, особливо при застосуванні ломака.

Пошкодження покришок в бортовій частині найбільш важко піддаються ремонту; покришки з такими пошкодженнями часто виявляються непридатними до відновлення.

Монтажні лопатки, що застосовують при монтажу шин, повинні бути гладкими, без гострих країв, оскільки в іншому випадку можуть пошкоджуватись камери або бортові стрічки покришок.

Якщо при монтажу або демонтажу ударяти молотком по лопатці, закладеній між бортом покришки і закраїною глибокого обода, і пересуваючи лопатку ударами молотка, натягувати або знімати борт з обода, то від цього відбувається руйнування бортових стрічок покришки або ущільнюючого бортового шару безкамерної шини.

Витягування камери з покришки за вентиль при демонтажу або перекошення вентиля при монтажу шини може привести до відриву вентиля від камери.

Якщо шина змонтована без попереднього покриття її тальком, то може статися прилипання камери до покришки.

Пил і пісок, попадаючи в середину покриття при недбалому монтажу шин, збільшують тертя дотичних поверхонь, що може привести до псування камери, відшарування і розривів окремих ниток корду внутрішнього шару каркаса покриття.

Відсутність фарби та іржа на ободах, особливо на плоских, спричиняє зварювання покриття з ободом і ускладнює її демонтаж. Застосування у таких випадках молотків і особливо кувала (замість демонтажних станків або пристосування) приводить до появи на дисках і ободах тріщин і вм'ятин (рис. 2.156).

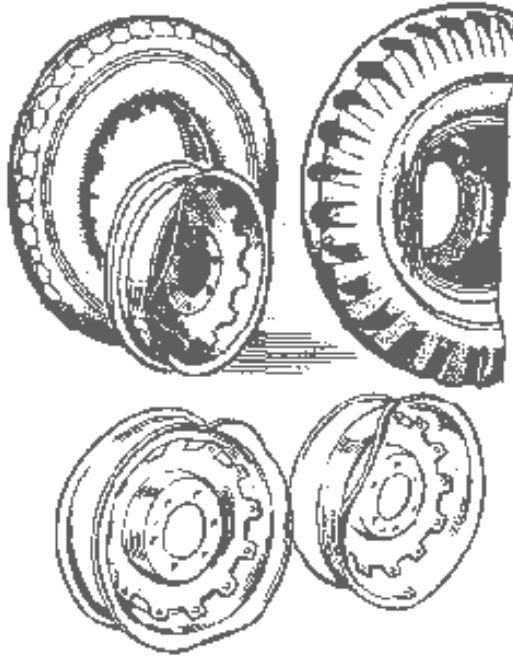


Рис. 2.156 – Диски коліс, пошкоджені при демонтажу і монтажу шин

Пошкоджені ободи спричиняють перетирання і різноманітні пошкодження бортів покриття. Нерівності, задирки та іржа на глибоких ободах приводять до псування камер по поверхні зіткнення їх з ободом.

Демонтаж і монтаж шин, що мають низьку температуру, може викликати тріщини в покритті і камері з подальшими розривами, оскільки гума під впливом низьких температур (приблизно нижче мінус 10 °С для звичайних шин) втрачає еластичність і міцність. Якщо немає

можливості заздалегідь відігріти шини, тобто довести їх температуру до звичайної, то потрібно їх монтувати з особливою обережністю.

Слабке або нерівномірне затягування гайок кріплення коліс до ступиці сприяє появі коливань коліс і цим викликає нерівномірне зношення шин. При русі автомобіля зі слабким кріпленням коліс відбувається збільшення отворів для шпильок в дисках. Подібне явище нерідко призводить до зрізання диском шпильок колеса і може бути причиною аварії автомобіля.

Вплив тиску повітря на зношення і руйнування шин

Найбільш частою і серйозною причиною передчасного зношення і руйнування шин є недотримання встановлених норм (особливо знижений відносно норми тиск повітря). Недотримання встановлених норм тиску повітря неминуче, якщо не організований контроль тиску повітря в шинах кожного легкового автомобіля через п'ять днів, вантажного автомобіля і автобуса – через 10 днів. Поперечний профіль шини з різко зниженим внутрішнім тиском повітря має овальну форму, меншу висоту і велику ширину, тому збільшується площа контакту шини з дорогою.

Зміна конфігурації профілю і збільшення деформації шини спричиняють підвищення напружень в її матеріалі. У результаті зростає внутрішнє тертя і теплоутворення в шині, тому відбувається передчасне її зношення.



**Рис. 2.157 –
Кільцевий злам
каркаса та
відшарування ниток корду**

За недостатнього тиску повітря в шині найбільше пошкодження виникає у каркасі покришки по всьому колу бокових стінок. Нитки корду починають відшаровуватися від гуми, швидко перетираються і рвуться. При цьому відбувається так званий "кільцевий злам каркаса" (рис. 2.157), який не піддається ремонту. Зовнішньою ознакою руйнування каркаса шини, що почалося від недостатнього внутрішнього тиску, служить поява темного кільця по колу бокових стінок в середині покришки, а також на стінках камери. Подальше псування каркаса при цьому характеризується «розкуйовдженням» ниток шарів корду в середині покришки.

Підвищене тертя і теплоутворення в матеріалі шини за недостатнього тиску повітря

можуть ослабити зв'язок між шарами тканини і гуми та привести до розшарування каркаса і відшарування протектора та боковин покришки.

За недостатнього тиску повітря в шині збільшується також зношення протектора покришки, незважаючи на збільшення площі контакту шини і зменшення середнього питомого тиску її на дорогу.

Це явище пояснюється збільшенням деформації бігової поверхні шини, внаслідок чого збільшується нерівномірний розподіл навантаження по площі контакту. За зниженого тиску повітря в шині середня частина протектора дещо розвантажується, і він ніби прогинається в середину шини, тому в плечовій зоні протектора збільшується навантаження, що спричиняє перенапруження матеріалу (рис. 2.158). У результаті протектор сильно зношується в плечовій зоні (по краях бігової доріжки) і менше – в середині, де утворюється угнутий пояс.



Рис. 2.158 – Збільшене зношення рисунка протектора по краях бігової доріжки при роботі шини із зниженим тиском повітря або ваговим перевантаженням

Потрібно зазначити, що у плечовій зоні при коченні шини завжди розвивається більш висока температура, ніж в інших частинах покришки. За недостатнього тиску повітря в шині це підвищення температури різко зростає, сприяючи збільшенню зношення.

Недостатній тиск повітря більш шкідливий для шин тягових коліс, оскільки вони навантажені обертаючим моментом, що передається від двигуна. Найбільшої шкоди за недостатнього тиску повітря зазнають здвоєні шини. У цьому випадку передчасно зношується, крім шини із зниженим тиском повітря, і справна сусідня шина, навантаження на яку різко збільшується. Якщо задні здвоєні шини мають недостатній тиск повітря, то від взаємного торкання бокових стінок,

які деформуються, з'являється додаткове тертя шин, що збільшує руйнування каркаса. Від взаємного торкання і тертя стінок на бокових поверхнях покриттів з'являються темні кільця (рис. 2.160, б), такі ж, як при торканні здвоєних шин через недостатній зазор або вагове перевантаження.

Якщо в одній із здвоєних шин сильно знижений тиск повітря або повністю спущене повітря, то протектор її зношується нерівномірно.

Значне пошкодження аж до повного руйнування шини може статися за раптового різкого зниження тиску повітря (прокол, пробій) в ній під час руху автомобіля, якщо водій не зможе вчасно помітити це і зупинити автомобіль. При коченні колеса з повністю спущеною шиною закраїни обода врізаються у сплюснену і притиснуту до дороги покритку і камеру (рис. 2.160). При цьому відбувається руйнування бортів і каркаса покритки, а також зминання або відрив вентиліа від камери.



Рис. 2.159 – Зовнішні ознаки кільцевого руйнування бокової стінки шини від взаємного торкання здвоєних шин при роботі



Рис. 2.160 – Різка деформація повністю спущеної шини, що спричиняє руйнування її ободом колеса

Робота шини за недостатнього тиску повітря протягом навіть короткого часу, не даючи зовні помітних пошкоджень, надалі впливає на

пробіг покришки, оскільки частково пошкоджений каркас такої покришки неминуче викличе в результаті передчасне її зношення.

Прийоми визначення величини тиску повітря в шинах "на око", "на звук" при ударі по шині є абсолютно недопустимими, оскільки можлива при цьому помилка досягає 0,1 - 0,15 МПа для вантажних автомобілів і автобусів, в той час як відхилення тиску повітря від норми для цих шин не повинно перевищувати $\pm 0,02$ МПа. Тому необхідний систематичний контроль за тиском повітря в шині за допомогою манометра і підтримка величини тиску в межах норми.

Значне зниження тиску повітря в шинах під час руху автомобіля може бути виявлене з втрати автомобілем стійкості руху, ухилення під час руху в сторону і погіршення керованості, з помітного підвищення м'якості ходу через підвищену амортизацію шин.

Збільшення, в порівнянні з нормою, тиску повітря в шині зменшує деформацію шини і площу контакту її з дорогою, збільшує питомий тиск шини на дорогу і викликає передчасне зношення шин.

Підвищений тиск повітря в шині різко збільшує напруження ниток тканини каркаса. Збільшення тиску повітря в шині на 10, 20, 30, 40 і 50% спричиняє збільшення напруження в каркасі відповідно на 18, 32, 52, 72 і 92%.

Підвищений тиск повітря в шині, викликаючи перенапруження ниток корду, з часом приводить до передчасного розриву каркаса. Збільшений питомий тиск шини на дорогу сприяє більшому стиранню протектора.

За збільшеного тиску повітря шина стає більш жорсткою, гірше амортизує поштовхи від нерівностей дороги, тому підвищується зношення деталей автомобіля і знижується комфортабельність їзди. При наїзді на перешкоди, що зустрічаються на дорогах (камені, вибоїни), нитки каркаса покришки, які зазнають більших напружень від тиску стиснутого повітря, легше рвуться від ударного навантаження.

Однак за збільшеного тиску повітря в шинах спостерігається деяке зменшення втрати потужності на кочення і зниження витрати палива автомобілем на дорогах з рівним і гладким покриттям.

Підвищений тиск повітря в одній із задніх здвоєних шин автомобіля є особливо небажаним, оскільки через збільшений зовнішній діаметр шини зростає вагове навантаження на неї. Крім прискореного зношення перевантаженої шини, швидко і нерівномірно зношується протектор іншої розвантаженої шини.

Ознакою підвищеного тиску повітря в шинах є збільшена жорсткість ходу автомобіля. Підвищення внутрішнього тиску на 10 і

20% знижує пробіг шини приблизно на 5 і 10%, тобто термін придатності шин від підвищеного тиску повітря знижується не так різко, як від зниженого тиску.

Вагове перевантаження шин

Підвищене вагове навантаження на шину понад допустиму норму (за Правилами експлуатації, ДСТУ або технічними умовами) збільшує напруження в її матеріалі.

За підвищеного вагового навантаження збільшуються дотичні напруження в місцях контакту шини з дорогою і питомий тиск її на дорогу, тому протектор швидше зношується. Перенапруження в матеріалі і збільшення деформації супроводжуються загальним підвищенням тертя і теплоутворення в шині. Особливо сильно збільшується теплоутворення в плечовій зоні бігової поверхні шини.

Каркас покришки перевантажується і передусім починають руйнуватися бокові його стінки. З'являються характерні розриви на боковинах, що мають форму прямої або злегка хвилястої лінії (рис. 2.161).



Рис. 2.161 – Наскрізні розриви бокових стінок шин внаслідок вагового перевантаження

Перевантажена шина легше піддається хрестоподібним, V- і U-подібним розривам каркаса в зоні бігової доріжки протектора від ударів при наїзді на дорожні перешкоди і різним механічним пошкодженням, порізам, пробоям. Перевантаження може викликати розшарування каркаса,

відшарування протектора і боковин. Перевантажені шини спричиняють збільшення витрати потужності на кочення і перевитрату палива автомобілем.

Вагове перевантаження автомобіля може спричинити торкання кузова об поверхню шин, що приводить до кільцевих механічних пошкоджень і порізів шин. За нерівномірного розподілу вантажу за площею підлоги кузова також можливе перевантаження шин.

Зовнішні ознаки значного вагового перевантаження шин аналогічні до ознакам, що спостерігаються за зниженого тиску повітря в шинах.

Неправильне водіння автомобіля

Невміле або недбале водіння автомобіля часто є причиною передчасного зношення шин і виявляється головним чином в різкому гальмуванні і початку руху з місця, в наїзді на перешкоди, що зустрічаються на дорогах, і необережному переїзді через них, у підїзді до тротуарів і платформ.

При гальмуванні виступи рисунка протектора шини прослизують по дорозі, що є причиною підвищеного зношення протектора. Тертя, прослизання елементів протектора шини по дорозі при гальмуванні викликане дією протилежно направлених сил зчеплення шини з дорогою і сили інерції автомобіля, прикладених до коліс. Під дією цих сил, які виникають на невеликій площі контакту шини з дорогою, відбувається більш швидке зношення протектора, ніж при терті, яке виникає при вільному коченні шини.

Тертя протектора покритишки з дорогою при русі повністю загальмованих коліс автомобіля, тобто юзом, різко підвищується, що збільшує нагрів протектора і приводить до швидкого руйнування його. Чим більше швидкість руху, за якої починається гальмування, і чим різкіше воно проводиться, тим сильніше зношуються шини. На дорозі з асфальтобетонним покриттям при цьому залишається виразний слід, що складається з дрібних часток гуми протектора.

За тривалого гальмування юзом відбувається спочатку підвищене місцеве зношення протектора шини «плямами», а потім починають руйнуватися брекери і каркас (рис. 2.162).

Багаторазове і різке гальмування приводить до підвищеного зношення протектора по колу колеса і швидкого руйнування каркаса.

Якщо на дорозі з асфальтобетонним покриттям безперервно розганяти і різко гальмувати автомобіль, то протектор шин

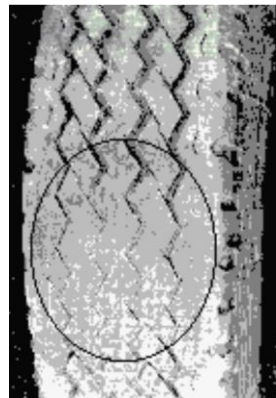


Рис. 2.162 – Підвищене зношення рисунка протектора внаслідок різкого гальмування. Пляма стертої гуми

зношується повністю через декілька годин. Гальмування автомобіля не рекомендується доводити до юзу.

Крім сильного зношення протектора, різке гальмування призводить до підвищеного напруження в нитках каркаса і бортовій частині покриття.

За різкого гальмування виникають великі сили, які призводять іноді до відриву протектора від каркаса.

За різкого зрушення з місця і буксування коліс протектор шини зношується так само, як і за різкого гальмування.

Наїзди на перешкоди (рис. 2.163), що зустрічаються на дорогах або в умовах бездоріжжя (камені, пні, гострі краї крижаної колії на ґрунтовій дорозі, краї вибоїни), особливо на великій швидкості, викликають Х-подібний або хрестоподібний, У-подібний, V-подібний і прямолінійний розриви каркаса в біговій частині покриття (рис. 2.164).

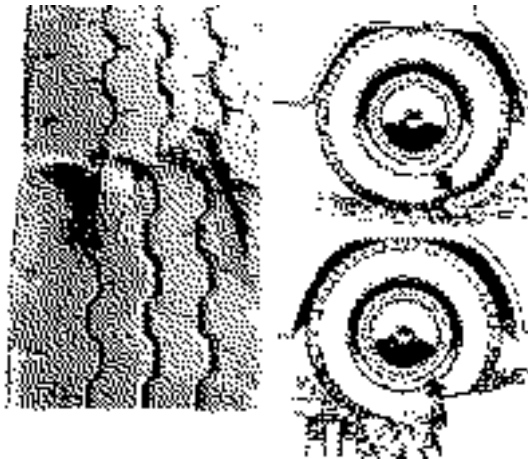


Рис. 2.163 – Деформація шини при наїзді на камінь (а) і при переїзді вибоїни (б) на дорозі

Далі за каркасом зазвичай розриваються протектор і камера. Розрив покриття від удару дуже небезпечний, і причина появи його може бути не помічена, оскільки часто результати удару виявляються не відразу, а пізніше і ніби несподівано. У цих випадках може здатися, що не було причини для псування шини, але при ретельному огляді розриву неважко встановити причину його виникнення.

За неуважної їзди шини часто пошкоджуються різними металевими предметами, що зустрічаються на дорогах.

Неакуратний підїзд до тротуару, переїзд через виступаючі залізничні або трамвайні шляхи і тому подібне можуть спричинити затиснення шини між ободом і перешкодою (рис. 2.165), внаслідок чого виникають розриви бокових стінок каркаса покришки, різке стирання боковин та інші пошкодження.

При русі автомобіля на повороті виникає відцентрова реакція дороги, прикладена перпендикулярно площині обертання коліс. Бокові стінки, бортова частина і протектор покришки в цьому випадку зазнають великих додаткових напружень. На крутих поворотах і за підвищеної швидкості руху реакція дороги, протидіюча відцентровій силі, особливо велика і прагне зірвати шину з обода колеса, відірвати протектор від каркаса.

Внаслідок необережної їзди між здвоєними шинами можуть застрягти камені та інші предмети, які врізаються в бокові стінки покришок і руйнують гуму, а потім і каркас покришок.

Вплив дорожніх і кліматичних умов

Дія поверхні дороги на шину залежить від типу і стану дорожнього покриття, повздовжнього і поперечного профілів і хвилястості дороги.

Чим більше шорсткість поверхні дороги і більше на ній нерівностей, тим швидше зношується протектор, швидше з'являється втома каркаса і знижується опір шини механічним пошкодженням.

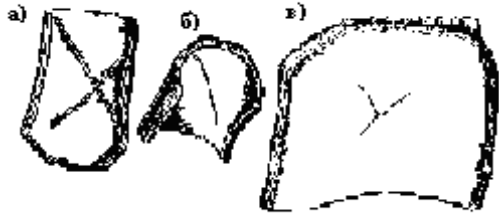


Рис. 2.164 – Характерні ударні розриви каркаса в зоні бігової доріжки шини:
а) Х-подібний; б) прямий; в) У-подібний

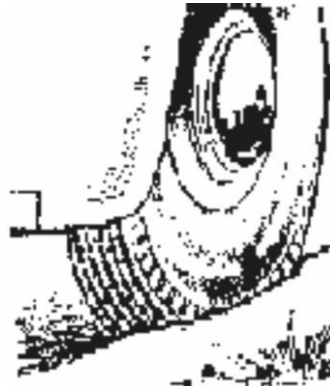


Рис. 2.165 – Шина, притиснута до тротуару

Чим більше спусків, підйомів і поворотів на дорозі і чим вони крутіші, тим частіше створюється перевантаження то передніх, то задніх, правих або лівих коліс і тим частіше доводиться розганяти і гальмувати автомобіль, а це збільшує тертя і теплоутворення в шинах і прискорює їх зношення.

Чим більш випуклий поперечний профіль дороги, тим більше перевантажуються шини на правих колесах (при русі по правій стороні) і розвантажуються шини на лівих колесах, що приводить до швидкого зношення шин, розташованих з правого боку. При русі автомобіля посередині вузької дороги з асфальтобетонним покриттям з різко опуклим поперечним профілем відбувається деяке перевантаження внутрішніх здвоєних шин, що збільшує їх зношення.

Якщо пробіг шин на дорогах групи А (асфальтобетонні, цементобетонні, бруківки, чорні щебеневі, які знаходяться в доброму стані) прийняти за 100%, то пробіг шин на дорогах групи Б (щебеневі, шлакові, бруківки і бруківки з меленого каменя, ґрунтові, укріплені добавками, що знаходяться в доброму стані) становить 75-80%, а на дорогах групи В (в яку увійшли дороги груп А і Б, що знаходяться в незадовільному стані, головним чином дороги з твердим покриттям, що мають вибоїни з частковим руйнуванням покриття) – 50-55%.

Основним способом зберігання шин і збільшення їх пробігу у важких дорожніх умовах є обережна їзда з нормальною швидкістю.

Дуже великий вплив на зношення шин мають кліматичні умови: температура і вологість навколишнього повітря і дороги. Так, зношення шин взимку на твердому дорожньому покритті приблизно на 30% менше, ніж влітку. Чим вище температура навколишнього повітря та більше теплоутворення в шинах, тим швидше спостерігається явище втоми каркаса шин.

Зі збільшенням температури навколишнього середовища відбувається пониження герметичності шини, внаслідок збільшення дифузії повітря через стінки камери.

Попадання прямих сонячних променів на шини, особливо в літній час, прискорює старіння гуми.

Збільшення пробігу шин за високої температури навколишнього середовища досягається обережним водінням автомобіля, а також перевіркою стану шин. Рекомендується періодично зупиняти автомобіль в дорозі, щоб дати можливість шинам охолонути.

Низька температура навколишнього повітря зменшує теплоутворення у працюючих шинах, завдяки чому зменшується загальне їх зношення. Однак і в умовах низької температури можливе пере-

дчасне зношення шин внаслідок втрати гумою еластичності і появи крихкості. Якщо за тривалої стоянки автомобілів на відкритому повітрі або при безгаражному знаходженні їх в умовах низьких температур не підкладати під шини дошки, гілки або інші підкладки, то шини будуть примерзати до ґрунту і зрушення автомобіля з місця (особливо різке) може спричинити ослаблення матеріалу шин і навіть відрив протектора від каркаса.

Вплив високої швидкості руху на стан шин

За високої швидкості руху автомобіля необхідно точно дотримуватись правил експлуатації шин, оскільки відхилення від додержання цих правил приводить до передчасного їх зношення.

Внаслідок збільшення швидкості руху автомобіля і частоти циклів деформацій шини, зростає динамічне навантаження на шину, тобто збільшується тертя з дорогою, ударне навантаження, деформація матеріалу і різко підвищується температура в шині (особливо за високої температури навколишнього повітря). Вплив високої швидкості руху на шини виявляється тим сильніше, чим триваліший час руху, більші вагові навантаження і гірші дорожні умови.

Висока температура знижує міцність матеріалу шин, особливо в тих місцях шини, які були відремонтовані.

Практично висока швидкість руху може привести:

- до збільшеного стирання протектора, іноді з фарбуванням часток гуми;
- до ослаблення зв'язку між шарами гуми і тканини покриття з можливим їх розшаруванням;
- до відриву латок на відремонтованих ділянках покриття і камери.

Несправності ходової частини автомобіля

Шини зазнають пошкоджень в експлуатації внаслідок наступних основних несправностей у ходовій частині автомобіля: неправильних кутів встановлення передніх (керованих) коліс, великого люфту в рульовому управлінні і погнутих деталей рульової тяги, послаблення ресор, прогину або перекосу передньої осі, протікання оливи, наявності різко виступаючих деталей ресор і кузова, провисання крил через поломку або прогин кронштейнів, непаралельності мостів (осей).

Правильне співвідношення кутів розвалу і сходження керованих коліс сприяє прямолінійності руху автомобіля і збереженню

паралельності коліс, виключаючи ковзання елементів протектора по дорозі.

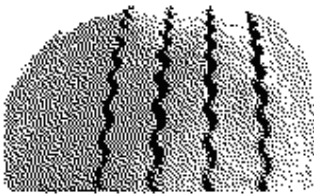


Рис. 2.166 – Передчасне одностороннє зношення рисунка протектора шин внаслідок неправильного сходження передніх коліс автомобіля

Технічні несправності у ходовій частині автомобіля викликають збільшене зношення або механічні пошкодження протектора і бокових стінок покриття.

Неправильне сходження передніх коліс викликає різке одностороннє стирання рисунка протектора (рис. 2.166).

Невірний кут розвалу передніх коліс викликає різке стирання бігової доріжки протектора.

Зношені або послаблені підшипники передніх коліс і втулки поворотних цапф, погнута рульова тяга або не відрегульоване рульове управління викликають нерівномірне хвилясте стирання протектора.

Погнуті або перекошені (непаралельні) осі викликають різке стирання протектора.

Нерівномірно відрегульовані механічні гальма, вироблені гальмові барабани викликають різке місцеве стирання протектора.

Послаблені ресори спричиняють просідання і тертя кузова з протектором із механічним пошкодженням його.

Підтікання оливи через несправні сальники коліс спричиняє забруднення покриття і руйнування гуми і тканини каркаса.

Дисбаланс коліс і нерівномірність зношення. Відсутність обкатки шин

Для усунення дисбалансу колеса автомобіля врівноважують або піддають балансуванню на станках.

При обертанні автомобільного колеса з великою швидкістю наявність навіть незначного дисбалансу викликає різко виражену динамічну невірноваженість колеса відносно його осі. З'являються вібрації або биття колеса в радіальному і боковому напрямках.

Особливо шкідливо впливає дисбаланс передніх коліс легкових автомобілів, погіршуючи керованість автомобіля.

Явища, що викликаються дисбалансом, підвищують зношення шин, а також деталей ходової частини автомобіля, погіршують комфортабельність їзди, збільшують шум при русі. Наявність дисба-

лансу створює періодично діюче на шину ударне навантаження при коченні колеса по дорозі, що спричиняє перенапруження каркаса покришки і підвищене зношення протектора.

Великий дисбаланс створюється у покришок після ремонту місцевих пошкоджень з накладенням манжет або пластирів. Пробіг незбалансованих відремонтованих шин легкових автомобілів (за даними НДШПу, Росія) зменшується приблизно на 25%, в порівнянні з пробігом збалансованих відремонтованих шин.

Шкідливі наслідки дисбалансу коліс зростають зі збільшенням швидкості руху автомобілів, вагового навантаження, температури повітря і погіршенням дорожніх умов роботи.

Залежно від розташування і функції коліс (праві, ліві, передні, задні, тягові і тяжні) шини мають неоднакове навантаження і тому нерівномірно зношуються. Причинами нерівномірного навантаження на колеса автомобіля або причепа є: технічний стан підвісок і осей, профіль дороги, тягове зусилля і розподіл навантаження в кузові.

Тягове зусилля збільшує навантаження і зношення шин на тягових колесах автомобіля, в порівнянні з шинами тяжких коліс. Згідно даних НДІАТа, якщо прийняти питомих зношення протектора шин тяжких коліс вантажного автомобіля за 100%, то питомих зношення протектора шин на тягових колесах буде вище на 20% (на дорогах із вдосконаленим покриттям).

Якщо не переставляти колеса на автомобілі, то нерівномірне зношення рисунка протектора шин може становити в середньому 16-18%.

У зарубіжній літературі відмічають істотний вплив обкатки шин на зношення. Якщо новим шинам на початку їх експлуатації дати менше навантаження, а потім поступово його збільшити, то загальний пробіг обкатаних таким чином шин значно перевищить пробіг необкатаних шин.

Невчасне технічне обслуговування шин

Однією з основних причин передчасного руйнування шин є відсутність їх систематичного технічного обслуговування і своєчасного ремонту. Відсутність систематичного огляду і не проведення встановленого обсягу технічного обслуговування шин приводить до того, що сторонні предмети (цвяхи, гострі камінці, шматочки скла) у протекторі своєчасно не виявляються і не видаляються. Вони з часом проникають у глибину протектора і в каркас та поступово спричиняють їх руйнування.

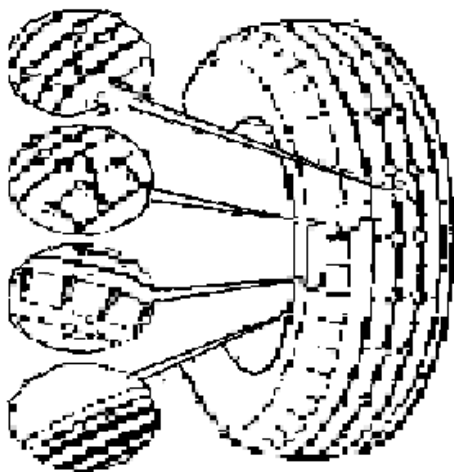


Рис. 2.167 – Типові дрібні порізи протектора, боковини і борту шини, що вимагають негайного профілактичного ремонту

Дрібні механічні пошкодження покриття, такі як порізи на протекторі або боковинах (рис. 2.167), а тим більше проколи, пробої, розриви каркаса, якщо їх не усунути своєчасно, призводять до важких пошкоджень, що вимагають ремонту з більшим обсягом.

Це пояснюється тим, що при коченні шини по дорозі в невеликі отвори від порізів, проколів, розривів гуми і тканини каркаса набивається пил, піщинки, камінчики та інші дрібні частки, а також попадає волога і нафтопродукти.

Піщинки і камінчики при деформації шини, яка котиться, починають швидко перетирати гуму і тканину покриття, збільшуючи пошкодження. Волога зменшує міцність ниток корду каркаса (особливо віскозних) і сприяє їх руйнуванню, а нафтопродукти - руйнуванню гуми.

Висока температура шини при коченні ще більше прискорює процес руйнування матеріалу покриття в місцях її пошкодження. У результаті невеликий отвір від порізу або проколу непомітно розростається, що викликає відшаровування протектора або боковини. Частковий розрив каркаса перетворюється на наскрізний і приводить до розшарування каркаса і псування камери.

Невелике механічне пошкодження, своєчасно не усунене ремонтом, може викликати за мірою його збільшення несподіваний розрив шини в дорозі і стати причиною аварії автомобіля.

Особливо серйозною причиною передчасного руйнування нових і відновлених шин є невчасне їх зняття з автомобіля для здачі відповідно на перше і повторне відновлення. Якщо автомобільна шина не пройшла повторного відновлення, значить ресурс її довговічності не використаний повністю.

Робота на шинах з глибиною канавки рисунка протектора, що залишилася по центру бігової доріжки (в будь-якому її місці), менша за 1 мм у легкових автомобілів і автобусів, крім різкого зниження коефіцієнта зчеплення шини з дорогою, створює сприятливі умови для подальшого інтенсивного руйнування брекера і каркаса (пробої, розриви) шини.

При глибині канавки рисунка бігової доріжки протектора шин менше за 1 - 1,5 мм різко знижується коефіцієнт зчеплення коліс автомобілів з поверхнею дороги, особливо слизької і обмерзлої, і може бути причиною аварії автомобілів. Спостереження показують, що пробої і розриви каркаса відбуваються головним чином, при експлуатації шин з протектором, що має гранично малу глибину канавок і особливо при повністю зношеному рисунку протектора. Це пояснюється тим, що за мірою збільшення зношення рисунка протектора, тобто зменшення товщини протектора, здатність його захищати каркас від пробоїв і розривів при впливі зосереджених навантажень різко знижується.

За даними НДІШПа (Росія), пробої і розриви каркаса відбуваються на шинах зі зношеним рисунком протектора на 80-90% і більше, ніж на шинах, у яких протектор має достатню товщину.

Наявність на шинах пробоїв і розривів каркаса знижує пробіг нових і відновлених шин, робить їх часто непридатними для здачі відповідно на перше і повторне відновлення.

За даними НДІШПа, середні пробіги відновлених шин з наскрізними пошкодженнями нижчі за середні пробіги відновлених шин без них приблизно на 22 %.

Якщо допускати роботу шини з брекером, що оголився на біговій поверхні шини (або каркас), то покришка швидко стає непридатною, оскільки нитки тканини каркаса сильно зношуються при терті з дорогою.

Оголення ниток в інших місцях покришки також спричиняє швидке руйнування тканини каркаса під дією вологи, механічних пошкоджень та з інших причин.

Робота з манжетами, накладеними на наскрізну пошкоджену ділянку з внутрішньої сторони шини без вулканізації, допускається

тільки тимчасово, як аварійна міра в дорозі або для покришок, не придатних до ремонту.

Робота покришки з вкладеною в неї манжетою приводить до збільшення пошкодження і поступового перетирання манжетою ниток каркаса.

Робота на шинах з камерами, відремонтованими без вулканізації (невулканізуючим клеєм), призводить до швидкого відшарування латок.

Умови зберігання, які сприяють руйнуванню шин

Порушення правил зберігання приводить до руйнування шин і зниження їх пробігу. Шини протягом часу втрачають еластичність та інші якості, внаслідок окислення або старіння гуми. Під впливом сонячних променів і високої температури відбувається прискорений процес старіння гуми, тому покришки і камери передчасно втрачають нормальну еластичність, стають більш жорсткими і менш міцними. Недостатньо вологе (сухе) повітря також прискорює процес старіння гуми.

Ознаками старіння покришок і камер є затвердіння гуми і поява на її поверхні сітки тріщин, спочатку ледь помітних, але згодом помітних все більше, оскільки вони збільшуються. Ознакою значного старіння гуми є затвердіння і поява тріщин при її вигині.

Волога, що попадає в середину каркаса покришок, спричиняє гниття ниток тканини і приводить до втрати міцності та руйнування каркаса покришки.

За низької температури (приблизно нижче мінус 10 °С для звичайних шин) гума покришок і камер стає крихкою. З указаних причин зберігання шин на відкритих майданчиках викликає неминуче псування покришок, камер і ободних стрічок.

При зберіганні шини попадання на неї нафтопродуктів, таких як бензин, лігроїн, гас, мінеральних олив, кислот і лугів, призводить до руйнування гуми і тканини шин. Іржа є також шкідливою для шин. Тому не треба зберігати шини поряд з нафтопродуктами, хімічними речовинами, металевими виробами та іншими матеріалами, що впливають на збереження шин.

Зберігання камер у згорненому, зігнутому вигляді і навалом призводить до утворення на камерах складок, що спричиняють послаблення стінок і появу тріщин.

Зберігання покришок складеними одна на одну «колодязем» призводить до втрати ними форми, сильного змінання стінок, що приводить до появи в експлуатації тріщин і розривів.

Зберігання безкамерних шин складеними одна на одну спричиняє різке зближення бортів, що ускладнює або робить неможливим накачування повітря в таку шину, змонтовану на обід.

Тривале зберігання покришок у стелажах і камер на вішалках в одному положенні спричиняє утворення вм'ятин на покришках і місцеве розтягнення стінок камер.

Зберігання запасних шин і покришок в кузові вантажних автомобілів разом з вантажем, що перевозиться, та зберігання камер в інструментальному ящику або під сидінням водія разом з інструментом неминуче приводить до псування шин і камер.

Інші причини руйнування шин

Передчасне руйнування шин відбувається також внаслідок неправильного застосування ланцюгів проти ковзання. Якщо ланцюги натягнуті дуже туго, то, сильно врізаючись в шини, вони руйнують покришку. Дуже слабо натягнені ланцюги проти ковзання викликають часті удари при обертанні коліс та також руйнують шини.

Застосовувати ланцюги проти ковзання треба тільки в умовах бездоріжжя, на важко прохідних ґрунтових дорогах або дорогах зі сніговим покриттям. Навіть правильно одіті ланцюги дуже швидко руйнують шини при русі автомобіля на дорогах з твердим покриттям, особливо за високої швидкості руху і повного навантаження.

Тривале перебування автомобілів в консервації у невивішеному стані для нерозвантажених шин і, особливо зі зниженим тиском повітря, викликає втому матеріалу.

Схід і кути установки передніх (керованих) коліс автомобілів повинні відповідати нормам, приведеним у «Правилах експлуатації автомобілів».

Догляд за шинами в дорозі

Догляд за шинами в дорозі здійснює водій, який стежить за збереженням і справністю прикріплених до його автомобіля шин і виконує правила догляду за ними у процесі експлуатації.

Водій повинен мати на автомобілі: домкрат, монтажно-демонтажні важелі і лопатки, ручний манометр, ручний повітряний насос зі шлангом для накачування шин (за відсутності компресора на автомобілі), запасне колесо (запасні камери), аптечку для ремонту камер і покришок в дорозі, запасні золотники і ковпачки вентиляю.

Вимушений монтаж і демонтаж шини в дорозі необхідно за можливістю виконувати на чистому дощатому або брезентовому

покритті з дотриманням встановлених правил монтажу і демонтажу шин. Особливу увагу при цьому потрібно звертати на чистоту покриття, камери, ободної стрічки, обода. Проколи покриття закладають гумовими грибками або пробками, проколи або розриви камер доцільно ремонтувати вулканізацією.

Покришка (шина), що зберігалася за температури навколишнього повітря нижче мінус 10 °С, повинна бути перед монтажем відігріта до температури плюс 15 °. Запасні камери зберігають на автомобілі в окремому ящику або в чохлі.

Водій не повинен допускати перевантаження шин і зобов'язаний стежити за рівномірним розподілом вантажу в кузові автомобіля або причепі. Не можна допускати руху автомобіля на спущених шинах, а також з тиском повітря, що відхиляється від норми більш ніж на $\pm 0,02$ МПа у вантажних автомобілів, причепів і автобусів, і на $\pm 0,01$ МПа – у легкових автомобілів.

При здвоєних задніх шинах не можна перевозити вантаж або пасажирів у випадку, якщо в одній з шин спущене повітря.

Водій в дорозі не повинен допускати пересування і зупинок автомобіля у місцях, забруднених нафтопродуктами. При перевезенні нафтопродуктів необхідно вживати заходів проти забруднення ними шин. Під час руху шляхами, на яких ведеться будівництво асфальтових або гудронованих доріг, треба стежити за тим, щоб автомобіль не зупинявся на гарячому асфальті або розлитому гудроні.

Починаючи рух автомобіля, водієві необхідно:

- рушати з місця і розганяти автомобіль плавно, без ковзання коліс відносно дороги;
- різко не гальмувати, не допускати при гальмуванні руху коліс юзом;
- підбирати швидкість руху за станом дороги;
- на поворотах доріг, переїздах залізничних і трамвайних шляхів, на розбитих ділянках доріг і в умовах бездоріжжя знижувати швидкість руху;
- об'їжджати окремі перешкоди на дорозі і при бездоріжжі (вибоїни, камені та інше);
- не під'їжджати впритул шинами до країв тротуару, платформи;
- за високої температури повітря посилити спостереження за шинами і не перегрівати їх;
- не знижувати тиску повітря в нагрітих шинах;
- на прямолінійній ділянці дороги необхідно постійно коригувати рух автомобіля, перевіряти тиск повітря в шинах.

Оцінка зношення протектора шини

При експлуатації автомобілів на вдосконалених покриттях доріг основною причиною виходу шин з ладу є зношення протектора. За зношенням протектора виходить з експлуатації від 60 до 90% всіх шин.

Передумовою виникнення зношення є наявність тертя і «стомлюваність» поверхневого шару протектора. Зношення є наслідком впливу на матеріал ряду механічних і теплових навантажень, виникаючих внаслідок відносного переміщення і взаємодії між поверхнями. Зношення характеризується якістю матеріалу протектора і його робочою температурою, якістю дороги, величиною роботи тертя у прикордонному шарі (в контакт) між шиною і дорогою.

Розрізняють три види зношення гум: втомливий, за допомогою кочення та абразивний.

При втомливому зношенні гуми руйнування поверхневого шару відбувається після багаторазових деформацій виступами дороги.

Втомливе зношення є основним видом зношення автомобільних шин.

Схильність до зношення за допомогою кочення спостерігається у м'яких гум, особливо за підвищених навантажень. При такому зношенні спочатку з'являються тріщини і розриви, які виникають внаслідок сил тертя, коли зсувні напруження перевищують міцність гуми. При цьому підвищується місцева температура, гума пом'якшується, прилипає до дороги і скочується в невеликі джгути. У результаті тертя на поверхні утворюються паралельні гребені і западини рисунка стирання. Стирання за допомогою кочення може відбуватися лише за певного поєднання зовнішніх умов і властивостей гуми.

Абразивне зношення характеризується наявністю на поверхні стирання подряпин, зрізів і надривів гуми. Воно виникає зазвичай на дорогах з кам'яним покриттям та істотно відрізняється за величиною і характером від зношення шин на асфальтобетонних дорогах.

У реальних умовах експлуатації спостерігаємо змішаний механізм зношення. Сумарна інтенсивність зношення визначається співвідношенням його окремих видів. За зміни умов експлуатації співвідношення окремих видів зношення і сумарна інтенсивність зношення можуть істотно змінюватися.

Зношення шин залежить від тиску повітря, навантаження, дотичних сил, розвалу і сходження коліс, конструкції шини, радіуса бігової доріжки, ширини профілю, рисунка протектора, кута ниток

корду, близькості брекерного поясу до поверхні контакту, ширини обода, типу автомобіля, характеру водіння, типу і стану дороги, температури навколишнього середовища.

Всі вказані чинники впливають на величину переміщень елементів профілю шини, які відбуваються під певним тиском у прикордонному шарі між шиною і дорогою. Вплив всіх цих чинників може бути оцінений вимірюванням роботи тертя в контактi.

У зонах більш низького тиску великі дотичні напруження приводять до виникнення прослизання елементів протектора в контактi, до тертя і зношення протектора. Прослизання елементів протектора в контактi починається тим раніше, чим менший коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою.

Із збільшенням гальмівного зусилля збільшується шлях і швидкість прослизання «шашок» протектора в контактi. Прослизання відбувається в основному в задній частині контакту.

Зношення протектора залежить від кривизни бігової доріжки, насиченості і висоти рисунка протектора, кута нитки корду по короні та інших чинників. Зазвичай, за надмірної кривизни протектора спостерігається нерівномірне й інтенсивне зношення шини в середині бігової доріжки, а за малої кривизни – у плечовій зоні.

Понад низькопрофільні шини, що мають недостатньо жорсткий брекер, при роботі збільшують свої розміри по зовнішньому діаметру. У результаті при навантаженні колеса нормальним навантаженням середня частина бігової доріжки шини є менш навантаженою, ніж більш жорсткі плечові зони.

Це приводить до підвищеного зношення плечових зон за відносно малого зношення середньої частини бігової доріжки. У зоні контакту таких шин мембранні деформації стиснення оболонки переходять через максимум, і відбувається вихлоп мембрани. Для забезпечення більш рівномірного зношення шин по ширині протектора бігової доріжки при виготовленні шини їй надають форму зворотної кривизни. Це дозволяє уникнути зміни знаку мембранних напружень оболонки шини в зоні контакту при коченні колеса.

Зношення зменшується прямо пропорційно збільшенню насиченості рисунка протектора. Шини з рисунком протектора підвищеної прохідності на дорогах з асфальтобетонним покриттям зношуються нерівномірно і більш ніж в 2 рази швидше за шини з дорожнім рисунком протектора.

Термін служби шини щодо зношення протектора зростає із збільшенням глибини рисунка, але при цьому підвищується інтенсивність зношення в початковий період.

Однак збільшення глибини рисунка протектора приводить до збільшення ваги шини, погіршення її теплового режиму, підвищення опору коченню, зростання моменту інерції колеса, погіршення стійкості.

У шин легкових автомобілів останнім часом спостерігається тенденція до зменшення висоти рисунка протектора.

Застосування широких ободів не тільки підвищує стійкість автомобіля, але й одночасно знижує зношення протектора. Ободи шириною 80% від ширини профілю покришки дають зменшення зношення протектора на 22%, в порівнянні із зношенням протектора при застосуванні обода шириною 65% від ширини профілю покришки.

Кочення коліс з нахилом спричиняє появу в контакті сил і моментів, що підвищують напруженість окремих елементів протектора і схильність їх до прослизання. Воно приводить до підвищення потужності, яка витрачається автомобілем на подолання сили опору коченню, збільшення витрати палива і прискореного зношення протектора шин.

У зв'язку з таким великим впливом нахилу колеса на зношення шин при коченні, сходження керованих коліс потрібно контролювати. Воно повинно бути, за можливості, мінімальним.

Зношення протектора шини на мокрих і слизьких дорогах істотно менше, ніж на сухих. На сухих дорогах зношення протектора інтенсивно зростає зі збільшенням температури навколишнього середовища.

Інтенсивність зношення шин за мірою збільшення тягової сили зростає приблизно 2,2, а гальмівної – в 2,6 рази. Сильно впливає на інтенсивність зношення шин застосування автомобільних причепів. У цьому випадку підвищуються не тільки тягові сили на тягових колесах, але і гальмові сили на колесах автомобіля-тягача.

Зношення протектора істотно знижується при правильному керуванні автомобілем шляхом більш плавного гальмування і пониження швидкості руху на повороті. Це ж досягається за зниження дисбалансу і биття колісного вузла.

Встановлено, що при нормальному керуванні автомобілем зношення шин за один день, внаслідок різкого початку руху з місця і гальмування, а також поворотів на великій швидкості, може бути еквівалентним пробігу шини до 8000 км. При правильному керуванні автомобілем таке зношення буде досягнуте після шестимісячної експлуатації.

Під терміном служби автомобільної шини розуміється час, виражений в одиницях пройденого шляху, протягом якого вона може надійно працювати в нормальних умовах експлуатації. Термін служби залежить від конструкції і матеріалу шини, від технології її виробництва і умов роботи.

Термін служби шини визначається, в основному, величиною навантажень, прикладених до колеса, тиском повітря, шириною обода, на якому змонтована шина, типом і станом дороги, умовами руху, зовнішньою температурою.

При експлуатації шина зазнає впливу статичних і динамічних навантажень. Величина динамічного навантаження, яке діє на колесо, залежить від швидкості руху, ступеня рівності дороги, величини маси безпружинних частин, жорсткості підвіски і шин.

Величина динамічного навантаження збільшується зі зростанням нерівності дороги, величини безпружинної маси, жорсткості підвіски і шин. Динамічне навантаження при русі по нерівних дорогах збільшується майже пропорційно квадрату швидкості.

Динамічне навантаження, яке діє на колесо, навіть при русі автомобіля з середньою швидкістю на нерівній дорозі в 2 - 3 рази перевищує прикладене до нього статичне навантаження.

Динамічні навантаження значно скорочують термін служби шин. Тому їх величину треба прагнути зменшити. В умовах поганих доріг цього можна добитися зменшенням швидкості руху і деяким зменшенням тиску повітря в шинах.

На термін служби шини спричиняє великий вплив величина прикладеного до неї статичного навантаження. Перевантаження шини на 10% приводить до скорочення терміну служби на 20%.

У міжнародній практиці для отримання високих термінів служби навантаження на шину задають зазвичай менше максимально допустимої (на 5-10%). Таке навантаження називають економічним.

Якщо термін служби шини при її роботі в умовах статичних навантажень визначається в основному терміном служби протектора, то при роботі в умовах динамічних навантажень міцністю каркаса.

Основними дефектами при роботі шини в умовах динамічних навантажень є розрив каркаса і відшарування протектора. Шини, які вийшли з ладу під час експлуатації, за розривом каркаса і експлуатаційними пошкодженнями складають 35 – 40%, а за розшаруванням каркаса і відшаруванням протектора – 10%.

Збільшенням тиску повітря можна дещо компенсувати перевантаження шини. Однак такий метод компенсації перевантаження шини

не можна вважати правильним, оскільки збільшення тиску повітря приводить до збільшення напружень у всіх її елементах, особливо при русі по дорогах з покриттями в поганому стані.

Як зменшення, так і збільшення тиску повітря від його оптимального значення приводить до зменшення терміну служби шини. Зменшення терміну служби шини за підвищення тиску повітря відбувається внаслідок підвищення напружень в нитках корду і напружень від зсувних деформацій в міжшаровій гумі. За збільшення тиску повітря шина стає більш жорсткою, площа контакту її з дорогою зменшується. Зменшення площі контакту приводить до збільшення в ньому напружень.

Підвищення жорсткості шини на дорогах з поганим покриттям приводить до збільшення динамічних навантажень, що сприймаються колесом. Створюються сприятливі умови для розриву каркаса і відшаровування протектора.

У радіальних шин з металокордним брекером і зношеним рисунком протектора (особливо за малої товщини підканавочного шару) на кам'яних дорогах спостерігається відшаровування протектора і втомливе руйнування брекера. Це істотно знижує здатність до ремонту і загальний термін служби шин.

Зменшення терміну служби шини, за зменшення тиску повітря в ній від його оптимального значення, відбувається внаслідок збільшення деформації шини. Великі деформації приводять до швидкої втоми матеріалу і до швидкого підвищення температури шини.

Втома матеріалу оцінюється числом циклів навантажень, яке він може витримувати до руйнування. За деформації в матеріалах відбувається послаблення молекулярних зв'язків, розрив найбільш напружених ланцюгів молекул і ниток. Це приводить до виникнення незворотних залишкових деформацій, появи мікроскопічних тріщин, механічного тертя, інтенсивного виділення тепла. Розвиток мікроскопічних дефектів сприяє прогресуючому послабленню матеріалу.

Різке зменшення терміну служби шин спостерігається за великих швидкостей руху колеса. За швидкостей руху автомобіля, які перевищують 100 км на годину, зменшується термін служби шин.

Термін служби шини значною мірою залежить від типу і стану дороги, від конструкції автомобіля, від кліматичних умов, умов руху і від терміну зберігання шин.

Термін служби шини меншає зі зменшенням її зовнішнього діаметра через те, що зі зменшенням діаметра колеса збільшується

число циклів навантажень елементів шини на одиницю пройденого шляху.

За одної і тієї же швидкості руху шини меншого діаметра працюють в більш напружених умовах.

Значного збільшення терміну служби шин можна досягти поліпшенням технології їх виробництва (точним дотриманням складу інгредієнтів, добрим їх змішуванням, правильним просоченням корду, високоякісним збиранням і вулканізацією шин і поліпшенням фізико-технічних якостей матеріалу внесенням в них різних хімічних добавок). У цій області є великі невикористані резерви для підвищення якості шин.

Деякою мірою на термін служби шин впливає час їх зберігання. За тривалого зберігання шин відбувається старіння гумокордних матеріалів, тобто погіршення їх фізико-механічних якостей, що приводить до зменшення терміну служби.

Термін служби шин радіальної конструкції автомобілів приблизно в 2 рази вищий за термін служби діагональних шин тих же розмірів.

Викладене показує, що термін служби шин залежить від великого числа різних чинників. Правильний облік і використання їх відкриває значні резерви для збільшення терміну служби шин.

У кожній країні, виходячи з урахування досвіду експлуатації, якості шин, що випускаються, інтенсивності їх роботи, кліматичних і дорожніх умов, встановлюється для кожного типу шин певний термін служби.

Для забезпечення високого терміну служби шини необхідно точно дотримуватись встановлених правил експлуатації автомобільних шин.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ КОЛІС АВТОМОБІЛІВ

Основні експлуатаційні вимоги

Дотримання правил експлуатації шин і коліс, систематичний догляд за ними є основною умовою підвищення їх довговічності і забезпечення безпеки руху. Нормальна експлуатація можлива лише при глибокому знанні конструкції коліс і вимог, які до них пред'являються, чіткому володінні прийомами монтажу-демонтажу, рекомендованими в інструкціях і правилах експлуатації, умілому користуванні інструментом, насамперед монтажно-демонтажними лопатками.

Необхідно пам'ятати, що технічний стан коліс впливає значною мірою на знос шин, надійність і економічність роботи загалом. Тому до колеса висуваються наступні основні експлуатаційні вимоги.

1. За геометричними розмірами, формою, вантажопідйомністю колесо повинно відповідати конструкції шини і транспортного засобу та умовам їх роботи.

2. Колесо повинно надійно працювати протягом всього терміну служби шини. Це зумовлено вимогами безпеки, оскільки раптовий вихід колеса з ладу, особливо колеса переднього моста, може бути причиною важкої аварії.

3. Биття, дисбаланс, відхилення розмірів і форми конструктивних елементів, і передусім спряжених з шиною і маточиною, не повинні перевищувати норм, передбачених технічною документацією на колесо, шину і транспортний засіб.

Підвищене биття і дисбаланс є основними причинами, що викликають коливання коліс і діючих на них навантажень та негативно впливають на роботу шин і автомобілю, особливо при русі на великих швидкостях.

4. Колесо повинно бути таким, щоб на монтаж і демонтаж шини, а також на встановлення і зняття колеса з маточини витрачалось мінімальне зусилля і час. Це впливає великим чином на трудомісткість обслуговування машини, на якій воно встановлюється.

5. Забарвлення коліс повинно бути міцним, тобто оберігати їх від корозії протягом тривалого часу. Зовнішній вигляд колеса повинен гармоніювати із зовнішнім виглядом автомобіля.

6. До коліс для безкамерних шин пред'являються додаткові вимоги за герметичністю і надійністю утримання бортів шини, особливо на полицях зовнішньої сторони ободів коліс.

7. З метою забезпечення взаємозамінності коліс, основні геометричні, посадочні і присднувальні розміри і навантажувальні характеристики їх повинні відповідати міжнародним нормам.

Одним з основних чинників, що знижують довговічність шин і коліс транспортних засобів, є перевантаження. До перевантаження шин і коліс приводить навантаження машини, що перевищує її вантажопідйомність, нерівномірний розподіл вантажу в кузові, а також зниження тиску повітря в одній з шин здвоєних коліс. Нерівномірний розподіл вантажу і надмірне завантаження навісних знарядь викликають перевантаження шин і ободів з дисками. Це приводить до появи тріщин і може бути причиною аварії, особливо при високих швидкостях руху автомобіля.

Основне місце руйнування дискового колеса – це зони кріпильних і ручних отворів, а також деталі кріплення.

Експлуатація коліс з тріщинами в диску, бортовій закраїні або замковій канавці недопустима, оскільки це може привести до раптового повного руйнування диска або обода і викликати аварійну ситуацію.

При перевантаженнях коліс спостерігається більш швидке ослаблення затягування деталей кріплення коліс до маточини. Внаслідок невчасного підтягнення кріпильних шпильок, різьблення мнеться, що приводить до збільшення кріпильних отворів дисків коліс, до зрізу або розриву шпильок кріплення.

Одним з важливих чинників у забезпеченні безвідмовної роботи і продовженні терміну служби шин і коліс є правильне проведення їх монтажу і демонтажу. Можна перерахувати наступні причини, що сприяють зниженню термінів служби шин і коліс при монтажу-демонтажу.

1. Некомплектність шин і коліс, тобто використання елементів шин і коліс (ободна стрічка, камера, замкове або бортове кільце та інше) від коліс різних типів.

2. Невідповідність розмірів шин розмірам коліс.

3. Застосування несправного або нестандартного інструмента.

4. Монтаж шини на іржаві або пошкоджені ободи.

5. Недотримання правильних прийомів при виконанні монтаж-но-демонтажних операцій.

Трудомісткість монтажу-демонтажу значною мірою залежить від стану коліс: якості фарбування, міри корозії контактуючих поверхонь, стану деталей кріплення, а також від міри «прикіпання» посадочних поверхонь обода до бортів шини.

Недотримання правильних прийомів при монтаж-но-демонтажних роботах приводить до витрати значних зусиль і механічних пошкоджень елементів шин і коліс. Застосування при монтажу і демонтажу шин несправного або нестандартного монтаж-ного інструмента може викликати порізи і розриви посадочних бортів і герметизуючого шару шин, камер і ободних стрічок, механічні пошкодження закраїн, посадочних полиць ободів дисків коліс.

Однією з причин скорочення термінів служби шин і коліс, особливо нероз'ємних профільованих, є попадання в середину шини при монтаж-но-демонтажних роботах піску, бруду, сторонніх дрібних предметів, які руйнують камери і ушкоджують окремі нитки корду внутрішнього шару каркаса. Для їх видалення необхідно провести

додаткові монтажні-демонтажні роботи, а це може привести до пошкодження елементів обода.

Технологічний процес при ремонті шини:

а) демонтаж колеса з шиною в зібраному вигляді з автомобіля;

б) чищення, миття і сушка шин і коліс у зборі;

в) демонтаж шин (ручний або за допомогою станків і пристосування);

г) огляд шин, камер, ободних стрічок, ободів з дисками, зйомних бортових і замкових кілець;

г) перевірка герметичності камер;

д) ремонт дрібних пошкоджень покришок, камер і ободних стрічок;

е) очищення і дрібний ремонт деталей коліс, їх фарбування;

ж) комплектування шин і коліс;

з) монтаж шин;

и) накачування і контроль внутрішнього тиску повітря в шинах;

к) монтаж колеса з шиною в зібраному вигляді на автомобіль;

Вимиті колеса і шини сушать, обдуваючи їх повітрям або в сушильній шафі. За відсутності цих засобів колеса рекомендується протирати обтиральними ганчірками.

Незначні тріщини, виявлені в диску або ободі, усувають з допомогою газового або електричного зварювання. Механічні пошкодження окремих елементів коліс усувають за допомогою сталених різних оправок, гладилок, молотків, слюсарного інструмента. При цьому необхідно обережно поводитись з посадочними поверхнями обода, щоб уникнути їх пошкоджень.

Іржу з коліс прибирають за допомогою піскоструминного апарата, ручної або механічної щітки, наждачної шкурки або у ванні з миючим розчином. Після зачистки колеса фарбують і просушують.

Ободи коліс регулярно повинні підфарбовуватися. Особливо це відноситься до коліс з регульованим тиском повітря, що експлуатується в умовах вологих ґрунтів.

Особливу увагу потрібно приділяти збереженню в доброму стані поверхні обода, взаємодіючої з безкамерною шиною. На поверхні не повинно бути іржі і бруду. Їх наявність заважає щільній постановці бортів шини на обід, приводить до дисбалансу і

нерівномірного зносу шин. Внаслідок корозії нерівномірно меншає товщина обода, що приводить до витоків повітря.

Фарбування коліс попереджає появу іржі і тим самим збільшує їх довговічність, виключаючи шкідливий вплив корозії на шини.

Загальні правила монтажу і демонтажу шин. Техніка безпеки

Особливу увагу необхідно звертати на наступні моменти, які визначають в багатьох випадках успіх виконання монтажно-демонтажних операцій:

- правильна взаємна орієнтація деталей колеса і шини на всіх стадіях процесу;

- правильне (відповідно до інструкції) використання монтажного інструмента, що забезпечує максимальний вигреш в силі і запобігає пошкодженню бортів шини.

Аналіз процесів монтажу і демонтажу шин з ободами конструктивно різних схем (нерозбірних, розбірних, багатокомпонентних) показує, що цим процесам властиві спільні роботи, які доцільно відмітити особливо.

Найбільш складним і трудомістким процесом є зняття (зсув) бортів шини з посадочних полиць обода (для нерозбірних ободів), витягання обода з шини (демонтаж) і попереднє їх збирання (монтаж).

Складність виконання операції зсуву зумовлена «прикіпанням» шини до обода, а також високою величиною деформації її елементів при встановці на нероз'ємний обід. Необхідність виконання операцій монтажу-демонтажу визначається в багатьох випадках типом обода (нероз'ємний, роз'ємний), його профілем, а також схемою роботи монтажних станків, конструкцією ручного монтажного інструмента.

Необхідно пам'ятати, що стиснуте повітря в порожнині шини створює постійне внутрішнє зусилля, що за певних умов може привести до аварійного руйнування колеса. Насамперед це може статися в процесі монтажу або демонтажу шини. Тому при монтажу або демонтажу коліс необхідно дотримуватись наступних основних правил, виконання яких дозволить значною мірою підвищити безпеку і полегшити монтажно-демонтажні роботи.

1. Монтажно-демонтажні роботи треба проводити тільки згідно з інструкцією на монтаж і демонтаж даного типу коліс, що надається до автомобіля.

2. Перед монтажем необхідно перевірити комплектність шини і деталей колеса. Збирати колесо слід з шиною тільки встановленого розміру.

3. Не можна експлуатувати ободи та інші деталі коліс, що мають порушення форми: недопустиме відхилення від неокруглості бортового кільця і обода, «гвинт» замкового кільця, вм'ятини, погнутість, тріщини, напливи фарби, наявність іржі в місцях, що контактують з шиною або іншими деталями колеса. Особливу увагу потрібно звернути на канавку замкового кільця, яку необхідно очищати від бруду та іржі, і на стан замкового і бортового кілець. Кільця, у яких порушена первинна форма або є перераховані дефекти, не можна використовувати для монтажу, оскільки при накачуванні шини або в процесі експлуатації може статися самовільний демонтаж шини.

4. Монтаж-демонтаж потрібно проводити на спеціальних стендах, призначених для монтажу або демонтажу даного типу коліс і шин, або ручним монтажним інструментом, що додається до автомобіля. Не можна допускати появи на монтажних лопатках або на робочих органах монтажно-демонтажних стендів (станків) гострих кромek, заусенців, іржі та бруду.

5. При знятті коліс з маточини для демонтажу шин (у разі проколу, зносу протектора або за будь-якої іншої причини) особливу увагу треба приділяти бездисковим колесам (особливо здвоєним), а також колесам, що складаються з двох штампованих половин, у яких флянці, які служать для з'єднання половин обода, є одночасно і дисками. Перед відгвинчуванням гайок кріплення коліс до маточини необхідно повністю випустити повітря з шин. При зніманні одного із здвоєних коліс повітря необхідно випустити з обох шин. Категорично забороняється демонтаж шин, з яких не повністю випущене повітря.

6. Накачувати шину разом з колесом в гаражних умовах слід у спеціальній металевій огорожі (монтажній камері), здатній захистити людину від удару деталями колеса, що викидаються у разі мимовільного демонтажу або розриву шини.

Для забезпечення безпеки при накачуванні шини необхідно використовувати самозакріплюючі пристрої, за допомогою яких шланг може бути закріплений на вентилі. Це дає можливість накачувати шину, знаходячись від неї на достатній відстані.

Не можна змінювати положення бортових або замкових кілець, коли шина знаходиться під тиском.

У разі накачування шин розбірних коліс з болтовими з'єднаннями необхідно пересвідчитися, що всі гайки затягнуті одна-

ково рекомендованим інструкцією моментом. Не допускаються до експлуатації колеса, у яких немає хоч би однієї гайки.

7. У разі нещільної посадки бортів шини на полиці обода необхідно випустити повітря, демонтувати шину з колеса і усунути причини, що обумовили нещільну посадку. Після цього треба заново провести монтаж шини на колесо.

8. Недопустимо застосування при монтажу і демонтажу важких предметів (кувала, ломів та іншого), здатних деформувати деталі колеса.

2.4.6 Монтажний інструмент і обладнання

Монтажно-демонтажні роботи виконують двома способами: ручним і механізованим.

Ручний монтаж-демонтаж шини з ободу здійснює водій в дорозі у разі проколу або за будь-якої іншої причини.

Для проведення шиномонтажних робіт вручну застосовують спеціальні монтажні лопатки, що входять в комплект інструмента, доданого до кожного автомобіля.

Для кожного типу коліс застосовуються свої монтажні лопатки, конструкції яких зумовлені конструкцією коліс і шин, натягом шин на ободи, розмірами, масою та іншими чинниками.

На рис. 2.168 приведена конструкція і розміри монтажного інструмента для найбільш поширених типів шин і коліс легкових автомобілів і вантажних автомобілів загального призначення. Монтажний інструмент простий за конструкцією і може бути виготовлений самостійно водієм в умовах слюсарної майстерні з високоміцних марок сталі: 40Х, сталь 45. Обидва кінці монтажних лопаток, з метою зміцнення, термічно обробляють до твердості HRC 30 - 33 на довжині відповідно до розмірів, позначених на рисунку. Для виготовлення великих монтажних лопаток з виделчатим кінцем використовують прутки діаметром 22 мм, для малих монтажних лопаток – 19 мм.

Камерні шини легкових автомобілів демонтують за допомогою двох монтажних лопаток, що входять в комплект інструмента, або монтажними лопатками.

Монтаж шини проводять в такій послідовності:

1) шину укладають на поміст або брезентову підстилку; вставляють в покришку колесо, потім одну з монтажних лопаток вставляють між нижнім бортом, покришки і ободом так, щоб кінець її надійно захоплював закраїну обода, і частину борта покришки переміщують на обід. Цю операцію повторюють до повного введення борта покришки за закраїну колеса.

2) після того, як один борт покритишки розмістився в лотку обода, вставляють камеру, при цьому контролюють положення вентиля, щоб не припустити його перекоосу;

3) другий борт покритишки переміщують монтажними лопатками на посадочну полицю обода. Монтаж починають з боку, протилежного вентиляльному отвору, і завершують біля нього. При цьому переміщувати борт слід поступово. Треба стежити, щоб частина борта, змонтована на обід, знаходилася в монтажному лотку. Монтаж проводиться обережно, щоб уникнути затиснення і розриву камери монтажними лопатками;

4) перевіряють правильність установки вентиля і нагнітають в шину повітря.

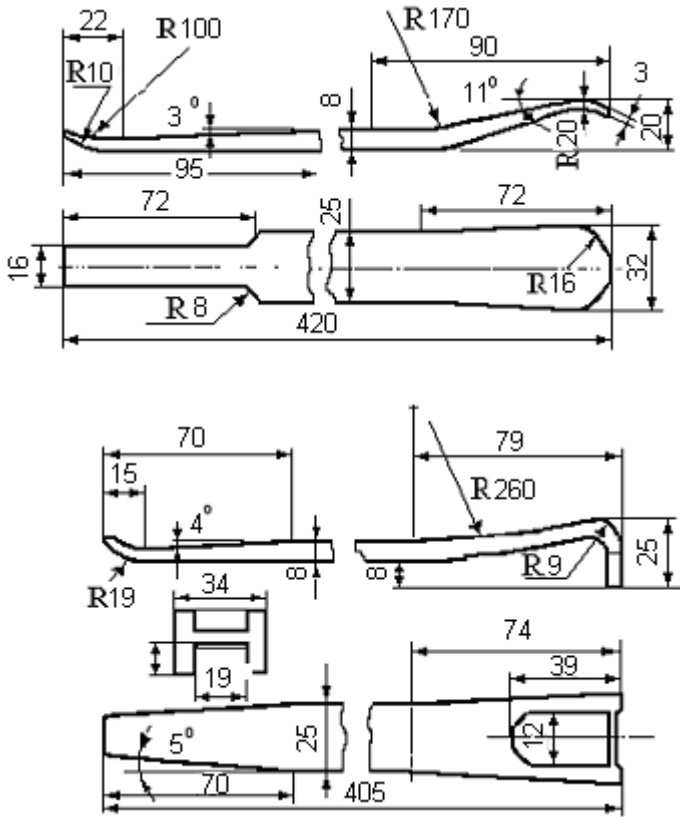


Рис. 2.168 – Лопатки для монтажу шин легкових автомобілів:
 а) з нерозрізними кінцями, б) видельчата

Демонтаж шини здійснюють таким чином:

1) повністю випускають повітря з камери;
2) знімають борти покоришки з посадочних полиць обода, віджимаючи їх послідовно монтажними лопатками від закраїни. Для цього монтажну лопатку вставляють між закраїною обода і бортом шини, другу лопатку вставляють між закраїною і бортом шини на відстані 10 - 15 см від першої. Звільняючи першу монтажну лопатку і відступивши 10-15 см від другої, вставляють її знов між закраїною і бортом шини і віджимають вниз. Продовжують цю операцію послідовно по всьому колу шини (з двох сторін), поки борти шини не будуть зняті з посадочних полиць обода;

3) кладуть колесо вентилям вгору і віджимають вентиль в порожнину покоришки;

4) з боку, протилежного вентилю, зсувають борт покоришки в монтажний лоток обода. Утримуючи борт покоришки в монтажному лотку, вставляють обидві монтажні лопатки на відстань не більше за 10 см по обидві сторони від вентиля. Лопатки треба вставляти обережно і на невелику глибину, щоб уникнути пошкодження камери. Після цього легкими рухами спочатку однієї лопатки, а потім і другої, без значних зусиль переміщують частину борта за закраїною обода. Відступивши від витягнутої частини на відстань, що дозволяє без великих зусиль завести лопатку між бортом і закраїною обода, повторюють операції до повного зняття борта шини. При цьому не можна прикладати великих зусиль, щоб не пошкодити борт покоришки або закраїни обода;

5) підводячи покоришку, витягують з неї камеру;

6) перевертають покоришку зворотною стороною, вводять борт покоришки в монтажний лоток обода. Вставляють монтажну лопатку між верхнім бортом шини і нижньою закраїною обода і виводять обід під бортом покоришки. Таким же чином, діючи другою монтажною лопаткою на відстані 15 - 20 см від першої, віджимають обід, повторюючи ці операції до повного звільнення колеса.

Переміщувати борт покоришки за закраїною обода не треба одночасно двома монтажними лопатками, щоб уникнути розтягнення або розриву бортового кільця покоришки або пошкодження бортової закраїни обода.

Безкамерні шини легкових автомобілів демонтують і монтують на обід майже так само, як камерні шини. Відмітною особливістю є установка вентиля на обід і використання спеціального пристосування, що полегшує герметизацію внутрішньої порожнини шини на

початковій стадії. До них відносяться стяжні стрічки, що накладаються на протектор, і спеціальні кільця з соплами, розміщеними в зоні кільцевого зазору між шиною і ободом таким чином, щоб забезпечити підвищену подачу повітря в шину в початковий момент до закриття зазору. Цій же меті служить такий прийом, як прибирання золотника з вентиля.

Борти безкамерної шини і закраїни обода перед монтажем рекомендується протирати чистою ганчіркою, змоченою мильним розчином. Монтувати і демонтувати безкамерну шину треба з підвищеною обережністю, щоб уникнути пошкодження її герметизуючого шару і поверхонь посадочних полиць обода.

Шини на ободи трикомпонентної конструкції монтують і демонтують, застосовуючи монтажний інструмент. Монтаж шини проводять в такій послідовності:

- 1) шину в зборі кладуть похило на обід і вводять вентиль у вентильний паз;
- 2) підвівши шину з боку вентиля, надівають її на обід. Встановлюють бортове, потім замкове кільця;
- 3) натиснувши борт шини, встановлюють замкове кільце в замкову канавку. Переконаються, шляхом зовнішнього огляду, в правильності збирання;
- 4) вміщують колесо у зборі в запобіжну камеру і, нагнітаючи в шину повітря, встановлюють рекомендований тиск повітря.

Демонтаж шини здійснюють в наступному порядку:

- 1) перед демонтажем повністю випускають повітря з шини;
- 2) вводять плоский кінець монтажної лопатки між бортової закраїною і шиною і віджимають шину. У зазор, що утворився, вставляють зігнену лопатку і віджимають її вниз.

Повторюючи цю операцію по колу, знімають борти шини з посадочних полиць обода з обох сторін;

3) уставивши гострий кінець прямої лопатки в демонтажний паз замкового кільця, віджимають його. Другою лопаткою підводять кільце вгору;

4) підтримуючи кільце однією лопаткою, другою лопаткою повторюють попередню операцію. Пересуваючи лопатки, таким чином, по колу замкового кільця, витягують його повністю;

5) знявши бортове кільце, перевертають колесо і звільняють його від шини.

2.5 Основні елементи і дія рульового керування

Рульове керування служить для зміни напрямку руху автомобіля. При нерухомій передній осі зміна напрямку руху автомобіля здійснюється поворотом передніх керованих коліс.

Для того, щоб при русі автомобіля на повороті його колеса мали кочення без бокового ковзання, вони повинні котитися по колах, описаних з одного центру, який називається центром повороту.

У цьому центрі O (рис. 2.169) повинні перетинатися продовження осей усіх коліс. Для дотримання даної умови внутрішнє до центра повороту кероване колесо повинно повертатися крутіше, тобто на більший кут, ніж зовнішнє колесо. Для одночасного повороту коліс на необхідні різні кути служить рульова трапеція.

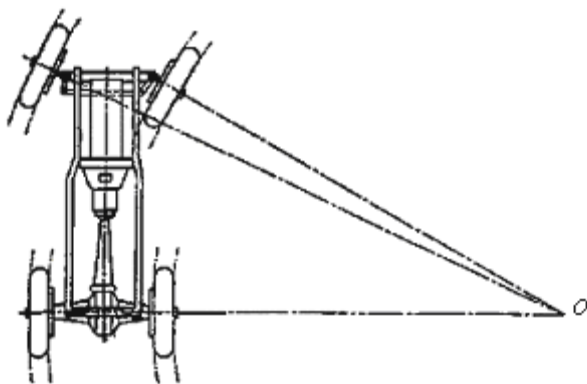


Рис. 2.169 – Схема повороту автомобіля

У трапецію входять (рис. 2.170, а): передня вісь 5, рульові важелі 3 і 6, з'єднані з поворотними кулаками 1 і 7, і поперечна рульова тяга 4. Поворотні кулаки шарнірно з'єднані з віссю шворнями 2.

При повороті одного колеса через важелі 3 і 5 і тягу 4 повертається й інше колесо. При цьому, внаслідок зміни положення поперечної тяги 4 щодо передньої осі, внутрішнє до центра повороту колесо повертається на кут α (рис. 2.170, б), більший, ніж кут β повороту зовнішнього колеса.

Правильність співвідношення кута α і β повороту коліс забезпечується відповідним підбором кута нахилу рульових важелів до подовжньої осі автомобіля і довжини рульових важелів і поперечної тяги.

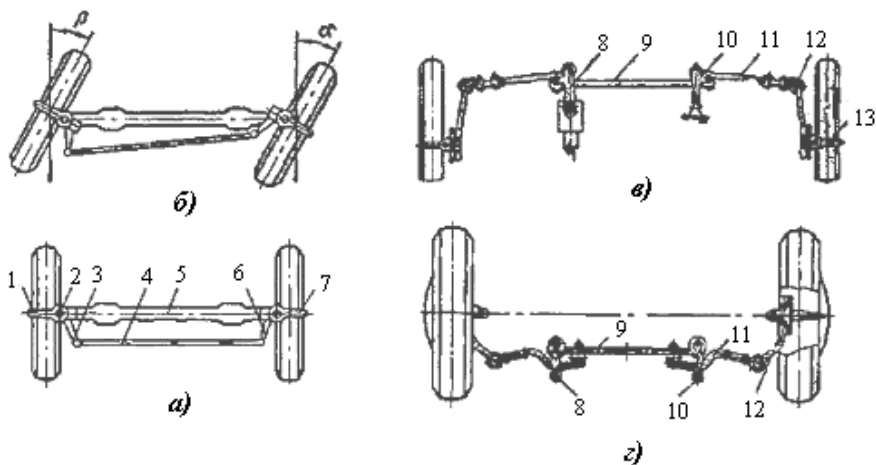


Рис. 2.170 – Схеми рульових трапецій

Крім трапеції, в рульове керування входять (рис. 2.171): рульове колесо 1 з валом 3, який встановлений у рульовій колонці 2, і рульовий механізм 4, розташований у картері, а також рульова сошка 5, подовжня рульова тяга 6, рульовий важіль 7 подовжньої тяги.

При повороті рульового колеса у ту чи іншу сторону разом з ним обертається вал 3, приводячи в дію рульовий механізм 4, що повертає сошку 5. Нижній кінець сошки переміщається вперед чи назад, повертаючи через тягу 6 рульовий важіль 7 з поворотним кулаком, з'єднаним шарнірно з віссю 10. Через рульовий важіль 8 і поперечну тягу 9 на відповідний кут повертається й інший кулак 11 із установленим на його цапфі колесом.

Рульову нерозчленовану трапецію такого пристрою застосовують на вантажних автомобілях, у яких керовані колеса встановлені на загальній осі, приєднаній до рами за допомогою ресор, тобто на залежній підвісці коліс.

При незалежній підвісці коліс у легкових автомобілів рульову трапецію роблять розчленованою з трохи зміненим розташуванням тяг і важелів. Розчленована рульова трапеція з переднім (рис. 2.170, в) чи заднім (рис. 2.170, г) розташуванням звичайно включає рульову сошку 8, кінець якої переміщається в поперечному напрямку, і маятниковий важіль 10, які з'єднані середньою поперечною тягою 9.

Маятниковий важіль 10 встановлений шарнірно на осі в кронштейні, закріпленому на рамі кузова. Кінці сошки 8 і маятникового важеля 10 чи середньої тяги з'єднані шарнірно двома проміжними

боковими тягами 11 з важелями 12 поворотних кулаків 13 чи поворотних стійок коліс. Така схема з розчленованою рульовою трапецією забезпечує правильний поворот керованих коліс при переміщенні їх на незалежній підвісці.

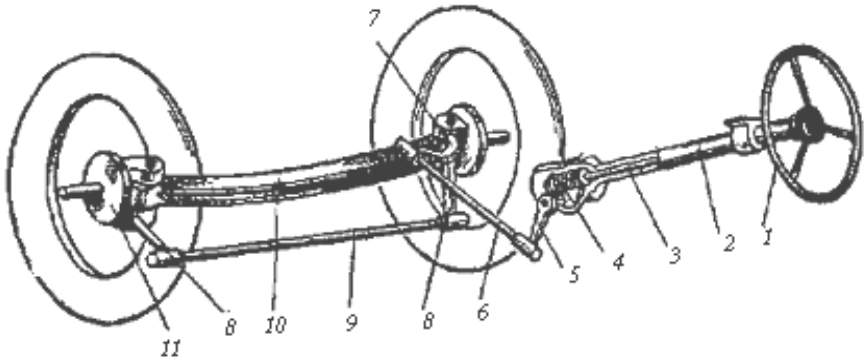


Рис. 2.171 – Схема пристрою рульового керування

У легкових автомобілів застосовується рульове керування, яке поглинає енергію при аварії автомобіля, що підвищує безпеку водія. Таке рульове керування має складене з телескопічного рульового вала і колонки з фрикційними елементами, яка включає ще інші пружні елементи. У випадку удару автомобіля об перешкоду і змінання його передньої частини енергія удару поглинається у фрикційних чи пружних елементах рульового управління, а удар і переміщення не передаються на верхню частину його вала з рульовим колесом, захищаючи водія від травм.

2.5.1 Рульовий механізм

Рульовий механізм 4 (рис. 2.172) служить для передачі зусиль від рульового колеса з валом 3 на сошку 5. Рульовий механізм має передавальне відношення в межах до 15-20, унаслідок чого зусилля, що розвивається на сошці, виходить значно більшим, ніж зусилля, яке прикладає водій до рульового колеса, що полегшує поворот керованого колеса і керування автомобілем.

Найбільш часто застосовується рульовий механізм, виконаний у вигляді пари – глобоїдальний черв'як і ролик на осі 3, закріплений в

головці вала. Вал обертається на підшипниках у припливі картера. На зовнішньому кінці вала закріплена сошка 7.

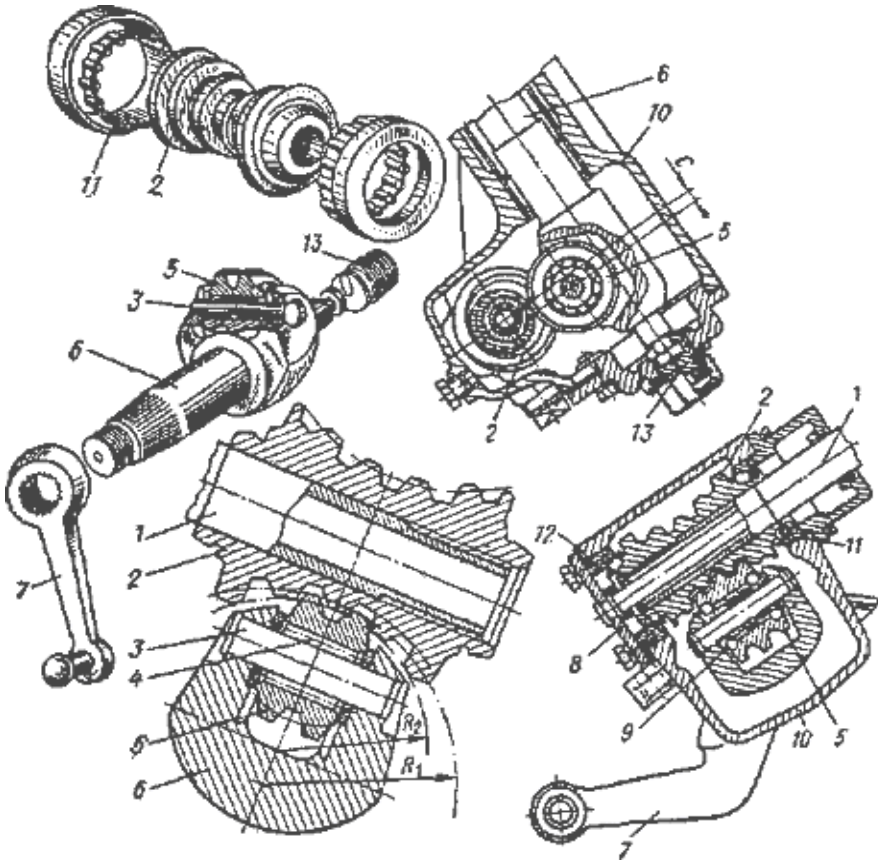


Рис. 2.172 – Рульовий механізм

При повороті черв'яка ролик переміщається по його гвинтовій нарізці, повертаючи вал із сошкою. При увігнутій поверхні черв'яка виконується правильне зачеплення черв'яка з роликом за різних його положень. У такій парі тертя і знос значно зменшуються, тому що при роботі ролик не ковзає, а котиться по черв'яку.

Увігнута поверхня черв'яка і дуга, по якій повертається ролик, описані різними радіусами з різних центрів так, що дуги зближаються в середній площині і розходяться по краях.

Унаслідок цього забезпечуються малий зазор між роликом і черв'яком у середньому положенні і збільшені зазори в крайніх положеннях ролика. Це підвищує чутливість рульового керування при середньому положенні коліс, полегшує повернення рульового колеса з крайніх положень і сприяє більш рівномірному зношенню черв'яка.

Рульовий механізм розташовується у картері 10 на підшипниках кочення, який кріпиться до рами. Картер рульового механізму заповнений оливою.

Такий рульовий механізм складається зі сталевого глобоїдального (тобто з увігнутою поверхнею) черв'яка 2 (рис. 2.172), у зачеплення з яким входить дво- чи тригребневий ролик 5.

Черв'як 2 встановлюється на рульовий вал 1 і обертається на підшипниках 11 у картері 10 рульового механізму. Ролик 5 обертається в шариковому 9 чи голчастому 4 підшипнику.

Для підтримки правильного зачеплення пари й усунення підвищених зазорів у рульовому механізмі, що може викликати великий вільний хід рульового колеса, застосовують регульовальні пристрої. При цьому регулюють осьовий зазор черв'яка в підшипниках, осьовий зазор вала сошки і зачеплення пари.

Регулювання осьового зазору черв'яка 2 і його підшипників 11 здійснюють звичайно за допомогою прокладок 12, встановлених під верхньою чи нижньою кришкою 8 картера, або за допомогою торцевої гайки, яка загвинчена у картер.

Регулювання глибини зачеплення ролика 5 з черв'яком 2 здійснюється найчастіше осьовим переміщенням вала 6 сошки за допомогою регульовального гвинта 13, тому що середня діаметральна площа ролика трохи зміщена щодо середньої площини черв'яка на величину C .

Крім розглянутого рульового механізму, застосовують рульові механізми інших типів: гвинт-сектор, гвинт-гайка й інш. У кермовому механізмі, виконаному у виді пари гвинт-гайка, для зменшення тертя між ними в деяких конструкціях рульових керувань застосовують безупинний ланцюг циркулюючих сталевих кульок. При цьому тертя ковзання в парі замінюється тертям кочення, що полегшує поворот рульового колеса.

2.5.2 Деталі рульового приводу

Рульовий привід служить для передачі зусилля від рульового механізму до коліс. До деталей рульового приводу з установкою коліс на загальній осі відносяться (рис. 2.171): рульова сошка 5, подовжня

тяга б, важіль 7 подовжньої тяги, рульові важелі 8 поворотних кулаків 11 і поперечна тяга 9.

Рульова сошка одним кінцем закріплена на зовнішньому кінці вала рульового механізму. Кріплення виконано на конусних шліцах за допомогою гайки. Для правильної установки сошки при зборці на валу роблять спеціальні мітки чи здвоєний шліц, що забезпечує можливість встановлення сошки на валу тільки в одному положенні.

У вантажних автомобілів нижній кінець сошки 5 поєднується за допомогою подовжньої тяги з рульовим важелем, який кріпиться у поворотному кулаку. Тяга 1 (рис. 2.173, а) звичайно має трубчастий перетин і обладнана наконечниками, в яких встановлені сухарі 3 і 5, що охоплюють шарові пальці 4 сошки чи рульового важеля.

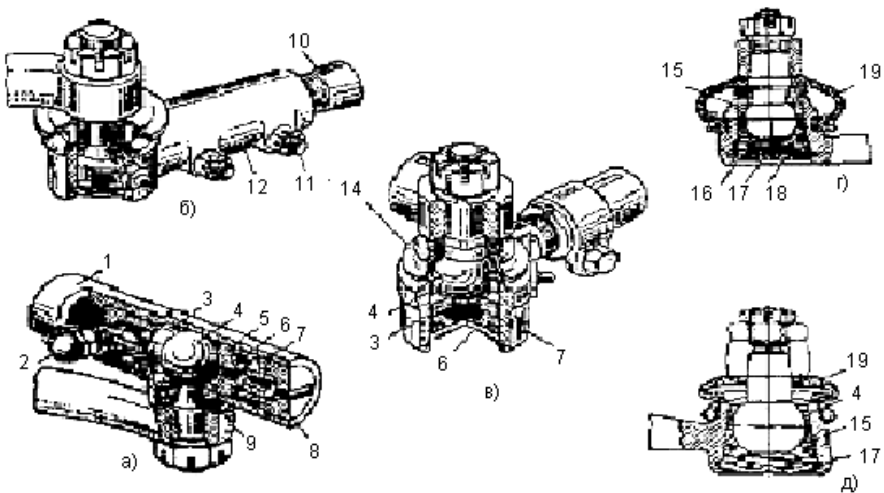


Рис. 2.173 – Шарнірні з'єднання рульових тяг

Сухарі стискаються пружиною 6 і закріплюються пробкою 8, закрученою в кінець тяги. За допомогою пробки можна регулювати натягування пружин. Граничний стиск її обмежується обмежником 7. Пробку у встановленому положенні шплінтують. Отвір в наконечниках тяг для проходження шарових пальців закривають кришками 9.

У середину наконечників подається змащення через оливничку 2. Наконечники тяги з пружинами, які амортизують та зм'якшують поштовхи, передані від коліс на сошку, тим самим запобігають підвищеному зносу і поломці рульового механізму.

Рульові важелі закріплені в отворах вилок поворотних кулаків на шпонках за допомогою гайок зі шплінтами. Кульові пальці важелів звичайно роблять вставними і кріплять у важелях за допомогою гайок зі шплінтами.

Поперечна тяга 10 (рис. 2.173, б), поєднуючи важелі цапф, має на кінцях наконечники 12, нагвинчені на різьбленні і закріплені стяжними болтами 11. За допомогою обертання тяги в наконечниках можна змінювати робочу довжину тяги, що необхідно для правильного регулювання сходження передніх коліс.

У поперечній тязі зазвичай застосовують наконечники 13 (рис. 2.173, в) з вертикальними вкладишами 3, які щільно затискають кульковий чи напівкульковий палець 4 під дією підп'ятника і пружини 6.

Таким з'єднанням забезпечується автоматичне усунення зазору при зношенні деталей, які працюють разом. У деяких конструкціях застосовують для зниження тертя і зменшення зношення в поєднанні пластмасові вкладиші. Наконечник знизу закритий кришкою, зверху поєднання ущільнюється гумовою шайбою 14 чи закривається гумовим чохлом. У середину шарніра подається змащення.

У легкових автомобілів з розчленованою рульовою трапецією при незалежній підвісці коліс рульовий привід включає рульову сошку 8 (рис. 2.170, в, г) з маятниковим важелем 10, середню поперечну тягу 9, бокові тяги 11 і рульові важелі 12 поворотних кулаків або стійок.

Поєднання тяг і важелів рульового приводу також оснащені кульовими шарнірами. Застосовують шарніри розбірного чи нерозбірного типу (рис. 2.173, а, б), з кульковими 4 або напівсферичними пальцями, встановленими в наконечниках тяг звичайно на пластмасових (поліуретанових, поліамідних та інших) вкладишах 15, які підтискуються підп'ятниками 16 з пружинами 18.

Кулькові поєднання надійно захищені гумовими чохлами 19, змащення в них звичайно закладають при зборці й у процесі експлуатації не доповнюють. У розбірному шарнірі кришка 17 (рис. 2.173, г) головки шарніра з'ємна, закріплена стопорним кільцем. У нерозбірному шарнірі кришка завальцьована в головці (рис. 2.173, д).

2.5.3 Конструкція рульових керувань з підсилювачами. Загальні відомості про гідропідсилювачі рульового керування

Для полегшення керування автомобілем зусилля, яке прикладає водій до рульового колеса, з метою зміни напрямку руху, у сучасних автомобілях значно знижується за допомогою застосування в рульовому приводі спеціальних підсилювачів.

Нааявність підсилювача також зм'якшує удари, які передаються від коліс на рульове колесо, підвищує безпеку руху. Підсилювач сприяє утриманню передніх керованих коліс у середньому положенні у випадку різкого падіння тиску в шинах при ушкодженні.

За принципом дії підсилювачі рульового приводу розділяються на дві основні групи: гідравлічні і пневматичні. Найбільшого поширення на автомобілях набули гідравлічні підсилювачі рульового приводу (гідропідсилювачі).

Гідропідсилювач зазвичай складається з масляного насоса, розподільника та силового циліндра. За своїм конструктивним оформленням гідропідсилювачі виконують двох типів: з окремим силовим циліндром та силовим циліндром сумісно з рульовим механізмом, тобто в одному агрегаті.

Гідропідсилювач першого типу має наступну будову та принцип дії. Гідравлічний насос 3 (рис. 2.174, а) обладнаний бачком 4 з фільтром, отримує рух від двигуна і створює в системі гідропідсилювача необхідний тиск рідини (до 0,6-0,7 МПа).

До насоса приєднано два оливопроводи: високого тиску 5 та зливний 7 з корпусом 6 розподільника, який зазвичай закріплено на рульовій тязі 15 та поєднано з рульовою сошкою 14. В середині корпусу розташовано золотник 9, пов'язаний з болтом та стаканом 11, у якому за допомогою сухарів закріплено шаровий палець сошки 14, який має можливість малого переміщення у корпусі.

Канали корпусу розподільника поєднані оливопроводами 12 та 13 з обома порожнинами силового циліндра 17, які утворилися завдяки встановленому у ньому поршню 18.

Циліндр 17 поєднано з рамою автомобіля, а шток 19 поршня з'єднано з тягою 20 рульового керування. Шток та поршень надійно ущільнені у циліндрі. Золотник по своїх кінцях також надійно ущільнено сальниками у корпусі розподільника.

При середньому положенні керованих коліс автомобіля, коли до рульового колеса 16 зусилля не прикладене, золотник 9 розподільника утримується сошкою 14 у нейтральному положенні. Цьому сприяє також тиск оливи у торцевих (реактивних) порожнинах 8 корпусу з обох сторін золотника, куди рідина проходить через осьові канали у крайніх поясах золотника.

При цьому витончення золотника 9 поєднують по каналах у корпусі розподільника оливопровід високого тиску 5 з обома порожнинами силового циліндра 17 (утримуючи там однаковий тиск) та зі зливним оливопроводом 7, і олива, що подається насосом, перетікає зворотно до бачка по зливному оливопроводу.

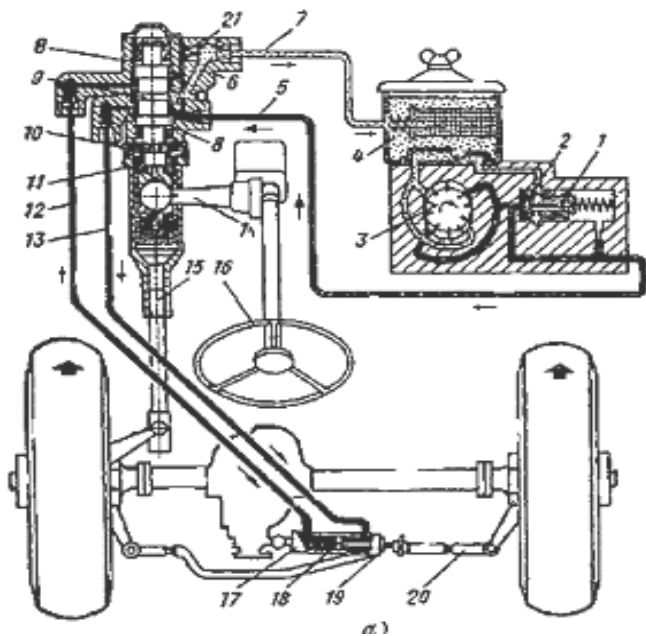
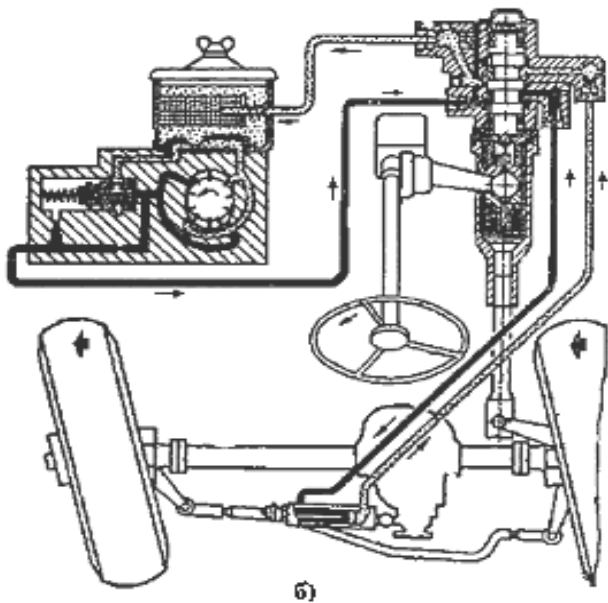


Рис. 2.174 – Схема пристрою і дії гідравлічного підсилювача
рульового керування з окремим силовим циліндром

При повороті рульового колеса 16 у будь-яку сторону шаровий палець сошки 14 через стакан 11 зрушує золотник 9 у корпусі в межах можливого переміщення (1-2 мм) від нейтрального положення.

Величина ходи золотника визначається зазорами між буртом гайки 10, загвинченої у стакан, що поєднана з золотником та стінками переходника корпусу.

При цьому витончення золотника через канали в корпусі 6 розподільника поєднують нагнітальний оливопровід 5 по оливопроводу 13 з однією порожниною силового циліндра 17, а іншу його порожнину по маилопроводу 12 з'єднують зі зливальним оливопроводом 7. Тиском оливи, що діє на поршень, на рульовій тязі 20 створюється додаткове зусилля, що полегшує поворот керованих коліс (рис. 2.174, б).

При повороті рульового колеса в іншу сторону з'єднання порожнин силового циліндра з нагнітальним і зливальним оливопроводом змінюється за допомогою золотника на зворотне, і силовий циліндр сприяє повороту коліс в іншу сторону.

У каналах корпусу розподільника звичайно встановлено зворотний пропускний кульковий клапан 21 (рис. 2.174, а), що поєднує нагнітальну магістраль у випадку появи в ній розрідження зі зливальною при повороті коліс з непрацюючим підсилювачем і тим самим забезпечує вільний поворот коліс зусиллям водія, прикладеним до рульового колеса за непрацюючого підсилювача.

Для забезпечення нормальної роботи гідропідсилювача в насосі звичайно ставлять два клапани: пропускний 2 і запобіжний 1. Пропускний клапан 2 забезпечує сталість продуктивності насоса за зміни числа оборотів двигуна, а запобіжний клапан 1 обмежує максимальний тиск рідини в системі (0,65-0,70 МПа). Як робочу рідину застосовують рідкі оливи: улітку – турбінну 22 і узимку – веретенну АУ. Застосовуються й інші схеми компоновання елементів гідропідсилювача.

Принцип дії підсилювача з пневматичним приводом в основному аналогічний розглянутому принципу дії, тільки робочим середовищем у цьому випадку є стиснене повітря, що відбирається звичайно з повітряних балонів гальмівної системи з пневматичним приводом.

Для того, щоб дія підсилювача була погоджена з величиною зусиль, що прикладаються водієм до рульового колеса, і водій відчував величину опору повороту керованих коліс у різних дорожніх умовах, або, як говорять, «відчував дорогу», у розподільнику підсилювача звичайно наявний спеціальний слідкуючий пристрій.

Так, у розглянутій схемі гідропідсилювача це забезпечується тим, що на торцях золотника наявні реактивні плунжери 8, постійно сполучені з нагнітальним мастилопроводом 5 через невеликі отвори в крайніх витонченнях золотника 9. Цим тиском золотник 9 утримується в середньому положенні.

За підвищення опору повороту коліс (у погіршених дорожніх умовах) тиск у системі гідропідсилювача зростає.

При цьому, внаслідок зростання тиску у відповідній торцевій реактивній камері 8 корпусу розподільника для переміщення золотника 9 із середнього положення, потрібно більше зусилля, що відповідно підвищує зусилля, необхідне для повороту, і на рульовому колесі.

Конструкція підсилювачів різних типів передбачає можливість повороту керованих коліс автомобіля в разі потреби тільки зусиллям водія, прикладеним до рульового колеса, тобто так само, як у простому рульовому керуванні. Це буває необхідно при порушенні нормальної роботи підсилювача, унаслідок виникнення в ньому яких-небудь несправностей. Однак тривале користування рульовим керуванням без підсилювача може привести до підвищеного зносу його елементів.

Наявність підсилювача знижує величину зусилля, що прикладається водієм до рульового колеса, у 2-3, рази в порівнянні з зусиллям, що прикладається водієм при простому рульовому керуванні.

Великою перевагою рульового керування, обладнаного підсилювачем, є підвищення безпеки руху автомобіля, тому що у випадку різкого падіння тиску в одній із шин керованих коліс при її ушкодженні усувається можливість різкого повороту коліс, що має місце при простому рульовому керуванні і може бути причиною аварії автомобіля.

2.5.4 Будова і дія лопасного насоса гідропідсилювача

Найбільш поширений в гідравлічних підсилювачах шибєрний насос лопастєвого типу подвійної дії. Його конструкція для автомобілів різних марок, обладнаних гідропідсилювачами, в основному уніфікована і відрізняється лише деякими незначними змінами. Нижче розглядається пристрій і дія шибєрного насоса виробництва ЗІЛ.

У корпусі 24 (рис. 2.175) насоса, відлитого з чавуну, установлено на кульковому 28 і голчастому 25 підшипниках вал 26, на зовнішньому кінці якого закріплений на шпонці гайкою приводний шків 29. Вал ущільнений у корпусі сальником 27.

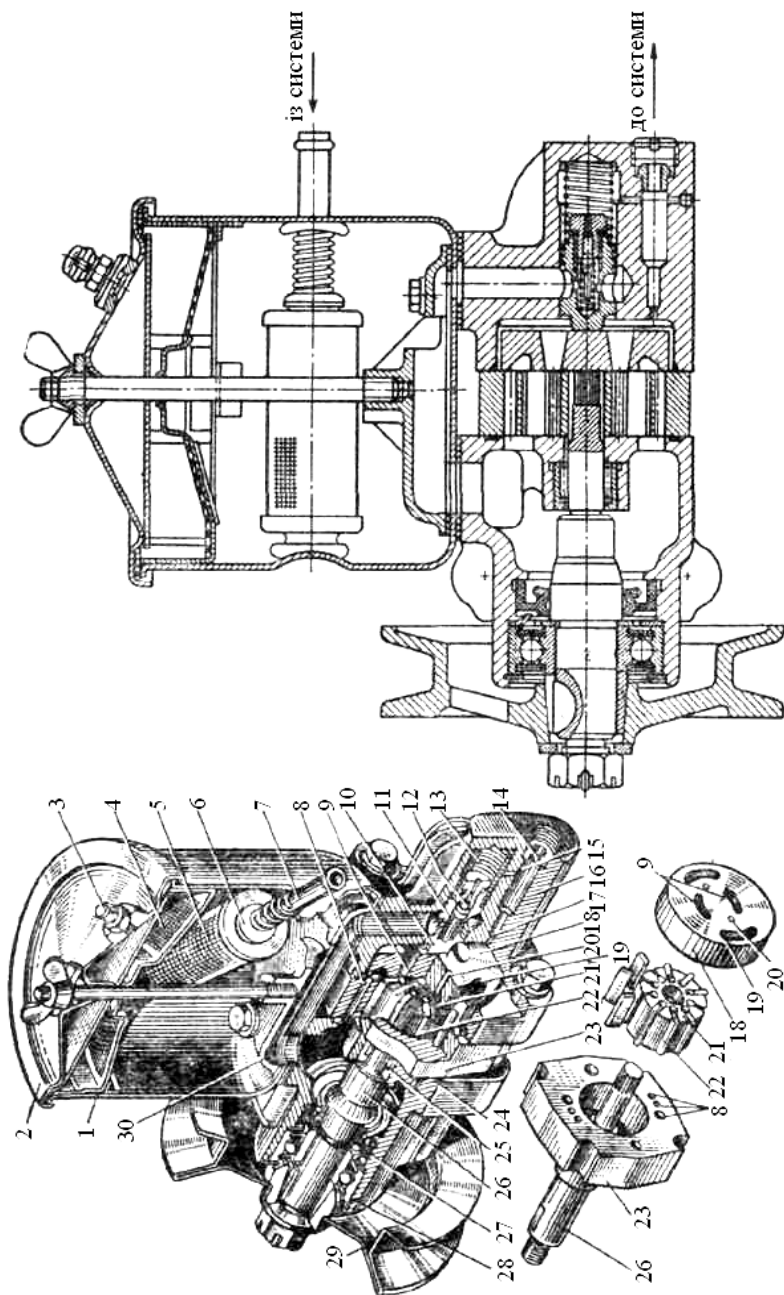


Рис. 2.175 – Гідралічний шибєрний насос гідроїдсилювача рульового керування

На шлицях внутрішнього кінця вала закріплений ротор 21, виготовлений зі сталі. У радіальні пази ротора вільно вмонтовані сталеві лопасті 22 (10 штук). Ротор з лопастями розташований у середині статора 23, що разом з розподільним диском 18 і чавунною кришкою 16 кріпиться до корпусу болтами. Положення статора з розподільним диском до корпусу фіксується двома вставними шпильками.

Статор ущільнений між корпусом і кришкою гумовими кільцевими прокладками.

Зверху на корпусі і кришці встановлений на прокладці і закріплений болтами сталевий штампований бачок 1 разом з направляючим колектором 30. У бачку зверху встановлений заливний сітчастий фільтр 4.

Бачок закритий кришкою 2. Між кришкою і корпусом установлена прокладка. Кришка надівається на шпильку, вкручену в колектор, і за допомогою баранчика притягається до корпусу.

Порожнина бачка з'єднана з атмосферою через сапун 3, розташований на кришці. Через канал колектора 8 порожнина бачка поєднується з порожниною корпусу 24 і каналом кришки 16, у якій встановлені перепускний 10 і запобіжний 12 клапани з пружинами.

Збоку у бачок уварений штуцер 7 зливального оливопроводу, на внутрішньому кінці якого розташований зливальний сітчастий фільтр 5. Фільтр обладнано тарілчастим запобіжним клапаном 6 із пружиною, що пропускає оливу зі злиального штуцера в бачок, минаючи фільтр у випадку його сильного забруднення. До штуцера приєднується зливальний оливопровід від розподільника керування гідропідсилювачем.

У циліндричному корпусі статора 23 є два поглиблення, заходячи в кожне з яких лопасті 22 ротора 21 забезпечують усмоктування і нагнітання рідини.

Передня частина кожної порожнини (за ходом обертання ротора) через отвори 8 у статорі і виїмки на розподільному диску поєднується з порожниною корпусу, відкіля до лопастей ротора підходить олива. Задня частина кожної порожнини через наскрізні продовгуваті отвори 19 у розподільному диску 18 поєднується з порожниною високого тиску у кришці 16.

Ця порожнина через конусні продовгуваті отвори 9 у розподільному диску 18 і два канали 20, які поєднуються з пазами ротора 21 під лопатами 22, що забезпечує додаткове притиснення лопастей до

стілки камери статора. При обертанні ротора лопатки притискаються до стінки камери в основному дією відцентрової сили.

Нагнітальна порожнина кришки 16 через калібрований отвір (жиклер) 17 з'єднана з каналом 14, до якого за допомогою штуцера приєднується нагнітальний оливопровід, що йде до розподільника керування гідропідсилювачем.

У каналі кришки корпусу встановлено плунжерний перепускний клапан 10 із пружиною 13, що упирається в неробочому стані в диск 18 розподільника і закриває прохідний отвір вертикального каналу.

У середині перепускного клапана встановлений кульковий запобіжний клапан 12 зі штовхачем, навантажений малою пружиною 11. Канал перепускного клапана сполучається з нагнітальним каналом через отвір 15.

Робота насоса відбувається наступним чином. При обертанні вала насоса разом з ротором 21 лопасті 22 під дією відцентрової сили і тиску оливи в пазах постійно притискаються до внутрішньої поверхні камери статора 23, переміщаючись радіально у своїх пазах.

При цьому лопасті 22 захоплюють оливу, що надходить з порожнини корпусу, і подають її під великим тиском через отвори в розподільному диску 18 у нагнітальну порожнину кришки 16. Відкілья олива через жиклер 17 і канал надходить у нагнітальний оливопровід підсилювача. З гідропідсилювача олива по зливальному оливопроводу надходить через зливальний фільтр 5 назад у бачок.

Перепускний клапан 10 обмежує граничну продуктивність насоса у випадку підвищення числа оборотів колінчатого вала двигуна і зв'язаного з ним вала насоса. За підвищення числа оборотів ротора 21 тиск у порожнині нагнітання зростає в більшому об'ємі, ніж у каналі 14, через калібрований отвір 17, що з'єднує їх.

Під цим підвищеним тиском перепускний клапан 10 відкривається і пропускає оливу з нагнітальної порожнини назад у бачок 1, що обмежує кількість оливи, яке надходить у магістраль до підсилювача.

У випадку надмірного підвищення тиску оливи у магістралі 14 цей тиск через отвір 15 передається в порожнину під перепускним клапаном 10. При цьому запобіжний клапан 12 відкривається, пропускаючи оливу в бачок, що викликає зниження тиску під перепускним клапаном 10 і його більше відкриття. Унаслідок посиленого перепуску оливи обмежується граничний тиск у системі (0,65-0,70 МПа).

2.5.5 Рульове керування вантажних автомобілів ЗІЛ

На автомобілі ЗІЛ–130 рульове керування обладнане гідравлічним підсилювачем, силовий циліндр якого поєднано з рульовим механізмом.

Рульове колесо 1 (рис. 2.176) закріплено на рульовому валу, встановленому на шарикопідшипниках у рульовій колонці 2, закріпленій на щиті кабіни. Рульовий вал за допомогою проміжного вала 4 із двома карданними шарнірами 3 і ковзним шліцьовим зчленуванням з'єднується з валом гідропідсилювача 7, сполученого з рульовим механізмом, що передає зусилля на рульову сошку.

Рульова сошка за допомогою подовжньої тяги з'єднана з рульовим важелем, закріпленим у верхній провухені лівого поворотного кулака передньої осі. Рульові важелі, закріплені в нижніх вушках обох поворотних кулаків, поєднані поперечною рульовою тягою. Усі з'єднання тяг здійснюються за допомогою кулькових пальців, що входять між сухарями, встановленими в наконечниках тяг, і підтискаються пружинами (рис. 2.173).

Гідропідсилювач зібрано у чавунному корпусі 22 (рис.2.176), закріпленому на кронштейні до рами автомобіля. У циліндричній частині корпусу 22, з закритою з торця кришкою 23, встановлено поршень з виготовленою на ньому рейкою. Поршень у циліндрі ущільнено чавунними кільцями.

У поршні закріплена стопорними гвинтами кулькова гайка 20, через яку проходить гвинт 7 рульового механізму. Зовнішній кінець гвинта з'єднаний з карданним валом. Гвинт ущільнений у поршні і проміжній кришці чавунними кільцями. Зовнішній отвір у поршні закрито заглушкою.

У гвинтовий канал, утворений канавками на гвинті 18 і в гайці 20, закладені кульки 19, які полегшують поворот гвинта в гайці. Кульки циркулюють по замкнутому шляху, тому що крайні канавки на гайці з'єднані між собою трубкою.

До верхнього кінця корпусу 22 прикріплені болтами проміжна кришка 17 і корпус 27 золотника. Між ними поставлене ущільнююче гумове кільце. До корпусу золотника на ущільнювальному кільці прикріплена верхня кришка 10, у якій вал гвинта обертається на голчастому підшипнику і ущільнений самопідтискним сальником 8 і ущільнювальною манжетою.

На валу, між двома упорними шарикопідшипниками 12 і 16, встановлено золотник 13 керування, що має на зовнішній поверхні два витончення.

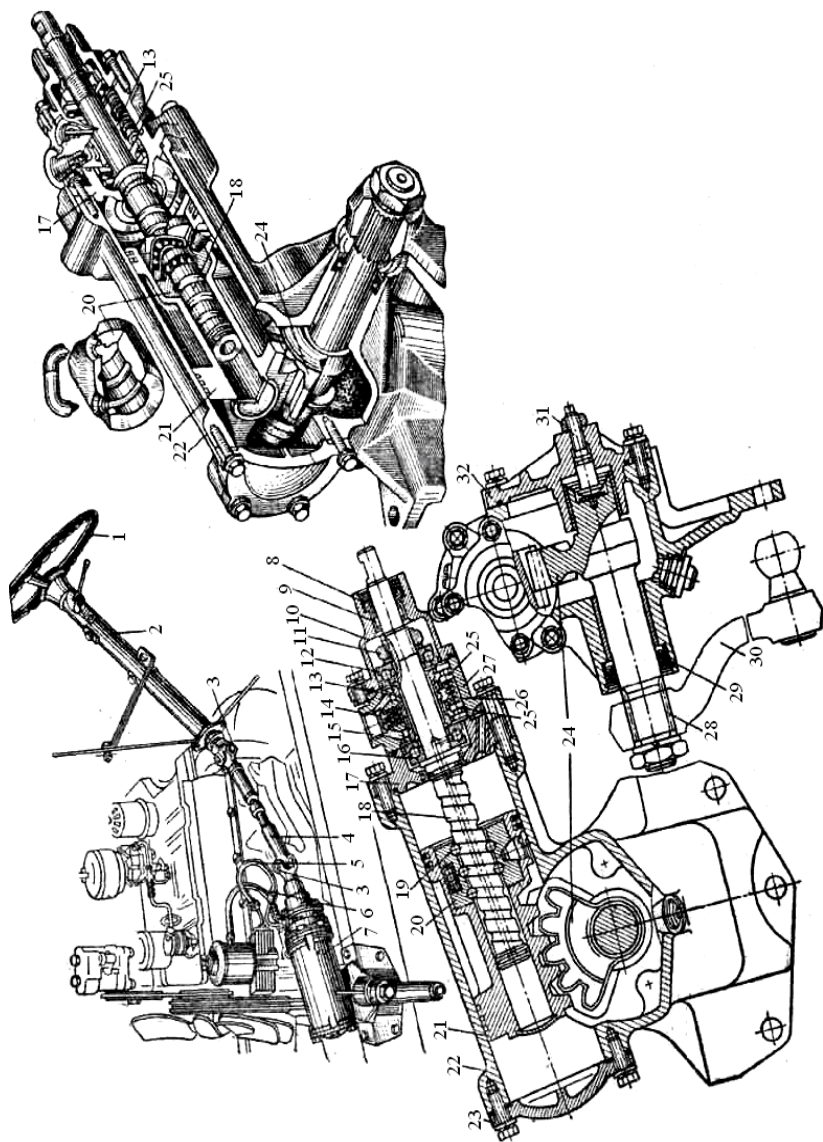


Рис. 2.176 – Рульове керування з гідравлічним підсилювачем автомобіля ЗІЛ-130

Підшипники з золотником закріплені на вала регулювальною гайкою 11. Під гайкою поставлена конічна пружинна шайба, що забезпечує рівномірність затягування підшипників.

Внутрішні кільця підшипників 12 і 16 при середньому нейтральному положенні золотника 13 розташовуються з зазором 1 мм від виступаючої частини корпусу 27 золотника, що дає можливість золотнику з валом переміщатися в осьовому напрямку на цю величину.

Золотник з валом у середньому нейтральному положенні фіксується шістьма пружинами 26 із двома плунжерами 25 кожна, встановленими в каналах корпусу золотника. Плунжери 25 однією половиною торця упираються в кільця підшипників, а іншою – у торці проміжної 17 і верхньої 10 кришок.

Зовні до корпусу золотника приєднуються два шланги від насоса гідропідсилювача. Зливальний шланг 6 приєднується до отвору 15, що з'єднується двома каналами з кінцями золотника, а нагнітальний шланг 5 – з отвором каналу, що підходить до середини золотника. Між каналами розташовано кульковий клапан 14, який з'єднує канали між собою при непрацюючому насосі. У цьому випадку можлива робота рульового механізму без гідропідсилювача.

3 рейкою поршня 21 входить у зачеплення зубчастий сектор 24, виготовлений як одне ціле з валом 28, встановленим на бронзових втулках у припливі корпусу і боковій кришці 32.

Між кришкою і корпусом встановлене ущільнювальне кільце. Зовнішній кінець вала ущільнений у корпусі самопідтискним сальником 29 і гумовою манжетою. На шліцах вала закріплена гайкою рульова сошка 30. З внутрішнім кінцем вала з'єднана головка регулювального гвинта 31, укрученого у кришку і закріпленого контргайкою. Гвинт ущільнений гумовим кільцем.

За допомогою гвинта регулюють положення сектора і боковий зазор у зачепленні його зубів із зубцями рейки. Для цього зуби виготовлені скошеними. У нижній частині корпусу гідропідсилювача є зливальний отвір, закритий магнітною пробкою.

Насос гідропідсилювача лопатного типу закріплений на двигуні з лівої сторони. Шків насоса поєднується зі шківом колінчатого вала пасовою передачею.

Гідропідсилювач працює наступним чином. При обертанні вала насоса з ротором 3 (рис. 2.177) лопасті його захоплюють оливу, що надходить з бачка 7, і нагнітають її через калібрований отвір 5 у нагнітальну магістраль 6 і до золотника керування 7 гідропідсилювача.

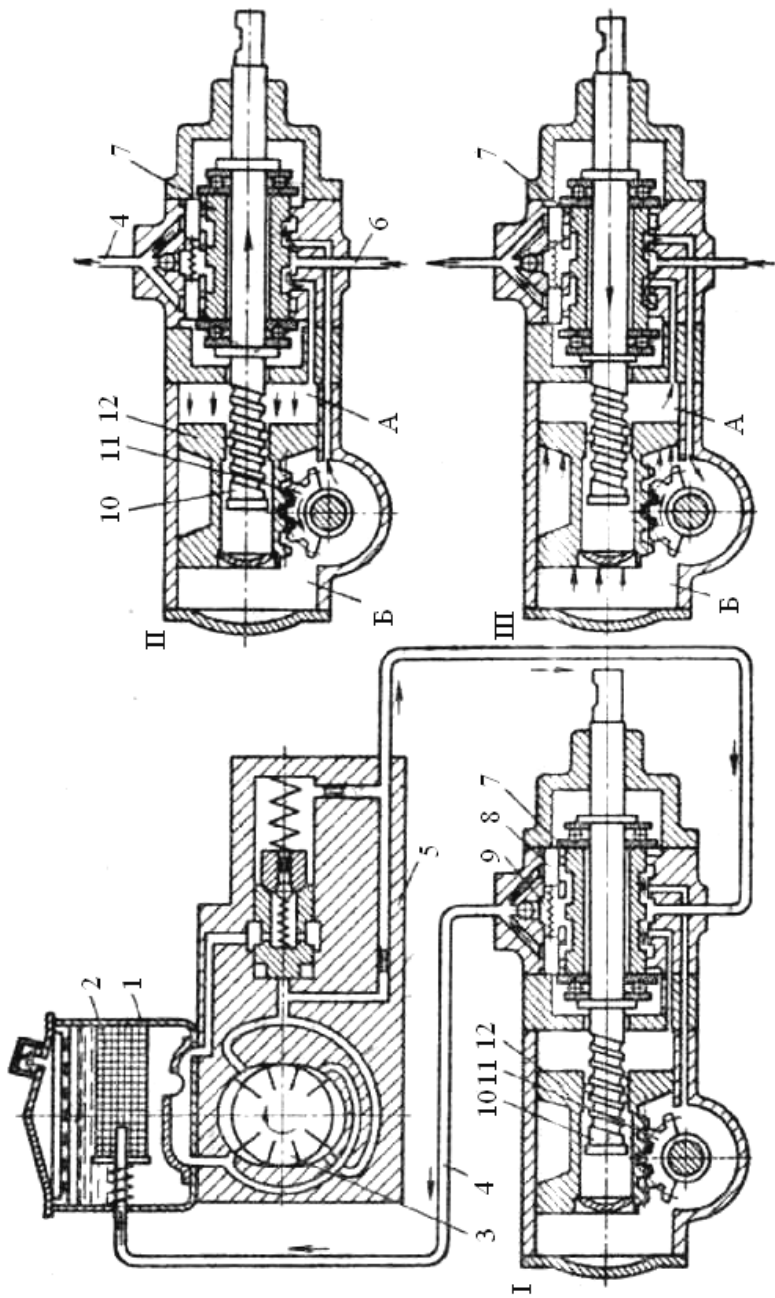


Рис. 2.177 – Схема роботи гідродсилювача рульового керування автомобіля ЗІЛ-130

Тиск оливи в цій порожнині зростає, а поршень 12, рухаючись уперед, повертає сектор 11 і через рульовий привід повертає колеса автомобіля праворуч (положення 2).

При середньому положенні рульового колеса золотник 7 під дією пружин 9 із плунжерами 8 утримується в середньому нейтральному положенні, і олива, що надходить до золотника 7, через його витончення і зливальні канали по зливальній магістралі 4 повертається назад через фільтр 2 у бачок 1 і проходить в обох порожнинах корпусу, не діючи на поршень 12 гідропідсилювача (положення 1).

При повороті рульового колеса в будь-яку сторону (наприклад, праворуч) на гвинті 10, який обертається на кульках у гайці, внаслідок опору, який чинить сектор 11 переміщенню рейки, виникає реактивне осьове зусилля, що переміщує гвинт назад.

Разом із гвинтом 10 зрушується і золотник 7 у межах його можливого ходу, і заднє витончення золотника з'єднує канал передньої порожнини Б циліндра зі зливальним каналом і зливальною магістраллю 4, а переднє витончення з'єднує нагнітальну магістраль 6 з каналом задньої порожнини А циліндра.

Як тільки водій перестане повертати рульове колесо, золотник стає під дією плунжерів у нейтральне положення, а дія гідропідсилювача припиняється (положення 1).

При повороті рульового колеса у зворотну сторону золотник 7 зміщується вперед, направляючи оливу в передню порожнину Б циліндра і з'єднуючи задню порожнину А зі зливальною магістраллю (положення 3). При цьому положенні колеса будуть повертатися вліво. Таким чином, зусилля, що прикладається водієм до рульового колеса, необхідно лише для включення гідропідсилювача, що і забезпечує в основному поворот коліс.

Для того, щоб за різних умов повороту водій відчував на рульовому колесі зворотний опір, тобто «відчував дорогу», простір між плунжерами 8 гідропідсилювача поєднано з нагнітальною магістраллю 6. При підвищенні опору повороту коліс для переміщення поршня 12 гідропідсилювача потрібно більше зусилля, тому тиск оливи в нагнітальній магістралі зростає.

Під дією цього тиску плунжери 8 сильніше притискаються до кілець підшипників, і для зрушення золотника потрібно прикласти трохи більше зусилля, унаслідок чого поворот рульового колеса «важчає».

За несправності гідропідсилювача рульове керування може працювати лише від зусилля водія, яке у цьому випадку буде збільшено.

На автомобілях ЗІЛ–131 і ЗІЛ–133П рульове керування з гідравлічним підсилювачем має будову і принцип дії, аналогічний будові і принципу дії автомобіля ЗІЛ–130. У зливальну магістраль гідропідсилювача включено радіатор трубчастого типу для охолодження оливи, який розташований над радіатором системи змащення двигуна.

2.5.6 Рульове керування автомобілів з повітропідсилювачем

На автомобілі КраЗ у рульове керування для полегшення повороту передніх коліс включений пневматичний підсилювач. Рульовий механізм виконано у вигляді двоходового циліндричного черв'яка і бокового сектора зі спіральними конічними зубцями. Черв'як 8 (рис. 2.178) закріплений на рульовому валу 2 і встановлений з розпірною втулкою 6 у чавунному картері 5 на конічних роликотпідшипниках. Знизу картер має кришку 9 із закріпленою в ній трубкою для проводу від кнопки звукового сигналу.

Зверху в картер вкручена втулка 3, у якій закріплена рульова колонка. Під фланцем втулки розташовані регулювальні прокладки 4.

Встановлення підшипників черв'яка регулюють підбором товщини прокладок і затягуванням втулки.

Верхній кінець рульового вала встановлюється у колонці на підшипнику. На зовнішньому кінці вала закріплене рульове колесо. Рульова колонка прикріплена до щитка кабіни за допомогою кронштейна.

У зачеплення з черв'яком входить зубчастий сектор 7. Вал 12 сектора встановлений у припливі картера у двох голчастих підшипниках. Між підшипниками встановлена дистанційна втулка, а зовні поставлений сальник 13. Між опорною площиною сектора 7 і боковою кришкою 10 картеру є бронзова шліфувана шайба 11, що забезпечує нормальне зачеплення сектора з черв'яком. При зношенні цієї пари та збільшенні зазору в зачепленні упорну шайбу замінюють.

Картер 5 рульового механізму закріплюють за допомогою кронштейна до лівого лонжерона рами. На зовнішньому кінці вала 12 сектора закріплена рульова сошка, яка приводить до дії слідкуючий механізм пневматичного підсилювача.

Сошка 34 за допомогою повздовжньої тяги 35 (рис. 2.178, г) поєднана з верхнім важелем лівої поворотної цапфи. Кульковий палець 33 сошки рульового важеля з'єднано з тягою за допомогою сухарів з пружинами, які встановлені у кінцях тяги та закріплені пробками, які зашплінтовано.

Нижні важелі поворотних кулаків з'єднані поперечною тягою. У наконечниках поперечної тяги, нагвинчених на її кінцях та зафіксованих стяжними болтами, встановлені сухарі з боковими пружинами

та пробками, які утримують шарові пальці важелів. Усі шарові пальці вставні.

Граничний поворот коліс забезпечується гвинтами, які вкручені у рульові важелі поворотних кулаків.

Пневматичний підсилювач складається з силового циліндра, повітродозподільника, важільного слідкуючого механізму та повітряних трубопроводів з приєднувальною арматурою. Стиснуте повітря для роботи підсилювача отримується з системи пневматичного приводу гальм. Для цього автомобіль обладнано додатковими повітряними балонами.

Підсилювач працює тільки у випадку руху автомобіля по поганих дорогах або при маневрах, коли до рульового колеса треба прикласти значні зусилля. Підсилювач до роботи вмикають за допомогою крана, який встановлено у повітряному трубопроводі зі стиснутим повітрям.

Силовий циліндр двосторонньої дії забезпечує отримання додаткового зусилля на рульовій трапеції, з метою полегшення повороту керованих коліс. Циліндр складається з корпусу 20 (рис. 2.178, б) та кришок 21, поршня 18 зі штоком 19.

Поршень у циліндрі та шток у кришках ущільнені гумовими манжетами. З однієї сторони шток закрито кожухом, а з іншої на ньому закріплено захисний чохол.

Силовий циліндр шарнірно закріплено на пальцях 17 за допомогою кронштейна у передній частині правого лонжерона рами. Передній кінець штока через двоплечий важіль 22, встановлений на рамі, поєднано шарнірно за допомогою пальця з додатковою правою повздовжньою рульовою тягою 23. Передній кінець тяги з'єднано з рульовим важелем правого поворотного кулака передньої осі.

Розподільник повітря, який виконує розподіл повітря між передньою та задньою порожнинами силового циліндра, складається з двох кранів.

У циліндричному корпусі 29 (рис. 2.178, в) кожного крана, який закритий зверху кришкою 26, а знизу пробкою 31, встановлено шток 28 з ущільнюючою манжетою 27 та відтискнуою пружиною. У нижній порожнині корпусу під пробкою встановлено клапан 30 з пружиною.

Нижня порожнина А корпусу кожного крана з'єднана трубою з повітряним балоном. Середня порожнина Б з'єднана з передньою або задньою порожниною силового циліндра, а верхня порожнина В через отвір постійно з'єднана з атмосферою.

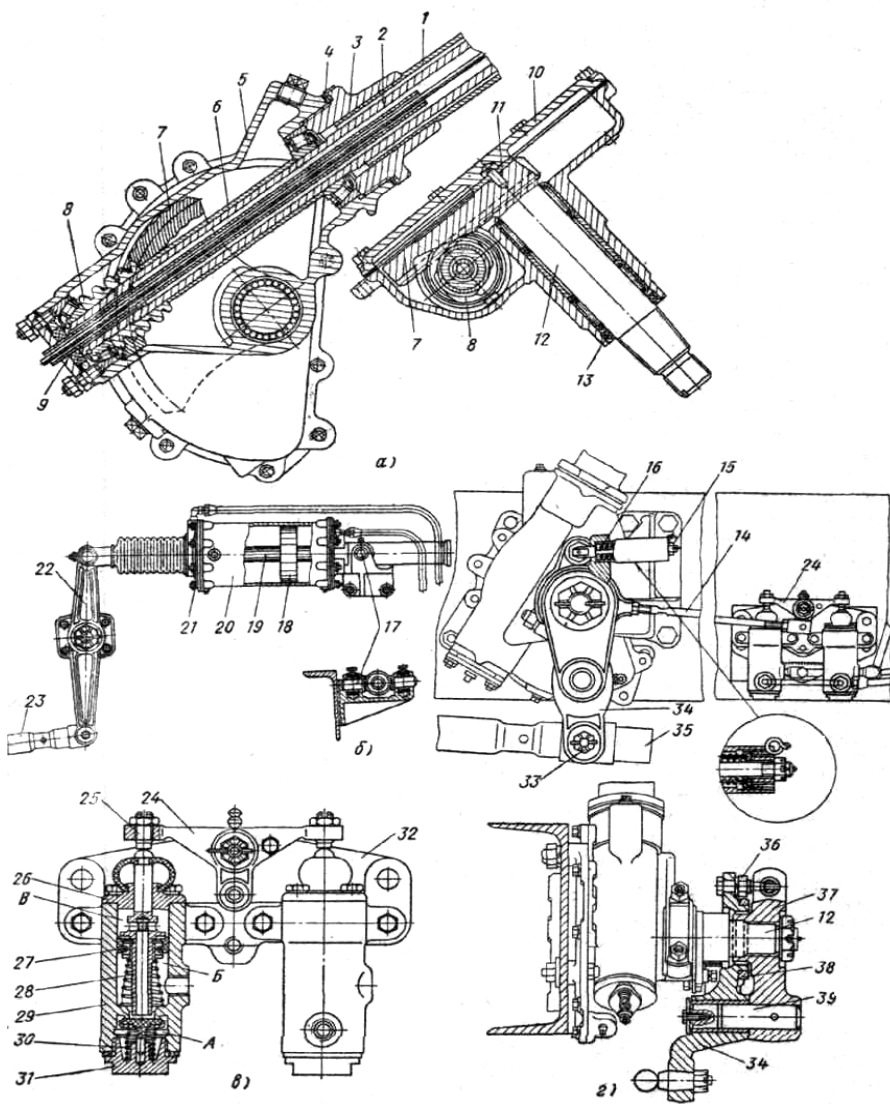


Рис. 2.178 – Елементи рульового керування автомобіля КрАЗ–257:
 а) рульовий механізм; б) силовий циліндр; в) повітродозподільник; г) механізм керування

Обидва крани закріплені на кронштейні 32, на якому на осі встановлено коромисло 24. Кінці коромисла з регульовальними гвин-

тами 25 торкаються з зовнішніми кінцями штоків, які обладнані захисними чохлами. Кронштейн з кранами закріплено на лівому лонжероні рами біля рульової сошки.

Слідкуючий механізм забезпечує дію підсилювача відповідно до величини та напрямку зусилля, яке прикладене на рульовому колесі. Механізм складається з двох важелів, з'єднувальної осі та пружини змонтовано у рульовій сошці.

Зовнішній провідний важіль 37 (рис. 2.178, г) закріплено на шліцах вала 12 сектора рульового механізму гайкою. Внутрішній важіль 34 керування встановлено шарнірно на пальці 39, який закріплено на провідному важелі.

Верхня частина важеля 34 встановлена вільно на шийці зовнішнього важеля з зазором 5 мм. В цьому ж місці на важелі 34 керування встановлено хомут 38, з'єднаний за допомогою тяги 14 з важелем коромисла 24 повітророзподільника.

У стакані, який приварено до зовнішнього кінця провідного важеля 37, встановлена компенсаційна пружина 16, шток 15, який за допомогою штифта 36 з'єднаний з зовнішнім кінцем важеля 34 керування.

Пружина 16, відрегульована на фіксований тиск, стискає зовнішні кінці важелів, у результаті чого підсилювач працює тільки при значному опорі повороту коліс. Нижній кінець важеля 34 керування повздовжньою рульовою тягою 35 з'єднано з важелем лівого поворотного кулака.

Пневматичний підсилювач працює наступним чином (рис. 2.179). Живлення підсилювача повітрям вмикається поворотом крану 22 повітряної магістралі.

За малих зусиль, які прикладаються водієм до рульового колеса, коли опір повороту незначний, вал 5 сектора рульового механізму 2 повертає обидва важелі 6 і 9 механізму, що стежить, як одне ціле (без відносного зсуву важелів), тому що пружина 3 зі штоком 4, що з'єднує верхні кінці важелів і відрегульована на визначене зусилля, не деформується.

Коромисло 18 повітророзподільника при цьому знаходиться у середньому, нейтральному положенні. Штоки 17 обох кранів під дією пружин установлені так, що обидві порожнини силового циліндра 15 поєднані через порожнини Б та В кранів з атмосферою. Підсилювач при цьому не працює, і поворот коліс здійснюється безпосередньо від рульової сошки через ліву подовжню рульову тягу 10 і рульову трапецію 11.

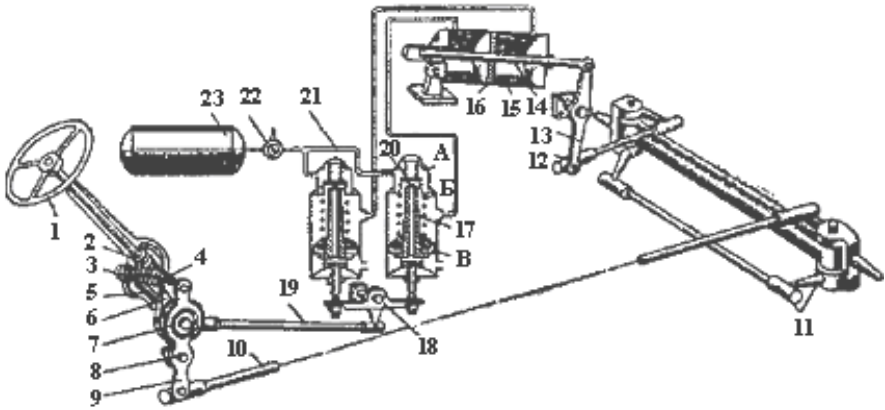


Рис. 2.179 – Схема роботи пневматичного підсилювача рульового керування автомобіля КрАЗ–257

У випадку значного опору коліс повороту і збільшення зусилля на рульовому колесі 1 пружина 3 слідкуючого механізму деформується, а важіль керування 9, повертаючись на пальці 8, зміщується щодо тягового важеля 6 на величину зазору (5 мм) між шийкою 7 і отвором важеля 9.

При цьому важіль переміщує тягу 19 вперед чи назад, залежно від напрямку повороту, і повертає коромисло 18 повітродозподільника. Коромисло 18 натискає на шток 17, який, переміщуючись, торцем упирається у клапан 20 і відкриває його, поєднуючи порожнини А та Б повітродозподільника.

При цьому одна з порожнин силового циліндра 14 роз'єднується з атмосферою і з'єднується через магістраль 21 з повітряним балоном 23. Повітря, надходячи в силовий циліндр 15, натискає на поршень 16 і переміщує його разом зі штоком 14 вперед. Через двоплечий важіль 13 і праву тягу 12 додаткове зусилля передається на рульову трапецію, допомагаючи повертати колеса і знижуючи зусилля, необхідне для повороту на рульовому колесі.

При повороті рульового колеса 1 в іншу сторону включається другий кран повітродозподільника, і поршень 16 зі штоком 14 переміщується у зворотну сторону, а колеса автомобіля повертаються в потрібному напрямку.

У пневматичному підсилювачі рульового керування регулюють зазор між клапаном і штоком крана повітродозподільника за допомо-

гою регулювальних гвинтів коромисла і затягування пружини слідкуючого механізму.

При нерухомо закріпленому за допомогою спеціального болта коромислі 24 (рис. 2.180) регулювальні гвинти 25 треба вкрутити до моменту торкання кінця штока 28 із клапаном 30, а потім відвернути назад на 2,25-2,75 обороти і застопорити.

Пружина 16 механізму, що стежить, повинна бути стиснута зусиллям, рівним приблизно 65 Н, щоб підсилювач вмикався при прикладанні зусилля до рульового колеса, рівного 10–11 Н.

На автомобілі КраЗ–255Б застосоване рульове керування з гідравлічним підсилювачем, розташованим окремо від рульового механізму.

Рульовий механізм виконаний у виді гвинта і гайки на кульках і рейки із сектором.

Обслуговування рульового керування і його несправності

Основними заходами щодо обслуговування є: змащення рульового механізму і всіх шарнірних з'єднань, перевірка кріплення деталей, перевірка величини вільного ходу рульового колеса і регулювання рульового механізму.

Рульовий механізм звичайно змащують трансмісійноюавтотракторною оливою (ТАП–15В, ТАД–17 та іншими), що заливають у картер механізму через отвір, закритий пробкою. Необхідно стежити за рівнем оливи і періодично її доливати. Шарнірні з'єднання шворнів поворотних кулаків чи поворотних стійок потрібно змазувати у встановлений термін густою оливою (ВУС-2, ШРБ-4) через пристосовані для цього олив-нички. Періодично слід перевіряти шарнірні зчленування, що не потребують систематичного змащення, і в разі потреби відновлювати змащення.

Необхідно перевіряти кріплення наступних деталей рульового керування та їхнє шплінтування: картера рульового механізму до рами і рульової колонки у кронштейні, рульової сошки на валу, наконечників тяг і пробок їхніх шарнірів, кульових пальців у важелях, рульових важелів у поворотних кулаках і поворотних стійках. Унаслідок ненадійного кріплення деталей і неякісного їхнього шплінтування при русі автомобіля деталі можуть роз'єднуватися, що може привести до аварії.

Періодично необхідно перевіряти вільний хід рульового колеса. У всіх автомобілів вільний хід рульового колеса при середньому положенні керованих коліс повинен бути мінімальним, тобто майже цілком

відсутнім. В умовах експлуатації, внаслідок зносу деталей рульового механізму, величина вільного ходу починає збільшуватися. При середньому положенні коліс автомобіля граничний вільний хід рульового колеса не повинен бути більше 30-40 мм по ободу колеса, що відповідає його повороту приблизно на 8-10°.

При підвищеному вільному ході рульового колеса елементи рульового керування вимагають перевірки, підтяжки і регулювання.

Догляд за гідропідсилювачем рульового приводу полягає в періодичній перевірці рівня оливи в резервуарі, його поповнення, періодичній зміні оливи і промиванні фільтрів, перевірці щільності всіх з'єднань і регулюванні окремих елементів системи.

Необхідно перевіряти і регулювати натяг пасу привода насоса гідропідсилювача, перевіряти тиск його клапанів і стежити за тим, щоб у систему не потрапило повітря. У випадку несправностей у гідропідсилювачі і відмовлення його від роботи тривале користування рульовим керуванням без підсилювача не допускається.

Догляд за пневматичним підсилювачем рульового приводу (автомобіля КрАЗ), крім підтяжки всіх кріплень і змащення шарнірних зчленувань, потребує виконувати періодично перевірку герметичності всіх з'єднань повітропроводів.

Необхідно також регулювати вільний хід штоків повітророзподільника і затягування пружини слідкуючого механізму.

До основних несправностей рульового керування відносяться підвищений знос у деталях рульового керування, збільшений вільний хід рульового колеса і заїдання деталей рульового керування.

Підвищений знос у деталях рульового керування виходить при несвоєчасному і нерегулярному їхньому змащенні чи у випадку застосування недоброякісного змащення, а також у результаті руху з підвищеною швидкістю по поганих дорогах, що може привести навіть до поломки деталей рульового керування. Повертання коліс за допомогою рульового керування на місці також приводить до підвищеного зносу деталей через великий опір, що виникає при цьому.

Збільшений вільний хід рульового колеса виходить унаслідок підвищених зазорів у всіх деталях і зчленуваннях від коліс до рульового механізму і збільшених зазорів у самому механізмі.

На величину вільного ходу рульового колеса впливають знос підшипників маточин передніх коліс і втулок шкворнів, знос шарнірних зчленувань тяг, поломка їхніх пружин, ослаблення кріплення сошки на валу, маятникового важеля і кріплення картера рульового механізму до рами.

Для усунення збільшеного вільного ходу рульового колеса на-самперед треба перевірити й усунути несправності всіх деталей рульового приводу. Збільшений зазор у регульованих кулькових зчленуваннях тяг усувають загвинчуванням пробок наконечників. Пробку треба розшплінтувати, загвинтити до упору, а потім відвернути до першого положення, за якого можливе шплінтування, і зашплінтувати. Затягування кулькових зчленувань тяг до повного стиску пружин, що амортизують, не допускається. За підвищеного зносу деталей кулькових зчленувань вони повинні бути замінені.

Якщо деталі приводу справні, причиною збільшеного вільного ходу рульового колеса є сам рульовий механізм, і його необхідно відрегулювати. Збільшений вільний хід рульового колеса може бути викликаний зносом підшипників черв'яка чи гвинта рульового механізму, осьовим зазором вала сошки, збільшеним зазором у зачепленні пари.

Заїдання деталей рульового керування може статися через неправильне регулювання рульового механізму, перекося рульової колонки, ушкодження підшипників черв'яка чи гвинта, сильного забруднення всіх зчленувань і недостатнє їхнє змащення і заїдання поворотних кулаків на шворнях.

Регулювання рульового керування

Регулювання рульового керування автомобіля кожної моделі має свої особливості. Послідовність виконання регулювання рульового механізму автомобілів різних моделей і показники регулювань, що рекомендуються при цьому, дані у відповідних заводських інструкціях з догляду за автомобілем. Нижче приведені лише відомості загального характеру з регулювання рульових механізмів.

При регулюванні рульового механізму передню частину автомобіля вивіщують. Збільшений осьовий зазор черв'яка чи гвинта визначають натисканням пальця між маточиною рульового колеса і рульовою колонкою і погойдуванням в обидва боки коліс із приєднаною подовжньою тягою. За наявності збільшеного зазору буде відчуватися осьове переміщення маточини рульового колеса.

Збільшений зазор підшипників черв'яка чи гвинта усувають підтяжкою підшипників гайкою чи вилученням регулювальних прокладок з-під нижньої чи верхньої кришки картера. Для проведення цього регулювання на автомобілях деяких моделей рульові механізми з колонкою необхідно знімати.

Після проведеного регулювання рульове колесо повинно вільно повертатися з одного крайнього положення в інше без помітного осьового зазору.

Збільшений зазор у зачепленні сектора чи ролика з черв'яком визначається погойдуванням кінця сошки в середньому положенні вперед чи назад. Ці переміщення не повинні перевищувати 0,2-0,8 мм.

При регулюванні зачеплення рульове колесо і передні колеса встановлюють у середнє положення. Зачеплення пари в рульових механізмах різних типів можна регулювати боковим регулювальним гвинтом, зміною числа регулювальних прокладок, що наявні під боковою затискною гайкою кришки картера, чи зменшенням товщини упорної шайби під кришкою картера.

Після проведення кожного з регулювань необхідно перевіряти, чи вільно обертається рульове колесо. При правильному регулюванні рульового механізму рульове колесо в середньому положенні за відокремленої подовжньої тяги повинно повертатися під дією зусилля для різних марок автомобілів приблизно в межах 1,0-2,5 Н, яке прикладається до його ободу.

Вільний хід рульового колеса по ободу при нерухомих передніх колесах у середньому їхньому положенні не повинен перевищувати для легкових автомобілів приблизно 10-15 мм і для вантажних 30-40 мм.

Гальмівна система автомобіля включає гальмівні механізми (гальма) і пристрій, що забезпечує їхнє приведення у дію, та служить для сповільнення та швидкої зупинки автомобіля, який рухається, і для утримання його на місці при стоянках.

За своїм улаштуванням гальма, які застосовуються на автомобілях, розділяються на барабанні і дискові, а за розташуванням – на колісні і трансмісійні (центральне гальмо).

Керування гальмами здійснюється від ножної педалі чи ручного важеля. Передача зусилля до гальм може здійснюватися за допомогою механічного, гідравлічного чи пневматичного приводів.

На всіх автомобілях застосовують дві незалежно діючі гальмівні системи: основну – робочу, яка використовується для гальмування автомобіля при русі, і стояночну, яка використовується для загальмування автомобіля на стоянці й у деяких випадках додатково на допомогу до робочої гальмівної системи.

Робочою гальмівною системою автомобіля керують ножною педаллю, і вона має колісні барабанні чи дискові гальма з гідравлічним або пневматичним приводом. Застосовують також комбінований пневмогідравлічний привід. У гідравлічний привід гальм в автомобілях ряду моделей включають різного роду підсилювачі, які знижують необхідне зусилля на педалі.

Стояночною гальмівною системою керують звичайно ручним важелем; вона має механічний привід і впливає на транс-місійне (центральне) колодкеве чи дискове гальмо, або на колісні колодкові гальма.

2.6.1 Гальмівна система з гідравлічним приводом

Основними пристроями робочої гальмівної системи з гідравлічним приводом (рис. 2.180) є головний гальмовний циліндр 8 з резервуаром чи окремим бачком, гальмівна педаль 1, трубопроводи 11, гальмові циліндри 21 коліс і колісні гальма з барабаном і колодками 15 і 16, чи дискові гальма (гальмівні механізми).

Колодки встановлені шарнірно на опорних пальцях 17, закріплених у нерухомому гальмівному щиті 14, який закріплено до поворотного кулака передньої осі чи напівосьовим рукавом заднього тягового мосту.

Колодки стягнуті пружиною 13 і розташовані в середині гальмового барабана 16, прикріпленого до маточини колеса. Крім фіксованої установки колодок на опорних пальцях, застосовують також самовстановлювальні колодки 24 без шарнірних опор. Такі колодки упираються кінцями в опорний кронштейн 23 з накладкою, прикріпленою до опорного гальмового щитка, і притягаються до кронштейна пружиною 22. Це поліпшує притискання колодок до гальмового барабана.

Уся система гальмівного приводу заповнюється рідиною, що має властивості, які добре змазують усі деталі приводу, і низьку температуру застигання, що забезпечує нормальну роботу гальмівної системи й у зимовий час. Застосовують спеціальні, гальмівні рідини, наприклад, рідину, що складається (за масою) з 50% касторової оливи (олійна основа) і 50% бутилового або ізоамілового спирту, чи готові гальмівні рідини марок БСК, Нева й інші.

Дія гальм базується на силах тертя. Поки водій не натиснув на педаль, гальмові колодки 15 і 18, стягнуті пружиною 13, не торкаються гальмового барабана 16, і колесо обертається вільно. Для установки колодок гальм у розгальмованому стані з визначеним зазором щодо гальмового барабана 16 у гальмах роблять спеціальні регулювальні пристрої – ексцентрики 19. Застосовують також автоматично діючі регулювальні пристрої.

При натисканні на гальмівну педаль 1 під дією штока 2 поршень 7 у головному гальмовому циліндрі 8 переміщується і тисне на рідину, витісняючи її через нагнітальний клапан 10 по трубопроводах 11 у гальмові циліндри 21 коліс. При цьому тиск рідини в цих циліндрах зростає, у результаті чого поршні 12 і 20 розсовуються і

гальмові колодки 15 і 18, повертаючись на пальцях 17, притискаються до гальмового барабана.

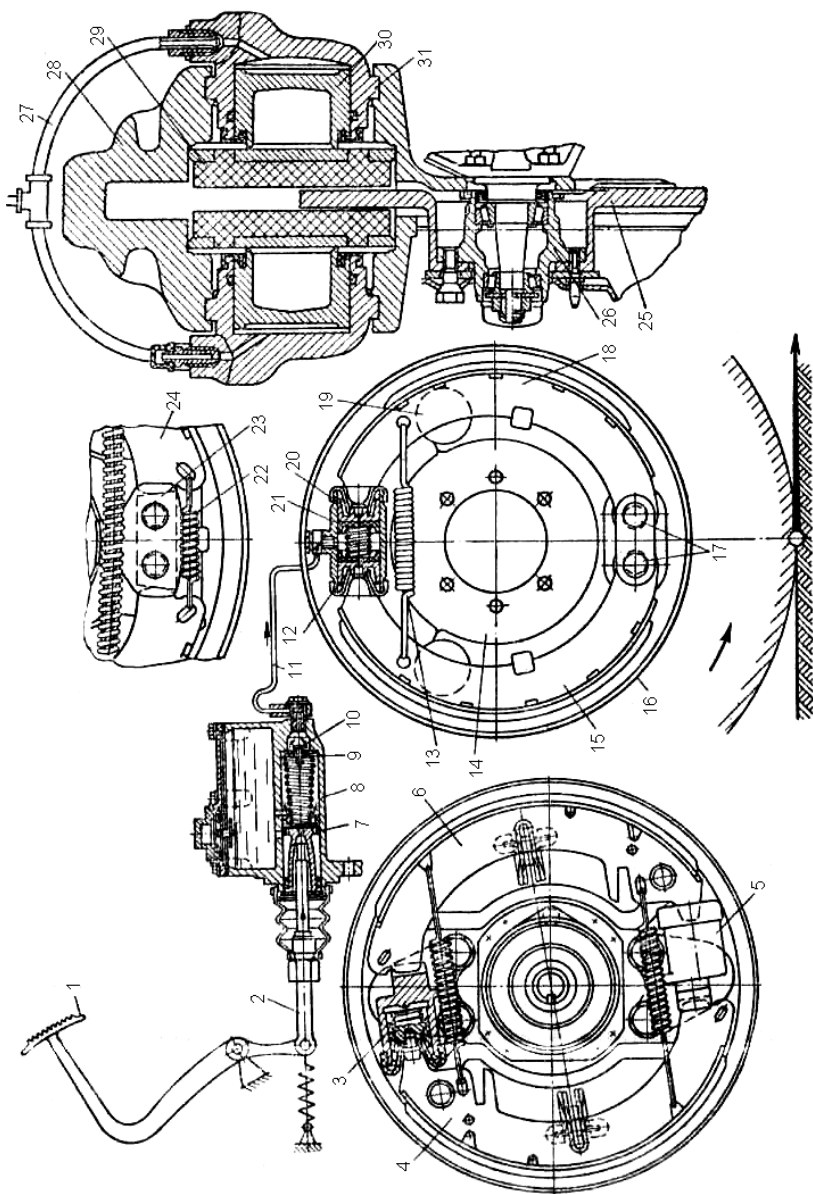


Рис. 2.180 – Схема гальмівної системи і типів гальм з гідравлічним приводом

Накладки приклепують до колодок заклепками чи приклеюють спеціальним клеєм. При наклеїці накладка притис-кається до колодки під певним тиском (порядку 5-8 МПа) і сушиться за підвищеної температури (180–200° С). При використанні приклеєних накладок термін служби їх зростає, тому що робоча поверхня їх збільшується за рахунок відсутності отворів під заклепки і допускається знос накладок майже на повну товщину.

При терті колодок об барабани виділяється велика кількість тепла, що викликає нагрівання барабанів. Вони прохолоджуються повітрям, що обдуває барабани при русі автомобіля, для чого іноді на барабанах роблять ребра охолодження.

При відпусканні педалі тиск у системі зменшується, колодки стягаються під дією пружини 13, рідина повертається в гальмовий циліндр через зворотний клапан 9, і гальмування коліс припиняється.

Гідравлічним приводом забезпечується одночасне включення гальм на всіх колесах, плавність гальмування, а також правильність розподілу зусиль між гальмами.

У барабанному гальмі з одним робочим циліндром 21 передня за ходом руху автомобіля колодка 15 при включенні гальма, притискаючись до барабана, гальмує сильніше, ніж задня, тому що за рахунок виникаючого тертя барабан захоплює колодку, і вона, упираючись в опорний палець 17, ніби заклинює барабан, тобто колодка має самозахоплюючу дію (серводія). Для отримання рівномірного зносу накладок обох колодок з урахуванням серводії в деяких автомобілях довжину передньої накладки передні колодки роблять більше, ніж задньої.

Через те, що при гальмуванні автомобіля зчїпна вага його розподіляється більше на передні колеса (до 60 %), ефективність дії передніх гальм повинна бути більшою, ніж ефективність дії задніх гальм (особливо в легкових автомобілях). Це при гідравлічному приводі гальм досягається самостійним приводом кожної колодки 4 і 6 передніх гальм від окремих робочих циліндрів 3 і 5. При цьому обидві колодки при передньому ході автомобіля мають самозахоплюючу дію (серводію) і ефективність дії гальма зростає.

Крім колісних барабанних гальм, застосовують дискові гальма (ВАЗ, АЗЛК, ЗАЗ, ЗІЛ). Дискове гальмо складається з диска 25, з'єданого з маточиною 26 колеса, і двох колодок 29 з накладками, розташованих по обидва боки диска і встановлених у литому кронштейні (супорті) 28, закріпленому нерухомо (у передніх колесах на поворотному кулаці). Колодки 29 приводяться в дію поршнями 30,

встановленими в циліндрах 31, до яких по трубопроводу 27 підводиться гальмівна рідина.

Дискові гальма при порівняно невеликих розмірах забезпечують велику ефективність гальмування, тому що, внаслідок гарного охолодження, допускається більше зусилля притиснення колодок до диска (більший питомий тиск) і є можливість застосувати робочі циліндри гідравлічного приводу з великим діаметром. Деяким недоліком даного типу гальма є гірша його захищеність від забруднення.

Для підвищення надійності дії робочої гальмівної системи застосовується роздільний (двоконтурний) гідравлічний привід гальм передніх і задніх коліс. У цьому випадку при виході з ладу гальм одного з контурів гальма іншого контуру залишаються працездатними.

Роздільний привід гальм здійснюється від головного гальмового циліндра з двома послідовно встановленими в ньому поршнями (типу «тандем»), чи при звичайному гальмовому циліндрі за допомогою спеціального роздільника приводу.

Будова і принцип дії головного гальмового циліндра гідравлічного приводу гальм

Головний гальмовий циліндр служить для створення в гальмівній системі з гідравлічним приводом тиску рідини, необхідного для приведення в дію колісних гальм. На більшості автомобілів, обладнаних гальмами з гідравлічним приводом, застосовуються приблизно однакові за своєю конструкцією і дією головні гальмові циліндри.

Головний гальмовий циліндр складається з корпусу 6 (рис. 2.181) з резервуаром, поршня 12 з манжетами 19 і 17, які ущільнюють корпус, і відтискнуою пружиною 11, нагнітального 9 і зворотного 10 клапанів і штока 15.

Корпус 6 відлитий з чавуну і прикріплений до рами автомобіля. У середині корпусу – циліндр, який поєднується з резервуаром корпусу двома отворами: компенсаційним 4 і перепускним 2. Для заливання рідини зверху у кришці 5 корпусу зроблено отвір, закритий пробкою 3.

Резервуар корпусу сполучено з атмосферою через отвір у пробці. Під пробкою встановлені сітка і відбивач, що усуває розливання рідини через отвір пробки.

Поршень відлитий з цинкового сплаву й ущільнений у циліндрі двома гумовими манжетами. Переміщення поршня у циліндрі обмежено шайбою 13 зі стопорним кільцем, яке встановлено у канавці

зовнішнього кінця циліндра. З зовнішньої сторони в поглиблення поршня входить шток 15 із загвинченим до нього наконечником 16, який з'єднується шарнірно за допомогою пальця з важелем гальмівної педалі 1, що встановлена на осі в кронштейні. На штоку в корпусі закріплено гумовий чохол 14, що ущільнює шток.

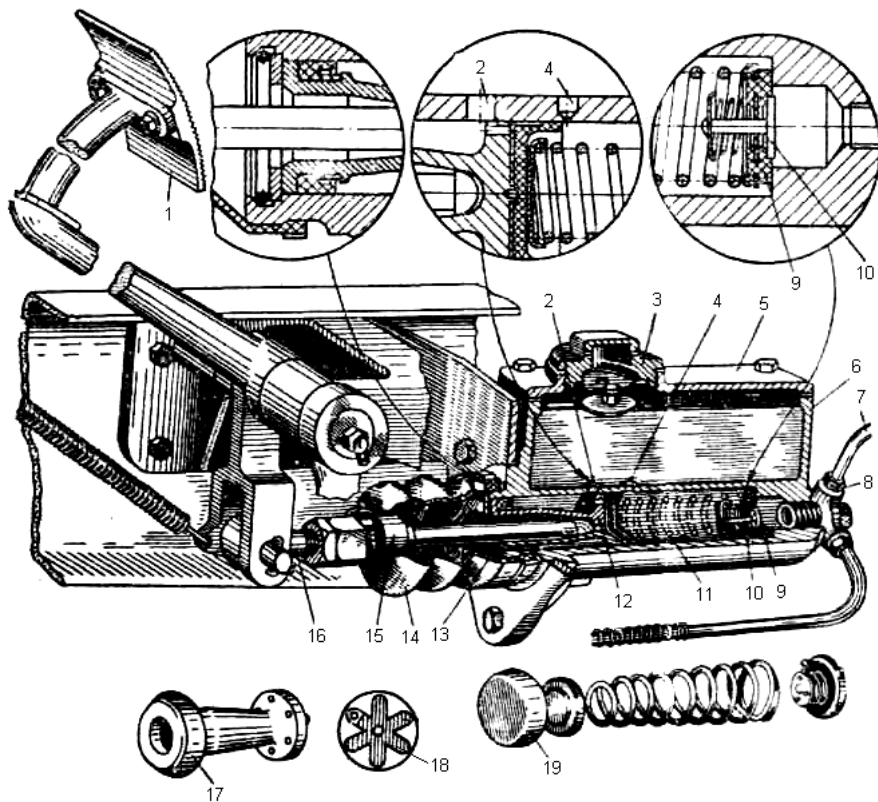


Рис. 2.181 – Головний гальмівний циліндр гідравлічного приводу гальм

У головці поршня по окружності зроблені отвори, що перекриваються пластинчастим клапаном 18, розташованим під торцевою манжетою. До циліндра за допомогою штуцера 8 приєднані трубопроводи 7, що йдуть до всіх гальмових циліндрів коліс.

Трубопроводи складаються з металевих трубок і сполучних з ними гнучких шлангів, розрахованих на великий тиск. Корпус головного циліндра і вся система заповнені гальмівною рідиною.

При натисканні на гальмівну педаль 1 шток 15, поєднаний з педалью, переміщує поршень 12 у головному гальмовому циліндрі. Як тільки поршень перекриє калібрований компенсаційний отвір 4, тиск рідини в циліндрі зростає, і рідина, відкриваючи нагнітальний клапан 9, по трубопроводах надходить у гальмові циліндри коліс, де розсовує поршні, які через штовхач притискають гальмові колодки до поверхні барабанів, виконуючи гальмування. Зусилля гальмування коліс при цьому пропорційне зусиллю натискання на гальмівну педаль.

При відпусканні педалі поршень у циліндрі швидко повертається у вихідне положення під дією пружини 11. При цьому тиск у гальмівній системі падає, гальмові колодки під дією пружин стягуються, і рідина з гальмових циліндрів коліс по трубопроводах витісняється назад у робочу порожнину головного циліндра, відкриваючи зворотний клапан 10 і стискаючи при цьому пружину 11.

Сила тиску пружини 11, що утримує зворотний клапан 10, розрахована таким чином, щоб тиск рідини у трубопроводах у незагальмованому стані був трохи більше, ніж у циліндрі, а отже, трохи вище атмосферного тиску. Цим усувається можливість підсмоктування повітря в систему через нещільності штуцерів і ущільнюючих манжет гальмових циліндрів коліс.

При швидкому відпусканні педалі, внаслідок опору течії рідини трубопроводами і клапаном 10, рідина не встигає відразу заповнювати робочий простір циліндра, який створюється за рахунок зворотного руху поршня у циліндрі. При цьому в результаті деякого розрідження, що утворюється у робочій порожнині циліндра, рідина, що знаходиться у просторі за поршнем, відкриває перепускний клапан 18 у головці поршня і через отвори, відгинаючи край ущільнювальної манжети 19, надходить у робочу порожнину, що усуває можливість підсмоктування повітря в неї.

Простір за поршнем при цьому поповнюється рідиною з резервуара через перепускний отвір 2. Унаслідок постійного поповнення рідини в просторі за поршнем через отвір 2 і наявності перепускного клапана, забезпечується також підкачування рідини до системи (повторними натисканнями на педаль) у випадку витоків її через нещільності чи зменшення об'єму через стиск повітря, яке потрапило до трубопроводів.

Коли гальмівна педаль відпущена, поршень повертається у вихідне положення до упора в обмежувальне кільце; при цьому манжета поршня відкриває компенсаційний отвір 4, поєднуючи робочу порожнину з резервуаром. У результаті підкачування в порожнині

виникає надлишковий тиск, і рідина переходить з циліндра в резервуар чи назад, якщо відбувається витікання рідини. При цьому в порожнині встановлюється нормальний тиск. Через отвір 4 також компенсується зміна об'єму рідини в гальмівній системі через коливання температури.

Для того, щоб при відпусканні гальмівної педалі поршень цілком відходив у вихідне положення до упору в обмежувальне кільце, між поршнем і штоком при педалі, відтягнутій пружиною у вихідне положення, повинен бути визначений зазор (порядку 1,0-2,0 мм). Наявність необхідного зазору визначається за значенням вільного ходу педалі. У розглянутій конструкції гальмового циліндра величину зазначеного зазору регулюють обертанням штока на накопичувачу 16, з'єднаному з педаллю.

У деяких конструкціях гальмових циліндрів необхідний зазор між кінцем штока і поршнем визначається глибиною витончення в поршні і не регулюється.

Застосовують також головні гальмові циліндри з приєднаним до нього пластмасовим резервуаром чи з окремим пластмасовим бачком, з'єднаним з циліндром трубкою.

Гальмівна педаль може бути двох типів: з нижнім розташуванням у підлозі кузова або підвісного типу.

Будова і принцип дії гідровакуумного підсилювача гідравлічного приводу гальм

Для зниження зусилля, яке прикладається до гальмівної педалі, і підвищення ефективності дії гальмівної системи в гідравлічний привід гальм звичайно включають спеціальний підсилювач, що діє від розрідження у впускному трубопроводі працюючого двигуна. Застосовують підсилювачі двох типів: вакуумний, що впливає безпосередньо на поршень головного гальмового циліндра й збільшує зусилля на ньому, в порівнянні з зусиллям, прикладеним до педалі, і гідровакуумний, що має допоміжний гідравлічний циліндр, який включається в дію головним гальмовим циліндром при натисканні на гальмівну педаль. Такий підсилювач підвищує тиск на рідину в системі гідравлічного приводу приблизно в 2 рази, забезпечуючи відповідне посилення дії гальм.

Гідровакуумний підсилювач включає вакуумну камеру, розташовану у спеціальному корпусі 1 (рис. 2.182, а), допоміжний гідравлічний циліндр 19 з поршнем і клапанний механізм керування, що забезпечує автоматичність роботи підсилювача і його слідкуючу

дію, тобто пропорційність посилюючого ефекту величині зусилля, прикладеного водієм до педалі.

У виконаних конструкціях гідровакуумних підсилювачів допоміжний циліндр і клапанний механізм розташовуються в загальному литому корпусі 14 із кришками, з'єднаному з корпусом вакуумної камери. Нижче наведено опис типової конструкції гідровакуумного підсилювача автомобіля ГАЗ.

У корпусі вакуумної камери 1, закритої кришкою 27, закріплена діафрагма 2 з опорною тарілкою, штоком 3 і віджимною пружиною 4. Права порожнина А вакуумної камери по шлангу 25 через запірний пластинчастий клапан 26 із пружиною поєднується з впускним трубопроводом двигуна, а ліва порожнина Б поєднана трубкою 28 і шлангом із середньою порожниною Г механізму керування.

До корпуса вакуумної камери 1 приєднаний корпус 14 підсилювача з допоміжним гідравлічним циліндром 19, у якому встановлений поршень 21 з манжетою 18 і з кульковим клапаном 20 із пружиною. У прорізі поршня 21 проти кулькового клапана встановлено пластинчастий штовхач 22 з носком. Шток 3 діафрагми через втулку 5 з манжетами входить у внутрішню порожнину гідравлічного циліндра та з'єднаний за допомогою штифта з поршнем 21.

Кінець штока розташований у вирізі пластинчастого штовхача. Штовхач 22 може трохи переміщатися на штифті поршня з обмеженням.

Між втулкою і поршнем поставлений упор 23, що визначає вихідне положення поршня з пластинчастим штовхачем.

Циліндр 19 через штуцер, укручений у приплив корпуса, поєднано з магістраллю 17 колісних колодкових гальм автомобіля. З торця в циліндр укручена пробка. Порожнина перед поршнем 21 допоміжного циліндра 19 з'єднана з порожниною поршня 15 механізму керування і трубкою 24 – з головним гальмівним циліндром, керованим гальмівною педаллю. На допоміжному циліндрі 19 встановлений вентиль 16, пристосований для видалення повітря із системи.

Механізм керування зібраний у проміжному корпусі 12, встановленому на припливі корпуса 14 підсилювача, закритого кришкою 10, і закріпленій болтами. Механізм керування складається з поршня 15 з ущільненнями і закріпленою на його фланці діафрагмою 13, затиснутою між корпусами, вакуумного 7 і атмосферного 8 клапанів. Діафрагма і клапани постійно віджимаються вниз пружинами 6 і 9.

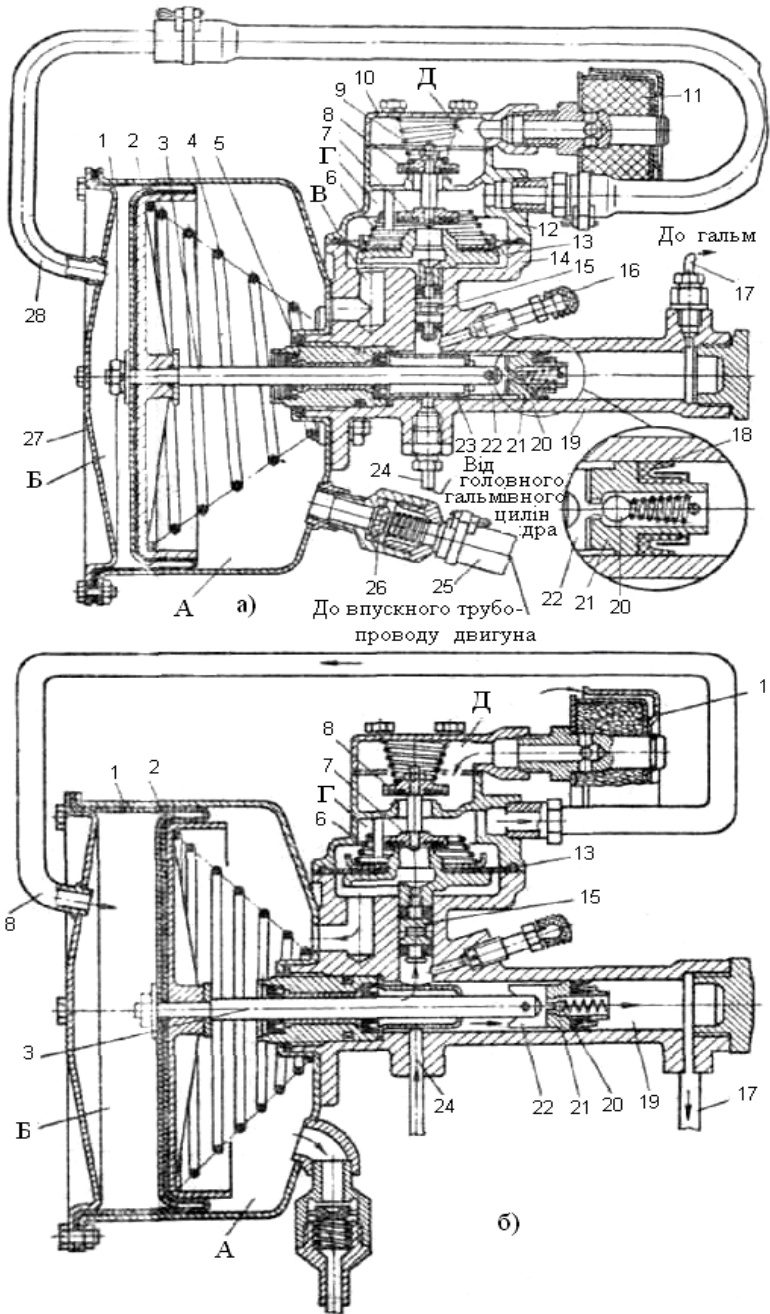


Рис. 2.182 – Гідровакуумний підсилювач гідралічного приводу гальм

Нижня порожнина В корпуса механізму керування постійно з'єднана каналом із правою порожниною А камери вакуумного підсилювача, середня порожнина Г з'єднана трубкою 28 з лівою порожниною Б камери підсилювача, і верхня порожнина Д з'єднана через повітряний фільтр 11 з атмосферою.

Дія гальмівної системи при працюючому двигуні відбувається в такій послідовності.

Коли гальмівна педаль не натиснута, уся система підсилювача знаходиться під дією пружин у вихідному положенні. При цьому повітряний клапан 8 закритий, а вакуумний клапан 7 відкритий, тому що діафрагма 13 з поршнем 15 під дією пружини 6 опущена вниз.

Розрідження з впускного трубопроводу двигуна через відкритий клапан 26 передається по шлангу 25 у праву порожнину А камери 1 підсилювача і через відкритий вакуумний клапан 7 і трубку 28 передається й у ліву порожнину Б.

Внаслідок однакового тиску в обох порожнинах камери 1 підсилювача, її діафрагма 2 віджата пружиною 4 разом зі штоком 3 і поршнем 21 у ліве вихідне положення. При цьому пластинчастий штовхач 22, упираючись у втулку 23 і рухаючись трохи на штифті штока, своїм носком утримує кульковий клапан 20 у відкритому положенні, унаслідок чого трубка від головного гальмового циліндра поєднана через допоміжний циліндр із магістраллю 17 гальм (рис. 2.182, а).

При натисканні на гальмівну педаль гальмівна рідина з головного гальмового циліндра надходить по трубці 24 у порожнину корпуса підсилювача і, проходячи через відкритий кульковий клапан 20 у поршні 21, – у циліндр і далі в магістраль 17 гальм, починаючи приводити їх у дію. Одночасно з цим, за збільшення натискання на педаль рідина 1 тисне на поршень 15, піднімаючи його нагору разом з діафрагмою 13, перевищуючи опір пружини 6.

Вакуумний клапан 7 закриває отвір у диску діафрагми, а повітряний клапан 5 відкривається. При цьому ліва порожнина Б камери 1 підсилювача роз'єднується з правою порожниною А, що знаходиться під розрідженням, поєднується через повітряний фільтр 11 з порожнинами Д та Г і через трубку 28 – з атмосферою. Внаслідок різниці тисків у вакуумній камері, діафрагма 2 камери підсилювача разом зі штоком 3 переміщується праворуч. Шток 3 починає переміщати в циліндрі поршень 21, а пластинчастий штовхач 22 зміщується на штифті поршня під дією пружини клапана 20, і клапан закривається.

При цьому на поршень 21, крім тиску рідини, що створюється головним гальмівним циліндром, діє додатковий тиск від штока 3 підсилувача, що сприяє значному підвищенню тиску рідини в допоміжному циліндрі 19 (приблизно в 2 рази в порівнянні з тиском у головному гальмовому циліндрі). Це забезпечує інтенсивне гальмування автомобіля при порівняно невеликому зусиллі на гальмівній педалі (рис. 2.182, б).

Для кожного положення гальмівної педалі, тобто інтенсивності, гальмування, що задається водієм, підсилувач діє доти, поки тиск рідини, переданий через поршень 15 на діафрагму 13 знизу, не буде урівноважено зростаючим тиском повітря в камері Г. При цьому механізм керування приходить у рівноважний стан, за якого діафрагма 13 під дією пружини 6 опускається вниз доти, поки атмосферний клапан 8 не закритється, а вакуумний клапан 7 ще знаходиться у закритому положенні. Якщо зовсім перестати натискати на педаль, то сталий рівноважний стан механізму керування фіксує величину гальмівного зусилля, заданого положенням педалі.

Таким чином, дія механізму керування, що стежить, полягає в тому, що додаткове зусилля, яке діє від штока 3 на поршень 21 підсилувача, завжди пропорційно зусиллю, прикладеному водієм до педалі.

При відпусканні гальмівної педалі тиск рідини в лівій порожнині додаткового циліндра 19 і під поршнем 15 падає. При цьому під дією пружин діафрагма 13 опускається вниз, вакуумний клапан 7 відкривається, а повітряний клапан 8 закривається. Тиск в обох порожнинах А та Б камери 1 підсилувача вирівнюється, і діафрагма 2 під дією пружини 4 зі штоком 3 і поршнем 21 повертається у вихідне положення, роблячи розгальмування гальм. При цьому пластинчастий штовхач 22, доходючи до упора 23, переміщується у поршні до свого носка та знову відкриває кульковий клапан 20, і гальмівна рідина з магістралі 17 повертається назад у головний циліндр, виключаючи гальма.

Запірний пластинчастий клапан 26, установлений на магістралі між впускним трубопроводом і підсилувачем, автоматично роз'єднує їх при зупинці двигуна, зберігаючи у вакуумній порожнині А деяке розрідження, достатнє для одного-двох гальмувань з підсилувачем. Клапан також усуває передачу зворотних спалахів, що можуть статися у впускному трубопроводі, у вакуумну камеру.

Обслуговування гальмівних систем з механічним і гідравлічним приводами та їх несправності

Загальною умовою щодо обслуговування всіх гальмівних систем є підтримка в чистоті тертьових поверхонь гальм, колодок, барабанів і дисків. При замазлюванні поверхонь та їх забрудненні зменшується надійність дії гальм, а при сильному забрудненні можливе заклинювання гальм. Тому необхідно періодично оглядати гальма та очищати їх.

Для видалення оливи з накладок поверхню їх протирають твердою щіткою, змоченою в бензині. Періодично зовнішню поверхню накладок зачищають. Щоб уникнути замазлювання гальм, необхідно перевіряти справність сальників маточин коліс. В гальмах з гідравлічним приводом замазлювання колодок може статися внаслідок пропускання рідини з гальмових циліндрів коліс.

При обслуговуванні за стояночним ручним гальмом з механічним приводом необхідно: перевіряти всі кріплення і стан тяг, тросів і важелів гальмівного приводу, змащувати опори валиків і роликів, шарнірні з'єднання і троси у гнучких оболонках, перевіряти, чи легко переміщуються тяги і важелі.

У гальмах з гідравлічним приводом необхідно: перевіряти щільність усіх з'єднань трубопроводів і ущільнень циліндрів, доливати рідину в головний гальмовий циліндр, видаляти повітря із системи приводу.

Для усунення підтікання гальмівної рідини і забруднення системи необхідно перевіряти затягування штуцерів і кріплень ущільнювального чохла на головному гальмовому циліндрі, усіх кріплень і з'єднань гідровакуумного підсилювача, цілісність трубок і надійність їх кріплення; затягування з'єднань і цілісність гнучких шлангів, затягування штуцерів і кріплення ущільнювальних чохла на гальмових циліндрах коліс.

Періодично треба перевіряти рівень рідини в резервуарі головного гальмового циліндра чи в окремому бачку. Рівень повинен бути розташований на відстані 10-15 мм від краю заливного отвору чи доходить до нижньої крайки заливної горловини бачка. У випадку зниження рівня рідину необхідно доливати. Отвір у пробці резервуара чи бачка слід прочищати.

Для заливання слід застосовувати гальмівні рідини, тільки ті, що рекомендуються. Не допускається змішування гальмівних рідин, приготовлених на різних основах.

Повітря, що попадає у трубопроводи, легко стискується, тому тиск рідини від головного гальмового циліндра не передається до гальм. Ознакою влучення повітря в систему є «провалювання» педалі при її натисканні, а також необхідність декількох натискань на педаль для гальмування.

Повітря з гальмівної системи треба видаляти в такій послідовності.

Вивернути болт чи зняти ковпачок вентиля гальмового циліндра колеса (попередньо очистивши їх від бруду) і приєднати до циліндра штуцер з гумовим шлангом. Кінець шланга опустити в судину ємністю не менше 0,5 л, заповнену наполовину гальмівною рідиною.

Відвернути вентиль на 1/2–3/4 оберти, долити резервуар головного гальмового циліндра до нормального рівня і кілька разів швидко натиснути на гальмівну педаль до упора, плавно її відпускаючи. При натисканні на педаль повітря, наявне у приводі даного гальма, буде виходити зі шланга у вигляді пухирців. Рідину треба прокачувати до припинення виділення пухирців.

Після прокачування одного гальмового циліндра колеса звинтити його вентиль за натиснутої педалі, відняти шланг і загвинтити вентиль чи пробку, надягти ковпачок.

У такий же спосіб слід прокачати всі інші гальмові циліндри коліс у послідовності, що рекомендується інструкцією. При цьому слід постійно підтримувати нормальний рівень рідини в головному гальмовому циліндрі, доливаючи рідину.

За наявності роздільника в гальмівній системі прокачування гальм виконується при відпущеному на 2-5 оборотів вентилю роздільника. Після прокачування вентиль загвинчують за відпущеної педалі. При роздільному приводі передніх і задніх гальм виконується самостійне прокачування гальм кожного контуру.

За наявності в гальмівній системі гідровакуумного підсилювача, треба стежити за щільністю всіх його з'єднань, періодично очищати підсилювач і його повітряний фільтр від бруду, промивати його і змазувати тертьові поверхні. Також необхідно регулювати взаємодію вакуумного підсилювача з гальмівною педаллю і роботу вакуумного підсилювача. Періодично необхідно перевіряти дію підсилювача, визначаючи герметичність усіх його елементів і розгальмовість системи. При прокачуванні гальм також треба видаляти повітря з гідравлічного циліндра підсилювача.

Регулювання гальмівних систем на кожній моделі автомобіля має свої особливості, і її треба виконувати в послідовності, що рекомендується, і з дотриманням технічних норм відповідно до вказівок заводських інструкцій.

Гальмівні системи повинні забезпечувати повне гальмування при натисканні на педаль чи переведенні важеля рукоятки ручного гальма не більше ніж на половину можливого їх ходу.

Регулювання колодкових гальм коліс за відсутності автоматичних регулювальних пристроїв полягає в тому, щоб установити необхідні зазори між накладками колодок і гальмовими барабанами. Перевірити ці зазори можна щупами через відповідні люки в барабанах.

Після попереднього регулювання гальм за допомогою наявних регулювальних пристроїв (ексцентриків) треба довести регулювання до такого стану, за якого для провертання руками всіх злегка пригальмованих вивішених коліс було потрібно однакове зусилля. За вільного стану колеса повинні обертатися зовсім вільно.

Регулювання гальм остаточно перевіряють на спеціальних установках чи на рівній і сухій ділянці дороги. Для цього автомобіль розганяють до швидкості 30–40 км/год і потім його сильно гальмують, перевіряючи однакову інтенсивність дії гальм усіх коліс. Регулювання одночасності гальмування проводиться відпусканням дуже затягнутих гальм.

Після регулювання перевіряють, чи не нагріваються гальмові барабани при роботі автомобіля. При правильному регулюванні вони не повинні нагріватися.

Ручне гальмо повинно бути відрегульоване так, щоб за відпущеної рукоятки колодки не доторкались гальмових барабанів, а при переведенні рукоятки не більше ніж на 1/3 ходи автомобіль надійно утримувався на місці навіть при ухилі до 16-20%.

Основними несправностями гальм є їхня слабка дія, неодноразовість гальмування коліс, заїдання гальм.

Слабка дія гальм може вбути через замаслювання накладок і гальмових барабанів. В цьому випадку необхідно їх очищати і промити.

Слабка дія гальм може бути також викликана їх неправильним регулюванням, надмірним зносом накладок і несправностями в гальмівному приводі.

У механічному і гідравлічному приводах можуть бути наступні несправності: у механічному приводі – це витягування чи обриви тяг і

тросів, заїдання важелів, гальмових валиків і гнучких тяг; у гідравлічному приводі – це нещільність у з'єднаннях приводу, наявність повітря в системі приводу, недостатня кількість рідини в головному гальмовому циліндрі.

Неодночасність гальмування коліс однієї осі є небезпечною, тому що збільшується схильність автомобіля до заносу. Ця несправність виникає через порушення регулювання гальм.

Заїдання гальм, що викликає погане розгальмування чи повне заклинювання, може статися з наступних причин: забивання брудом барабанів, обрив пружин колодок, зрив накладок з колодок, примерзання накладок узимку до барабанів за наявності в них вологи, прогин гальмових тяг і заїдань валиків механічного приводу, закупорка компенсаційного отвору головного гальмового циліндра чи перекриття його поршнем в розгальмованому стані (гідравлічний привід), наприклад унаслідок розбухання ущільнюючої манжети за тривалої роботи й інше.

Усі виявлені несправності треба негайно усунути.

2.6.2 Гальмівна система з пневматичним приводом

Колісні колодкові гальма з пневматичним приводом мають високу ефективність дії за малих зусиль на педалі, що полегшує керування гальмами. За влаштуванням ця система складніша за інші системи і застосовується для вантажних автомобілів підвищеної вантажопідйомності, де потрібно одержання значних гальмівних зусиль на колесах.

Гальмівна система з пневматичним приводом включає повітряний компресор 1 (рис. 2.183) з розвантажувальним пристроєм і регулятором тиску 2; повітряні балони 8 і 12, обладнані запобіжним клапаном 9, краном 10 добору повітря і кранами 11 для зливу конденсату; манометр 3; гальмівний кран 14 з гальмівною педаллю 5; задні гальмівні камери 18 і передні гальмівні камери 7; задні колісні колодкові гальма 17 і передні колісні колодкові гальма 6; роз'єднувальний кран 15; сполучну головку 16 для приєднання гальмівної системи причепа та повітропроводи.

Компресор 1 являє собою повітряний насос, що приводиться в дію від двигуна.

За допомогою компресора повітря нагнітається під тиском, регульованим регулятором тиску 2, у балони 8 і 12. Ємність балонів забезпечує запас стиснутого повітря для декількох гальмувань.

Тиск повітря в балонах контролюється манометром 3. Від балонів повітря підводиться до гальмового крана 14. Поки гальмова

педаля 5 не натиснута, клапани в гальмівному крані встановлені в таке положення, за якого стиснене повітря до гальмівних камер 7 і 18 не підводиться, і вони поєднані з атмосферою, унаслідок чого гальмування коліс не відбувається.

При натисканні на гальмівну педаль 5 клапани в гальмівному крані 14 змінюють положення, гальмівні камери 7 до 18 від'єднуються від атмосфери, і в них починає надходити стиснене повітря. Повітря, надходячи в камери, натискає на гнучкі діафрагми і переміщує їх разом зі штоками і важелями. Важелі повертають валики з гальмовими кулаками 19, розсовуючи колодки гальм 6 і 17. При цьому відбувається гальмування коліс.

При відпусканні педалі 5 доступ стиснутого повітря до гальмівних камер 7 і 18 припиняється, і вони поєднуються з атмосферою. Тиск повітря в камерах падає, і колодки гальм повертаються у вихідне положення під дією стяжних пружин. Гальмування коліс припиняється.

Гальмівна система автомобіля ЗІЛ-130

На автомобілі ЗІЛ-130 є дві незалежно діючі гальмівні системи: робоча гальмівна система з керуванням від педалі з пневматичним приводом, що діє на всі колеса, і стояночне центральне гальмо 13 (рис. 2.183) колодково-барабанного типу, розташоване за коробкою передач, і механічний привід, що діє від ручного важеля 4.

Гальмівна система з пневматичним приводом працює за розглянутою вище схемою і включає ті ж основні пристрої.

Повітряний компресор підвищеної продуктивності, поршневий двоциліндровий агрегат з водяним охолодженням закріплений на двигуні з правої сторони і приводиться в дію пасовою передачею від шківів водяного насоса двигуна.

Циліндри компресора, відлиті з чавуну в одному блоці 7 з водяною сорочкою 9, закриті зверху загальною чавунною головкою 17 на прокладці й укріплені на картері 2, який має знизу окрему кришку, що є кронштейном для кріплення компресора. У головці під пробками 14 розташовані пластинчасті клапани 12 із пружинами.

Головка охолоджується водою, що циркулює у водяній сорочці 15. У циліндрах встановлені чавунні чи алюмінієві поршні 11. На кожному поршні поставлені два компресійних і одне оливоз'ємне кільця. По внутрішній поверхні на компресійних кільцях зроблені проточки, якими кільця повинні бути звернені догори. Поршень за допомогою пальця 10 з'єднаний з верхньою головкою шатуна 8 із за-

пресованою бронзовою втулкою, пальці, що плавають, із заглушками з алюмінієвого сплаву.

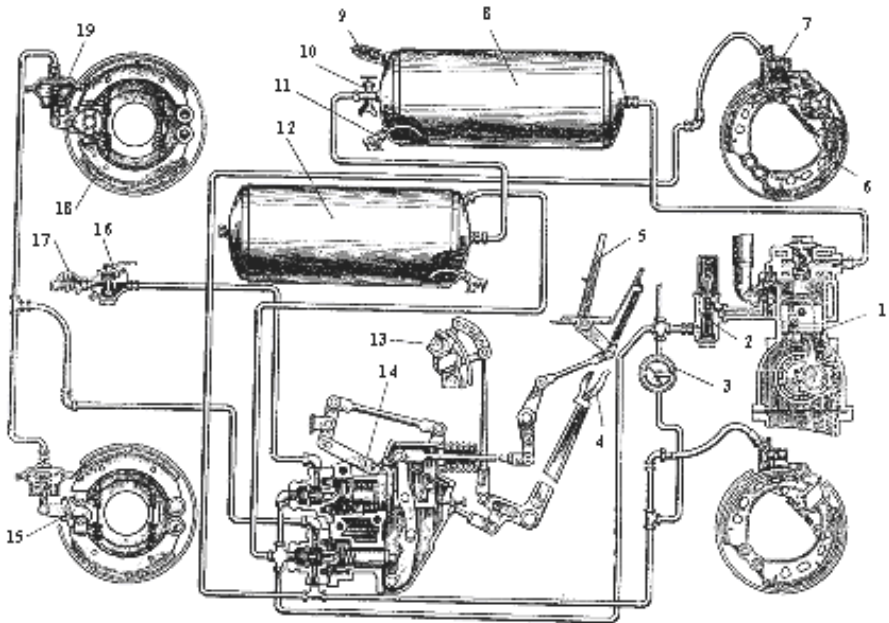


Рис. 2.183 – Схема гальмівної системи з пневматичним приводом

Нижня роз'ємна головка шатуна оснащена вкладишами з антифрикційним заливанням і закріплена на шатунній шийці колінчатого вала 6 двома болтами. У тілі шатуна виконано канал для змащення поршневого пальця.

Колінчатий вал 6 із двома кривошипними встановлений у картері у двох шарикопідшипниках 3 і 27. Задній підшипник закріплений на шийці вала гайкою. Зовнішній кінець вала ущільнений сальником 4, і на ньому закріплений шків 5. За допомогою клинового ремня шків з'єднаний зі шківом вентилятора, від якого він і одержує обертання. Один борт шківа загвинчено на маточині на різьбленні і стопориться болтом, який зафіксовано дротом, протягнутим у головку болта й отвір у шківі. Укручуванням цього болта регулюють натягування ремня.

Компресор за допомогою кронштейна закріплений у передній частині двигуна. В останніх випусках шків суцільнолитий. Натяг ре-

меня регулюють переміщенням компресора на кронштейні при ослаблених гайках кріплення компресора.

При обертанні колінчатого вала 6 поршні 11 у циліндрах вертикально переміщуються. Коли поршень переміщується в нижнє положення, відкривається впускний пластинчастий клапан 16, встановлений у гнізді блока, навантажений пружиною і сполучений з повітряною камерою 21 блока, і в циліндр, унаслідок розрідження, надходить повітря.

При ході поршня нагору впускний клапан 16 закривається, повітря, що знаходиться в циліндрі, стискається, відкриваючи пластинчастий нагнітальний клапан 12, і повітря надходить у повітряну порожнину 13 головки, відкіля через отвір по трубці нагнітається в повітряні балони. Повітря в повітряну камеру компресора при його роботі надходить по шлангу з повітроочишувача двигуна.

Змащення деталей компресора комбіноване. Олива надходить із системи змащення двигуна через штуцер 26 по трубці, закріплений у кришці 25 за допомогою ущільнюючого пристрою 24 у канал колінчатого вала, забезпечуючи змащення шатунних підшипників.

По каналах у шатунах олива підводиться до верхніх головок. Олива, що видавлюється із шатунних підшипників, розприскується і змащує стінки циліндрів і корінні підшипники колінчатого вала. Стікаючи зі стінок циліндрів та інших деталей, олива збирається у кришку 1 картера і по зливальній трубці 28 надходить назад у картер двигуна.

Циліндри і головка компресора охолоджуються водою, що надходить із системи охолодження двигуна. Водяна сорочка 9 блока компресора з'єднана шлангом із впускним водяним трубопроводом блока двигуна, а водяна сорочка 15 головки компресора поєднана з усмоктувальною порожниною водяного насоса.

Для заповнення системи охолодження компресора водою після заливання її в радіатор необхідно дати попрацювати двигуну, а потім перевірити рівень води і долити її.

У блоці компресора є розвантажувальний пристрій, що забезпечує холостий хід компресора у випадку перевищення нормального тиску повітря в балонах.

Під впускними клапанами 16 у каналах блока встановлені плунжери 20 з ущільненнями і зі штоками розвантажувального пристрою, навантажені через коромисло 19 пружиною 18. Канал 22, розташований під плунжерами, поєднано з регулятором тиску 23.

Регулятор тиску з кульковими клапанами закріплений на припливі блока циліндрів компресора.

У сталеву втулку 11 (рис. 2.184, а), закріплену в корпусі 7 регулятора, на регулювальних прокладках вкручено штуцер 5, що має боковий канал 6. У штуцері встановлено шток 4, навантажений зверху пружиною з опорними кульками. Пружина закріплена регулювальним ковпаком 3, нагвинченим на штуцер. У відрегульованому положенні ковпак стопорять контргайкою.

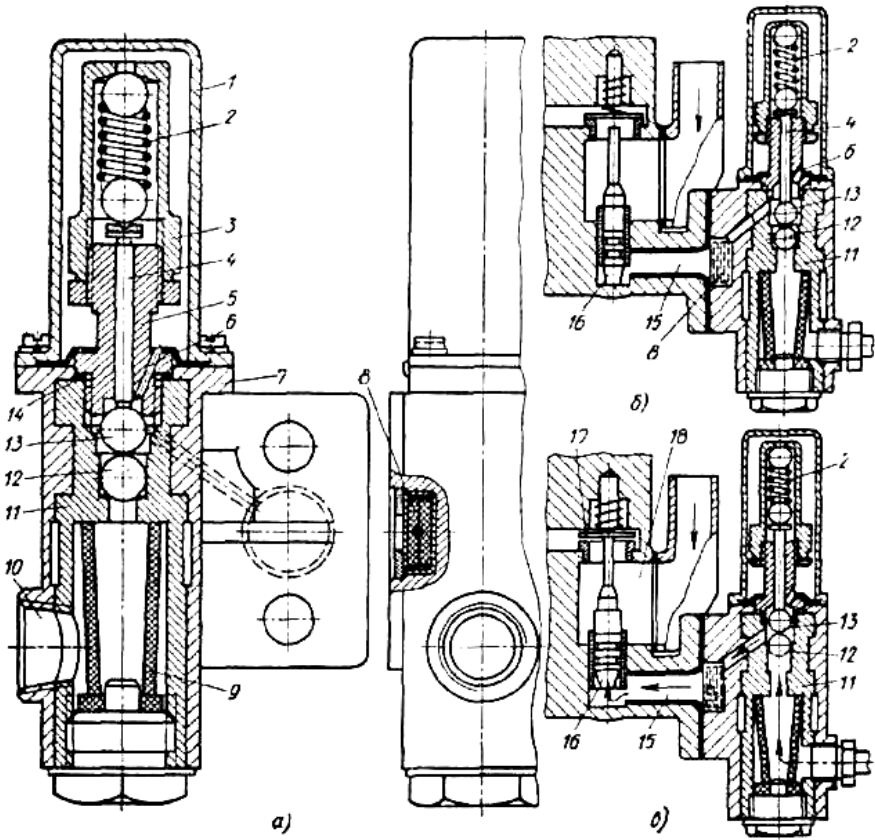


Рис. 2.184 – Регулятор тиску гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-130

Шток 4 надавлює на дві кульки 12 і 13, встановлені в центральному каналі втулки 11 корпусу. Під нижньою кулькою 12 розташоване пружинне кільце. До нижнього отвору 10 корпусу, що має

сітчастий фільтр 9, за допомогою штуцера приєднується повітропровід від балонів.

Порожнина втулки 11, де розташовані клапани, через боковий отвір у корпусі, обладнаний фільтром 8, з'єднується з каналом розвантажувального пристрою компресора. Зверху на корпусі закріплено кожух 1, що закриває механізм регулятора.

За нормального тиску повітря в гальмівній системі, який не перевищує 0,56-0,60 МПа, кулькові клапани 12 і 13 (рис. 2.184, б) під дією пружини 2 і штоки 4 опущені вниз.

При цьому отвір втулки 11 корпусу закрито нижньою кулькою 12, а боковий канал 6 штуцера відкритий, поєднуючи через боковий отвір корпусу і фільтр 8 канал 15 розвантажувального пристрою компресора з атмосферою. Розвантажувальний пристрій виключений.

При досягненні тиску повітря в системі 0,70–0,74 МПа кульки 12 і 13 піднімаються (рис. 2.161, в), стискаючи через шток пружину 2. При цьому боковий канал 6 у штуцері закривається верхньою кулькою 13, і канал розвантажувального пристрою роз'єднується з атмосферою, а отвір у втулці 11 відкривається нижньою кулькою 12, і в канал розвантажувального пристрою надходить стиснуте повітря від балонів.

Під дією тиску повітря плунжери 16 розвантажувального пристрою піднімаються, натискаючи штоками на впускні клапани компресора 17. При цьому обидва циліндри компресора через повітряну камеру 18 поєднуються між собою та з атмосферою, і нагнітання повітря в магістраль припиняється.

При падінні тиску в магістралі регулятор знову включає компресор у роботу.

Регулювання тиску, за якого компресор виключається з роботи, здійснюється зміною кількості регулювальних прокладок 14 (рис. 2.184, а) під штуцером. Тиск, за якого компресор включається в роботу, регулюють обертанням ковпака 3, змінюючи натяг пружини. Запобіжний клапан (рис. 2.185) служить для запобігання гальмівній системі від підвищеного тиску у випадку несправності регулятора тиску. Клапан встановлено на правому повітряному балоні. У корпус 4 запобіжного клапана вкручено з однієї сторони штуцер 6, що є гніздом для кулькового клапана 5, з іншого боку – регулювальний гвинт 2, під яким на контрольному стрижні 1 встановлена пружина 3, що притискає кульку до гнізда. Гвинт стопориться контргайкою.

У випадку зростання тиску в системі вище 0,90–0,95 МПа кульковий клапан 5 піднімається, стискаючи пружину 3, і повітря із системи виходить через канал 7 у корпусі.

Тиск пружини можна регулювати обертанням гвинта 2. Коли необхідно перевірити роботу клапана, його можна відкрити, витягаючи контрольний стрижень 1.

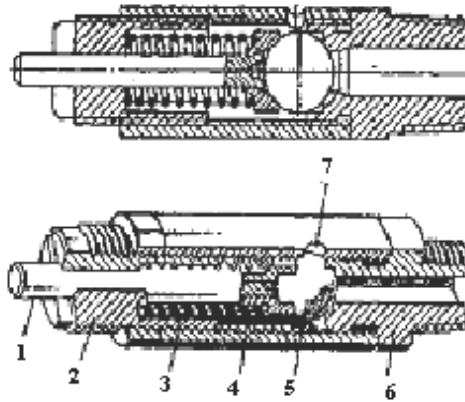


Рис. 2.185 – Запобіжний клапан гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-130

Повітряний балон являє собою металевий циліндричний резервуар великої ємності. На автомобілі ЗІЛ-130 встановлені два повітряних балони 8 і 12 (рис. 2.173) загальною ємністю 40 л. Балони закріплені на правому лонжероні рами. У правому балоні встановлені запобіжний клапан 9 і кран 10 для відбору повітря. В обох балонах є кран 11 для випуску конденсату. Балони з'єднані трубками з компресором і гальмівним краном.

Гальмівна камера колісного гальма складається з корпуса 1 (рис. 2.186, а) з кришкою 4, між якими затиснута гнучка гумотканинна діафрагма 2, що спирається на шайбу 3 штока 7, який має віджимні пружини 6. На штоку зовні нагвинчена і закріплена гайкою з'єднувальна вилка 8. До кришки за допомогою штуцера 5 приєднана трубка від гальмівного крана. Гальмова камера прикріплена на кронштейні біля гальмівного диска болтами.

Колісні гальма передніх коліс мають дві чавунні колодки 19 і 21 (рис. 2.186, б) з приклепаними до них накладками. Колодки стягнуті пружиною 20. З однієї сторони колодки встановлені на опорних ексцентричних пальцях 16, закріплених у кронштейнах 18 гальмового щита 17, з іншої сторони між колодками розташовується гальмовий кулак 15.

Вал 13 кулака встановлено у кронштейні 14 гальмового щита. З валом за допомогою черв'ячного регулювального механізму з'єднано важіль 9 (рис. 2.186, а), з'єднаний зі штоком 7 гальмівної камери. Поворотом черв'яка 11 регулювального механізму можна змінювати положення шестерні 12 і вала 13 з кулаком 15, чим регулюється положення гальмових колодок стосовно гальмового барабана. Черв'як 11 стопориться кульковим фіксатором 10.

В задніх гальмах (рис. 2.186, в) колодки мають профільовані накладки. Одним кінцем колодки вільно опираються на ексцентрик палець, не охоплюючи їх цілком, тому колодки стягнуті двома пружинами. Інший кінець колодок обладнано роликми, якими колодки притиснуті до розтискного кулака, що має спіральні поверхні.

Поточне регулювання колодкових гальм, внаслідок зносу їх накладок, здійснюється обертанням головки черв'яка регулювального механізму. Необхідність регулювання визначають за величиною ходу штока гальмівної камери, яка має не перевищувати (для передніх гальм) 35 мм, а для задніх - 40 мм. Повне регулювання, проведене після розбирання гальм чи переклепки накладок, здійснюють поворотом опорних пальців колодок і за допомогою регулювальних механізмів.

Гальмівний кран комбінованого типу забезпечує керування гальмами автомобіля і причепа та встановлюється на автомобілі, призначеному для роботи з напівпричепами та причепами.

У загальному корпусі 25 (рис. 2.187, а) встановлені дві секції гальмівного крана. Нижня секція керує гальмами автомобіля, а верхня – гальмами причепа.

В нижній секції крана між корпусом і кришкою закріплена гнучка гумотканинна діафрагма 21 з гніздом 22 випускного клапана 19 та віджимною пружиною 20. У кришці розташовано впускний 17 та випускний 19 конусні гумові клапани, закріплені на стрижні віджимною пружиною 14.

До отвору пробки 15 за допомогою штуцера присьднується повітропровід від балонів, а до бокового отвору 13 – повітро-провід від гальмівних камер колісних гальм.

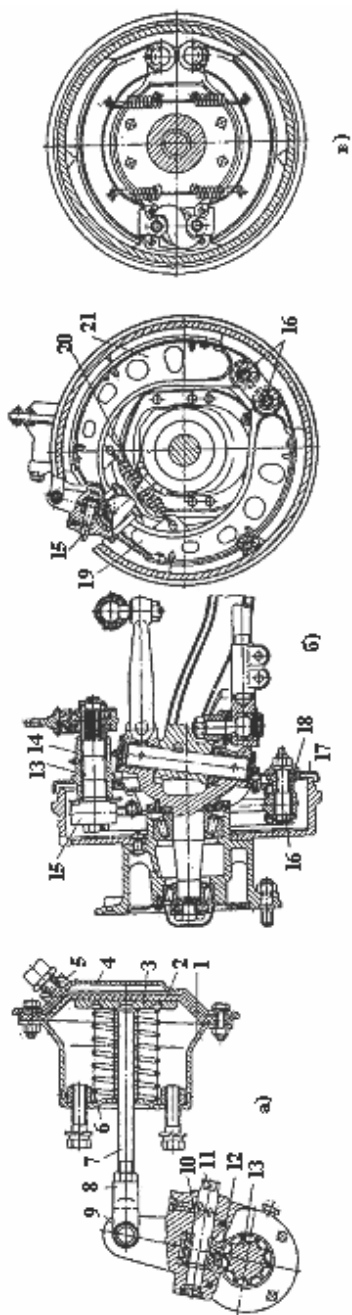


Рис. 2.186 – Колісні гальма гальмової системи автомобіля ЗІЛ-130

Порожнина крана над діафрагмою 21 поєднується з атмосферою через випускне вікно, обладнане клапаном 16.

В корпусі встановлено пересувний стакан 23 з розташованою в середині нього врівноважуючою пружиною 24.

Верхня секція керування гальмами причепа має аналогічне влаштування. Пружина 7, що врівноважує, закріплена на штоку 6, встановленому в направляючій втулці 5 корпуса. До отвору у пробці 12 за допомогою штуцера приєднано повітропровід від балонів, до бокового отвору проти випускного клапана 9 приєднано магістраль від причепа.

В передній кришці 29 корпуса на осі 30, з'єднаній зі штоком 6 крана причепа, встановлено основний важіль 33.

Верхній кінець важеля з'єднано за допомогою тяги 2 через проміжний важіль і тягу з гальмівною педаллю. Вихід тяги з крана закритий гофрованим гумовим чохлом 1, що ущільнює, закріпленим на верхній кришці 3.

Нижній кінець основного важеля 33 зі вставленим у нього пальцем 28 входить у виріз важеля 27 нижньої секції крана. Цей важіль встановлений шарнірно на осі 26, закріплюється в кришці, і стикається з упором стакана 23. Проти кінця основного важеля і штока верхньої секції в стінці кришки загвинчені регульовальні обмежувальні болти 4 і 32. У виріз штока входить кулачок 31 валика, зовнішній важіль 11 якого тягою з'єднаний з важелем ручного гальма.

На кришці гальмівного крана закріплений датчик 18 стоп-сигналу.

Дія комбінованого гальмового крана і всієї гальмівної системи полягає в наступному. Коли гальмівна педаль не натиснута, впускний клапан 17 (рис. 2.187, а) нижньої секції закритий, а випускний клапан 19 відкритий. При цьому гальмівні камери гальм автомобіля роз'єднані з повітряними балонами і через випускне вікно поєднані з атмосферою, тобто гальма автомобіля виключені.

У верхній секції випускний клапан 9 закритий, а впускний 10 відкритий, тому в магістраль причепа надходить стиснуте повітря. Гальма причепа, що працюють при падінні тиску у сполучній магістралі, виключені. У випадку, коли тиск у магістралі причепа перевищує 0,48-0,53 МПа, діафрагма 8 переміститься вперед, стискаючи пружину, що врівноважує, і впускний клапан 10 закриється, припиняючи подачу стиснутого повітря.

При натисканні на гальмівну педаль основний важіль 33 (рис. 2.187, б) повертається, пересуваючи шток 6 верхньої секції вперед, а ста-

кан 23 нижньої секції за допомогою малого важеля 27 назад. При цьому в нижній секції діафрагма 21 із гніздом 22, переміщаючись, закриває випускний клапан 19 і відкриває впускний 17. Гальмівні камери колісних гальм автомобіля роз'єднуються від атмосфери, й у них надходить стиснене повітря, унаслідок чого відбувається гальмування коліс.

Якщо тиск повітря в гальмівній магістралі автомобіля перевищує припустиме значення, пропорційне натисканню на гальмівну педаль, діафрагма 21 (рис. 2.187, а) зрушує вперед, переборюючи опір пружини, що врівноважує, 24, і впускний клапан 17 закривається, перебиваючи подачу стиснутого повітря.

У верхній секції під дією основного важеля 33 шток 6 зрушиться вперед, стискаючи пружину 7. При цьому впускний клапан 10 закривається, а випускний 9 відкривається, поєднуючи магістраль причепа з атмосферою. Унаслідок падіння тиску в магістралі під дією повітродозподільника, встановленого на причепі, гальма причепа будуть включені.

При відпусканні педалі гальмування автомобіля і причепа припиняється.

При гальмуванні автомобіля ручним гальмом за допомогою кулачка 31 із зовнішнім важелем 11, що приводиться в дію від важеля ручного гальма та штока 6, що переміщує верхній гальмівний кран, одночасно включає гальма причепа.

На модифікаціях автомобіля ЗІЛ-130, що не працюють з причепами, встановлюють одинарний гальмівний кран (рис. 2.188) Дія одинарного крана аналогічна дії нижньої секції комбінованого крана.

Ручне центральне гальмо – барабанно-колодочного типу. Чавунний гальмовий барабан (рис. 2.189) закріплений на задньому кінці важкого вала 4 коробки передач.

В середині барабана розташовані дві колодки 1 із фрикційними накладками. Вісь 3 колодок разом з гальмовим щитом закріплені в опорному кронштейні, що є кришкою підшипника важкого вала коробки передач. Колодки постійно стягаються двома пружинами 5 і розсовуються при гальмуванні розтискним кулаком 6. Вал кулака встановлений в опорному кронштейні.

Важіль вала-кулака 7 тягою 8 з'єднаний з важелем 9 ручного приводу. Ручний важіль 11 обладнано стопорним фіксатором, що переміщується по сектору 10 і керується від рукоятки 12, яка дозволяє закріплювати важіль у загальному стані.

Регулювання ручного гальма здійснюється перестановкою пальця з'єднувальної тяги 8 в отворах важеля 7 вала кулака.

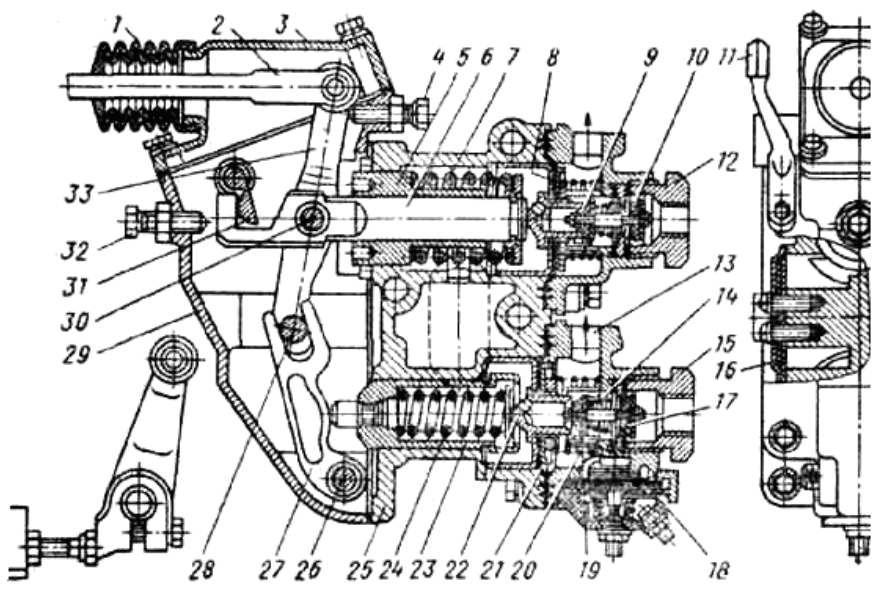
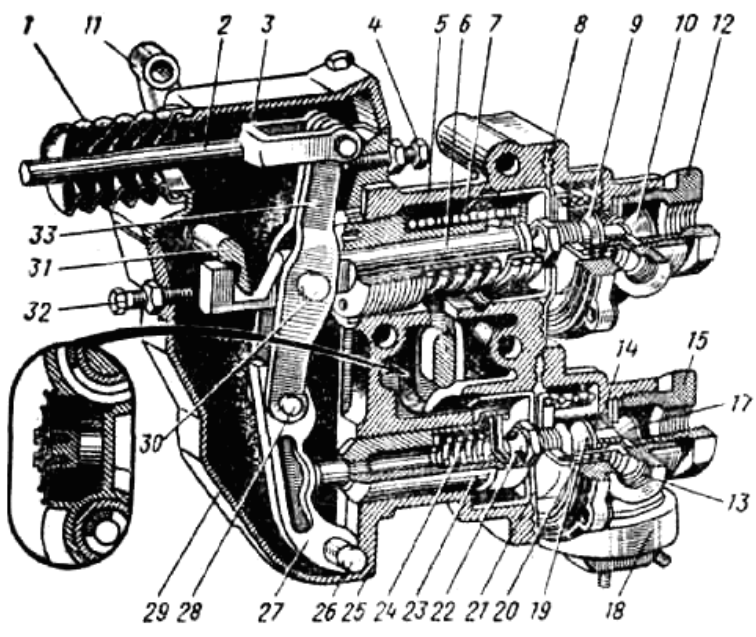


Рис. 2.187 – Комбінований двосекційний гальмівний кран ЗІЛ-130

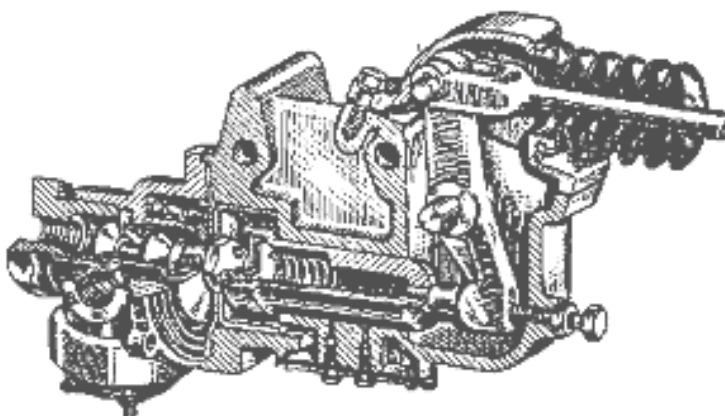


Рис. 2.188 – Одинарний гальмівний кран гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-130

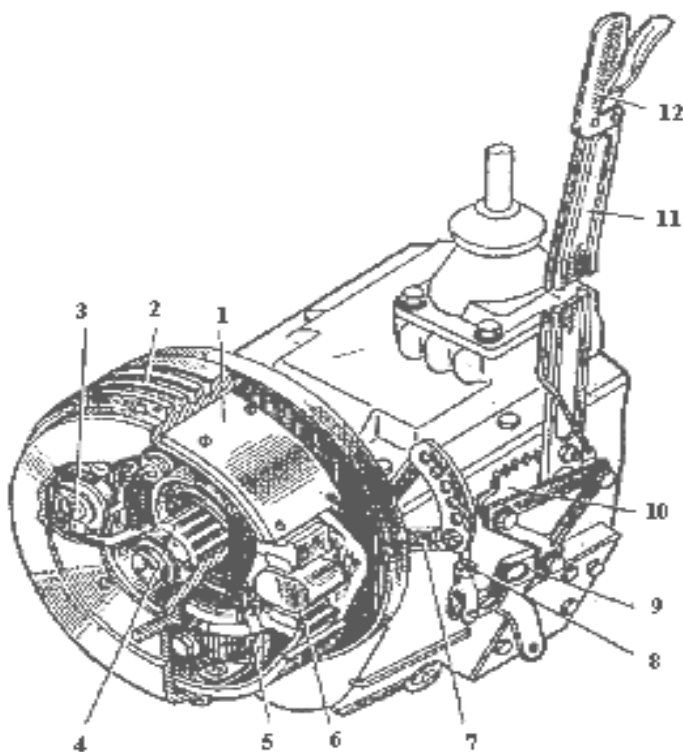


Рис. 2.189 – Стояночне центральне гальмо автомобіля ЗІЛ-130

РОЗДІЛ 3. МОТОЦИКЛИ

Мотоцикл – це двоколісний механічний транспортний засіб з коляскою або без неї, що має двигун з робочим об'ємом $49,8 \text{ см}^3$ і більше. В технічній літературі зустрічається більш широке тлумачення цього поняття: мотоцикл – це двоколісний транспортний засіб, що приводиться в рух установленим на ньому двигуном і призначений для перевезення одного - двох чоловік (рис. 3.1).

Коли застосовується причіпна коляска, мотоцикл стає двоколіїним, може перевозити трьох чоловік або невеликий вантаж (рис. 3.2).

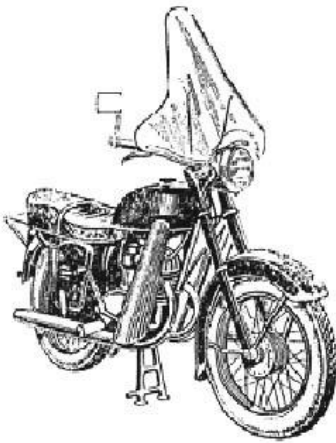


Рис. 3.1 – Одиночний дорожній мотоцикл

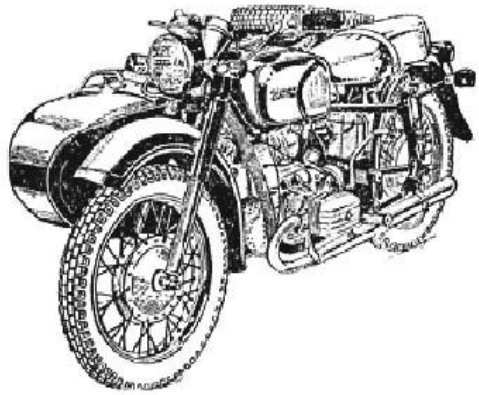


Рис. 3.2 – Мотоцикл з коляскою

3.1 Класифікація мотоциклів

Мотоцикли можна класифікувати за декількома ознаками, а саме: за величиною робочого об'єму двигуна, за типом робочого процесу або числом циліндрів, за призначенням та інше.

Міжнародна термінологія розрізняє декілька типів одноколіїних транспортних засобів.

Мотовелосипед. Його відмітні риси: найпростіший двигун без коробки передач і велосипедні педалі.

Мопед. Має дво- або триступінчасту коробку передач.

Мокік – мопед, але вже обладнаний пусковим важелем – кікстартером. Інша його назва – мікромотоцикл.

Як правило, двигуни зазначених типів транспортних засобів мають робочий об'єм не більше 50 см³. Робочий об'єм двигуна – важливий параметр, що дозволяє порівнювати між собою різні мотоцикли.

За цією ознакою розрізняють наступні класи мотоциклів: надлегкі – із двигунами з робочим об'ємом від 49,8 до 100 см³; легкі – з робочим об'ємом від 125 до 250 см³; середні – від 300 до 500 см³ і важкі – із двигунами, робочий об'єм яких перевищує 500 см³.

Окремо у цій класифікації розташовані моторолери. В них сильно розвинене облицювання, маленькі колеса й особлива посадка водія – «як на стільці».

За типом робочого процесу розрізняють мотоцикли з дво- і чотиритактними двигунами. Ще одна класифікаційна ознака – число циліндрів. Найчастіше їх буває один або два. Двигуни з трьома або чотирма циліндрами взагалі є рідкістю і застосовуються тільки на дуже дорогих або спортивних мотоциклах.

Іноді розрізняють мотоцикли за типом головної передачі, за влаштуванням ходової частини. В окремих випадках може бути прийнятий і інший, більш вузький розподіл.

За призначенням мотоцикли поділяються на дорожні, спортивні і спеціальні.

Дорожні мотоцикли – це всі ті мотоцикли, які призначені для перевезення від одного до трьох чоловік по дорогах загального користування. Їх особливості: повне електрообладнання, глибокі щитки коліс, порівняно велика вага.

Спортивні мотоцикли підрозділяються на кілька типів, залежно від того, для яких змагань вони призначені: кросові, багатоденні, льодові, кільцеві і т.д. Але всі вони відрізняються граничною полегшеністю, відсутністю приладів освітлення і сигналізації (крім мотоциклів для багатоденного використання), і більш потужними двигунами.

Спеціальні - це дорожні мотоцикли, обладнані вузлами й агрегатами (приводом на колесо коляски, рацією, сиреною, причепом високої вантажопідйомності), що дозволяють виконувати спеціальні задачі – надають можливість здійснювати патрульну міліцейську службу, зв'язок, перевезення продуктів, пошти, зарядних агрегатів та ін.

Для технічного обслуговування та ремонту в інструментальних шухлядах мотоциклів є комплект водійського інструменту. На рис. 3.3 показаний набір інструментів для мотоцикла М-106. Приблизно

такий же комплект інструментів мають і інші мотоцикли, моторолери і мопеди.

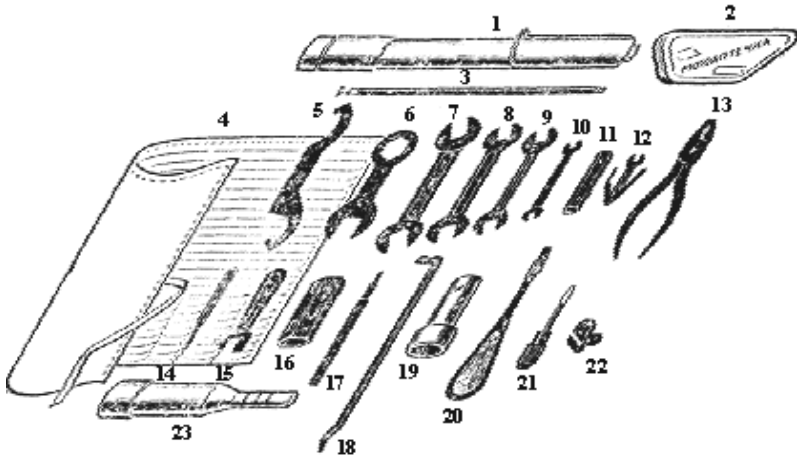


Рис. 3.3 – Інструмент водія мотоциклів іжевського заводу

3.2 Загальне влаштування мотоцикла

В мотоциклі розрізняють наступні агрегати, системи і механізми: двигун з обслуговуючими його системами живлення, запалювання, змащування й охолодження, електрообладнання, трансмісія, що включає передню (моторну) передачу, зчеплення, коробку передач і задню передачу; ходова частина, яка включає раму, передню вилку, задню підвіску і колеса; органи керування (кермо, важелі, педалі, гальма).

Двигун - це пристрій, у якому теплова енергія палива, що згоряє, перетворюється на механічну. Цей процес проходить у кілька послідовних стадій: впуск, стиск, розширення (робочий хід) і випуск. Їх сукупність складає робочий цикл.

Двигун розташовується на рамі мотоцикла, у її основі. Система живлення містить у собі пристрій для очищення і подачі повітря (повітряний фільтр, патрубок) та палива (бензобак, відстійник, бензопровід) до карбюратора, їх змішування у певній пропорції, дозування і подачі пальної суміші у двигун, а також для випуску відпрацьованих газів (випускна труба, глушник).

Система запалювання забезпечує утворення іскри між електродами свічі в точно визначений момент і запалення робочої суміші.

Система змащення забезпечує подачу оливи до тертьових поверхонь, що знижує знос деталей і поліпшує їх охолодження.

Розрізняють **спільну систему змащення** – коли олива змішується з паливом і подається в циліндр (двотактні двигуни легких і середніх мотоциклів); **роздільну**, при якій олива з окремого резервуара подається насосом у карбюратор або до окремих підшипників (двотактні двигуни деяких середніх мотоциклів); **циркуляційну**, за якої оливу залито в піддон двигуна і насос подає її до точок змащення, відкїля воно знову стїкає в піддон (важкі чотиритактні двигуни).

Система охолодження призначена для відводу тепла від циліндра і головки двигуна. На багатьох мотоциклах охолодження повітряне. Тому циліндр і головка мають рифлену поверхню, щоб зустрічний потїк повітря охолоджував якомога більшу поверхню двигуна. Таким чином, ефективність системи охолодження визначається числом, розмірами, розташуванням і частотою ребер.

Електрообладнання – сукупність джерел струму, його споживачів і допомїжних пристроїв, що забезпечують взаємозв'язок споживачів із джерелами.

В електрообладнання входять: акумуляторна батарея, генератор, реле-регулятор, центральний перемикач із замком запалювання, ліхтарі, індикатори і реле поворотів, перемикачі.

Трансмїсія (рис. 3.4) – система пристроїв, які забезпечують передачу обертального моменту від двигуна до тягового колеса і зміну стискального зусилля на ньому, залежно від характеру дороги. Ця система поєднує передню (або моторну) передачу, зчеплення, коробку передач і задню передачу.

Влаштування і робота мотоциклетного двигуна

Мотоциклетний двигун внутрішнього згорання складається з кривошипно-шатунного і газорозподільного механїзмів, систем живлення, запалювання, змащення і охолодження.

Робоча сумїш стискується в цилїндрї двигуна, підпалюється від іскри і згоряє, видїляючи величезну кїлькїсть тепла. Розширюючись при цьому, вона штовхає поршень. За допомогою кривошипно-шатунного механїзму прямолїнійний рух поршня перетворюється в обертальний рух колїнчатого вала.

Крайні положення поршня, що рухається в цилїндрї, називають "мертвими точками".

Положення, за якого поршень максимально вїддалений від осї колїнчатого вала, – верхня мертва точка (ВМТ).

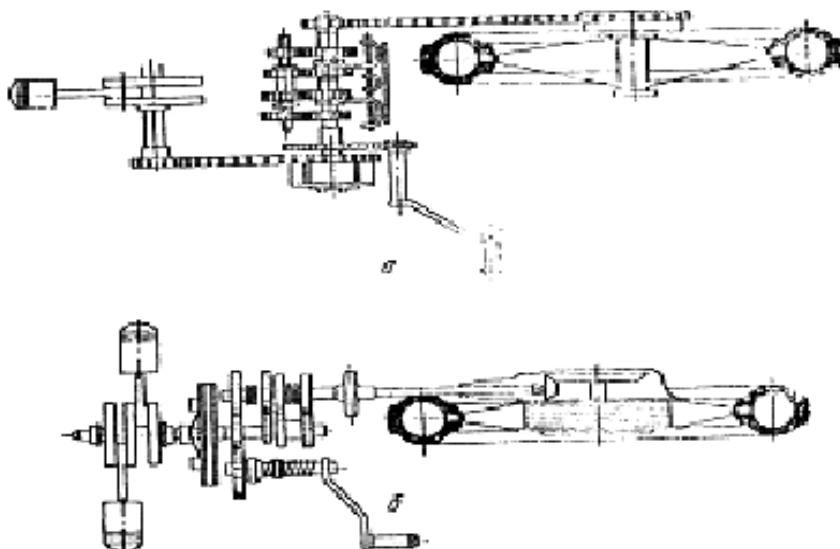


Рис. 3.4 – Схема силової передачі:

а) ланцюгова передача; б) карданна передача

Таким чином, теплова енергія, яка утворюється при згоранні палива, перетворюється в механічну енергію обертового вала двигуна.

Періодично повторюваний у визначеній послідовності процес, що відбувається в циліндрі і викликає перетворення теплової енергії в механічну роботу, називається **робочим циклом двигуна**.

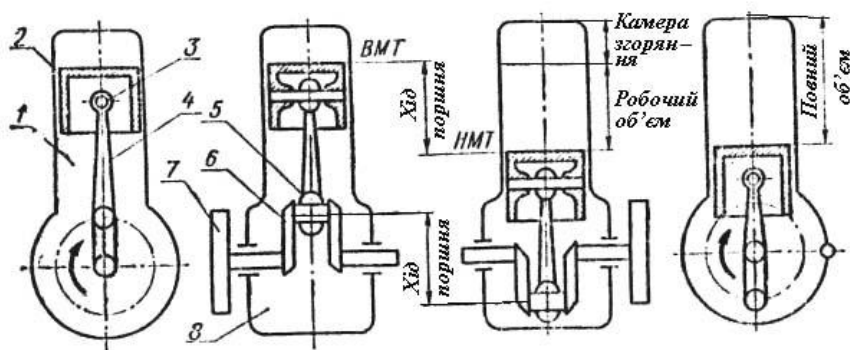


Рис. 3.5 – Схема двигуна внутрішнього згорання з основними визначеннями за робочим циклом:

1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – поршневі палець; 4 – шатун; 5 – нижня головка шатуна; 6 – колінчатий вал; 7 – маховик; 8 – картер

Схема двигуна внутрішнього згорання приведена на рис. 3.5. В циліндрі 1 знаходиться поршень 2, зв'язаний через поршневі палець 3 з верхньою головкою шатуна 4.

Нижня головка 5 шатуна з'єднана з кривошипом колінчатого вала 6, що, у свою чергу, зв'язаний з маховиком 7. Колінчатий вал встановлено у картері 8 на підшипниках.

Об'єм у циліндрі, що звільняється при переміщенні поршня з верхньої мертвої точки в нижню мертву точку, називається **робочим об'ємом циліндра**.

Об'єм над поршнем при положенні його у верхній мертвій точці називається **об'ємом камери згорання**.

Сума об'єму камери згорання і робочого об'єму циліндра називається **повним об'ємом циліндра**.

Відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згорання називається **ступенем стиску**.

За принципом роботи мотоциклетні двигуни поділяються на двотактні і чотиритактні.

Двигун, у якому робочий цикл відбувається за чотири ходи поршня, що відповідає двом обертам колінчатого вала, називається **чотиритактним**, а двигун, у якому робочий цикл відбувається за два ходи поршня, тобто за один оберт колінчатого вала, – **двотактним**.

Робочий цикл чотиритактного двигуна (рис. 3.6) починається з такту впуску (а), потім ідуть такти стиску (б), розширення (в) (робочий хід) і впуску (г).

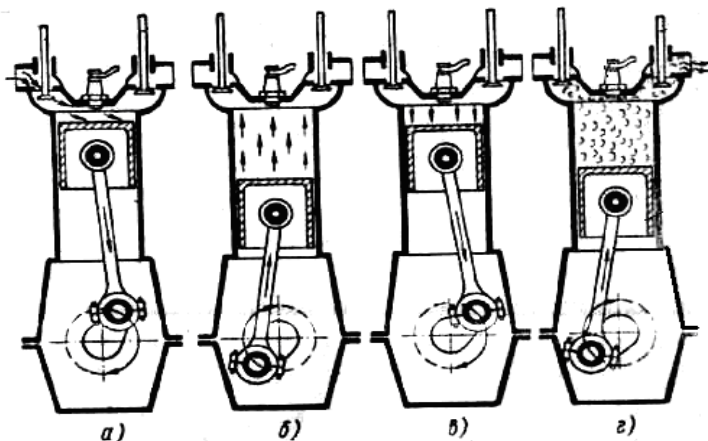


Рис. 3.6 – Схема робочого процесу чотиритактного двигуна:
а) такт впуску; б) такт стиску; в) такт розширення; г) такт впуску

Нижня мертва точка (НМТ) – це положення поршня, коли він знаходиться на мінімальній відстані від осі колінчатого вала.

Відстань між верхньою і нижньою мертвими точками називається **ходом поршня**.

За час такту впуску (рис. 3.6, а) циліндр заповнюється пальною сумішшю. Кривошип колінчатого вала повертається на півоберта, а зв'язаний з ним шатун переміщує поршень від верхньої мертвої точки до нижньої. У цей час впускний клапан відкритий, а випускний клапан закритий.

За мірою переміщення поршня збільшується об'єм над поршнем, створюється розрідження, і в циліндр засмоктується пальна суміш. Після заповнення циліндра пальною сумішшю впускний клапан закривається.

Під час такту стиску (рис. 3.6, б) кривошип колінчатого вала робить півоберта, змушуючи поршень переміщатися від нижньої мертвої точки до верхньої. Обидва клапани залишаються закритими.

При цьому робоча суміш стискається і нагрівається, розпоршені частки пального випаровуються, створюються сприятливі умови для згорання робочої суміші. Наприкінці цього такту електрична іскра підпалює робочу суміш.

Під час такту розширення (робочий хід) (рис. 3.6, в) робоча суміш згорає. При цьому виділяється велика кількість тепла, тиск утворених в циліндрі газів різко зростає.

Під тиском газів поршень, переміщуючись від верхньої мертвої точки до нижньої, за допомогою шатуна обертає колінчатий вал двигуна.

Кривошип колінчатого вала робить півоберта. Обидва клапани при цьому закриті. В міру переміщення поршня об'єм над ним збільшується, у результаті чого тиск і температура газів у циліндрі падають.

Під час такту впуску (рис. 3.6, г) циліндр очищується від продуктів згорання. Колінчатий вал під впливом маховика, який накопичив енергію, робить наступну половину оберту, а поршень переміщається від нижньої мертвої точки до верхньої.

У цей час спускний клапан закритий, а випускний відкритий. За мірою переміщення поршня відпрацьовані гази виштовхуються з циліндра.

Робочий цикл закінчується й у тій же послідовності починається новий.

Таким чином, у робочому циклі чотиритактного двигуна тільки один такт (такт розширення) є робочим, інші три такти допоміжні і вимагають витрати енергії. Цю енергію накопичує і витрачає маховик.

Щоб забезпечити більш рівномірну роботу двигуна, його роблять двоциліндровим (іноді і з великим числом циліндрів), зміщуючи такти в циліндрах один щодо іншого.

Трохи інакше протікає робочий процес у двотактному двигуні (рис. 3.7). Він відбувається за один оберт колінчатого вала.

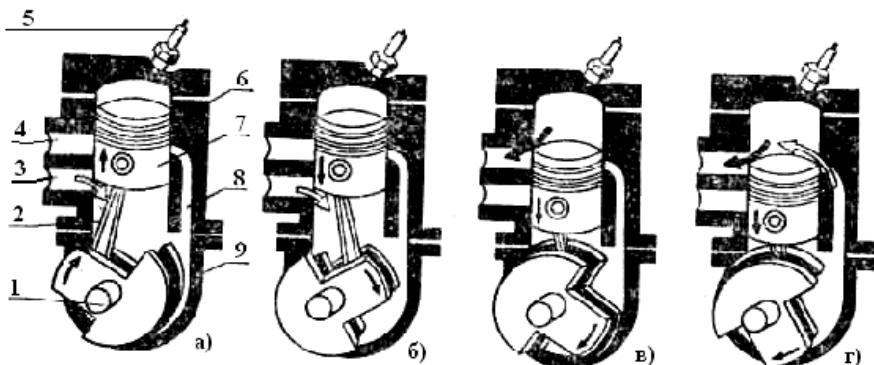


Рис. 3.7 – Робочий цикл двотактного двигуна:

а) стиск; б) робочий хід; в) випуск; г) продувка;

1 - колінчатий вал; 2 – шатун; 3 – впускне вікно; 4 – випускний патрубок;
5 – свіча запалювання; 6 – циліндр; 7 – поршень; 8 – продувний канал;
9 – картер

На відміну від чотиритактного двигуна, що має клапанну систему газорозподілу, двотактний двигун такої системи не має.

Тут циліндр, картер і поршень мають ускладнену конструкцію. В тілі циліндра відлиті канали (вікна), кривошипна камера при закритих вікнах повинна бути герметичною.

Розглянемо, як працює такий двигун. Пальна суміш з карбюратора надходить спочатку в кривошипну камеру – об'єм картера, де розміщені колінчатий вал, шатун, аж до внутрішньої стінки поршня.

Кривошипна камера є свого роду продувним насосом. Під час руху поршня нагору (рис. 3.7, а) під ним (у картері) утворюється розрідження.

Коли нижня крайка поршня відкриває впускне вікно, з карбюратора надходить пальна суміш. При цьому перепускне (продувне) і випускне вікна закриті.

Потім поршень починає опускатися (рис. 3.7, б) і, закривши впускне вікно, стискає пальну суміш у картері. Це відбувається доти, поки верхній зріз поршня не відкриє продувне вікно (рис. 3.7, в). Тоді пальна суміш,

надходячи по продувних (перепускних) каналах у надпоршневий об'єм, заповнює циліндр (рис. 3.7, е).

Надходження пальної суміші в циліндр продовжується доти, поки при ході поршня нагору не закриються верхні продувні вікна. Однак у цей час залишається відкритим ще випускне, більш високе вікно – через нього інтенсивно виділяються продукти згорання, що витісняються свіжою сумішшю: йде продувка циліндра.

Потім закривається випускне вікно і робоча суміш, яка надійшла в циліндр, стискується і підпалюється від іскри. Далі відбувається такт розширення. Поршень рухається вниз під тиском газів, які утворюються при згоранні робочої суміші. При русі поршня вниз відкривається випускне вікно, починається випуск відпрацьованих газів.

Слідом за випускним вікном відкриваються продувні вікна, пальна суміш з картера знову наповнює циліндр. Надходження її в циліндр сприяє кращому очищенню циліндра від відпрацьованих газів, відбувається знов «продувка», тобто циліндр одночасно з наповненням свіжою пальною сумішшю звільняється від відпрацьованих газів. Очищення циліндра від продуктів згорання і наповнення його пальною сумішшю відбуваються одночасно.

Такий процес перепуску пальної суміші з картера до циліндра за одночасного випуску продуктів згорання може проходити за допомогою різного типу продувок. За розташуванням продувка розрізняється: покладені на діаметрально протилежних сторонах циліндра, хрестоподібна – по двох і чотирьох каналах, зворотно-петлева продувка – по двох, трьох і чотирьох каналах.

На вітчизняних мотоциклах встановлюються двотактні двигуни з кривошипно-камерною двоканальною і чотириканальною зворотно-петлевою продувкою.

При продувці частина суміші іде в атмосферу з відпрацьованими газами. Це знижує економічність двотактних двигунів.

Кривошипно-шатунний механізм

Кривошипно-шатунний механізм перетворює прямолінійний зворотно-поступальний рух поршня на обертальний рух колінчатого вала.

Кривошипно-шатунний механізм (рис. 3.8) складається з циліндра 3, поршня 5 з кільцями 2, поршневого пальця 4, шатуна 6, колінчатого вала 9 і картера 8.

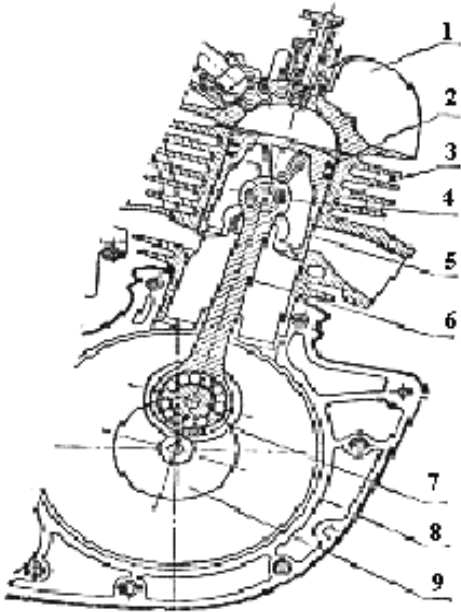


Рис. 3.8 – Кривошипно-шатунний механізм

Циліндр є однією з основних частин двигуна, в середині якої відбуваються всі процеси робочого циклу. Крім того, він служить для направлення руху поршня.

До міцності, твердості і зносостійкості циліндрів пред'являються підвищені вимоги, оскільки в них у процесі роботи розвиваються високі тиск і температура, а також виникають великі сили тертя на дотичних поверхнях поршнів і циліндрів.

Матеріал, з якого виготовляється циліндр, а також форма і число ребер охолодження повинні забезпечити інтенсивне від-

ведення тепла, щоб уникнути перегріву двигуна, що приводить до ненормальної роботи і втрати потужності.

Довгий час циліндри відливали цілком зі спеціального чавуну. Але на сучасному рівні він не може задовольнити конструкторів, тому що занадто сильно збільшує вагу двигуна і не забезпечує охолодження за великих потужностей.

Тому зараз практично скрізь циліндри роблять багат шаровими: гільза відливається з високоміцного зносостійкого чавуну, а сорочка – з алюмінію. Так зроблені циліндри двигунів на мотоциклах «Іж», «Схід», «Ява» і багатьох інших.

Як відзначалося вище, на конструкції циліндрів вирішально позначається характер робочого процесу. У чотиритактних двигунах циліндри гранично прості, гладкі (газорозподілом «завідує» спеціальний механізм). На двотактних – навпроти: головка дуже проста, а циліндр, що є й одним з елементів газорозподілу, має складну конструкцію із системою вікон і каналів (рис. 3.9).

Внутрішня поверхня циліндра, по якій ковзає поршень (дзеркало), шліфується до високого ступеня чистоти.

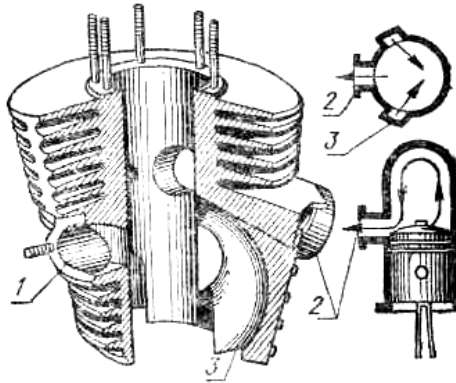


Рис. 3.9 – Циліндр двотактного двигуна

Існують дві основні системи газорозподілу чотиритактних двигунів: нижньоклапанна (рис. 3.10) і верхньоклапанна. Дуже розповсюджений верхньоклапанний газорозподіл, за якого клапани з короткими стрижнями знаходяться в головці, де розміщені керуючі ними кулачки. (Приклад – двигун мотоциклів МТ-10, М-63, «Урал».)

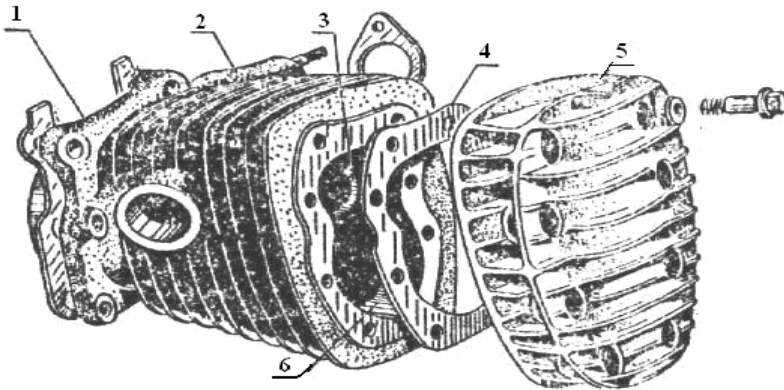


Рис. 3.10 – Циліндр, прокладка і головка циліндра чотиритактного двигуна з нижніми клапанами:

1 – клапанна коробка циліндра; 2 – циліндр; 3 – сідло клапана; 4 – прокладка; 5 – головка циліндра; 6 – робоча поверхня циліндра (дзеркало)

Головка циліндра

Внутрішня порожнина головки циліндра утворює камеру згорання, у якій є отвір для свічі запалювання. Головка відливається з алюмінію.

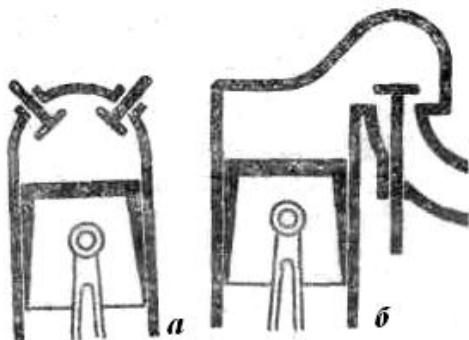


Рис. 3.11 – Види камер згорання:
а) сферична; б) Г-подібна

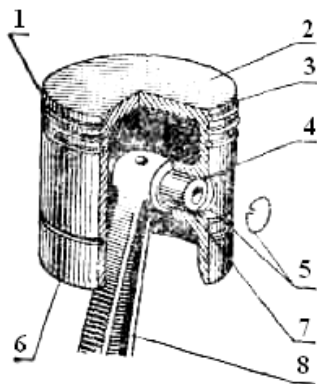


Рис. 3.12 – Поршень і поршневі кільця:
1 – поршневі кільця; 2 – днище; 3 – головка; 4 – поршневий палець; 5 – стопорне кільце; 6 – юбка; 7 – бобишка; 8 – шатун

ньо сприймає тиск газів. У головці поршня наявні канавки для поршневих кілець.

У чотиритактних двигунах встановлюють ще оливоз'ємні кільця для зняття надлишку оливи з стінок циліндра. При установці на поршень компресійні кільця чотиритактного двигуна повинні бути повернені замками в різні сторони для зменшення пропуску газів.

У двотактному двигуні кільце фіксується на поршні в точно визначеному положенні спеціальним штифтом, що не дає можливості кільцю повернутися, захищаючи його в такий спосіб від неминучого западання в одне з вікон і від подальшої поломки.

нієвого сплаву і має розливе оребрення для відведення тепла. За формою бувають сферичні та Г-подібні камери згорання (рис. 3.11).

Для герметизації стику між головкою та циліндром раніше на всіх мотоциклах установлювались прокладки. Зараз вони ставляться лише на чотиритактних двигунах.

На двотактних двигунах, де головка дуже проста і тому досить тверда, ущільнення досягається гарною обробкою поверхневого зіткнення.

Поршень (рис. 3.12) сприймає навантаження від тиску газів і передає його через палець шатуну під час робочого ходу, а у двотактному двигуні ще й виконує функції клапанів при допоміжних тактах (впуск, стиск, випуск).

Поршень складається з головки і юбки. Верхня площина головки (днище) обмежує робочу порожнину циліндра і безпосередньо

Юбка, стикаючись зі стінками циліндра, направляє рух поршня. У середній частині поршня є приливи-бобишки – для установки поршневого пальця, що шарнірно з'єднує поршень з верхньою головкою шатуна. Осьовому переміщенню пальця перешкоджає стопорне кільце.

Шатун (рис. 3.13) служить для передачі зусиль від поршня кривошипу. Найчастіше це сталевий стрижень двотаврового або еліптичного перерізу.

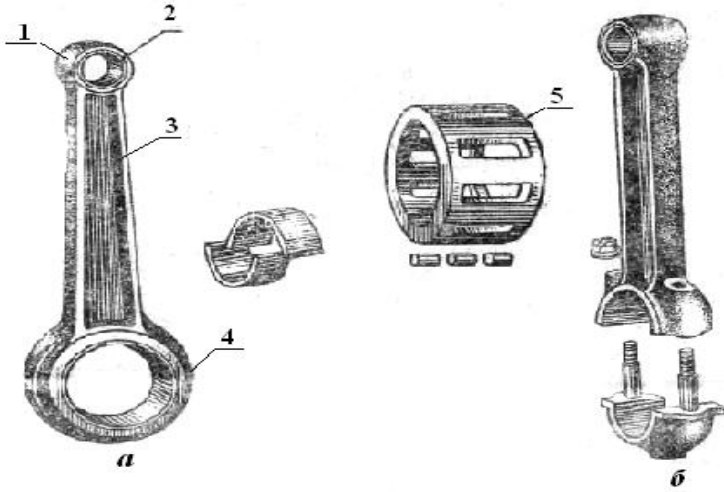


Рис. 3.13 – Шатуни

Менша головка шатуна з'єднується з поршневим пальцем (найчастіше через бронзову втулку, але іноді і через голчастий підшипник), а велика – із кривошипним пальцем колінчатого вала (найчастіше за допомогою роликового підшипника, але іноді і підшипника ковзання).

Колінчатий вал (рис. 3.14) сприймає зусилля від поршня через шатун, перетворює їх в обертальний момент та передає його на трансмісію.

Ці зусилля передаються за допомогою кривошипа, що складається з кривошипного пальця (шатунної шийки, охопленої головою шатуна), двох щік з противагами і двох корінних пальців або шийок, на яких кривошип обертається в підшипниках. У двотактних двигунах шатунна шийка або щоки з двох сторін її утворюють свого роду маховик, що забезпечує рівномірне обертання колінчатого вала, полегшує пуск двигуна і рушення з місця за рахунок накопиченої при обертанні кінетичної енергії.

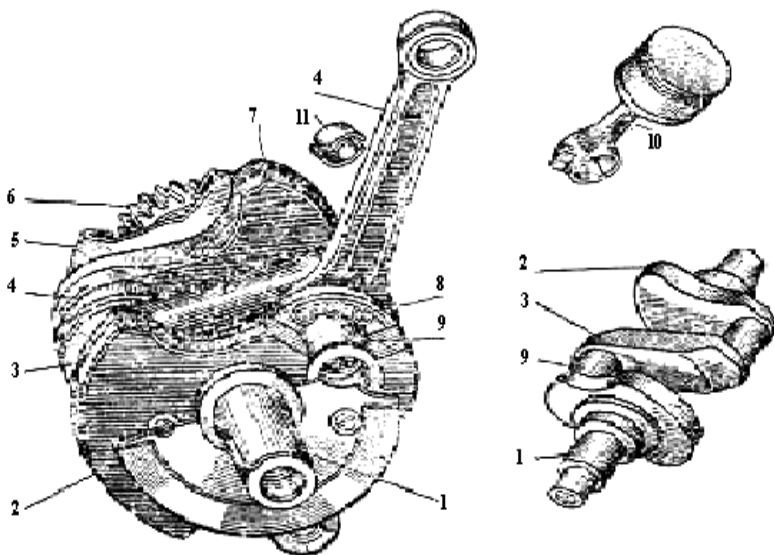


Рис. 3.14 – Колінчаті вали мотоциклів

Колінчатий вал двоциліндрового двигуна Іж-ЮЗ складається з двох валів, з'єднаних виносним маховиком. Колінчатий вал чотиритактних двоциліндрових двигунів має два коліна, розташованих в одній площині під кутом 180° , і складається з двох цапф із корінними шийками. Колінчатий вал установлений на підшипниках у картері двигуна.

Маховик забезпечує рівномірне обертання колінчатого вала, полегшує розкручування його, допомагає переборювати опір стиску в циліндрі під час пуску двигуна.

У двотактних двигунах маховик – складова частина колінчатого вала, у чотиритактних вітчизняних двигунах – це чавунний диск, у якому розміщується зчеплення.

Картер – основа, на яку кріплять усі головні деталі двигуна. Картер виготовляють з алюмінієвого сплаву. Об'єм картера, у якому обертаються щоки колінчатого вала і шатун, називається кривошипною камерою (рис. 3.15).

Кривошипна камера чотиритактного двигуна з'єднується з атмосферою, про що докладно буде сказано нижче.

У двотактному ж двигуні, як уже відзначалося, кривошипна камера герметична, оскільки є свого роду насосом, де відбувається попередній стиск свіжої суміші і відкіля вона потім перепускається в надпоршневий об'єм.

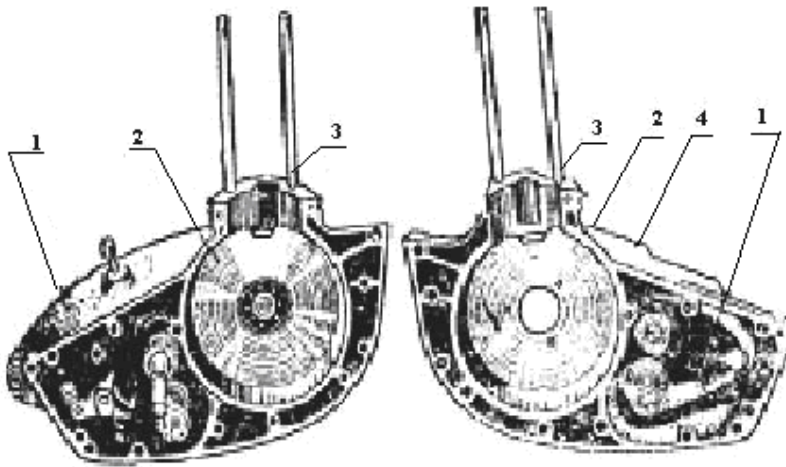


Рис. 3.15 – Картер двотактного двигуна:

1 – картер коробки передач; 2 – картер кривошипної камери; 3 – продувні канали картера; 4 – права половина картера

Двотактні двигуни мають загальний картер з коробкою передач і зчепленням. Як правило, картер складається з двох половин з різниманням у подовжній вертикальній площині.

У чотиритактного двигуна в передній частині картера розташована коробка розподільних шестерень: у верхній частині – розташований розподільний (кулачковий) вал, закріплений підшипниками. Знизу картер закритий штампованою кришкою – піддоном. Між картером і піддоном установлена прокладка.

Під час роботи двигуна частина робочої суміші і відпрацьованих газів проривається в картер через зазори і нещільності поршневих кілець. Крім того, при русі поршня до нижньої мертвої точки об'єм картера зменшується, гази, що знаходяться в порожнині картера, стискаються і під їх тиском олива може вичавлюватися назовні через з'єднання картера з кришками і сальники. Щоб цього уникнути, застосовується примусова вентиляція картера.

Для з'єднання внутрішньої порожнини його з атмосферою при русі поршня вниз та ізоляції її від атмосфери при русі поршня нагору призначений сапун, що встановлюється в центральному отворі кришки розподільної коробки. За надлишкового тиску пружинка клапана сапуна стискається і сапун пропускає гази в атмосферу.

У кривошипно-шатунному механізмі можуть виникати несправності через утворення нагару і знос деталей механізму. У таких випадках з'являються сторонні шуми і стукоти. Може статися заїдання поршня через перегрів двигуна, падіння потужності двигуна через знос поршнів, поршневих кілець, пальців.

Кривошипно-шатунний механізм має потребу в постійному технічному обслуговуванні. При щоденному огляді необхідно очищати картер циліндра і головки від бруду і пилу, оскільки вони погіршують охолодження двигуна. Періодично необхідно підтягувати гайки кріплення головки, кришок картера, стежити за відсутністю підтікання і підсмоктування повітря в з'єднаннях. Слід періодично за графіком очищати камеру згорання від нагару.

При зносі кілець і поршнів номінальних розмірів їх заміняють на ремонтні. Циліндр при великому зносі розточується і шліфується під поршень ремонтного розміру.

Може статися також закоксування поршневих кілець у канавках поршня, унаслідок відкладення нагару і смолистих речовин, що утримуються в паливі. Видаляють нагар уламком старого кільця або гострим шабером. Нагар попередньо розм'якшується сумішшю гасу і денатурованого спирту або бензином.

При експлуатації чотиритактних двигунів необхідно стежити за станом сапуна. У виходящих через сапун з картера газів є пари води. Тому при експлуатації в зимовий час у гумовій трубці, що з'єднує сапун з повітряним фільтром, може утворитися крижана пробка. Вона буде перешкоджати виходу газів з картера і викликати протікання оливи через ущільнювальні сальники. Взимку цю трубку краще знімати.

Механізм газорозподілу

Механізм газорозподілу служить для впуску в циліндр пальної суміші і випуску відпрацьованих газів відповідно до протікання робочого процесу в циліндрі.

У чотиритактних двигунах мотоциклів застосовується клапанний механізм газорозподілу, у якому впуск суміші і випуск відпрацьованих газів відбувається шляхом відкриття і закриття клапанів (рис. 3.16). У двотактних двигунах мотоциклів застосовується безклапанний газорозподіл, тобто згадані вище процеси відбуваються за допомогою перекриття вікон поршнем двигуна.

Для кращого наповнення циліндра свіжою пальною сумішшю і гарного очищення його від відпрацьованих газів у двотактних двигунах відкриття і закриття вікон, а в чотиритактних – клапанів відбува-

ється не в момент перебування поршня в одній з мертвих точок, а з запізнюванням або випередженням.

Моменти початку відкриття і кінця закриття впускного і випускного клапанів (для двотактних двигунів) та вікон, виражені у градусах кута повороту колінчатого вала стосовно мертвих точок, називаються фазами газорозподілу.

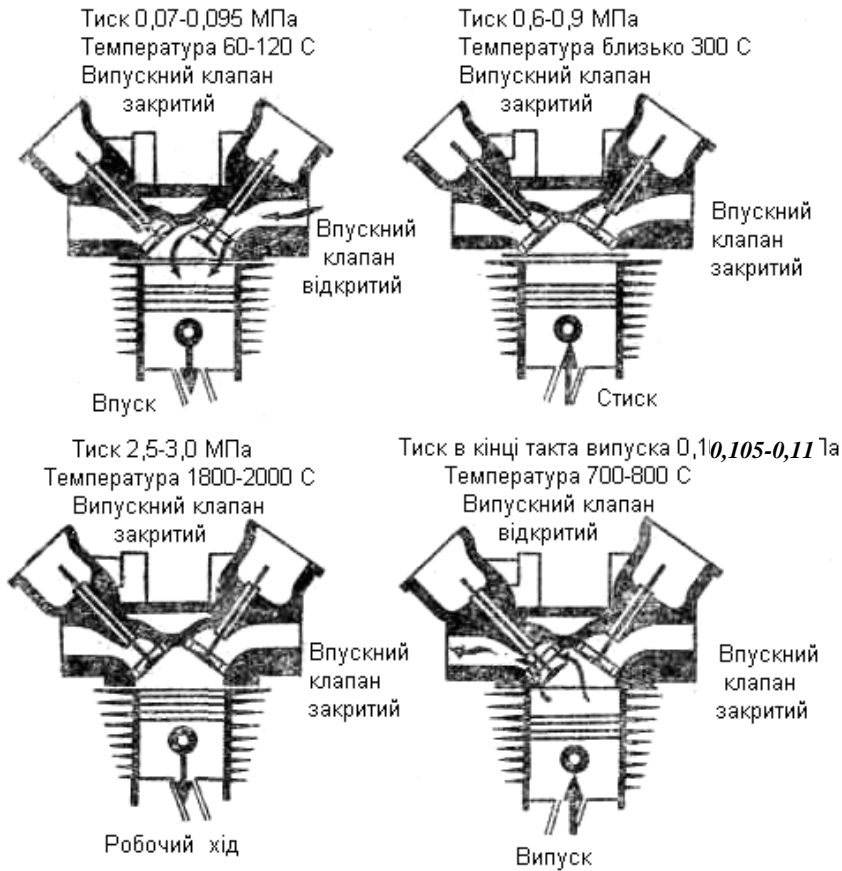


Рис. 3.16 – Робота клапанів чотиритактного двигуна

Випередження відкриття (випередження впуску) і запізнювання закриття (запізнювання впуску) випускного клапана збільшує тривалість впуску, за рахунок чого підвищується наповнення циліндра свіжою пальною сумішшю.

Тривалість випуску на двигунах у такий же спосіб збільшується, що поліпшує очищення циліндра від залишків згорілого палива. Отже, впускний і випускний клапани (вікна) протягом визначеного проміжку відкриті одночасно. Цей період, виражений у градусах кута повороту колінчатого вала, називається перекриттям.

В механізм газорозподілу чотиритактного двигуна входять: розподільний вал, привод клапанів і власне клапани з клапанними пружинами.

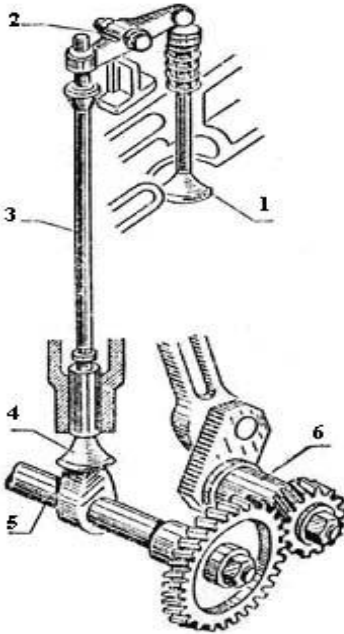


Рис. 3.17 – Механізм газорозподілу з верхніми клапанами:

1 – клапан; 2 – коромисло; 3 – штанга;
4 – штовхач; 5 – колінчатий;
розподільний вал; 6 – колінчатий вал

У верхньоклапанних двигунах (мотоцикли «Урал» і «Дніпро») клапани розташовані в головці циліндра (рис. 3.17), у нижньоклапанних двигунах (мотоцикл К-750) клапани розміщені у припливі циліндра (рис. 3.18).

Відповідно до різного розташування клапанів різною є і конструкція приводу до них від розподільного вала. У верхньоклапанних двигунів цей привод здійснюється через штовхачі, штанги та коромисла, а в нижньоклапанних – тільки через штовхачі.

Точне відношення приводу таке, що розподільний вал обертається у два рази повільніше колінчатого вала. Цим забезпечується відкриття кожного клапана один раз за повний цикл роботи двигуна, тобто за два оберти колінчатого вала.

Для забезпечення правильних фаз газорозподілу шестерні розподільного і колінчатого валів двигуна установлюються один відносно одного в точно визначеному положенні, відзначеному на заводі-виготовлювачі відповідними мітками на їх торцях.

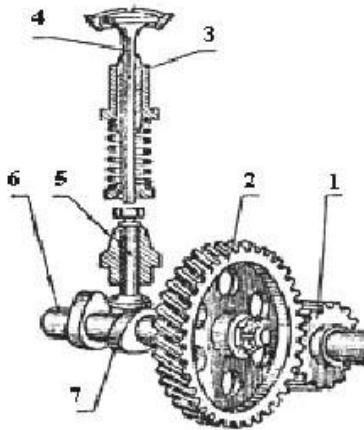


Рис. 3.18 – Механізм газорозподілу з нижніми клапанами:

1 – шестерня колінчатого вала; 2 – шестерня розподільного вала; 3 – напрямна клапана; 4 – клапан; 5 – штовхач; 6 – розподільний вал; 7 – кулачок

Фази газорозподілу

При обертанні розподільного вала його кулачки, набігаючи своїми виступами на штовхачі, змушують їх переміщатись уздовж напрямних. Штовхачі, у свою чергу, через штанги і коромисла або безпосередньо натискають на стрижні клапанів та, стискаючи пружини, відкривають клапани.

Закриття клапанів відбувається під дією клапанних пружин після того, як кулачок повернеться настільки, що перестане тиснути своїм виступом на штовхач.

Діаграма фаз газорозподілу чотиритактного двигуна мотоцикла К-750 показана на рис. 3.19.

Для щільної посадки головки клапана в сидло нижньоклапанного двигуна між клапаном і штовхачем, а у верхньоклапанного – між клапаном і коромислом є регульований зазор. Зазор необхідний тому, що при нагріванні деталі приводу циліндр і клапан розширюються неоднаково і щільність посадки також неминуче порушилась би без нього.

Максимальну потужність двигуна можна одержати тільки при правильно відрегульованих зазорах. Величина оптимального зазору для кожного типу двигуна визначається заводом-виробником з урахуванням ненавантаженої роботи клапанного приводу і щільної посадки клапанів у сидлах. Ця величина зазначена в інструкції до мотоцикла. Там же пояснюється, для якого двигуна – «холодного» або «гарячого» – зазначена ця величина.

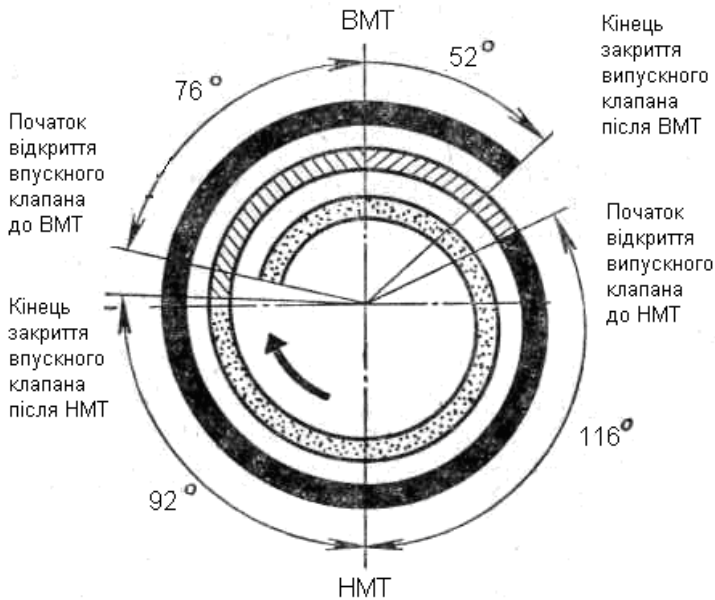


Рис. 3.19 – Діаграма фаз розподілу двигуна мотоцикла К-750

Змінюються зазори загортанням чи вивертанням спеціального регулювального наконечника з контргайкою.

При роботі механізму газорозподілу на робочих поверхнях клапанів згодом може утворитися нагар, з'явитися раковини, що призведе до нещільної посадки клапана в сідлі. У такому випадку необхідно клапани притерти за допомогою абразивної пасти чи порошку. Трапляються також поломки клапанних пружин. Поламані пружини замінюють.

Газорозподіл у двотактному двигуні здійснюється поршнем. Такий пристрій не вимагає ніякого регулювання.

Найвигідніші фази газорозподілу визначаються при проектуванні двигуна. Кути випередження і запізнювання і, отже, тривалість перекриття роблять тим більше, чим більше швидкість обертання колінчатого вала двигуна, що відповідає його максимальній потужності.

Для продувки внутрішньої порожнини циліндра, а також для зменшення стиску при пуску двигуна служить декомпресор, що складається з клапана з пружиною і троса з важелем приводу на кермі.

При натисканні на важіль клапан відкривається і за допомогою пускового механізму продувається циліндр.

При перегріві двигуна іноді також для охолодження циліндра використовують декомпресор.

Паливо і пальні суміші

Система живлення (рис. 3.20) служить для збереження, очищення і подачі палива, очищення повітря, готування пальної суміші потрібного складу і відведення продуктів згорання.

Ці функції відповідно виконують паливний бак з краном і бензопроводом, повітроочищувач, карбюратор, випускні труби з глушником. У такому порядку ми і будемо ці елементи розглядати.

Паливний бак

У паливному баці зберігається запас палива. Об'єм бака підбирається таким чином, що, незалежно від кубатури двигуна, палива звичайно вистачає на 300 – 350 кілометрів шляху.

Бак має заливну горловину з пробкою. У пробці неодмінно є невеликий отвір, що сполучає внутрішній об'єм з атмосферою. У процесі експлуатації цей отвір потрібно періодично прочищати, інакше паливо перестане надходити з бака.

Паливний краник

Паливний краник КР-12 об'єднаний в один об'єм з відстійником і сітчастим фільтром. Ручка краника може займати три положення, відзначені буквами: «З» – краник закритий (ручка повернена вниз); «ОБ» – краник відкритий (ручка повернена вліво); «Р» – краник відкритий на витрату резерву (ручка повернена вправо). У цьому випадку пального залишиться на 20-30 км шляху.

Сітчастий фільтр паливного краника здійснює очищення пального, а у відстійнику осаджуються сторонні домішки, що потрапили в

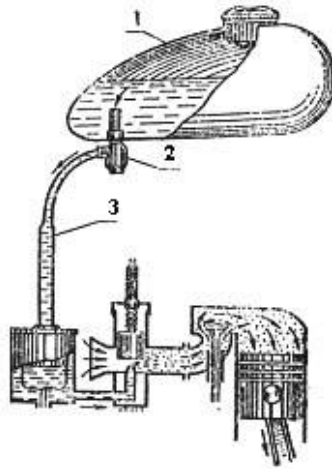


Рис. 3.20 – Прилади системи живлення двигуна:

1 – бензобак; 2 – бензокраник з відстійником і фільтром; 3 – бензопровід; 4 – карбюратор

паливний бак. Сітчастий фільтр і відстійник необхідно регулярно промивати в бензині.

Паливо

Для мотоциклетних двигунів внутрішнього згорання використовуються автомобільні бензини різних марок, одержувані з нафти шляхом її переробки.

За різних режимів роботи двигуна пред'являються різні вимоги до складу суміші.

При пуску потрібна багата суміш; за малої швидкості обертання на холостому ходу вона повинна бути збідненою, за середніх навантажень двигун мотоцикла працює на нормальній суміші; а щоб двигун міг розвинути максимальну потужність, потрібна збагачена суміш.

Карбюратор

Процес готування пальної суміші називається карбюрацією, а прилад, у якому цей процес здійснюється, – карбюратором. Таким чином, саме карбюратор повинен за різних режимів роботи двигуна виробляти суміш відповідного складу.

Працює карбюратор за принципом звичайного пульверизатора. Тому він називається пульверизаційним або розпилюючим. Найпростіший карбюратор (рис. 3.21) складається з двох основних елементів: поплавкової і змішувальної камер.

У поплавковій камері, як це видно із самої назви, знаходиться легкий пустотілий поплавець. Він може переміщатися вертикально разом з голкою, на якій закріплений.

Конусне вістря голки є клапаном, щільно притертим по сідлу. Коли бензин заповнює поплашкову камеру до визначеного рівня, поплавець піднімається і конусною голкою клапаном перекриває отвір, через який подається бензин.

Падає рівень бензину в камері – поплавець опускається, клапан пропускає порцію бензину, але поплавець знову піднімається і клапан сідає в сідло.

З поплавковою камерою зв'язаний за принципом сполучених посудин розпилювач – тонка трубочка, що виходить у змішувальну камеру.

Довжина розпилювача вибирається такою, щоб рівень палива був на 1-2 мм нижче верхнього зрізу розпилювача.

У корпус розпилювача паливо подається через калібрований отвір – жиклер.

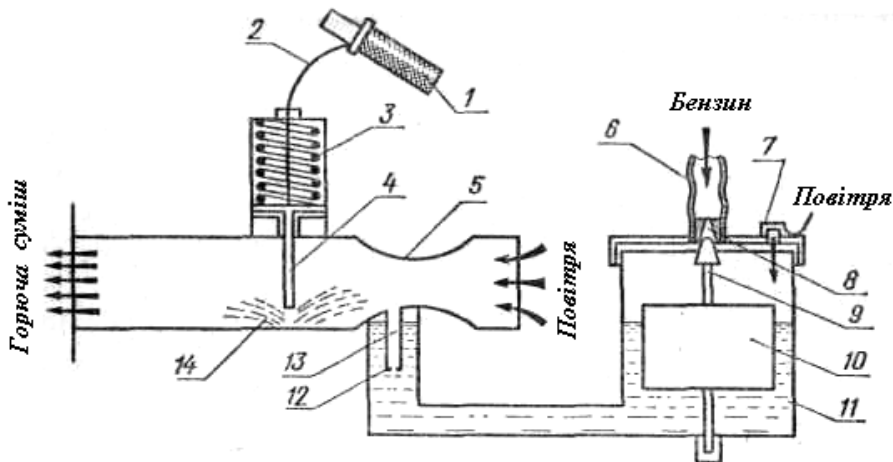


Рис. 3.21. Схема пристрою і роботи найпростішого карбюратора:

1 – поворотна рукоятка керування дросельною заслінкою; 2 – трос привода заслінки; 3 – пружина; 4 – дросельна заслінка; 5 – дифузор; 6 – паливний канал; 7 – атмосферний отвір; 8 – сідло запірної голки; 9 – запірна голка; 10 – поплавець; 11 – поплавкова камера; 12 – жиклер; 13 – розпилувач; 14 – змішувальна камера

При такті впуску в циліндрі (або кривошипній камері) створюється розрідження. Повітря з атмосфери спрямовується через змішувальну камеру карбюратора у двигун, із зони розпилувача він проходить через звуження (дифузор), за рахунок чого швидкість повітряного потоку різко збільшується, а статичний тиск у ньому падає, стає нижче атмосферного (тобто тиску в поплавковій камері).

Різниця тисків у поплавковій камері і над розпилувачем змушує паливо фонтанувати з розпилувача. У дифузоре краплі бензину дробляться, роздрібнюються, бензин випаровується, змішується з повітрям і цією пальною сумішшю у виді плівки, емульсії, рухається по патрубку в циліндр.

Для регулювання кількості суміші, що надходить у двигун, у дифузоре встановлюється повітряна заслінка. Піднімаючи або опускаючи її («керуючи дроселем») за допомогою оберткової рукоятки на кермі, водій збільшує або зменшує кількість повітря, що проходить через дифузор, а, отже, змінює швидкість потоку і розрідження над розпилувачем, від чого змінюється пропорційно і кількість бензину, що впливає з розпилувача.

Однак кількісне регулювання не може забезпечити одержання потрібного складу суміші, відповідно до зміни режиму роботи двигуна. Щоб склад суміші змінювався ще і за якістю, застосовуються різні способи гальмування палива: механічне і повітряне (пневматичне) (рис. 3.22).

Перше полягає в тому, що в розпилювач уводиться конусна дозуюча голка 2, що зв'язана з дроселем, і тим більше відкриває прохід для палива, чим більше відкритий дросель.

Друге (пневматичне) – здійснюється за допомогою каналу 4, по якому до розпилювача додатково подається повітря. Внаслідок цього в зоні розпилювача розрідження падає і зменшується (загальмовується) швидкість витікання бензину.

Для кожного конкретного карбюратора величини дозуючих елементів – дифузора, жиклера, конусної голки – визначаються розрахунком, а потім підбираються емпіричним шляхом.

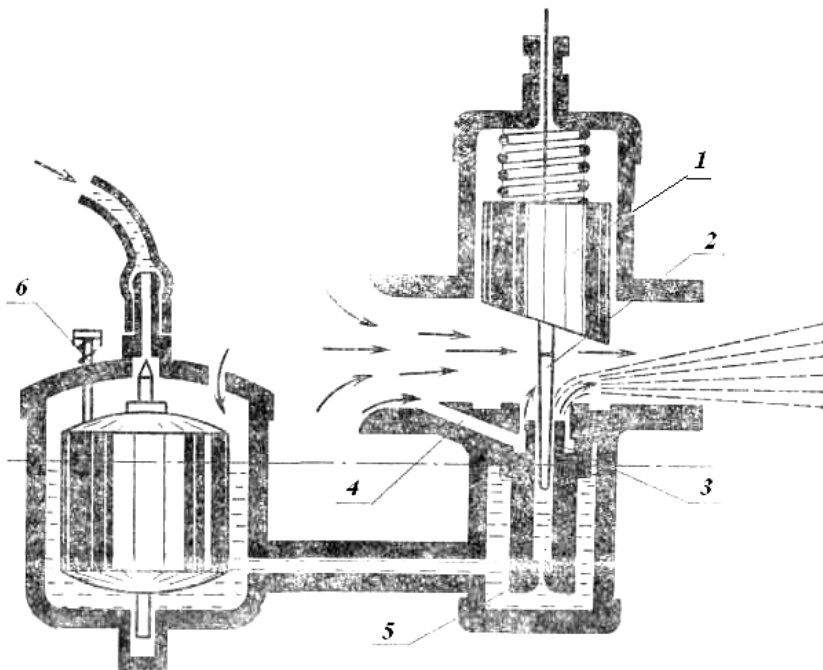


Рис 3.22 – Схема роботи карбюратора з комбінованим гальмуванням палива

1 – дросельний золотник; 2 – конусна (дозуюча) голка; 3 – розпилювач;
4 – повітряний канал

Однак, як уже відзначалося, на різних режимах роботи двигуна вимоги до складу суміші настільки різні, що перерахованими пристроями обійтися неможливо.

Для пуску холодного двигуна, наприклад, необхідна збагачена суміш, тому що за низької температури випаровуваність бензину нижче. Крім того, частина парів бензину конденсується на холодних деталях двигуна, на шляху в камеру згорання. Суміш може виявитися настільки бідною, що не запалиться від іскри.

Для сильного збагачення робочої суміші під час пуску холодного двигуна існує кнопка – втоплювач поплавця, при натисканні на яку поплавець із запірною голкою опускається, і рівень бензину в поплавковій камері піднімається. Піднімається рівень бензину й у розпилювачі – суміш збагачується. Сильно збагачувати суміш потрібно тільки при пуску холодного двигуна. Якщо ж мотор гарячий, то патрубком карбюратора і сам карбюратор також нагріті, випаровуваність бензину досить висока і натискати на втоплювач не варто, тому що це може привести до надмірного збагачення, за якого, суміш не займеться.

Для роботи двигуна на ненавантаженому ходу і при малих навантаженнях потрібна збіднена суміш. У дію вступає система холостого ходу. Вона складається з жиклера холостого ходу, розпилюючих каналів і двох регулювальних гвинтів. Гвинт якості суміші звичайно регулює надходження повітря або паливноповітряної емульсії до жиклера холостого ходу. Гвинт кількості суміші (або гвинт упору дроселя) регулює величину щілини під закритим дросельним золотником для повітря, що надходить у двигун.

На деяких моделях карбюраторів є додатковий пристрій: паливний або повітряний коректор. Його задача – забезпечувати найкращий склад суміші на режимах максимальної потужності.

Паливний коректор не що інше, як ще один жиклер, що подає паливо в спеціальний колодязь. Витікання його з колодязя регулюється конусною голкою, керування якою виведено на кермо.

Повітряний коректор – пластинка, що перекриває частину прохідного перетину дифузора. Вона також піднімається або опускається за допомогою важільця на кермі.

Розглянемо для прикладу будову і роботу карбюратора К-36Б, встановлюваного на мотоциклі «Схід-2» (рис. 3.23).

В корпусі змішувальної камери розташовані: дифузор, дросель і розпилювач. Головний жиклер, жиклер паливного коректора, жиклер рисих обертів і холостого ходу мають точно калібровані отвори.

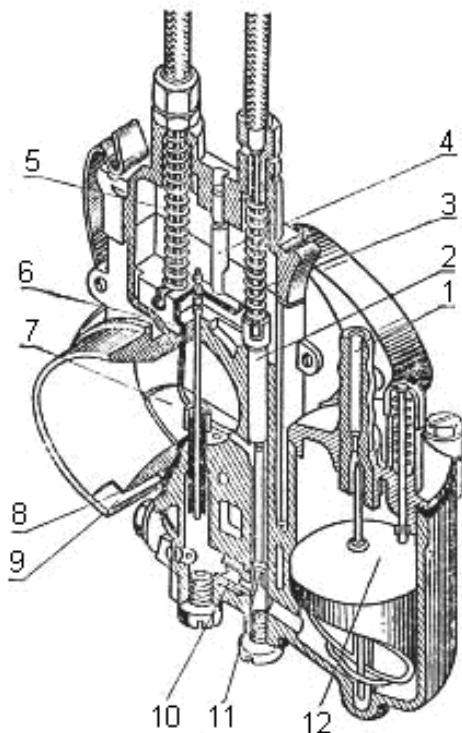


Рис. 3.23 – Карбюратор К-36Б
 1 – штуцер; 2 – паливний коректор; 3 – пружина паливного коректора; 4 – обмежувач підйома дросельного золотника; 5 – пружина дросельного золотника; 6 – дросельна голка; 7 – корпус сумішної камери; 8 – повітряний канал; 9 – розпилювач; 10 – паливний жиклер; 11 – жиклер паливного коректора; 12 – поплавок

На карбюраторі встановлені дві дозуючі системи – головна і холостого ходу, а також збагачувальний пристрій – паливний коректор. При пуску холодного двигуна користуються втоплювачем поплавця (підвищується рівень бензину в розпилювачі), а також важелем паливного коректора (піднімається голка).

Після пуску двигуна паливний коректор закривають. При роботі двигуна паливо надходить через жиклер рисих обертів і холостого ходу. При роботі на середніх навантаженнях дросельний золотник відкритий на 1/4–3/4 свого ходу.

За великих навантажень робота забезпечується головним дозуючим пристроєм і паливним коректором.

Паливо з поплавкової камери через головний жиклер заповнює колодязь розпилювача і канал системи холостого ходу до встановленого рівня.

При підйомі дросельного золотника під ним проходить з великою швидкістю повітря. Під дією високого розрідження за дроселем

відбуваються витікання палива через жиклер холостого ходу, паливо у виді емульсії направляється у змішувальну камеру.

Перед початком регулювання необхідно завести і прогріти двигун.

Встановити монетку паливного коректора в крайнє «від себе» положення (виключити його з роботи).

Викручуючи або ввертаючи штуцер упора оболонки троса на кришці карбюратора забезпечити зазор у 1–2 мм між штуцером і оболонкою, щоб трос при повороті руля не натягався.

Склад суміші на малих обертах і холостому ході регулюється гвинтом якості. Регулювання карбюратора для роботи двигуна на холостому ході виконується наступним чином:

- гвинтом 14 упора дроселя домагаються мінімальної стійкої частоти обертання колінчатого вала двигуна;
- загортають гвинт якості 13 (збіднюючи суміш) до такого положення, за якого помітно стане зростати швидкість обертання на холостому ході;
- знову гвинтом 14 обережно зменшити швидкість обертання до мінімальної;
- повільно повертаючи гвинт якості 13, збіднюючи суміш, збільшити швидкість обертання;
- повторювати ці процедури доти, поки швидкість обертання знизиться до можливо малої;
- щоб домогтися сталої роботи, вивернути гвинт 13 на 1/4– 1/2 оберти.

За мірою підйому дроселя за рахунок збільшення розрідження в дифузорі в роботу вступають головний жиклер, розпилювач і конусна дозуюча голка.

Регулювання якості суміші на робочих режимах виконують шляхом перестановки в дросельному золотнику дозуючої голки на одну з чотирьох кільцевих канавок.

Основною ознакою, що говорить про якість суміші, служить колір ізолятора свічі запалювання. Перевіряти свічу слід після того, як двигун пропрацює 30–40 хв. на режимі, що відповідає швидкості руху 60–70 км/ч.

Необхідно швидко зупинити мотоцикл, вивернути свічу. Якщо колір її ізолятора (спіднички) чорний – поплавець на голці слід опустити. Тим самим понизиться рівень палива в поплавковій камері, а суміш збідниться. Якщо колір ізолятора ненасичений, світлий – необхідно поплавець на голці підняти на один розподіл. Нормальний колір юбки – яскраво-коричневий.

Карбюратори типу К-36 встановлюються на мотоциклах з дво-тактними двигунами.

Залежно від кубатури двигунів, ці карбюратори відрізняються один від іншого характеристиками дозуючих елементів. На мотоциклах з чотиритактними двигунами встановлюють карбюратори К-301 та К-302 (рис. 3.24).

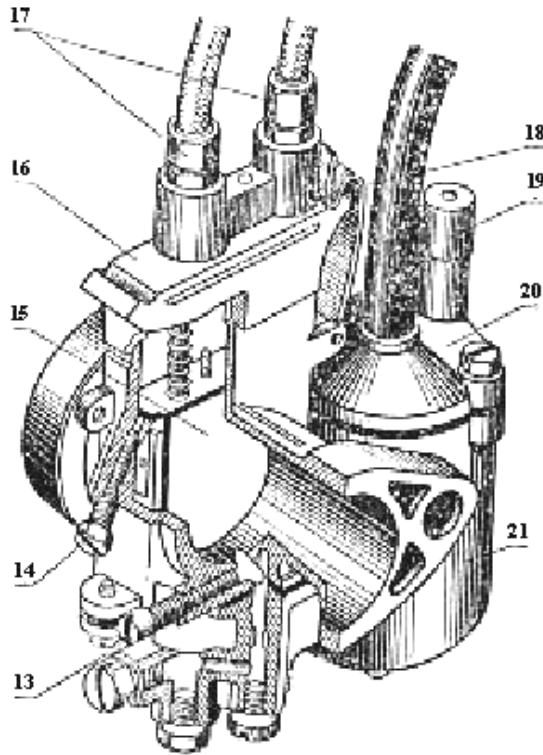


Рис. 3.24 – Карбюратор К-36Б:

13 – гвинт регулювання якості суміші; 14 – гвинт упора дроселя; 15 – дросельний золотник; 16 – кришка корпусу змішувальної камери; 17 – напрямні тросів; 18 – пластинчаста пружина; 19 – кнопка-втоплювач поплавця; 20 – кришка поплавкової камери; 21 – корпус поплавкової камери

Для забезпечення режиму «холостого ходу» карбюратор забезпечується пристроєм, що складається з жиклера холостого ходу і повітряного каналу. Подача повітря до жиклера холостого ходу регулюється гвинтом якості суміші, розташованим збоку карбюратора.

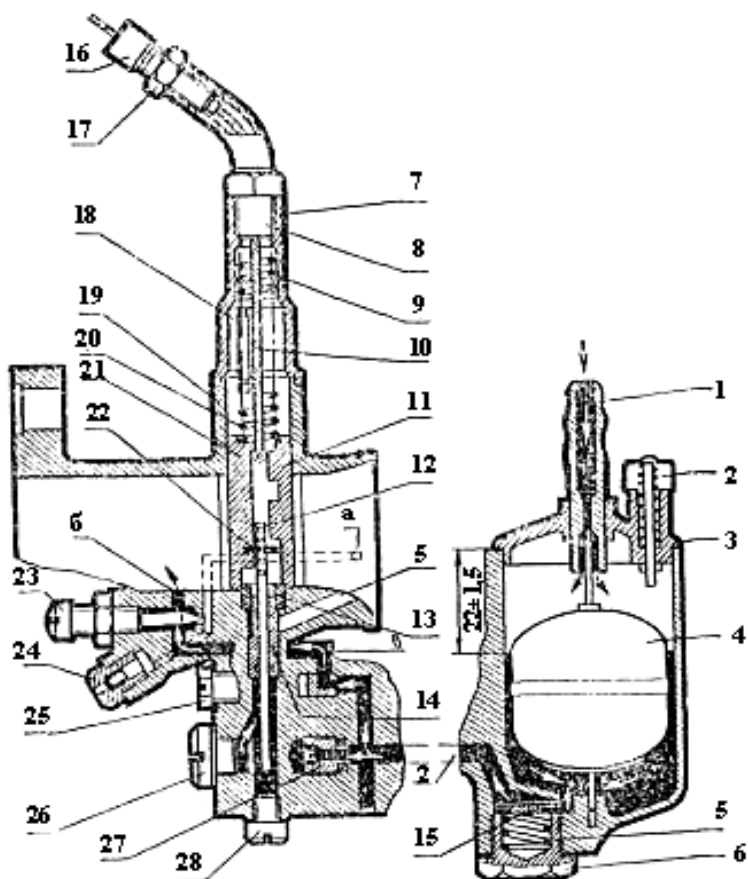


Рис. 3. 25 – Схема карбюраторів К-301 і К-302:

а – повітряний канал системи холостого ходу; б – повітряний канал дозуючої системи; в – паливний канал системи холостого ходу; г – паливний канал; д – розпилюючий отвір системи холостого ходу; 1-штуцер підведення палива; 2 – втоплювач поплавця; 3 – кришка поплавкової камери; 4 – поплавець; 5 – пружина; 6 - пробка паливного фільтра; 7 – кришка змішувальної камери; 8 – упор; 9 – пружина; 10 – трос підйому дросельного золотника; 11-щока дроселя; 12-голка дросельного золотника; 13 – камера попереднього розпилювання; 14 – розпилювач; 15 – паливний фільтр; 16– штуцер троса; 17 – контргайка; 19 – обмежник підйому дросельного золотника; 19 – корпус карбюратора; 20 – пружина дросельного золотника; 21 – корпус дросельного золотника; 22 – замок голки дросельного золотника; 23 – гвинт якості пальної суміші на рисих обертах; 24 – повітряний фільтр; 25 – жиклер холостого ходу; 26 – пробка; 27 – головний жиклер; 28– пробка каналу розпилювача

Але якщо на карбюраторі К-36 для збіднення суміші гвинт якості потрібно було ввертати, то на карбюраторах типу К-301 і К-302 гвинт якості потрібно викручувати, бо через жиклери тут подається не паливо, а повітря.

При двоциліндрових двигунах наявність окремого карбюратора на кожному циліндрі поліпшує пуск і збільшує потужність двигуна, однак ця система вимагає точного дотримання однакового регулювання обох карбюраторів.

Тільки синхронна робота обох циліндрів забезпечує максимальну потужність двигуну.

Регулювання кожного карбюратора виконується за тими ж правилами, що описані вище. Але потрібно врахувати, що в той час, коли регулюється карбюратор одного циліндра, провід високої напруги зі свічі другого циліндра повинен бути знятий і замкнутий «на масу».

Повітроочишувач

Повітроочишувач (рис. 3.26) – пристрій, призначений для очищення від пилу і твердих часток повітря, що надходить у карбюратор двигуна. Пил і пісок, що попадають у двигун, є однією з головних причин зносу циліндра, поршня, поршневих кілець, колінчатого вала й інших деталей. Тому очищення повітря безпосередньо позначається на довговічності двигуна.

Найпростіші фільтри – це металеві або капронові сітки, встановлені на шляху повітряного потоку. Вони очищують повітря на 70–80% і, отже, не придатні для сільської місцевості.

Інерційно-оливні фільтри працюють краще. У них повітря, проходячи через товстий шар промасленої капронової набивки, очищується від найбільш грубих включень. Потім, вдаряючись об поверхню оливи, налиту у спеціальну ванну, повітря круто змінює напрямок і при цьому за рахунок інерції з нього відсівається ще частина домішок. Такі пристрої забезпечують очищення повітря вже до 95%. Приклад – повітроочишувач мотоциклів «Іж-ПЗ» і «Іж-ЮЗ».

Найбільш повно – до 99,9% – повітря очищується в паперових фільтруючих елементах, що стають усе більш поширеними («Іж-планета-спорт», «Ява»).

Догляд за фільтром зводиться до періодичного промивання набивки, заміни оливи або фільтруючого паперового елемента.

Однак розповсюджена серед молодих мотоциклістів думка, що функції повітряного фільтра закінчуються очищенням повітря, не відповідає істині.

Повітря, входячи в карбюратор, створює могутній шум, що помітно впливає на загальний баланс шуму від мотоцикла. Щоб зни-

зити шум впуску, повітроочишувач зараз, як правило, поміщають у пластмасовий корпус (ресивер), ємність якого приблизно в 10 разів більше об'єму циліндра. Це дозволяє зменшити пульсації потоку на усмоктуванні і знизити шум.

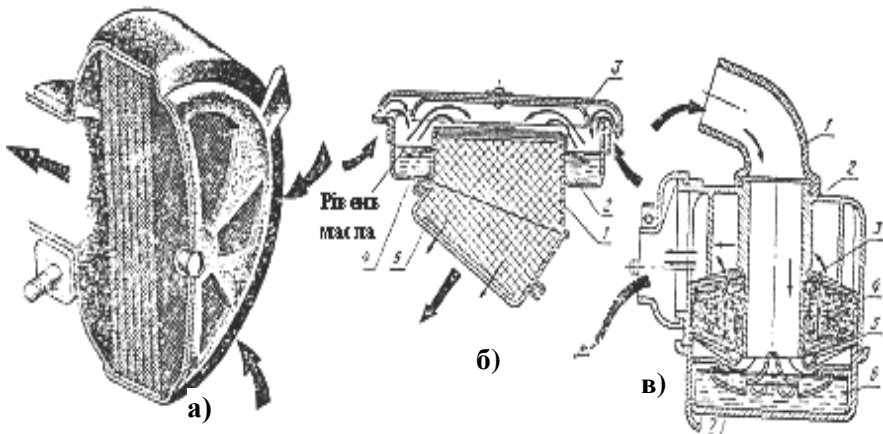


Рис. 3.26 а – Повітроочишувач:

- а) сітчастий контактний-оливний; б) оливний з інерційною очисткою двигуна К-750, М-62; в) оливний з контактною очисткою двигуна К-750, М-62: 1 – корпус; 2 – оливна ванна; 3 – кришка; 4 – шайба, що заспокоює оливу; 5 – металева путанка;
- в) оливний з інерційною та контактною очисткою двигуна мотоцикла «Иж»: 1 – патрубок, що забирає; 2 – трубка; 3 – верхня обмежувача решітка; 4 – фільтруючий елемент; 5 – корпус; 6 – оливна ванна; 7 – верхня обмежувача решітка

Система випуску призначена для відведення відпрацьованих газів з циліндрів у зону, безпечну для водія, і зниження рівня шуму цих газів.

Система складається з випускних труб і глушників. Глушник найпростішого типу (рис. 3.27) – це судина, ємність якої в кілька разів перевищує ємність циліндра. В цій судині падають тиск і температура газів, зменшується їх енергія, згладжуються пульсації.

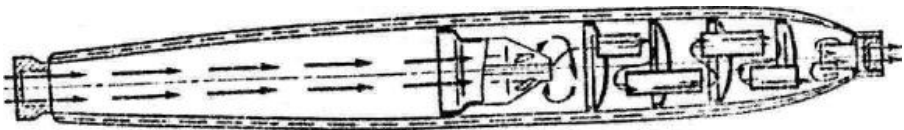


Рис. 3.27 – Глушник

Щоб ще більше погасити енергію, у глушнику роблять багато перегородок. Відпрацьовані гази, проходячи через отвори в цих перегородках, віддають металу тепло і втрачають кінетичну енергію. Щоб глушники було легше чистити, вставні трубчасті елементи роблять легкоз'ємними

У зв'язку з цим, усяка заміна одного повітроочищувача іншим неодмінно погіршить умови проходження повітря, умови сумішоутворення і рівень шуму.

Однак роль системи випуску цим не вичерпується. Щоб сказати про це ясніше, потрібно знову згадати особливості різних робочих циклів.

Опір системи випуску двотактного двигуна дуже малий, відпрацьовані гази і частина свіжої суміші безперешкодно викидаються в повітря. Зменшити цей викид можна, збільшивши опір на випуску. Але не просто збільшивши, а підібравши всю систему точно певним чином. Справа в тім, що у випускній системі відбувається безперервний коливальний процес, хвилі високого тиску проходять по випускній трубі, «упираються» у перегородки глушника, повертаються назад. І задача конструктора підібрати ці перегородки («резонатор») так, щоб хвиля підвищеного тиску створювалася у випускного вікна саме в той момент, коли закінчується випуск і йде продувка. Тоді «газова пробка» «заткне» циліндр, чим запобігається втрата свіжої суміші. В остаточному підсумку покращиться наповнення і підвищиться потужність.

Зі сказаного зрозуміло, що глушник потрібно частіше очищати від нагару. І ні в якому разі не можна ставити на мотоцикл глушники від мотоцикла іншої моделі.

Інша справа – чотиритактні двигуни. Тоді потрібно якнайшвидше видалити відпрацьовані гази, щоб у момент відкриття випускного клапана вони не перешкоджали виходу нової порції газів. Тому в глушниках перегородок менше, очищати їх немає потреби. Глушники не розбираються.

Несправності системи живлення двигуна. Значна кількість несправностей у роботі двигуна мотоцикла виникає через несправності у системі живлення. До них відносяться:

- 1) забруднення бензобака, відстійника, краника, бензопроводу, карбюратора;
- 2) зниження рівня бензину в поплавковій камері;
- 3) переповнення поплавкової камери паливом;
- 4) забруднення повітроочищувача.

Своєчасна перевірка стану приладів системи живлення і правильне їх обслуговування забезпечують безперебійну, надійну і безпечну роботу двигуна. Підтікання бензину з приладів, трубопроводів і місць їх зчленування може привести до загоряння. Порушення регулювань карбюратора приводить до збіднення або збагачення суміші, що, у свою чергу, порушує нормальну роботу двигуна.

Найчастіше причиною несправності системи живлення є потрапляння в пальне води, сміття, пилу. Сторонні домішки, потрапляючи під голчастий клапан або в жиклер, можуть викликати збагачення або збіднення суміші, що призведе до порушень в роботі двигуна та повної його зупинки. Необхідно постійно стежити за чистотою заправлення, вчасно промивати повітроочишувачі, відстійники, сітчасті фільтри, бензобак, бензопроводи, періодично перевіряти і підтягувати всі різьбові сполучення, вчасно очищати від нагару випускні труби і глушники.

Якщо знижується рівень бензину в поплавковій камері, то суміш стає збідненою. Зниження рівня бензину може бути через заїдання запірної голки, бруду в поплавковій камері або в центральному направляючому отворі під запірною голкою.

Надмірне збагачення суміші виникає внаслідок переповнення поплавкової камери паливом, сильного забруднення повітроочишувача, неправильного регулювання або забруднення карбюратора.

Для усунення несправностей прочищення засмічених каналів бензопроводу або жиклерів карбюратора слід робити повітряним насосом для накачування шин. Необхідно негайно усувати будь-яке підтікання палива.

Системи змащення й охолодження. Система змащення

Система змащення – це сукупність приладів і механізмів, що забезпечують збереження оливи, її очищення, підведення до тертьових поверхонь під визначеним тиском та охолодження їх.

Потреба у такій системі виникла тому, що під час роботи двигуна між його дотичними рухливими деталями виникає тертя, на подолання якого витрачається частина корисної роботи, а самі деталі піддаються зносу і нагріванню.

Для зменшення тертя застосовують різні сорти олив, що утворюють між тертьовими поверхнями оливну плівку. Крім того, олива сприяє охолодженню деталей, що нагріваються від тертя, і несе з їх поверхонь дрібні частки металу й інших домішок. За недостатньої

подачі оливи до тертьових поверхонь двигун перегрівасться, заклинюються поршні в циліндрах. За занадто рясного змащення олива, проникаючи в камеру згорання, даремно згорає, в результаті чого на днищах поршнів, на стінках камер згорання і на клапанах відкладається нагар; потрапляючи на електроди свіч запалювання, олива порушує їх роботу, і двигун починає працювати з перебоями.

Для змащення двигунів застосовують автомобільні або авіаційні оливи АС-8, Акзп-6, МС-20, МК-22 та інш., залежно від конструктивних особливостей мотоцикла, пори року й умов експлуатації. Для двигунів «Урал» і К-750 застосовують влітку оливу АС-8, Акзп-10, Асп-10, взимку - Акз-6, АС-8, для «Дніпра» взимку і влітку – АС-8. Буква «А» зазначає, що олива автомобільна, букви «К» і «З» указують на спосіб очищення оливи – кислотний або селективний, буква «З» означає, що олива загущена, а «п» – що в оливу введені додаткові присадки, що поліпшують її властивості. Цифра вказує, яка в'язкість оливи.

До якості оливи висувається ряд вимог: вона повинна мати температурну стійкість, тобто не застигати за низької температури і не спалахувати за порівняно високої; маслянистість – здатність створювати міцну і безперервну плівку, мати визначену в'язкість (у маркіруванні вона зазначена цифрами). Олива з більшою в'язкістю застосовується влітку, з меншою – взимку.

Змащення більшої частини двотактних двигунів здійснюється оливою, що домішується до палива. Вона заливається разом з бензином у бензобак у співвідношенні 1:25 або 1:30. У період обкатки мотоцикла суміш уживають з великою кількістю оливи (1:20). Якість суміші залежить від ступеня змішування бензину й оливи, тому перед заправленням необхідно приділяти велику увагу ретельному перемішуванню бензину й оливи. Через недостачу оливи в суміші можуть виникати несправності у кривошипно-шатунному механізмі двигуна, передчасний вихід з ладу його деталей. За надлишку оливи підвищується відкладення нагару і смол, дим і неповне згорання палива.

На вітчизняному мотоциклі «Іж-планета-спорт» і чехословацькому мотоциклі «Ява-Ойлмастер» застосовується так звана роздільна система змащення. Вона складається з оливного бака, розташованого в інструментальній шухляді, насоса, що має привід безпосередньо від колінчатого вала, й оливи, що забезпечує безперервну подачу у впускну систему двигуна, що дозується пристроєм, вмонтованим в корпус насоса і приводиться в дію тросом, зблокованим із тросом керу-

вання карбюратором. Крім того, на «Іж-пс» є нагнітальний клапан з датчиком тиску, установлений на картері між циліндром і карбюратором і сигнальною лампою червоного кольору, винесеною на корпус фари. За справної роботи оливної системи сигнальна лампа повинна горіти.

У процесі експлуатації необхідно регулярно доливати оливу в бак, не допускаючи повної її витрати. За низьких температур олива розбавляється бензином.

Двотактний двигун вимагає точного дозування оливи в пальній суміші. За збільшення вмісту оливи пуск двигуна утруднюється і його деталі покриваються нагаром. За зменшення вмісту оливи відбувається прискорений знос деталей, особливо поршня і поршневих кілець.

Чотиритактні мотоциклетні двигуни мають комбіновану систему змащення – частина деталей змащується оливою під тиском від оливного насоса, частина – розбризкуванням. Шестерний оливний насос (рис. 3.28) приводиться в обертання шестернею розподільного (К-750, «Урал») або колінчатого («Дніпро») вала. У двигуні К-750 з оливного резервуара (нижня частина картера, закрита сталевим піддоном) через фільтруючу сітку олива насосом подається в центральний оливний канал, а відтіля по отворах до виїмок передньої стінки і задньої кришки картера, що розташовані так, що олива, що випливає з них, попадає прямо в оливоуловлювачі кільця колінчатого вала. Олива, що потрапила в оливоуловлювач, надходить в отвори пальців кривоши-

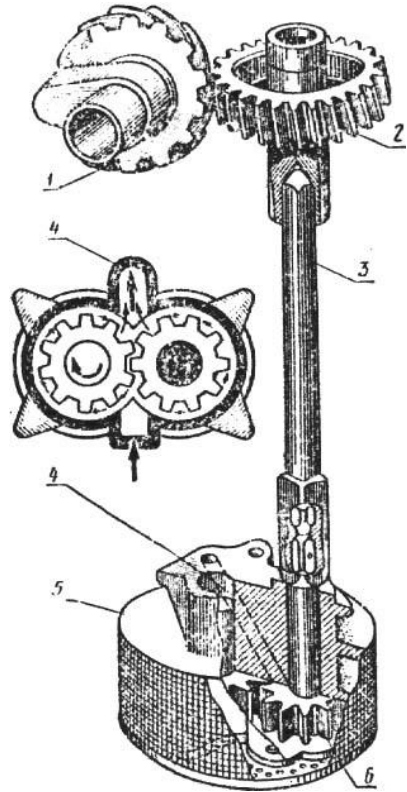


Рис. 3.28 – Шестерний оливний насос двигунів К-750 і «Урал»:
 1 – тягова шестерня розподільного вала; 2 – шестерня приводу насоса; 3 – штанга; 4 – випускний отвір для оливи; 5 – сітчастий фільтр; 6 – шестерня оливного насоса

па і під дією відцентрової сили – до підшипників нижньої головки шатуна. Проходячи через підшипники, олива розприскується по всьому картеру у виді оливного туману і забезпечує надійне змащення всіх тертьових поверхонь підшипників, циліндрів, поршнів, пальців, штовхачів і т.д.

У передній стінці картера по кільцевій проточці і трубці олива попадає на зуби шестерні колінчатого вала, що розбризкує її по всій порожнині, змазуючи шестерні розподільного вала і генератора. Надлишки оливи з порожнини розподільних шестерень стікають у картер. Для очищення оливи в чотиритактних двигунах застосовують центрифуги. Роль центрифуги виконують також оливоуловлювачі.

Підтікання оливи із картера двигуна визначається зовнішнім оглядом та усувається підтягуванням з'єднань чи заміною прокладок і сальників.

Обслуговування системи змащення полягає в постійному контролі за рівнем оливи, доливанні її і заміні, очищенні центрифуги і видаленні відкладень з жолобів оливоуловлювачів. Зміну оливи проводять при технічному обслуговуванні за графіком. Оливу доцільно змінювати відразу після зупинки мотоцикла, поки вона ще гаряча. Після зливу оливи в картер заливається не дуже в'язка олива (веретенна або розігріта до 50-60 °С олива для двигуна). Давши двигуну попрацювати 2-3 хвилини, варто злити цю оливу і заповнити картер свіжою оливою.

Система охолодження

Вітчизняні мотоцикли не мають системи охолодження як такої. Охолодження здійснюється природним шляхом за рахунок обдуву зустрічним потоком повітря, а також змащення і раціональної продукції, що знижує температуру найбільш нагрітих деталей.

У момент згорання суміші температура газів у камері згорання досягає 2500оС. Значна частина тепла іде на нагрівання деталей двигуна. Надмірне підвищення температури двигуна викликає зниження потужності, погіршення оливних властивостей оливи і підвищений знос тертьових поверхонь деталей, що може привести до заїдання поршнів, кілець та їх полумки.

Відведення тепла в мотоциклетних двигунах здійснюється головним чином шляхом обдуву ребер, що виготовлені (відлиті) на поверхні циліндра. Чим більше площа цих ребер та чим більше теплопровідність матеріалу, з якого вони виготовлені, тим інтенсивніше охолодження. Природно, що при русі мотоцикла

ефективність обдуву підвищується й охолодження двигуна поліпшується. Їзда на знижених швидкостях за високої швидкості обертання колінчатого вала двигуна, їзда по важких дорогах, за великих навантажень і перевантажень за малої швидкості обертання ведуть до перегріву двигуна.

Надмірне охолодження теж негативно позначається на роботі двигуна. Робоча суміш згоряє повільніше, бензин конденсується на стінках циліндра, змиває оливну плівку, веде до підвищеного зносу тертьових поверхонь і передчасного виходу двигуна з ладу.

Для надійної роботи мотоцикла необхідно ретельно очищати оребрення циліндра і головки від бруду, оливи, що погіршують охолодження двигуна.

На моторолерах охолодження двигунів організоване по-іншому: тут циліндр укладений у металевий кожух, по якому вентилятором подається повітря. Примусове охолодження особливе вигідне при експлуатації на сільських дорогах, при русі з малою швидкістю.

3.3 Електрообладнання мотоцикла

Електрообладнання – це сукупність джерел струму, його споживачів і допоміжних пристроїв.

Джерела струму

Під цим поняттям розуміють пристрої, що виробляють електричну енергію, та перетворюють в електричну інші види енергії: хімічну, механічну.

Електрична енергія застосовується для системи запалювання (запалення електричною іскрою робочої суміші в циліндрах), звукової і світлової сигналізації, освітлення дороги, живлення контрольно-вимірювальних приладів і додаткового устаткування.

Джерелами струму на мотоциклі є акумуляторна батарея і генератор.

Акумуляторна батарея служить для живлення струмом споживачів, коли двигун не працює або працює з малою частотою обертання колінчатого вала.

Дія акумулятора базується на перетворенні електричної енергії в хімічну (заряд) і навпаки – хімічної енергії в електричну (розряд).

Акумуляторна батарея складається з декількох однакових за своєю будовою акумуляторів, з'єднаних між собою послідовно.

Найпростіший свинцево-кислотний акумулятор являє собою дві свинцеві пластини – позитивну і негативну, – опущені в електроліт

(розчин сірчаної кислоти в дистильованій воді). Пластини у виді ґрат відлиті зі свинцю. Осередки ґрат заповнені активною масою. У позитивних пластин – це свинцевий сурик, у негативних – свинцевий глет. Між різнойменними пластинами встановлюються пористі перегородки – сепаратори. Електроліт у зарядженій батареї повинен мати щільність у межах 1,26-1,28 г/см³ влітку і 1,29-1,30 г/см³ узимку. При цьому напруга на кожному елементі не повинна бути нижче 2В. Якщо щільність електроліту складає 1,17-1,19 г/см³, батарея розряджена наполовину. За щільності 1,10-1,12 г/см³ акумулятор можна вважати розрядженим цілком і його слід зарядити. При заряді, тобто при пропущенні через акумулятор постійного струму, відбувається електрохімічна реакція, що приводить до збільшення щільності електроліту і зміни складу поверхневого шару пластин. Пластина, з'єднана з позитивним полюсом генератора, покривається шаром перекису свинцю, а пластина, з'єднана з негативним полюсом, – губчастим свинцем.

Якщо заряджений акумулятор з'єднати, наприклад, з електричною лампочкою, то вона засвітиться. Почнеться розряд акумулятора – процес, у результаті якого виділяється електрична енергія і відбуваються зворотні хімічні перетворення активної маси пластин в електроліті. Щільність електроліту зменшується, а пластини покриваються нальотом сірчаноокислого свинцю. Після повного розряду акумулятор струму давати не буде і повинен буде знову заряджатись.

Кількість електрики, яку можна одержати від цілком зарядженого акумулятора при його розряді до припустимих меж, називається ємністю акумулятора. Ємність виміряються в ампер-годинах. Вона залежить від кількості і розміру паралельно з'єднаних пластин. Чим більше розмір і кількість пластин, тим більше ємність акумулятора.

Акумулятор мотоцикла (рис. 3.29) складається з банки з електролітом, позитивних і негативних пластин, відділених одна від іншої ізоляційними пластинами-сепараторами.

Банки виготовляються з кислотостійкої пластмаси. Кількість електричної енергії запасається акумулятором при заряді й віддається при розряді, (ємність батареї) залежить, як уже відзначалося, від кількості активної маси, а ще більше – від розміру її поверхні, що стикається з електролітом. Щоб збільшити ємність, в акумуляторі встановлюється по декілька однакових пластин, з'єднаних у негативний і позитивний напівблоки. Кожний з цих напівблоків має свою вивідну клему-штир.

На мотоциклах «Іж» (крім «Іж-ПС») встановлюють акумуляторні батареї ЗМТ-6, а на «Урал» і «Дніпро»—ЗМТ-12. Це значить, що в батареї в мотоциклетних акумуляторах ємність 6 або 12 ампер-годин.

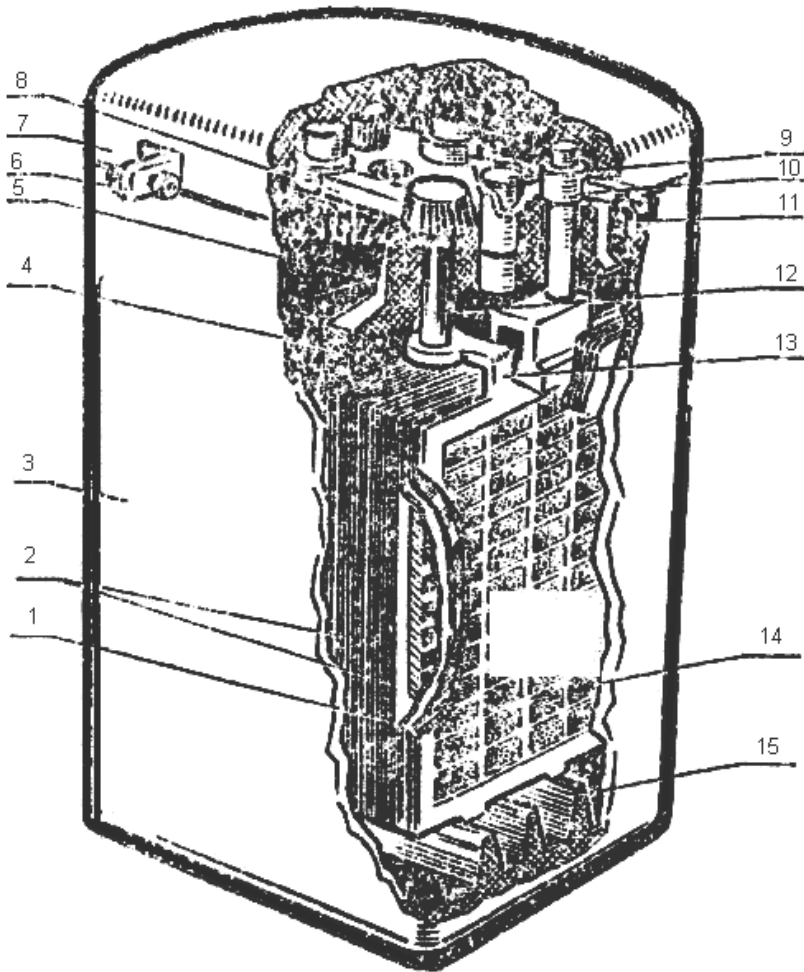


Рис. 3.29 – Мотоциклетна акумуляторна батарея:

1 – сепаратор; 2 – позитивні пластини; 3 – банки; 4 – перегородка банки; 5 – кришка банки; 6 – негативна клема; 7 – кришка батареї; 8 – між елементні з'єднання; 9 – пробка холодцю отворі; 10 – гумовий упор; 11 – позитивна клема; 12 – штир; 13 – баретка; 14 – негативні пластини; 15 – виступи на дні банки

При зборці напівблоків в один блок позитивні пластини вставляються між негативними, а між пластинами містяться сепаратори, що виготовляються зі спеціально обробленого дерева, мікропористої пластмаси або зі скловолокна. Вони попереджають коротке замикання пластин і в той же час вільно пропускають через себе електроліт.

Зібрані блоки пластин вставляються в банку. Акумулятор закривається зверху кришкою, що має два отвори для штирів і один отвір з різьбленням для пробки. Через цей отвір заливається електроліт і контролюється його рівень. У пробці є вентиляційний отвір, що сполучає порожнину акумулятора з атмосферою, що необхідно для виходу газів.

Окремі акумулятори за допомогою перемичок (свинцевих) з'єднуються в батарею. Після зборки батареї кришки акумуляторів заливаються кислотостійкою мастикою.

Обслуговування акумуляторної батареї зводиться до систематичної перевірки рівня і щільності електроліту й очищення поверхні мастики і клем від забруднення.

У випадку википання слід додавати в банки тільки чисту дистильовану воду (можна дощову, але зібрану не з залізних дахів і не в залізний посуд; придатна вода з розтопленої снігової «шуби» холодильника). Якщо понизиться щільність електроліту, необхідно довести її до рекомендованої вище.

Можна лити тільки кислоту у воду, а не навпаки. І не просто лити, а тонким струмком при безперервному помішуванні.

Щільність електроліту визначається за допомогою ареометра (кислотоміра) або густиноміра.

При роботі з акумулятором не можна користуватись відкритим вогнем – може статися вибух, оскільки з отворів у банках виділяється суміш водню з киснем. Слід також остерігатися влучення електроліту на шкіру (особливо на слизуваті оболонки очей) і одяг, тому що він надзвичайно агресивний. У випадку влучення розчину кислоти на тіло або одяг необхідно змочити ці місця розчином аміаку або соди.

Найбільш розповсюдженими несправностями акумуляторів є: сульфатація, коротке замикання пластин і тріщини банок. Сульфатація – поява на пластинах нальоту сірчаноокислого свинцю – результат довгого збереження акумулятора у розрядженому стані. Коротке замикання пластин відбувається в результаті скупчення на дні банок активної маси, яка осипалась. Тріщини банок, як правило, – наслідок ударів, сильної тряски незакріплених акумуляторів.

Генератор служить для живлення струмом споживачів і для підзарядки акумуляторної батареї при роботі двигуна.

Електричний струм може бути отриманий при обертанні замкнутого провідника між магнітними полюсами. Затрачувана на це обертання механічна енергія перетворюється в електричну. На цій властивості базується дія генератора.

На мотоциклах застосовуються генератори двох типів: постійного і змінного струму.

Генератор постійного струму складається з двох основних частин: статора і ротора. Статор закріплюється нерухомо у проточці картера двигуна, у ньому по окружності корпусу на магнітних полюсних башмаках закріплені з'єднані між собою обмотки збудження. На статорі ж знаходяться струмоз'ємні щітки, ковзаючи по колектору ротора. Колектор являє собою набір ізольованих одна від одної контактних пластин.

При обертанні ротора його обмотки перетинають магнітне поле полюсів статора, виникає електричний струм, що із пластин колектора (кожна пластина з'єднана зі своєю петлею обмотки ротора) знімається струмомознімачами – щітками.

За малої швидкості обертання колінчатого вала і, отже, ротора, закріпленого або на правій цапфі вала (мотоцикли «Іж», «Ява») або зв'язаного з валом шестерною передачею («Урал», «Дніпро»), генератор виробляє струм низької напруги. Чим більше швидкість обертання, тим вище напруга.

Щоб згладити ці пульсації, на додаток до генераторів постійного струму ставлять прилади – реле-регулятори, про які докладно буде сказано нижче. Поки важливо засвоїти, що ці прилади обмежують напругу, що виробляється генератором, на будь-яких режимах і дають можливість підзарядити на ходу акумуляторну батарею.

Розглянемо конструкцію двох генераторів постійного струму найбільш розповсюджених типів.

На чотиритактних мотоциклах «Урал» і «Дніпро» установлюються генератори постійного струму. У них використовуються не постійні магніти, а електромагніти, у яких магнітне поле збільшується з підвищенням частоти обертання колінчатого вала двигуна.

Пристрій генератора Г-414 (мотоцикли «Урал» і «Дніпро») показано на рис. 3.30.

Якір (ротор) складається зі сталевого вала з сердечником та пазами, у яких поміщені секції обмотки. Сердечник зібраний з тонких, ізольованих одна від одної пластини м'якого трансформаторного заліза. Кінці секцій припаяні до пластин колектора.

Колектор складається з окремих ізольованих мідних пластин. Він призначений для прийому струму за допомогою графітових

щіток, а також для випрямлення перемінного струму, порушеного в обмотці якоря. Клема «Ш» («шунт») генератора з'єднана з клемою «М» («маса») реле-регулятора, клемка «Я» («якір») одним проводом із клемою «Я» реле-регулятора, а іншим – з центральним перемикачем на фарі. Генератор кріпиться на верхній частині двигуна мотоцикла.

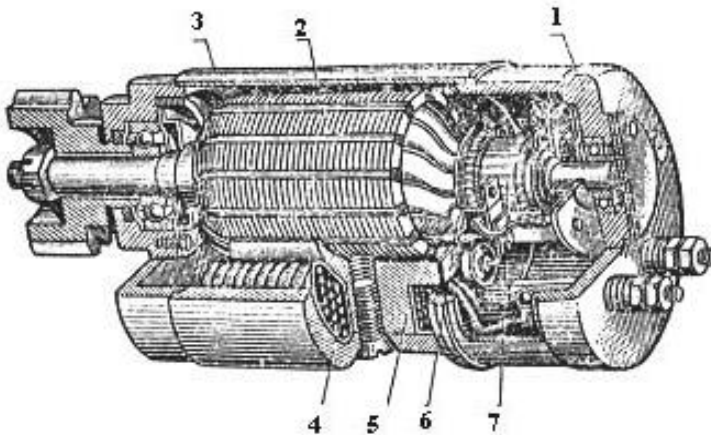


Рис. 3.30 – Генератор Г-414:

1– кришка генератора; 2 – якір; 3 – корпус генератора; 4 – обмотка збудження; 5 – полюс електромагніта; 6 – щікотримач; 7 – колектор

На мотоциклах «Іж» встановлюють генератори Г-36М різних модифікацій (рис. 3.31).

Генератор кріпиться праворуч під кришкою картера двигуна. Клеми «Я», «Ш», «М» (позначення ті ж, що і вище) генератора з'єднані з відповідними клемками реле-регулятора, клемка «П» («переривник») із клемою котушки запалювання. З 1975 р. Київський та Ірбітський мотоциклетні заводи випускають мотоцикли «Дніпро» МТ-10 і «Урал» М-67 з 12-вольтовою системою електрообладнання. Цим самим збільшено силу світла фар, габаритних і сигнальних ліхтарів, силу звукового сигналу. Установлено новий генератор Г-424, дві послідовно з'єднані батареї ЗМТ-6, реле-регулятор РР-330.

Для запобігання батареї акумуляторів від розряду через генератор за малої швидкості обертання вала двигуна встановлюється реле зворотного струму.

Регулятор напруги – це, як правило, електромагнітний прилад вібраційного типу, що здійснює двоступінчасте регулювання. Розгля-

нути його роботу можна на прикладі реле СБ-32 (рис. 3.32), призначеного для мотоциклів «Іж-П2» та «Іж-Ю2».

При непрацюючому двигуні контакт 7 зусиллям плоскої пружини 3 притиснутий до контакту 6, з'єднаному з масою генератора.

На мотоциклі «Іж-планета-спорт» встановлений 12-вольтовий генератор перемінного струму Іж-гп1 з убудованим випрямлячем, що подає в систему випрямлений струм і постачає електроенергію 12-вольтовій акумуляторній батареї.

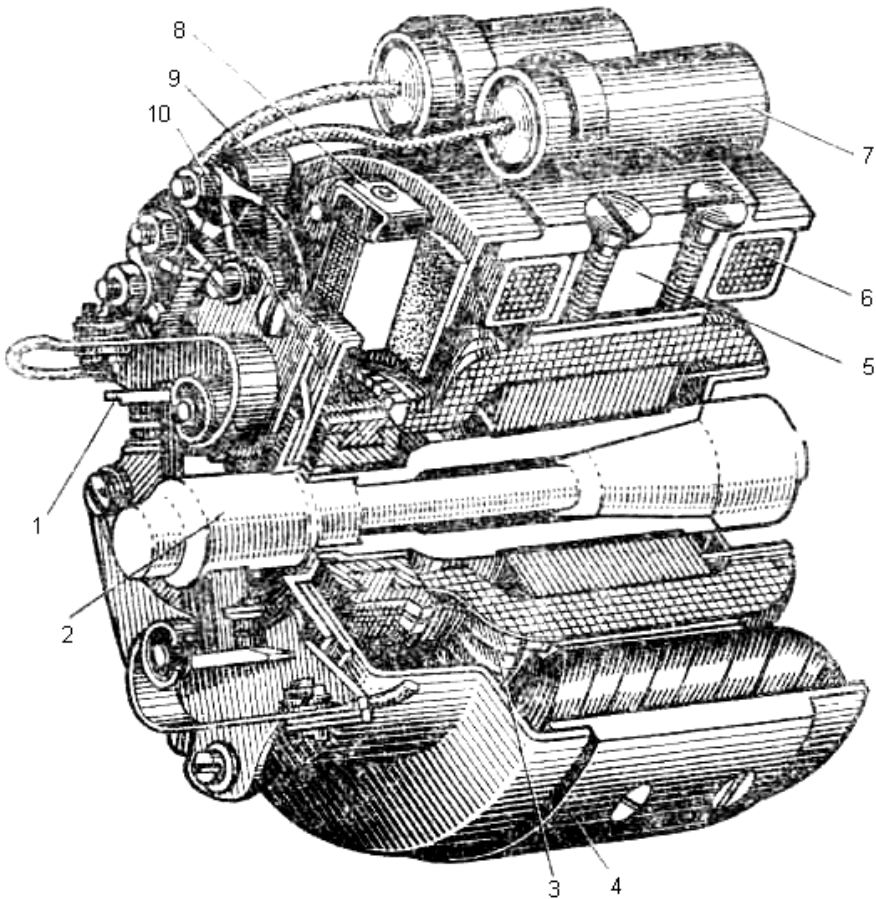


Рис. 3.31 – Генератор Г-36М7:

1 – переривник; 2 – кулачок; 3 – якір; 4 – статор; 5 – полюс; 6 – котушка збудження; 7-конденсатор; 8 – щіткотримач; 9 – клемник; 10 – колектор якоря

Генератори постійного струму встановлюють на мотоциклі обов'язково з регуляторами напруги, тому що за підвищення швидкості обертання колінчатого вала двигуна може створити небезпечну напругу, що перевищує допустиму для споживачів.

Коли генератор включається в роботу, струм через реле йде по шляху найменшого опору, він швидко підмагнічує обмотку збудження 9 генератора, і від цього швидко зростає напруга.

Із зростанням напруги шунтова обмотка 11 намагнічує сердечник до такого ступеня, що контакт 7 підтягнеться до корпусу, розімкнеться з контактом 6. Струм піде вже по новому шляху – через додатковий опір 10. У результаті напруга знизиться. Природно, відразу ослабне дія електромагніту, вібратор відійде в колишне положення і замкне контакти 6 і 7. Так працює перший ступінь.

Із зростанням частоти обертання колінчатого вала двигуна напруга, однак, буде зростати усе більше, і тоді вібратор 2 підтягнеться у крайнє праве положення, контакти 7 і 8 замкнуться. Обмотка збудження 9 генератора замкнеться накоротко, генератор припинить подачу струму. Це відбудеться на мить, тому що відразу зникне магнітна дія сердечника, і вібратор розімкне контакти 7 і 8. Так діє другий ступінь. У процесі роботи число коливань вібратора досягає 50 у секунду і тим забезпечується достатня стабільність напруги.

Реле зворотного струму призначено для автоматичного включення генератора в мережу, коли його напруга стане більше, ніж акумулятора, і відключення, коли вона буде менше.

При непрацюючому генераторі контакти 12 і 13 розімкнуті (рис. 3.32). Тим самим розірвано і ланцюг генератор – акумулятор.

З початком роботи, як тільки напруга генератора досягне величини 6,3–6,5 В, тобто перевищить напругу батареї, шунтова обмотка 11 намагнітить сердечник, і вібратор замкне контакти 12 і 13. Струм через серієсну (послідовну) обмотку 17 піде від генератора до акумулятора. Почнеться заряд останнього.

Якщо напруга генератора стане менше, ніж батареї, струм у серієсній обмотці змінить напрямок на протилежний, від чого послабиться дія електромагніту. Вібратор під дією пружини 15 відійде у вихідне положення, контакти розімкнуться.

У процесі експлуатації реле-регулятор, як правило, обслуговування не вимагає. Якщо ж порушиться його регулювання, без точних приладів її відновити не вдасться і прийдеться звертатися до фахівця.

На мотоциклах ковровського і мінського заводів установлюються генератори перемінного струму (рис. 3.33). Вони менші за

розміром, простіші за будовою. Працюють такі генератори самостійно, без акумуляторної батареї.

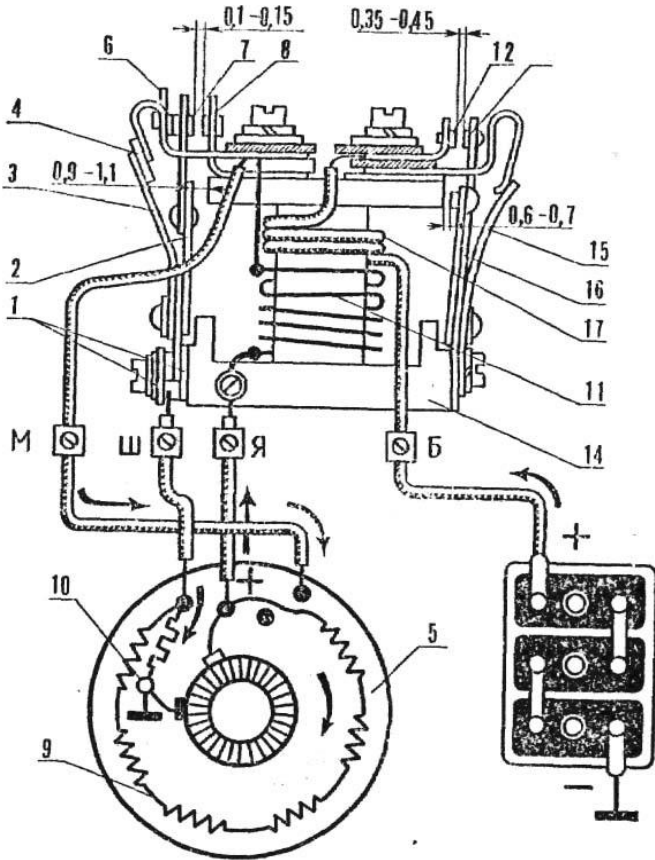


Рис. 3.32 – Схема реле-регулятора СБ-32:

1, 4 – ізолюючі прокладки; 2 – вібратор; 3 – пластинчаста пружина; 5 – корпус генератора; 6, 8, 12 – нерухомі контакти; 7, 13 – рухливі контакти; 9 – обмотка збудження генератора; 10 – додатковий опір; 11 – шунтова обмотка; 12 – корпус реле-регулятора; 15 – пружина; 16 – якоріць реле зворотного струму; 17 – зворотня обмотка

Принцип їх дії той же, що й у генераторів постійного струму. Але тут корпус статора виготовлений зі сталі і має вісім полюсів, на кожен з яких надягнута котушка. Ротор – це постійний магніт. При

обертанні магніту його силові лінії перетинають обмотки котушок і в них індукується струм. У генератора Г-38, наприклад, три котушки, з'єднані послідовно, призначені для системи запалювання, а інші п'ять – для освітлення і сигналізації. В інших генераторах з'єднання може бути іншим.

Відсутність колектора і щіток робить генератори перемінного струму досить невимогливими в обслуговуванні і дуже надійними в роботі.

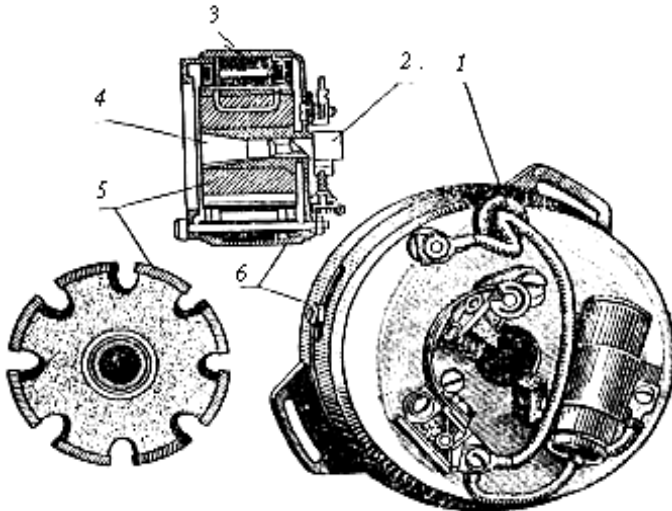


Рис. 3.33 – Генератор перемінного струму:

1 – передня кришка; 2 – кулачок переривника; 3 – обмотка статора; 4 – колічаті вали; 5 – ротор; 6 – статор

На передній кришці статора будь-якого генератора закріплюється переривник, що складається з рухливого і нерухомого контактів.

Напруга, що створюється генератором перемінного струму, не регулюється. Обмотки підібрані таким чином, що зі збільшенням швидкості обертання ротора напруга на клеммах змінюється в досить вузьких межах за рахунок збільшення індуктивного опору обмоток.

Система запалювання

Система запалювання служить для запалення робочої суміші в циліндрі двигуна. Для цього необхідно мати високу напругу, порядку 12-15 тис. В.

Мотоцикли «Іж», «Дніпро», «Урал» обладнані батарейним запалюванням, мотоцикли мінського і ковровського заводів мають систему запалювання від генератора перемінного струму.

В кожній з цих систем є свої плюси і мінуси. Наприклад, так зване батарейне запалювання гарне тим, що забезпечує могутню іскру в момент пуску і яскраве рівне світло фари, що не залежить від швидкості обертання колінчатого вала двигуна. Але у системи батарейного запалювання є й недоліки: часто зношуються щітки, стирається або замааслюється колектор, нарешті, робота всієї системи поставлена в залежність від акумуляторної батареї, за якою потрібен постійний нагляд.

Генератор перемінного струму не має щіток, колектора, тобто деталей, що піддаються зносу. Виходить, вище надійність, довговічність. У той же час напруга важко регулюється, фара світить нерівно. А на стоянці взагалі не працюють ні лампи, ні звуковий сигнал. Та й іскра між електродами свічки в самий відповідальний момент пуску залишає бажати кращого.

До приладів батарейного запалювання відносяться джерела струму (акумуляторна батарея, генератор), індукційна котушка (котушка запалювання), переривник, конденсатор, свіча і замок запалювання. Принципова схема батарейного запалювання показана на рис. 3.34.

Електричний струм, що надходить від акумулятора або генератора, йде на масу, а потім через переривник у первинну обмотку індукційної котушки і через вимикач повертається на клему джерела струму.

Струм високої напруги виробляється в індукційній котушці, що складається із сердечника, первинної і вторинної обмоток, корпусу з кришкою. Сердечник зібраний із пластин трансформаторного заліза. На нього намотано тонкий дріт вторинної обмотки (до 20 тис. витків), зверху намотаний товстий дріт первинної обмотки.

При розмиканні контактів переривника струм низького напруження в первинній обмотці індуктує струм високої напруги у вторинній обмотці, що надходить на свічу запалювання. Однак при цьому індуктується також струм і в первинній обмотці, що знижує напругу у вторинній обмотці.

Переривник призначений для розмикання ланцюга первинної обмотки котушки запалювання. Він складається з «молоточка» з рухливим контактом (важільцем), «ковадла» (нерухомого контакту) і кулачка. Переривник двоциліндрового мотоцикла «Іж-Ю» показаний на рис. 3.36, б. Контакти переривника мають вольфрамові напайки для

кращої зносостійкості і стійкості до обгорання. Переривник розмикається, коли виступ обертового кулачка 13 набігає на виступ пластмасового молоточка 8.

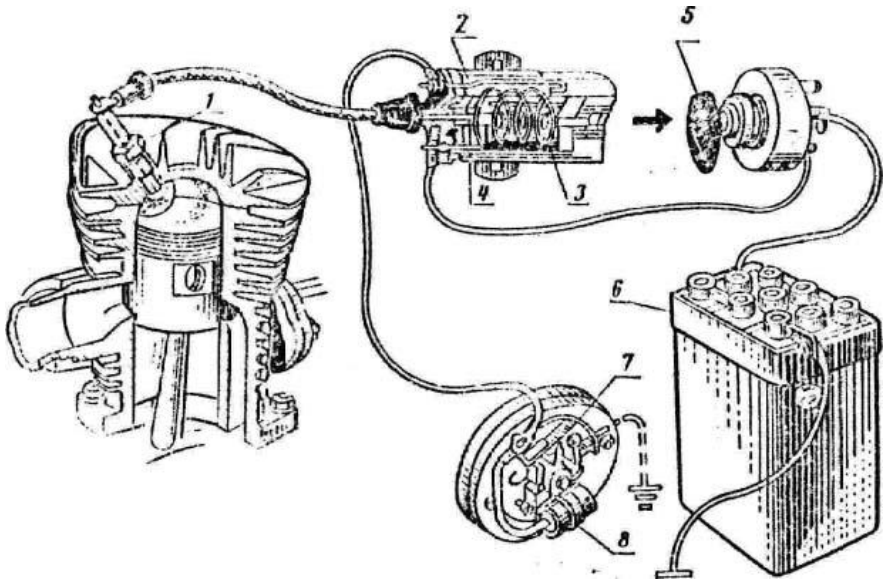


Рис. 3.34 – Схема системи батарейного запалювання:

1 – свіча запалювання; 2-первинна обмотка індукційної котушки; 3 – індукційна котушка; 4 – вторинна обмотка індукційної котушки; 5 – вимикач запалювання; 6 – акумуляторна батарея; 7 – переривник; 8 – конденсатор

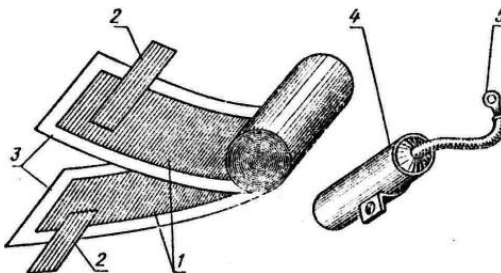


Рис. 3.35 – Конденсатори:

1 – металізовані стрічки; 2 – сполучні перемички; 3 – ізолюючі обкладки; 4 – корпус конденсатора; 5 – провідник

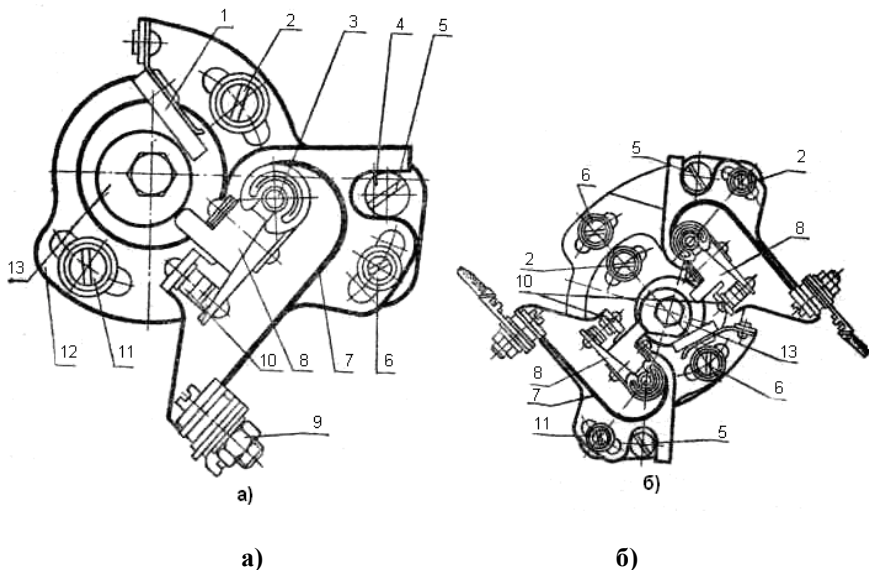


Рис. 3.36 – Переривники:

а) переривник генератора Г-36М1; б) подвійний переривник Г-36М2:
 1 – фетр для змащення кулачка; 2,6,11 – гвинти кріплення; 3 – вісь молоточка; 4,5 – гвинти регулювання зазорів переривника; 7 – пружина; 8 – молоточок; 9 – клемма; 10 – наковаленка; 12 – підстава переривника; 13 – кулачок

У двотактних двигунів кулачок фіксується на роторі генератора і вже разом з ним кріпиться гвинтом безпосередньо на правій цапфі колінчатого вала. Тому кожен оберт вала – це й оберт кулачка.

На сучасних чотиритактних двоциліндрових мотоциклах встановлюють переривники-розподільники. Корпус розподільника має центральний контакт, з'єднаний з індукційною котушкою, і два бокових контакти, з'єднані зі свічами.

Правильна робота двигуна залежить від величини зазору між контактами переривника при їх розмиканні. Занадто великий зазор шкідливий, оскільки при цьому зменшується час їх замкнутого стану, що, у свою чергу, приводить до зменшення напруги у вторинній обмотці, викликає перебої в іскроутворенні.

Крім того, це збільшує ударні навантаження на контакти і прискорює їх знос. Для правильної роботи переривника зазор між контактами повинен бути 0,35–0,45 мм. Величина зазору регулюється спеціальним ексцентриком, установленим на пластині нерухомого контакту, після ослаблення кріпильного болта.

На рис. 3.37 показана система запалювання з генератором перемінного струму. У систему запалювання входять: генератор, індукційна котушка, переривник і вимикач.

Обмотка статора, що забезпечує систему запалювання струмом низької напруги, одним кінцем з'єднана з масою, а другим – з рухливим контактом переривника і первинною обмоткою котушки запалювання. Другий кінець первинної обмотки котушки запалювання і нерухомий контакт переривника з'єднані з масою.

При замкнутих контактах обмотка генератора і первинна обмотка котушки запалювання замкнуті на масу. Під час обертання ротора контакти розмикаються і стуляються, в обмотці генератора виникає перемінний струм, у вторинній обмотці котушки індукується струм високої напруги, що дає іскру у свічі запалювання.

На спортивних мотоциклах і деяких мопедах застосовується магнето – спеціальний генератор струму високої напруги, обладнаний трансформатором. Схема пристрою магнето показана на рис. 3.38.

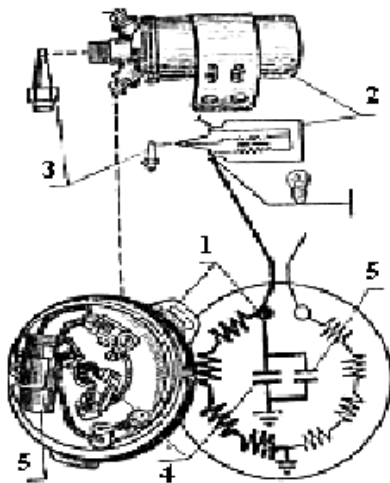


Рис. 3.37 – Схема системи запалювання перемінного струму:

1- генератор перемінного струму; 2 – індукційна котушка; 3 – свіча запалювання; 4 – переривник; 5 – конденсатор

На мотоциклі «Схід-2» застосована електронна система запалювання, у яку входить генератор, високовольтний трансформатор, електронний комутатор і дросель.

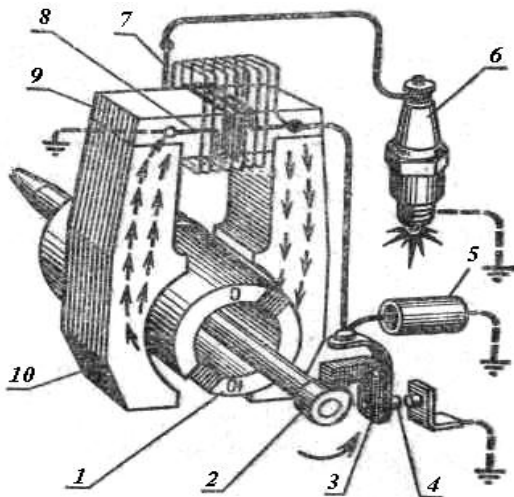


Рис. 3.38 – Схема запалювання від магнето:

1 – електромагніт; 2 – кулачок; 3 – важілець (молоточок); 4 – рухливий контакт; 5 – конденсатор; 6 – свіча; 7 – вторинна обмотка котушки запалювання; 8 – первинна обмотка; 9 – сердечник; 10 – стійка магнето проводу

Високовольтний трансформатор розташований під паливним баком і служить для перетворення струму низької напруги на струм високої напруги. Трансформатор складається із сердечника, первинної і вторинної обмоток, корпусу і кришки з клемми. У процесі експлуатації обслуговування не вимагає і ремонту не підлягає.

Комутатор електронний тиристорний з ємнісним нагромаджувачем електроенергії призначений для роботи в системі запалювання в комплекті з генератором Г-427 і високовольтним трансформатором для одержання вторинної напруги на іскровій запалювальній свічці до 18 кВ за частоти обертання ротора генератора від 250 до 7500 об/хв. Комутатор встановлений у правій інструментальній шухляді з забезпеченням електричного з'єднання підстави комутатора з масою мотоцикла.

Електронний комутатор має три вхідні клемми з буквеним маркуванням на корпусі: «Г», «К», «Д». Масовою клеммою служить основа комутатора.

Обслуговування комутатора у процесі експлуатації зводиться в основному до підтягування нарізних сполучень. Необхідно оберегти ко-

мутатор від влучення у середину його і на клєми вологи, від рїзких ударїв і впливу високих температур.

Слїд також систематично перевїряти надїйнїсть електричного з'єднання пїдстави комутатора з «масою», тому що при порушеннї цїєї умови припиняється іскроутворення на свїчї.

Дросель типу ДР-100 встановлений у правїй інструментальнїй шухлядї. Вїд ланцюга сигналу гальмування генератора через дросель живиться ланцюг ламп пїдсвїчування спїдометра, мїської їзди і висвїтлення номерного знака.

Свїча запалювання служить для створення іскри.

Корпус (рис. 3.39) свїчи сталевий, з рїзьбленням М14 Х 1,25 на нижнїй частинї для укрупчування свїчи в отвір головки цилїндра. На нижнїй частинї корпусу укруплений боковий електрод. Центральний електрод вїддїлений вїд корпусу свїчи керамїчним ізолятором.

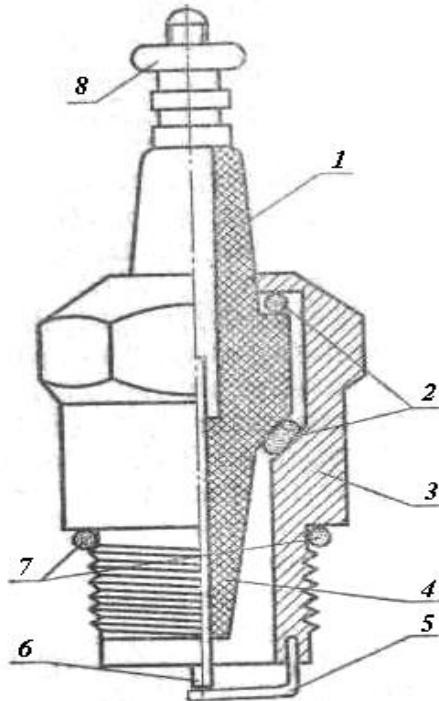


Рис. 3.39 – Свїчка запалювання:

1 – ізолятор; 2 – ущїльнювач; 3 – корпус; 4 – юбка; 5, 6 – електроди; 7 – ущїльнювальна прокладка; 8 – затиск

Центральний електрод і ізолятор, особливо їх нижні частини, піддаються дії високої температури і тиску.

Елементи свічок запалювання, що знаходяться безпосередньо в камері згорання, повинні бути нагріті до визначеної температури порядку 500-600 °С.

Якщо вони будуть холодніше, то свіча не буде «самоочищуватись» – на її електродах та ізоляторі швидко стануть відкладатися незгорілі частки палива й оливи, що негайно призведе до перебоїв в запалюванні і повному відмовленні в роботі.

Якщо ж температура ізолятора або електродів підвищиться до 700–800 °С, робоча суміш стане загорятися вже не від іскри, а від цих нагрітих елементів. З'явиться так зване калільне запалювання – явище вкрай шкідливе.

Здатність свічі підтримувати той або інший тепловий режим забезпечується її тепловою характеристикою, що визначається калільним числом. Калільне число – величина відносна. Воно показує, наскільки енергійно відбувається відведення тепла у свічі від центрального електрода, а саме це відведення регулюється в основному довжиною юбки ізолятора. Свічі з низьким калільним числом (швидко нагріваються) називають «гарячими», з високим – «холодними».

Кожному двигуну повинна відповідати своя свіча, підібрана за тепловою характеристикою. Застосовувати інші свічі можна, якщо вони знаходяться у тепловому ряду близько до тієї, що призначена для даного мотора.

Маркірування свіч включає позначення різьблення: «А» – різьблення М14 X 1,25; «М» – різьблення М18 X 1,5; калільне число позначене однією або двома цифрами; позначення довжини різьбової частини – Н-11 мм, Д-19 мм; буква В – у випадку виступу ізолятора за торець різьблення корпусу; буква Т – при герметизації з'єднання між корпусом та ізолятором.

Крім того, для боротьби з радіоперешкодами, щоб не заважати тим, хто користується радіоприймачами, наконечник свічі може мати спеціально убудований резистор. Мають його і деякі свічі.

Для ущільнення між свічею і головкою циліндра ставиться мідно-азбестова прокладка.

Установка моменту випередження запалювання. Оскільки робоча суміш згоряє не миттєво і цей процес розтягнутий у часі, потрібно так підготувати умови згорання, щоб над поршнем створю-

вався максимальний тиск у момент, коли він приходить у ВМТ і тільки починає рух донизу.

Домогтися цього можна за рахунок установки моменту випередження запалювання. Іншими словами, іскра між електролампами свічі повинна проскочити заздалегідь, до попадання поршня у ВМТ.

Величина випередження запалювання вирішальним чином позначається на характеристиках міцності двигуна і на легкості його пуску. Для кожного типу двигуна вона індивідуальна. Звичайно вона вказується в технічних даних у мм ходи поршня або в градусах повороту колінчатого вала.

Кожен починаючий мотоцикліст повинен уміти перевірити правильність установки моменту запалювання.

Виконується ця операція в такий спосіб. Насамперед, повертаючи колінчатий вал двигуна, знаходять положення найбільшого розмикання контактів переривника, вимірюють величину зазору плоским щупом і, якщо є потреба, чистять контакти і доводять зазор до величини 0,35-0,45 мм.

Потім підводять поршень у крайнє верхнє положення, обертаючи колінчатий вал за годинною стрілкою (на мотоциклах «Іж-Ю» – проти годинникової стрілки), і після цього відводять його назад на величину, зазначену в інструкції (для «Іж-56» і «Іж-Ю» – 3,5-4,0 мм; для «Іж-ЮЗ» – 2,0-2,6 мм і т.д.).

Послабивши гвинти кріплення підмурку переривника, повертають його навколо кулачка так, щоб молоточок тільки починав розмикати контакти.

Визначити точно цей момент допоможе лампочка, включена між «масою» і рухливим контактом (при цьому повинно бути включене запалювання).

Установку моменту випередження запалювання у двоциліндрових двигунів іжевського заводу починають із правого циліндра.

Після установки запалювання гвинти кріплення підстави переривника потрібно надійно затягти.

Допоміжні прилади

Для забезпечення роботи основних і допоміжних джерел струму, системи запалювання, а також для виконання інших функцій освітлення і сигналізації служать допоміжні прилади. До них відносяться центральний перемикач (як правило, об'єднаний із замком запалювання), фара головного світла і задній ліхтар, покажчики повороту та їх реле,

датчик стоп-сигналу, звуковий сигнал і пучки проводів, що з'єднують всі електричні пристрої.

Для прикладу розберемо спочатку роботу центрального перемикача на мотоциклі «Восход-2» (рис. 3.40).

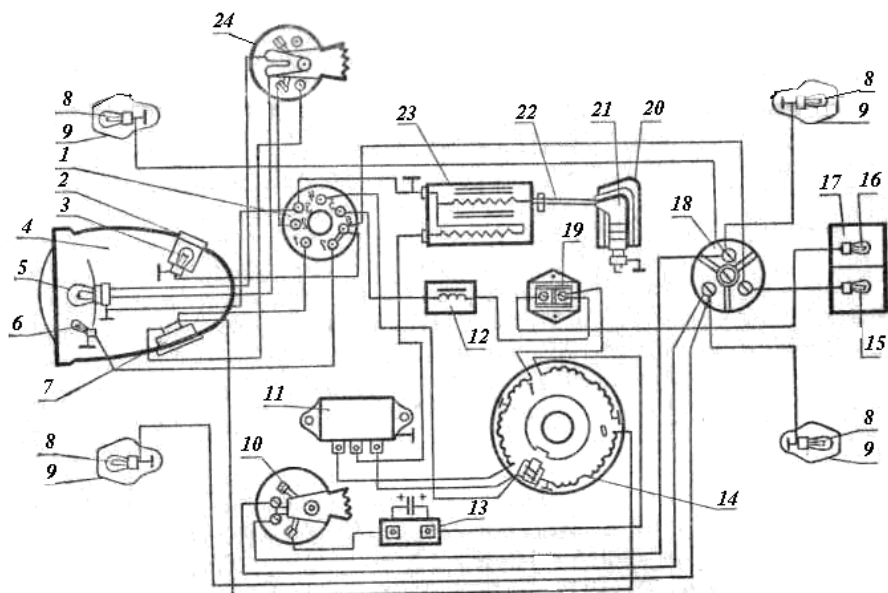


Рис. 3.40 – Схема електрообладнання:

1 – центральний перемикач; 2 – спідометр; 3 – лампа підсвічування спідометра; 4 – фара; 5 – лампа головного світла; 6 – лампа міської їзди; 7 – звуковий сигнал; 8 – лампи показників поворотів; 9 – показники поворотів; 10 – перемикач показників поворотів; 11 – електронний комутатор (Д – клемка датчика; К – клемка котушки запалювання; Г – клемка генератора); 12 – дросель; 13 – реле-переривник; 14 – генератор; 15 – лампа освітлення номерного знака; 16 – лампа сигналу гальмування; 17 – задній ліхтар; 18 – з'єднувальна колодка проводів; 19 – вимикач сигналу гальмування; 20 – еcranований ковпачок свічі; 21 – свічка запалювання; 22 – провід високої напруги; 23 – котушка запалювання; 24 – перемикач світла.

Перемикач має три робочі положення: «0», «I», «II», у відповідно до наступних режимів роботи: у положенні «0» первинна обмотка котушки запалювання на масу, що забезпечує зупинку двигуна; у положенні «I» (їзда вдень) – включається ланцюг запалювання, працює ланцюг показників поворотів (при включеному перемикачі – показником поворотів) і ланцюг сигналу гальмування (при натисканні на

педаль гальма); у положенні «П» (їзда вночі) включаються ще два ланцюги: а) ланцюг ламп підсвічування спідометра, освітлення номерного знака і міської їзди (через дросель, службовим пристроєм, що доповнює параметричне регулювання генератора); б) ланцюг лампи головного світла (через перемикач світла на кермі).

Нагляд за центральним перемикачем зводиться до періодичної перевірки надійності кріплення перемикача у фарі та очищення рухливих і нерухомих контактів від пилу і бруду шляхом промивання їх у бензині.

Фара у процесі експлуатації спеціального нагляду не вимагає. Основним правилом нагляду за фарами є прибирання пилу з внутрішньої порожнини оптичного елемента шляхом продувки повітрям. При ушкодженні розсіювача його слід замінити.

Для правильного освітлення шляху фара повинна бути відрегульована, для чого слід:

- установити мотоцикл (з водієм і пасажиром) на рівній площадці перед білою стіною або екраном на відстані 10 м;

- закріпити фару в положенні, за якого центр світлового пучка далекого світла на екрані на 75-80 мм нижче центра фари.

Задній ліхтар має більш-менш розділені два елементи. В одному, нижньому, міститься лампа освітлення номерного знака – вона ж є й габаритним вогнем. В іншому, верхньому, знаходиться лампа стоп-сигналу, що загоряється тільки при натисканні на педаль гальма. У деяких сучасних мотоциклів стоп-сигнал включається і при натисканні на важіль ручного, переднього гальма.

Індикатори повороту

Їх на мотоциклі чотири. Кожний складається з корпусу, відбивача, патрона і розсіювача.

Відбивач і розсіювач кріпляться до корпусу гвинтами. Ущільненням служать гумові прокладки. Патрон, у якому закріплюється лампа, кріпиться в корпусі.

Вмикач стоп-сигналу (датчик) звичайно міститься у правій інструментальній шухляді.

Конструкція кріплення вмикача забезпечує регулювання моменту включення лампи сигналу гальмування. Це регулювання здійснюється шляхом зсуву вмикача в праву або ліву сторону (або назад за ходом). Після установки потрібного моменту включення вмикач треба надійно закріпити гвинтами. У процесі експлуатації шток вмикача забруднюється, тому час від часу його треба протирати ганчірочкою, змоченою в бензині.

Звуковий сигнал вібраційного типу на «Восход-2» знаходиться в корпусі фари. Регулювання звучання здійснюється укрупненням або вивертанням гвинта, розташованого в центрі сектора. Після регулювання звукового сигналу гайку гвинта необхідно надійно закріпити.

Перемикач світла з кнопкою звукового сигналу розташований на кермі з лівої сторони. Для комутації ланцюга ближнього і дальнього світла використовується перемикач на три робочі положення з убудованою кнопкою-вмикачем звукового сигналу: нейтральне – лампа головного світла включена; крайнє праве – включене ближнє світло; крайнє ліве – включене далеке світло.

Перемикач покажчиків повороту укріплений на кермі з правої сторони. Він однотипний з перемикачем світла, що має також три робочі положення: нейтральне – покажчики поворотів виключені; крайнє ліве – включені ліві покажчики повороту; крайнє праве – включені праві покажчики повороту.

Кнопка звукового сигналу має рухливий контакт, приєднаний до маси, і нерухомий, з'єднаний з одним із проводів, що йдуть від клемми звукового сигналу. При натисканні на кнопку контакти замикаються, замикається ланцюг сигналу.

Підключення приладів електроустаткування мотоцикла «Восход-2» показано на схемі (рис. 3.40). Проводи з'єднані в пучки і мають різне розцвічення. Для зручності з'єднання проводів під сидлом установлена триклемна сполучна панель.

Електропроводка повинна регулярно оглядатися. При цьому слід звертати особливу увагу на якість контактів, ізоляції й укладання проводів. Якщо ізоляція порушена, це місце треба обернути ізоляційною стрічкою.

Особливу увагу необхідно звернути на надійний контакт при підключенні проводів «на масу», тому що вона при однопровідній системі виконує роль другого проводу.

3.4 Трансмісія

Передня (моторна) передача встановлюється на мотоциклах із двотактними двигунами. Тут застосовуються безроликові ланцюги. У порівнянні з втулковими роликівими ланцюгами, безроликові ланцюги за тих же габаритів мають меншу масу, менше піддані дії відцентрових сил, але відсутність роликів вимагає більш активного змащення. Тому моторні ланцюги передачі обертаються в оливних ваннах. Від зірочки ланцюг, що знаходиться на колінчатому валі двигуна, передає обертання зірочки, що знаходиться на тяговому барабані зчеплення.

На мотоциклах «Іж-Планета-спорт» передня передача зроблена шестеренною, що дозволило зменшити габарити двигуна.

Зчеплення

Зчеплення передає зусилля від колінчатого вала до коробки передач. Воно служить для тимчасового роз'єднання двигуна і силової передачі при переключенні передач, при гальмуванні і зупинці мотоцикла, а також для плавного з'єднання працюючого двигуна з трансмісією, що дає можливість здійснити плавне рушення з місця.

Дія зчеплення базується на використанні сил тертя, що виникають між поверхнями дисків. Диски зчеплення розділяються на тягові і тяжні. Залежно від кількості дисків, розрізняють багатодискові і дводискові зчеплення.

Загальний вид багатодискового зчеплення мотоцикла показаний на рис. 3.41. Тягові диски входять своїми зовнішніми виступами в пази тягового барабана, з'єданого ланцюгом із зірочкою на лівій цапфі колінчатого вала.

Тяжні диски внутрішніми виступами постійно зв'язані з тяжним барабаном зчеплення, що нерухомо з'єднаний з первинним валом коробки передач.

Тягові і тяжні диски можуть переміщатися в осьовому напрямку по пазах, але в робочому положенні вони щільно, зі значним зусиллям притиснуті один до одного п'ятьма циліндричними пружинами, що (у мотоциклів «Восход») одним кінцем закріплені за підставу тяжного барабана, а іншим – за останній, натискний диск.

Плавність включення зчеплення досягається прослизанням дисків, коли слабшає стискаюче їх зусилля. Багатодискові зчеплення, що працюють в оливній ванні, установлені на мотоциклах «Іж», «Восход-2», М-106 та інш.

Тягові диски такого зчеплення виготовлені або зі спеціальної пластмаси, або з металу з вкладишами з фрикційного матеріалу.

Тяжні диски – сталеві.

Керування зчепленням здійснюється за допомогою механізму приводу зчеплення (рис. 3.41).

При натисканні на важіль керування зчепленням 9, розташованим на кермі, зусилля через трос 10 передається на плече важеля 13, який жорстко з'єднаний з черв'яком 12. При повороті черв'як по нарізці переміщається у середину картера і через кульку 11 передає зусилля на шток 14 вимикача зчеплення, що знаходиться у середині первинного вала коробки передач.

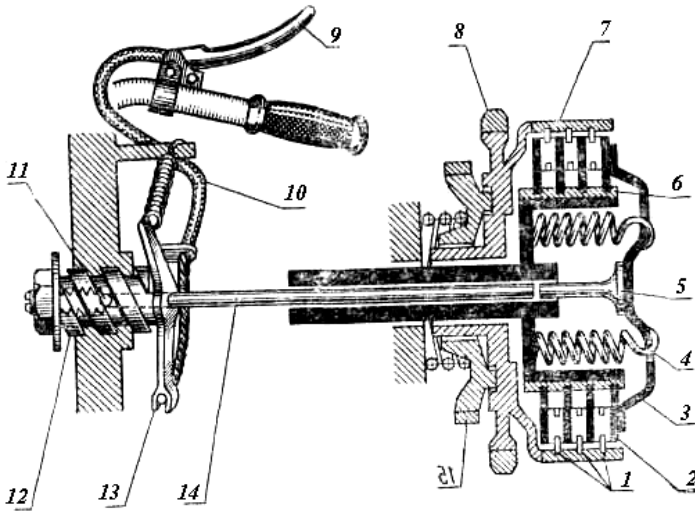


Рис. 3.41 – Багатодискове зчеплення (схема) і його привід:

1 – тягові диски; 2 – тяжні диски; 3 – натискний диск; 4 – пружинка; 5 – грибок; 6 – тяжний барабан; 7 – тяговий барабан; 8 – зірочка тягового барабана; 9 – важіль керування зчепленням; 10 – трос; 11 – кулька натискного троса; 12 – черв'як; 13 – важіль; 14 – шток вимикання зчеплення; 15 – шестерня пускового механізму

Шток, у свою чергу, натискає на грибок 5, головка якого упирається в натискний диск 3, переміщає його вліво, розтягуючи пружини 4, унаслідок чого тягові 1 і тяжні 2 диски роз'єднуються і зчеплення виключається.

На мотоциклі «Іж-Ю» механізм вимикання зчеплення зблоковано з механізмом переключення передач, що дозволяє робити вимикання і включення зчеплення автоматично при переключенні передач. На мотоциклах з чотиритактними двигунами (К-750, «Урал», «Дніпро») встановлене дводискове сухе зчеплення (рис. 3.41).

Увесь механізм зчеплення змонтовано в маховику двигуна. В маховику запресовані шість пальців, на які встановлено два сталевих тягові диски зчеплення і проміжний.

Зовнішній опорний (третій) диск наглухо прикручується гвинтами до торців пальців зчеплення. Для запобігання відвертання ці гвинти закернюються.

Між сталевими тяговими дисками встановлюються тяжні диски, виготовлені з тонкої пружинної сталі, по обидва боки до них прикріплені фрикційні накладки.

Тяжні диски приклепуються до шпичевої маточини, за допомогою якої вони встановлюються на хвостовику первинного вала коробки передач.

Диски стискаються між собою шістьма пружинами, поставленими між маховиком і натискним диском.

Механізм вимикання зчеплення складається зі штока, наконечника штока, натискного підшипника, повзуна і важеля вимикання. Шток зчеплення проходить через первинний вал коробки передач і упирається в натискний диск. Квадратним кінцем шток входить у відповідний отвір у диску.

На іншому кінці штока зроблено центруюче витончення, входить в отвір наконечника штока. На цьому ж кінці штока встановлюється повстяний сальник. На протилежному кінці наконечника є фланець і хвостовик із упорним кульковим підшипником.

Підшипник упирається у фланець наконечника й у торець повзуна, що може переміщатися в корпусі заднього підшипника первинного вала коробки передач.

При натисканні на важіль вимикання зчеплення зусилля через трос, важіль вимикання, повзун, упорний підшипник і наконечник передається штоку. Останній, упираючись у натискний диск зчеплення, стискає пружини і відсуває диск. Зчеплення виключається.

При відпусканні важеля вимикання зчеплення пружини знову притискають диски один до одного і зчеплення включається.

Зчеплення мотоцикла К-750 регулюється одним регулювальним гвинтом, укрупченим у важіль вимикання, а зчеплення мотоциклів «Урал» і «Дніпро» – двома гвинтами: регулювальним у важелі вимикання і гвинтом упора оболонки троса, укрупченим у кронштейн, що укріплений на картері коробки передач.

У мотоциклів «Іж-Ю», «Іж-Ю2», «Днепр-МТ10» привід вимикання зчеплення подвійний: ручний – від важеля на кермі і ножний – заблокований з механізмом переключення передач.

Несправності зчеплення бувають двох видів: пробуксовування дисків або неповне вимикання.

Пробуксовування дисків може бути викликане відсутністю вільного ходу важеля зчеплення на кермі, заїданням троса в оболонці, попаданням оливи або води на диски, недостатнім тиском пружин, зносом фрикційного матеріалу дисків.

Неповне вимикання зчеплення може бути від несправності механізму вимикання або від ушкоджень у самій муфті зчеплення.

Догляд за зчепленням полягає в перевірці через кожні 1000 км і змащенні черв'яка солідолом, а троса – автомобільною оливою.

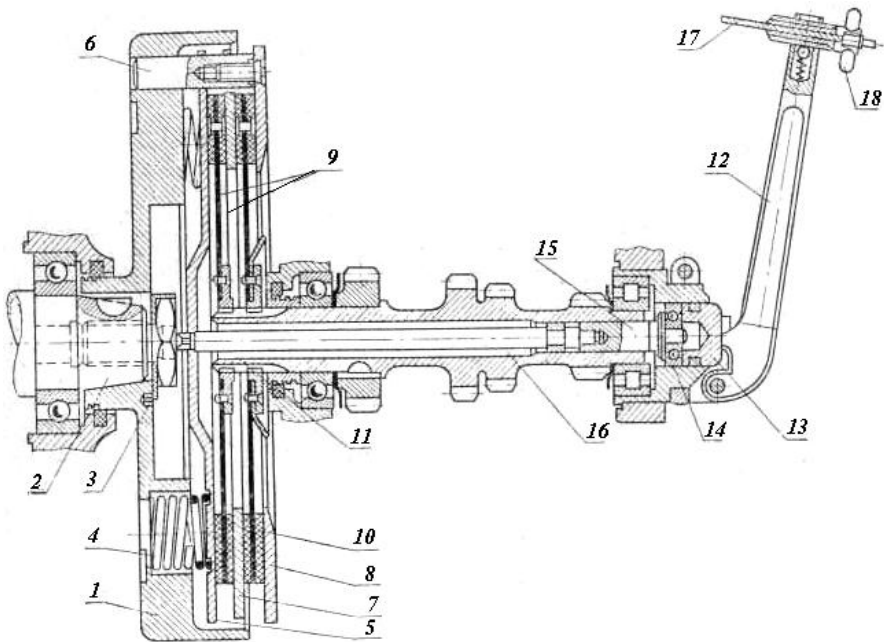


Рис. 3.42 – Дводискове зчеплення:

1 – маховик; 2 – колінчатий вал; 3 – замкова шайба; 4 – пружини; 5 – натискний диск; 6 – пальці; 7 – сталеві тягові диски; 8 – упорний диск; 9 – тяжні диски; 10 – фрикційні вкладиші; 11 – первинний вал; 12 – важіль включення; 13 – повзун; 14 – упорний підшипник; 15 – наконечник штока; 16 – шток; 17 – трос; 18 – регулювальний гвинт

Зчеплення може працювати нормально тільки за наявності вільного ходу важеля. За відсутності вільного ходу зчеплення пробуксовує і, навпаки, якщо він великий, зчеплення виключається не повністю.

Регулювання механізму вимикання зчеплення здійснюється регулювальними гвинтами з таким розрахунком, щоб величина вільного ходу, обмірювана на кінці важеля, була в межах 5-8 мм.

Коробка передач

Коробка передач служить для зміни тягової сили на тяговому колесі мотоцикла, залежно від опору руху. Крім того, вона від'єднує тягове колесо від двигуна, забезпечуючи тим самим пуск двигуна і його тривалу роботу на холостому ходу.

Коробка передач являє собою механізм, що складається із шестерень, що можуть вводитися в зачеплення в різних сполученнях.

При зачепленні шестерень різного діаметра (різного числа зубів) величина крутного моменту змінюється у стільки ж раз, на скільки число зубів однієї шестерні більше числа зубів іншої. Число передач (ступенів) коробки залежить від кількості пар шестерень, що вводяться в зачеплення у певних сполученнях.

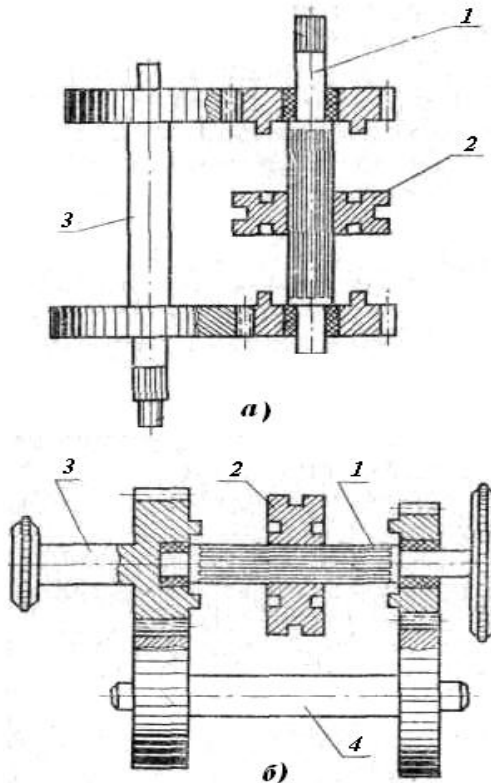


Рис. 3.43 – Найпростіші коробки передач із шестернями постійного зачеплення:

а) із двома валами; б) із трьома валами;

1 – первинний вал; 2 – муфта включення; 3 – вал вторинний; 4 – вал проміжний

На мотоциклах встановлюються коробки, що можуть мати постійне зачеплення деяких шестерень. У коробці передач мотоцикла «Дніпро», «Урал» муфти включення пересуваються по шліцах вала.

На муфті є кільцевий паз, у який входить важіль, що пересуває муфту по шпичках вала при включенні тієї або іншої передачі.

Роботу коробки передач розглянемо на прикладі коробки мотоцикла «Іж-Планета» (рис. 3.45).

Вона складається з первинного 3, вторинного 11 і проміжного 2 валів, шестерень і механізму переключення. Первинний вал 3 з постійним зачепленням шестерень, передача зусиль від первинного вала до вторинного або проміжного відбувається шляхом блокування шестерень з валами за допомогою муфт включення або шестерень-кареток (рис. 3.43).

На мотоциклах іжевського, мінського і ковровського заводів встановлюють чотириступінчасту коробку передач.

Включаючи ту або іншу пару шестерень, одержують різні передавальні співвідношення, а виходить, і різні стискальні зусилля на тяговому колесі.

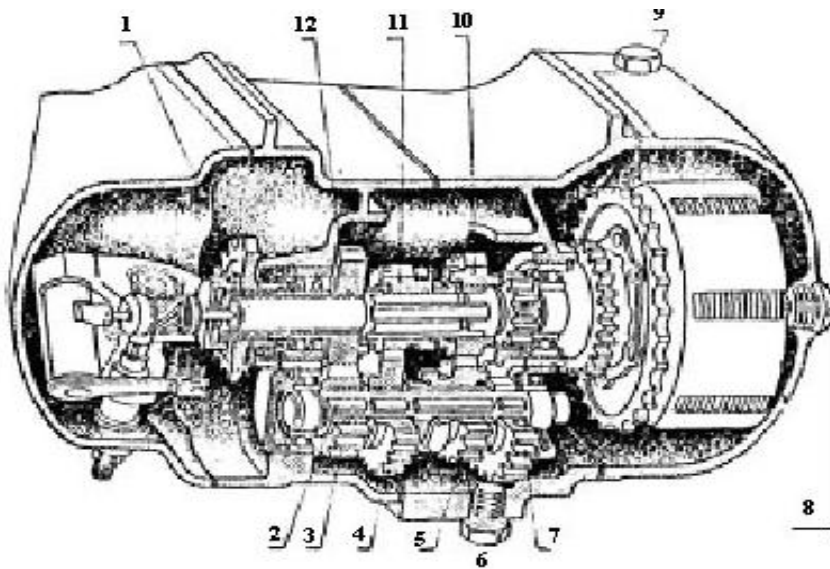
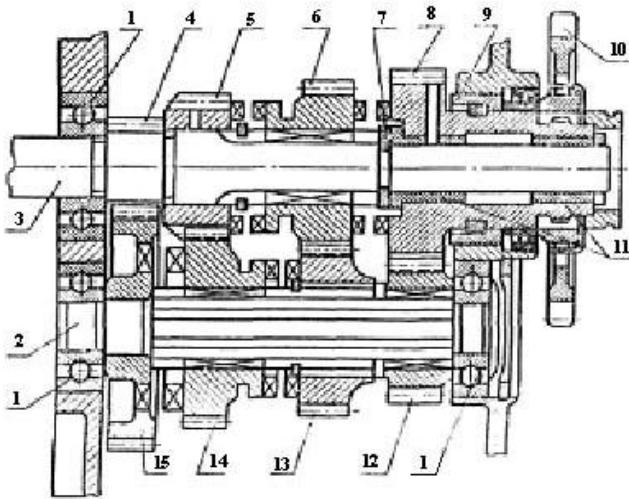
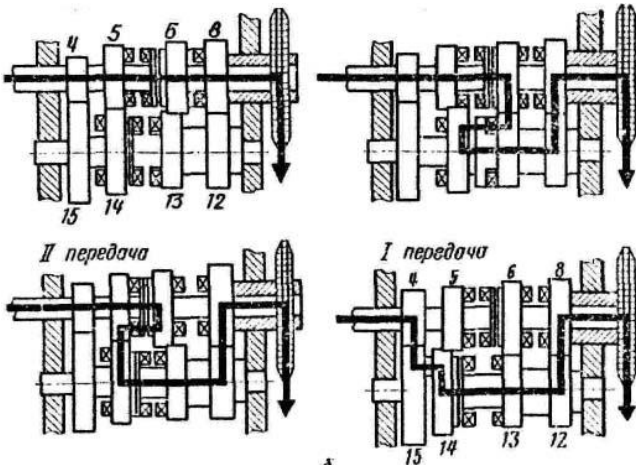


Рис. 3.44 – Коробки передач мотоцикла «Восход-2»:

1 – вал первинний; 2 – вал проміжний; 3 – шестерня проміжного вала; 4 – шестерня 2-ї передачі; 5 – шестерня руху 3-ї передачі; 6 – пробка оливоспускна; 7 – шестерня 1-ї передачі; 8 – пробка кришки зчеплення; 9 – стрижень контролю рівня оливи; 10 – шестерня 3-ї передачі; 11 – шестерня рухлива 2-ї передачі; 12 – вал вторинний



а



б

Рис. 3.45 – Коробка передач і схема переключення передач мотоцикла Іж-П:

а) розріз; б) схема силових замикань у коробці передач;

1 – шарикопідшипник; 2 – вал проміжний; 3 – вал первинний; 4 – шестерня 1-ї передачі; 5 – шестерня 2-ї передачі; 6 – шестерня 2-ї і 4-ї передач (ковзна); 7 – опорна шайба вторинного вала; 8 – основна шестерня вторинного вала; 9 – кільце підшипника; 10 – тягова зірочка; 11 – вторинний вал; 12 – основна шестерня проміжного вала; 13 – шестерня третьої передачі проміжного вала; 14 – шестерня 2-ї передачі (ковзна); 15 – шестерня першої передачі

На важких мотоциклах з чотиритактними двигунами встановлюють двовальну чотириступінчасту коробку з передачею заднього ходу.

Переключення передач відбувається як педаллю, так і важелем. На мотоциклі «Дніпро» встановлюють на вторинному валі ковзну шестерню заднього ходу.

На мотоциклах «Іж», «Восход», М-105 включення передач забезпечують шестерні-каретки з важелями (рис. 3.44), а на мотоциклах «Дніпро» виготовлено заодно із шестернею першої передачі 4 і встановлено на двох опорах: ліворуч – у шарикопідшипнику 1, а праворуч – у втулках вторинного вала 11. На первинному валу розташована вільна шестерня другої передачі 5 і шестерня четвертої передачі 6, що має можливість сковзати по шліцах. Шестерня 5 від осевого переміщення блокується стопорним кільцем. Між шестернею 6 і вторинним валом встановлена опорна шайба 7.

Вторинний вал виготовлений заодно із шестернею 8 і обертається в роликовому підшипнику 9. На правому кінці вала на шліцах встановлена тягова зірочка 10 передачі заднього ходу.

Проміжний вал 2 встановлений на двох кулькових підшипниках. Ліворуч на ньому встановлена вільно шестерня першої передачі 15. Шестерня другої передачі 14 може сковзати по валу на шліцах, шестерня третьої передачі 13 сковзати не може і зафіксована стопорним кільцем, але може вільно обертатися. Основна шестерня проміжного вала 12 встановлена на шліцах і переміщатися не може.

Механізм переключення

Механізм переключення передач (рис. 3.46) у мотоцикла Іж-П складається з важеля переключення, вала, сектора, собачок із пружинами, копірного вала, двох вилок, що сидять на осях, і фіксатора.

При натисканні на важіль вал переключення повертається на визначений кут, одна з двох собачок входить у зачеплення з зубом сектора і повертає його. Сектор знаходиться в зачепленні з копірним валом і, у свою чергу, змушує останній повертатися.

На копірному валі є два фігурні прорізи, у які входять виступи вилок переключення. Коли вал повертається, важелі пересуваються по стрижнях і пересувають шестерні, якими керують.

Перша передача. При включенні першої передачі (униз до упора) (рис. 3.45) нижня вилка пересуває шестерню 14 вліво і вводить її в зачеплення із шестернею 15, що постійно зчеплена із шестернею першої передачі 4 первинного вала. Таким чином, обертання

передається від первинного вала через шестерню 4 шестерні 15, через її вікна – боковим кулачком шестерні 14, що сидить на шліцах проміжного вала, потім шестерні 12 і від неї – шестерні 8 вторинного вала. Інші шестерні обертаються вхолосту.

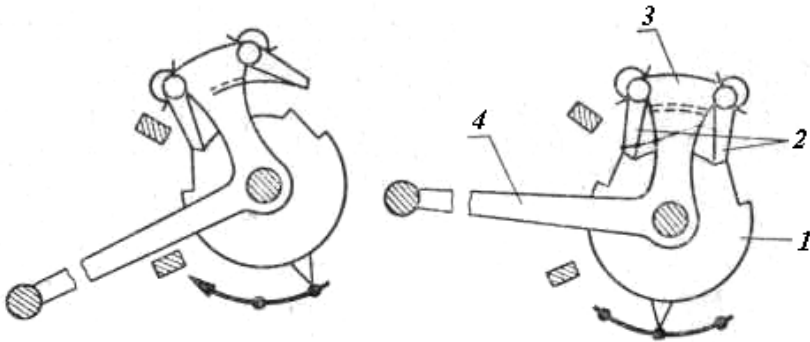


Рис. 3.46 – Схема механізму ногового переключення передач із селектором:

1 – зубцюватий сектор; 2 – собачки; 3 – державка; 4 – педаль

Друга передача. При включенні другої передачі (важіль нагору до упора) шестерня 14 виходить із зачеплення із шестернею 15. Але в цей же час верхня вилка механізму переключення введе шестерню 6 у зачеплення із шестернею 5, що завжди зчеплена із шестернею 14. Тепер «силове замикання» піде від первинного вала через шліци до шестерні 6, потім через бокові кулачки до шестерні 5, від неї до шестерні 14 і проміжного вала і, нарешті, через шестерню 12 до вторинного вала.

Третя передача (важіль нагору). Шестерня 6 відсувається вправо, виходячи з зачеплення із шестернею 5. Одночасно шестерня 14 також відсувається вправо і зчіплюється із шестернею 13. Неважко простежити, як йде передача моменту, що крутить: первинний вал – шестерня 6 – шестерня 13 – бокові кулачки – шестерня 14 – проміжний вал – шестерня 12 – вторинний вал.

Четверта передача (важіль нагору). Її іноді називають прямою. Справді: шестерня 14 розчіплюється із шестернею 13, а шестерня 6, посуваючись ще далі вправо, входить кулачками в зачеплення із шестернею вторинного вала, і тому передача обертання йде «прямо» від первинного вала до вторинного. Шестерня 6 передатного відношення

не змінює, вона є просто свого роду «замком». Тому передатне відношення прямої передачі дорівнює одиниці.

Нейтральне положення. Між першою і другою передачею існує так звана «фіксована нейтраль». Суть її в тім, що шестерня 6 первинного вала і шестерня 14 проміжного вала виходять своїми кулачками з зачеплення із сусідніми шестернями і займають проміжні положення («нейтраль»).

Згодом, коли в мотоцикліста з'являється досвід і свого роду чуття, він звичайно може на ходу включити таку «нейтраль» між будь-якими передачами – достатньо навчитися "відчувати" педаль переключення.

Основні несправності коробки передач: довільний вихід шестерень із зачеплення, утруднене включення передач, шум шестерень при роботі, підтікання оливи із сапуна або картера, поломки і викришування зубів.

Довільний вихід шестерень із зачеплення може бути наслідком природного зносу муфт, шестерень і валів. Кулачки і шліци із сильно закругленими краями діють під навантаженням як клини і відштовхують одну від іншої зчеплені муфти. Це може бути також наслідком недостатньої пружності або поломки пружин фіксатора, а також збільшення лунки на секторі переключення.

Утруднене включення передач, включення передач зі стуком або шумом може бути через порушення регулювання механізму ножного переключення передач, деформації сектора, качанів переключення, поломки пружини перемикача, а також через несправність зчеплення.

Шум шестерень є найчастіше наслідком сильного зносу шестерень або відсутності оливи в картері коробки (при цьому коробка нагрівається). Підтікання оливи свідчить про несправності сальників і прокладок, а також може бути викликана надлишком оливи в коробці.

Для запуску двигуна мотоцикли оснащені пусковим механізмом, що складається з важеля з зубцюватим сектором і храпової шестерні (двотактні двигуни) або важеля із собачкою і шестерні з торцевим внутрішнім зачепленням (чотиритактні двигуни) (рис. 3.47).

При натисканні на важіль зубцюватої сектор або собачка зачіпають шестерні і передають зусилля через них на первинний вал коробки передач, що, у свою чергу, через зчеплення і моторну передачу надає руху валу двигуна. При відпусканні важеля під дією поворотної пружини він повертається в первинне положення.

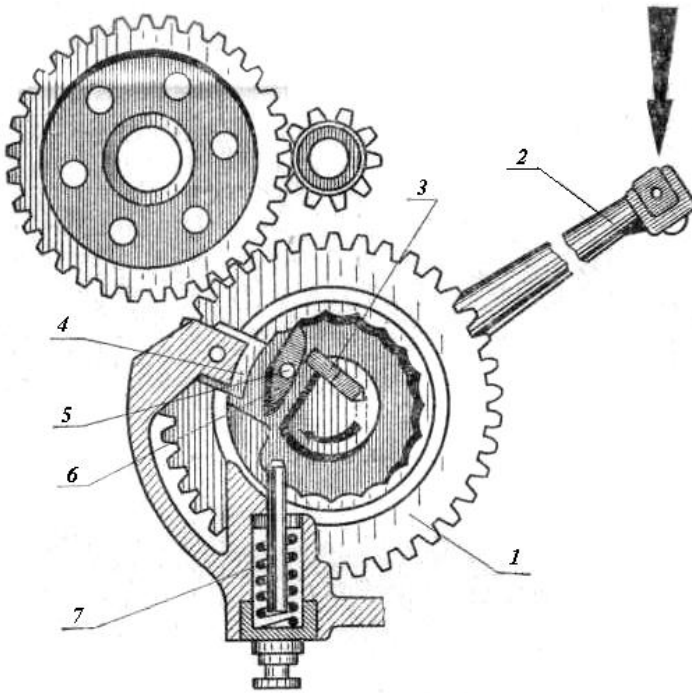


Рис. 3.47 – Пусковий механізм із собачкою і храповою шестернею внутрішнього зачеплення:

1 – пускова шестерня; 2 – пускова педаль; 3 – штовхач; 4,6 – вимикач собачки; 5 – вісь собачки; 7 – пружинний упор

Якщо важіль пускового механізму не повертається у вихідне положення, то в цьому "винуваті" або поламана поворотна пружина, або застигла олива в коробці передач. Якщо важіль провертає пусковий механізм, а вал двигуна не обертається, то може бути поламана пружина храповика, зношені або викришені зуби шестерні, зім'яті грані храповика, можливий також обрив моторного ланцюга.

Технічне обслуговування коробки передач полягає у своєчасному доливанні і зміні оливи, у перевірці і регулюванні механізму переключення передач (якщо він регулюється).

Оливу доцільно змінювати відразу після поїздки, поки вона тепла. Після зливу оливи в картер заливають чисту малов'язку оливу (АС-8, «веретенну») до половини рівня. Піднявши на підставку заднє колесо мотоцикла і включаючи передачі, дають попрацювати двигуну 3-5 хвилин. Потім промивну оливу зливають і заливають свіжу моторну оливу до норми.

Передача зусилля від коробки передач відбувається через кардану або ланцюгову передачу.

Ланцюгова задня передача встановлена на усіх мотоциклах із двотактними двигунами (рис. 3.48). Вона складається з тягової зірочки на вторинному валу коробки передач, роликового ланцюга зі сполучною ланкою (замком) і тяжкої зірочки на заднім колесі.

У заднього колеса мотоцикла є пристосування для натягу ланцюга. Для захисту від бруду задня ланцюгова передача в більшості мотоциклів закривається кожухом і гумовими чохлами.

Натягнутий ланцюг під навантаженням повинен мати прогин 10-12 мм (у мотоциклів Іж-17 – 25 мм). Якщо ланцюг сильно витягнутий і не піддається регулюванню, його можна вкоротити за рахунок видалення пари ланок. Однак цю міру треба вважати тимчасовою і з першою нагодою замінити ланцюг, тому що видалення пар ланок веде до прискореного зносу обох зірочок.

При технічному обслуговуванні необхідно перевіряти натяг ланцюга і робити регулювання. Ланцюг через 3000 км пробігу («Іж» – через 5000 км) необхідно зняти, очистити, промити в гасі і «проварити» у графітовому змащенні (графітове змащення розігрівається у водяній ванні).

Карданна передача (рис. 3.49) дозволяє передавати обертання (обертальний момент) від коробки передач до головної передачі під перемінним кутом, що досягається за рахунок застосування шарнірів. Її вигідно застосовувати в тому випадку, якщо вали коробки розташовані не поперек, а уздовж мотоцикла. Саме тому вона встановлюється на мотоциклах з чотиритактними двигунами – К-750, «Урал», «Дніпро».

Карданна передача складається з трьох основних елементів: пружної муфти, карданного вала і карданного шарніра (кардана). Карданний шарнір з'єднується з головною передачею за допомогою спицевого з'єднання і клиноподібного болта.

Кардан складається з двох вилок і хрестовини з підшипниками. В отвори обох вилок уставлені на голчастих підшипниках пальці хрестовини. Зовнішні обойми підшипників закріплені замковими кільцями. Для змащення підшипників у хрестовину кардана укручена оливничка. У пальцях хрестовини є отвори і торцеві канавки, що забезпечують прохід змащення. Для захисту від бруду шарнір закритий ковпачком і сферичним гумовим ущільнюючим кільцем.

Догляд за карданною передачею зводиться до змащення підшипників карданного вала, а також до зовнішнього огляду (на відсутність тріщин, погнутості).

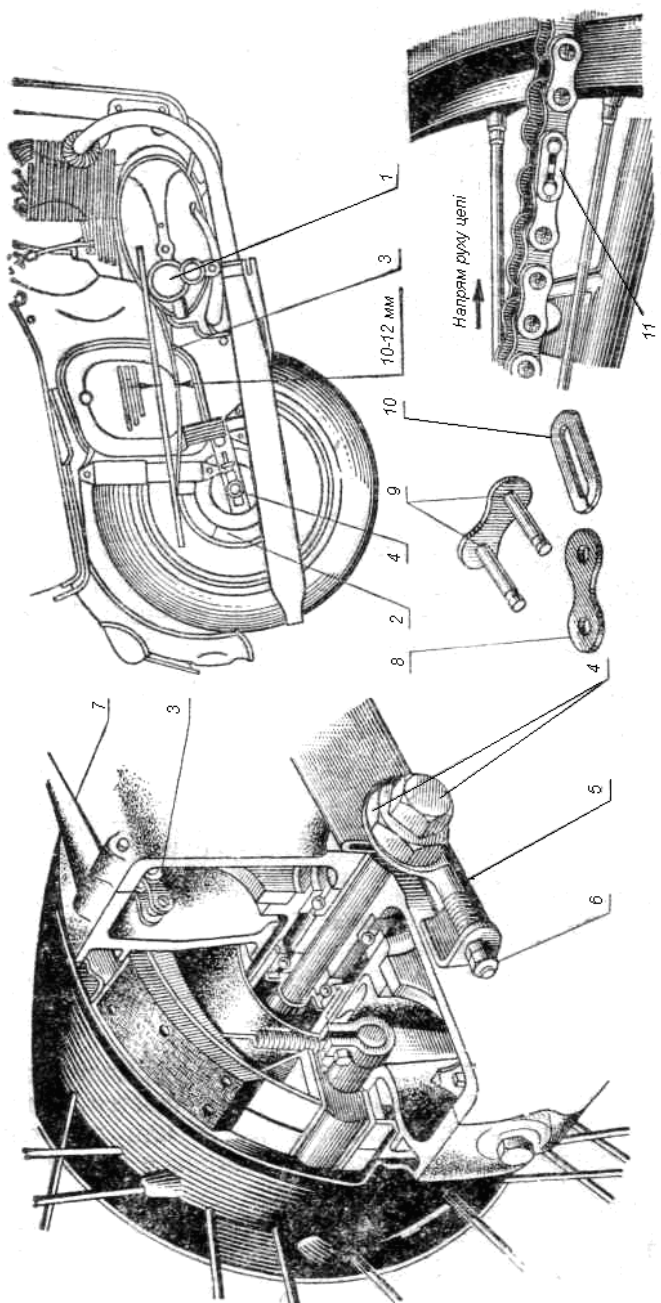


Рис. 3.48 – Ланцюгова задня передача

Головна передача (рис. 3.49) виконана у виді пари конічних шестерень зі спіральними зубами. Шестерні розміщені в картері, що одночасно служить диском для заднього гальма, резервуаром для оливи й опорою для правого кінця осі заднього колеса.

Унизу картер має отвір для зливу оливи, закритий пробкою. У верхній частині розташовано заливний отвір, у який ввернуто щуп із сапуном.

Рівень оливи в картері періодично слід перевіряти. Через 4000 км пробігу мотоцикла після промивання картера оливу в головній передачі слід замінити.

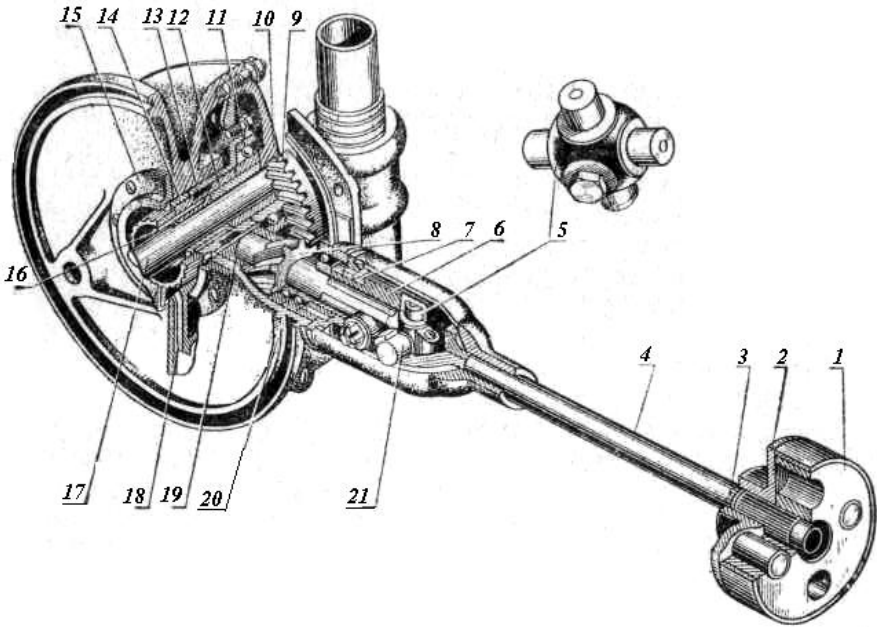


Рис. 3.49 – Карданна і головна передачі

1 – гумова муфта; 2 – тяжний диск пружного шарніра; 3 – стопорне кільце; 4 – карданний вал; 5 – хрестовина кардана; 6 – шпигувальний важіль карданного шарніра; 7 – сальник кардана; 8 – тягова шестерня; 5 – тяжна шестерня; 10 – кришка картера; 11 – підшипник тяжної шестерні; 12 – маточина тяжної шестерні; 13 – бронзовий підшипник; 14 – комірковий сальник; 15-кришка сальника; 16 – розпірна втулка; 17– вісь колеса; 18 – оливовідвідний канал; 19 – задній підшипник тягової шестерні; 30 – передній підшипник; 21 – голчастий підшипник кардана

Несправності карданної і головної передач:

– знос гумової сполучної шайби пружної муфти, що характеризується стукотом у переднім зчленуванні кардана при рушенні мотоцикла з місця. При сильному зносі шайбу слід замінити;

– биття карданного вала внаслідок зносу або випадання замкового кільця, що утримує корпус голчастого підшипника. Шум у редукторі головної передачі може бути викликаний недостаткою оливи в картері, зносом підшипника, збільшенням зазору між зубами шестерень редуктора. Регулювання зазору досягається за рахунок зменшення або збільшення числа регулювальних шайб, але це робота для досвідченого мотоцикліста.

Під час експлуатації періодично треба перевіряти затягування гайок кріплення кришки головної передачі до маятника.

3.5 Ходова частина мотоцикла

Для кріплення агрегатів мотоцикла служить рама. На рамі кріпляться задня підвіска і передня вилка з колісьми, а також боковий причіп. Усі ці агрегати складають ходову частину мотоцикла.

Рама повинна бути міцною і легкою. Пристрій рами показаний на рис. 3.50.

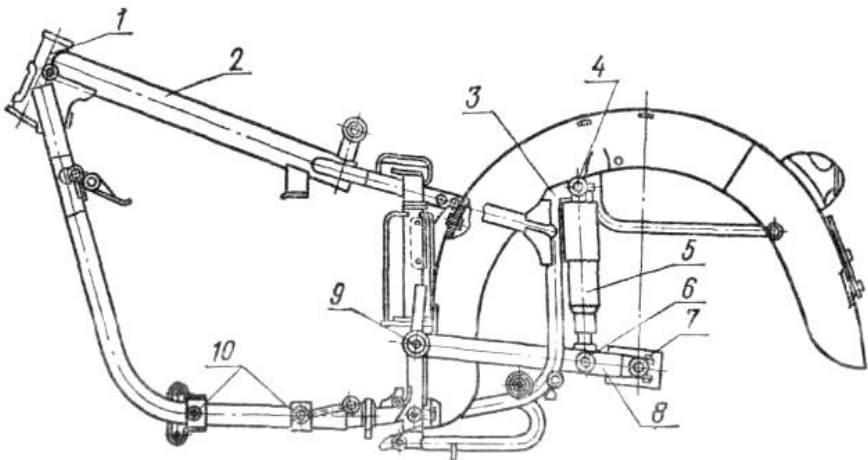


Рис. 3.50 – Рама мотоцикла у зборі:

1 – кермовий стовпчик; 2 – верхня основна балка; 3 – опорний кронштейн рами; 4, 6 – шарніри задніх амортизаторів; 5 – пружно-гідралічний амортизатор; 7 – вушко для осі колеса; 8 – маятникова вилка; 9 – вісь маятничової вилки; 10 – нижня частина рами

Рами, однак, можуть бути й іншими. Якщо передній підкіс рами зроблений із двох розбіжних донизу труб, вона називається подвійною, або дуплексною (рами важких мотоциклів). Якщо підкіс одинарний, а підстава роздвоєна – це вже «напівдуплекс» (рами всіх «Іж»). Приклад, коли рама взагалі не має переднього підкоса, можна побачити в конструкції мопедів. Це – відкрита рама.

Заднє тягове колесо мотоцикла закріплене в маятниковому пристрої, передня частина якого шарнірно укріплена на рамі. Вертикальні зусилля, що виникають при русі мотоцикла по нерівностях дороги, сприймаються колесом і передаються через маятникову вилку і пружини амортизаторів на раму. Пружини пом'якшують удари, а гідравлічні амортизатори гасять коливання мотоцикла.

Пристрій пружинно-гідравлічного амортизатора задньої підвіски показаний на рис. 3.51.

Дія амортизатора базується на опорі, що створюється рідиною при її перетіканні з однієї порожнини до іншої через калібровані отвори.

При наїзді на перешкоди колесо разом з хитною вилкою переміщається нагору, пружини стискаються, корпус амортизатора 4 переміщається також нагору.

Амортизаторна рідина, що знаходиться в циліндрі 19, проходить через отвори поршня 16 і, піднімаючи клапан 15, заповнює об'єм над поршнем. При цьому нижній клапан 20 закритий.

При зворотному ході рідина, що знаходиться в циліндрі над поршнем, притискає клапан 15 і з зусиллям видавлюється через кільцеві зазори між поршнем і циліндром, штоком 6 і втулкою 13. За рахунок цього зменшується віддача пружини, а отже, і коливання заднього колеса. Об'єм, що звільняється під поршнем, заповнюється оливою через клапан 20.

Залежно від конструктивних особливостей, в амортизатори заливаються різні оливи, амортизаторні рідини і суміші олив – трансформаторна, веретенна, турбінна.

Найчастіше застосовуються суміші з 75% трансформаторної оливи і 25% оливи АКЗп-10, АКп-10 (для мотоциклів «Іж», «Урал»), чиста веретенна олива АУ (для мотоциклів «Восход», К-175), суміш 50% турбінної і 50% трансформаторної оливи (для мотоциклів «Дніпро»).

Пружинно-гідравлічні амортизатори з'єднані з маятником підвіски і рамою через шарнірні з'єднання, що мають гумові втулки.

При експлуатації в задній підвісці може з'явитися металевий стукіт при русі по нерівній дорозі. Це свідчить про несправність. Основними причинами її можуть бути: недостатня кількість або загушення оливи в амортизаторах, великий знос штока, поршня, циліндра, що приводить до зменшення ефективності гасіння коливань підвіски.

Можуть з'явитися також підтікання рідини з-під кожуха. Причини: відгвинчений корпус штока, знос гумового кільця, що ущільнює, знос гумового сальника, слабке затягування гайки корпусу. Сальники, що зносилися, слабкі пружини й інші деталі замінюються новими.

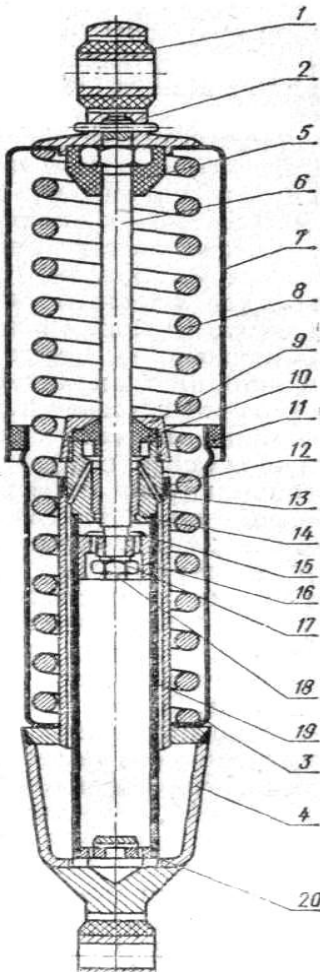


Рис. 3.51 – Пружинно-гідролічний амортизатор задньої підвіски:

1 – гумо-металева втулка; 2 – верхня серга; 3 – нижній кожух; 4 – корпус підвіски; 5 – гумовий буфер; 6 – шток; 7 – кожух верхній; 8 – пружина; 9 – гайка сальника; 10 – гумовий сальник; 11 – фетровий сальник; 12 – ущільнювальне кільце; 13 – втулка; 14 – корпус втулки штока; 15 – клапан; 16 – поршень; 17 – пружинна шайба; 18 – гайка; 19 – циліндр амортизатора; 20 – нижній клапан

Таким чином, усунення несправностей задньої підвіски зводиться, головним чином, до забезпечення герметичності між штоком, поршнем і гайкою сальника амортизатора. При розбиранні амортизаторів, крім усунення виявлених несправностей, треба заповнити їх рідиною, підбраною за в'язкістю з урахуванням температурних умов.

Передня вилка (рис. 3.52), у якій кріпиться переднє колесо, забезпечує напрямок руху мотоцикла, сприймає на себе навантаження від нерівностей дороги і гасить виникаючі коливання за допомогою амортизаторів.

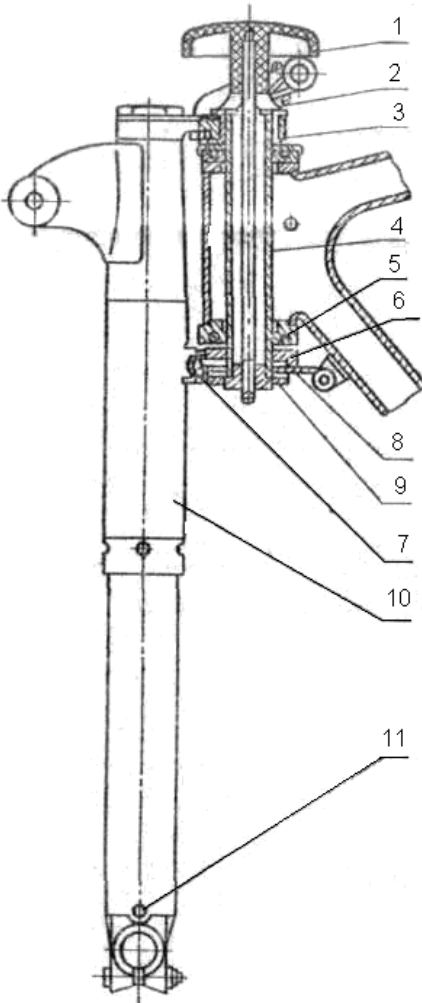


Рис. 3.52 – Передня телескопічна вилка:

- 1 – рукоятка рульового амортизатора; 2 – пружина; 3 – верхній місток; 4 – стрижень рульового стовпчика; 5 – радіально упорний підшипник; 6 – нижній місток; 7 – стяжний болт; 8-обмежник повороту; 9 – натискний диск; 10 – кожух; 11 – впускна пробка; 12 – різьбова пробка; 13 – несуча трубка; 14 – фетровий сальник; 15 – корпус сальника; 16 – гумова манжета; 17 – пружина сальника; 18 – верхня втулка; 19 – шток; 20 – пружина; 21 – наконечник амортизатора; 22 – штифт; 23 – клапан; 24 – поршень штока; 25 – поршень несучої труби; 26 – стопорне кільце; 27 – ковзна труба; 28 – стійка гідроамортизатора; 29 – болт

Передня вилка кріпиться до рами за допомогою стрижня 4 і радіально-упорних підшипників 5. Кожна з двох труб вилки складається з нерухомої і ковзної сталеві труб з телескопічним амортизатором у середині кожного труби. Труби скріплені двома містками (траверсами).

Нерухомі труби верхньою конусною частиною кріпляться в отворах верхнього містка, а в отворах нижнього затискаються болтами. По основних трубах сковзають на направляючих втулках нижні рухливі труби 27. До них приварені наконечники для осі переднього колеса

В середині рухливої труби 27 міститься гідравлічний амортизатор 28, що служить для гасіння коливань передньої вилки. Він складається з корпусу і штока 19 з поршнем 25. Шток слід ввернути у різьбову пробку 12.

Принцип дії амортизатора тут той самий, що й в амортизатора задньої підвіски. Та й будова дуже схожа.

В передніх качанах мотоциклів «Восход» і М-105, 106 застосовані телескопічні труби з безклапанними гідроамортизаторами. Вони відрізняються тільки конструкцією гасителя коливань (рис. 3.53).

Для запобігання від витікання оливи і захисту від пилу і бруду верхній кінець рухливої труби ущільнюється сальником, корпус якого у процесі експлуатації необхідно регулярно підтягувати.

Герметичність нарізного сполучення циліндра гідроамортизатора з наконечником труби забезпечується установкою мідної прокладки.

Експлуатаційні якості передньої вилки залежать від наявності оливи в амортизаторі і в'язкості цієї оливи. Тому її кількість повинна бути точно визначеною, відповідно до рекомендацій заводської інструкції.

При експлуатації мотоцикла в передній гідравлічній вилці можуть з'явитися наступні несправності: стукіт опор через недостатню кількість рідини; збільшення кільцевого зазору між штоком і кришкою циліндра амортизатора внаслідок зносу; великий люфт в упорних шарикопідшипниках рульової колонки; витікання рідини через нещільне кріплення гайки корпусу сальника; вихід з ладу гумової манжети сальника; улучення піску або бруду.

Щоб усунути несправності, треба перевірити наявність амортизаторної рідини, у випадку зносу замінити шток, кришку корпусу амортизатора і манжету. Якщо манжета не розірвана, то її слід тільки промити, затягти корпус сальника і, якщо все-таки протікання з-під різьблення не припиниться, замінити прокладку. Люфт у рульовому стовпчику усувається підтягуванням гайок верхнього містка.

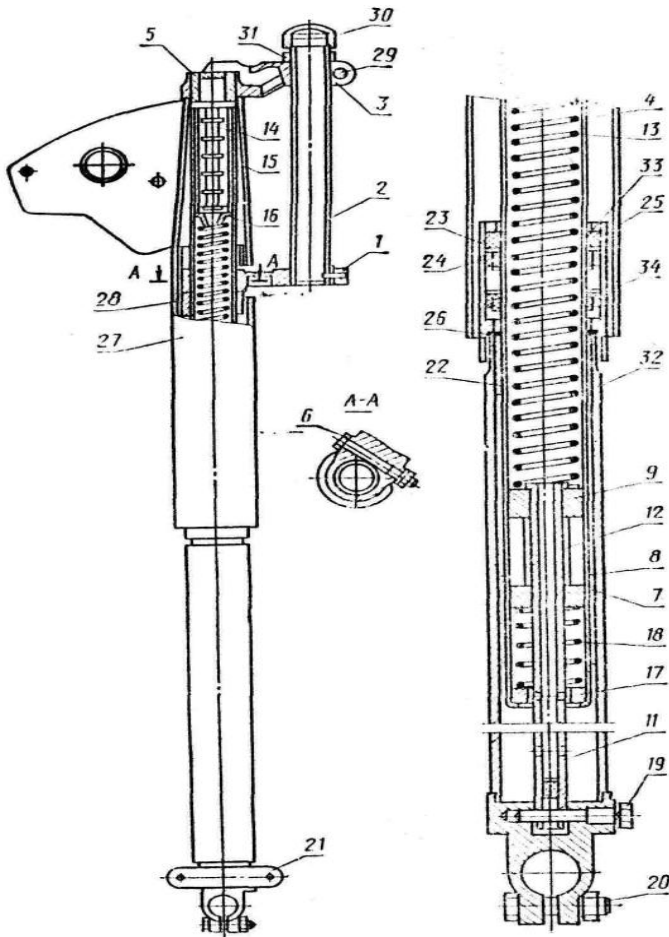


Рис. 3.53 – Передня вилка мотоцикла «Восход»:

1 – траверса нижня; 2 – стрижень рульового стовпчика; 3 – траверса верхня; 4 – труба основна; 5 – гайка стрижня верхньої траверси; 6 – болт стяжної нижньої траверси; 7 – втулка основної труби; 8 – кільце запірне втулки основної труби; 9 – поршень труби гідроамортизатора; 10 – труба гідроамортизатора; 11 – втулка розпірна поршня; 12 – шток; 13 – пружина вилки; 14 – стрижень відбивача суміші; 15 – втулка відбивача суміші; 16 – втулка опорна пружини; 17 – шайба основної труби; 18 – пружина зворотного ходу; 19 – вісь труби гідроамортизатора; 20 – болт кріплення осі колеса; 21 – наконечник нижній з вушком кріплення переднього щитка; 22 – втулка рухливої труби; 23 – корпус сальника; 24 – сальник; 25 – кільце повстяне; 26 – прокладка; 27 – кожух основної труби; 28 – буфер; 29 – болт стяжний стрижня рульового стовпчика; 30 – гайка верхня стрижня рульового стовпчика; 31 – гайка нижня стрижня рульового стовпчика; 32 – труба рухлива; 33 – кришка сальника; 34 – кільце запірне сальника

Зміну амортизаторної рідини з промиванням порожнини резервуара чистою оливою слід робити відповідно до вказівок заводської інструкції.

Колеса і шини

На мотоциклах установлюються колеса з дротовими спицями. Колесо мотоцикла (рис. 3.54) складається з маточини з гальмовим барабаном, спиць, обода і покришки з камерою. Камера з покришкою утворюють пневматичну шину.

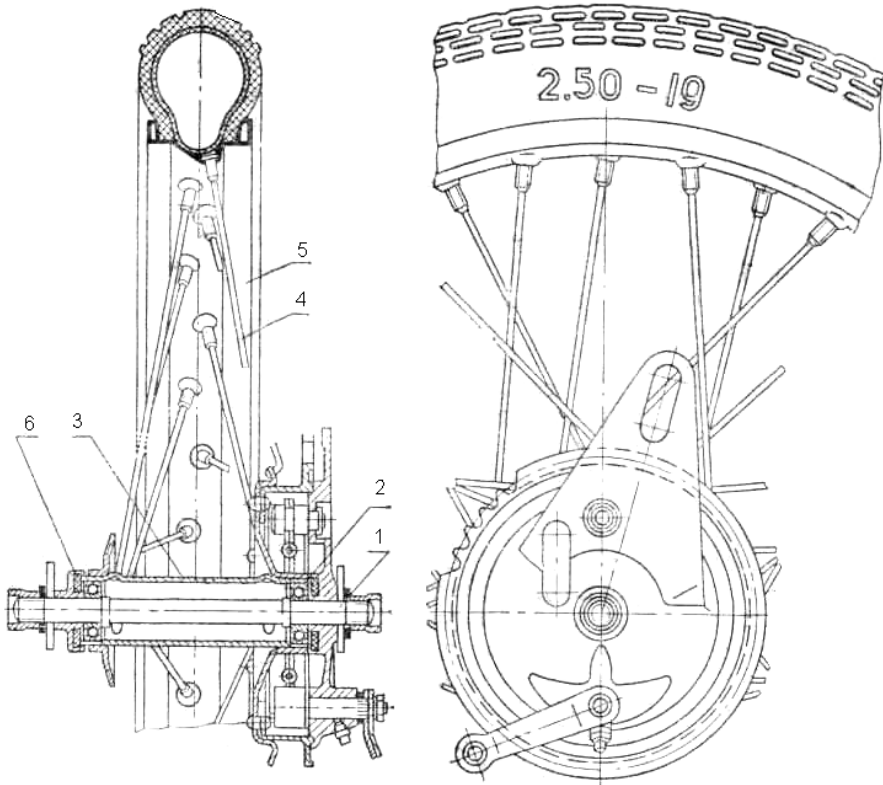


Рис. 3.54 – Колесо мотоцикла:

1 – вісь колеса; 2 – шарикопідшипник; 3 – маточина; 4 – спиця; 5 – обід; 6 – сальник

Маточина являє собою втулку, у середині якої знаходяться два підшипники, закриті сальниками.

Обід колеса виготовлений із сталі з поглибленням для зручності монтажу шин і закрилками. Він з'єднаний з маточиною за допомогою спиць, виконаних зі спеціального дроту високої міцності. На одному кінці спиць виштампувана головка, а на іншому - нарізана різьба, на яку нагвинчується ніпель, що вставляється в отвір обода. В експлуатації, час від часу, спиці доводиться підтягувати; робити це слід рівномірно. Звичайно рівномірність перевіряють на слух: за звуком при ударі по спицях гайковим ключем. При вивірці обода бічне биття повинно бути не більше 1,5 мм, радіальне – не більше 1,0 мм. Через кожні 10 000 км пробігу рекомендується розбирати втулку колеса і замінювати змащення.

На мотоциклі К-750 застосовується передня вилка підйомного типу з короткими важелями і двома горизонтальними поршневими амортизаторами двосторонньої дії. Елементами підйомної вилки, що амортизують, є несучі пружини, гідравлічні амортизатори і гумові буфери.

Мотоциклетна шина (рис. 3.55) складається з покришки і камери з вентиляем

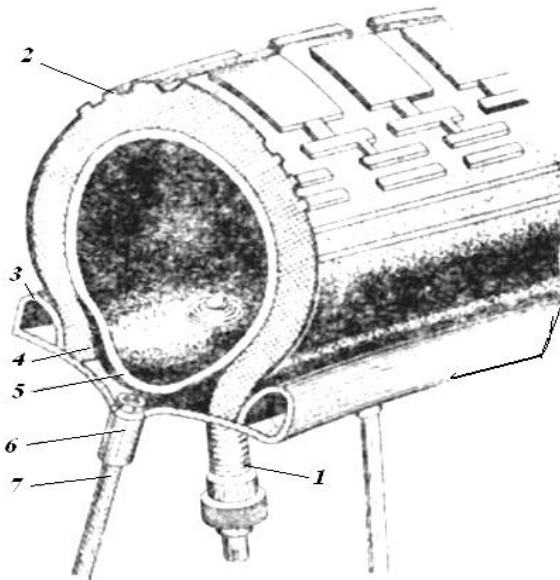


Рис. 3.55 – Шина і камера з вентиляем

1 – вентиля; 2 – протектор; 3 – обід колеса; 4 – борт; 5 – камера; 6 – ніпель; 7 – спиця

Пневматична шина монтується на ободі колеса. Вона призначена для пом'якшення і поглинання поштовхів при їзді по нерівній дорозі і для забезпечення необхідного зчеплення з покриттям дороги. Каркас покришки є основною силовою частиною шини.

На каркас накладений протектор, робоча частина якого називається **біговою доріжкою**. Для кращого зчеплення з дорогою на бігівій доріжці нанесений рельєфний рисунок.

На покришках вказується розмір (перше число – ширина профілю, друге – внутрішній діаметр у дюймах або міліметрах), завод-виготовник, рік і місяць виготовлення, номер покришки.

Камера виготовляється з еластичної гуми. Для накачування й утримання повітря камера має вентиль.

Тривалість терміну служби шини залежить від правильної експлуатації. Перед кожним виїздом слід перевіряти за допомогою манометра тиск повітря в шинах і підтримувати його в межах, зазначених заводом-виготовником.

Шини з підвищеним або зниженим тиском значно швидше зношуються й ушкоджуються.

При експлуатації шини зі зниженим тиском, особливо на високих швидкостях, нитки корду відшаровуються і протягом нетривалого часу перетирають камеру. При різкому рушенні з місця або різкому гальмуванні слабо накачана шина провертається на ободі і вириває вентиль. За підвищеного тиску повітря прискорюється знос середньої частини бігової доріжки шини, ходової частини мотоцикла, водій утомлюється від твердих поштовхів. Крім того, за підвищеного тиску (особливо в передньому колесі) на великій швидкості мотоцикл починає підстрибувати і переднє колесо часом утрачає контакт з дорогою, що викликає втрату керування (мотоцикл погано «тримає дорогу») і може привести до падіння.

Також шкідливі для шин є: різке гальмування, неправильний їх монтаж і демонтаж, неточне положення обода колеса, перебування покришок тривалий час у воді, бруді або на сонці, улучення на них бензину, оливи.

Для забезпечення рівномірного зносу шин у процесі експлуатації рекомендується через кожні 2000 км пробігу змінювати місцями взаємозамінні колеса або переставляти шину переднього колеса на заднє і навпаки.

При проколі камери її слід знімати з обода в наступному порядку: встати обома ногами на покришку в найбільш віддаленому від вентиля місці і вдавнити борт її в поглиблення обода. Поблизу вентиля

на відстані 10–15см по обидві сторони від нього підняти борт покоришки двома монтажними лопатками і перетягнути його через край обода; пересуваючи одну з лопаток по краю обода, поступово перетягнути весь борт покоришки, після чого вийняти камеру (рис. 3.56).

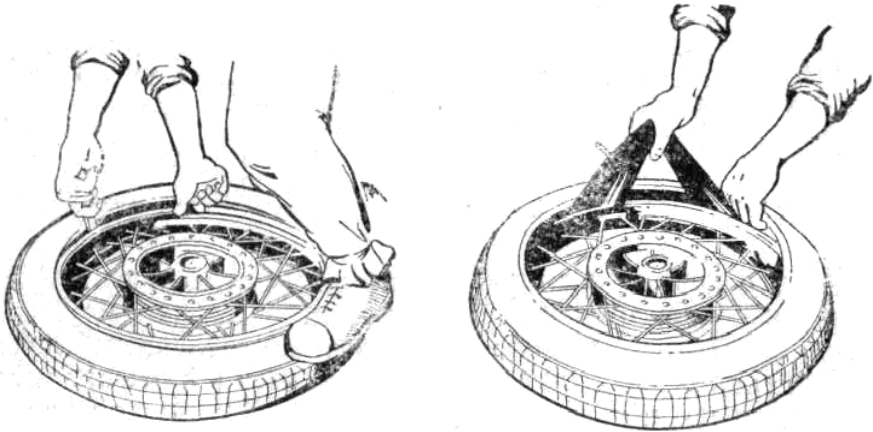


Рис. 3.56 – Демонтаж шини

Камеру в ушкодженому місці і латку перед її накладенням треба промити чистим бензином і зачистити напилком або наждачним папером. Потім двічі нанести гумовий клей на латку і місце накладення її на камері, при цьому слід щоразу давати клею просохнути протягом 10-15 хвилин. Після цього необхідно накласти латку на ушкоджене місце і щільно її притиснути.

Перед заправленням камери в покоришку треба посипати камеру тальком. Якщо в мотоаптечці є спеціальні латки з нанесеним на них шаром клею чи зі спеціальною захисною полотниною або целофановою накладкою, необхідно ними скористатися, попередньо вилучивши накладку і наклеївши латку на ушкоджене місце камери, що попередньо необхідно зачистити, змазати клеєм і просушити. На латку в цьому випадку клей наносити не обов'язково. Слід пам'ятати, що ремонт камери клеєм є тимчасовою мірою, тому що при нагріванні шини латки можуть відвалитися. Тому після поїздки камеру необхідно вулканізувати.

Витік повітря може відбуватися також через несправність золотника. Несправний золотник необхідно замінити.

При монтажі шин необхідно, злегка накачавши камеру повітрям, укласти її в покоришку, а вентиль вставити в отвір обода і накрутити гайку. Покоришку необхідно одягти на обід з боку вентилля і вда-

вити борт у поглиблення обода так, щоб не зачепити камеру. Останню ділянку покришки необхідно перетягнути через край обода двома монтажними лопатками, працюючи обережно, щоб не продавити лопаткою камеру.

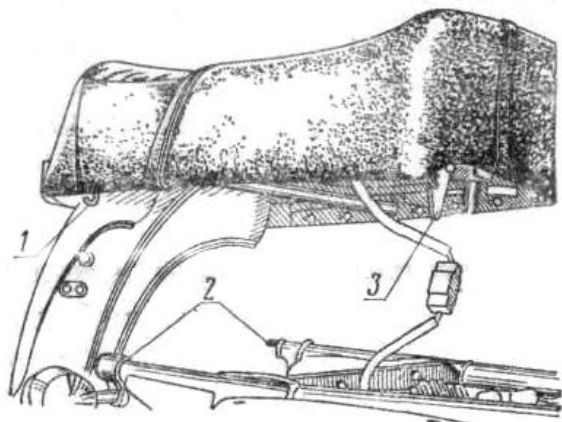


Рис. 3.57 – Сідло (подушка):

1 – зачіп; 2 – виступ рами; 3 – засувка

Після монтажу шини її потрібно трохи накачати, декількома легкими ударами об землю розправити покришку і камеру на ободі і загорнути гайку вентиля.

На більшості мотоциклів установлюється здвоєне сідло (подушка) (рис. 3.57). Пружний елемент сідла виконаний з губчатого матеріалу. Він установлений на металевий каркас і обтягнутий чохлам. На деяких мотоциклах встановлюють і роздільні сідла для водія і пасажера. Сідла встановлені на шарнірах і гумових ресорах, на кронштейні рами – сідло водія, на задньому щитку мотоцикла – сідло пасажера.

Бічний причеп

Важкі мотоцикли київського та ірпенського заводів випускаються тільки з бічними причепами. Частина мотоциклів «Іж-Юпитер» випускаються також з колясками. Крім того, у продаж надходять і розрізнені мотоцикли – одинички і коляски, що самі власники з'єднують потім разом (рис. 3.57).

Бічні причепа різних мотоциклів подібні за конструкцією: вони мають трубчасту раму, кузов, колесо. Рама за допомогою двох цанго-

вих затисків і двох регульованих тяг кріпиться до мотоцикла. При цьому вона повинна зайняти таке положення, щоб мотоцикл не «велло» убік і не зношувалася гума. Оптимальний кут розвала складає 2–3°, а сходження, заміряне на рівні осі переднього колеса, дорівнює 10–12 мм. Кут розвала встановлюється укорочуванням або подовженням тяг, а сходження – зміною положення переднього цапгового затиску, що може здвигатися в трубу рами або висуватися з неї.

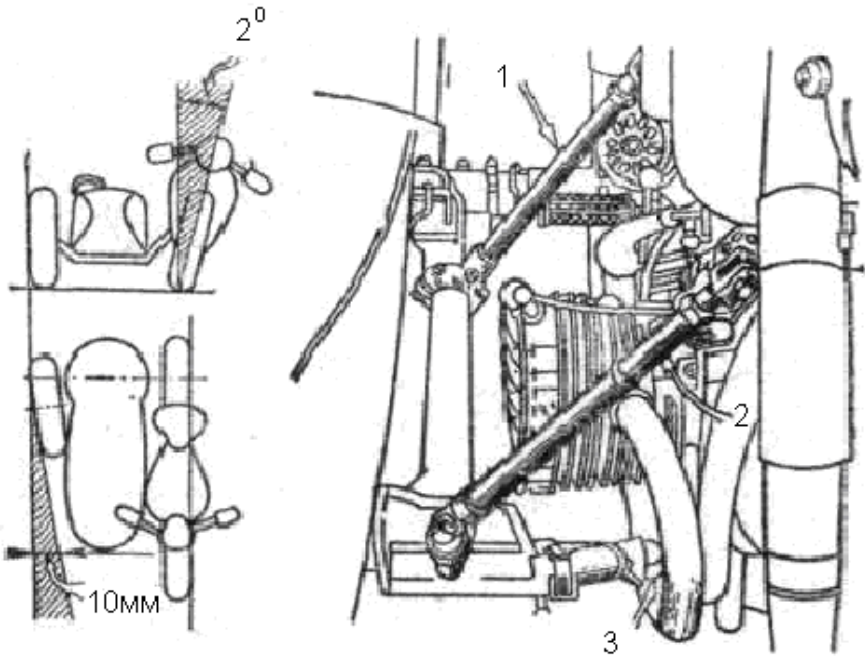


Рис. 3.58 – Регулювання розвала і сходження коліс мотоцикла і бічного причепа:

1 – середня тяга; 2 – передня тяга; 3 – передній кульовий затиск

Колесо коляски кріпиться до рами на підвіску.

Бічні коляски БП-65 до мотоциклів «Іж» забезпечувалися торсіонною підвіскою, у якій роль пружного елемента виконував сталевий стрижень, що закручувався. У причепа БП-1 колесо підвішене вже на амортизаторі, уніфікованому з тими, що застосовують на мотоциклі.

Так само улаштована підвіска у бічних причепів важких мотоциклів.

Кузов причепів іжевських мотоциклів колись кренився до рами на пружинах, щоб пом'якшувати поштовхи. На сьогоднішній день необхідність в пружинах відпала. Між кузовом і рамою залишилися тільки гумові еластичні проставки.

У кузові улаштоване м'яке сидіння зі спинкою й упор для ніг. Спинка сидіння на причепі БП-1 кріпиться засувкою. Коли вона знімається, за нею відкривається доступ у багажне відділення. Багажне відділення причепів важких мотоциклів зверху закрито кришкою, на якій закріплене запасне колесо.

Бічні причепи забезпечуються габаритними ліхтарями і покажчиками повороту.

Технічне обслуговування причепів складається з перевірки кріплень, підтяжки всіх болтових з'єднань і перевірки необхідного розвала і сходження коліс мотоцикла і коляски, а також регулювання жорсткості торсійної підвіски за допомогою регульовальних болтів втулки торсійного вала.

Органи керування

До органів керування (рис. 3.59) відносяться рульове керування, важелі на рулі, гальма і педалі. Рульове керування служить для зміни напрямку руху мотоцикла і складається з руля з рульовим амортизатором, рульовою колонкою і демпфера.

Руль є також основою для розміщення органів керування. Він виготовлений зі сталеві труби і жорстко з'єднується з верхнім кронштейном передньої вилки за допомогою двох кронштейнів. Руль може бути встановлений у зручному для водія положенні.

На рулі ліворуч розташований важіль керування зчепленням і перемикач світла з кнопкою звукового сигналу, праворуч – важіль ручного гальма, перемикач покажчиків повороту, рукоятка керування підйомом дроселя карбюратора, монетка коректора.

Рульова колонка (передня частина рами) розташована під кутом 60–65° до горизонтальної площини для того, щоб під час руху мотоцикла переднє колесо його займало стійке положення стосовно дороги.

На рульовій колонці встановлений рульовий амортизатор (демпер), що служить для зменшення бічних коливань переднього колеса. Демпер являє собою гальмуючий механізм, що складається з фрикційних шайб і сталевих пластин.

Сила тертя між шайбами і пластинами може регулюватися шляхом збільшення або зменшення їх затягування. При їзді з великою швидкістю демпер рекомендується злегка затягувати.

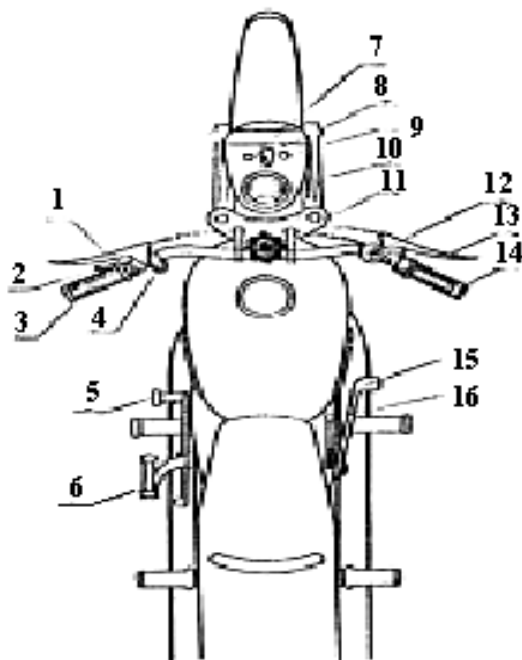


Рис. 3.59 – Органи керування мотоциклом:

1 – важіль керування зчепленням; 2 – важіль керування декомпресором; 3 – кермо; 4 – перемикач світла; 5 – педаль пускового механізму; 6 – перемикач покажчиків повороту; 7-контрольна лампа акумулятора; 8 – центральний перемикач; 9 – контрольна лампа нейтрального положення коробки передач; 10 – спідометр; 11 – баранчик амортизатора повороту руля (демпфера); 12 – важіль монетки коректора карбюратора; 13 – важіль керування переднім гальмом; 14 – рукоятка керування дроселем карбюратора; 15 – педаль ногого гальма; 16 – важіль ручного переключення передач

При тугому обертанні вилки через затягнуті підшипники рульової колонки слід відрегулювати затягування підшипників. При замаслюванні, забрудненні, зносі дисків демпфера він може відмовити в роботі. У цьому випадку треба розібрати, промити і замінити його деталі. Мотоцикл не допускається до експлуатації з несправностями передньої вилки і рульового керування, тому кріплення руля чи його роботу треба перевіряти постійно.

Тяги органів керування мотоциклом, розташовані на рулі, – гнучкі. Вони являють собою сталеві троси, укладені в кручені сталеві оболонки. На кінцях оболонок є наконечники і, за необхідності, регулювальні гвинти.

Гальма служать для забезпечення сповільнення руху мотоцикла і його повної зупинки. Принцип дії гальм базується на використанні сили тертя, що виникає при гальмуванні між гальмовими накладками і гальмовим барабаном.

Гальмівна система

На мотоциклі встановлені два гальма колодкового типу. Гальмо складається з барабана, кришки барабана, колодок з накладками і приводу (рис. 3.60).

Барабан – обертається разом з колесом як частина гальмівної системи. На мотоциклах з литими дюралюмінієвими маточинами гальмовий барабан являє собою сталеву стрічку, залиту в маточину і проточену для надання точно циліндричної форми.

На старих мотоциклах з цілими сталевими маточинами барабан відливався з ними заодно.

Кришка гальмового барабана вільно сидить на осі колеса, але від повертання фіксується реактивним упором, зв'язаним з передньоювилкою (переднє гальмо) або маятником (заднє гальмо).

На кришці містяться гальмові колодки з накладками, розтискний кулачок і упор троса або тяги.

У важких мотоциклах кришка гальмового барабана є стінкою картера головної передачі.

Гальмові колодки – литі дюралеві або клепані сталеві. На колодках наклепані або наклеєні спеціальним клеєм ВР-10Т накладки – відрізки стрічки з фрикційного матеріалу, що має високий коефіцієнт тертя.

Сила тертя, що виникає між накладками і гальмовим барабаном, пропорційна зусиллю, з яким водій тисне на важіль або педаль. Вона сповільнює обертання колеса, з маточиною якого нерозривно зв'язаний гальмовий барабан.

Для нормальної роботи гальм між колодками і барабаном повинен бути зазор. Якщо він відсутній, то у процесі руху мотоцикла гальма нагріваються і накладки швидко зношуються. Якщо зазор занадто великий, то колодки при гальмуванні нещільно прилягають до барабана і гальмування стає малоефективним.

Гальмо регулюється так, щоб гальмування починалося при переміщенні кінця важеля на кермі на 5-10 мм. Регулювання переднього гальма виконується регулювальним гвинтом, розташованим у кронштейні кріплення важеля переднього гальма.

Регулювання заднього гальма виконується регулювальною гайкою на задньому кінці гальмової тяги (рис. 3.61). При великому зносі гальмових накладок, коли запас регулювання вичерпаний, можна пере-ставити гальмовий важіль на 1–2 шліці. Як правило, у цьому випадку вже настає час замінити накладки або колодки.

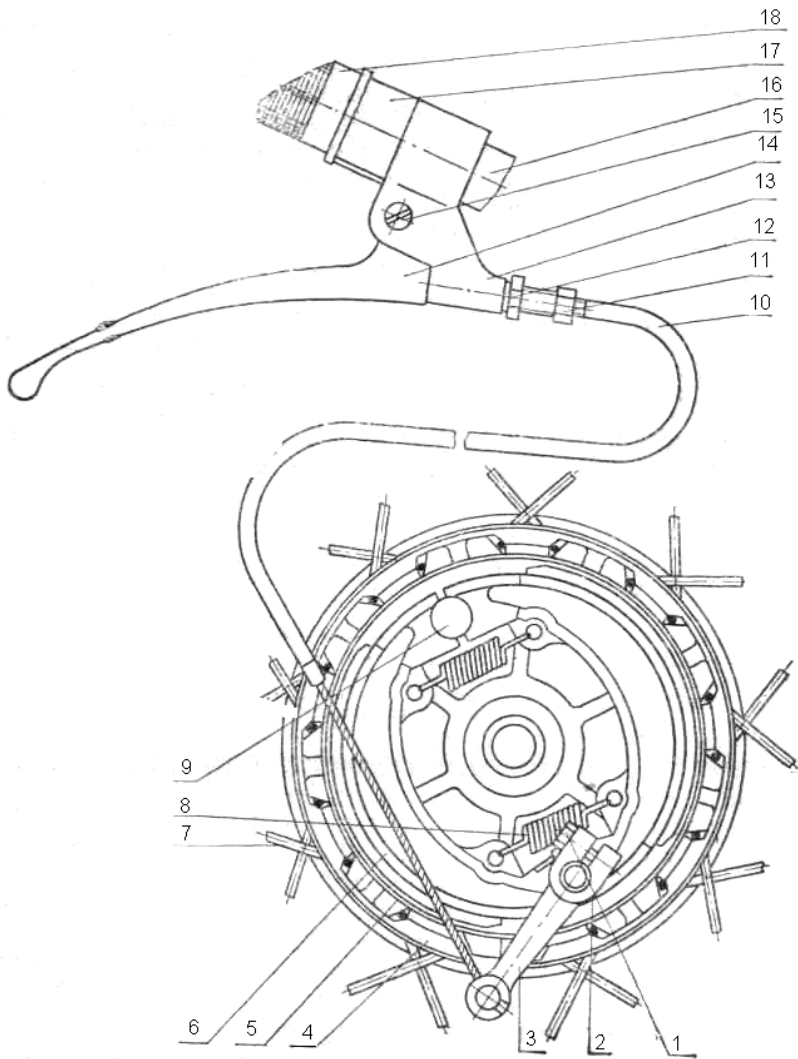


Рис. 3.60 – Гальмо переднього колеса:

1 – болт; 2 – кулачок гальмової колодки; 3 – важіль кулачка; 4 – маточина; 5 – барабан гальмівної; 6 – колодка гальмова; 7 – спиця; 8 – пружина; 9 – вісь гальмової колодки; 10 – трос гальма; 11 – гвинт регулювальний; 12 – контргайка; 13 – кронштейн важеля переднього гальма; 14 – важіль керування переднім гальмом; 15 – гвинт; 16 – труба рулячи; 17 – корпус ручки дроселя; 18 – ручка права

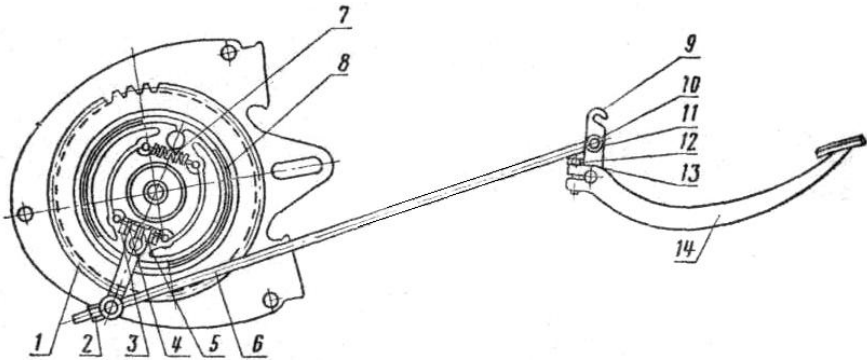


Рис. 3.61 – Гальмо заднього колеса:

1 – зірочка заднього колеса; 2 – регулювальна гайка; 3 – болт; 4 – шайба пружинна; 5 – важіль гальмовий; 6 – тяга; 7 – пружина; 8 – колодка гальмова; 9 – планка гальмової тяги; 10 – шплінт; 11 – шайба; 12 – болт; 13 – шайба пружинна; 14 – важіль ногого гальма

Через 5000 км пробігу рекомендується гальмо розібрати й очистити його деталі. Замаслені накладки промивають у бензині, а у випадку великого зносу замінюють новими. Щоб гальмування відбувалося плавно, кінці накладок спилюють клином на довжині 10 мм. Змащення осі розтискного кулачка і самого кулачка роблять через 2000 км пробігу солідолом, при цьому розтискний кулачок змащується тонким шаром, щоб змащення не потрапило у середину барабана і не сталося замаслювання накладок. Якщо змащення розтискного кулачка не забезпечує вільного обертання (гальмо заїдає), то треба кулачок добре промити і зачистити.

Регулювання гальм можна вважати задовільним, якщо при дії двома гальмами гальмівний шлях мотоцикла за швидкості 30 км/год не буде перевищувати 8-10 м.

Вільний хід кінця педалі ногого гальма повинен бути в межах 10-15 мм.

Поверхня гумових рукояток при потраплянні на неї оливи або бензину розм'якшується, стає слизькою і сильно бруднить руки.

Миття мотоцикла потрібно завжди починати з найбільш брудних місць – нижньої частини мотоцикла і щитків на колесах. Після того, як змито бруд, на пофарбованих поверхнях залишаються розводи тонкого шару розмитого пилу, що змивають потім губкою або м'якою волосяною щіткою при рясному поливанні водою. Далі пофарбовані деталі протирають сухою ганчіркою, щоб вода не устигла висохнути, тому що при цьому на поверхні фарби залишаються плями.

Двигун очищають від бруду й оливи кистю, змоченою в бензині або гасі. Особливо ретельно потрібно прочищати міжреберні простори циліндрів і головок, тому що осілий на поверхні ребер бруд сильно затрудняє тепловіддачу в повітря, що веде до перегріву двигуна.

Миття й очищення мотоцикла допомагають скоріше знайти несправності й ушкодження (пательки оливи і палива, тріщини, подряпини, вм'ятини і т.д.).

Рекомендується відразу ж після миття мотоцикла усунути ті несправності, що були замічені на шляху, для того, щоб мотоцикл завжди був готовий до виїзду.

3.6 Технічне обслуговування мотоцикла

Технічне обслуговування має на меті забезпечення постійного знаходження мотоцикла у працездатному стані і належному зовнішньому вигляді, усунення причин, що викликають передчасний знос деталей, виявлення виникаючих несправностей з метою їх своєчасного усунення.

Технічне обслуговування включає в себе мийні, заправні, мастильні, контрольні, кріпильні, регульовальні та інші роботи.

Технічне обслуговування мотоциклів за періодичністю, переліком виконуваних робіт і трудомісткістю підрозділяється на наступні види: щоденне обслуговування – ТО, перше технічне обслуговування – ТО-1 і друге технічне обслуговування – ТО-2.

Щоденне технічне обслуговування виконується перед кожним виїздом. Періодичність ТО-1 і ТО-2 встановлюється за пробігом залежно від умов експлуатації, але не рідше двох разів на рік для ТО-1 і одного разу на рік для ТО-2.

Обкатування нового мотоцикла

Новий мотоцикл, незважаючи на високу точність виготовлення його деталей, необхідно піддати обкатуванню для кращого прироблення всіх тертьових частин.

Необхідно пам'ятати, що для того, щоб двигун надалі розвивав максимальну потужність і безвідмовно служив якомога більший термін, необхідно дуже ретельно виконувати всі правила його обкатування.

Від правильної експлуатації мотоцикла в період його обкатування залежить якість прироблення деталей і термін його служби. Обкатування нового мотоцикла розділено на два періоди: пробіг до 1000 км і пробіг від 1000 до 2000 км.

При обкатуванні не можна перевищувати швидкостей, зазначених в табл. 5. На карбюраторі встановлений обмежник підйому дроселя, що знімається після першої тисячі кілометрів пробігу. Однак не можна цілком покладатися на обмежник, тому що навіть за його наявності мотоцикл може розвивати швидкості, що перевищують рекомендовані при обкатуванні.

Після 2000 км пробігу дозволяється їзда з максимальною швидкістю, але це не означає, що можна рухатися на максимальній швидкості тривалий час.

Новий мотоцикл під час обкатування вимагає великої уваги.

У цей період не слід перевантажувати мотоцикл і їздити по важкопрохідних дорогах, працювати за високої частоти обертання колінчатого вала двигуна або перегрівати його. Особливу увагу потрібно приділяти змащенню двигуна.

Примітка. Технічне обслуговування нових мотоциклів за пунктами 2, 3, 4 ТО-1 слід робити після пробігу 400–500 км.

На період обкатування мотоциклів із двотактними двигунами необхідно застосовувати паливо, що складається із суміші бензину й автотракторної оливи у відношенні 20:1, тобто з 20 літрів бензину і 1 літра оливи. При цьому потрібно ретельно перемішувати бензин з оливою. Категорично забороняється застосування яких-небудь сурогатів бензину й оливи. Застосовувані марки палива і змащення повинні точно відповідати вказівкам заводської інструкції. Після перших 500 км пробігу треба злити оливу з коробки і залити свіжу до необхідного рівня.

Зимова експлуатація мотоцикла

Взимку експлуатація мотоцикла значно ускладнюється через важкі дорожні умови і низьку температуру повітря. Збереження мотоциклів на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях пов'язано з додатковими заходами, що забезпечують надійність експлуатації мотоциклів. Можливі перебої в подачі палива через замерзання води, що потрапила в паливний бак і паливопровід. Знижується працездатність акумуляторних батарей і зменшується еластичність мотоциклетних шин. Переохолодження двигуна погіршує сумішоутворення, збільшує витрати палива, знижує потужність двигуна і різко збільшує знос його деталей.

Водіння мотоцикла взимку ускладнюється внаслідок погіршення зчеплення коліс з дорогою, збільшення опору руху поза дорогою і наявністю під снігом схованих перешкод (ям, канав, пнів, каменів та інш.).

При водінні мотоцикла узимку водій повинен бути особливо уважним. Мотоцикл спеціально готують до водіння в зимових умовах.

Переведення мотоцикла на зимову експлуатацію здійснюється до настання холодів при черговому технічному обслуговуванні. Крім планових робіт, слід промити паливний бак і паливopроводи, зняти і промити відстійник, фільтр і паливний краник, розібрати і промити карбюратор, продувши стисненим повітрям усі канали і жиклери, перевірити роботу карбюратора, промити гасом і змазати зимовим автомобільною оливою троти приводів зчеплення, декомпресора і гальма, а також обертову рукоятку дроселя, замінити у всіх механізмах мотоцикла літнє змащення зимовим, перевірити кріплення електроприладів, електропроводів, зачистити їх контакти і з'єднання, стики ліхтарів промастити водостійким консистентним змащенням, підготувати до зими акумуляторну батарею: замінити електроліт, перезарядити, укрити батарею повстяним чохлам, замінити покpишки зі зношеним протектором.

Для підвищення прохідності застосовують спеціальні шини з протектором підвищеної прохідності, використовують спеціальні ланцюги, «браслети» на тягових колесах.

Консервація мотоцикла

Деякі мотоциклісти узимку не користуються мотоциклами. Щоб зберегти під час стоянки взимку справний мотоцикл від ушкодження, треба виконати наступні роботи.

Мотоцикл ретельно миють: пофарбовані поверхні і шини – теплою водою, металеві частини – гасом. Після миття пофарбовані поверхні полірують із застосуванням воскової пасти, а хромовані і нехромовані металеві частини покривають шаром підігрітого спеціального захисного змащення або змащують технічним вазеліном. Воскова паста складається з однієї вагової частини воску, двох вагових частин парафіну і семи вагових частин скипидару.

Виконують послідовно усі мастильні роботи. Випускають з бензинового бака і карбюратора паливо і після висушування ополіскують їх зсередини оливою для двигуна. Через отвір для свічі вливають у циліндр декількома порціями 20-30 см³ оливи, повертаючи при цьому колінчатий вал двигуна, щоб змащення поширилося по циліндру і проникло до сідел клапанів. На мотоциклах «Іж-Спорт» і «Іж-П» для того, щоб змащення попадало на голчастий підшипник пальця і підшипник верхньої головки шатуна, роликаний підшипник нижньої головки цапфи колінчатого вала і корінні підшипники, необхідно вприскувати оли-

ву безпосередньо у змішувальну камеру карбюратора при працюючому двигуні. Оливний туман, що утворюється у кривошипній камері, рівномірно змащує всі відповідні деталі двигуна.

Знімають акумуляторну батарею. За щільності електроліту, що відповідає нормі (1,25), добре заряджену батарею краще зберігати на морозі (аж до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) – це зменшує саморозряд і сульфатацію. Якщо мотоцикл буде зберігатися в опалюваному приміщенні за температури приблизно не нижче 5° , то шини приводять у напівспущений стан і розвантажують від ваги мотоцикла, тобто піднімають його на підставці; при збереженні мотоцикла в неопалюваному приміщенні і за низької температури взимку шини рекомендується зняти, вкласти в них злегка накачані камери і зберігати у прохолодному, краще темному приміщенні.

РОЗДІЛ 4. ОСНОВНІ ВИДИ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ПОЖЕЖНІЙ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ

Матеріалознавство вивчає види, властивості, а також способи отримання та обробки машинобудівних і експлуатаційних матеріалів.

Матеріали, які використовують у пожежній техніці, розділяють на три основні види: метали, неметалічні матеріали, експлуатаційні матеріали.

Металами називають речовини, яким властива тепло- й електропровідність, пластичність, ковкість, міцність та кристалічна будова. Під терміном "метали" розуміють всю групу металічних матеріалів – метали та сплави. Чисті метали використовують в тих випадках, коли від матеріалу вимагається висока температура плавлення, тепло- і електропровідність. Чисті метали використовують в таких галузях як радіотехніка, електроніка, телебачення, телемеханіка, автоматика і т. п.

Сплавами називають складні речовини, які отримують шляхом сплавлення декількох елементів. На відміну від чистих металів, сплави мають наступні переваги: здатність зміцнювати властивості за зміни хімічного складу, здатність покращувати властивості під впливом термічної обробки, більш низьку температуру плавлення; більшу текучість в розплавленому стані, меншу усадку. Сплави часто приймають нові властивості, які відсутні в сплаві чистих металів. Наприклад, залізо в чистому вигляді – м'який, пластичний матеріал, однак якщо додати в нього 1-2 % вуглецю, то сплав, який ми отримаємо, буде більш твердим. Додавання нікелю і хрому робить його невразливим до іржі. Чисте олово плавиться за температури 232 °С, свинець – за температури 327 °С. Температура плавлення олов'яно – свинцевого сплаву, залежно від співвідношення компонентів, коливається від 60 до 180 °С.

Нині використовується більше 10 тис. сплавів, до складу яких входять понад 40 хімічних елементів у різному поєднанні.

Метали і сплави, які використовують у техніці, ділять на два основні класи: перший – чорні метали (сталь, чавун) і феросплави, другий – кольорові метали та їх сплави.

4.1 Основні фізичні ознаки металів

До основних фізичних ознак металів відносяться: теплопровідність, електропровідність, температура плавлення, магнітні властивості і деякі інші.

Густиною металів називають кількість даного матеріалу (його масу), яка знаходиться в одиниці об'єму ($\text{кг}/\text{м}^3$).

Теплопровідність – це здатність металів і сплавів з різною швидкістю проводити теплоту при нагріві й охолодженні. Теплопровідність вимірюють в $\text{ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{град})$, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$.

Електропровідність – це здатність металів і сплавів проводити електричний струм.

Температура плавлення – це ступінь нагріву, при якому метал переходить від твердого стану до рідкого.

Залізо і сталь володіють магнітними властивостями, тобто здатні притягуватися магнітом і намагнічуватися.

Ці властивості є вирішальними при визначенні здатності металів чинити опір прикладеним до деталей зовнішнім навантаженням, які характеризують придатність виробу до різних умов експлуатації.

Твердістю називається здатність металів чинити опір проникненню в поверхню іншого, більш твердого тіла.

Міцністю називається здатність металів чинити опір руйнуванню при дії на нього навантаження.

Пружність – це здатність металів набувати початкової форми та розміру після припинення дії на нього навантаження.

Пластичністю називається здатність металів не руйнуватись, змінювати початкову форму та розміри під дією навантаження і зберегти надані форму та розміри після припинення дії навантаження.

В'язкістю називається здатність металів чинити опір швидко прикладеним навантаженням.

Знання механічних властивостей металу необхідне при виготовленні і ремонті пожежного обладнання.

Технологічні властивості - різання, ковкість, рідинотекучість, усадка, зварюваність – визначають здатність металу піддаватися різним видам обробки.

Під хімічними властивостями металів розуміють їх можливості вступати в з'єднання з різними речовинами і в першу чергу з кислотами. Чим легше метал вступає в з'єднання з іншими елементами, тим швидше він руйнується. Руйнування металів та сплавів під дією навколишнього середовища називають **корозією**.

До неметалічних та експлуатаційних матеріалів відносять пластмаси, деревину, гуму, лаки, паливо – оливні матеріали, технологічні рідини.

Вироби із пластмас мають механічну міцність, яка наближається за міцністю до металів. Пластмаси мають добрі антифрикційні та

електроізоляційні властивості, які не піддаються дії слабких, а частіше й сильних розчинів кислот та лугів.

Вироби з деревини відрізняються порівняно високою механічною міцністю, мають невелику густину, масу, малу теплопровідність, легко обробляються і тому подібне.

Гума характеризується вібростійкістю, високою еластичністю, порівняно високою механічною міцністю, електроізоляційними властивостями, непроникливістю для води та газів. Фарби та лаки захищають деталі машин і конструкцій від корозії, а також надають їм красивого зовнішнього вигляду.

Чорні метали

До чорних металів відносять залізо і його сплави: сталь і чавун. Чорні метали використовують при виготовленні деталей машин, будівель і споруджень. Рівень виробництва чорних металів є одним із найважливіших показників розвитку народного господарства.

Чавун виготовляють в доменних печах. Початковим (сировинним) матеріалом для отримання чавуну є залізна руда, паливо та флюси.

Залізна руда складається з рудної речовини (з'єднання заліза з киснем) та пустої породи (пісок, глина і т.п.). Важливішими рудами є: магнітний залізняк – руда чорного кольору, яка має магнітні властивості, з вмістом заліза 56-72 %; червоний залізняк - руда червоного кольору з вмістом заліза 40-65 %; бурий залізняк – руда буро – жовтого кольору з вмістом заліза 25-60 %.

Флюси – матеріали, що сприяють перетворенню на шлак пустої породи та золи палива. Як флюс в домнах використовують вапняк.

Крім наведених матеріалів, до домен подається велика кількість повітря, необхідного для горіння палива.

Паливом для доменної плавки служить частіше всього кокс. Для отримання легованих чавунів використовують деревинне вугілля.

Будова домни

Сучасна домна (рис. 4.1) являє собою споруду висотою до 35 та діаметром 7-10 м. Ззовні домна захищена стальним кожухом, а в середині викладена товстим шаром вогнестійкої цегли.

Верхня частина печі, до якої завантажують вихідні матеріали, називають **колошником**. До колошника прикріплені труби для відводу доменного газу. Нижче колошника розташована найвища частина домни, яка розширюється донизу – шахта, яка закінчується розпаром

– найбільш широкою частиною печі. Під розпаром знаходяться заплечики – конусна частина, яка звужується донизу. У верхній частині горна є отвори, через які по спеціальних трубах (фурмам) до печі надходить сировина. В нижній частині горна для випуску розплавленого чавуну встановлено отвір (летка), а дещо нижче є два отвори для випуску шлаку. Нижня частина горна називається металопримальною частиною (рис. 4.1).

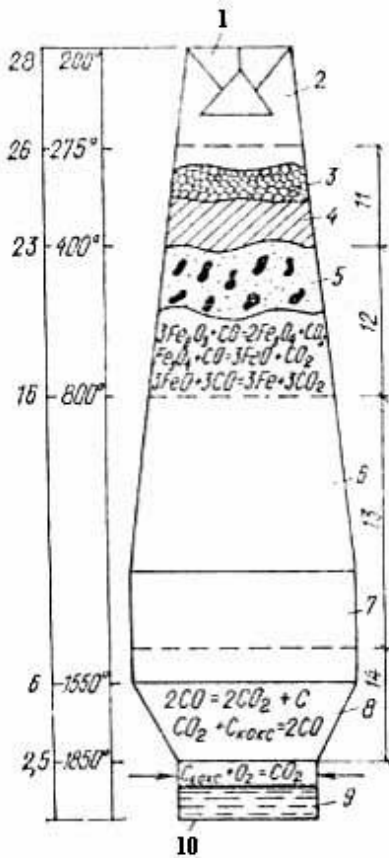


Рис. 4.1 – Схема доменної печі

1 – пристрій завантаження; 2 – колошник; 3 – флюс; 4 – руда; 5 – паливо; 6 – шихта; 7 – расар; 8 – заплічник; 9 – гори; 10 – лещадь

Домни працюють за принципом протитоку: сировина, вихідні матеріали завантажуються зверху та поступово спускаються донизу, а гази, які утворилися в нижній частині печі, підіймаються вгору.

Завантажене до печі почерговими шарами паливо, руда та флюси потрапляють у верхню частину шахти, де за температури 200-400 °С нагріваються та підсихають.

В центральній частині шахти за температури 400 – 800 °С відбувається відновлення заліза прямим та непрямим шляхами. Пряме відновлення відбувається за допомогою твердого вуглецю – коксу, який віднімає у окислів заліза кисень, в результаті чого отримуємо оксид вуглецю CO та деяку кількість CO₂.

Ці реакції проходять в зоні найвищої температури, тобто поблизу фурм – отворів, через які надходить кисень. Оксид вуглецю з потоком повітря піднімається вгору та продовжує відновну діяльність, перетворюючись на двоокис вуглецю.

Цей процес називається непрямим відновленням. В доменному процесі він має вирішальне значення. За мірою опускання вниз відновлене залізо нагрівається до 900-1000 °С та розчиняє в собі вуглець, кремній, марганець, фосфор та сірку.

При подальшому спуску вниз у плавильному поясі печі залізо насичується вуглецем (до 5-6 %) та перетворюється в чавун. Останній, розплавлюючись, стікає крупними краплинами донизу та накопичується в горні.

Чавун, який використовують у промисловості, класифікується залежно від хімічного складу, призначення, структури і технології отримання.

Вид отриманого чавуну і його властивості залежать головним чином від вмісту в ньому домішок, а також від того, в якому стані знаходяться домішки: у вигляді хімічних сполук або у вільному стані. В чавуні, крім основного елемента, – заліза, – містяться вуглець, кремній, марганець, фосфор та сірка.

Вуглець потрапляє до чавуну при плавці з палива і є найбільш важливою його домішкою. Залежно від хімічного складу і швидкості охолодження чавуну, який отримуємо, вуглець може виділятися у вільному стані і у вигляді з'єднань графіту або у вигляді цементиту Fe₃C.

Якщо вуглець знаходиться в чавуні у вигляді графіту, то такий чавун має сірий злом і називається "сірим". Якщо вуглець знаходиться в чавуні у вигляді цементиту, то чавун отримуємо дуже твердий, ламкий та такий, що погано обробляється інструментом. Такий чавун

має білий злом, який блищить і називається "білим". Для виготовлення деталей машин цей чавун майже не використовують.

Кремній надходить до чавуну при плавці з кварцового піску, який входить до складу руди. Кремній сприяє виділенню вуглецю у вигляді графіту і покращує виливні властивості чавуну.

Дія марганцю на властивості чавуну протилежна дії кремнію: він перешкоджає виділенню вуглецю у вигляді графіту та, відповідно, сприяє утворенню цементиту. За невеликого вмісту (до 1 %) марганець є корисною домішкою, оскільки підвищує міцність чавуну.

Фосфор являє собою шкідливу домішку, яка надає вилитим заготовкам холодноламкості (ламкість після охолодження). Разом з тим фосфор підвищує рідинокотечність розплавленого металу, і тому в чавуні, призначеному для фігурного лиття, від якого не вимагають високих механічних властивостей, є корисною домішкою.

Сірка надає чавуну поганих ливарних властивостей і є в металі небажаною домішкою.

Сірий чавун містить 2,8-3,5 % вуглецю, 0,8-3 % кремнію, 0,6-1,3 % марганцю, 0,2-1 % фосфору та до 0,12 % сірки.

В сірому чавуні весь вуглець чи його основна частина знаходиться у вільному стані – у вигляді пластинчатих чи шароподібних з'єднань графіту, тому він легко обробляється на металорізних станках.

Сірий чавун має низьку вартість, він характеризується добрими ливарними властивостями і високими показниками міцності, поглинає вібрації і тому є широко розповсюдженим машинобудівним матеріалом. Слід відмітити, що при розтягуванні сірий чавун має меншу, ніж у сталі, міцність, але добре працює на стиснення.

Недоліком сірого чавуну є ламкість, яка не дозволяє використовувати його при виготовленні деталей, які підлягають ударним навантаженням.

Відливки з сірого чавуну маркують буквами СЧ і двома двозначними числами. Наприклад, марка СЧ 12 – 28 розшифровується так: сірий чавун з міцністю при розтягуванні не менше 120 МН/м² і межею міцності при згинанні не менше 280 МН/м².

З сірого чавуну виливають циліндрові групи двигунів, блоки висувних пожежних драбин, станини кисневих насосів, корпуси газоструминних вакуум – апаратів. З сірого чавуну марки СЧ 12 – 28 виробляють кришки пінного вогнегасника ВХП – 10, з чавуну марки СЧ 15 – 32 – шаровий клапан пожежного гідранта. З сірого чавуну СЧ 21 – 40 виготовляють поршневі кільця мотопомпи МП – 600, з чавуну СЧ 24 – 44 – поршневі пальці мотопомпи МП – 800.

Корпус і кришка відцентрового насоса ПН – 40К, нижня частина карбюраторів К – 22І, К – 124В, корпуси коробок відбору потужності і редукторів пожежних автомобілів також виготовлені з чавуну.

На сьогодні у промисловості (на авторемонтних заводах) використовують модифікований високоміцний чавун, який отримують шляхом введення магнію до розплавленого чавуну.

В пожежній техніці з високоміцного чавуну виготовляють картер баштового механізму автодрабин, кришки корінних підшипників двигуна ЗМЗ-24-01 пожежних мотопомп МП-1400 і МП-1600.

Білий (переробний) чавун має велику твердість і ламкість, тому іде на переплавку в сталь. Крім того, з білого чавуну виробляють відливки, які підлягають спеціальній обробці для отримання ковкого чавуну. В окремих випадках білий чавун використовують при ремонтних роботах. Наприклад, при зносі зубчатих коліс коробки відбору потужності пожежних автомобілів з білого чавуну наплавляють нові зубчики.

Ковкий чавун отримують шляхом віджигу виливок з білого чавуну. Обов'язковими характеристиками ковких чавунів є межа міцності та відносне видовження, за якими їх маркують. Наприклад, марка КЧ-37-12 розшифровується так: ковкий чавун, межа міцності при розтягуванні 370 МН/м^2 , відносне видовження 12%.

Виливки з цього чавуну можна правити, тому їх використовують як заміники сталі при виготовленні деталей пожежної техніки.

З цього чавуну виготовляють задній міст, ступиці коліс, корпус коробки відбору потужностей, картер рульової передачі пожежних автомобілів, деталі газорозподільного механізму двигуна і т. п.

Високоміцний чавун отримують введенням до рідкого сірого чавуну чистого магнію або сплаву його з нікелем, міддю, алюмінієм або кремнієм. Кількість магнію, який вводять, складає 0,3-1 % маси розплавленого металу. Якщо крім магнію до чавуну вводять також і феросиліцій (0,6-2,2 %), то його якість стає ще краще.

Модифікуванням чавуну можна регулювати розміри та форму графітових з'єднань, змінюючи фізико-механічні та технологічні властивості чавуна. Як модифікатор вводять присадки феросиліцію, сілікокальцію, церію і т. п. (до 0,8 %). Модифікований чавун можна використовувати замість ковкого чавуну, сталі та кольорових металів.

Сталь та її отримання

Основними початковими матеріалами для отримання сталі є розплавлений білий (переробний) чавун і сталевий лом.

Сталь відрізняється від чавуну меншим вмістом вуглецю, кремнію, марганцю, фосфору та сірки.

Процес отримання сталі з чавуну полягає у зменшенні кількості цих домішок.

При переплавлі лому процес зводиться до розплавлення твердих часток та отримання сталі заданого хімічного складу шляхом введення або окислення окремих елементів.

Конвертерний спосіб

Сталь отримують у конвертерах (бесемерівських та томасівських), мартенівських і електричних (дугових та індукційних) печах (рис. 4.2.).

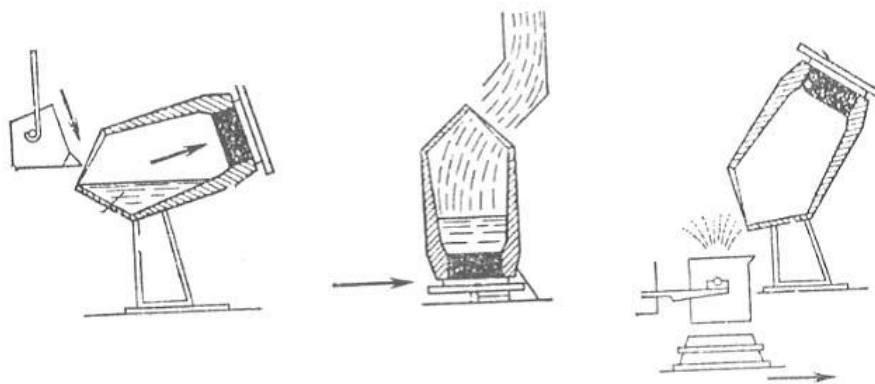


Рис. 4.2 – Конвертер

При цьому способі сталь отримують в конвертері ємністю 35-50 тонн.

При бесемерівському способі сталь отримують в бесемерівському конвертері, який являє собою ємність грушоподібної форми, яка виготовляється з клепанних листів сталі.

В середині конвертер містить вогнестійкі цеглини. Ззовні до металічного кожуху кріпиться сталевий литий пояс з цапфами. Одна цапфа порожнинна, по ній до повітряної коробки, розташованої біля дна конвертера, подається повітря.

Для приведення конвертера в горизонтальний або вертикальний стан, до другої цапфи підведений привід від двигуна.

Перед початком процесу конвертер повертається в горизонтальне положення, в нього заливають розплавлений чавун. Після заливки чавуну конвертер приводиться у вертикальне положення і в нього подається повітря.

Під дією повітря та високої температури з чавуну вигорають кремній, марганець, вуглець. При горінні цих елементів виділяється велика кількість теплоти, температура металу підвищується з 1250 до 1750 °С.

Продукти горіння домішок спливають на поверхню металу у вигляді шлаків та виділяються у вигляді газів. Процес перетворення чавуну на сталь продовжується 15 хвилин.

На переплавку в бесемерівському процесі іде бесемерівський чавун з 0,9-2 % марганцю, та який практично не містить сірки та фосфору. При бесемерівському процесі сірка та фосфор не вигорають.

Для видалення фосфору необхідно використати вапняк, який утворює з фосфором легкоплавкі з'єднання і цим сприяє видаленню фосфору з чавуну. Однак вапняк руйнує динасову футерівку бесемера і тому використовувати її не рекомендується.

Томасівський процес протікає аналогічно бесемерівському та відрізняється від нього тим, що з чавуну, крім указаних елементів, випалюється фосфор.

В томасівських конвертерах доломітова футерівка дозволяє використовувати вапняк, який сприяє видаленню фосфору з чавуну. Шлак, який отримують при томасівському процесі (томасшлак), є сировиною для виготовлення мінеральних добрив, оскільки він містить багато фосфору.

При томасівському процесі використовують чавун, який містить до 2 % фосфору, 1,5 % марганцю, 0,5 % кремнію. Невеликий вміст кремнію в томасівському чавуні пояснює його руйнівальну дію на футерівку з доломіту.

Переваги конвертерного способу: висока продуктивність конверторів, простота улаштування та невеликі експлуатаційні витрати, відсутність витрат палива, оскільки процеси протікають за рахунок хімічних реакцій вигорання домішок, які містяться в чавуні.

Недоліки конвертерного способу: неможливість переробки в конвертерах металевого лому, великий угар металу, важкість регулювання процесу і, як внаслідок цього, складність отримання сталі певного складу, наявність у сталі, яку отримали, розчинних газів, які не-

гативно впливають на її властивості, насиченість сталі азотом при атмосферному дутті (в повітрі азоту міститься 78 %), ламкість (особливо за низьких температур) і швидке старіння сталі.

Використання кисневого дуття в конвертерному виробництві прискорює виплавку сталі, очищує метал від азоту.

Мартенівський спосіб

При цьому способі сталь отримують у спеціальних мартенівських печах (рис. 4.3).

Теплота для плавки утворюється в печі за рахунок згоряння газу, який подають до печі разом з повітрям. Газ та повітря попередньо підігріваються в регенераторах. За одну плавку мартенівські печі дають 20-50 т сталі. За добу в одній печі здійснюють 2-6 плавок (одна плавка продовжується 3-8 години).

Тривалість процесу дозволяє брати при варінні сталі та додавати необхідні присадки для отримання тих чи інших сортів сталі. При мартенівському процесі отримуємо сталь високої якості, яка йде на виготовлення складних деталей.

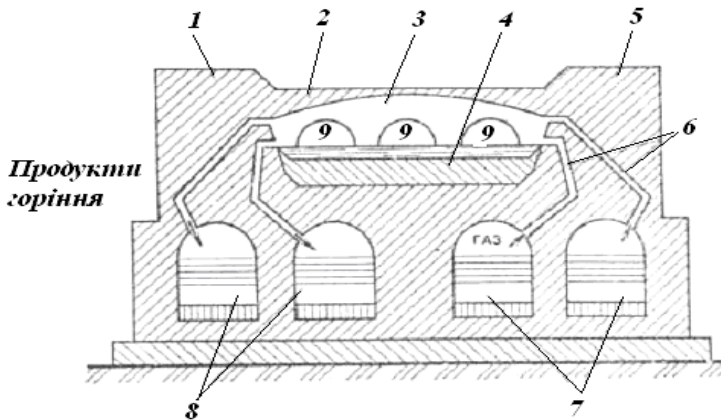


Рис. 4.3 – Мартенівська піч

1,5 – головки; 2 – дах; 3 – плавильний простір; 4 – под (подина); 6 – канали; 7,8 – регенератори; 9 – вікна для завантаження

Отримання сталі в електропечах. Сталь плавиться в дугових печах та індукційних електропечах. В дугових електропечах сталь вариться за рахунок теплоти від електричної дуги, яка виникає між електродами або між електродами та металом.

Температура в печі піднімається до 3000 °С. В дугових електропечах (рис. 4.4) сталь плавиться 3-6 години залежно від сорту сталі, яку отримуємо.

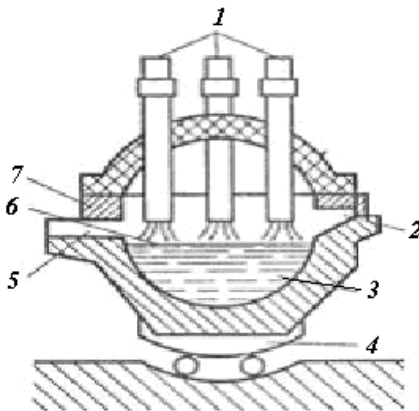


Рис. 4.4 – Електропіч

1 – графітові електроди; 2 – вікно для завантажень; 3 – розплавлений метал; 4 – пристосування для нахилу печі; 5 – жолоб; 6 – електрична дуга; 7 – кожух

Висока якість сталі, яку отримуємо в дуговій печі, пояснюється сильним нагрівом металу та тривалою витримкою сталі в печі, що дозволяє їй звільнитись від газів і шкідливих домішок (сірки, фосфору). В дугових печах отримують спеціальні сталі, які містять тугоплавкі елементи (вольфрам, молібден). Найбільш часто електроплавку використовують для отримання легованих сталей, які містять нікель, хром та інші спеціальні елементи, оскільки ці цінні елементи не вигоряють в електропечах та позитивно впливають на властивості сталі.

Плавка в індукційних електропечах більш прогресивна, в порівнянні з плавкою в дугових печах. В індукційних печах метал нагрівається за рахунок виникнення в ньому індукційного струму від індуктора – трубчатої спіралі, розташованої по периметру печі.

Перспективним методом різкого покращення якості металу, що виплавляється, є вакуумування рідкої сталі – короточасна витримка її за зниженого атмосферного тиску.

Сутність цього методу полягає в наступному. Багатотонний ківш заповнюється рідкою сталлю, щойно зливаю з печі, ставлять в камеру – колодязь.

Колодязь закривають щільною кришкою і включають насоси, які відкачують повітря. Через декілька хвилин в колодязі знижується тиск, від чого рідка сталь починає вирувати, з неї виходять шкідливі гази, випливають домішки.

Вакуумна обробка рідкої сталі дозволяє отримати сталь високої якості.

Класифікація, маркування та характеристика сталей. Сталі, які використовують в машинобудуванні та в пожежній техніці, за хімічним станом поділяють на вуглецеві та леговані.

Вуглецеві сталі містять у своєму складі залізо, вуглець і невелику кількість звичайних домішок (марганець, кремній, фосфор, сірку).

Леговані сталі містять ще й спеціально введені при плавці легуючі елементи: хром, нікель, вольфрам та ін. До легуючих домішок відносяться і звичайні домішки – марганець та кремній, якщо їх вводять в сталь в підвищених кількостях (більше 1 %). Назви сталей прийнято давати за легованими елементами, які входять до їх складу: нікелева, хромиста, хромонікелева і т. п.

Залежно від сфери використання сталі розділяють на конструкційні, інструментальні та спеціальні. За якістю сталі бувають звичайні, якісні і високоякісні. Якість сталі визначається її чистотою (вмістом шкідливих домішок, шлаку) та відсутністю дефектів (газових раковин, тріщин), що залежить від процесу виплавки, розливки та подальшої обробки сталі на металургійних заводах.

Вуглецеві сталі

У вуглецевих сталях міститься 0,05-1,4 % вуглецю, 0,25-0,75 % марганцю, 0,03-0,5 % кремнію, до 0,05 % фосфору, 0,055 % сірки. Для відповідальних деталей вміст сірки знижується до 0,02-0,03 %.

За невеликого вмісту вуглецю сталь м'яка, в'язка, добре кується та зварюється. З підвищенням вмісту вуглецю підвищується твердість та міцність сталі, покращуються її виливні властивості, а разом з тим підвищується ламкість, погіршується зварюваність та ковкість.

Марганець підвищує міцність і зносостійкість сталі та зменшує негативний вплив сірки. Кремній сприяє отриманню однорідної та щільної структури. Фосфор є шкідливою домішкою, оскільки надає сталі ламкості, а в холодному стані – холодноламкості. Сірка – шкідлива домішка, оскільки робить сталь ламкою в гарячому стані.

Конструкційні вуглецеві або машинобудівні сталі містять 0,05-0,55 % вуглецю. Вони бувають звичайної якості та якісні.

Марки конструкційних сталей звичайної якості за стандартом позначають буквами Ст (скорочено “сталь”), біля яких ставлять цифри 0, 1, 2, 3 та до 7. З підвищенням номеру підвищується межа міцності, зменшується її пластичність.

З конструкційних сталей звичайної якості виготовляють сортовий та листовий прокат, заклепки, болти, проволони, труби та деталі

машин. В пожежній техніці зі сталі Ст 3 та Ст 4 виготовляють гаки штурмових пожежних драбин, насадні пожежні багри, з сталі Ст 4 – вал електродимососа, скоби, упори, башмаки ручних пожежних драбин; зі сталі Ст 5 та Ст 7 – пожежні ломи і т. п.

Якісні конструкційні вуглецеві сталі розділяють за стандартом на марки. Марки сталей означають двозначним числом, яке вказує на середній вміст вуглецю в сотих долях відсотка. Наприклад, марка сталі Ст 08 означає вуглецеву якість сталі з вмістом 0,08 % вуглецю, Ст 15 – сталь із вмістом 0,15 % вуглецю.

Якісні вуглецеві сталі відрізняються від сталей звичайної якості більш високими механічними властивостями, меншим вмістом шкідливих домішок, а тому більш високою стійкістю.

В пожежній техніці з якісних конструкційних вуглецевих сталей виготовляють металеві частини ручних пожежних драбин (Ст 30), вали пожежних насосів, валики коробок відбору потужності, розподільчі вали двигунів пожежних автомобілів (Ст 40), пожежні гаки та робочі частини цільнометалевих пожежних багрів (Ст 40 та Ст 45), шатуни двигунів пожежних автомобілів (Ст 40А), головний та проміжний вали редуктора пожежних автомобілів тощо.

З листової якісної вуглецевої сталі виготовляють корпус пінного вогнегасника ВХП-10.

Інструментальні вуглецеві сталі містять 0,7-1,4 % вуглецю. Інструментальні вуглецеві сталі позначають літерою У та цифрами, які вказують середній вміст вуглецю в десятих долях відсотка. Наприклад, марка У12А означає вуглецеву сталь із вмістом 1,2 % вуглецю. Буква А в кінці марки сталі вказує на високу якість сталі.

Інструментальні сталі використовують при виготовленні ударних, різальних та вимірювальних інструментів. Ударні інструменти повинні мати високу твердість та в'язкість, зносостійкість. Різальні інструменти повинні мати більшу, ніж в ударних інструментах, твердість, малу в'язкість та добрі різальні властивості за підвищених температур нагріву.

В пожежній техніці з інструментальної сталі У7 виготовляють пожежні сокири.

Леговані сталі залежно від марки та призначення містять до: 1,5 % вуглецю, 68 % нікелю, 27 % хрому, 20 % вольфраму, 6 % молібдену, 2,6 % ванадію, 14 % марганцю, 20 % кремнію та інші елементи.

Леговані елементи, які входять до складу легованих сталей, здійснюють різноманітний вплив на властивості сталі. Так, хром підвищує твердість, міцність, опір корозії, забезпечує стійкість магнітних властивостей.

Вольфрам підвищує твердість, міцність, перешкоджає зростанню зерен при нагріві, сприяє усуненню ламкості при відпуску. Молібден розмолочує зерно, підвищує пружність, підвищує межу міцності на розтягання, підвищує антикорозійні властивості.

Ванадій змолочує зерно, підвищує міцність та твердість сталі.

Марганець підвищує твердість, зносостійкість та підвищує стійкість протиударних навантажень, не зменшуючи пластичності. Нікель підвищує міцність, в'язкість, пружність, покращує прокалюваність сталі за термічної обробки.

Крім того, нікель підвищує електроопір та знижує коефіцієнт лінійного розширення сталі. Кремній сприяє отриманню більш однорідної та щільної структури та підвищує пружні властивості сталі, а за високого вмісту (12-20 %) надає сталі кислотоопору.

Леговані сталі розділяють на конструкційні, інструментальні та сталі з особливими властивостями.

Конструкційні леговані сталі містять до 0,55 % вуглецю та в невеликих кількостях (до 5%) леговані елементи. Леговані конструкційні сталі використовують в машинобудуванні та пожежній техніці для виготовлення деталей, від яких вимагається міцність в поєднанні з в'язкістю.

Леговані конструкційні сталі маркують цифрами та буквами, які вказують на хімічний склад сталі. При цьому перші дві цифри означають середній вміст вуглецю в сотих долях відсотка; наступні букви вказують на наявність легованих елементів, а цифри, які стоять за цими буквами, – середній вміст елементу у відсотках. Якщо вміст легованого елементу менш 1 %, то цифру після букви не ставлять.

Для легованих елементів прийняті буквені пояснення: Н – нікель; К – кобальт; Д – мідь; Х – хром; С – кремній; Т – титан; В – вольфрам; М – молібден; Ю – алюміній; Ф – ванадій; Г – марганець.

Наприклад, марка 20ХА – це назва конструкційної хромистої сталі підвищеної якості, яка містить біля 0,20 % вуглецю та 0,7-1 % хрому. Буква А означає, що сталь високоякісна.

Буквені позначення розшифровують так: Р – швидко різальна, Е – електротехнічна, Ш – шарикопідшипникова, Є – магнітна.

В пожежній техніці найбільш часто використовують хромисту сталь для виготовлення шпindelю та його опорної гайки в пожежному гідранті. Зі сталі 15Х виготовляють поршневі пальці пожежних мотопомп МП-600, МП-800 та двигунів пожежних автомобілів, зі сталі 40Х – впускні клапани двигунів, півосі, шплицеві частини кар-

даних валів пожежних автомобілів; зі сталі 20X – тяжний вал коробки відбору потужності автомобілів та інші деталі.

Хромонікелеву сталь використовують для виготовлення зубчастих передач ручного пожежного електроінструменту. З сталі 12ХНЗ виготовляють шестерні в редукторах ручного механізованого інструменту. Сталь 12ХНЗА йде на виготовлення шестерень коробки відбору потужностей, яку встановлюють на пожежних автомобілях на шасі МАЗ, КраЗ, “Урал”; нікель – алюмінієву сталь (Fe – 60 %, Ni – 25 %, Al – 15 %), використовують для виготовлення постійного магнето пожежної мото-помпи. Ця сталь має властивість добре намагнічуватися та протидіяти розмагнічуванню.

Зі сталі 18ХГТ з наступним закалюванням виготовляють шестерні, первинний та вторинний вали коробок відбору потужності автомобілів, редукторів, осі заслінок газоструминних вакуум – апаратів.

Інструментальні леговані сталі маркірують аналогічно легованим конструкційним сталям, але середній вміст вуглецю вказують в десятих долях відсотка, якщо його вміст не перевищує 0,9, або зовсім не вказують, якщо вміст вуглецю близько або більше 1 %. Швидко різальні сталі маркірують літерою Р та цифрами, що вказують середній вміст вольфраму.

Особливістю легованих інструментальних сталей є наявність в їх структурі дуже твердих карбідів хрому, вольфраму, молібдену та ванадію, який підвищує твердість та ламкість сталі, але разом з тим покращує різальні властивості, а також стійкість сталі при нагріванні інструменту у процесі роботи.

Різальний інструмент, призначений для роботи в умовах великих швидкостей різання, виготовляють зі сталей з особливо високим вмістом легованих елементів (вольфраму, хрому, ванадію). Швидко різальні сталі зберігають твердість та різальну властивість при нагріві до 600 °С.

Спеціальні леговані сталі відрізняються високим вмістом легуючих елементів та мають особливі фізико – хімічні та експлуатаційні властивості.

Нержавіючі сталі не окислюються на повітрі, не роз’їдаються кислотами та розчинами солей. Антикорозійні властивості нержавіючих сталей пояснюються впливом хрому та нікелю, а також покращенням структури сталі та її властивостей за термічної обробки.

Нержавіюча хромонікелева сталь з 9 % нікелю протидіє кавітаційній ерозії та використовується для виготовлення деталей насосів. На сьогодні розроблена нова марка аустенітної

хромомарганцевої сталі, кавітаційна стійкість якої в 3-5 разів більше, ніж у хромонікелевої сталі.

Жаростійкі сталі мають властивість зберігати механічні властивості за дії високих температур. Жаростійкість у сталях пояснюється комплексним впливом хрому, кремнію, нікелю.

Таким чином, в машинобудуванні та в пожежній техніці використовують велику кількість сталей, які мають різноманітні властивості. При виборі марки сталі для виготовлення конкретних деталей необхідно виходити з вимог, які висуваються до них умовами експлуатації.

Загальні відомості про ливарне виробництво. Поширеним та економічним способом виготовлення виробів з металів є лиття. Так, в пожежній техніці близько 60 % за масою займають виливні деталі: корпуси, робочі колеса, кришки та напірні штуцери відцентрових пожежних насосів, корпуси піногенераторів, пінозмішувачів та розгалужень, кришки вогнегасників і тому подібне.

Сутність процесу лиття полягає в тому, що розплавлений метал чи сплав заливають у спеціальні форми. Після застигання метал набуває розмірів та контурів, близьких до форми, в яку він залитий.

Не дивлячись на те, що всі метали та сплави тією чи іншою мірою придатні до лиття, вони повинні мати необхідні властивості: рідинотекучість, незначну усадку, малу газопоглиненість, не дуже високу температуру плавлення. Крім того, вилівка за своєю структурою повинна бути більш однорідною.

Рідинотекучість – це вміння металу заповнювати виливну форму. Рідинотекучість залежить від хімічного складу сплаву та ступеня нагріву його при заливці. Залізовуглецеві сплави з великим вмістом вуглецю, кремнію та фосфору, кремнієва латунь та силумін добре заповнюють форму. Значною мірою впливає на рідинотекучість наявність у сплавах сірки та хрому. Недостатньою рідинотекучістю відрізняється мідь та алюміній.

Усадка – зміна лінійних розмірів та об'єму металу при переході з рідкого стану у твердий. Лінійна усадка звичайно супроводжується виникненням тріщин на поверхні металу, а об'ємна усадка призводить до виникнення внутрішніх раковин.

Величина усадки залежить від хімічного складу сплаву, швидкості його охолодження у формі та температури металу, що заливається. Найменшу усадку звичайно має сірий чавун та силумін.

Усадка чавунних виливок зменшується, якщо збільшити в чавуні вміст графіту. Найбільшу усадку мають алюмінієві бронзи та чи-

сті метали. Лінійна усадка чавунів складає 0,5-2,5 %, сталі вуглецевої 1,5-2 %, бронзи олов'яної 1-1,5 %.

Для того, щоб запобігти виникненню усадочних раковин, встановлюють спеціальні утеплені керамічні надставки (прибутки) над тими місцями виливки у виливній формі, де вони можуть утворитись.

Прибутки заповнюють металом при заливці форми, та, завдяки цим заходам, усадочну раковину переводять у зону прибутку.

Газопоглиненість – вміння сплаву в рідкому стані розчиняти гази (водень, кисень, азот, оксид вуглецю). За незначної газопоглиненості відливка буде щільною без внутрішніх пустот та газових бульбашок.

Для зменшення газопоглиненості та видалення газових бульбашок рекомендується додавати до рідкого сплаву спеціальні розкисники: феросиліцій, фероалюміній, силікокальцій.

Температура плавлення в сучасних промислових плавильних печах піднімається до 1700-1800 °С. В таких печах можуть плавитись метали та сплави, температура плавлення яких нижче 1700 °С: залізо, сталь, чавун, мідь, бронза, латунь, алюміній тощо. Тугоплавкі метали, такі як титан, молібден, вольфрам, плавляться тільки у високотемпературних печах.

Неоднорідність складу та структури відливок. Виливні сплави при охолодженні відливок схильні до ліквіації.

Ліквіація – неоднорідність хімічного складу в окремих частинах відливки (зональна ліквіація) та в окремих кристалічних сплавах (ліквіація за густиною).

Практично для більшості сплавів найбільш важливою є зональна ліквіація, яку отримуємо від неоднакових густин складових сплаву з різних температур його затвердіння. Найкращими відливними сплавами є чавуни, які часто використовують при виготовленні пожежної техніки.

Для деталей малої та середньої міцності використовують відливки з сірого чавуну марок СЧ 12-28 або СЧ 15-32. З цих чавунів виливають кришки пінних вогнегасників ВХП-10 та ВП-М. З сірого чавуну КЧ 30-6 виливають ключі К-80 та К-150 для з'єднувальних головок пожежного обладнання. З ковкого чавуну виготовляють картер редуکتора, корпус коробки відбору потужностей, задній міст для пожежного автомобіля та інші.

У порівнянні з сірим чавуном сталь має більш низькі ливарні властивості, в неї вище температура плавлення, менша рідинотекучість, вона має більшу усадку. Разом з тим сталіні відливки за пластичністю та ударною в'язкістю перевищують чавунні.

При виготовленні пожежної техніки, крім чавуну та сталі, використовують для відливок кольорові метали: мідь, алюміній, олово, цинк, свинець, магній, а також сплави на їх основі.

При виготовленні втулок підшипників використовують відливні латуні. З бронзи виливають робочі колеса ряду відцентрових пожежних насосів. Вкладиші підшипників та робочі колеса насосів, які використовують для подачі морської води, виготовляють зі спеціальної бронзи.

Високою рідинотекучістю та малою усадкою володіють силуміни – сплави на основі алюмінію, кремнію, міді, магнію та цинку. З цього сплаву отримують відливки складної конфігурації: корпус, кришку, робоче колесо відцентрового пожежного насоса та інших насосів. Зі сплавів АЛ9 або АЛ – 9В виливають корпус водозбірника, корпус розгалуження та багато деталей пожежних мотопомп. Технологічний процес ливарної промисловості (рис. 4.5).

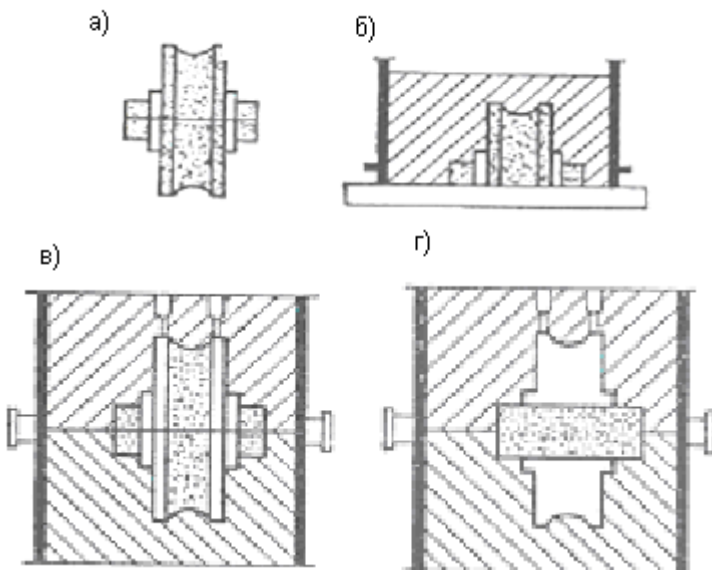


Рис. 4.5 – Схема формовки блока з отвором

а) модель блока; б) формовка у верхній опці; в) формовка в нижньому опці; г) зібрана форма

Лиття в земельні форми

Спочатку за кресленням виготовляють дерев'яну роз'ємну модель. Розміри моделі роблять більшими за розміри відливки на величину лінійної усадки плюс припуск на механічну обробку. Виливні форми виготовляють з формотворної суміші, яка складається з піску, глини, камневугільного пилу та інших домішок. Формотворна суміш повинна бути пластичною, вогнестійкою, газопроникною.

Процес формовки полягає в наступному. Одну половину моделі встановлюють на підмодельну дошку. На цю ж дошку ставлять раму – опоку, засипають її формотворною сумішшю та утрамбовують. Потім раму повертають так, щоб модель опинилась зверху.

На наформовану половину моделі накладають її другу половину та формують верхню опоку. Одночасно встановлюють модель шлаковловлювача, ливника, випару.

Після роз'єму опок у верхній частині опоки прорізають канал шлаковловлювача, а в нижній частині – канал подавача та видаляють модель.

В порожнині форми поміщають стержень, від якого у виливці утворюється отвір. Опoki складають та кріплять між собою. В підготовлену форму заливають рідкий метал. Після того, як відливка застигає, її вибивають з форми, обрубують литники та випори. Відливку очищають струменем піску та піддають подальшій обробці.

Не дивлячись на широке використання лиття в земляні форми, цей технологічний процес має недоліки: розміри відливок недостатньо точні. Відливки мають великі припуски, поверхня відливок жорстка та шорстка.

При масовому виготовленні деталей методом лиття використовують постійні форми з металу – **кокілі**. Ці форми роз'ємні, за необхідності перед заливкою в них встановлюють стержні.

При кокільному литті не вимагається формотворна суміш, кокіль витримує до 700 виливок, понижуючи припуск на обробку, поверхні відливок отримуємо чисті, покращені умови роботи та в 3-4 рази підвищену продуктивність праці. Однак не дивлячись на явні переваги кокільного лиття в земляних формах, в кокілях неможливо вилити деталі складної форми та великих розмірів.

Існують й інші способи лиття: лиття під тиском, відцентрове лиття, по моделях, що виплавляються, й лиття в оболонковій формі.

Лиття під тиском дозволяє отримати відливки 4-го та 5-го класів точності. Прес-форму для відливки виготовляють з жаростійкої сталі. Рідкий метал з прес-камери нагнітають у форму. Повітря з фо-

рми виходить з дуже тонких каналів в порожнині роз'єму форми; метал в ці порожнини не просочується навіть під тиском. Відливки поступають на зборку без подальшої металевої обробки. Литтям під тиском отримують мїлкі відливки, в основному зі сплавів на основї алюмінію, магнію, цинку, свинцю та олова.

Відцентрове лиття використовують для виготовлення втулок, вкладишів підшипників, труб та інших виробів. Сутність цього способу полягає в тому, що в металеву форму заливають рідкий метал та приводять її в обертання. Під дією відцентрової сили метал розтікається рівним шаром по колу форми на всю довжину. Відливку отримують щільною, без відливних дефектів.

Для виготовлення мїлких деталей з металів та сплавів, які важко піддаються механічній обробці, використовують точне лиття за моделями, що виплавляються з парафіну та стеарину. Моделі збирають у блоки, приєднують їх до загального воскового литника. Зібраний блок опускають в облицювальну рідку суміш, яка складається з вогнестійкої основи (кварцова мука та зв'язуючі розчини), рідкого скла або етилсилікату.

Потім модель посипають корундовим або кварцовим піском. Операцію повторюють 2-3 рази. Підготовлений блок моделей висушують на повітрі, після чого наформовують в опїці та прогрівають до 120-170 °С. При цьому моделі з парафіну та стеарину виплавляються, утворюючи у формі порожнини, які відповідають обрисам.

Після прокалювання за температури 800-850 °С форма підготовлена для заливки металом. Форму, яку отримали, часто використовують для відцентрового лиття.

Кольорові метали та сплави

В пожежній техніці широко використовують кольорові метали, вони мають важливі властивості, які надають їм деякі переваги перед чорними металами. Кольорові метали відрізняються високою пластичністю, електро- та теплопровідністю, мають добрі антифрикційні властивості.

Найбільш часто для виготовлення пожежної техніки використовують мідь, алюміній, цинк, олово, свинець, нікель, хром, а також сплави кольорових металів: мідні, алюмінієві, магнієві та антифрикційні.

Мідь – м'який та пластичний метал червоно – рожевого кольору. Температура плавлення 1083 °С. Мідь відрізняється поганими вливними властивостями, оскільки при нагріві розчиняє в собі гази та

стає пористою. На вологому повітрі мідь вкривається нальотом вуглекислих солей.

Чисту мідь використовують як провідник в електроприладах та апаратах зв'язку. Завдяки високій корозійній стійкості, червону мідь використовують при виготовленні запобіжних мембран вуглекислотних та пінних вогнегасників. З червоно мідних трубок виготовлені газо- та оливопроводи зарядної вуглекислотної станції ЗС.

Прокладки з міді виконані в механізмі подачі кисню протигазу КП-8. З міді виготовлені деталі (розетка, верхній та нижній важелі, ромбик та ковпачок) спринклерної головки 2-СП.

Бронзи (табл. 4.1) бувають олов'яністі, алюмінієві, марганцеві. Своє призначення той чи інший сплав отримав від основного елементу, який сплавляється з міддю. Олов'яністі бронзи через дефіцитність олова використовують рідко.

Таблиця 4.1 – Приблизний склад найбільш поширених бронз

Бронза	Марка	Хімічний склад, % (все інше – мідь)				
		Олово	Цинк	Свинець	Алюміній	Домішки
Олов'яно-цинково-свинцова	Бр.ОЦС-6-6-3	5...7	5...7	2...4	-	1...3
Свинцова	Бр.С-30	-	-	27...30	-	-
Алюмінієва	Бр. А-5	-	-	-	4...6	1...6

Найбільш розповсюдженими у промисловості є безолов'яністі бронзи. Бронзу використовують в деталях машин, які виготовляють в основному шляхом лиття у форми. Марка Бр означає "бронза", наступні букви вказують на основні елементи, які містяться у сплаві.

Латуні являють собою сплави міді з цинком, в яких можуть бути також свинець, олово та інші елементи. Характерною властивістю латуней є їх висока стійкість проти дії прісної або морської води та пари. Латуні піддаються куванню, пресуванню, штампуванню та протяжці в холодному та гарячому станах.

Для виготовлення пожежної техніки використовують латуні з вмістом 10-42 % цинку. Латуні, які містять до 22 % цинку, називаються томпаком.

Латуні з низьким вмістом цинку відрізняються більшою м'якістю та в'язкістю, погано обробляються різцем. При великому вмісті цинку (до 42 %) підвищується межа міцності латуні та покращується оброблюваність її різанням.

Присадка в латунь свинцю покращує оброблюваність, а добавка нікелю та марганцю підвищує опір корозії.

Латуні маркують літерою Л, за якою йдуть цифри, які показують середнє значення міді у відсотках.

Якщо в латунь введений інший елемент, крім міді і цинку, то в марку входить буква, що позначає назву елемента, і цифри, що показують середній його вміст.

З латуні виготовляють сітки фільтрів механізму подачі кисню ізолюючих протигазів. В автодрабині латунні кільця забезпечують живлення електричним струмом автоматики і баштового механізму.

Латунь служить матеріалом для виготовлення пластин замка спринклерного зрошувача СВ і дефлектора дренчерної головки ДЛ. Латунь ЛМ-70 не піддається впливу морської води і застосовується при виготовленні деяких деталей морських пожежних кораблів.

Алюміній – м'який і пластичний метал білого кольору з ледь-блакитнуватим відтінком, виходить витягом з бокситів шляхом електролізу. Температура плавлення 658 °С.

Алюміній відрізняється доброю теплопровідністю й електропровідністю, легко протягається, прокочується і штампується в гарячому і холодному стані. За наявності вологи алюміній покривається тонкою сірою плівкою оксиду, що захищає його від подальшого окислювання.

Алюміній – легкий метал. Щільність його 2,7; температура плавлення 660 °С. Алюміній є основою сплавів силуміну і дюралюмінію. З алюмінію виготовляють пожежні стволи, а також сопла вуглекислотних вогнегасників.

Алюмінієві сплави відрізняються високими механічними і технологічними властивостями. Головними компонентами алюмінієвих сплавів є мідь, магній, кремній, цинк і марганець. До поліпшуючих якість добавок відносяться залізо, нікель, титан, кобальт, берилій, хром, натрій. Алюмінієві сплави підрозділяються на два основних види: **ливарні** (силуміні) (табл. 4.2) і **деформуючі** (дюралюміній).

Таблиця 4.2 – Алюмінієві ливарні сплави

Марка	Вміст елементів, % (інше — алюміній)			
	кремній	мідь	магній	марганець
АЛ-2	11..13	-	-	-
АЛ-4	9..10,5	-	0,17 .. 0,3	0,25 ... 0,5
АЛ-5	4,5..5,5	1,0 ... 1,5	0,35 .. 0,6	0,2 .. 0,5
АЛ-9	6,5..7,5	-	0,2 .. 0,4	-

Силуміни – сплави алюмінію з кремнієм та іншими присадками, мають низьку пластичність. Завдяки відмінній рідинотекучості і малій осадці, силуміни використовують для виготовлення деталей шляхом фасованого лиття в земляні або форми кокілі.

Зі сплаву АЛ-2 відливають деталі карбюраторів двигунів внутрішнього згоряння, зі сплаву АЛ-4 – блоки головок і сорочки циліндрів. Зі сплаву АЛ-5 виготовляють корпуси і робочі колеса відцентрових пожежних насосів; зі сплавів АЛ-6 і АЛ-9 – корпуси розгалужень і водозабірних стовпчиків.

Дюралюміній (друга група алюмінієвих сплавів) являє собою сплав алюмінію з міддю при додаванні присадок. Сплави цієї групи піддаються куванню, штампуванню, прокатці, пресуванню.

Максимальної міцності дюралюміні набувають після загартування за температури 490...500 °С і природного старіння протягом декількох днів за кімнатної температури. Для підвищення корозійної стійкості дюралюміні покривають шаром алюмінію.

Дюралюміні позначають буквою Д, після якої ставлять умовний номер сплаву: Д1, Д6, Д16.

У пожежній техніці з дюралюміні виготовляють кожух автогенеріального апарата, корпуси ізолюючих протигазів СТОСІВ.

Антифрикційні (підшипникові) сплави – це матеріали, що застосовують як вкладиші підшипників тертя.

Вони повинні мати низький коефіцієнт тертя, неоднорідну структуру, що сприяє затримці змащення, міцність на стиск і стирання, пластичність, достатню для доброї припрацьовуваності третьових поверхонь, і одночасно необхідну твердість, що не викликає сильного стирання, але достатню, щоб не викликати деформування підшипника.

Найкращими антифрикційними сплавами є **бабіти** – сплави на олов'яній або свинцевій основі, що застосовують для заливання підшипників і їхніх вкладишів.

Бабіти підрозділяються на три групи: олов'яні, що містять не менш ніж 72 % олова, олов'яно-свинцеві із вмістом 5...17% олова і 64...72 % свинцю; безолов'яні (свинцеві), що містять не менше 80% свинцю.

Бабіти позначають буквою Б з числом, що вказує вміст олова у сплаві. Так, бабіт Б83 складається з 83 % олова, 10...12 % сурми і 5Д..6.6 % міді і призначений для заливання підшипників парових турбін турбокомпресорів, дизелів, могутніх автомобільних і авіаційних двигунів.

До олов'яно-свинцевого відноситься бабіт Б16, що має у своєму складі 15...17% олова, 15..17% сурми, 1.5...2 % міді й інше – свинець. Даний сплав служить для заливання підшипників парових турбін, електродвигунів, прокатних станів, дробарок і т.п.

До безолов'яного відноситься кальцієвий бабіт – сплав зі свинцевою основою і невеликими домішками кальцію (0,75...1,1 %) і натрію (0,65...0,95 %), застосований для заливання підшипників залізничних вагонів.

Залежно від умов роботи машини, швидкісної характеристики і температурного режиму роботи застосовують антифрикційні сплави на алюмінієвій, мідній, цинковій та інших основах, антифрикційні чавуни, пористі металокерамічні сплави, пластмаси, пластифіковану деревину тощо.

Алюмінієвий антифрикційний сплав застосовують як замітник бабіту Б16 і олов'яної бронзи. Іноді ці сплави є більш придатними для роботи, тому що мають високу межу міцності на втому і значний коефіцієнт лінійного розширення. Остання якість є недоліком для роботи, де необхідна точність.

Антифрикційні сплави на мідній основі бувають трьох видів: олов'яні, свинцеві і спеціальні. Їх застосовують для виготовлення підшипників машин, що працюють у важких умовах, за високих питомих тисків, швидкостей ковзання і температурних режимів.

Особливий інтерес представляють свинцеві бронзи наступного складу: 30...60 % свинцю, 40...70 % міді й у деяких марках 2,5 % нікелю. За невисокого питомого тиску і швидкості ковзання застосовують сплави на цинковій, залізній та інших основах.

Вкладиші підшипників заливають бабітом і потім розточують за розміром шипа шийки, залишаючи шар бабіту товщиною 1..3 мм. У двигунах внутрішнього згоряння використовують тонкостінні вкладиші, виштампувані зі сталеві стрічки.

Робочу поверхню покривають тонким шаром антифрикційного сплаву товщиною до 1 мм. Звичайно для тонкостінних вкладишів застосовують біметалічну стрічку: сталь – бабіт, сталь – свинцева бронза і т.д.

Припої

Для одержання нероз'ємного з'єднання деталей способом введення між ними проміжного металу, що отримав назву "припій", використовують процес пайки, технологія якого полягає в наступному.

Поверхні металів, що підлягають пайці, попередньо зачищають напилком чи шкуркою і знежирюють.

Потім поверхні покривають флюсом для запобігання їхньому окислюванню. Далі метал шва нагрівають до температури плавлення припою, що плавиться і заповнює шов. Після затвердіння припою утворюється нероз'ємне з'єднання.

Для пайки застосовують легкоплавкі чи м'які припої з температурою плавлення до 400°C і тугоплавкі або тверді з температурою плавлення понад 400°C.

У практиці найбільш часто застосовують олов'яно-свинцеві припої марок ПОС-18, ПОС-40, ПОС-61, ПОС-90 (букви означають: П – припій, ОС – олов'яно-свинцевий з невеликою кількістю сурми; цифри 18, 40, 61, 90 показують середній вміст олова в %).

У радіотехніці, зв'язку, електротехніці використовують припій з температурою плавлення менше 100°C.

Ці припої одержують з олов'яно-свинцевих сплавів з додаванням вісмуту, кадмію, а іноді ртуті і сурми.

При використанні м'яких припоїв як флюси служать хлористий цинк або нашатир, суміш цих з'єднань, а при пайці деталей радіоапаратури використовують канифоль.

Тугоплавкі або тверді припої застосовують, коли необхідно одержати нероз'ємне з'єднання високої міцності. До таких припоїв відносяться мідно-цинкові ПМЦ і срібні Пер.

Мідно-цинкові припої ПМЦ 36, ПМЦ 48, ПМЦ 54 (цифри вказують на вміст міді у відсотках) з температурою плавлення 800...875°C застосовують для пайки міді, латуні, бронзи і сталі.

Срібні припої ПСр70, ПСр65, ПСр45 і т.д. – сплави срібла, міді, цинку (цифра вказує на вміст срібла в %). Температура плавлення складає 725...825°C. Ці припої забезпечують високу міцність деталей, що працюють за високої температури.

При пайці сплавів алюмінію застосовують припої з алюмінію, міді і кремнію. Для твердих припоїв, таких як флюси, використовують буру чи буру в суміші з борною кислотою. Пайку виконують за допомогою паяльників.

Зварювання і пайка широко застосовуються в пожежній техніці. Зварювання використовують при виготовленні корпусів вогнегасників, водяників, пінних баків, суцільнометалевих багрів, ферм і колін автодрабин. За допомогою газового зварювання виконують лицевальні шви металевого покриття.

Зварювання і пайку використовують у ремонтних роботах для заварки і пайки тріщин. Пайку застосовують при ремонті систем живлення, охолодження й електроустаткування пожежного автомобіля. Контактним зварюванням зварюють труби, призначені для карданних валів.

При використанні м'яких припоїв як флюси служать хлористий цинк або нашатир, суміш цих з'єднань, а при пайці деталей радіоапаратури використовують каніфоль.

Тугоплавкі або тверді припої застосовують, коли необхідно одержати нероз'ємне з'єднання високої міцності. До таких припоїв відносяться мідно-цинкові ПМЦ і срібні ПСр.

Мідно-цинкові припої ПМЦ 36, ПМЦ 48, ПМЦ 54 (цифри вказують на вміст міді у відсотках) з температурою плавлення 800...875 °С застосовують для пайки міді, латуні, бронзи і сталі.

Срібні припої ПСр70, ПСр65, ПСр45 і т.д.— сплави срібла, міді, цинку (цифра вказує на вміст срібла в %). Температура плавлення складає 725...825°С. Ці припої забезпечують високу міцність деталей, що працюють за високої температури.

При пайці сплавів алюмінію застосовують припої з алюмінію, міді і кремнію. Для твердих припоїв, таких як флюси використовують буру чи буру в суміші з борною кислотою. Пайку виконують за допомогою паяльників.

Зварювання і пайка широко застосовуються в пожежній техніці. Зварювання використовують при виготовленні корпусів вогнегасників, водяників, пінних баків, суцільнометалевих багрів, ферм і колін автодрабин. За допомогою газового зварювання виконують лицювальні шви металевого покриття.

Зварювання і пайку використовують у ремонтних роботах для заварки і пайки тріщин. Пайку застосовують при ремонті систем живлення, охолодження й електроустаткування пожежного автомобіля. Контактним зварюванням зварюють труби, призначені для карданних валів.

Термічна обробка металів

Будову металів і сплавів вивчають за допомогою рентгеноструктурного аналізу й електронних мікроскопів, що дозволяють збільшувати зображення в 20...30 тис. разів.

Установлено, що атоми металів у зернах займають точно визначені місця, утворюючи елементарні осередки, так звані просторові (об'ємні) кристалічні решітки. У «вузлах» металевих решіток знаходяться не атоми в чистому виді, а позитивні іони металів, оточені електронами.

Ці узагальнені електрони більш-менш вільно переміщуються між іонами, не втрачаючи в той же час зв'язку з ними, тому вийти за межі решіток за звичайних умов вони не можуть. Їх називають напіввільними чи «електронами з електронним газом».

Звідси і типові для металів властивості: електро- і теплопровідність, здатність відбивати світлові промені (блиск металів) і радіохвилі (на чому базується радіолокація), сірувато-срібlistий (у деяких золотавий) колір, пластичність, ковкість, механічна міцність.

Пари металу складаються з одноатомних молекул, зв'язаних один з одним тільки слабкими силами міжмолекулярної взаємодії, тому пари металів не мають електропровідності; невелика й їхня теплопровідність.

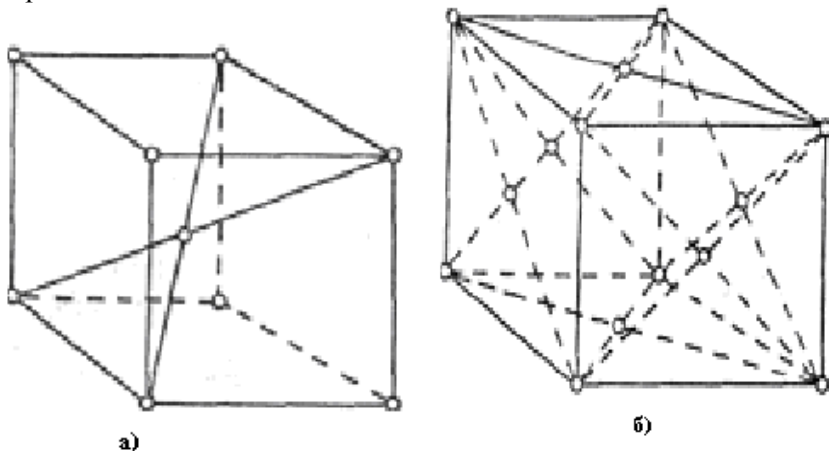


Рис. 4.6 – Види кристалічних решіток металевих сплавів

а) центрований куб; б) куб

Елементарні осередки бувають різного типу, що визначається хімічним або природним станом даного металу. Атоми таких металів, як залізо (за температури нижче $910\text{ }^{\circ}\text{C}$), хром, молібден, вольфрам розташовані по кутах кубика елементарного осередку й один атом знаходиться в центрі цього осередку; загальне число атомів, що утворюють осередок, дорівнює 9.

Такий осередок (центрований куб) є елементарним кристалом, з дуже великого числа яких і складаються всі кристалічні зерна цих металів (рис. 4.6, а). Якщо залізо нагріти до температури вище $910\text{ }^{\circ}\text{C}$, в елементарних осередках заліза відбудеться перестановка (перебудова) атомів: атоми розташовуються по кутах куба й у центрі кожної його грані (куб з центрованими гранями).

Число атомів у кожному елементарному осередку заліза при нагріванні його вище $910\text{ }^{\circ}\text{C}$ збільшується з 9 до 14, і об'єм куба, утвореного атомами, значно зростає (рис. 4.6, б).

Аналогічне розташування атомів спостерігається у кристалічних зернах ряду металів: алюмінію, міді, нікелю. У цинку, магнію і титані атоми у середині зерен утворюють елементарні осередки у формі шестигранної призми. У цих кристалах 12 атомів розташовані по кутах двох шестикутних основ призми, два атоми – у центрі цих основ, три атоми – у середині призми.

Таке розташування атомів в елементарних осередках цинку, магнію й інших металів утворює так званий гексагональний (шестигранний) елементарний осередок просторових решіток.

При переході металу з рідкого стану у твердий спочатку утворюються дрібні кристалики – центри кристалізації. Поки вони зростають вільно, їхня геометрична форма є правильною, точно кристалічною. Однак як тільки зростаючі кристали починають стикатися один з одним, правильність їхньої форми порушується. Кристали починають тіснити один одного. У затверділому металі вони стикаються.

Сплави металів також мають кристалічну будову, однак їхня структура складніша за структуру однорідного металу, тому що сплав складається з декількох металів – компонентів (складових).

Коли сплав знаходиться в рідкому стані, то за будь-яких пропорцій металів, що входять у нього, він являє собою однорідну суміш. При кристалізації компоненти сплаву можуть утворювати тверді розчини, хімічні сполуки, механічні суміші.

Твердими розчинами називаються однорідні тверді суміші. Один метал може розчинятися в іншому або в будь-якій пропорції до відомої межі, названої насиченою. Атоми сплавів утворюють загальні кристалічні решітки.

При утворенні кристалів твердого розчину атоми металу, що розчиняється, поміщаються у ґратах між атомами розчинника або заміщають їх у вузлах кристалічних решіток. Іноді при утворенні твердого розчину відбувається одночасно і заміщення, і впровадження атомів розчинників.

Хімічні сполуки утворюються за точно визначеної концентрації компонентів, що формують новий тип кристалічних решіток. Властивості хімічної сполуки різко відрізняються від властивостей компонентів. Прикладом такої хімічної сполуки є карбід заліза Fe_3C .

Якщо компоненти у твердому стані не утворюють ні твердий розчин, ні хімічну сполуку, то вони будуть знаходитися у стані механічної суміші. При цьому у сплаві будуть кристалічні решітки обох сплавів. Механічну суміш, наприклад, утворюють свинець і сурма.

Основні поняття про діаграму стану залізовуглецевих сплавів. Основними складовими компонентами сталей і чавунів є залізо і вуглець.

Залізо – срібlisto-білий метал з температурою плавлення 1539 °С. Залізо має різну кристалічну структуру: за температури від 1539 до 1390 і нижче 910 °С – кубічну об’ємно-центровані решітки і позначається α Fe; за температури 390 °С – кубічні гранецентровані решітки.

Діаграма стану показує стан сплаву за будь-якої температури і будь-якої концентрації.

Діаграми стану будують на підставі кривих охолодження. Для одержання графіка охолодження розплавляють метал до рідкого стану й у нього поміщають термопару для виміру температури. Потім металу дають можливість повільно проохолоджуватися. При охолодженні заміряють температуру металу через визначені проміжки часу. На підставі отриманих даних будують криву охолодження.

Графік охолодження чистого заліза, приведений на рис. 4.7, читається в такий спосіб. При застиганні рідкого заліза до 1539 °С лінія охолодження змінюється плавно. За температури 1539 °С на кривій утворюється горизонтальна ділянка, що показує температуру затвердіння металу, за якої відбувається процес кристалізації металу, що супроводжується виділенням теплоти.

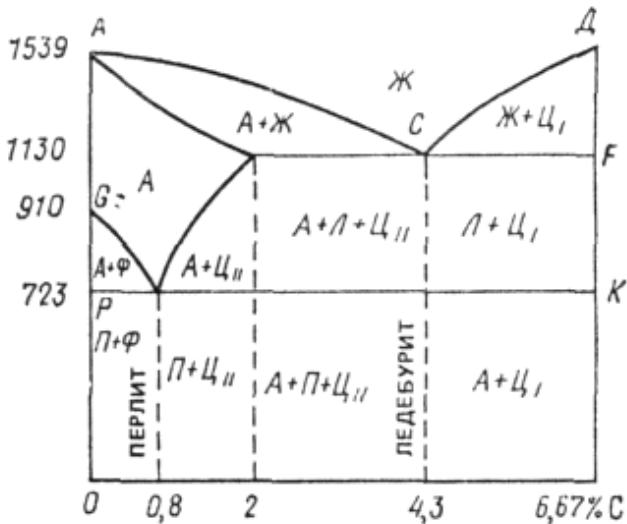


Рис. 4.7 – Графік охолодження заліза

Ділянка від 1539 до 1390 °C указує на охолодження. За температури 1390 °C на кривій знову з'являється горизонтальна площадка, тому що протягом перебудови кристалічних решіток αFe у γFe виділяється теплота.

Перебудова кристалічних решіток γFe у немагнітне, а потім магнітне залізо також відбувається з виділенням теплоти (показано на графіку горизонтальними ділянками при $t = 910^\circ C$ і $t = 768^\circ C$).

Криві охолодження виводять для сплавів різної концентрації, а потім за цими кривими будують діаграму стану в координатах «температура – концентрація».

Діаграму станів різних систем складають для рівноважних структур, тому на діаграмі (рис. 4.8) $Fe - Fe_3C$ усі лінії і крапки дані для сплавів, що знаходяться в рівноважному стані.

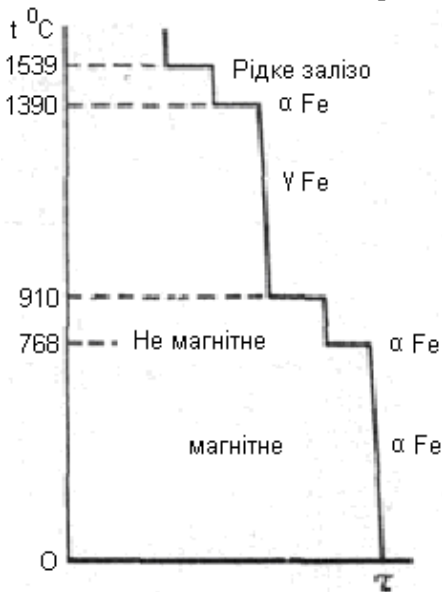


Рис. 4.8 – Діаграма стану залізовуглецевих сталей

Структура сплаву називається рівноважною, якщо швидкість охолодження настільки мала, що всі процеси, що повинні відбуватися у сплаві при охолодженні, закінчилися.

Перш ніж вивчити діаграму $Fe - Fe_3C$, розглянемо, які структури утворюють залізо з вуглецем. До основних структур відносяться наступні:

1. Рідкий розчин вуглецю в розплавленому залізі.
2. Ферит – твердий розчин вуглецю в αFe , технічно чисте залізо. У αFe може розчинитися до 0,02 % вуглецю.

3. Аустеніт – твердий розчин вуглецю в γFe (за $t=1130^\circ C$ може розчинитися до

0,02 % вуглецю). Аустеніт має високу пластичність і в'язкість.

4. Цементит – хімічна сполука заліза з вуглецем. Має високу твердість і низьку в'язкість.

5. Перліт-механічна суміш, що складається з фериту і вторинного цементиту.

Перехід з рідкого стану у твердий (первинна кристалізація) відбувається по лінії АС (див. рис. 4.8), що називається ліквідусом (латинською - «рідкий»).

Вище лінії АСД сплави системи знаходяться в рідкому стані (Ж). Лінія АС вказує на те, що з рідкого розчину починають випадати кристали твердого розчину вуглецю в γ - залізо, тобто аустеніту (А).

Таким чином, нижче лінії АС знаходиться суміш двох фаз – рідкого розчину й аустеніту (Ж+А). Остаточне затвердіння сталі виражене лінією АЕС.

Звідси видно, що на відміну від чистого заліза, кристалізація сталі відбувається не в одній точці, а в інтервалі температур. Наприклад, для сталі із вмістом 1,2 % вуглецю різниця між початком і кінцем затвердіння складає близько 250 °С.

Це має велике практичне значення, тому що у процесі затвердіння сталі спочатку з рідини випадають кристали з найбільш чистого тугоплавкого сплаву, а наприкінці затвердіння йде кристалізація більш легкоплавкими, забрудненими домішками сплаву, тобто затверділа сталь одержує неоднорідну кристалічну будову.

По лінії СD з рідкого розчину випадають кристали цементиту (Ц), тому в області CFD знаходиться суміш двох фаз – рідкого розчину і цементиту (Ж+Ц₁). У точці З при вмісті 4,3 % і температурі 1130 °С відбувається одночасно кристалізація аустеніту і цементиту, й утворюється тонка механічна суміш – евтектика, що називається ледебуритом.

Перетворення у твердому стані (вторинна кристалізація) виражені лінією АЕСF, що називають солідусом (латинською - «твердий»). Перетворення у твердій речовині відбуваються внаслідок переходу заліза з однієї модифікації в іншу за зміни ступеня розчинності вуглецю в залізі.

На рис. 4.8 область, обмежена лініями GSEA, є областю аустеніту. При охолодженні сплавів аустеніт розпадається, виділяючи ферит (Ф) (лінія GS) і цементит (Ц_n) (лінія SE), що випадає з твердого розчину і називається надлишковим чи вторинним, на відміну від первинного цементу, що випадає з рідкого розчину.

В області діаграми GS знаходиться суміш фериту й аустеніту (Ф+А), а в області SE – суміш вторинного цементиту й аустеніту. Область, обмежена лінією GS, має велике практичне значення, тому що характеризує температуру нагрівання за різних видів термічної обробки сталі із вмістом вуглецю нижче 0,8 %.

При охолодженні сталі із вмістом від 0 до 0,8 % по лінії GS з аустеніту починає виділятися ферит. За мірою зниження температури з 910 до 723 °C кількість фериту безупинно збільшується, а кількість аустеніту зменшується.

Оскільки загальний (середній) вміст вуглецю у сплаві залишається постійним, то чим більше з твердого розчину виділиться фериту, тим вище стає концентрація вуглецю в аустеніті, що залишився.

За температури 723 °C вміст вуглецю у фериті досягає 0,8 % і в точці S аустеніт перетворюється в перліт, тобто тонку механічну суміш фериту і цементиту.

Лінія PSK показує розпад аустеніту, що залишився в будь-якому сплаві системи, з утворенням перліту. Лінію PSK називають "лінією перлітового перетворення".

Термічна обробка металів — це процеси нагрівання й охолодження для зміни фізичних, механічних і технологічних властивостей сплаву. Термічна обробка полягає у зміні структури сплавів шляхом нагрівання їх до температури вище критичної і наступного охолодження з тією чи іншою швидкістю.

Основою термічної обробки є процеси вторинної кристалізації у сталі, що відбуваються за різних температурних режимів. Термічною (тепловою) обробкою сталі досягається дуже значна зміна її властивостей за незмінного хімічного складу, тому термічна обробка є розповсюдженим і важливим видом обробки металів.

Залежно від температури і режиму охолодження, термічна обробка підрозділяється на окремі самостійні операції: відпал, нормалізацію, загартування і відпуск. Режим термічної обробки показаний на рис. 4.9.

За термічної обробки вироби нагрівають у полум'яних печах, електропечах, а також печах-ваннах.

Відпалом називають нагрівання і повільне охолодження сталі. Відпал застосовують для здрібнювання зерна, поліпшення механічних властивостей сталі, а також для зменшення в ній внутрішнього напруження.

Повним відпалом називають нагрівання сталі до температури, що перевищує критичну на 20...30 °, і наступне повільне її охолодження (разом з охолодною нагрівальною піччю). При нагріванні α -залізо переходить у γ -залізо. При цьому цементит, що міститься в сталі, розкладається і переходить в аустеніт (твердий розчин вуглецю в γ -залізо). Наступне повільне охолодження закріплює дрібнозернисту м'яку структуру. Після відпалу сталь має перлітну структуру.

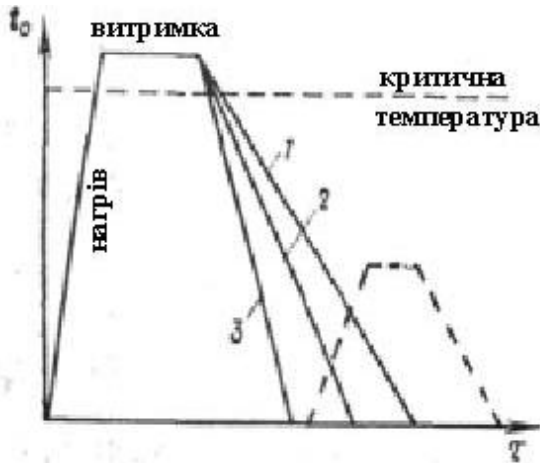


Рис. 4.9 – Графік режимів термічної обробки

1 – охолодження в печі; 2 – охолодження на повітрі ; 3 – охолодження у воді або в оліві

Дифузійний відпал застосовують для вирівнювання хімічного складу сталевого виробу. Рекристалізаційний відпал відбувається при 500... 550 °С. Повернення (відпочинок) сталі (нагрівши до 200... 400 °С) застосовують для зменшення чи зняття наклепу. Наприклад, повернення роблять для дроту, застосовуваного при нав'язці сполучних головок на пожежні рукава.

Нормалізація – термічна обробка, подібна відпалу, але з більш швидким охолодженням виробів, що виконують на повітрі чи в нагрітій оліві. Нагрівання металу здійснюють до повної рекристалізації. Унаслідок нормалізації, сталь набуває дрібнозернистої структури, підвищеної міцності і більш високої твердості, ніж при відпалі.

Загартуванням називають нагрівання сталі до температури, що перевищує критичну на 30...50°С, витримку за цієї температури і наступне швидке охолодження у воді, розчинах або солях оліві. Після загартування підвищується міцність конструкційних сталей, збільшується твердість і здатність інструментальних сталей, що ріжуть.

При нагріванні сталі виходить твердий розчин вуглецю в γ -залізо, а за наступного швидкого охолодження зберігається твердий розчин вуглецю, тільки не γ -, а в α -залізо; при цьому розчин стає перенасиченим. Ця структура, названа **мартенситом**, додає сталі твердості, міцності, крихкості, опору стиранню. Чим вище швидкість охолодження, тим більш тендітним і твердим стає метал.

При повільному охолодженні евтектоїдної сталі відбувається повний розпад аустеніту з утворенням перліту. Розпад складається з наступних етапів:

1) перетворення α - заліза в γ -залізо, тобто перегрупування атомів із решітки гранецентрованого куба γ - заліза в решітку центрованого куба α - заліза з одночасним зсувом атомів вуглецю, що знаходиться у твердому розчині γ -заліза;

2) виділення з твердого розчину (аустеніту) дрібних часток цементиту (Fe_3C);

3) укрупнення часток цементиту у пластинки, розміри яких вимірюють від малих часток мікрона до декількох міліметрів.

За прискорення охолодження до 50 °C/c розпад аустеніту не встигає закінчитися, розміри пластинок цементиту досягають лише десятих часток мікрона – це структура сорбіту.

За прискорення охолодження до 100 °C/c цілком встигає завершитися лише другий етап розпаду аустеніту, третій етап зупиняється на самому початку охолодження. У результаті цього розміри пластинок цементиту вимірюють сотисядчними і мільйонними частками міліметра. Така структура зветься трооститом.

Сорбіт і троостит являють собою, як і перліт, механічну суміш фериту і цементиту. Відмінність полягає в товщині пластинок фериту і цементиту: у трооститі вони тонші, а в сорбіті – товстіші.

За швидкості охолодження 200°C встигає завершитися лише перегрупування атомів заліза, тому вуглець залишається в α -залізі у виді твердого розчину. Ця структура називається мартенситом.

Мартенсит – найбільш тверда і найбільш тендітна структура. Пластичні властивості при розтяганні й ударній в'язкості близькі до нуля. Щільність мартенситу менше, ніж щільність інших структур, і складає 7,75 г/см³. У зв'язку зі збільшенням об'єму сталі при мартенситному перетворенні виникають напруги, особливо за нерівномірною охолодженням деталі.

Мартенсит має магнітні властивості і здатність зберігати залишковий магнетизм. Заготовки магнітів гартують на мартенсит. Троостит і сорбіт є проміжними структурами між перлітом і мартенситом.

Необхідно відзначити, що низьковуглецеві сталі із вмістом вуглецю менше 0,4 % загартуванню не піддають. Леговану сталь гартують для підвищення її магнітних властивостей і опору корозії.

Загартована сталь відрізняється напруженим станом, що є наслідком швидкого охолодження зовнішнього шару виробу і перетворення структури. Деталі, виконані з загартованої сталі, відрізняються підвище-

ною крихкістю і на них утворюються тріщини, тому загартування повинно супроводжуватися відпуском.

Відпуском називають нагрівання загартованої сталі до температури 723 °С, витримку за цієї температури і наступне охолодження на повітрі, в оливі або воді. Практика показує, що з підвищенням температури відпуску все більше знижується твердість загартованої сталі, тому для збереження високої твердості інструментальні сталі піддають низькому відпуску за температури нагрівання 180...220 °С.

Загартовані конструкційні сталі, що працюють в умовах підвищених навантажень, піддають середньому відпуску за температури нагрівання 300...400 °С. Для загартованих конструкційних сталей, що працюють за великих напруг і ударних навантажень, застосовують високий відпуск за температури нагрівання 500...600 °С.

Термічну обробку металів широко використовують при виготовленні і ремонті пожежно-технічного озброєння. Так, при нав'язці пожежних рукавів на сполучні головки сталевий дріт для розм'якшення і підвищення в'язкості піддають відпалу; робочі частини пожежного інструменту (ломи, багри, гаки) – загартуванню з наступним середнім відпуском за температури 275...285 °С.

Сталь марок 30М, 30М2, 40Г та 40М2 для поліпшення її якості гартують охолодженням у воді чи в олії (залежно від форми і розмірів виробів) на 30...40 °С вище критичної температури і відпускають при 450...650 °С (залежно від заданої твердості). Цю сталь застосовують для виготовлення колінчатих валів, півосей і важелів.

Сталь 50Г і 50М2 прохолоджують в олії при аналогічному режимі. Використовують її при виготовленні осей, колінчатих валів, черв'яків, шатунів, ресор.

На сталеливарних заводах випускають шарикопідшипникову сталь ШХ 6, ШХ 9, ШХ 12, ШХ 15. Для поліпшення оброблюваності і підготовки структури до подальшої обробки шарикопідшипникову сталь відпалюють на зернистий перліт протягом 10...15 години за температури 780...800 °С і повільно прохолоджують.

Гартують за температури 800...850 °С з охолодженням у воді або в олії і відпускають за 180...200 °С.

Поверхнєве загартування. На відміну від звичайних методів загартування, коли структура змінюється на значній глибині, застосовують також загартування зі зміною твердості тільки в поверхневому шарі виробу. При цьому серцевина виробу залишається недоторканою, на відміну від зовнішнього загартованого шару.

Така неоднорідна структура сталі необхідна для деталей, що працюють на знос в умовах ударних навантажень (зубчасті колеса редукторів пожежних автомобілів і механізованого інструменту, колінчаті вали двигунів внутрішнього згоряння, вали насосів).

При поверхневому загартуванні зовнішні шари виробу піддаються місцевому короткочасному нагріванню і наступному швидкому охолодженню у воді або іншому середовищі. Нагрівання здійснюють полум'ям киснево-ацетиленового пальника струмами високої частоти.

Обробка холодом – це процес охолодження підданих загартуванню і відпуску виробів до температур, що лежать нижче нуля (від -40 до -120°C). Негативні охолодні температури створюють рідким киснем, рідким повітрям, сумішшю сухого льоду (твердий CO_2) з ацетоном або спиртом.

У результаті обробки холодом підвищуються твердість, міцність і зносостійкість деталей. Цьому виду обробки піддають різальний і вимірвальний інструмент, кулькові підшипники.

Хіміко-термічною обробкою сталі називається термічна обробка, пов'язана зі зміною хімічного складу поверхні сталевих виробів. Нижче розглянуті окремі види хіміко-термічної обробки.

Цементация – процес насичення сталевого виробу вуглецем для одержання високої поверхневої твердості. При цьому внутрішня частина виробу зберігає в'язкість. У результаті цементації виріб стає грузлим і твердим.

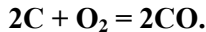
Цементації підлягають вироби з м'яких сталей, що містять не більше $0,1 \dots 0,25$ % вуглецю після їхньої остаточної механічної обробки і мають невеликий припуск на шліфування.

Товщина науглецевого шару при цементації досягає $0,5 \dots 2$ мм, залежно від умов роботи деталі. У процесі науглецевий вміст вуглецю в поверхневому цементованому шарі виробу підвищується до $1 \dots 1,2$ %.

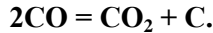
Для цементації застосовують спеціальні речовини – **карбюратори**, що містять і легко віддають вуглець. Карбюратори бувають **тверді** (деревне вугілля, сода, вуглекислий барій), **рідкі** (розплавлені солі, багаті вуглецем) і **газоподібні** (природний і світильний газ, продукти розкладання нафти, метан).

Цементацию твердим карбюратором здійснюють у металевих шухлядах. За наявності на деталі місць, не підлягаючих цементації, їх покривають захисними обмазками (глина, азбест) чи оміднюють у гальванічних ваннах. Перед установкою в піч цементаційні шухляди закривають кришкою і замазують вогнетривкою глиною.

Під дією високої температури печі (900...950 °С) карбюризатор розкладається, виділяючи атоми вуглецю, що шляхом дифузії проникає в поверхню виробу. Вуглець взаємодіє з киснем повітря:



Оксид вуглецю при контакті з залізом є нестійким і розкладається на діоксид вуглецю й атомарний вуглець:



Атомарний вуглець у момент свого зародження має велику хімічну активність і дифундує в залізо. У цементацийній шухляді, наповненій вугільною сумішшю, об'єм газового середовища поступово зменшується, і перехід вуглецю від карбюризатора у сталь поступово сповільнюється.

Для підвищення активності процесу до мілкороздрібленого вугілля додають **активатори** – вуглекислий барій чи соду. Тривалість цементації залежить від необхідної глибини цементованого шару і продовжується 5...20 год. за середньої швидкості науглеводнювання 0,1 мм/ч.

Контроль за протіканням процесу здійснюють на зразках – сталевих прутках, хімічний склад яких не відрізняється від складу цементованої сталі. Після цементації виріб стає грубозернистим і тому піддається нормалізації, загартуванню і відпуску.

У результаті такої термічної обробки виходить дрібнозерниста, м'яка і грузла структура в середніх частинах виробу і тверда на його поверхні.

Газову цементацію найбільш часто застосовують у промисловості. Перевагами газової цементації є: скорочення в 2...3 рази тривалості процесу, зручність і легкість регулювання кількості і складу цементуючого газу, механізація процесу.

Нагрівання виробів за газової цементації здійснюється в атмосфері газоподібного карбюризатора (наприклад, генераторний газ, отриманий при розкладанні (піролізі) нафтопродуктів).

За високих температур газ розпадається з виділенням активного вуглецю, що науглецьовує сталь. Після газової цементації виробу також піддають загартуванню і низькому відпуску.

Рідинну цементацію застосовують при обробці дрібних деталей, коли потрібно одержати цементований шар невеликої глибини (не більше 0,2...0,3 мм).

Рідинну цементацію виконують у сольових ваннах, що містять 75...80 % вуглекислого натрію і 10...15 % хлористого натрію з добавкою 8...10% порошку карбїду кремнію (карборунду).

Азотування — процес насичення поверхні сталевого виробу азотом для одержання дуже високої поверхневої твердості ($H_B=1000...1100$). При цьому внутрішня частина виробу зберігає в'язкість.

Азотуванню піддають в основному леговані сталі, що містять хром, молібден, алюміній. Перед азотуванням вироби проходять механічну і термічну обробку (загартування і відпустка), а після азотування їх шліфують (на глибину до 0,05 мм). Товщина шару, що піддається азотуванню, дорівнює 0,15...0,65 мм.

Азотування здійснюють у нагрівальній печі за температури 500...520 °С. Тривалість процесу залежить від необхідної глибини шару, що піддається азотуванню, і найбільш часто складає 24...60 год.

Деталі після азотування не піддають термічній обробці. Твердість азотованого шару вище, ніж твердість після цементації чи загартування, що пояснюється наявністю в ньому нітридів – хімічних сполук хрому, молібдену, алюмінію і заліза з азотом.

Крихкість азотованого шару менше, ніж цементованого і загартованого. Слід зазначити, що ця висока твердість зберігається при нагріванні до 600...650 °С. Крім того, азотуючі вироби зносо- і корозійностійкі.

Ціанування сталі – хіміко-термічна обробка, що полягає в одночасному насиченні сталевих виробів вуглецем і азотом. При рідкому ціануванні застосовують ціаністи натрії, калій і кальцій. Основним компонентом є група ціану.

При газовому ціануванні (нітроцементації) поверхня сталевих виробів насичується вуглецем і азотом у газовій суміші, що складається з 70...75 % генераторного піролізного газу і 2...30 % аміаку.

Дифузійна металізація – процес насичення поверхні сталевих виробів металами: алюмінієм, бромом, кремнієм. Після дифузійної металізації сталеві вироби здобувають стійкість проти роз'їдання лугами, кислотами й іншими хімічними речовинами, а також проти окислоутворення.

Алітування являє собою процес насичення поверхні сталі алюмінієм для підвищення жаростійкості.

Хромування – насичення поверхні сталі хромом для підвищення поверхневої твердості, зносу і жаростійкості. Хромуванню піддають шийки валів відцентрових насосів, напилки, ножівки.

Сульфування – насичення поверхні сталевих виробів сіркою й азотом на глибину 0,2...0,3 мм шляхом нагрівання в розплавлених сіркоазотних солях. Сульфовані вироби добре витримують тривале тертя.

Обробка металів тиском

Обробка металів тиском базується на властивості металу незворотно, без руйнування змінювати форму і розміри під тиском діючих на нього сил.

Метали, призначені для обробки тиском, повинні мати ковкість.

Ковкість – це властивість металів і сплавів, що дозволяє піддавати їх куванню, прокатці, пресуванню і штампуванню.

Ковкими є більшість чистих металів, вуглеводна сталь із вмістом вуглецю до 1,1 %, лужні сталі, латунь, деякі алюмінієві і магнієві сплави тощо.

Ковкість характеризується двома показниками: пластичністю, тобто здатністю металу піддаватися без руйнування деформації під тиском, і величиною його опору деформуванню.

У ковких металів відносно висока пластичність сполучається з відносно низьким опором деформуванню. Тендітні метали і сплави не є ковкими, тому що вони не мають достатньої пластичності навіть у нагрітому стані.

У процесі холодної пластичної деформації змінюються механічні і фізико-хімічні властивості металів. Це відбувається тому, що при деформації зерна металу подрібнюються, дробляться і витягаються в напрямку найбільшого збільшення розмірів оброблюваного виробу.

Метал при цьому одержує ясно виражену волокнисту будову. Уздовж волокон механічні властивості металу підвищуються, а поперек залишаються без зміни, знижуються пластичність і в'язкість, підвищуються міцність і твердість металу.

Зміна властивостей металу у процесі холодної пластичної деформації називається **зміцненням**, або наклепом. Якщо виріб піддають подальшій обробці на верстаті, зміни властивостей металу під впливом холодної обробки є небажаними, наклеп знімають відпадом.

Холодну обробку тиском без нагрівання металу чи сплаву з нагріванням до температури нижче температури рекристалізації використовують при прокаті, штампуванні і волочінні.

Холодна обробка металу тиском дає чисту поверхню і високу точність розмірів виробу.

Деякі метали і сплави обробляють тиском тільки після нагрівання до певної температури. У цьому випадку велике значення має точне визначення температури початку і кінця нагрівання.

Утворення волокнистої структури змінює механічні властивості металу уздовж і поперек напрямку витяжки.

При обробці тиском заготовки нагрівають у спеціальних пристроях: полум'яних і методичних печах, нагрівальних колодязях і електричних печах.

Щоб уникнути виникнення внутрішніх напружень і зберегти поверхню заготовок від окислювання, нагрівати метал потрібно поступово і рівномірно. У будь-якій нагрівальній печі повинні бути прилади, що дозволяють контролювати температуру заготовки, яка нагрівається.

Полум'яні печі використовують для нагрівання заготовок невеликого розміру. Заготовки великого розміру нагрівають у **нагрівальних колодязях**. У безперервних печах йде безупинний процес завантаження, нагрівання і видачі заготовок.

Найбільш часто при обробці металів тиском використовують електричні печі, що дозволяють автоматизувати процес нагрівання заготовок.

Основними способами обробки металів тиском є: вільне кування, штампування, прокатка, пресування і волочіння.

Вільне кування полягає в нагріванні до температури вище 850 °С сталевих заготовок в печі (горні). Металу, що лежить на ковадлі, ударами молота надають необхідної форми (вільне кування). Виріб, отриманий у результаті кування, називають куванням.

Кування буває ручне і машинне. До основних операцій ручного кування відносяться: **витяжка, осідання, гнучка, прошивання отворів, рубання, закручування, вигладжування**.

Для виконання цих операцій використовують ковадла, ковальські молоти, гладилки для вирівнювання поверхні плоских кувань, кліщі з плоскими і круглими губками для утримання нагрітих заготовок, пробійники для прошивання отворів, ковальські зубила для рубання металу, обтиску для додання заготовкам різної форми поперечного перерізу і т.д.

Витяжка – це операція, за якої відбувається збільшення довжини кування за рахунок зменшення її поперечного перерізу. При цьому заготовка лежить на ковадлі, і після кожного удару молота її повертають так, щоб зберегти форму колишнього перетину.

Осідання – це зменшення довжини заготовки за рахунок збільшення її поперечного перерізу.

Гнуття застосовують для зміни контуру заготовки при виготовленні ручного немеханізованого інструменту, наприклад багрів, гаків, ломів і т.д.

Прошивання використовують для одержання наскрізних отворів у тілі заготовки.

Залежно від форми застосовуваного борodka, одержують круглі, квадратні і прямокутні отвори.

Рубання – відділення частини металу від цілої заготовки для наступної обробки.

Закручування застосовують для додання більшої твердості смузі прямокутного перетину. При закручуванні один кінець заготовки обертається навколо своєї осі, при цьому інший кінець закріплений у тисках.

Вигладжування – завершальний етап ручного кування, що надає виробу рівної поверхні.

Після вільного кування виробу надалі піддають механічній і термічній обробці.

Штапування (рис. 4.10) – процес обробки тиском, за якого метал, деформуючись, приймає форму штампа визначеного виробу. Штампи виконують розйомними з твердих і міцних сталей.

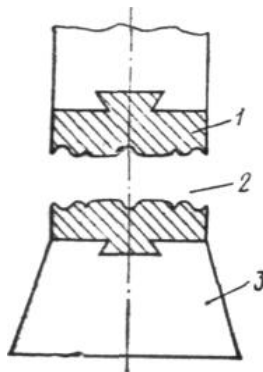


Рис. 4.10 – Кування у штампах

1 – верхній штамп; 2 – заготовка; 3 – нижній штамп

Заготовку нагрівають до температури кування і поміщають у нижню частину штампа. Верхню частину штампа прикріплюють до

ударної частини молота. Під дією ударів заготовка деформується і приймає форму штампа.

Крім гарячого штампування, існує холодне штампування, що застосовують для виготовлення виробів з тонких смуг і листів сталі, алюмінію, міді, латуні товщиною до 8 мм (листова штампування).

Штампування деталі складної форми здійснюють у багатоступінчастому штампі. У цьому випадку заготовку для обробки перекладають з одного штампа в іншій доти, поки виріб не прийме необхідної форми.

При штампуванні дуже важливо правильно визначити необхідну кількість металу. Недостача металу приводить до того, що порожнина штампа виявляється незаповненою, а надлишок металу утворює занадто великі зазори.

Штампування є прогресивним технологічним процесом. При куванні у штампах зменшуються припуск на механічну обробку і допуски на розміри кування.

Шляхом штампування виготовляють багато деталей пожежної техніки: картери і колінчаті вали двигунів пожежних автомобілів і мотопомп, корпуси кисневих ізолюючих протигазів і деталі механізму подачі кисню, деталі приладів пожежного зв'язку.

Прокатка – технологічний процес, за якого метал обжимається між обертовими валиками прокатних станів; при цьому відбувається зменшення поперечного перерізу виробу і збільшення його довжини. Прокатку виконують у гарячому виді на прокатних станах.

Стани для прокатки великих виливків називаються **блюмінгами**. Основною частиною прокатного стану є кліть (одна чи більше), у якій розташовані валки. Валки обертаються від електродвигуна через редуктор.

Залежно від продукції, що випускається, стани бувають листо- і сортопрокатні, рейкобалкові, спеціальні. Найбільш поширеними є дво- і тривалкові стани. Для випуску високосортного прокату застосовують багатовалкові стани.

У пожежній техніці часто використовують металеві заготовки, отримані шляхом прокатки. Наприклад, м'яку листову сталь застосовують для виготовлення кузовів пожежних автомобілів, крил, капотів і т.д. З декапованої сталі виготовляють корпуси пінних вогнегасників. На трубопрокатних станах роблять заготовки для кисневих і вуглекислих балонів. На спеціальних роликівих станах одержують прокат складного перетину для тятив автодрабин.

Пресування застосовують для одержання прутків, труб і складних профілів з різних металів і сплавів. Сутність процесу пресування полягає в тому, що нагрітий метал сплав з контейнера видавлюється через отвір необхідного перетину. Пресування буває пряме і зворотне.

Прямий метод пресування полягає в тому, що нагріту заготовку поміщають у порожнину контейнера. При тиску штока на прес-шайбу метал випливає через отвір у матриці, що утримується опорним кінцем. Пресування здійснюють за допомогою гідравлічних пресів.

4.2 Будова і кристалізація металів

Кристалічні решітки металів

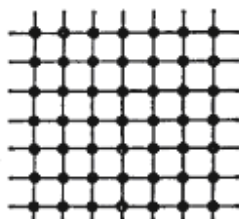
Метали – кристалічні тіла, атоми яких розташовуються в геометрично правильному порядку, утворюючи кристали, на відміну від аморфних тіл (наприклад, смола), атоми яких знаходяться в безладному стані.

Розташовуючись в металах у точному порядку, атоми у площині утворюють атомну сітку, а у просторі – атомно-кристалічну решітку (рис. 4.11). Лінії на цих схемах є умовними; у дійсності ніяких ліній не існує, а атоми коливаються біля точок рівноваги, тобто вузлів решітки з великою частотою.

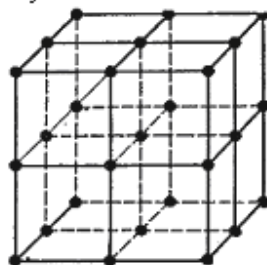
Типи кристалічних решіток у різних металів різні. Найбільш часто зустрічаються такі види решітки: кубічна об'ємно-центрована, кубічна гранецентрована і гексагональна щільноупакована.

Елементарні чарунки таких кристалічних решіток приведені на рис. 4.11. В осередку кубічної об'ємно - центрованої решітки атоми розташовані у вершинах куба й у центрі куба; такі решітки мають хром, ванадій, вольфрам, молібден та інш. В чарунці кубічної гранецентрованої решітки атоми розташовані у вершинах і в центрі кожної грані куба; такі решітки мають алюміній, нікель, мідь, свинець та інш. В осередку гексагональних решіток атоми розташовані у вершинах шестикутних основ призми, у центрі цих основ і у середині призми; гексагональні решітки мають магній, титан, цинк та інш. У реальному металі кристалічні решітки складаються з величезної кількості чарунок.

Схема розташування атомів у метали

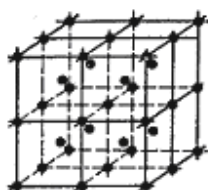


в площині

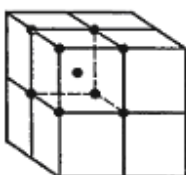


у просторі

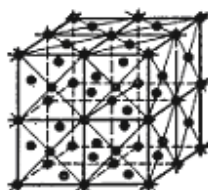
Кубічні решітки металів



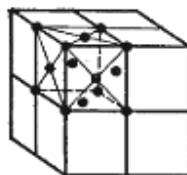
кристалічна решітка
об'ємно-центрований
куб



чарунка кристалічної
решітки об'ємно-
центрований куб



кристалічна решітка
транс-центрований
куб



чарунка кристалічної
решітки транс-
центрований куб

Розташування атомів у кристалічній решітці

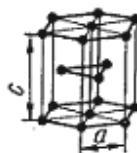


об'ємно-центрована
кубічна решітка



Елементарні чарунки

транс-центрована
кубічна решітка



плотно спаківана
гексогональна решітка

Cr, V, W, Mo и др.

Ni, Cu, Al, Pb и др.

Mg, Ti, Zn и др.)

Рис. 4.11 – Атомно-кристалічна будова

Реальна будова металевих кристалів

Розміри кристалічної решітки характеризуються її параметрами, вимірюваними в ангстремах - Å ($1\text{Å} = 10^{-8}\text{ см}$ чи $1\text{Å} = 0,1\text{ нм}$). Параметр кубічної решітки характеризується довжиною ребра куба, позначається буквою a і перебуває в межах $0,28\text{--}0,6\text{ нм}$ ($2,8 - 6\text{Å}$). Для характеристики гексагональної решітки приймають два параметри – бік шестигранника a і висоту призми c . Коли відношення $c/a = 1,633$, то атоми упаковані найбільш щільно, і тому така решітка називається гексагональною щільноупакованою.

Необхідно відзначити, що такий порядок у розташуванні атомів (упакування), як це показано при описі елементарних чарунок кристалічної решітки, наявний не по всьому об'єму кристала (кристалічні решітки).

У дійсності реальний кристал, на відміну від ідеального, має структурні недосконалості: крапкові, лінійні і поверхневі.

Крапкові недосконалості

Як указувалося, атоми знаходяться в коливальному русі біля вузлів решітки. Чим вище температура, тим більше амплітуда цих коливань. Хоча більшість атомів металу в даній кристалічній решітці має однакову (середню) енергію і коливається за даною температури з однаковою амплітудою, окремі атоми мають енергію, що значно перевищує середню енергію. Такі атоми мають не тільки амплітуду коливань більшу, ніж середня, але можуть переміщатися з одного місця в інше. Найбільше легко переміщуються атоми поверхневого шару, виходячи на поверхню (наприклад, атом 1, рис. 4.12, а).

Місце, де знаходився такий атом (вільний вузол), називається вакансією, що не залишається вільною.

Через якийсь час у неї переміщується один із сусідніх атомів з більш

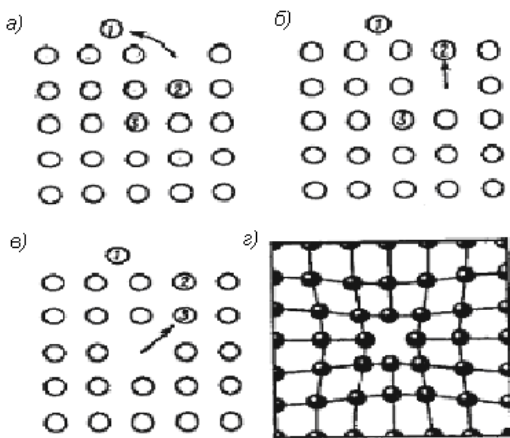


Рис. 4.12 – Вакансії у кристалічній решітці

глибокого шару (наприклад, атом 2, рис. 4.12, б), а покинутий ним вузол також стає вакансією; потім переміщається, наприклад, атом 3 (рис. 4.12, в) і т.д. Таким чином, вакансія переміщається вглиб кристала. Як видно з рис. 4.12, г, вакансія спотворює кристалічну решітку.

З підвищенням температури збільшується кількість вакансій, і вони частіше переходять з одного вузла в інший. Вакансії відіграють визначальну роль у дифузійних процесах, що протікають у металах.

Лінійні недосконалості

Ці недосконалості називаються дислокаціями (від англійського слова *dislocation*, що в перекладі означає зсув, зрушення). Існують різні види дислокації, одним із яких є крайова (лінійна) дислокація, сутність якої пояснимо наступним прикладом.

Зробимо в ідеальному кристалі зрушення на одну міжатомну відстань однієї частини кристала щодо інших уздовж якої-небудь атомної площини на ділянці ADEF (рис. 4.13, а). Як видно, вліво зрушилася тільки частина кристала, що знаходиться праворуч від площини ABCD. При такому зрушенні число рядів атомів у верхній частині кристала на один більше, ніж у нижній (рис. 4.13, б). Площина ABCD (рис. 4.13, а) являє собою в даному випадку так би мовити зайву атомну площину (яка називається екстраплощиною), вставлену у верхню частину кристала (AB, рис. 4.13, б). Лінія AD (рис. 4.13, а), перпендикулярна напрямку зрушення, що є краєм екстраплощини, називається крайовою чи лінійною дислокацією, довжина якої може досягати багатьох тисяч міжатомних відстаней.

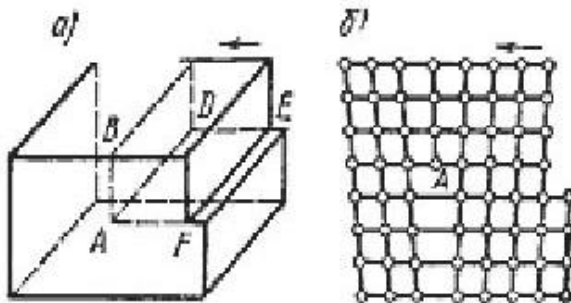


Рис. 4.13 – Крайова дислокація (схеми):

а) утворення; б) розташування атомів у площині, перпендикулярній лінії дислокації AD

Характерним для дислокації є їхня легка рухливість. Це пояснюється тим, що кристалічна решітка в зоні дислокації пружно перекручена, атоми в цій зоні зміщені щодо їх рівноважного положення у кристалічній решітці, і тому атоми, що утворюють дислокацію, прагнуть переміститися в рівноважне положення.

Утворення дислокації може відбуватися у процесі кристалізації, при пластичній деформації, термічній обробці й інших процесах. Дислокації дуже істотно впливають на всі процеси, що протікають у металах. Вони дуже сильно впливають на механічні властивості, різко знижуючи міцність металів.

Поверхневі недосконалості. Цими недосконалостями є границі зерен і блоків металу. На границі між зернами атоми мають менш правильне розташування, ніж в об'ємі зерна. Зерна розорієнтовані, повернені одне щодо одного на кілька градусів. По границях зерен збігаються дислокації і вакансії. Зерно складається з великого числа розорієнтованих на дуже невеликі кути (десяті частки градусів) областей, що називаються субзернами чи блоками (рис. 4.14), границі яких являють собою дислокації, що розділяють зерно на блоки.

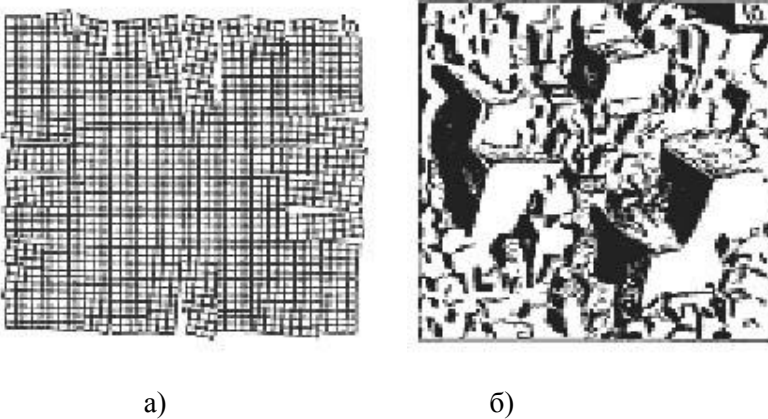


Рис. 4.14 – Блокова структура кристала:

а) схема; б) у вольфрамі (x 10000)

Анізотропія кристалів

У різних площинах кристалічної решітки атоми розташовані з різною щільністю і тому різноманітні властивості кристалів у різних напрямках різні. Таке розходження називається анізотропією.

Усі кристали анізотропні. На відміну від кристалів, аморфні тіла (наприклад, смола) у різних напрямках мають в основному однакову щільність атомів і, отже, однакові властивості, тобто вони ізотропні.

Ступінь анізотропності може бути значним. Дослідження монокристала (одиночного кристала) міді в різних напрямках показали, що межа міцності σ_B , змінюється від 120 до 360 МН/м² (від 12 до 36 кгс/мм²), а подовження δ від 10 до 55%.

У металах, що складаються з великої кількості по-різному орієнтованих дрібних анізотропних кристалів (полікристал), властивості у всіх напрямках однакові (усереднені). Ця уявна незалежність властивостей від напрямку називається квазіізотропією (приставка квазі по-латинському означає уявний).

Якщо у структурі металу створюється однакове орієнтування кристалів, то з'являється анізотропія.

Кристалізація металів

При переході металу з рідкого стану у твердий відбувається так званий процес кристалізації.

Основи теорії кристалізації розроблені основоположником науки про метали – металознавства – Д.К. Черновим, який установив, що кристалізація складається з двох процесів: зародження дрібних часток кристалів (зародків чи центрів кристалізації) і зростання кристалів з цих центрів (рис. 4.15).

Зростання кристалів полягає в тім, що до їхніх зародків приєднуються всі нові атоми рідкого металу. Спочатку кристали ростуть вільно, зберігаючи правильну геометричну форму, але це відбувається тільки до моменту зустрічі зростаючих кристалів.

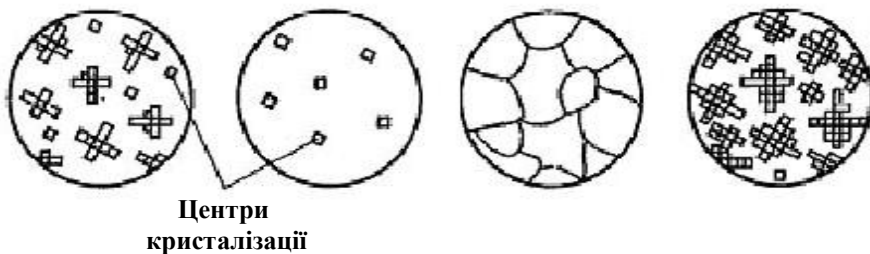


Рис. 4.15 – Послідовні етапи процесу кристалізації

У місці зіткнення кристалів зростання окремих їхніх граней припиняється, і розвиваються не всі, а тільки деякі грані кристалів. У результаті кристали не мають правильної геометричної форми.

Такі кристали називають кристалітами чи зернами. Величина зерен залежить від числа центрів кристалізації і швидкості росту кристалів.

Чим більше центрів кристалізації, тим більше кристалів утворюється в даному об'ємі і кожен кристал (зерно) менше. На утворення центрів кристалізації впливає швидкість охолодження.

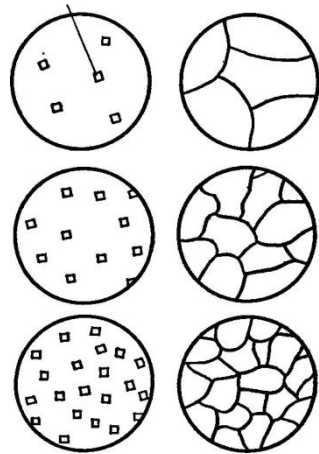
Чим більше швидкість охолодження металу, тим більше виникає в ньому центрів кристалізації, і зерна виходять дрібніші (рис 4.16).

Це підтверджується на практиці: у тонких перетинах литих деталей, що охолоджуються більш швидко, метал завжди виходить більш дрібнозернистим, ніж у товстих масивних литих деталях, що охолоджуються повільніше. Однак не завжди можна регулювати швидкість охолодження.

Методом одержання дрібного зерна при затвердінні металу є створення штучних центрів кристалізації. Для цього в розплавлений метал вводять спеціальні речовини, що називаються модифікаторами; процес штучного регулювання розмірів зерен одержав назву модифікування.

Форма зростаючих кристалів визначається не тільки умовами їх зіткнень між собою, але і сполукою сплаву, наявністю домішок і умовами охолодження. У більшості випадків при кристалізації металів механізм утворення кристалів носить так званий дендритний характер.

Дендритна кристалізація характеризується тим, що зростання зародків відбувається з нерівномірною швидкістю. Після утворення зародків їх розвиток йде, головним чином, у тих напрямках решітки,



Початок Кінець
кристалізації

Рис. 4.16 – Вплив швидкості охолодження на виникнення центрів кристалізації і на величину зерен, що утворюються:

- 1 – повільне охолодження;
- 2 – прискорене охолодження;
- 3 – швидке охолодження

що мають найбільшу щільність упакування атомів (мінімальна міжатомна відстань).

У цих напрямках утворюються довгі сполучення майбутнього кристала – так звані осі першого порядку (1 на рис. 4.17).

Надалі від осей першого порядку під визначеними кутами починають рости нові осі, що називають осями другого порядку (2), від осей другого порядку ростуть осі третього порядку (3) і тому подібне.

Центри кристалізації

За мірою кристалізації утворюються осі більш високого порядку (четвертого, п'ятого, шостого і т.д.), що поступово заповнюють усі проміжки, раніше зайняті рідким металом.

В умовах, за яких не вистачає рідкого металу для заповнення простору між осями, наприклад при затвердінні останніх об'ємів злитка, дендритна будова виявляється дуже чітко (рис. 4.17).

Побудова кривих охолодження

Для визначення температури кристалізації металу застосовують термічний метод, що полягає в наступному: у тигель 1 (рис. 4.18) з розплавленим металом занурюють термопару 2. Термопара являє собою два дроти з різних металів (чи сплавів), зварені з одного кінця. Вільні кінці дротів приєднані до гальванометра 3. При нагріванні зварених кінців дроту в них виникає термоелектрорушійна сила, що приводить до відхилення стрілки гальванометра. Чим вище температура спаю дротів, тим більше відхилення стрілки гальванометра. Для виміру температури на гальванометрі наявна температурна шкала 4.

Якщо температуру, що вимірюється таким методом, реєструвати через визначені проміжки часу, то теоретично для чистого металу, що охолоджується дуже повільно, крива охолодження в координатах «температура – час» має вид, показаний на рис. 4.19, а. Простежимо хід процесу кристалізації металу за кривою охолодження.

Спочатку, коли метал знаходиться в рідкому стані, температура знижується рівномірно до крапки А. Потім зниження температури припиняється, і на кривій охолодження виходить горизонтальна ділянка. Хоча тигель з металом і проохолоджується навколишнім повітрям, але відведення тепла компенсується виділенням схованої теплоти кристалізації (затвердіння) металу.

За часом кристалізація продовжується від крапки А до крапки Б. До моменту, що відповідає крапці Б, кристалізація закінчується, весь метал переходить з рідкого стану у твердий і після цього температура знову знижується рівномірно.

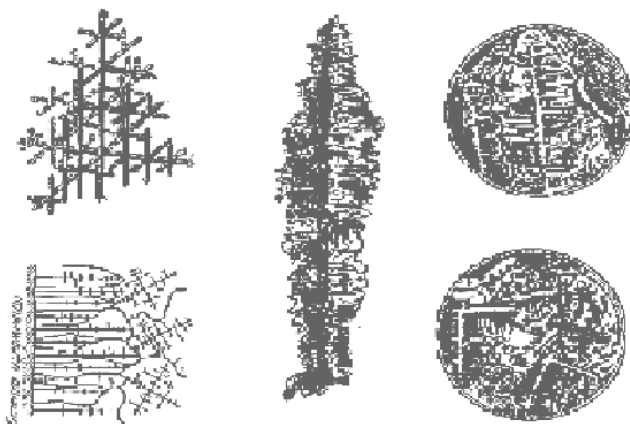


Рис. 4.17 – Дендритна кристалізація

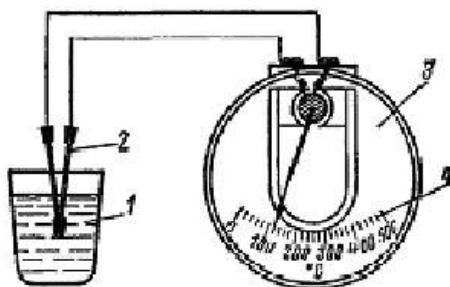


Рис. 4.18 – Вимір температур при побудові кривих охолодження

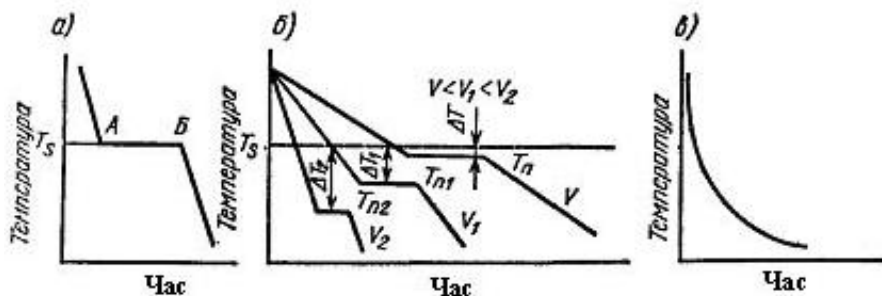


Рис. 4.19 – Криві охолодження при кристалізації металу й аморфного тіла

Температура T_s — теоретична температура кристалізації. У реальних умовах затвердіння не може відбуватися за цієї температури, тому що вільна енергія рідкого стану дорівнює вільній енергії твердого стану (рис. 4.20). Метал, температура якого знизилася до T_s , ще не кристалізується, а залишається якийсь час рідким. У цей час метал переохолоджується до температури T_n (рис. 4.19,б і 4.20). Тільки за цієї температури починається процес кристалізації. Різниця температур T_s — T_n називається ступенем переохолодження ΔT . Чим більше швидкість охолодження, тим більший і ступінь переохолодження в даного металу (див. рис. 4.19,б).

На відміну від кривої охолодження кристалічного тіла (металу), крива охолодження аморфного тіла (рис. 4.19, в) на всьому протязі йде плавно, що вказує на поступове його тужавіння, внаслідок зменшення рухливості часток. За своєю структурою уявне тверде аморфне тіло є переохолодженою рідиною.

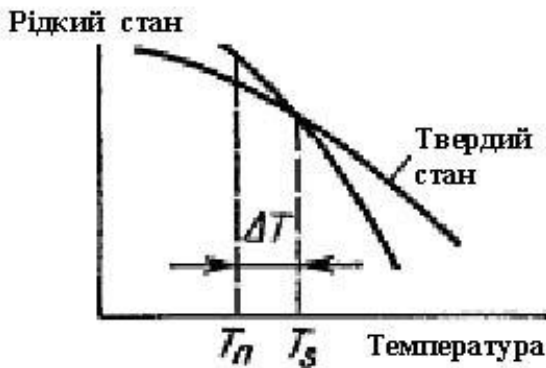


Рис. 4.20 – Схема зміни вільної енергії рідкого і твердого станів металу залежно від температури

Алотропія (поліморфізм) металів

Алотропією, чи поліморфізмом називається здатність металів у твердому стані мати різну кристалічну будову, а отже, і властивості за різних температур.

Процес переходу з однієї кристалічної форми в іншу називається **алотропічним (поліморфним) перетворенням**. Алотропічні форми позначають початковими буквами грецького алфавіту: альфа α , бета β , гама γ , дельта δ і т. д., - починаючи з тієї форми, що існує за більш низької температури. Усі мимовільні про-

цеси у природі розвиваються в напрямку стану з найменшим запасом енергії.

Такою характеристикою для речовин є вільна енергія – складова сповненої енергії речовини, що оборотно змінює свою величину за зміни температури, алотропічних перетворень і змін стану (плавлення, затвердіння й інших процесах). Величина вільної енергії зменшується з підвищенням температури.

У процесі алотропічного перетворення виділяється схована теплота кристалізації (якщо перетворення йде при охолодженні); на кривій охолодження алотропічне перетворення відзначається горизонтальною ділянкою. Алотропічні перетворення мають багато металів, наприклад залізо, марганець, олово, титан та інші.

На рис. 4.21 приведена крива охолодження заліза, що характеризує алотропічні перетворення. Залізо має об'ємно - центровану кубічну решітку до температури 911 °С і в інтервалі 1392-1539 °С (Fe_{α}), а від температури 911 до 1392 °С має гранецентровану кубічну решітку (Fe_{γ}).

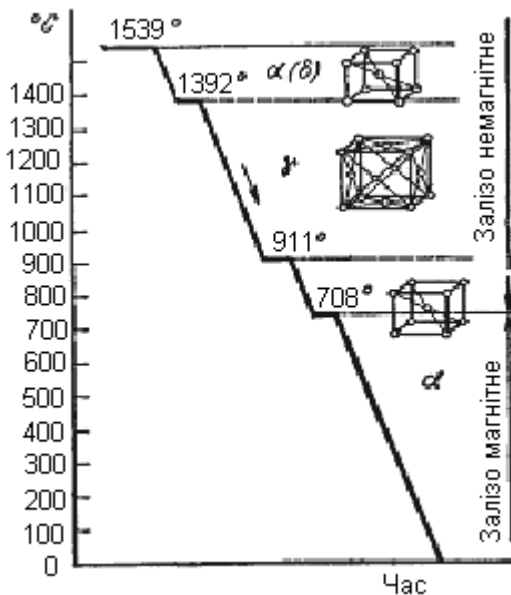


Рис. 4.21 – Крива охолодження заліза

Високотемпературна α-модифікація (від 1392 до 1539 °С) іноді позначається Fe_{β} (β-залізо). За температури 768 °С відбувається зміна

магнітних властивостей: нижче 768 °С залізо магнітне, вище 768 °С – залізо немагнітне.

Характерним прикладом є алотропія олова. За температури нижче 18 °С стійка модифікація α -олова (Sn_α) називається **сірим оловом**, а вище 18 °С – модифікація β -олова (Sn_β), що називається **білим оловом**.

Решітка білого олова більш компактна, ніж сірого олова, і перетворення $\text{Sn}_\alpha \rightarrow \text{Sn}_\beta$ йде зі значним збільшенням об'єму. Тому при утворенні на білому олові горбка сірого олова останнє, унаслідок великих об'ємних змін, розсипається в порошок. Це явище одержало назву «олов'яної чуми»; перетворення необоротне.

Максимального значення швидкість алотропічного перетворення $\text{Sn}_\beta \rightarrow \text{Sn}_\alpha$ досягає при переохолодженні приблизно до температури – 30 °С. Тому небезпека «олов'яної чуми» особливо велика при збереженні олова в зимовий час у холодному приміщенні.

Макроскопічний аналіз

Макроструктурою називається будова металу, видима без збільшення чи за невеликого збільшення (до 10-30 разів) за допомогою лупи. Макроструктуру можна досліджувати безпосередньо на поверхні металу (наприклад, виливків, кувань), у зламі чи на макрошліфі.

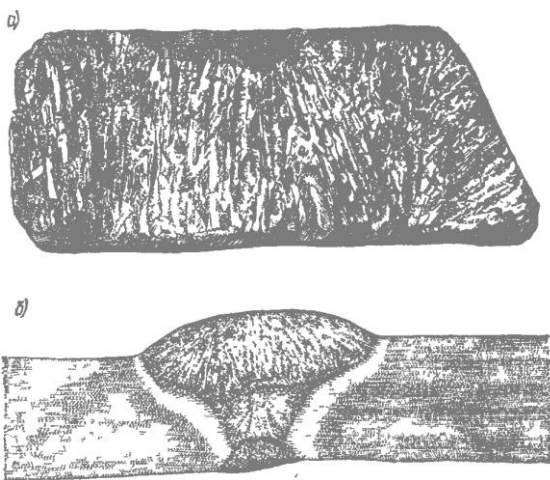


Рис. 4.22 – Макроструктура:

а) злам злитка сурми; б) макроструктура звареної сполуки

Злам. Найбільш простим методом з'ясування будови металу є вивчення зламу. На відміну від аморфного тіла, метали мають зернистий (кристалічний) злам (рис. 4.22, а). У більшості випадків, чим дрібніше зерно у зламі, тим вище механічні властивості металу. За зломом можна судити про розмір зерна, особливості лиття і термічної обробки, а також виявити окремі дефекти.

Макрошліфи. Макрошліфом називають поверхню зразка (деталі), підготовлену для дослідження макроструктури. Зразки, що називаються темплетами, вирізують з великих заготовівель (злитків, прокату), а дрібні і середніх розмірів деталі розрізають у певному місці й у певній площині. Поверхню зразка (деталі) шліфують і піддають травленню кислотами чи спеціальними реактивами, що дозволяє виявити, наприклад, дефекти, що порушують суцільність металу (міхури, тріщини, раковини й інш.), неоднорідність будови, створену обробкою тиском (полосність), будови литого металу, звареної сполуки (рис. 4.22, б) та інше.

Мікроскопічний аналіз

Мікроскопічний аналіз (мікроаналіз) застосовують для визначення форми і розмірів зерен, з яких складається метал чи сплав, виявлення змін внутрішньої будови сплаву, різних режимів, що відбуваються під впливом обробки, виявлення мікропороків металу - мікротріщин, раковин тощо, виявлення неметалічних включень — сульфідів, оксидів та інше.

Підготовлена для дослідження під мікроскопом поверхня зразка називається **мікрошліфом**.

Для мікроаналізу з досліджуваного матеріалу вирізують зразок, поверхню його піддають шліфуванню, поліруванню, травленню і потім розглядають у металографічний мікроскоп.

Шліфування поверхні вручну чи на спеціальних шліфувальних верстатах починають на шкурці з найбільш великим абразивним зерном, потім поступово переходять до шліфування на шкурці з більш дрібним абразивним зерном, після чого поверхню зразка полірують.

Полірування проводять на спеціальному полірувальному верстаті на обертовому колі, обтягнутому сукном, що змочується полірувальною рідиною – водою зі зваженими в ній частками окису хрому чи алюмінію. Оброблювана поверхня зразка виходить блискучо-дзеркальною. Але отримана поверхня не дозволяє судити про будову металу (сплаву); тільки неметалічні включення і мікрodefекти виявляються на світлому тлі полірованої поверхні зразка.

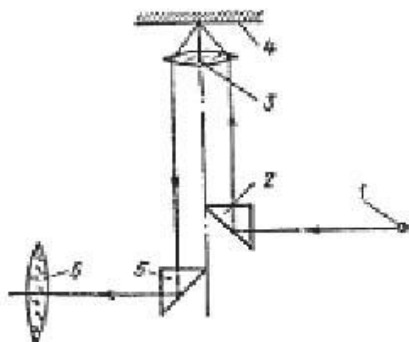


Рис. 4.23 – Схема оптичної системи металографічного мікроскопа

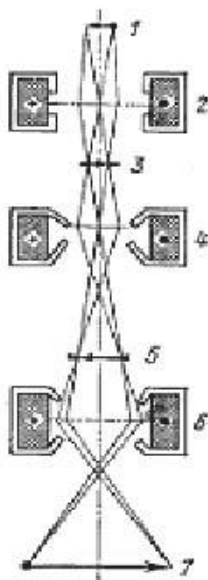


Рис. 4.24 – Схема електронного мікроскопа

1 – джерело електронів; 2 – конденсаторна лінза; 3 – об'єктив; 4 – лінза об'єктива; 5 – проміжне зображення; 6 – проекційна лінза; 7 – кінцеве зображення

Для виявлення мікроструктури поліровану поверхню зразка піддають травленню, тобто дії розчинів кислот, лугів, солей. Різні складові структури розчиняються з різною швидкістю, і тому одні витравляються більше, а інші – менше. При висвітленні мікросліфа на мікроскопі промені світла по-різному відбиваються від по-різному протравлених структурних складових. Місця, протравлені сильніше, більше розсіюють відбитих променів, тому в об'єктиві мікроскопа вони виходять більш темними. Для дослідження структури металів і сплавів застосовують мікроскопи відбитого світла, що називаються **металографічними**.

Оптична схема металографічного мікроскопа показана на рис. 4.24. Промені від освітлювача (електричної лампочки) 1, переломлюючись призмою 2, проходять через об'єктив 3, відбиваються від мікросліфа 4, знову проходять через об'єктив 3, переломлюються призмою 5 і через окуляр 6 попадають в око спостерігача. Збільшення мікроскопа дорівнює добут-

ку збільшень об'єктива й окуляра. Мікроскопи дають збільшення до 1500-2000 разів.

Набагато більше збільшення – до 200 000 разів – дає електронний мікроскоп (рис. 4.24), що працює за схемою минаючих електронних променів. Замість скляних лінз в електронному мікроскопі встановлені електромагнітні лінзи, що переломлюють електронні промені. Джерелом електронів служить розпечена вольфрамова нитка. Електронний мікроскоп призначений для дослідження об'єктів у минаючих електронних променях, тому предмет дослідження повинен бути дуже тонким. При дослідженні звичайних металографічних зразків за допомогою електронного мікроскопа широко використовується метод реплік (оксидних, лакових, кварцових, вугільних), що відтворюють рельєф поверхні мікрошліфа і пропускають електронні промені.

Репліки готують одноступеневими (одержання репліки безпосередньо на мікрошліфі) і двоступеневими способами (одержання репліки, що копіює рельєф поверхні репліки, отриманої одноступінчатим способом). Широко розповсюджений метод вуглецевих реплік, що є більш точним, в порівнянні з іншими репліками.

Універсальним є двоступеневий спосіб срібно-вуглецевих реплік, схема якого приведена на рис. 4.25.

На мікрошліф (рис. 4.25, а) наносять шар срібла (рис. 4.25, б), що потім механічним способом відокремлюють від мікрошліфа і на контактній стороні срібного відбитка створюють вуглецеву плівку (рис. 4.25, в). Для відділення вуглецевої плівки від срібла його розчиняють в азотній кислоті й одержують вугільну репліку (рис. 4.25, г), що промивають у киплячій воді і для збільшення контрастності зображення відтіняють хромом (рис. 4.27). Структура титанового сплаву (рис. 4.25, д).

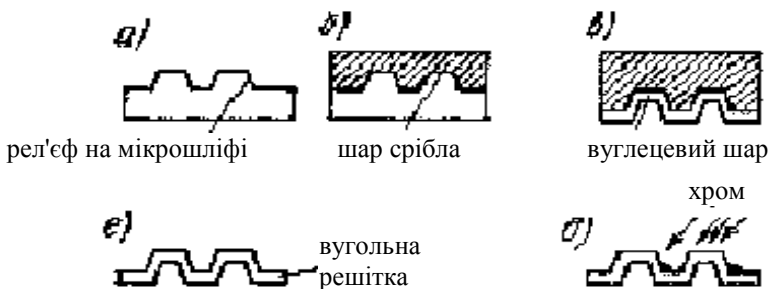


Рис. 4.25 – Схема видобутку вугільної репліки двоступеневим способом

Останнім часом під електронним мікроскопом частіше вивчають тонкі плівки досліджуваних металів і сплавів, прозорих для електронів. Такі плівки готують хімічними й електрохімічними способами розчинення зразків.

На електронній мікрофотографії можливо побачити такі деталі структури, що не виявляються при спостереженні в оптичному мікроскопі (рис. 4.26).

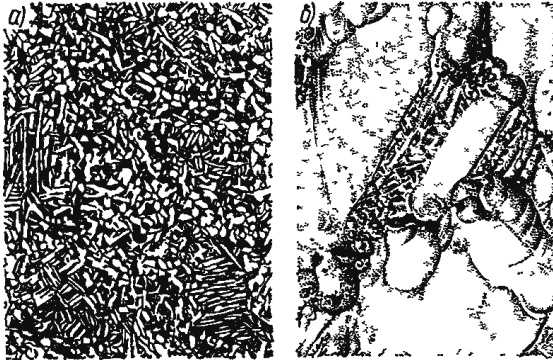


Рис. 4.26 – Структура титанового сплаву:

а) оптична мікрофотографія, X500; б) електронна мікрофотографія, X10000

Метод радіоактивних ізотопів

Метод радіоактивних ізотопів базується на тому, що атоми введених у метал радіоактивних ізотопів зазнають радіоактивного перетворення, що супроводжується випромінюванням, що легко знайти.

Таким чином, атоми радіоактивних ізотопів виділяються з безлічі інших атомів, тобто вони ніби позначені, і тому цей метод називають іноді **методом мічених атомів**.

Радіоактивні (мічені) атоми у всіх процесах, що протікають у металі, поведуться так само, як і нерадіоактивні. Тому вони дозволяють стежити за процесами, що відбуваються в металах при їхньому виготовленні й обробці.

Наприклад, для вивчення характеру розподілу елементів при кристалізації в металі в нього при виплавці вводять деяку кількість радіоактивного ізотопу того елемента, розподіл якого вивчають. Виготовлений з цього металу мікрошліф приводять у контакт з емульсією фотоплівки.

Випромінювання радіоактивних ізотопів діє на фотоплівку, як і світло. Після фотографічної обробки виходить негатив, що за допо-

могою мікроскопа збільшують і одержують мікрорадіограму (рис. 4.27).

Широко поширеними за допомогою мічених атомів є методи вивчення процесів дифузії у сплавах.

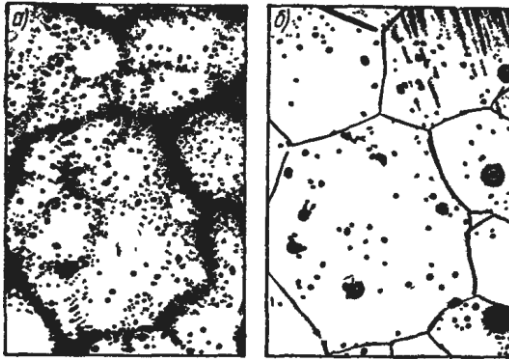


Рис. 4.27 – Мікрорадіограма (а) і мікроструктура (б) молібдену, що містить радіоактивний вольфрам; X 50

Рентгеноструктурний аналіз

Рентгеноструктурний аналіз застосовують для дослідження внутрішньої будови кристалів, тобто розташування атомів у кристалічній решітці. Для цього використовують рентгенівські промені, що утворюються в рентгенівській трубці при гальмуванні електронів, що швидко рухаються, на її аноді.

Рентгенівські промені являють собою електромагнітні коливання з дуже малою довжиною хвилі – від 0,2 до 0,0005 Нм (від 2 до 0,005 А).

Направляючи рентгенівські промені на досліджуваний об'єкт (кристал) і фіксуючи на фотоплівці виникаючі відображення від кристалографічних площин, одержують рентгенограми (рис. 4.28), за якими розраховують порядок розташування атомів у металі і визначають тип кристалічних решіток.

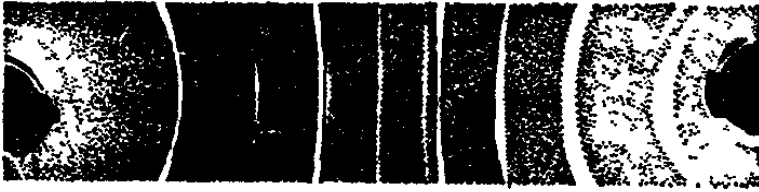


Рис. 4.28 – Рентгенограма металу

4.3 Пластична деформація і механічні властивості металів

Пружна і пластична деформація

Деформацією називається зміна розмірів і форми металу під дією прикладених сил. Деформація металу буває пружною, що усувається після припинення дії зовнішніх сил, і пластичною, що залишається після припинення дії зовнішніх сил.

За пружної деформації під дією прикладеного навантаження відстань між атомами у кристалічній решітці змінюється. При розтяганні атоми віддаляються, а при стиску зближуються. Зміна міжатомної відстані дуже мала, і після зняття навантаження зміщені атоми під дією сил притягання (після розтягання) і відштовхування (після стиску) стають на свої місця.

За пластичної деформації відбувається ковзання (зрушення) однієї частини кристала щодо іншої як результат переміщення атомів по визначених площинах кристалічної решітки.

Для того, щоб зрушення сталося шляхом одночасного зсуву однієї частини кристала щодо іншої, як це показано на рис. 4.29, а, треба буде мати зусилля, у сотні разів перевищує затратуване за деформації реального металу. Розглянемо, як відбувається процес ковзання в реальному металі і чому реальна міцність металу значно нижче теоретичної.

Як було зазначено вище, кристал реального металу має ряд недосконалостей – дислокації; пластичне зрушення в реальному кристалі є процесом переміщення дислокацій.

На рис. 4.29,б показана схема зсувної деформації, з якої видно, що переміщення однієї дислокації через весь кристал приводить до зсуву (зрушення) відповідної частини кристала на одну міжатомну відстань. У реальному металі число дислокацій дуже велике. Утворення дислокації вимагає значної енергії, але вони легко переміщуються. Таким чином, процес ковзання у кристалі реального металу

відбувається не шляхом одночасного зрушення всієї атомної площини, а шляхом переміщення дислокації уздовж площини ковзання.

Отже, якщо у кристалі немає дислокації, то він має дуже високу міцність, рівну теоретичній. Це доведено створенням і дослідженням бездислокаційних кристалів у виді дуже тонких ниток, які називаються нитковидними чи кристалами з вусами. Наприклад, нитковидний кристал заліза діаметром 1 мкм виявляє дуже високу межу міцності – 13000 МН/м^2 (1300 кгс/мм^2). Звичайне залізо має межу міцності 300 МН/м^2 (30 кгс/мм^2). Незначні розміри нитковидних кристалів (товщина до 2 мкм і довжина до 10 мм) є перешкодою до їх практичного застосування. Зі збільшенням товщини і довжини таких кристалів у них з'являються дислокації, і міцність їх різко знижується.

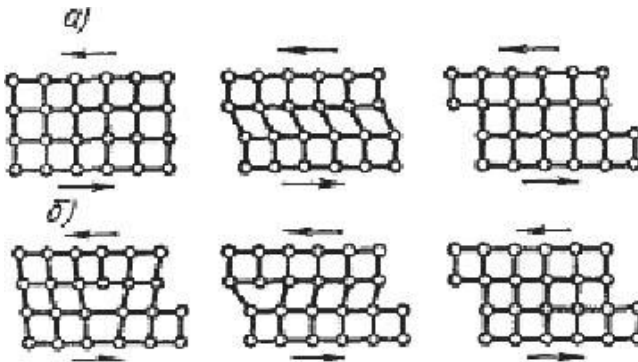


Рис. 4.29 – Схеми пластичного зрушення:

а) одночасним зсувом однієї частини кристала щодо іншої; б) зміна в розташуванні атомів у процесі переміщення дислокації

Як показано на рис. 4.30, зі збільшенням у металі кількості дислокацій міцність спочатку знижується, а потім підвищується. Зміцнення металу за надлишку дислокацій пояснюється тим, що вони перешкоджають переміщенню один одного і тому утруднюють пластичну деформацію.

Способами зміцнення, що збільшують кількість дислокацій, є: термічна і термомеханічна обробка, а також і пластична деформація, проведена за кімнатної температури (холодна деформація), наприклад прокатка, волочіння.

Зміцнення металу в результаті холодної деформації називається наклепом, при якому підвищуються міцність і твердість, але

знижується пластичність. Великий ступінь деформації приводить до зміни форми і співвідношення розмірів зерен (рис. 4.31).



Рис. 4.30 – Залежність міцності кристала від кількості дислокацій (схема за А.А. Бочваром)

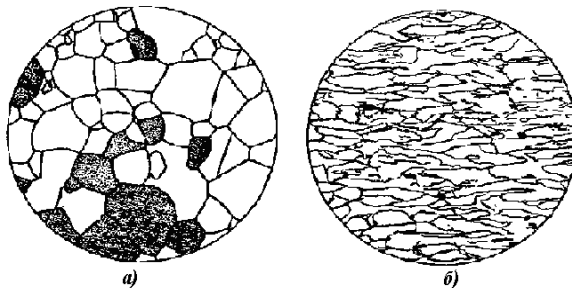


Рис. 4.31 – Вплив пластичної деформації на мікроструктуру металу: а) до деформації; б) після деформації, X 200

Методи випробування механічних властивостей металів

Залежно від способу додатка навантаження, методи випробування механічних властивостей металів поділяють на три групи: **статичні**, коли навантаження зростає повільно і плавно (випробування на розтягання, стиск, вигин, крутіння, зріз, твердість); динамічні, коли навантаження зростає з великою швидкістю, ударно (випробування на удар); випробування при повторно-перемінних навантажен-

нях, коли вона у процесі випробування багаторазово змінюється за величиною чи за величиною і знаком (випробування на утому).

Необхідність проведення випробування в різних умовах визначається розходженням в умовах роботи деталей машин, інструментів та інших металевих виробів.

Випробування на розтягання. Для випробування на розтягання застосовують циліндричні чи плоскі зразки певної форми і розмірів за стандартом. Випробування зразків на розтягання проводиться на розривних машинах з механічним чи гідравлічним приводом.

Ці машини укомплектовані спеціальним пристосуванням, на якому при випробуванні (розтяганні) автоматично записується діаграма розтягання (рис. 4.32).

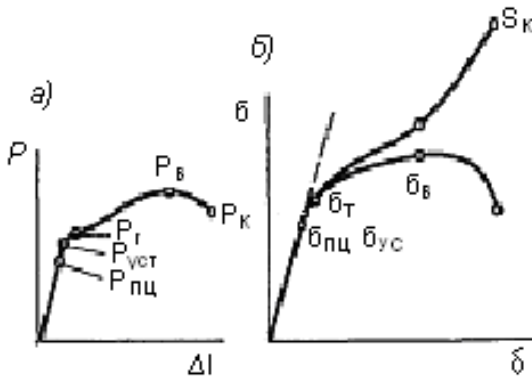


Рис. 4.32 – Діаграма розтягання:

а) умовна діаграма в координатах $P - \Delta l$; б) умовна діаграма напруг і діаграма чистих напруг, де $P_{0,05}$ – навантаження, що відповідає межі пружності (умовній)

По вертикальній осі відкладені величини навантажень P (Н), по горизонтальній осі – величини абсолютних подовжень Δl (мм). На характер цієї діаграми розтягання впливає розмір зразка. Щоб виключити вплив цього фактора, діаграму будують у координатах напруга σ (у $\text{Н}/\text{м}^2$) (навантаження на одиницю площі поперечного перерізу робочої частини зразка) – відносне подовження δ (у %) (відношення абсолютного подовження до початкової довжини розрахункової частини зразка).

При випробуванні на розтягання визначають наступні характеристики механічних властивостей: межі пропорційності, пружності,

плинності, міцності, чистого опору розриву, відносно подовження і звуження.

Межею пропорційності (умовною) $\sigma_{\text{пц}}$ називається така напруга, коли відступ від лінійної залежності між навантаженням і подовженням досягає такої величини, за якої тангенс кута, утвореного дотичною до кривої навантаження – деформація з віссю навантажень, збільшується, наприклад, на 25 чи 50%, у порівнянні з первинним значенням:

$$\sigma_{\text{пц}} = P_{\text{пц}} / F_0,$$

де $P_{\text{пц}}$ – навантаження, що відповідає межі пропорційності (умовної).

Межею пружності (умовною) $\sigma_{\text{пн}}$ називається напруга, за якої залишкове подовження досягає 0,05% від розрахункової величини зразка і визначається за формулою:

$$\sigma_{0,05} = P_{0,05} / F_0.$$

Приймають і менші допуски (до 0,005%) на величину залишкової деформації (подовження). Величину використовуваного допуску вказують у позначеннях, наприклад $\sigma_{0,01}$; $\sigma_{0,02}$ і т.д.

Границею текучості (фізичною) $\sigma_{\text{т}}$ називається найменша напруга, за якої зразок деформується (тече) без помітного збільшення навантаження:

$$\sigma_{\text{т}} = P_{\text{т}} / F_0,$$

де $P_{\text{т}}$ – навантаження, що відповідає границі текучості (фізичній).

Границею текучості (умовною) $\sigma_{0,2}$ називається напруга, за якої залишкове подовження досягає 0,2% від розрахункової довжини зразка:

$$\sigma_{0,2} = P_{0,2} / F_0,$$

де $P_{0,2}$ – навантаження, що відповідає границі текучості (умовній).

Межею міцності (тимчасовим опором) $\sigma_{\text{в}}$ називається напруга, що відповідає найбільшому навантаженню $P_{\text{в}}$ попередньої руйнації зразка:

$$\sigma_{\text{в}} = P_{\text{в}} / F_0.$$

Дійсним опором руйнуванню S_k називається напруга, обумовлена відношенням навантаження P_k у момент розриву зразка до площі поперечного перерізу F_k зразка в шийці після розриву:

$$S_k = P_k / F_k.$$

Відносним подовженням δ називається відношення абсолютного подовження, тобто збільшення розрахункової довжини зразка після розриву (l_k — l_0) до його первинної розрахункової довжини l_0 , виражене у відсотках:

$$\delta = (l_k - l_0) / l_0 \cdot 100\%,$$

де l_k — довжина зразка після розриву.

Відносним звуженням ϕ називається відношення абсолютного звуження, тобто зменшення площі поперечного перерізу зразка після розриву ($F_0 - F_k$) до первинної площі його поперечного перерізу, виражене у відсотках:

$$\phi = (F_0 - F_k) / F_0 \cdot 100\%$$

де F_k — площа поперечного перерізу зразка після розриву.

Відносним подовженням і звуженням характеризується пластичність металу.

Випробування на твердість

Твердістю називається здатність металу опиратися поміщенню в нього іншого, більш твердого тіла. Визначення твердості є найбільш часто застосовуваним методом випробування металів.

Для визначення твердості не потрібно виготовлення спеціальних зразків, тобто випробування проводиться без руйнування деталі.

Існують різні методи визначення твердості — удавлення, крапання, пружна віддача, а також магнітний метод.

Найбільш розповсюдженим є метод вдавлення у метал сталеві кульки, алмазного конуса чи алмазної піраміди.

Для випробування на твердість застосовують спеціальні прилади, не складні за будовою і прості у використанні.

Випробування на твердість вдавненням кульки

(твердість за Бринелем)

В поверхню випробовуваного зразка металу з певною силою вдавлюють сталеву загартовану кульку діаметром 10, 5 чи 2,5 мм (рис. 4.33). У результаті на поверхні металу виходить відбиток (лунка). Діаметр відбитка вимірюють спеціальною лупою з розподілами.

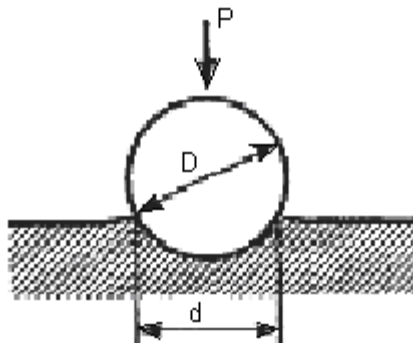


Рис. 4.33 – Схема випробування на твердість за Бринелем

Число твердості за Бринелем $HВ$ характеризується відношенням навантаження, що діє на кульку, до площі поверхні відбитка:

$$HВ = P/F = P / (\pi D / 2 (D - \sqrt{D^2 - d^2})),$$

де P – навантаження на кульку, Н;
 F – площа поверхні відбитка, $мм^2$;
 D – діаметр кульки, що вдавлюється, мм;
 d – діаметр відбитка, мм.

Для того, щоб не обчислювати твердість за приведеною вище формулою, на практиці користуються спеціальною таблицею, у якій діаметру відбитка відповідає визначене число твердості $HВ$.

Для характеристики твердості часто користуються діаметром відбитка $d_{HВ}$ (мм) без перекладу в число твердості. Діаметр кульки і навантаження встановлюють залежно від випробовуваного металу, твердості і його товщини. Наприклад, при випробуванні сталі і чавуну $P = 3D^2$, міді та її сплавів $P = 10D^2$, бабітів $P = 2,5D^2$.

Метод Бринеля не рекомендується застосовувати для металів твердістю більше $HВ450$, тому що кулька може деформуватися і ре-

зультат вийде неправильним. Не можна також випробовувати тонкі матеріали, що при вдавненні кульки продавлюються.

Випробування на твердість удавленням конуси чи кульки (твердість за Роквелом)

У поверхню випробовуваного металу вдавлюють алмазний конус з кутом 120° чи сталеву загартовану кульку діаметром 1,59 мм. Випробування кулькою застосовують при визначенні твердості м'яких матеріалів, а алмазним конусом – при випробуванні твердих матеріалів.

Кульку і конус вдавлюють у випробовуваний зразок під дією двох послідовно прикладених навантажень – попереднього P_0 і основного P_1 . Загальне навантаження P дорівнює їхній сумі (рис. 4.34):

$$P=P_0+P_1.$$

Попереднє навантаження P_0 у всіх випадках дорівнює 100 Н, а основне P_1 і загальне P навантаження складають: при вдавненні сталеві кульки (шкала В): $P_1=900$ Н; $P=1000$ Н; при вдавненні алмазного конуса (шкала З): $P_1=1400$ Н; $P=1500$ Н; при вдавненні алмазного конуса (шкала А): $P_1=500$ Н; $P=600$ Н.

За навантаження 600 Н випробовують дуже тверді, а також тонкі матеріали (шкала А).

Твердість за Роквелом – число відносно і виражається в умовних одиницях; її позначають залежно від умов випробування, HRA, HRB, HRC.

За одиницю твердості прийнято одиницю, що відповідає осьовому переміщенню наконечника на 0,002 мм. Число твердості за Роквелом HR визначається за формулами: при вимірі за шкалою В: $HR=130-e$; при вимірі за шкалами С і А: $HR= 100-i$.

Величина e визначається за наступною формулою:

$$e=(h-h_0)/0,002,$$

де h_0 – глибина входження наконечника у випробовуваний матеріал під дією попереднього навантаження P_0 ;

h – глибина входження наконечника у випробовуваний матеріал під дією загального навантаження P , обмірювана після зняття основного навантаження P_1 з залишенням попереднього навантаження P_0 (рис. 4.34).

Визначення твердості за Роквелом широко застосовується, тому що дає можливість випробовувати тверді і м'які матеріали; при цьому відбитки від конуса чи кульки дуже малі, тому можна випробовувати готові деталі без їх псування; випробування виконується легко і швидко (30-60 с); не потрібно ніяких вимірів – число твердості читається прямо на шкалі. Значення твердості за Роквелом можна перевести у значення твердості за Бринелем.

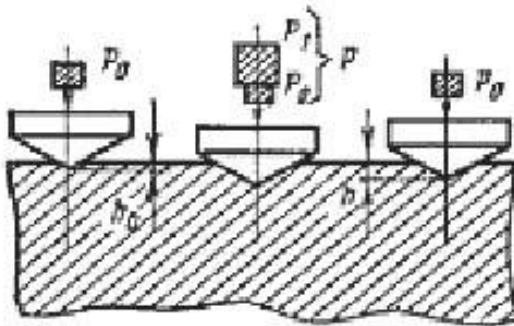


Рис. 4.34 – Схема випробування за Роквелом
Випробування на твердість удавленням піраміди
(твердість за Віккерсом).

В поверхню металу вдавлюють чотиригранну алмазну піраміду (рис. 4.35). За навантаженням, що припадає на одиницю поверхні відбитка, визначають число твердості, що позначається **HV**:

$$HV = \frac{2P}{d^2} \sin \frac{\alpha}{2} = 1.8544 \frac{P}{d^2},$$

де **P** – навантаження на піраміду, Н;

d – середнє арифметичне довжини обох діагоналей відбитка після зняття навантаження, мм;

α – кут між протилежними гранями піраміди при вершині, рівний 136°.

При випробуванні застосовують навантаження, рівні 50, 100, 200, 300, 500, 1000 Н. Можливість застосування малих навантажень – 50, 100 Н дозволяє випробовувати матеріали тонкого перетину і тверді поверхневі шари (наприклад, ціановані, азотовані).

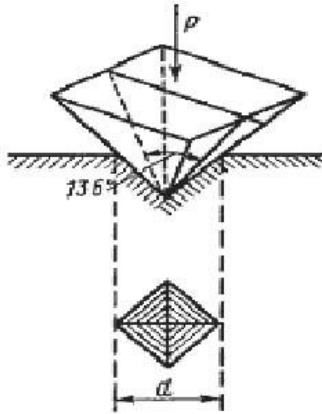


Рис. 4.35 – Схема випробування на твердість за Віккерсом

Для визначення числа твердості HV за величиною діагоналі відбитка користуються спеціальною таблицею. Числа твердості до HV 400 одиниць збігаються з числами твердості HB (за Бринелем), а за твердості більше HV 400 вони перевищують числа твердості HB і тим більше, чим вище твердість.

Випробування на мікротвердість

Це випробування застосовують при визначенні твердості мікроскопічно малих об'ємів металу, наприклад твердості окремих структурних складових сплавів. Мікротвердість визначають на спеціальному приладі, що складається з механізму навантаження з алмазним наконечником і металографічним мікроскопом.

Поверхню зразка підготовляють так само, як і для мікродослідження (шліфування, полірування, травлення). Чотиригранна алмазна піраміда (з кутом при вершині 136° , таким само, як і в піраміді РИ випробування за Віккерсом) вдавлюється у випробовуваний матеріал під дуже невеликим навантаженням 0,05-5 Н (5-50 гс). Число твердості визначається за формулою:

$$H=1,8544P/d^2,$$

де **P** – навантаження на піраміду, Н;

d – середнє арифметичне довжини обох діагоналей відбитка після зняття навантаження, мм.

Щоб не обчислювати твердість за приведеною вище формулою, користуються спеціальними таблицями, у яких для діагоналей відбитків, обумовлених у мікронах, дані числа твердості (у Н/м² чи кгс/мм²).

Випробування на удар

Дуже часто деталі у процесі роботи сприймають дію не тільки плавно зростаючих навантажень, але одночасно піддаються й ударним (динамічним) навантаженням. Тому необхідно знати, наскільки добре опирається метал дії на нього цих навантажень.

Випробування на удар проводиться на спеціальному приладі, що називається маятниковим копром, зламом надрізаного зразка, вільно встановленого на двох опорах копра (рис. 4.36), що падає з визначеної висоти масивним маятником. Робота удару A_H (Дж), витрачена на злам зразка, визначається з різниці енергії маятника в положенні його до і після удару. Ударна в'язкість a_H , тобто робота, витрачена на ударний злам зразка, віднесена до площі поперечного перерізу зразка в місці надрізу, визначається за формулою:

$$a_H = A_H / F,$$

де F – площа поперечного перерізу зразка в місці надрізу, м² (рис. 4.36).

Визначення ударної в'язкості a є найбільш простим і чутливим способом оцінки схильності деяких металів, що мають об'ємноцентровану кубічну решітку (наприклад, залізо (сталь), хром, цинк та інш.), до крихкості при роботі в умовах низьких температур, що називається холодноламкістю.

Практично холодноламкість визначають при випробуванні на удар серії зразків за декількох температур, що знижуються (від кімнатної до - 100 °С). Результати випробувань відображають у координатах «ударна в'язкість – температура випробування» (рис. 4.37).

Температура, за якої відбувається перехід металу від грузлого руйнування до тендітного, називається **критичною температурою крихкості** або порогом холодноламкості. Звичайно на кривій випробування спостерігається перехідна зона, і тому розрізняють верхню T_B і нижню T_H границі критичного інтервалу (рис. 4.37). У цьому інтервалі температур ударна в'язкість знижується і змінюється характер зламу – від грузко волокнистих до тендітно кристалічних.

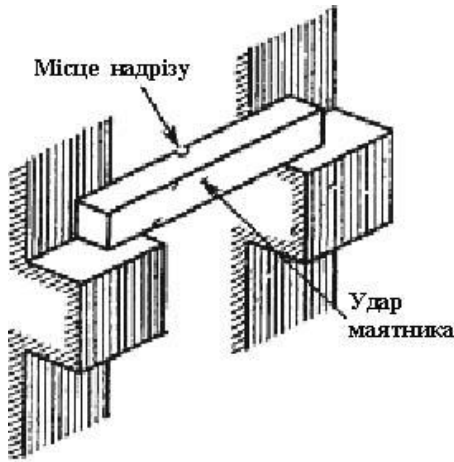


Рис. 4.36 – Схема положення зразка при випробуванні на удар

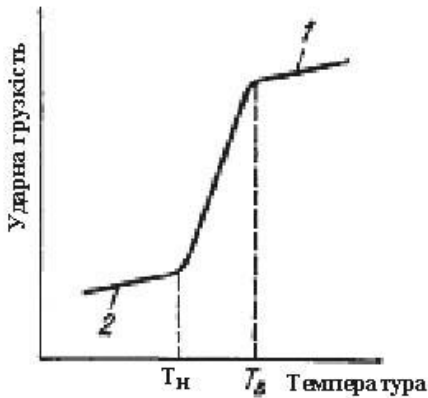


Рис. 4.37 – Схема, що показує можливість грузлого (1) і ламкого (2) руйнування того самого металу залежно від температури випробування

Зазвичай межею холодноламкості вважається середня температура інтервалу, але для деталей відповідного призначення беруть верхню границю T_B , а нерідко приймають температуру, за якої у зламі з'являються кристалічні ділянки, хоча ударна в'язкість зберігає ще високе значення.

Випробування на втому

Втомою металу називають руйнування металу під дією повторних чи знакозмінних напруг. Властивість металу витримувати велике число циклів перемінних навантажень, тобто протистояти втомі, називають витривалістю.

Цикл навантажень може бути: а) симетричним, якщо напруги протилежні за знаком і рівні; б) асиметричним, якщо напруги неоднакові за величиною (хоча і можуть мати однаковий знак).

Повторно-перемінним навантаженням піддаються у процесі роботи різні деталі: вали, шатуни, ресори, пружини, рейки, балки і т.п. Статичних випробувань недостатньо для характеристики міцності матеріалу, що піддається в роботі дії повторно-перемінних зусиль. Необхідно визначити границі витривалості, тобто величину найбільшої напруги, що метал здатний витримати без руйнування за заданого числа змін навантаження (циклів). Для сталі умовно прийняте число змін навантаження $N = 5$, а для легких кольорових сплавів $N = 20$ мільйонів циклів. Величина границі витривалості залежить від ряду факторів – стану поверхні, ступеня забруднення металу неметалічними включеннями, структури металу, форми, розміру зразка, наклепу тощо.

Руйнування при повторно-перемінних навантаженнях завжди відбувається раптово і за напруг значно меншої величини, ніж руйнування при дії однократного навантаження.

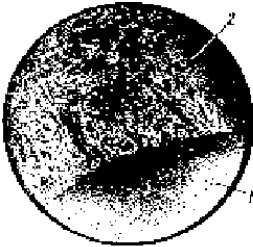


Рис. 4.38 – Злам втоми

Характерним є злам втоми (рис. 4.38), що складається з двох різнорідних за зовнішнім виглядом частин. Одна частина 1 із затертою поверхнею, що вийшла внаслідок тертя поверхонь в області тріщин, що утворилися від дії повторно-перемінних навантажень, і частина 2 із зернистим зломом, що утворився в момент руйнування деталі.

Існуючі методи випробування металів на втому розрізняють за характером прикладеного навантаження і за умовами проведення випробування. Випробування проводяться вигином, розтяганням – стиском, крутінням, за високих і низьких температур, в умовах корозії. Найбільш розповсюдженим методом випробування є визначення границі витривалості при вигині обертового зразка по симетричному циклу (рис. 4.39).

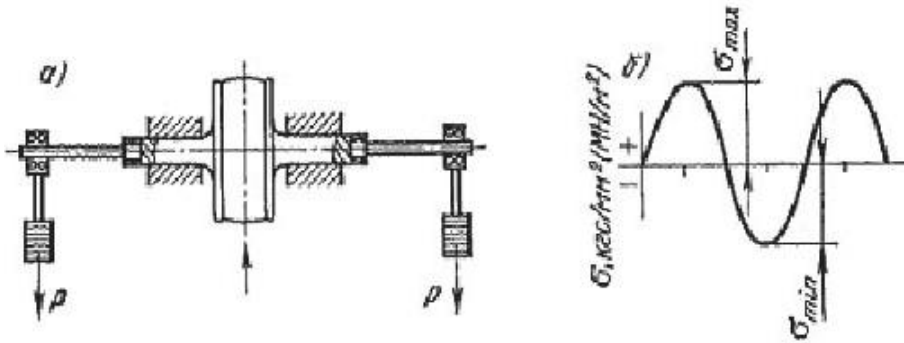


Рис. 4.39 – Схема випробування на втому згинання при обертанні зразка (а) та діаграма циклічної зміни напружень (б)

Результати випробування фіксуються у виді діаграми (рис. 4.40), на якій по осі абсцис відкладаються значення числа циклів N , а по осі ординат напруга σ (H/m^2).

Чисті метали в більшості випадків не забезпечують необхідного комплексу механічних і технологічних властивостей і тому рідко застосовуються для виготовлення виробів. Деяке застосування має, наприклад, мідь, головним чином для виготовлення провідників електрики. У більшості випадків у техніці застосовують сплави.

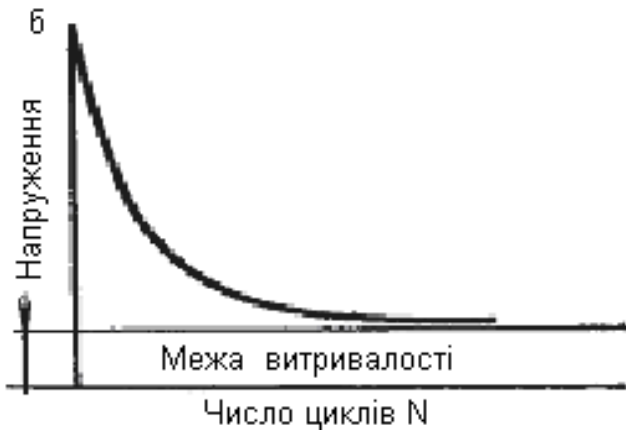


Рис. 4.40 – Крива втому

Основні відомості про сплави

Металевим сплавом називається речовина, що складається з двох чи більше елементів (металів чи металів з металоїдами), що володіє металевими властивостями. Звичайним способом приготування сплавів є сплавка, але іноді застосовують спікання чи електроліз.

У більшості випадків елементи, що входять до складу сплаву, в рідкому стані цілком розчинні один в одному, тобто являють собою рідкий розчин, у якому атоми різних елементів більш-менш рівномірно перемішані один з одним (рис. 4.41,а). У твердому виді сплави здатні утворювати тверді розчини, хімічні сполуки, механічні суміші (рис. 4.41,б,в,г).

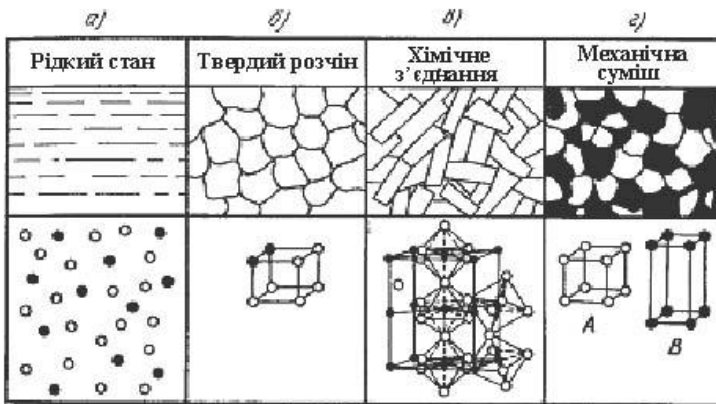


Рис. 4.41 – Структура і будова елементарного осередку просторових кристалічних решіток різних сплавів із двох металів А і В:

- – атоми металу А; ○ – атоми металу В

Твердий розчин

У багатьох сплавах при переході у твердий стан (при кристалізації) зберігається однорідність розподілу атомів різних елементів і, отже, зберігається і розчинність. Кристал, що утворився в цьому випадку (зерно), називається **твердим розчином**.

Мікроструктура твердого розчину в умовах рівноваги являє собою зовсім однорідні й однакові за сполукою зерна і схожа на структуру чистого металу (рис. 4.41,б). Твердий розчин, як і чистий метал, має одні кристалічні решітки. Розходження полягає тільки в тім, що в кристалічних решітках чистого металу усі вузли зайняті атомами од-

ного елемента, а у твердому розчині – атомами різних елементів, що утворюють цей твердий розчин.

Розчинність у твердому стані може бути необмеженою й обмеженою. Розчинність твердого розчину, отриманого за будь-якого кількісного співвідношення елементів, називається необмеженою. Розчинність твердого розчину, отриманого за визначеного кількісного співвідношення елементів, називається обмеженою.

За розташуванням атомів у кристалічній решітці розрізняють **тверді розчини заміщення** і **тверді розчини входження**.

У твердому розчині заміщення атоми розчиненого елемента займають вузли атомів елемента розчинника, тобто розташовані у вузлах загальних кристалічних решіток.

У твердому розчині входження атоми розчиненого елемента розташовуються у середині кристалічної решітки елемента розчинника між атомами металу-розчинника.

При утворенні твердих розчинів властивості сплавів змінюються плавно і відрізняються від властивостей елементів, з яких вони складаються.

Хімічна сполука

Особливий характер металевого зв'язку у сплавах приводить до утворення особливого виду хімічних сполук. На відміну від звичайних хімічних сполук, багато металевих сполук є перемінними сполуками, що можуть змінюватися в широких межах. Характерною рисою металевої хімічної сполуки є утворення кристалічних решіток (див. рис. 4.41,б), відмінних від решітки утворюючих елементів, та істотна зміна усіх властивостей. Іноді в металевих сплавах утворюються також хімічні сполуки з нормальною валентністю, наприклад оксиди, сульфіді, а також сполуки металів з різко відмінною електронною будовою атомів (Mg_2Sn , Mg_2Pb і інш.).

Механічна суміш

Якщо елементи, що входять до складу сплаву, не розчиняються один в одному у твердому стані і не вступають у хімічну реакцію з утворенням сполуки, то за цих умов з атомів кожного елемента утворюються окремі кристалічні решітки, і кристали (зерна) елементів, що входять у сплав, утворюють механічну суміш (див. рис. 4.41, г). При утворенні механічної суміші, коли кожен елемент кристалізується самостійно, властивості сплаву виходять середніми між властивостями елементів, що його утворюють.

Механічні суміші утворюються також у випадках, коли елементи мають обмежену розчинність, а також коли утворюють хімічну сполуку. Якщо у сплаві кількість елементів перевищує їхню граничну розчинність, то виникає механічна суміш двох насичених твердих розчинів. За наявності у сплаві хімічної сполуки утворюється механічна суміш із зерен твердого розчину і хімічної сполуки і т.д.

При вивченні процесів, що відбуваються в металах і сплавах за їх перетворень, і описі їх будови в металознавстві користуються наступними поняттями: **система, фаза, компонент**.

Системою називається сукупність фаз, що знаходяться в рівновазі за визначених зовнішніх умов (температури, тиску). Система може бути простою, якщо вона складається з одного елемента, і складною, якщо вона складається з декількох елементів.

Фазою називається однорідна за хімічним складом і кристалічною будовою частина системи, відділена від інших частин системи поверхнею розділу. Фазами можуть бути метали і неметали, рідкі і тверді розчини, хімічні сполуки. Однофазною системою є, наприклад, однорідна рідина, двофазною – механічна суміш кристалів двох металів.

Компонентами називають речовини, що утворюють систему. Компонентами можуть бути елементи (метали і неметали) чи стійкі хімічні сполуки.

Діаграми стану подвійних сплавів

Діаграма стану являє собою графічне зображення фазового стану сплавів, залежно від температури і концентрації в умовах рівноваги.

Діаграма стану дозволяє для конкретних сплавів простежити за перетвореннями, що відбуваються при їх нагріванні й охолодженні, визначити температуру початку і кінця плавлення (затвердіння) сплаву, з'ясувати, чи буде сплав однорідним, які його рідинотекучість, пористість. Ці дані необхідні при розробці ливарної технології. Дані про структурні перетворення, їх характеристики, структури, одержані в результаті цих перетворень, температури, за яких починаються і закінчуються ці перетворення і т.п., необхідні при розробці технології термічної обробки деталей з даного сплаву. Ці та інші дані необхідні також при розробці технології гарячої обробки і зварювання, призначені для того чи іншого сплаву при виготовленні з нього виробів.

Крім якісної оцінки структури, за діаграмою стану можна дати і кількісну оцінку сплаву, тобто визначити, наприклад, кількісне

співвідношення між рідкою і твердою частинами сплаву за визначеної температури.

Залежно від характеру будови, що утворюється у сплавах (механічна суміш, твердий розчин, хімічна сполука), розрізняють наступні основні типи діаграм стану: діаграма для випадку повної нерозчинності компонентів у твердому стані; діаграма для випадку необмеженої розчинності компонентів у твердому стані; діаграма для випадку обмеженої розчинності компонентів у твердому стані; діаграма для випадку, коли компоненти утворюють хімічну сполуку.

Діаграма стану сплавів для випадку нерозчинності компонентів у твердому стані

Розглянемо побудову діаграми стану. Діаграму стану будують у координатах **температура – концентрація**. Для сплавів, що складаються з двох компонентів А і В, сполука характеризується відрізком прямої, прийнятим за 100%. Край крапки А і В відповідають 100% чистоти компонентів. Будь-яка крапка на цьому відрізку характеризує сполуку подвійного сплаву. Так, наприклад, крапка З відповідає сплаву, що складається з 20% В та 80% А, крапка D відповідає сплаву, що складається з 60% В і 40% А. Для побудови діаграми стану з компонентів виготовляють серію сплавів різної сполуки і для кожного з них будують криву охолодження за результатами термічного аналізу (так само, як для чистих металів). Критичні крапки кожного сплаву наносять на сітку в координатах температура – концентрація.

Розглянемо побудову діаграми стану для сплавів, що складаються зі свинцю РЬ і сурми СЬ. Свинець і сурма мають необмежену розчинність у рідкому стані, а у твердому стані не розчиняються один в одному, тобто утворюють механічну суміш.

На рис. 4.42 приведені криві охолодження свинцю, сурми, трьох сплавів свинець – сурма і діаграма стану сплавів свинець – сурма.

Приведені криві показують, що три криві охолодження – для свинцю, сурми і сплаву 87% РЬ і 13% Sb мають одну критичну крапку (горизонтальну площадку). Горизонтальні площадки для чистих металів: свинцю при 327°C і сурми при 631 °C (рис. 4.42, а, д) є температурами їх затвердіння. Для сплаву з 87% РЬ і 13% Sb (рис. 35, в) - горизонтальна площадка при 246°C є температурою затвердіння даного сплаву з утворенням механічної суміші кристалів свинцю і сурми. Така механічна суміш називається **евтектикою**. Температура, за якої утворюється евтектика (у даному випадку 246°C), називається

евтектичною температурою; сполука сплаву, за якої утворюється евтектика (у даному випадку 87% РЬ та 13% СЬ), називається **евтектичною сполукою**.

Для двох інших сплавів свинець – сурма (рис. 4.42, б, г) наявні дві критичні крапки 1 і 2, що вказують на те, що ці сплави стають твердими не за одної постійної температури, а в інтервалі температур. У таких сплавах додання одного компонента до іншого знижує температуру початку затвердіння сплаву. Температура ж кінця затвердіння не залежить від сполуки сплаву й однакова для всіх сплавів – для даної системи це температура 246° С.

На кривій охолодження кожного сплаву температура, що відповідає крапці 1, відповідає початку затвердіння сплаву і називається **температурою ліквідусу** (liquidus – рідкий); температура крапки 2 відповідає кінцю затвердіння сплаву і називається **температурою солідуса**.

Характерним для даної системи є те, що сплави будь-якої сполуки повністю затвердівають тільки в тому випадку, якщо вони мають евтектичний склад (87% Pb і 13% Sb). У різних сплавах свинець – сурма, в порівнянні зі сплавом евтектичного складу, наявний надлишок чи свинцю, чи сурми. Тому, наприклад, у сплаві у складі 95% Pb і 5% Sb (рис. 4.42, б), що має більшу кількість свинцю против евтектичного складу, в інтервалі температур від крапки 1 до крапки 2 з рідкого сплаву виділяються кристали свинцю доти, поки рідкий сплав не збагатиться сурмою до 13% і затвердіє при 246 °С з утворенням евтектики. Оскільки до кристалізації евтектики виділяються кристали свинцю, після остаточного затвердіння виходить структура свинець + евтектика (свинець + сурма).

У сплаві сполуки 60 % Pb і 40 % Sb (рис. 4.42, г), навпаки, наявний надлишок сурми, і тому в інтервалі температур від крапки 1 до крапки 2 виділяються кристали сурми, і рідкий сплав збагачується свинцем до вмісту 87 % і твердіє при 246 °С з утворенням евтектики. Оскільки до кристалізації евтектики виділяються кристали сурми, після остаточного затвердіння виходить структура сурма + евтектика (свинець + сурма).

Якщо з кривих охолодження перенести критичні температури на сітку в координатах температура – концентрація, як показано на рис. 4.42, і ці крапки з'єднати між собою, то одержимо діаграму стану сплавів свинець – сурма. На цій діаграмі лінія АСВ — лінія початку затвердіння сплавів – лінія ліквідусу.

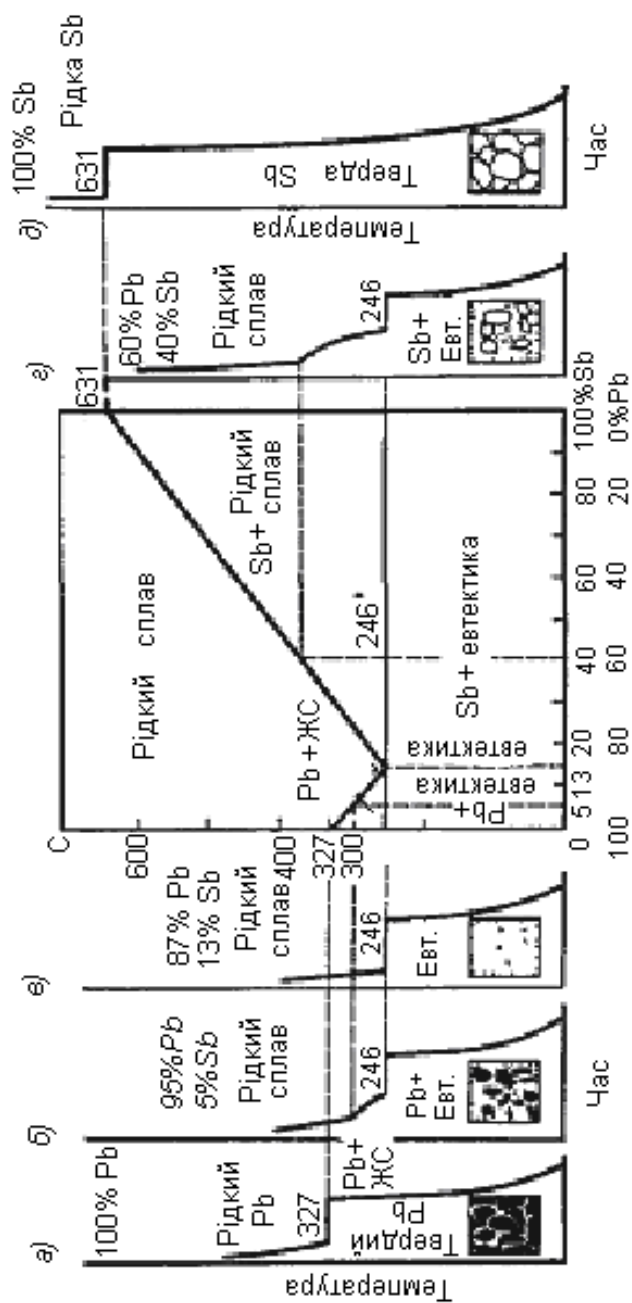


Рис. 4.42 – Діаграма стану свинець – сурма, структурні криві охолодження

Вище температур, що утворюють цю лінію, усі сплави цієї системи знаходяться в рідкому стані. Лінія DCE – лінія кінця затвердіння – лінія солідуса. За температур нижче цієї лінії всі сплави цієї системи знаходяться у твердому стані. Між цими лініями частина сплаву знаходиться у твердому, а частина – у рідкому стані. По лінії AC з рідкого сплаву виділяються кристали свинцю, а по лінії CB – кристали сурми. Між лініями AC і DC поряд з рідким сплавом наявні кристали свинцю, а між лініями CB і CE – рідкий сплав і кристали сурми.

Лінія солідуса DCE є також лінією утворення евтектики свинець – сурма. Сплав сполуки крапки З (13% Sb) після затвердіння складається тільки з однієї евтектики свинець – сурма. Сплави, що за своєю сполукою розташовані ліворуч евтектичної крапки З (на лінії DC), називаються доевтектичними сплавами і після затвердіння мають структуру: свинець + евтектика (свинець + сурма). Сплави, що за своєю сполукою розташовані праворуч від евтектичної крапки З (на лінії CE), називаються заевтектичними і після затвердіння мають структуру: сурма + евтектика (свинець + сурма).

Діаграма стану сплавів для випадку необмеженої розчинності компонентів у твердому стані

Така діаграма стану приведена на рис. 4.43. На цій діаграмі верхня лінія – це лінія ліквідусу, а нижня – лінія солідуса. Вище лінії ліквідусу всі сплави знаходяться в рідкому стані, нижче лінії солідуса – у твердому стані. Між лініями ліквідусу і солідуса відбувається затвердіння сплавів, і вони складаються з рідкої і твердої фаз.

Структура всіх цих сплавів в умовах рівноваги однорідна, складається з зерен, що являють собою твердий розчин одного компонента в іншому, а мікроструктура таких сплавів така ж, як у чистих металів (див. рис. 4.41,б). Розглянемо процес кристалізації якогонебудь сплаву за цією діаграмою при дуже повільному охолодженні, тобто цілком у рівноважних умовах. Нехай кристалізується сплав 1-1 сполуки 50 % компонента А і 50 % компонента В (рис. 4.43). За температури t_d починається кристалізація й утворюються перші кристали. На будь-якій діаграмі стану сполука твердої частини сплаву (сполука кристалів, що можуть знаходитися в рівновазі з рідиною) за даної температури показує лінія солідуса. Отже, перші кристали, що утворилися, мають сполуку крапки М. При подальшому охолодженні, коли сплав досягає, наприклад, температури t_1 , у рівновазі з рідиною уже знаходяться тільки кристали сполуки крапки Л.

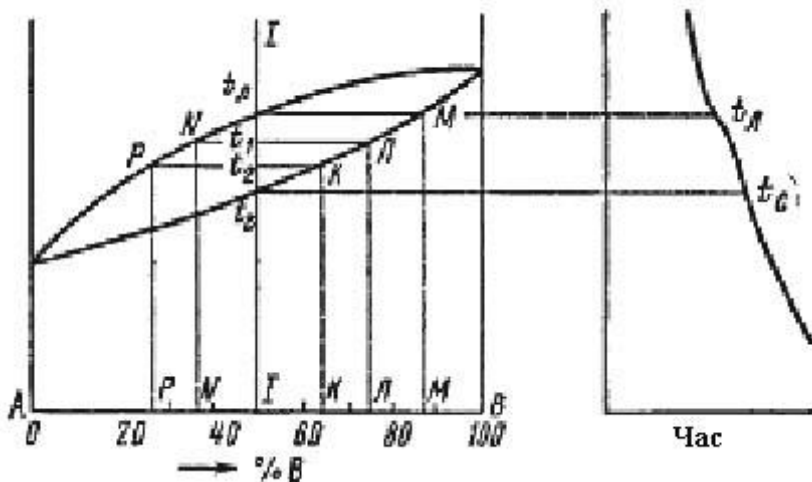


Рис. 4.43 – Діаграма стану сплавів для випадку необмеженої розчинності компонентів у твердому стані

Розглянемо, яким чином раніше утворені кристали сполуки крапки М перетворюються на кристали сполуки крапки Л. В кристалах сполуки М більше компонента В, ніж у кристалах сполуки А, отже, кристали сполуки М збагачуються компонентом А. Цей процес відбувається за рахунок дифузії атомів компонента А в уже наявні, тобто виниклі до цієї температури, кристали. За достатньої витримки чи повільного охолодження при t_1 установлюється рівновага кристалів сполуки крапки Л і рідкого сплаву.

Але у кристалах сполуки крапки Л компонента В більше, ніж у сплаві, отже, рідка частина сплаву бідніша на компонент В. За цієї температури сполука рідини частини сплаву визначається лінією ліквідусу, тобто крапкою N. При подальшому охолодженні, коли сплав досягає температури t_2 і встановлюється рівновага, сплав складається з кристалів твердого розчину сполуки крапки К і рідкої частини сплаву сполуки крапки Р. Таким чином, чим нижче температура, тим більше кристалів твердого розчину і тим вони за сполукою ближче до вихідного (тобто в даному випадку 50% компонента А і 50% компонента В).

За досягнення температури t_c сплав цілком твердіє і складається з однорідних кристалів твердого розчину. Так відбувається процес за умови дуже повільного охолодження, коли сполука кристалів встигає цілком вирівнятися.

За прискороного охолодження (у реальних умовах охолодження) сполука кристалів не виходить однорідною. Це відбувається тому, що швидкість кристалізації більше за швидкість дифузії.

Вирівнювання концентрації за об'ємом кристалів відбувається винятково шляхом дифузії. Для того, щоб сполука у всіх місцях кристала вирівнялася, потрібна дифузія атомів у середині кристалів твердого розчину і між рідиною і кристалами. Дифузійні процеси протікають повільно, тому за звичайних умов охолодження (кристалізації) сполука в різних місцях кристала не встигає цілком вирівнятися, і вони мають різнорідну сполуку.

Неоднорідність сполуки у середині кристала називається **кристалітною ліквіацією**, а оскільки така неоднорідність зв'язана з дендритним характером кристалізації, то цю неоднорідність за сполукою називають також **дендритною ліквіацією**. Дендритну ліквіацію можна усунути тривалим нагріванням сплаву за високих температур, що називається **дифузійним віджигом**, під час якого інтенсивно протікає процес дифузії; неоднорідність за об'ємом, тобто **зональну ліквіацію**, усунути не можна.

Діаграма стану сплавів для випадку обмеженої розчинності компонентів у твердому стані

Характерною рисою такої діаграми є наявність за температур нижче лінії солідуса, тобто для твердого стану, лінії (чи ліній) обмеженої розчинності. Один з видів такої діаграми стану показаний на рис. 4.44.

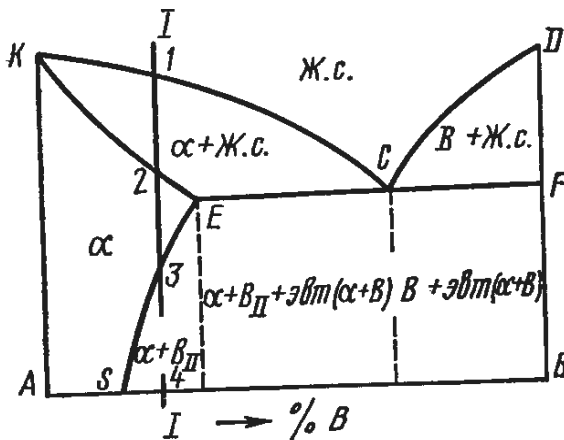


Рис. 4.44 – Діаграма стану сплавів для випадку обмеженої розчинності компонентів у твердому стані

На цій діаграмі верхня лінія KCD – лінія ліквідусу, що показує температури плавлення сплавів; лінія KECF – лінія солідуса, що показує температури затвердіння сплавів. Отже, нижче лінії KECF усі сплави, що складаються з компонентів А і В, знаходяться цілком у твердому стані.

Лінія SE показує зміну розчинності зі зниженням температури компонента В в компоненті А у твердому стані. У даному випадку зі зниженням температури розчинність зменшується.

Отже, якщо кристалізується сплав, сполука якого ліворуч від крапки 5, то за будь-якої температури вся кількість компонента В знаходиться у твердому розчині. Кристалізація таких сплавів нічим не відрізняється від розглянутих вище умов кристалізації у випадку необмеженої розчинності, тобто після затвердіння й аж до повного охолодження структура таких сплавів складається з зерен твердого розчину. Інший характер має кристалізація і структура сплавів, сполука яких знаходиться праворуч від крапки 5, тобто за межею розчинності.

Розглянемо для прикладу процеси, що відбуваються при охолодженні, наприклад, сплаву I – I (рис. 4.44).

До температури крапки 1 сплав рідкий. За температури крапки 1 починається кристалізація, і до температури крапки 2 утворюються кристали твердого розчину В в А (позначимо їх а). У крапці 2 сплав має структуру кристалів а. Від крапки 2 до крапки 3 відбувається охолодження сплаву без зміни його структури. За температури крапки 3 сплав перетинає лінію граничної розчинності компонента В в Л, тобто лінію SE. Нижче цієї температури (нижче крапки 3) розчинність стає все меншою і меншою. Уся кількість компонента В вже не може знаходитися в розчині. Частина компонента В виходить з розчину й утворює окремі кристали компонента В, що називаються вторинними (B_{11}).

Таким чином, після повного охолодження сплав має структуру, що складається з твердого розчину α і вторинних кристалів компонента В (B_{11}).

Процес виділення вторинних кристалів із твердого розчину називається **вторинною кристалізацією**, на відміну від утворення кристалів у рідкому сплаві (первинна кристалізація).

У сплавах, що лежать за сполукою праворуч крапки E, тобто на лінії ECF, утворюється евтектика. Особливість цієї евтектики в тім, що вона представляє суміш не кристалів А і В, а кристалів твердого розчину а і кристалів компонента В.

Фазові стани сплавів і структури в різних областях діаграми зазначені на рис. 4.44.

Діаграма стану сплавів для випадку утворення компонентами хімічної сполуки

Хімічну сполуку позначають $AtBn$. Це означає, що в даній сполуці на t атомів компонента A припадає n атомів компонента B . Сполука хімічної сполуки є постійною, тобто при нагріванні й охолодженні не змінюється. Діаграма стану сплавів для випадку утворення між компонентами хімічної сполуки має вид, показаний на рис. 4.45.

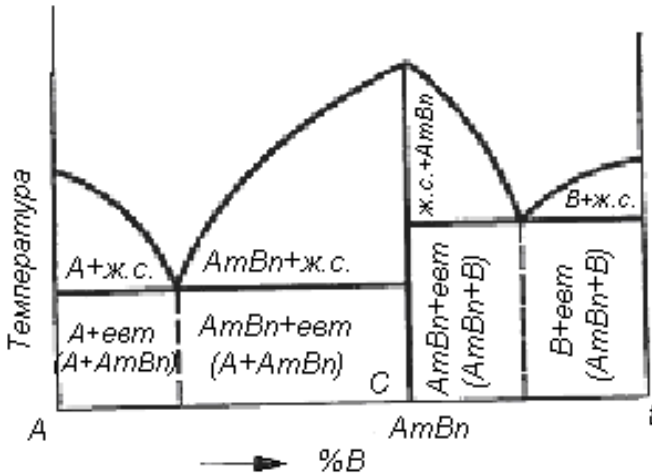


Рис. 4.45 – Діаграма стану сплавів для випадку утворення між компонентами хімічної сполуки

Діаграма ніби складена з двох діаграм, коли утворюється механічна суміш. У сплавах ліворуч від точки C (що відповідає хімічній сполуці $AtBn$) компонента A більше, ніж входить у хімічну сполуку. Отже, у цих сплавах ліворуч точки C утворюється механічна суміш $AtBn + A$. У сплавах праворуч від точки C компонента B більше, ніж може входити в хімічну сполуку. Отже, у цих сплавах утворюється механічна суміш $AtBn + B$. Кристалізація таких сплавів у принципі не відрізняється від кристалізації за розглянутою діаграмою, коли утворюється механічна суміш. Особливість полягає в тім, що в лівій частині діаграми утворюється евтектика, що складається з кристалів A і хімічної сполуки $AtBn$, а у правій частині діаграми – евтектика, що складається з кристала B і хімічної сполуки $AtBn$. Стан і структури сплавів у кожній області діаграми зазначені на рис. 4.45.

Зв'язок між властивостями сплавів і типом діаграми стану

Властивості сплавів залежать від взаємодії компонентів, тобто від того, яка структура в них виходить. Діаграми стану характеризують взаємодію компонентів і показують, яка структура виходить залежно від сполуки сплаву. Отже, існує зв'язок між властивостями і типом діаграми стану. Основоположником навчання про зв'язок діаграм стану з властивостями сплавів є акад. Н.С. Курнаков.

За діаграмою стану можна також визначити технологічні властивості сплавів. Чим більше відстань між лініями ліквідусу і солідуса, тобто чим більше інтервал кристалізації, тим більше схильність сплаву до ліквіації, більше розсіяна пористість, схильність до утворення тріщин у виливках.

Кращі ливарні властивості мають евтектичні сплави. Ці ж сплави мають кращу оброблюваність різанням і дають найкращу чистоту поверхні. Однофазні сплави – тверді розчини краще деформуються в холодному і гарячому стані. З викладеного видно, що діаграми стану дозволяють на науковій основі передбачати поведження сплавів, вибирати сплави залежно від призначення, застосовувати різні види обробки для одержання заданої структури і властивостей сплаву.

Будова залізовуглецевих сплавів. Залізо і його сполуки з вуглецем

До залізовуглецевих сплавів відносять **сталі і чавуни**. Основними елементами, від яких залежать структура і властивості сталей і чавунів, є залізо і вуглець.

Залізо може знаходитися у двох алотропічних формах - α і γ . Залізо з вуглецем утворює тверді розчини впровадження і хімічні сполуки, α -залізо розчиняє вуглецю дуже мало (до 0,02% за температури 727 °С).

Твердий розчин вуглецю й інших елементів у α -залізі називається **феритом**. Структура фериту показана на рис. 4.46, а. Ферит має низьку твердість і міцність: HB80; $\sigma_y = 250 \text{ МН/м}^2$ (25 кгс/мм²) і високу пластичність: $\delta = 50\%$; $\psi = 80\%$.

Тому технічно чисте залізо, структура якого представляє зерна фериту, добре піддається холодній деформації, тобто добре штампується, прокатується, протягується в холодному стані.

Чим більше фериту в залізовуглецевих сплавах, тим вони пластичніше. γ -залізо розчиняє вуглець у значно більших долях до 2,14% за температури 1147° С. Твердий розчин вуглецю й інших елементів у γ -залізі називається **аустенітом**.

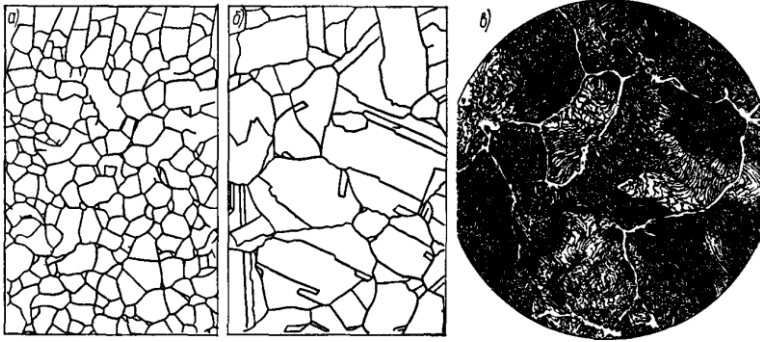


Рис. 4.46 – Мікроструктура:

a - ферит, $\times 200$; *б* - аустеніт, $\times 500$; *в* - цементит (у вигляді сітки), $\times 500$

Характерна риса аустеніту полягає в тому, що він у залізовуглецевих сплавах може існувати тільки за високих температур. Як і всякий твердий розчин, аустеніт має мікроструктуру, що представляє собою зерна твердого розчину (рис. 4.46, б).

Аустеніт пластичний, твердість його $HB_{160-200}$, $\delta = 40-50\%$. Залізо з вуглецем також утворюють хімічну сполуку Fe_3C , що називається **цементитом** або **карбідом заліза**. У цементиті $6,67\% C$, він має високу твердість ($HB \sim 800$), але надзвичайно низьку, практично нульову, пластичність.

Чим більше цементиту в залізовуглецевих сплавах, тим більшу твердість і меншу пластичність вони мають. При мікроскопічному дослідженні цементит виявляється у вигляді світлих кристалів (сітка на рис. 4.46, в).

Цементит хитливий і за певних умов може розпадатися, виділяючи вільний вуглець у виді графіту. Ця властивість цементиту розглянута докладніше при вивченні сірих і ковких чавунів.

Діаграма стану залізо – цементит ($Fe - Fe_3C$)

Діаграма стану $Fe - Fe_3C$ (у спрощеному вигляді) приведена на рис. 4.47. На цій діаграмі крапка А ($1539^\circ C$) відповідає температурі плавлення (затвердіння) заліза, а крапка D ($\sim 1600^\circ C$) – температурі плавлення (затвердіння) цементиту.

Лінія AECF – це лінія ліквідусу, що показує температури початку затвердіння (кінця плавлення) сталей і білих чавунів. За температур вище лінії ACD – сплав рідкий. Лінія AECF – це лінія солідусу, що показує температури кінця затвердіння (початку плавлення).

По лінії ліквідусу AC (за температур, що відповідає лінії AC) з рідкого сплаву кристалізується аустеніт, а по лінії ліквідусу CD – цементит, що називається **первинним цементитом**.

У крапці C за температури 1147° С та вмісту вуглецю 4,3 % з рідкого сплаву одночасно кристалізується аустеніт і первинний цементит, утворюючи евтектику, що називається **ледебуритом**.

За температур, що відповідає лінії солідуса AE, сплави із вмістом вуглецю до 2,14 % повністю тверднуть з утворенням структури аустеніту. На лінії солідуса EC (1147 °С) сплави із вмістом вуглецю від 2,14 до 4,3 % повністю тверднуть з утворенням евтектики ледебуриту.

Оскільки за більш високих температур з рідкого сплаву виділяється аустеніт, отже, такі сплави після затвердіння мають структуру аустеніт + ледебурит.

На лінії солідуса CF (1147 °С) сплави із вмістом вуглецю від 4,3 % до 6,67 % остаточно тверднуть також з утворенням евтектики ледебуриту. Тому що за більш високих температур з рідкого сплаву виділяється цементит (первинний), отже такі сплави після затвердіння мають структуру – первинний цементит + ледебурит.

В області ACEA, між лінією ліквідусу AC і солідуса AEC, рідкий сплав + кристали аустеніту; в області CDF, між лінією ліквідусу CD і солідуса CF, – рідкий сплав + кристали цементиту (первинного). У результаті первинної кристалізації у всіх сплавах із вмістом вуглецю до 2,14 % утворюється однофазна структура – аустеніт.

Сплави заліза з вуглецем, у яких в результаті первинної кристалізації в рівноважних умовах виходить аустенітна структура, називають **сталями**. Отже, сталь – це залізовуглецеві сплави із вмістом вуглецю до 2,14 %.

Сплави із змістом вуглецю більше 2,14 %, у яких при кристалізації утворюється евтектика ледебурит, називають **чавунами**. Отже, **чавун** – це залізовуглецеві сплави із вмістом вуглецю більше 2,14 %.

У розглянутій системі практично весь вуглець знаходиться у зв'язаному стані, у вигляді цементиту. Злам таких чавунів світлий, блискучий (білий злам), тому такі чавуни називають білими.

У залізовуглецевих сплавах перетворення у твердому стані характеризують лінії GSE, PSK, PQ.

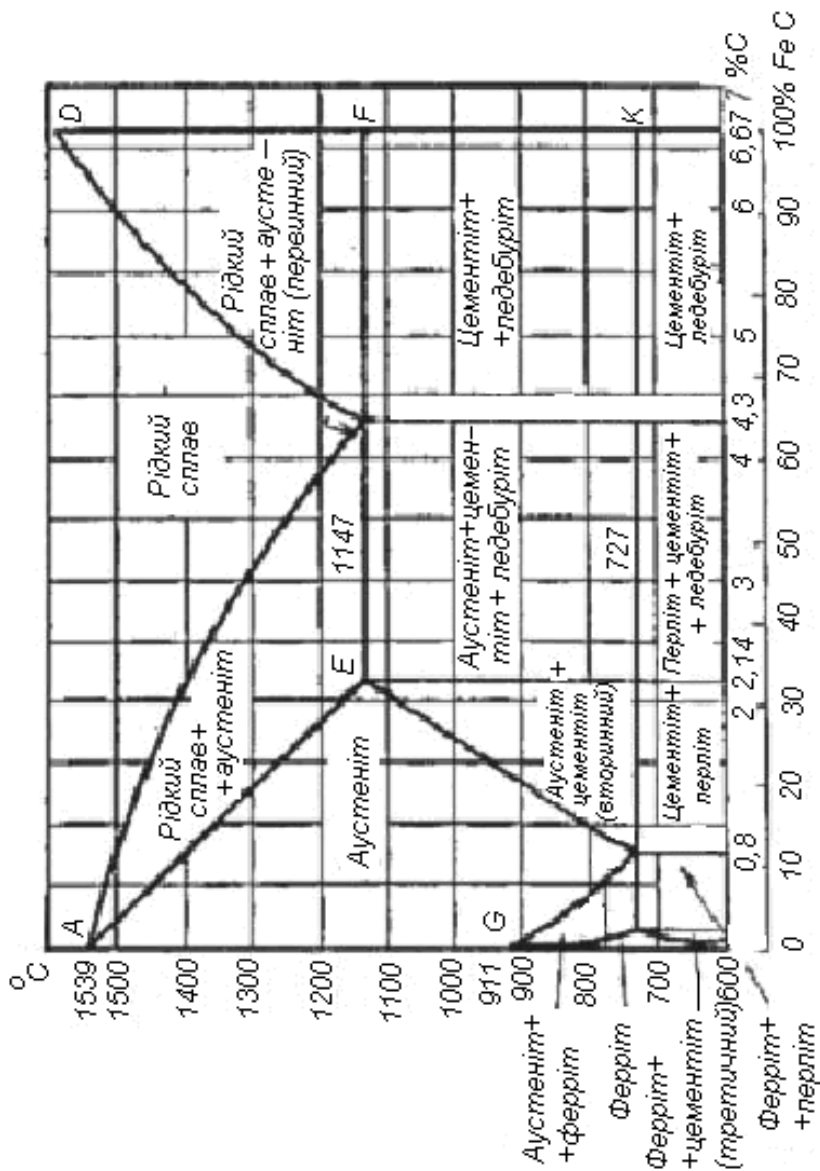


Рис. 4.47 – Диаграма стану Fe – FeC (спрощений вигляд)

Лінія GS показує початок перетворення аустеніту у ферит (при охолодженні).

Отже, в області GSP наявна структура аустеніт + ферит. Критичні крапки, що лежать на лінії GS, позначають A_S ; при нагріванні їх позначають A_{S3} , а при охолодженні – A_{T3} .

Лінія SE показує, що зі зниженням температури розчинність вуглецю в аустеніті зменшується. Так, при 1147 °C в аустеніті може розчинитися вуглецю 2,14 %, а при 727 °C – 0,8 %.

Зі зниженням температури в сталях із вмістом вуглецю від 0,8 до 2,14 % з аустеніту виділяється надлишковий вуглець у вигляді цементиту, що називається **вторинним**.

Отже, нижче лінії SE (до температури 727 °C) сталь має структуру: аустеніт + цементит (вторинний). Критичні крапки, що лежать на лінії SE, позначаються A_{cm} .

У чавунах із вмістом вуглецю від 2,14 до 4,3% при 1147° C, крім ледебуриту, є аустеніт, з якого за зниження температури також виділяється вторинний цементит.

Отже, нижче лінії EC (до температури 727 °C) білий чавун має структуру: ледебурит + аустеніт + цементит вторинний. Лінія PSK (727 °C) – це лінія евтектоїдного перетворення.

На цій лінії у всіх залізвуглецевих сплавах аустеніт розпадається, утворюючи структуру, що представляє собою механічну суміш фериту і цементиту і називається **перлітом**.

Критичні крапки, що лежать на лінії PSK, позначаються A_{T1} , при нагріванні їх позначають A_{C1} , а при охолодженні – A_{T1} .

Нижче 727 °C залізвуглецеві сплави мають наступні структури. Сталі, що містять вуглецю менше 0,8%, мають структуру ферит + перліт і називаються доевтектоїдними сталями (рис. 4.48, а).

Сталь із вмістом вуглецю 0,8 % має структуру перліту і називається еевтектоїдною сталлю (рис. 4.48, б).

Сталі із вмістом вуглецю від 0,8 до 2,14% мають структуру перліт + цементит (вторинний) і називаються заевтектоїдними сталями (рис. 4.48, в).

Білі чавуни із вмістом вуглецю від 2,14 до 4,3 % мають структуру перліт + вторинний цементит + ледебурит і називаються доевтектичними чавунами (рис. 4.49, а).

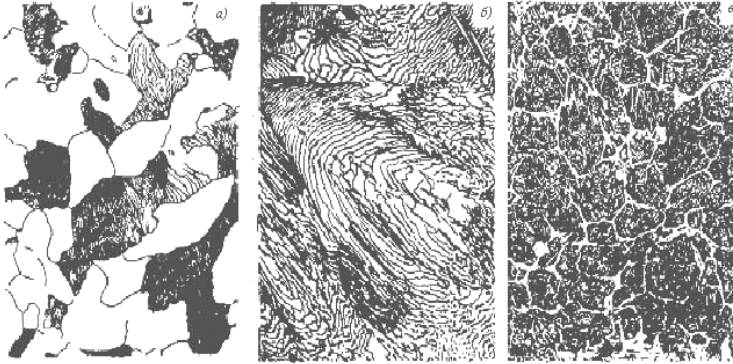


Рис. 4.48 – Мікроструктура сталі:

а) доєвтектоїдна сталь-ферит (світлі ділянки) і перліт (темні ділянки), X 500; б) евтектоїдна сталь-перліт, X 1000; в) заєвтектоїдна сталь-перліт і цементит (у виді сітки), X 200

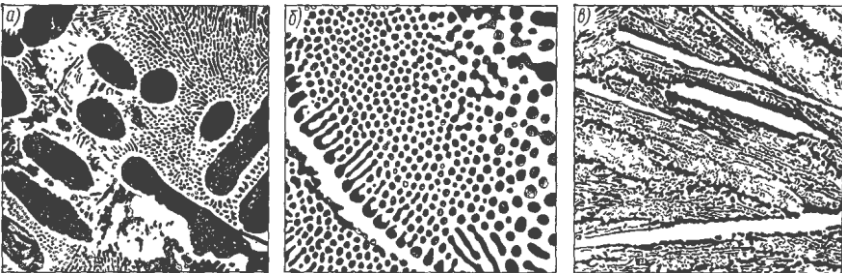


Рис. 4.49 – Мікроструктура білого чавуну:

а) доєвтектичний чавун-перліт (темні ділянки) і ледебурит (вторинний цементит у структурі не видний), X 500; б) евтектичний чавун-ледебурит (темні ділянки – перліт, світлі – цементит), X 1000; в) заєвтектичний чавун-цементит (світлі пластини) і ледебурит, X 500

Білий чавун із вмістом вуглецю 4,3 % має структуру ледебуриту і називається евтектичним чавуном (рис. 4.49, б).

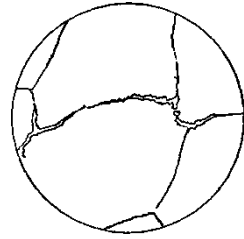
Білі чавуни із вмістом вуглецю від 4,3 до 6,67 % мають структуру первинний цементит + ледебурит і називаються заєвтектичними чавунами (рис. 4.49, в).

Лінія РО (рис. 4.47) показує, що зі зниженням температури розчинність вуглецю у фериті зменшується від 0,02 % при 727 °С до 0,006% за кімнатної температури.

При охолодженні нижче температури 727 °С з фериту виділяється надлишковий вуглець у виді цементиту, що називається третинним.

У більшості сплавів заліза з вуглецем третинний цементит структурно не виявляється.

Однак у низьковуглецевих сталях в умовах повільного охолодження третинний цементит виділяється по границях зерен фериту (рис. 4.50), зменшуючи пластичні властивості сталі, особливо її здатність до холодного штампування.



**Рис. 4.50 –
Мікроструктура
низьковуглецевої
сталі (по границях
зерен фериту третинний цементит)**

Перетворення, що відбуваються при нагріванні й охолодженні сталей і білих чавунів

Перетворення у сталях. Сталь доевтектоїдна із вмістом 0,3 % вуглецю (рис. 4.51) при нагріванні до A_{c1} (727 °С) перетворюється, і сталь має структуру перліт + ферит.

При A_{c1} (727 °С) відбувається перетворення перліту в аустеніт і утворюється структура аустеніт + ферит. Від A_{c1} до A_{c3} ферит перетворюється в аустеніт.

При A_{c3} сталь має структуру аустеніту. Від A_{c3} до t_c^1 (температури солідуса) сталь знаходиться у твердому стані і має структуру аустеніту.

За температури солідуса починається плавлення аустеніту.

Від температури солідуса t_c^1 до температури ліквідусу t_l^1 наявні аустеніт + рідкий сплав. Вище t_l сталь знаходиться в рідкому стані.

При охолодженні до температури t_l^1 сталь знаходиться в рідкому стані. При t_l^1 починається кристалізація аустеніту. Від t_l^1 до t_c^1 відбувається кристалізація аустеніту, і сталь складається з аустеніту і рідкого сплаву.

Від t_{c1} до A_{r1} сталь має структуру аустеніту. Від A_{r3} до A_{r1} частина аустеніту перетворюється у ферит, і сталь має структуру: аустеніт + ферит.

При A_{r1} (727 °С) відбувається перетворення аустеніту в перліт. Нижче A_{r1} сталь до повного охолодження має структуру: перліт + ферит (див. рис. 4.48, а).

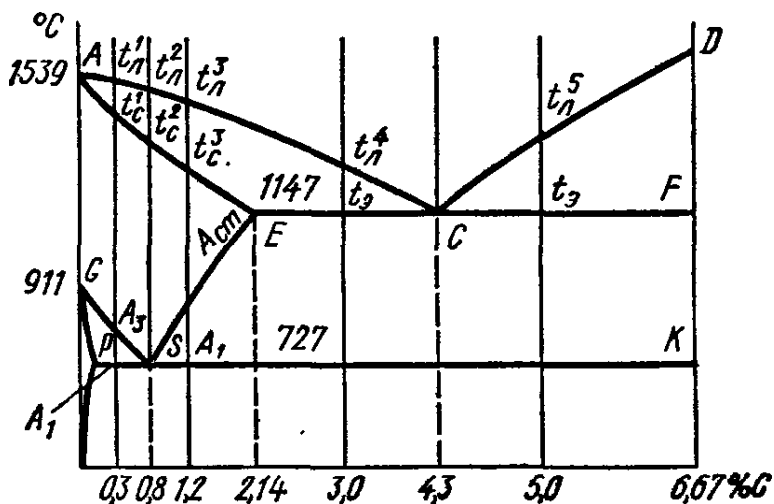


Рис. 4.51 – Діаграма стану Fe-Fe₃C (у спрощеному виді)

Сталь евтектоїдна із вмістом 0,8 % вуглецю (рис. 4.51). При нагріванні до A_{c1} (727 °C) і перетворені, сталь має перлітну структуру.

При A_{c1} відбувається перетворення перліту в аустеніт.

Вище A_{c1} до початку плавлення сталь має аустенітну структуру.

За температури солідуса (для цієї сталі t_c^2) починається плавлення аустеніту.

Від t_l^1 до t_l^2 (температура ліквідусу) відбувається плавлення, і сталь складається з аустеніту і рідкого сплаву.

Вище t_l^2 сталь знаходиться цілком у рідкому стані.

При охолодженні до t_l^2 сталь знаходиться в рідкому стані.

При t_l^2 починається кристалізація аустеніту. Від t_c^2 до t_l^2 відбувається кристалізація аустеніту і сталь складається з аустеніту і рідкого сплаву.

Від t_l^2 до A_{r1} (727 °C) сталь складається з аустеніту.

При A_{r1} відбувається перетворення аустеніту в перліт. Нижче A_{r1} сталь має структуру перліту (див. рис. 4.48, б).

Сталь заевтектоїдна із вмістом 1,2 % вуглецю (рис. 4.51).

При нагріванні до AS_1 (727 °C) і перетворені сталь має структуру: перліт + цементит вторинний.

При AS_1 відбувається перетворення перліту в аустеніт. Від AS_1 до A_{ct} (критична крапка, що лежить на лінії SE) відбувається розчинення вторинного цементиту в аустеніті.

При $A_{ст}$ сталь має аустенітну структуру. Від $A_{ст}$ до температури солідуса i , що лежить на лінії АЕ, сталь знаходиться в аустенітному стані.

При i починається плавлення аустеніту. В інтервалі від t_c^3 до t_l^3 сталь складається з аустеніту і рідкого сплаву.

Вище t_l^3 сталь цілком знаходиться в рідкому стані.

При охолодженні до t_l^3 сталь знаходиться в рідкому стані.

При t_l^3 (температура ліквідусу) починається кристалізація аустеніту.

Від t_l^3 до t_c^3 відбувається кристалізація аустеніту, і сталь складається з рідкого сплаву й аустеніту.

При t_c^3 (температура солідуса) сталь цілком твердіє, і структура її представляє аустеніт.

Від t_c^3 до лінії SE (температура $A_{ст}$) структура сталі не змінюється.

При $A_{ст}$ починається виділення вторинного цементиту. Від $A_{ст}$ до $A_{Г1}$ (727°C) відбувається виділення вторинного цементиту, і структура сталі складається з аустеніту і вторинного цементиту.

При $A_{Г1}$ (727°C) аустеніт перетворюється в перліт. Нижче $A_{Г1}$ сталь має структуру: перліт + цементит вторинний (рис. 4.48, в).

Перетворення в білих чавунах. Доевтектичний білий чавун із вмістом 3,0 % вуглецю (рис. 4.51).

При нагріванні до $A_{с1}$ перетворень немає і чавун має структуру: ледебурит + перліт + вторинний цементит. При цьому евтектика складається з цементиту і перліту.

При $A_{с1}$ відбувається перетворення перліту в аустеніт. Це перетворення перетерплює як вільний перліт, так і перліт, що входить у евтектику. Вище $A_{с1}$ чавун складається з аустеніту, вторинного цементиту і ледебуриту.

При цьому евтектика складається з цементиту й аустеніту. Від $A_{с1}$ до t_e (1147°C) відбувається розчинення вторинного цементиту в аустеніті й аустеніт насичується вуглецем до 2,14 %.

При t_e плавиться ледебурит. Вище t_e , чавун складається з аустеніту і рідкого сплаву. Від t_e до t_l^4 плавиться аустеніт. Вище t_e чавун знаходиться цілком у рідкому стані.

При охолодженні до t_l^4 чавун знаходиться в рідкому стані. При t_l^4 починається кристалізація аустеніту. Від t_l^4 до t_e , (1147°C) відбувається кристалізація аустеніту, і при 1 чавун складається з аустеніту із вмістом 2,14% вуглецю і рідкого сплаву евтектичної сполуки (4,3% вуглецю).

При t_e відбувається евтектична кристалізація й утворюється ледебурит, що складається з цементиту й аустеніту із вмістом вуглецю 2,14%.

Від t_e (1147 °C) до A_{r1} (727 °C) з аустеніту, як вільного, так і вхідного в ледебурит, виділяється вторинний цементит і вміст вуглецю знижується до 0,8%. Отже, у цьому інтервалі температур чавун складається з ледебуриту, аустеніту і вторинного цементиту.

При A_{r1} (727 °C) відбувається перетворення аустеніту в перліт. Нижче A_{r1} чавун складається з ледебуриту, перліту і вторинного цементиту (рис. 4.49, а). Евтектичний білий чавун із вмістом вуглецю 4,3 % C (рис. 4.51).

При нагріванні до AC_1 і перетворенні чавун має структуру ледебуриту, що складається з цементиту, перліту і вторинного цементиту.

При AC_1 відбувається перетворення перліту в аустеніт. Вище AC_1 чавун має структуру: ледебурит, що складається з цементиту, аустеніту і вторинного цементиту.

Від AC_1 до t_e , відбувається розчинення вторинного цементиту, й аустеніт насичується вуглецем до 2,14 %. Вище t_e , чавун знаходиться цілком у рідкому стані.

При охолодженні до t_e , (1147 °C) чавун знаходиться в рідкому стані. При t_e (1147 °C) чавун цілком твердіє і утворюється структура ледебурит, що складається з аустеніту, що містить 2,14 % вуглецю і цементиту.

Від t_e , до A_{r1} з аустеніту виділяється вторинний цементит, і вміст вуглецю в аустеніті знижується до 0,8 %.

При A_{r1} аустеніт перетворюється в перліт. Нижче A_{r1} чавун має структуру – ледебурит, що складається з цементиту, перліту і вторинного цементиту (рис. 4.49, б).

Білий заевтектичний чавун із вмістом 5,0 % вуглецю (рис. 4.51). При нагріванні до AC_1 і перетворень чавун має структуру ледебурит + первинний цементит.

При AC_1 (727 °C) перліт, що знаходиться в евтектиці, перетворюється в аустеніт. Вище AC_1 чавун має структуру – ледебурит і первинний цементит, але евтектика складається з цементиту й аустеніту.

Від AC_1 до t_e , (1147 °C) відбувається насичення аустеніту вуглецем унаслідок розчинення вторинного цементиту, і при 1147° C в аустеніті міститься 2,14% вуглецю.

При t_e , плавиться евтектика. Вище t_e чавун складається з рідкого сплаву і первинного цементиту. Від t_e до $t_{п}^5$ відбувається

плавлення первинного цементиту. Вище $t_{л}^5$ чавун цілком знаходиться в рідкому стані.

При охолодженні до $t_{л}^5$ чавун знаходиться в рідкому стані. При $t_{л}^5$ починається кристалізація первинного цементиту. Від $t_{л}^5$ до t_e (1147 °С) відбувається кристалізація первинного цементиту і чавун складається з рідкого сплаву і первинного цементиту.

При t_e чавун складається з первинного цементиту і рідкого сплаву евтектичної сполуки, тобто вміщуючого 4,3 % вуглецю, що, кристалізуючись за цієї температури, утворює ледебурит, що складається з цементиту й аустеніту із вмістом 2,14 % вуглецю.

Нижче t_e перетворень зазнає тільки ледебурит, а первинний цементит не змінюється. Перетворення в ледебуриті таке, як описано вище при розгляді доевтектичного і евтектичного чавуну, тобто від t_e до A_{r1} у середині ледебуриту виділяється вторинний цементит, і чавун складається з ледебуриту і первинного цементиту.

При A_{r1} в середині евтектики аустеніт перетворюється в перліт.

Нижче A_{r1} чавун складається з ледебуриту і первинного цементиту (рис. 4.49, в).

Діаграма стану залізо – графіт

Діаграма стану залізо – графіт характеризує процеси кристалізації залізобуглецевих сплавів, у результаті яких вуглець виділяється у вільному стані у вигляді графіту.

У даній системі твердими фазами є аустеніт, ферит і графіт. Характеристики аустеніту і фериту описані при розгляді системи Fe – Fe₃C. Отже, особливістю розглянутої системи є утворення графіту.

Графіт – неметалічна фаза, кристалізується у формі скривлених пелюстків (рис. 4.52, а). При розгляді під мікроскопом натрушеного шліфа графіт виявляється у виді темних включень пластинчастої форми (рис. 4.52, б).

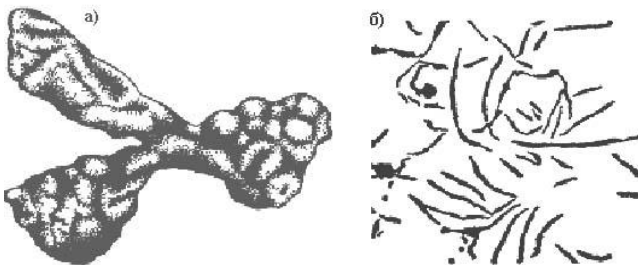


Рис 4.52 – Графітові включення в сірому чавуні:
а) зовнішній вигляд; б) мікроструктура (шліф натрушений), X 100

Діаграма стану залізо – графіт приведена пунктиром на рис. 4.53. Як видно, горизонтальні лінії E'C'' і F'S'K' цієї діаграми знаходяться трохи вище, а похилі лінії C'' і S'E' трохи лівіше відповідних ліній діаграми залізо – цементит. Розглянемо діаграму стану залізо – графіт. Лінія AC'' – це лінія ліквідусу.

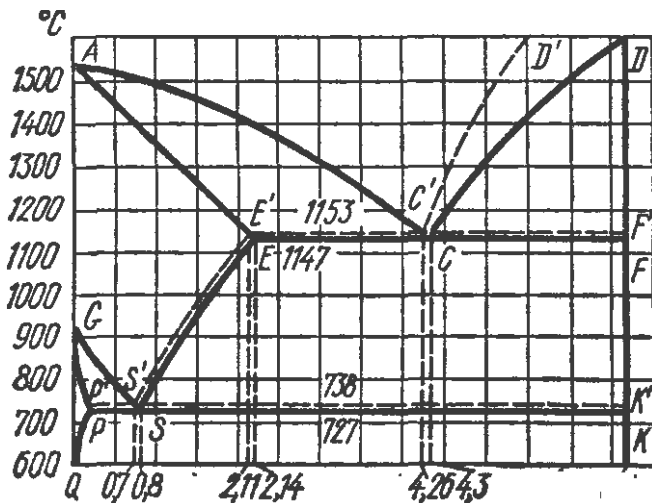


Рис. 4.53 – Діаграма стану залізо – вуглець (у спрощеному виді): суцільні лінії – цементитна система; пунктирні – графітна

По області ліквідусу AC' виділяється аустеніт, по області ліквідусу C'' виділяється графіт (первинний).

На лінії солідуса E'C'' (1153 °C) утворюється евтектика, що складається з графіту й аустеніту, що називають **графітною евтектикою**.

Лінія S'E' – це лінія розчинності вуглецю в аустеніті в графітній системі, що показує, що зі зниженням температури розчинність зменшується.

Отже, за зниження температури в цій системі з аустеніту виділяється графіт, що називається вторинним.

На лінії P'S'K' (738 °C) аустеніт із вмістом 0,7 % вуглецю (крапка S') розпадається з утворенням евтектоїду, що складається з фериту і графіту.

Цей евтектоїд називають графітним.

Отже, після повного охолодження структура цієї системи складається з фериту і графіту – евтектичного, вторинного і евтектоїдного.

Такий чавун називають **сірим феритним чавуном**.

Однак розрізнити в мікроструктурі всі перераховані структурні складові в більшості випадків неможливо.

Це пояснюється тим, що в процесі первинної кристалізації утворюється велика кількість графітових включень.

Графіт, що виникає при розпаді аустеніту, не утворить самостійних виділень, а нашаровується на наявні графітні включення, збільшуючи їх розміри.

Температура кипіння різних холодоносіїв може знаходитися в межах -196 (азот) – 30 °С (фреон-12). Наприклад, температура кипіння кисню -183 °С, азоту -196 °С.

Найчастіше в таких установках, як холодоносії, застосовують рідкий азот. Він дозволяє підтримувати температуру до -150 °С, достатню для охолодження будь-яких марок сталей.

Рідкий азот доставляється з заводу і зберігається в спеціальних судинах. Конструкція судин залежить від їхньої ємності. В невеликих кількостях (від 5 до 100 л) рідкий азот доставляють і зберігають у судинах з вакуумною ізоляцією (судина Дюара).

Це судина кулястої форми з подвійними мідними стінками. З простору між стінками викачане повітря, і воно заповнено активованим вугіллям або силікагелем, що адсорбують залишки газу, чим поліпшують теплоізоляцію.

Горловина судини закривається пробкою з отворами, призначеними для виходу пар холодоносія (щоб уникнути вибуху). Вся судина поміщена в металевий кожух. Простір між стінками кожуха і судини заповнений ізоляцією.

Рідке повітря і рідкий кисень вибухонебезпечні, а застосування рідкого фреону в подібних установках не економічне.

4.4 Хіміко-термічна обробка сталі

Загальні положення

Хіміко-термічною обробкою називають процес, що представляє собою сполучення термічного і хімічного впливу, з метою зміни сполуки, структури і властивостей поверхневого шару сталі, а отже і всієї деталі в цілому.

Хіміко-термічна обробка заснована на дифузії, тобто проникненні в сталь атомів різних елементів. Вона може відбуватися тільки в тому випадку, якщо елемент, що дифундує, утворює з основним металом твердий розчин чи хімічна сполука.

За хіміко-термічної обробки протікають наступні процеси: розпад молекул у зовнішній середовищі й утворення атомів елемента, що дифундує, (дисоціація), поглинання атомів поверхнею (адсорбція), проникнення атомів усередину (дифузія).

Дифузійне насичення поверхні деталей проводиться різними елементами: вуглецем, азотом, хромом, алюмінієм, кремнієм та інш. Залежно від того, яким елементом проводиться насичення, підвищується твердість і зносостійкість поверхні чи підвищується жаростійкість, корозійна стійкість та інші властивості.

При проведенні будь-якої хіміко-термічної обробки деталі нагрівають у середовищі, що містить той елемент, яким проводиться насичення. Витримка при нагріванні повинна бути достатньою для того, щоб атоми елемента, що насичує, проникли в сталь (у деталь) на потрібну глибину.

Залежно від того, яким елементом проводиться насичення, деталі можуть бути готові до використання чи повинні піддаватися термічній обробці. Якщо насичення проводиться вуглецем, то такий процес називають цементацією, якщо азотом – **азотуванням**, хромом – **хромуванням**, кремнієм – **силіціюванням** і т.д.

Цементація сталі

Цементація – процес хіміко-термічної обробки, що представляє собою дифузійне насичення поверхневого шару сталі вуглецем при нагріванні у відповідному середовищі.

Мета цементації – одержати високу поверхневу твердість і зносостійкість при грузлій серцевині, що досягається збагаченням поверхневого шару сталі вуглецем у межах 0,8–1,0% і наступною термічною обробкою.

Цементації піддають деталі, виготовлені з конструкційних вуглецевих і легованих сталей з низьким вмістом вуглецю (звичайно до 0,25%). Цементація може проводитися у твердих і газоподібних вуглецевмісних середовищах, що називають **карбюризаторами**.

Цементація у твердому карбюризаторі. Найбільш старим способом є цементація у твердому середовищі (у твердому карбюризаторі).

При цьому способі цементації карбюризатором служить суміш деревного вугілля і вуглекислих солей (вуглекислого барію – BaCO_3 , вуглекислого натрію (соди)- Na_2CO_3 і ін.). Вуглекислі солі додають до деревного вугілля в кількості 10-40%. У практиці цементації застосовують різні сполуки карбюризаторів.

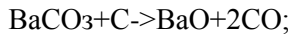
Для цементації у твердому карбюризаторі деталі поміщають у цементацийний (сталевий) шухляді і засипають карбюризатором. Упакування деталей у шухляду з карбюризатором повинно проводитися таким чином, щоб деталі з усіх боків були оточені карбюризатором і не стикалися один з одним, зі стінками і дном шухляди.

Шухляду закривають кришкою, замазують вогнетривкою глиною, поміщають у піч і нагрівають до температури 900–950 °С. При нагріванні протікають наступні процеси.

Вуглець вугілля з'єднується з киснем повітря, що знаходиться в шухляді, і утворюється окис вуглецю CO_2 . Цей процес можна представити наступною реакцією $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

Окис вуглецю розкладається на двоокис вуглецю CO_2 і атомарний вуглець $2\text{CO}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{C}$ (атомарний).

Атомарний вуглець проникає (дифундує) в аустеніт. Вуглекислі солі додають до вугілля для прискорення процесу цементації, тому що вони є додатковим джерелом утворення окису вуглецю і відповідно атомарного вуглецю, наприклад



На процес цементації впливають температура і час витримки за цієї температури. З підвищенням температури і збільшенням часу витримки збільшується товщина цементованого прошарку. Тривалість витримки при цементації залежить від того, якої товщини шар потрібно одержати. Як правило, цементація деталей проводиться з одержанням шару товщиною 0,5–2 мм. Дуже часто, залежно від умов роботи, цементують не всю поверхню деталі, а тільки її певні ділянки. У таких випадках ті ділянки деталі, що не повинні піддаватися цементації, захищають від проникнення вуглецю покриттям їх тонким шаром міді (гальванічним способом), що дає найкращий захист від цементації, чи покривають їх спеціальними обмазками. Після закінчення цементації шухляди виймають з печі, прохолоджують на повітрі, а потім розпаковують і виймають деталі.

Газова цементація

Більш розповсюджена, в порівнянні з цементацією у твердому карбюризаторі, газова цементація, яка відома давно; уперше цей спосіб був запропонований і практично застосований Аносовим П.П. у тридцятих роках минулого століття.

За газової цементації насичення вуглецем поверхні сталі проводиться газовим карбюризатором. Деталі нагрівають у спеціальних герметично закритих печах, у яких безупинним потоком подають цементуючий газ, який містить вуглець.

Такими газами є природні (природні) гази, а також штучні гази. Для газової цементації використовують і рідкий карбюризатор (бензол, піробензол, гас, синтин і ін.), що подають безпосередньо в робочий простір печі.

За високої температури відбувається розкладання рідкого карбюризатора, у результаті чого утворюється цементуючий газ. Атомарний вуглець, необхідний для цементації, утворюється при розкладанні вуглеводнів і окису вуглецю, що містяться в цементуючих газах.

Основним вуглеводнем є метан CH_4 , розкладання якого при нагріванні відбувається за наступною реакцією $\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}$ (атомарний).

Так само, як і при цементації у твердому карбюризаторі, за газової цементації атомарний вуглець, що утворився, поглинається поверхнею сталі і проникає в глибину деталі. Як уже відзначалося, концентрація вуглецю в поверхневому шарі сталі звичайно складає 0,8–1,0%.

Задану концентрацію вуглецю в поверхневому шарі одержують шляхом автоматичного регулювання сполуки газу і застосування газу-розріджувача, наприклад ендотермічного газу (ендогазу), одержуваного з природного газу в спеціальному ендотермічному генераторі.

Ендогаз містить близько 20% C , 40% H_2 , 40% Mn і незначну кількість CH_4 , C_2 і H_2O . Маючи слабку науглерожуючу здатність, ендогаз застосовується тільки як захисна атмосфера проти окислювання й витрати вуглецю. Для підвищення активності газового середовища, що характеризується вуглецевим потенціалом атмосфери, до ендогазу додають природний газ.

У промисловості широко застосовують східчастий режим газової цементації. Спочатку цементацію проводять сумішню ендотермічного газу з 5–12% природного газу; при цьому відбувається інтенсивне науглерожування з перенасиченням цементованого прошарку вуглецем (вуглецевий потенціал атмосфери 1,1–1,3%).

Потім деталі витримують у печі тільки в ендогазі, вуглецевий потенціал якого забезпечує одержання 0,8–1,0% C на поверхні деталей. У порівнянні з цементацією у твердому карбюризаторі, газова цементація має ряд наступних переваг.

1. У зв'язку з відсутністю мало теплопровідного карбюризатора деталі нагріваються значно швидше і необхідний час витримки при цементації скорочується.

2. Зручно і легко регулювати кількість і сполуку газу, що подається в піч.

3. Можливість повної механізації й автоматизації процесу. Для газової цементації застосовують печі безупинної дії (муфельні і безмуфельні), стаціонарні печі (камерні, шахтні) і спеціальні агрегати.

Мікроструктура цементованого шару

У цементованій деталі вміст вуглецю зменшується від поверхні до центра; відповідно до такої зміни хімічного складу розподіляються і структурні складові.

На рис. 4.54 показана мікроструктура цементованої низьковуглецевої сталі після повільного охолодження від температури цементації. Поверхнева зона (заевтектоїдна) має структуру перліт + цементит; потім впливає евтектоїдна зона зі структурою перліту і перехідна (доевтектоїдна) зона зі структурою перліт + ферит.

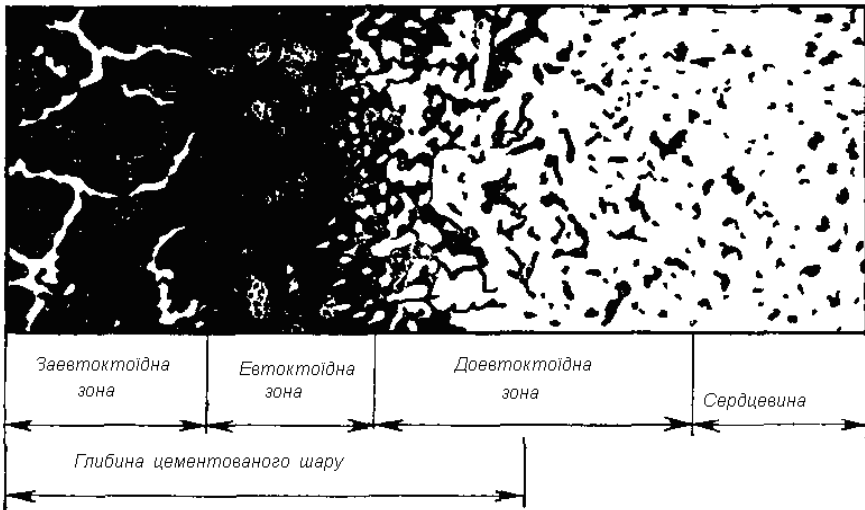


Рис. 4.54 – Мікроструктура цементованого шару (схема)

Чим ближче до серцевини, тим менше в перехідній зоні перліту і більше фериту. За товщину цементованого шару звичайно приймають суму заевтектоїдної, евтектоїдної і половину перехідної зони.

Термічна обробка деталей після цементації

Після цементування деталі обов'язково піддають термічній обробці, яка необхідна для одержання високої твердості поверхні, виправлення структури перегріву, що виникла в результаті тривалої витримки за високої температури, усунення карбідної сітки в цементованому шарі. Застосовують різні режими термічної обробки цементованих деталей.

Для одержання дрібнозернистої структури поверхневого шару і серцевини звичайно після цементації у твердому карбюризаторі застосовують подвійне загартування за наступним режимом: загартування чи нормалізація з температури $880-900^{\circ}\text{C}$ (вище крапки A_{c3} серцевини) – для здрібнювання структури серцевини й усунення цементитної сітки в поверхневому шарі; загартування з $760-780^{\circ}\text{C}$ (оптимальна для заевтектоїдної сталі) – для здрібнювання структури цементованого шару і додання йому високої твердості.

Після подвійного загартування досягаються високі механічні властивості, але в зв'язку з подвійним нагріванням збільшується короблення деталей і зменшення вуглецю, що ускладнює процес обробки.

Найбільш часто деталі після цементації піддають однократному загартуванню за температури $820-850^{\circ}\text{C}$ (вище крапки L_{c1} , але нижче крапки A_{c3} серцевини).

Таким загартуванням досягається здрібнювання зерна цементованого шару і часткова перекристалізація і здрібнювання зерна серцевини. Для деталей, що піддаються газовій цементації, широко застосовують безпосереднє загартування з цементаційної печі з попереднім підстужування до температури $840-860^{\circ}\text{C}$ (вище крапки A_{c3} серцевини).

Підстужування сприяє зменшенню короблення деталей і підвищенню поверхневої твердості, внаслідок зменшення кількості залишкового аустеніту. Зерно сталі при таких загартуванні не подрібнюється, тому воно застосовується тільки для деталей, виготовлених зі спадково дрібнозернистих сталей.

Після загартування деталі, які пройшли цементацію, у всіх випадках піддають низькому відпуску за температури $160-180^{\circ}\text{C}$ для зменшення гартівних напруг і підвищення опору тендітному руйнуванню.

Після термічної обробки структура поверхневого шару – мартенсит чи мартенсит з невеликою кількістю глобулярних включень вторинних карбідів; твердість HRC58–63. Структура серцевини деталей з вуглецевих сталей – ферит і перліт, а з легованих сталей – низь-

ковуглецевий мартенсит чи баніт (при загартуванні з температури вище крапки A_c серцевини) і низьковуглецевий мартенсит чи баніт і ферит (при загартуванні з температури нижче крапки A_{c3} серцевини). Наявність фериту звичайно знижує міцність серцевини. Твердість серцевини HRC 20-40 (залежно від сталі).

Азотування сталі

Азотування – процес хіміко-термічної обробки, що являє собою дифузійне насичення поверхневого шару сталі азотом. Азотування вперше було запропоновано російським ученим проф. Н.П. Чижевським (1913 р.). Азотування проводять при нагріванні деталей в атмосфері аміаку NH_3 за температури 500–700 °С. Метою азотування є одержання поверхні деталей високої твердості і зносостійкості чи стійкості проти корозії (антикорозійне азотування).

Для азотування деталі нагрівають у спеціальній герметично закритій печі, через яку пропускають аміак NH_3 . При нагріванні аміак розкладається за реакцією:



Атомарний азот N, що утворюється, поглинається поверхнею сталі і проникає в середину деталі. Якщо головною вимогою до прошарку, який підлягає азотуванню, є висока твердість і зносостійкість, то застосовують сталь, що містить алюміній.

Найбільш розповсюдженою маркою сталі є сталь 38ХМЮА. Ця сталь, крім заліза і вуглецю (0,35-0,42%), містить хром (1,35-1,65%), молібден (0,15-0,25 %), алюміній (0,7-1,1 %). При азотуванні такої сталі азот у поверхневому шарі утворює хімічні сполуки, що називають **нітридами** (нітриди: заліза F_2N , хрому CrN , молібдену MoN , алюмінію AlN). Нітриди додають поверхневому шару сталі дуже високої твердості (до НУ 1200).

Процес азотування триває дуже довго – до 90 год, що є його основним недоліком. Товщина азатованого шару виходить звичайно 0,3-0,6 мм.

Мікроструктура азотування спеціальної сталі приведена на рис. 4.55. На поверхні утворюється білий шар нітридів, що не протравлюється, а глибше – сорбітоподібна структура.

Твердість і товщина азатованого шару залежить від температури. Чим вище температура азотування, тим глибше шар, але менше твердість.

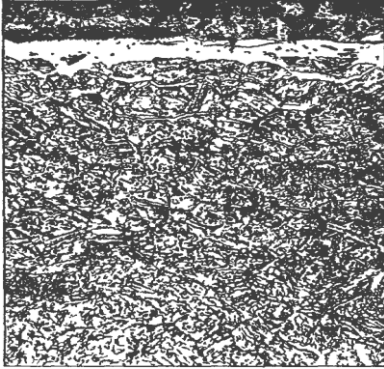


Рис. 4.55 – Мікроструктура азотованого шару легованої сталі, X 500

ратури 500-520 °С з витримкою до 90 год чи за двоступінчатим режимом – при 500-520° С (15-20 год) і при 550-570 °С (20-25 год). Антикорозійному (декоративному) азотуванню піддають будь-які сталі, у тому числі і прості вуглецеві, за температури 600-700 °С, з витримкою 0,5-1 год.

Крім азотування в атмосфері аміаку для підвищення поверхневої твердості, зносостійкості і границі витривалості деталей з конструкційних сталей, застосовують також азотування в рідкому середовищі. Процес проводять за температури 560-580 °С в ціаністих ваннах, що містять 40% KCN і 60% NaCN із продувкою киснем.

У сталь дифундує переважно азот, що утворюється з ціаністих солей. Час витримки 1-3 год, загальна товщина шару 0,15-0,5 мм, твердість шару на вуглецевих сталях HV300-350, на легованих HV600-1100. Перед азотуванням проводять повну механічну і термічну обробку деталей.

Ціанірування і нітроцементация сталі

Поверхнєве насичення сталі одночасно вуглецем і азотом у розплавленій ціаністій солі називають **ціаніруванням**, а в газовому середовищі – **нітроцементациєю**.

Метою планування (нітроцементациї) є одержання високої твердості і зносостійкості поверхні деталей зі збереженням пластичної серцевини. Ціаніруванню піддають деталі з конструкційних вуглецевих і легованих сталей із вмістом 0,2-0,4% С.

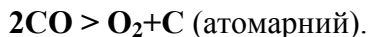
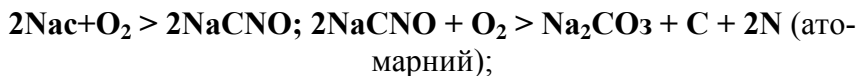
Ціанірування. При ціаніруванні деталі нагрівають у розплавлених солях, що містять ціаністий натрій NaCN, за температури 820-960

Якщо азотуванню піддається не вся поверхня деталі, а тільки деякі її частини, то місця, які не підлягають азотуванню, охороняються від проникнення в них азоту покриттям тонким (0,01–0,015 мм) шаром олова.

У загальний технологічний процес азотування входять наступні операції: попередня токарна обробка, поліпшення (загартування і високий відпуск), чистова обробка, азотування, остаточне шліфування.

Азотування проводять за одноступінчатим режимом за темпе-

°C. Для одержання невеликої товщини шару (0,15-0,35 мм) ціанірування проводять за температури 820-860 °C з витримкою 30–90 хв у ціаністих ваннах, що містять 20-25% NaC, 25-50% NaCl і 25-50% Na₂CO₃ (робоча сполука ванни). При нагріванні ванни з ціаністим натрієм у ній відбуваються наступні реакції:



Атомарний азот і вуглець, що утворились, дифундують у сталь. Ціанований шар містить 0,6-0,7% C і 0,8-1,2% N. Після ціанірування деталі гартують безпосередньо з ціаністої ванни і потім піддають низькому відпуску (180-200 °C).

Твердість ціанованого шару після термічної обробки HRC5862. Для одержання шару товщиною від 0,5 до 2,0 мм ціанірування ведуть за температури 930-960 °C з витримкою від 1,5 до 6 год у ціаністій ванні, що містить 8% NaC, 10% NaCl, 82% BaCl (робоча сполука ванни).

При нагріванні у ванні відбуваються наступні реакції: $2\text{NaC} + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{Ba}(\text{CN})_2$; $\text{Ba}(\text{CN})_2 \rightarrow \text{BaC}_2 + \text{N}$ (атомарний)-; $\text{BaC}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{BaO}_4 + \text{C} + 2\text{N}$ (атомарний).

Атомарний вуглець і азот, що утворилися, дифундують у сталь.

Ціанований шар містить 0,8–1,2% C і 0,2–0,3% N. За високої температури ціанірування (930–960 °C) відбувається ріст зерна аустеніту. Тому деталі після ціанірування безпосередньому загартуванню не піддають, а охолоджують на повітрі, а потім проводять загартування і низький відпуск. Недоліком ціанірування є сильна отруйність ціаністих солей. Тому ціаністі ванни встановлюють в окремому приміщенні, з вентиляцією біля кожної ванни. При роботі на ціаністих ваннах потрібна велика обережність і ретельне дотримання правил техніки безпеки.

Нітроцементация

При нітроцементации деталі нагрівають у газовій суміші, що складається з вуглецевого газу й аміаку.

Таким чином, при нітроцементации сполучають процеси газової цементации й азотування. Звичайно використовують ендогаз, до якого додають 4-13 % природного газу і 3-8 % аміаку.

Крім того, застосовують спеціальний рідкий карбюратор – триетаноламін (C_2H_5O)₃, що вводиться у виді крапель у робочий простір шахтної печі. Температура нітроцементації 850-870 °С, час витримки 2-10 год з одержанням шару товщиною 0,2-1 мм. Після нітроцементації деталі гартують і потім піддають низькому відпуску.

Твердість ціанованого шару після термічної обробки HRC60-62. Нітроцементація деталей має наступні переваги: у порівнянні з газовою цементацією, більш низька температура процесу (850-870 °С замість 900-950 °С), менша його тривалість, велика зносостійкість деталей, менше короблення деталей; у порівнянні з ціаніруванням, нешкідливість процесу, можливість регулювання насичення шару азотом і вуглецем шляхом зміни кількості подачі в піч аміаку і вуглецевого газу.

Процес нітроцементації, поряд з газовою цементацією, є основним методом хіміко-термічної обробки. Нітроцементація застосовується для обробки широкої номенклатури деталей і поступово цей процес витісняє не тільки ціанірування, але і газову цементацію.

Борірування

Боріруванням називають процес хіміко-термічної обробки, що являє собою дифузійне насичення поверхневого шару сталі бором при нагріванні у відповідному середовищі.

Метою борірування є одержання високої твердості, опору абразивному зносу, корозійній стійкості, теплостійкості і жаростійкості поверхні сталевих деталей. Зі способів борірування практично застосовуються рідинне, електролізне і газове.

При рідинному електролізному боріруванні в тигель з розпавленою бурою (температура 950 °С) поміщають графітовий стержень (анод) і оброблювану деталь (катод).

Бура розкладається й атомарний бор, що утворюється, дифундує в поверхню оброблюваної деталі. Газове борірування здійснюють у газовій суміші, що складається з диборана B_2H_6 і водню при температурі 850-900 °С.

Борірувані шари мають дуже високу твердість – до НУ2000, внаслідок утворення на поверхні боридів заліза.

Борірувана сталь теплостійка до температури 900 °С, а жаростійка – до 800 °С.

Недоліком боріруваних шарів є їх висока крихкість. Боріруванню можна піддавати будь-які сталі.

Дифузійне насичення металами

Дифузійне насичення металами, чи дифузійну металізацію, проводять з метою зміцнення чи додання особливих фізико-хімічних властивостей поверхневому шару деталі. Найбільш розповсюдженими способами є алітування, хромування, силіціювання.

Алітування

Алітуванням називають процес хіміко-термічної обробки – дифузійне насичення поверхневого шару сталі алюмінієм при нагріванні у відповідному середовищі.

Метою алітування є одержання високої жаростійкості поверхні сталевих деталей. Деталі після алітування стійкі при нагріванні до температури 900 °С. При алітуванні алюміній дифундує у сталь і утворює твердий розчин із залізом.

Поверхня алітованої сталі окислюється з утворенням щільної плівки окису алюмінію, що й охороняє від окислювання за високих температур основний метал. Алітування звичайно проводять у твердих і рідких середовищах.

При алітуванні у твердому середовищі деталі поміщають у сталеву шухляду із сумішшю, що складається з 49 % порошку алюмінію чи фероалюмінію, 49 % глинозему (окису алюмінію) і 2 % хлористого амонію MH_4Cl .

При нагріванні до температури 950-1050 °С у шухляді, у зв'язку з взаємодією алюмінію і хлористого амонію, утворюється хлористий алюміній $AlCl_3$, що розкладається з утворенням атомарного алюмінію, що і дифундує у сталь.

Після витримки при 950 °С протягом 3-12 роки товщина шару, насиченого алюмінієм, виходить рівною 0,3-0,5 мм. При рідинному алітуванні деталі нагрівають за температури 750-800 °С у ванні з розплавленим алюмінієм, що містить 6-8% Fe, що додається у ванну з метою запобігання деталей від розчинення в розплавленому алюмінії. Після витримки протягом 45–90 хв виходить шар товщиною 0,20-0,35 мм.

Хромування

Хромуванням називають процес хіміко-термічної обробки – дифузійне насичення поверхневого шару сталі хромом при нагріванні у відповідному середовищі.

Метою хромування є одержання високої твердості, зносостійкості, жаростійкості і корозійної стійкості поверхні сталевих деталей.

Хромування проводять у твердому, газовому і рідкому середовищах.

Сутність процесів, що відбуваються, аналогічна алітуванню. Різнитися полягає тільки в тому, що при хромуванні у твердому середовищі джерелом насичення хромом служить ферохром, що утворює хлорид хрому CrCl_2 .

Газове хромування проводять у ретортах в газовому середовищі при розкладанні пари хлориду хрому. Рідинне хромування проводять шляхом нагрівання деталей у ванні, що складається із солей BaCl_2 і NaCl , у яку додають 10-15% хлориду хрому.

Температура хромування 900-1100 °С, витримка 5-20 год. Одержувана товщина шару 0,1-0,3 мм. Твердість хромованого шару низьковуглецевої сталі – НУ200-250, а середньої високовуглецевої – НУ 1200-1300.

Силіціювання. Силіціюванням називають процес хіміко-термічної обробки – дифузійне насичення поверхневого шару сталі кремнієм при нагріванні у відповідному середовищі.

Метою силіціювання є одержання корозійної стійкості і жаростійкості поверхні сталевих деталей. Силіціювання проводять звичайно в газовому середовищі, у ретортах, при розкладанні пар хлориду кремнію SiCl_4 .

Газове силіціювання проводять за температури 950-1050 °С з витримкою 2-5 год з одержанням шару товщиною 0,6-1,4 мм.

Твердість силіційованого шару НУ200-300, жаростійкість до 800-850 °С. Силіційовані деталі стійкі в азотній і соляній кислотах.

4.5 Методи виявлення дефектів без руйнування деталей

Магнітний метод

Для контролю сталевих деталей, з метою виявлення дефектів без руйнування деталі, широко застосовується **магнітний метод** (магнітна дефектоскопія).

Цим методом виявляються дрібні тріщини, раковини й інші дефекти, розташовані на поверхні чи близько біля поверхні.

Сутність магнітного методу полягає в наступному. Деталь намагнічують у спеціальному приладі – магнітному дефектоскопі. За наявності в деталі дефекту виникаючий при намагнічуванні магнітний потік розсіюється в місці розташування дефекту і виходить на поверхню (рис. 4.5б).

Потім намагнічену деталь покривають магнітним порошком окису заліза (сухий метод) чи поливають рідиною (суспензією), що складається

ся з порошку окису заліза і гасу, чи деталь занурюють у суспензію (мокрый метод).

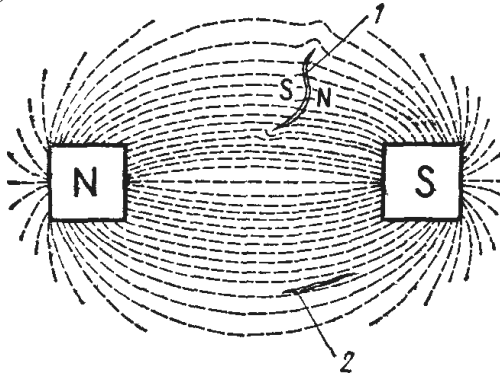


Рис. 4.56 – Утворення магнітних полюсів і розподіл магнітного поля у границь дефектів:

1 – дефект поперек магнітного поля; 2 – дефект уздовж магнітного поля

Порошок окису заліза притягається магнітним потоком, що вишов на поверхню, тобто в тих місцях, де наявний дефект; у результаті невидимий дефект стає добре помітним.

Рентгенівський метод

Рентгенівський метод виявлення дефектів називається **рентгенівською дефектоскопією**, базується на здатності рентгенівських променів проникати через будь-яке тіло й різною мірою поглинатися при проходженні через метал різної щільності.

Якщо на шляху рентгенівських променів помістити деталь з дефектом (тріщиною, раковиною і т.п.), то рентгенівські промені більшою мірою будуть поглинатися (послаблятися) основним металом і меншою мірою – при проходженні через дефект (рис. 4.57).

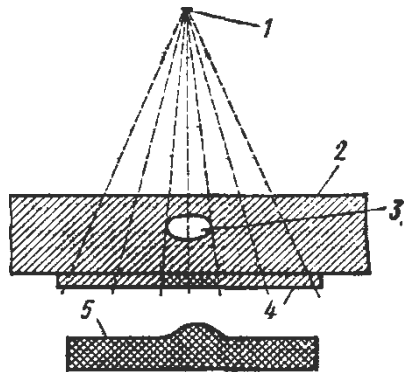


Рис. 4.57 – Загальна схема просвічування:

1 – джерело випромінювання; 2 – просвічуваний об'єкт; 3 – дефект; 4 – рентгенівська плівка; 5 – графіки інтенсивності випромінювання

У зв'язку з цим на розташованій за деталлю рентгенівській плівці виходять більш світлі і більш темні місця. Темні місця на плівці у виді крапок, ліній чи плям характеризують наявність у деталі дефектів.

Рентгенівська дефектоскопія має велике значення і застосовується в заводській практиці для контролю (виявлення дефектів) литих, кутих і штампованих деталей, а також зварених сполук без їх руйнування.

Люмінесцентний метод

Люмінесценцією називають холодне світіння речовини, що викликається різними причинами: її висвітленням, проходженням у ній електричного струму (у газах і парах), хімічними процесами.

Загальна схема люмінесцентного методу виявлення дефектів приведена на рис. 4.58.

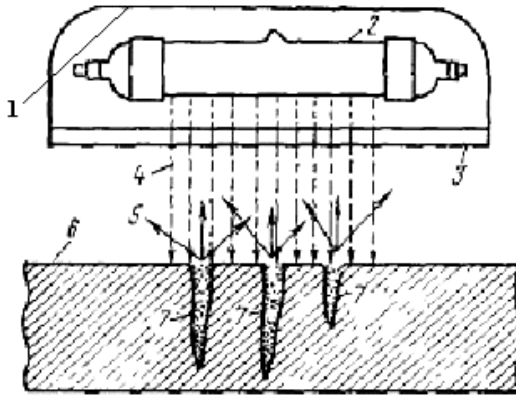


Рис. 4.58 – Схема люмінесцентного методу виявлення поверхневих дефектів:

1 – рефлектор; 2 – ртутно-кварцова лампа, що випромінює світло й ультрафіолетові промені; 3 – світлофільтр, що пропускає ультрафіолетові промені і поглинає світло; 4 – ультрафіолетові промені; 5 – потік люмінесценції від речовин, що знаходяться в порожнині дефектів; 6 – деталь; 7 – поверхневі дефекти

Якщо речовина світиться при висвітленні світлом і припиняє світитися після припинення висвітлення, то таке явище світіння називається **флюоресценцією**.

При цьому звичайно колір променів, що викликають світіння відрізняється від кольору променів, що випускає речовина. Напри-

клад, гас при висвітленні його сонячними променями випускає слабке блакитнувате світло.

На властивості деяких органічних сполук флюоресціювати, тобто світитися під дією ультрафіолетових променів, і базується люмінесцентний метод виявлення дефектів.

Цим методом контролю можна виявити тільки відкриті поверхневі дефекти, наприклад мікротріщини та інш. Практично контроль люмінесцентним методом виконують у такий спосіб.

Деталь, що підлягає контролю, ретельно очищають і занурюють у ванну, що містить флюоресціюючий розчин (суміш трансформаторної оливи, гасу Л, спеціального зелено-золота-вого порошку), і витримують у ньому 10–15 хвилин.

При зануренні у ванну розчин не тільки покриває поверхню, але і проникає в мікротріщини. Потім флюоресціюючий розчин змивають з поверхні деталі водою, поверхню сушать на повітрі, опромінюють ультрафіолетовим світлом і оглядають її.

За наявності поверхневих мікротріщин, флюоресціюючий розчин, що проник у них, під дією ультрафіолетових променів світиться зеленуватим світлом і тим самим дозволяє їх виявити.

Ультразвуковий метод

Дефект у виробі можна знайти за допомогою звуку. Наприклад, постукуючи молотком по бандажу вагонного колеса, за звуком визначають, є в ньому дефект чи немає.

Але за звуком, що чутний людиною, можна знайти тільки дефекти великих розмірів. Це пояснюється тим, що людське вухо уловлює звуки, створювані тілами, що коливаються з частотою від 16 до 20 000 коливань у секунду.

Якщо тіло коливається з частотою вище 20 000 у секунду, то звук від такого коливання людське вухо не уловлює. Такі нечутні звуки називаються **ультразвуками**. За допомогою ультразвуків можна знайти дуже дрібні дефекти деталі, розташовані дуже глибоко.

Це пояснюється тим, що частота ультразвуків дуже велика і дорівнює сотням тисяч чи навіть мільйонам коливань у секунду; чим більше частота, тим менше довжина звукової хвилі і тим менший дефект вона може знайти.

Відображенням звукових хвиль є луна. Але луна виникає тільки в тому випадку, якщо на шляху звукових хвиль зустрічається така велика перешкода, як ліс, гори і т.п.

В інших випадках, наприклад, у полі, луна не чується, тому що в даному випадку довжина звукових хвиль більша, ніж розмір перешкод, що зустрічаються на їхньому шляху, звукові хвилі їх огинають, не відбиваючись.

Ультразвуковий метод виявлення дефектів базується на відображенні звукових хвиль від дефекту, розташованого у середині металу. Ультразвуковий прилад для виявлення дефектів у деталях працює в такий спосіб (рис. 4.59).

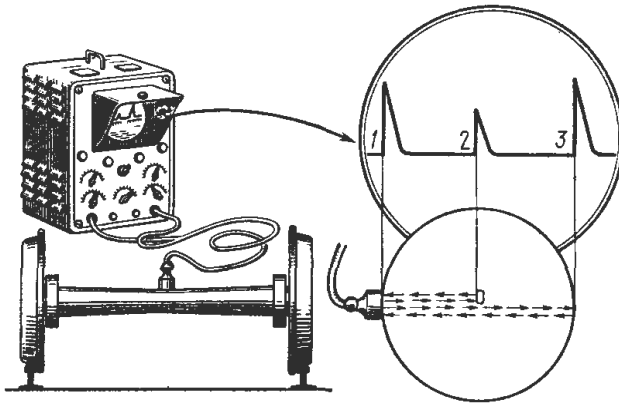


Рис. 4.59 – Схема роботи

Для одержання дуже високої частоти ультразвукових коливань (порядку декількох мільйонів коливань у секунду) використовується п'єзокварцова пластинка.

Якщо таку пластинку помістити між двома металевими пластинками і підключити до них перемінний струм високої частоти, то під дією перемінних електричних зарядів п'єзокварцова пластинка почне стискуватися і розширюватися в такт з електричними коливаннями.

У результаті коливань з високою частотою п'єзокварцевої пластинки в повітрі утворюються ультразвукові хвилі. Такий пучок ультразвукових хвиль, одержаних від п'єзокварцевої пластинки, направляється на поверхню досліджуваної деталі і через усю товщу металу проходить ультразвукова хвиля.

Якщо у середині деталі є дефект (тріщина, раковина і т.п.), то нормальне поширення ультразвукових хвиль порушується. Частина хвиль відбивається від дефекту, повертається до поверхні і з'являється ультразвукова луна. Інші хвилі йдуть далі і повертаються назад до поверхні після відображення від донної частини деталі.

Ультразвукова луна уловлюється тією ж п'єзокварцевою пластинкою і збуджує на металевих пластинках, між якими вона знаходиться, перемінні електричні заряди. Ці заряди можна підсилити і виміряти електричним вимірювальним приладом.

Таким чином, п'єзокварцева пластинка є основним елементом в ультразвуковому дефектоскопі. Для визначення глибини залягання дефекту в деталі ультразвук посиляється в деталь не постійно, а періодично з перервами.

За часом між послідовною ультразвуком в деталь і поверненням його назад (луна) і визначають глибину залягання дефектів деталі.

Для виміру цього часу використовують електронно-променеву трубку. У той момент, коли на поверхню деталі направляються ультразвукові хвилі, на екрані трубки з'являється викид 1 (рис. 4.59), при цьому електронний промінь рухається ліворуч-праворуч, прокреслюючи на екрані горизонтальну лінію.

Коли на поверхню деталі повертаються ультразвукові хвилі, відбиті від дефекту, на екрані з'являється викид 2, що розташовується праворуч викиду 1.

При поверненні ультразвукових хвиль, відбитих від донної частини деталі, із правої сторони екрана з'являється викид 3. Виміром відстані до викиду 2 визначають глибину залягання дефекту в деталі.

Мідні сплави

Товарна чиста мідь, згідно з держстандартом, може бути 10 марок (табл. 4.7). Марки міді М00, М0 і М1 утворюються звичайно тільки після електролітичного рафінування міді; інші марки можуть бути отримані і шляхом переплавляння відходів, а мідь М3 і М4 можна одержати тільки вогневим рафінуванням міді.

У технічній міді можуть бути наявними домішки Bi, Sb, As, Pb, Sn, Fe, Ni, S, O, що супроводжують її при одержанні з руд і при рафінуванні відходів, що потрапили в неї при переробці. Сумарно припустима кількість цих домішок приведена в табл. 4.7.

Більше 50% чистої міді споживає електротехнічна промисловість і енергетика для виготовлення провідників електричного струму. Тому велика кількість міді піддається прокатці і волочінню. Мідь має гарну пластичність як у холодному, так і в гарячому стані.

Але не всі перераховані домішки однаково впливають на пластичність та інші властивості міді. Найбільше ускладнюють гарячу прокатку міді вісмут і свинець, що не розчиняються в міді у твердому

стані і утворюють з нею легкоплавкі евтектики (вісмут з температурою плавлення 270 °С, а свинець з температурою плавлення 326 °С).

Таблиця 4.7 – Хімічний склад (%) різних марок міді

Марка міді	Зміст міді не менше	Зміст домішок, не більше										
		Вісмут	Сурма	Мин'як	Залізо	Нікель	Свинць	Олово	Сера	Кисень	Фосфор	Усього
00	9,9999	,0005	,001	,001	,001	,001	,001	,001	,002		,001	,01
M0	95	0,001	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002	0,004	,02	0,002	0,05
M06	99,97	0,001	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002	0,004	Немає	0,002	0,03
M1	99,90	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,05		0,1
M1p	99,90	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,01		0,1
M2	99,70	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01	0,05	0,01	0,07	,04	0,3
M2p	99,70	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01	0,05	0,01	0,01		0,4
M3	99,50	0,003	0,05	0,05	0,05	0,2	0,05	0,05	0,01	0,08		0,5
M3p	99,50	0,003	0,05	0,05	0,05	0,2	0,03	0,05	0,01	0,01	,04	0,5
M4	99,0	0,003	0,2	0,2	0,1		0,3		0,02	0,15		1,0
											0,04	

Тому їх вміст у вищих сортах міді лімітується тисячними частками відсотка. Негативно впливає на гарячу прокатку і кисень, але за великих концентрацій (0,1-0,2%). Інші домішки (олово, цинк, нікель, срібло) не погіршують пластичності міді й інших механічних властивостей, тому що, будучи в наявності в невеликих кількостях, вони входять у твердий розчин.

Найбільш розповсюдженими і відомими сплавами міді є латуні і бронзи. **Латунями** називають групу сплавів міді з цинком, що одержав найбільше розповсюдження.

Механічна міцність латуней вище, ніж міді, і вони добре обробляються різанням. Великою їх перевагою є знижена вартість, тому що цинк, який до них входить, значно дешевший за мідь.

Латуні широко застосовують у приладобудуванні і хімічному машинобудуванні. Діаграма стану системи Cu–Zn приведена на рис. 4.60, а. Діаграма стану показує, що за концентрацій до 39% цинку утворюється α -фаза, що є твердим розчином заміщення міді цинком, тому розчин має решітку, аналогічну решітці міді, тобто куб з центрованими гранями.

Вплив цинку на механічні властивості латуні показано на рис. 4.60, б. Найбільш широко застосовують латуні, що містять до

40% цинку. Ця межа добавок цинку тісно пов'язана з діаграмою стану мідь–цинк. Ці латуні пластичні, добре обробляються тиском у гарячому стані, корозійностійкі.

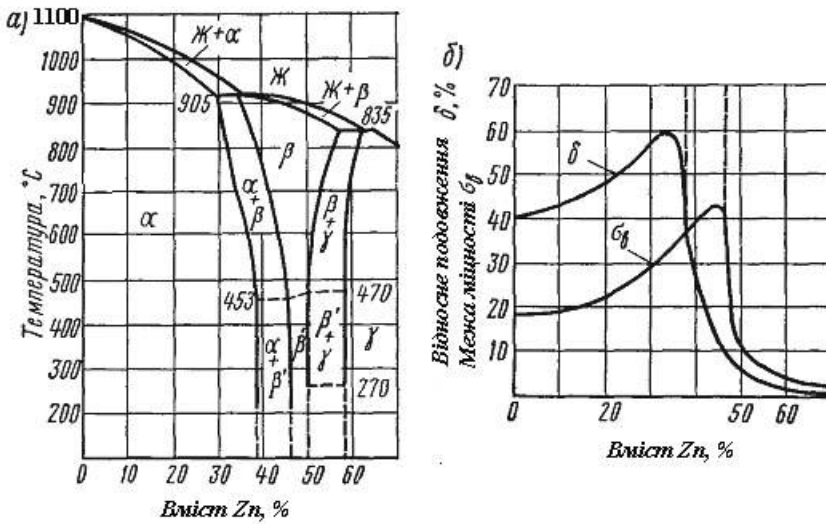


Рис. 4.60 – Діаграма стану мідь – цинк (а) і механічні властивості литої латуні залежно від вмісту цинку (б)

Внаслідок близького розташування ліній ліквідусу і солідусу в системі мідь - цинк латуні мають гарні ливарні властивості (велика рідинотекучість, відсутність ліквації, мала усадка й інш.).

Але при їх заливанні у форми необхідна гарна вентиляція цеху, тому що пари, що виділяються з рідких латуней, шкідливо впливають на організм людини.

Мідноцинкові латуні, відповідно до ДСТ 15527-70, випускають восьми марок: Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л63, Л60.

Їх марки позначають літерою Л, потім ставлять цифру, що вказує середній відсоток міді в цьому сплаві.

Латуні більш складної сполуки (табл. 4.8) у позначенні мають після букви Л іншу букву, а цифри, розміщені після цифри, що показують відсоток міді, вказують відсоток добавок у марці латуні.

Так, наприклад, ЛС-59-1 означає: латунь свинцювата, має від 57 до 60 % міді і від 0,8 до 1,5 % свинцю; ЛМЦА-57-3-1 – латунь марганцовистоалюмінієва, що містить 2,5-3,5% марганцю і 0,5-1,5% алюмінію.

Таблиця 4.8 – Призначення і хімічний склад (%) спеціальних латуней

Латуні, що обробляються тиском					
Латунь	Марка латуні	Cu	Інші легуючі елементи	Zn	Призначення та використання
Алюмінієва	ЛА77-2	76-79	1,75-2,5Al	Усе інше	Конденсаторні труби, манометричні труби, дрiт, листи. Полоси, прутки, дрiт, листи, труби, штамповка
Нікелева	ЛН65-5	64-67	5-6,5 Ni		
Марганцовиста	ЛМц58-2	57-60	1-2Mn		
Олов'яна	ЛО70-1	69-70	1-1,5Sn		
Кремниста	ЛК80-3	79-81	2,5-4Si		
Латуні, які відливаються					
Алюмінієво-залізо-марганцевиста	ЛАЖМц-66-6-3-2	64-68	6-7Al 2-4Fe 1.5-2.5Mn	Усе інше	Гайки, черв'ячні гвинти, підшипники, втулки
Кремнисто-свинцова	ЛКС80-3-3	79-81	2.5-4.5Si 2-4Pb		

Всі елементи, що додаються до латуні, позначають російськими буквами: О – олово, Ц – цинк, С – свинець, Ж – залізо, Мц – марганець, Н – нікель, К – кремній, А – алюміній і т.д. Добавки цих металів до латуней додають для підвищення їх механічних властивостей, для поліпшення їх оброблюваності, корозійної стійкості.

Так, добавки нікелю підвищують міцність і корозійну стійкість; добавки свинцю погіршують механічні властивості латуней, але поліпшують оброблюваність різанням. Мікроструктура латуні приведена на рис. 4.61.

Широко відомі сплави міді з оловом, що називаються **бронзою**. З бронзи ще у стародавні часи робили зброю й інструменти, судини і прикраси, тому що ці сплави більш міцні і корозійностійкі, ніж мідь.

Завдяки відмінним ливарним якостям, з цих сплавів у більш пізніший час стали відливати пушки, дзвони. Сучасні олов'яні бронзи рідко містять більше 10% олова.

Вони значно твердіші за мідь, але добре заповнюють форму при литті й обробляються різцями, а також відрізняються високою корозійною стійкістю.

Поряд із застосуванням бронз для монументальних пам'ятників, вони використовуються при виготовленні арматури газових і водопровідних ліній, в хімічному машинобудуванні.

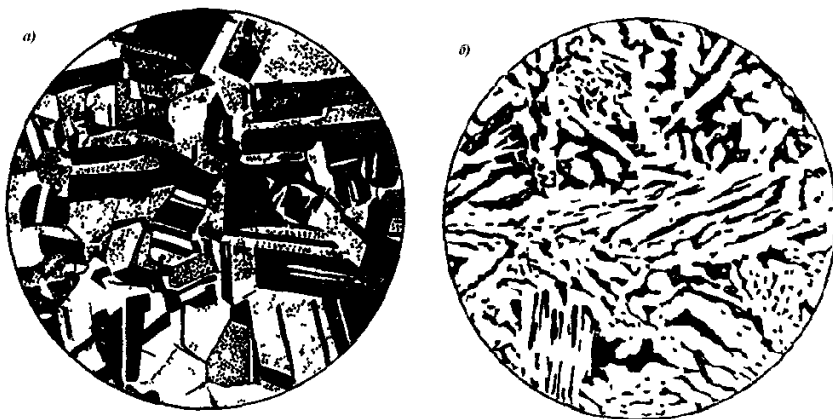


Рис 4.61 – Мікроструктура латуні:

а – відпаленої α латуні з характерними двійниками, б – литий $\alpha + \beta$ латуні: світлі крапки – α -кристали, темне поле – β -фаза

Малий коефіцієнт тертя і стійкість до зносу робить їх незамінними при виготовленні вкладишів підшипників, черв'яків і черв'ячних коліс, шестерень та інших деталей відповідальних і точних приладів.

Бронзи маркують російськими буквами Бр; праворуч ставлять елементи, що входять у бронзу: О – олово, А – алюміній, Ф – фосфор, Т – титан та інші, що позначаються так само, як і в латунях, але цифри, що стоять за буквами, позначають середній вміст добавок цих додаткових елементів у бронзі (цифри, що позначають відсотковий вміст міді в бронзах, не ставлять).

Так, наприклад, БрОЦ4-3 означає, що в бронзі в середньому 4% олова, 3% цинку, інше – мідь.

Частина діаграми стану Cu – Sn, необхідна для зниження структур олов'янистих бронз, приведена на рис. 4.62, а.

З діаграм видно, що сплави, що містять невелику кількість олова, утворюють α -фазу – твердий розчин заміщення міді оловом, що має кристалічну решітку куба з центрованими гранями, тобто решітку, аналогічну чистій міді.

Більшість сучасних бронз рідко містять більше 7 % олова і звичайно мають однофазну структуру, що складається з α -кристалів. Вплив олова на механічні властивості показано на рис. 4.63, б, а сполука деяких стандартних бронз приведена в табл. 4.9. Мікроструктура олов'яної бронзи приведена на рис. 4.63.

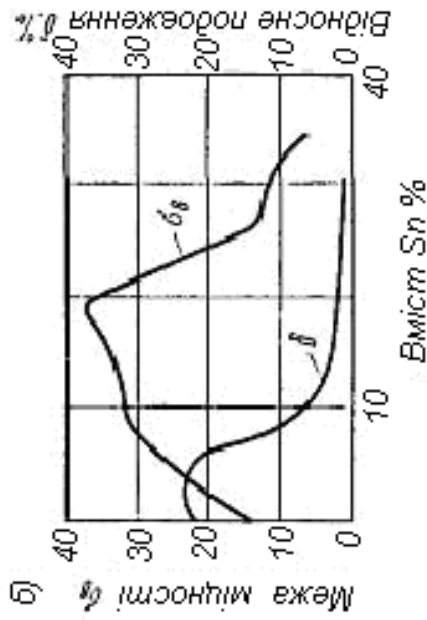
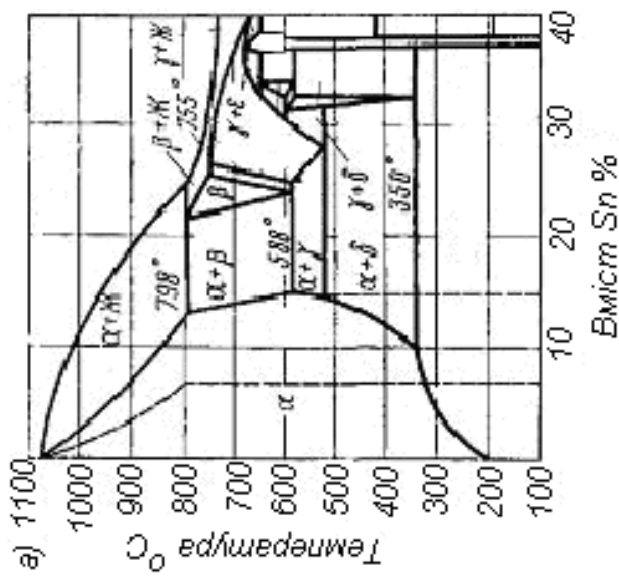


Рис. 4.62 – Частина діаграми стану мідь – олово (а) і механічні властивості литої бронзи залежно від вмісту олова (б)

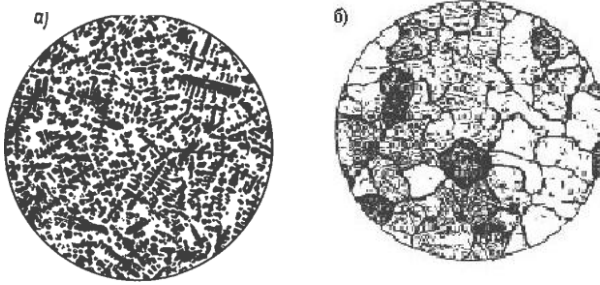


Рис. 4.63 – Мікроструктура олов'яної бронзи з 5% олова:
 а) лита (дендритна будова); б) відпалена (зерниста будівля)

Олово дорожче і дефіцитніше за мідь. Тому широке застосування знайшли замітники олов'янистих бронз, іменовані безолов'янистими бронзами. До них слід віднести в першу чергу алюмінієві бронзи БрАЖ5 і більш складні–алюмінієвозалізомарганцовисті БрАЖМЦЮ-3-1,5 і деякі інші, приведені в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Марки, хімічний склад і призначення бронз

Марка бронзи	Олово	Інші легуючі елементи	Мідь	Призначення
	Алюміній			
Олов'яні бронзи, що обробляються тиском				
БрОФ6,5-0,15	6-7	0,1-0,25P	Усе інше	Ленти, полоси, прутки, дріт для пружин, деталі підшипників, обладнання хімічної промисловості.
БрОЦ4-3	3,5-4	2,7-3,3Zn		
Олов'яні бронзи, які відливаються				
БрОЦС5-5-5	4-6	4-6Zn	Усе інше	Антифрикційні деталі. Обладнання, що працює у морській та прісній воді та інших слабкочорозійних середовищах.
БрОЦСН3-7-5-1	2,5-4	4-6Pb 6-9.5Zn 3-6Pb 0.5-2Ni		
Алюмінієві бронзи				
БрА5	4-6	-	Усе інше	Ленти, полоси, фасонний відлив.
БрАМц9-2	8-10	1.5-2.5Mn		
БрАЖС7-1-5-1,5	6-8	1-1.5Fe 1-1.5Pb		

Сплави міді з невеликими добавками алюмінію (до 10%) характеризуються гарною рідинотекучістю, малою ліквациєю, добре деформуються в гарячому і холодному стані, оскільки ці сплави утворюють однофазний твердий розчин алюмінію в міді. Добавки нікелю, заліза, марганцю і свинцю поліпшують механічні і деякі технологічні властивості алюмінієвих бронз.

Високими механічними властивостями, пластичністю і корозійною стійкістю відрізняються кременисті бронзи; наприклад, БрКн-1-3, що містить 0,6-1,1% кремнію, 2,4-3,4% нікелю і 0,1-0,4% марганцю.

Дуже великою міцністю і пружністю виділяються берилієві бронзи БрБ2, до складу яких входять 1,8-2,1% берилію і 0,2-0,5% нікелю (інше мідь) і деякі інші. З них виготовляють пружини, контакти відповідальних приладів і багато чого іншого.

Останнім часом одержали популярність сплави міді і нікелю - мельхіор (80% Cu і 20% Ni, іноді частина міді в цих сплавах буває замінена цинком), що широко застосовуються для виготовлення прикрас, столових і чайних приладів, а також використовуються для виготовлення монет – так званий монель-метал (68% Ni, 28% Cu і невеликі добавки марганцю і заліза).

Висока корозійна стійкість цього сплаву, гарні механічні властивості і легка оброблюваність уможливили його використання не тільки для виготовлення розмінної монети, але й як матеріал для хірургічних інструментів, деталей у точному машинобудуванні й у тонкій хімічній технології.

Алюміній і його сплави.

Загальні відомості про алюміній

Алюміній – другий (після заліза) метал сучасної техніки. Його світове виробництво в найближчі роки досягне 15 млн. тонн у рік. Найбільш важливою властивістю алюмінію, що визначає його широке застосування в техніці, є його невелика щільність, що дорівнює $2,7 \text{ г/см}^3$, тобто алюміній майже у три рази легше заліза.

Другою дуже важливою властивістю алюмінію є його відносно висока електропровідність, що дорівнює $34 \cdot 10^4 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ і складає 57 % електропровідності міді. Температура плавлення алюмінію $660 \text{ }^\circ\text{C}$, температура кипіння близько $2500 \text{ }^\circ\text{C}$.

Крім того, із властивостей алюмінію слід зазначити його добру теплопровідність і теплоємність. Алюміній хімічно стійкий проти органічних кислот і добре опирається впливу азотної кислоти. Він дуже швидко окислюється на повітрі, покриваючись тонкою плівкою окису, що, на відміну від окису заліза, не пропускає кисень у товщу металу.

Отже, алюміній, незважаючи на швидке окислювання, за нормальних умов корозійностійкий. Його кристалічна решітка – куб з центрованими гранями з параметром $a = 0,404 \text{ Нм}$ ($4,04 \text{ \AA}$).

Механічні властивості алюмінію порівняно невисокі. Опір на розрив знаходиться в межах від 90 до 180 Мпа (від 9 до 18 кгс/мм²) НВ20-40; він має високу пластичність, що дає можливість прокочувати його в дуже тонкі листи.

Необхідно відзначити, однак, труднощі обробки чистого алюмінію різанням, а також відносно високу лінійну усадку – 1,8%. Для усунення цих негативних властивостей алюмінію (малої механічної міцності, великої усадки і труднощів обробки різанням) в алюміній вводять різні добавки.

Так, виникає велика кількість різних сплавів алюмінію, у яких усунуті цілком чи частково ці недоліки. Нині у техніці відомо декілька сотень різних алюмінієвих сплавів. Алюміній і його сплави широко застосовуються в машинобудуванні для виготовлення різних транспортних апаратів.

У техніці дуже важливо, щоб власна вага транспортної машини була мінімальна, що дає можливість за тої ж потужності двигуна підвищити вантажопідйомність апарата. Використання алюмінію в авіації всім добре відоме.

За кордоном алюміній широко застосовується для виготовлення багатьох деталей залізничних вагонів, автомобілів і підйомних кранів різних конструкцій. Друга область його застосування – електротехніка.

Це обумовлено тим, що алюміній менш дефіцитний і зустрічається у природі більш широко, ніж мідь; електропровідність алюмінію менше міді, хоча провід з алюмінію такої ж електропровідності, як аналогічний мідний провід, виходить товщій, але зате легший.

Алюміній широко застосовується в металургії, де використовується його велика спорідненість до кисню для одержання в чистому виді дорогих і рідких металів (наприклад, хрома, ванадію й ін.), низькі сорти алюмінію використовуються для розкислення сталі.

Алюміній використовується при виробництві органічних кислот, де часто застосовуються алюмінієві судини й арматура. Через те, що сполуки алюмінію нешкідливі для людини, він широко застосовується в харчовій промисловості – для обгортки цукерок, сиру й інших продуктів, а також для апаратури молочних, пивоварних і багатьох інших підприємств харчової промисловості.

Вільний алюміній був отриманий порівняно недавно, тому його вважають молодим металом. Вперше він був виділений датським фізиком Ерстедом (рис. 4.72).

Загальну схему одержання алюмінію створено в 1825 р., але вчений одержав дуже невелику кількість металу. Тільки через 20 років, у 1845 р., німецький хімік Веллер одержав таку кількість алюмінію (обчислювану грамами), що зумів визначити його основні властивості.

Ці властивості виявилися настільки цікавими і важливими, що з цього часу в ряді країн вчені зайнялися розробкою таких способів одержання цього металу, що давали б можливість одержувати його дешевше і більше. У Росії над одержанням алюмінію працював хімік Н.Н.Бекетов.

У 1865 р. він захистив докторську дисертацію, що називалася «Витиснення одних елементів іншими», складовою частиною якої був спосіб одержання алюмінію. Царський уряд не зацікавився цим винаходом, але розроблений Н.Н. Бекетовим спосіб був застосований на першому німецькому алюмінієвому заводі в Гмелінгіні і використовувався там близько 10 років.

На початку ХХ ст. російські вчені А.Н. Кузнецов, Е.І. Жуковський, П.П. Федотьев та інші вивчали способи одержання алюмінію, однак його виробництво було організовано лише після Великої Жовтневої соціалістичної революції.

Перший алюмінієвий завод у нашій країні почав працювати у 1932 р. і використовував електроенергію першої радянської Волховської електростанції. У 1933 р. запрацював другий алюмінієвий завод у Запоріжжі, що використовував енергію Дніпрогесу. Надалі був створений цілий ряд інших підприємств.

Алюмінієва промисловість є складним виробництвом. Для одержання алюмінію недостатньо мати тільки алюмінієву руду; потрібно мати ще інший вид сировини – плавиковий шпат для одержання кріоліту й інших фтористих солей, необхідних у виробництві алюмінію.

Потрібні також чисті вуглецеві матеріали для одержання анодної маси й інших електродних виробів, без яких неможливе

електролітичне виробництво алюмінію. Не можна його здійснити і без електричної енергії. Таким чином, сучасне виробництво алюмінію складається з чотирьох часто самостійних підприємств: виробництва глинозему, одержання кріоліту, електродного виробництва й електролітичного одержання алюмінію (рис. 4.64)

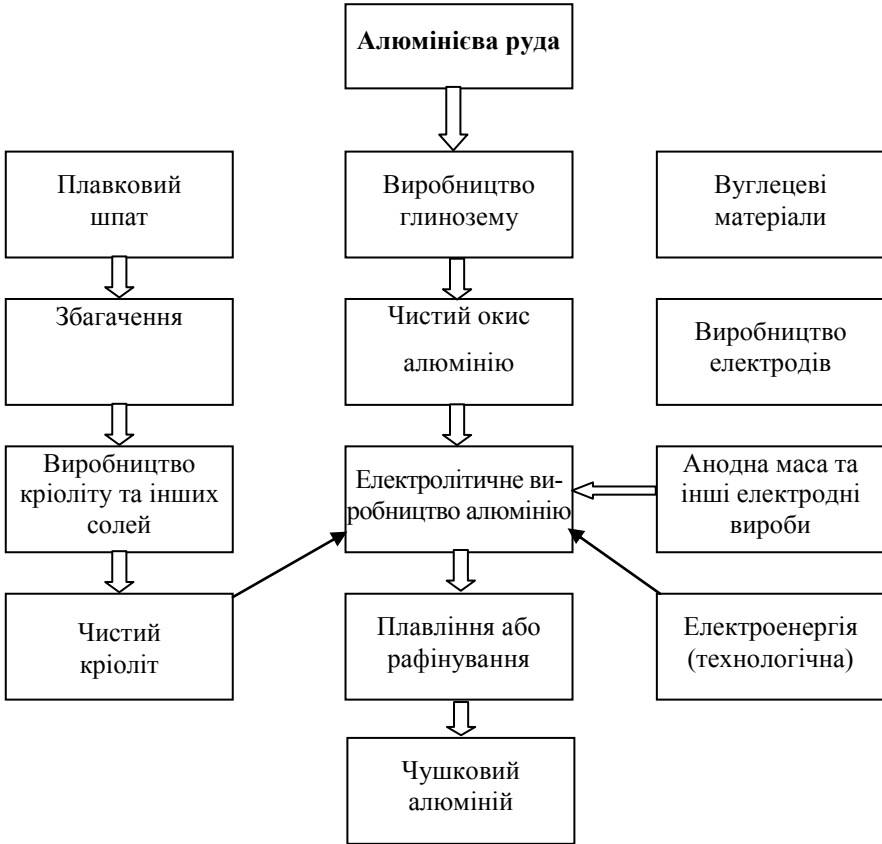


Рис.4.64 – Схема одержання чистого алюмінію

Будова і властивості алюмінієвих сплавів

Алюмінієві сплави прийнято поділяти на дві групи: перша – сплави, які деформуються обробкою, і друга – ливарні сплави. Іноді першу групу поділяють на дві підгрупи: сплави, які не посилюються при термообробці, і сплави, які посилюються при термообробці.

Деформовані обробкою алюмінієві сплави, які не посилюються при термічній обробці, характеризуються невисокою міцністю, але доброю пластичністю (до 40 %). До них відносяться сплави алюмінію з марганцем і магнієм, що містять його до 6 %.

З цих сплавів широко застосовується сплав AlMn, що містить 1,0-1,6 % Mn, і сплави AlMn, AlMn₂, що містять відповідно 2,0-2,8 Mg, 0,2-0,4 Mn і 4,0-5,5 Mg, 0,3-0,6 Mn.

Ці сплави майже завжди однофазні, що мають структуру твердого розчину (рис. 4.65).

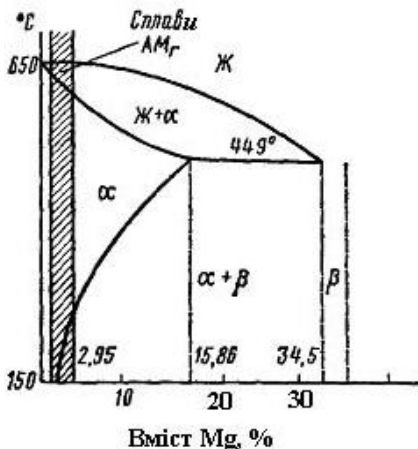


Рис. 4.65 – Діаграма стану сплавів алюміній – магній

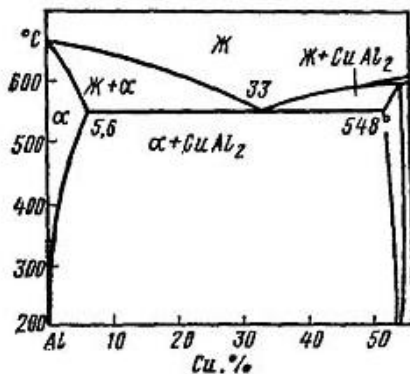


Рис. 4.66 – Діаграма стану сплавів алюміній – мідь

Вони добре зварюються, стійкі проти корозії і застосовуються для мало навантажених деталей, виготовлених холодним штампуванням із глибокою витяжкою, і для конструкцій, що зварюються. Зміцнення цих сплавів можливе тільки шляхом холодної деформації, тому що зміцнення термічною обробкою не вдається.

З групи деформованих алюмінієвих сплавів, посиленних термообробкою, найбільш відомі дюралюміни, авіаль. Ці сучасні сплави мають у своїй сполуці до трьох-чотирьох, а частіше і більше складових. Їх здатність посилюватися термообробкою показана на подвійній діаграмі Al-Cu (рис. 4.66), тому що майже у всіх сплавах цієї групи звичайно наявна мідь.

Мідь утворює з алюмінієм твердий розчин із граничною розчинністю 5,6% за температури 548 °C. Зі зниженням температури розчинність міді в алюмінії швидко зменшується. Сплави, що містять

декілька десятих часток міді, звичайно мають однофазну структуру твердого розчину міді в алюмінії.

Але оскільки за високого вмісту міді утворюється хімічна сполука CuAl_2 (див. діаграму на рис. 4.66), то при вмісті міді у сплаві більше 0,5%, за низької температури він має двофазну структуру твердого розчину і CuAl_2 .

Якщо двофазний сплав, що містить до 5,6% міді, нагріти до $500\text{--}540^\circ\text{C}$, то частки CuAl_2 розчиняться в алюмінії і сплав матиме однофазну структуру твердого розчину.

Швидке охолодження такого сплаву (загартування) не дає можливості виділитися фазі CuAl_2 із твердого розчину, що дозволяє одержати зміцнення сплаву.

Найбільший ефект зміцнення виходить, якщо відбувається виділення деякої проміжної фази, пов'язаної з початком перегрупування атомів у кристалічних решітках.

Це вдасться досягти при низькому відпуску за температури $100\text{--}120^\circ\text{C}$; більш високий відпуск приводить до розм'якшення сплаву і виділення фази CuAl_2 .

Дюралюміни – сплави на основі Al-Cu-Mg , у які додатково вводиться Mn для підвищення корозійної стійкості сплаву. Найбільш відомі в нас сплави Д1, Д18 і Д16; їх сполуки і властивості наведені в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Хімічний склад (%) і основне призначення алюмінієвих сплавів

Марка сплаву	Мідь	Магній	Марганець	Кремній та інші добавки	Основне призначення сплавів
АМц			1,0–1,6		Листи, стрічки, куточки
АМгЗ		3,2–3,8	0,3–0,6	0,5–0,8	
Д1	3,8–4,8	0,4–0,8	0,4–0,8	Не більш 0,7	й інші прокачані профілі
Д18	2,2–3,0	0,2–0,5		» » 0,5	Те ж
Д16	3,8–4,9	1,2–1,8	0,3–0,9	» » 0,5	»
АК6	1,8–2,6	0,4–0,8	0,4–0,8	0,7–1,2	Сплави для кувань і штампування
АК8	3,9–4,8	0,4–0,8	0,4–1,0	0,6–1,2	Ливарні сплави
АЛ-2				10,0–13,0	Те ж
АЛ-4	1,0 -1,5	0,17–	0,2–0,5	8,0–10,5	»
АЛ-5		0,3		4,5–5,5	»
Амг6		0,35–	0,5–0,8	Ti 0.02–0,10	»
		0,6		Be 0,0002–	»
		5,8–6,8		0,005	Обробка тиском

Шкідливою домішкою для дюралюмінів є залізо; його вміст не повинен перевищувати 0,5-0,6 %, тому що воно утворює сполуку з міддю (Cu;Al;Fe), нерозчинну в алюмінії, що зв'язує мідь і знижує ефект зміцнення при старінні. Крім того, наявність заліза знижує міцність і пластичність дюралюмінію.

Дюралюміній добре деформується й у гарячому, і в холодному стані; для його зміцнення звичайно застосовують загартування у воді і природне старіння.

Найбільше зміцнення досягається протягом першої доби після загартування і практично закінчується протягом п'ятьох діб.

Для захисту дюралюмінієвих листів та інших його прокатних виробів від корозії, що навіть при добавці марганцю залишається значною, широко застосовують його **плакування чистим алюмінієм**.

Плакування проводять загальною гарячою прокаткою злитка дюралюмінію, обкладеного листами (товщиною до 6 мм) чистого алюмінію марок А8 і А85.

Сплави авіаль уступають дюралюмінію в міцності, але більш пластичні як у гарячому, так і в холодному стані, і тому використовуються для легких конструкцій, що вимагають гнучких і других деформацій при монтажі. Найбільш міцними алюмінієвими сплавами є сплави типу В95, що містять 6% Zn, 2,3% Mg, 1,7% Cu, 0,4% Mn, 0,2% Cr. Але, застосовуючи його, слід мати на увазі, що він ще менш корозійностійкий, ніж дюралюміній, і не придатний для роботи за температур вище 150°C, тому що його характеристики міцності сильно знижуються за підвищеної температури.

Відомо багато інших складних деформованих сплавів для кування, штампування і роботи за підвищених температур: АК4, АК6, АК8, АК4-1. Ливарних алюмінієвих сплавів дуже багато; їх прийнято маркувати двома буквами АЛ (алюміній ливарний). Відповідно до ДСТ 2685–75, їх прийнято поділяти на п'ять груп.

Група I – сплави на основі системи алюміній–кремній, до якої відносяться сплави АЛ-2, АЛ-4, АЛ-9. Ці сплави часто називають **силумінами**, і вони викликають інтерес з погляду металознавства.

Група II поєднує багато сплавів, що мають основу алюміній–кремній–мідь. Сюди входять сплави АЛ-3, АЛ-5, АЛ-6, а також АЛ-32 (так званий МВТУ-1), що містить, крім трьох основних компонентів групи, ще марганець і титан.

Група III – сплави на основі системи алюміній–мідь; до них відносяться сплави АЛ-7 і АЛ-19. Ці сплави через наявність значної кількості міді більш дефіцитні і дорогі.

Група IV – сплави на основі системи алюміній–магній, до якої відносяться сплави АЛ-8, АЛ-13, АЛ-22 та інші. Ці сплави мають низьку щільність (майже у три рази легше сталі), високі механічні властивості і корозійностійкість.

Подвійні сплави почали широко використовуватися для одержання легких виливків різного устаткування для транспортних машин. Сплави на алюмінієво-магнієвій основі з невеликими добавками титану, берилію, наприклад, сплав Амг6, добре обробляються тиском.

До групи V відносять сплави на основі алюмінію й інших компонентів. Ця група особливо велика, найбільш популярні з цієї групи сплав АЛ-1, що містить мідь, нікель і магній, сплав АЛ-11, що включає, крім алюмінію і кремнію, велику кількість цинку (7–12 %) і трохи магнію. У цю групу входить також сплав АЛ-24, що містить магній, марганець, цинк, титан та інші. Сплави алюмінію з магнієм, міддю, а також багато інших більш складних сплавів на основі алюмінію піддаються термічній обробці, тому що їх основні міцносні і технологічні властивості змінюються при цьому в дуже широких межах, а багато алюмінієвих сплавів з добавками міді і магнію піддаються старінню, тобто змінюють свої властивості при збереженні.

Наприклад, у сплаві АЛ-8, що містить 9,5–11 % магнію, у литому стані подовження дорівнює 1 %, а в загартованому стані коливається від 9–15 %. Якщо цей сплав нагріти під загартування і повільно охолоджувати з піччю, його відносне подовження буде близько 2 %, а після п'яти діб витримки за температури 20 °С воно збільшиться до 20%. Відповідно змінюються твердість і міцносні властивості.

Найбільшою популярністю користуються силуміни і сплави алюмінію з міддю. Типовим силуміном є сплав АЛ-2, що містить 10–13 % кремнію. Він має високу рідинотекучість, малу усадку.

Крім того, він стійкий проти корозії і відносно легкоплавкий. Задовільні механічні властивості і структуру силумін здобуває тільки після модифікування (рис. 4.67).

Немодифікований силумін має грубу голчасту структуру і дуже тендітний; після модифікування евтектика стає дрібнозернистою, і заевтектичний сплав з 12–14% Si робиться доевтектичним з первинними дендритами алюмінієвих розчинів, у результаті сплав здобуває

пластичності. Модифікування проводиться додаванням в рідкий сплав незначної кількості металевого натрію.

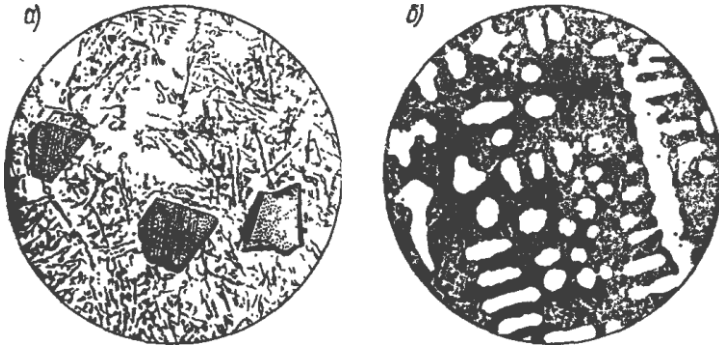


Рис. 4.67 – Структура силуміну до модифікування (а) і після нього (б)

Однак ефект такого модифікування зберігається в рідкому сплаві тільки 10-15 хв і тому повинен проводитися безпосередньо перед розливанням сплаву. Більш зручно модифікувати силумін сумішшю солей $\frac{2}{3} \text{NaF}$ і $\frac{1}{3} \text{NaCl}$, що, будучи завантажена в заливальний ківш, зберігає ефект модифікування більше години.

Натрій, введений у силумін, зрушує евтектичну точку кремнеалюмінієвих сплавів праворуч. Крім того, натрій у силуміні утворює на первинних кристалах плівку подвійного силіциду натрію чи більш складної потрійної сполуки, що перешкоджає росту кристалів.

Силуміни добре зварюються і майже не дають тріщин від усадочних напруг, але мають схильність до утворення окисних плівок і підвищеної пористості, пов'язаної з його газопоглинанням. Слід зазначити і можливість одержувати силуміни безпосередньо з кремністих алюмінієвих руд (наприклад, кіонітів) шляхом відбудовної плавки їх в електропечі.

Отриманий у печі силікоалюміній, що містить 50-60 % кремнію (інше алюміній), використовують як лігатуру для добавки до чистого алюмінію чи для одержання відповідного сплаву алюмінію з кремнієм, чи його можна профільтрувати за температури 578–580 °С від кристалів надлишкового кремнію, що за цієї температури виділяються з рідкого сплаву.

Отриманий при цьому рідкий фільтрат містить – 12 % кремнію і близький за сполукою до евтектичного сплаву, тобто силуміну.

Силуміни і більшість інших алюмінієвих ливарних сплавів, як і дюралюміні, дуже чутливі до забруднення їх залізом; за мірою збільшення забруднення різко падає їх пластичність і опір удару.

Шкідливий вплив заліза можна послабити введенням присадок марганцю і хрому.

Титан, магній та їх сплави. Загальні відомості про титан

Титан – метал срібlistого кольору з блакитним відливом; має невисоку щільність $4,507 \text{ г/см}^3$; плавиться за температури близько $1660 \text{ }^\circ\text{C}$, кипить при $3260 \text{ }^\circ\text{C}$.

Титан має дві алотропічні модифікації: до $882 \text{ }^\circ\text{C}$ існує α -титан, що має гексагональні решітки з параметрами $a_0 = 0,295 \text{ Нм}$ ($2,951 \text{ \AA}$) і $c_0 = 0,468 \text{ Нм}$ ($4,684 \text{ \AA}$), і за більш високих температур – β -титан з кубічними об'ємноцентрованими решітками з параметром $a = 0,304 \text{ Нм}$ ($3,036 \text{ \AA}$). Механічні властивості титану значною мірою змінюються від вмісту в ньому домішок. Чистий титан ковкий і має невисоку твердість $\text{НВ} \sim 70$; технічний метал тендітний і твердий ($\text{НВ}180\text{--}280$).

Небезпечними домішками титану є азот і кисень, що різко знижують його пластичність, а також вуглець, що при вмісті більше $0,15\%$ знижує ковкість, утруднює обробку титану різанням і різко погіршує зварюваність.

Водень сильно підвищує чутливість титану до надрізу, тому цей ефект називають **водневою крихкістю**. На поверхні титан утворюється стійка оксидна плівка, унаслідок чого титану має високу опірність корозії в деяких кислотах, у морській і прісній воді.

На повітрі титан стійкий і мало змінює свої механічні властивості при нагріванні до $400 \text{ }^\circ\text{C}$. За більш високого нагрівання він починає поглинати кисень і поступово погіршуються його механічні властивості, а вище $540 \text{ }^\circ\text{C}$ – стає тендітним.

При нагріванні вище $800 \text{ }^\circ\text{C}$ титан енергійно поглинає кисень, азот і водень, що використовується в металургії для розкислення сталі. Титан утворює ряд окислів. З них найбільш вивчені TiO_2 , Ti_2O_3 , T_3O_5 , TiO . Двоокис титану TiO_2 – T_i амфотерний порошок білого кольору, практично не розчинний у воді і розведених кислотах, але розчинний при нагріванні в сірчаній, соляній, азотній кислотах.

У природі зустрічається у виді трьох мінералів: рутилу, анатазу і брукиту – різні кристалічні модифікації двоокису титану. Двоокис ти-

тану є основним продуктом переробки титанової сировини. Закис титану $\text{TiO}-\text{Ti}_1$ – речовина золтаво-жовтого кольору з металевим блиском, що має електропровідність. Окис Ti_2O_3 часто наявний у значних кількостях в титанових шлаках, його кристали мають відтінки від рожевого до жовтогарячого.

Велика частина природної титанової сировини використовується у виді двоокису титану, що застосовується при виробництві білила і білих емалей, що відрізняються теплостійкістю.

Титан давно і широко використовується як гарний розкислювач і легуюча добавка у сталі і сплавах кольорових металів.

За останні десятиліття після промислового освоєння ковкого титану він став широко використовуватися як міцний, відносно легкий, корозійно і жароміцний конструкційний матеріал. Він використовується в літакобудуванні, ракетобудуванні, при виробництві реактивних двигунів. Він одержав визнання й у суднобудуванні, завдяки його стійкості проти впливу морської води.

За поширеністю в земній корі титан займає десяте місце серед інших елементів (0,61 % за масою). Відомо близько 60 мінералів титану, з них найбільше промислове значення мають ільменіт, рутил, перовскит і сфен. Ільменіт $\text{FeO}-\text{TiO}_2$ вперше був знайдений на Уралі в Ільменських горах, відкіля й одержав свою назву.

Це блискучий мінерал буро-чорного кольору. Важливим джерелом ільменіту служать титано–магнетитові залізні руди – суміші ільменіту з магнетитом Fe_3O_4 і частково з гематитом Fe_2O_3 . У цих рудах вміст двоокису титану досягає іноді 20%.

Запаси корінних титанових руд цього типу на Уралі складають мільйони тонн. Титаномагнетитові руди можна піддавати гравітаційному і магнітному збагаченню, у результаті вдається одержувати концентрат, що містить більше 40% TiO_2 , близько 50% окислів заліза і близько 8% $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{MgO} + \text{CaO}$. Рутил TiO_2 прозорий, володіє алмазнометалевим блиском, буває пофарбований у різні кольори (червоно-коричневий, жовтий, синій, чорний). Великі родовища рутилу зустрічаються рідко. Перовскит $\text{CaO}-\text{TiO}_2$ містить більше 58% TiO_2 .

У СНД є великі родовища цього мінералу, причому виділення концентратів перовскиту, що містять до 47% TiO_2 , методами гравітації і флотації, не зустрічає великих утруднень. Сфен (титаніт) $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ – титаносилікат кальцію зустрічається разом з іншими корисними мінералами – апатитом і нефелином і за

умови комплексної переробки може бути перспективною сировиною, хоча він і більш бідний, ніж раніше розглянуті мінерали.

Відомо декілька різних способів одержання титану з його руд. Причому у всіх випадках металургійній переробці завжди передують збагачення руди й одержання концентрату. Вибір способу металургійної переробки залежить від вимог і призначення кінцевого продукту, а також типу вихідної сировини і характеру домішок, що містяться в ньому.

Загальні відомості про магній

Магній – срібисто-білий метал. Найважливіша його фізична властивість – мала щільність, рівна $1,738 \text{ г/см}^3$ (при $20 \text{ }^\circ\text{C}$). У вільному атомі магнію є ядро і дванадцять електронів.

Два електрони, що знаходяться на зовнішній орбіті атома $3s$, легко можуть бути відірвані, що приводить до утворення іона Mg^{2+} , тому магній двовалентний у всіх відомих сполуках. Природний магній складається із суміші трьох стабільних ізотопів.

Причому штучний ізотоп Mg^{28} з напіврозпадом у 21,3 год може бути застосований як радіоактивний індикатор. Кристали магнію мають компакту гексагональну структуру.

При збереженні магнію на сухому повітрі на його поверхні утворюється окисна плівка, що охороняє метал при невеликому нагріванні (до $200 \text{ }^\circ\text{C}$) від подальшого окислювання; у цих умовах корозійна стійкість чистого магнію перевищує стійкість маловуглецевої сталі.

Однак на вологому повітрі його корозія значно підсилюється. На нього практично не діє гас, бензин і мінеральні масла. Однак він не стійкий у водяних розчинах солей (крім фтористих) і розчиняється в багатьох мінеральних органічних кислотах.

Магній у виді злитків чи виробів невогнебезпечний. Загоряння магнію може статися лише за температури, близької до точки його плавлення ($651 \text{ }^\circ\text{C}$) чи після розплавлення, якщо він не ізольований від кисню повітря.

Застосування покривного флюсу забезпечує безпечно плавлення і нагрівання цього металу. Порошкоподібний магній чи тонка магнієва стрічка легко загоряється від сірника і горить сліпучо білим полум'ям. Магній не магнітний і не іскрить при ударах чи терті.

Межа міцності й інші механічні властивості магнію сильно залежать від його чистоти і способу готування зразка (литий, деформо-

ваний); за температури 20 °С відносно подовження 8-11,5 %, твердість за Бринеллем HB30-36.

Магній – один з розповсюджених металів у земній корі (за Виноградовим – 2,1%). У вільному виді він не зустрічається, а є складовою багатьох гірських порід у виді карбонатів чи силікатів, розчинений у морській і озерній воді у виді хлоридів і сульфатів.

У даний час для одержання магнію застосовують: магнезит, доломіт, карналіт, а також морську воду і відходи ряду виробництв. Магнезит – вуглекислий магній $MgCO_3$. Природний мінерал магнезит містить карбонат кальцію, кварц, а також домішки інших мінералів, що включають окисли алюмінію і заліза.

Для виробництва магнію застосовують тільки чистий каустичний магнезит, отриманий за реакцією $MgCO_3 = MgO + CO_2$ при нагріванні (випалі) природного магнезиту до 700–900 °С.

Доломіт – гірська порода, що представляє собою подвійний карбонат кальцію і магнію $MgCO_3 \cdot CaCO_3$.

Доломіти звичайно містять домішки кварцу, кальциту, гіпсу тощо. Доломіт широко розповсюджений у природі і складає близько 0,1% усіх гірських порід, що входять до складу земної кори.

Доломіт так само, як і магнезит, застосовується магнієвою промисловістю, його попередньо обпалюють до одержання суміші окислів MgO і CaO .

Карналіт $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ – природний хлорид магнію і калію – дуже гігроскопічна кристалічна речовина, звичайно пофарбована домішками в рожевий, жовтий чи сірий колір.

Найбільші у світі родовища карналіту знаходяться в СНД на Уралі (Верхньокамське) і в Германії (Страсфуртське). Карналіт піддають гідрохімічній обробці для виділення з нього броміду і деякої кількості хлористого натрію і калію, у результаті чого виходить так званий штучний карналіт, що застосовується магнієвою промисловістю.

Невичерпні запаси магнію у виді бішофиту $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ знаходяться в морській воді; у середньому в 1 кг води міститься 3,8 м $MgCl_2$, 1,7 м $MgSO_4$ і 0,1 м $MgBr_2$.

Морська вода поки рідко використовується для одержання бішофиту, тому що в багатьох країнах є соляні озера, у воді яких вміст хлористого магнію значно вище, ніж у морській воді.

У деяких озерах перекопської групи, наприклад, вміст хлористого магнію до кінця літа досягає 15%. Крім того, сировиною для одержання магнію тепер служать відходи ряду виробництв.

При цьому особливо широко використовують хлористий магній, що видобувається при витягу титану з його руд.

4.6 Пластмаси

Серед нових конструкційних матеріалів, застосовуваних для прискорення технічного прогресу у всіх галузях народного господарства, значне місце належить пластичним масам (шар-масам) і синтетичним смолам.

Пластичними масами називають неметалічні матеріали, одержані на основі природних і синтетичних полімерів і переробляються у виробі методами пластичної деформації.

Виробництво машин не обходиться без використання пластмас і гум. Вони є не тільки заміниками дефіцитних кольорових металів, але і самостійними машинобудівними матеріалами, для яких не завжди може бути знайдена заміна.

Широке використання пластмас для виготовлення величезної номенклатури вузлів і деталей машин обумовлюється різноманітністю їх властивостей (фізико-механічних, діелектричних, антикорозійних та інш.).

Застосування пластмас поліпшує якість машин і устаткування за рахунок зниження їх ваги і трудомісткості, підвищення довговічності і надійності, поліпшення зовнішнього вигляду, зниження витрат на виготовлення, дозволяє економити кольорові і чорні метали.

Особливо ефективна заміна пластмасами кольорових металів (свинцю, міді, цинку, латуні, бронзи) і легованих сталей при виготовленні вузлів і деталей машин.

Вихідними матеріалами для одержання пластмас служать дешеві природні речовини: продукти переробки кам'яного вугілля, нафти, природного газу і т.д.

На виробництво пластмас потрібно у два-три рази менше капітальних вкладень, ніж на одержання кольорових металів, якщо порівнювати їх випуск у тоннах.

На сьогодні поставлена задача повного використання у всіх галузях народного господарства досягнень сучасної хімії і, зокрема, заміна традиційних матеріалів новими, більш економічними і практичними синтетичними матеріалами.

Передбачено збільшення використання нафтової газової сировини для виробництва полімерних матеріалів, створення достатніх потужностей з переробки полімерних матеріалів у виробі для потреб на-

родного господарства. Пластмаси дозволяють забезпечувати технічний прогрес промисловості. Застосування, наприклад, однієї тонни епоксидної смоли в електротехніці дає економію більше 4 т міді.

Найбільш великими споживачами пластмас є електротехнічна промисловість, автотракторне і сільськогосподарське машинобудування, радіоелектроніка, загальне машинобудування.

Основна увага у плануванні виробництва пластичних мас приділяється розвитку найбільш прогресивних видів пластмас: термопластів (у першу чергу полівінілхлорид, поліетилен, полістирол і його сополімери), фенольних смол і пресматеріалів на їх основі і склопластиків.

Основні властивості пластмас і їх класифікація

Матеріали, одержувані синтезом органічних речовин, називаються синтетичними. До них відносяться: пластмаси, плівки і волокна, гуми, клеї, герметики, фарби, лаки. В основі цих матеріалів лежать полімерні сполуки, так звані полімери.

Властивості синтетичних матеріалів визначаються фізико-механічними показниками тих полімерів, з яких вони отримані. Усі полімери відрізняються винятково великим розміром молекул. Молекули полімерів називають макромолекулами.

Молекулярна вага полімерів складає від 6-10 тисяч до величини, обумовленої розміром даного шматка полімеру, тобто шматок полімеру являє собою єдину молекулу. Форма молекул полімерів може бути лінійною (нитковидною) чи сітчастою.

Кожна макромолекула являє собою сукупність ланок якоїсь однієї визначеної структури, з'єднаних хімічними зв'язками. Часто макромолекули являють собою сполучення ланок двох чи трьох різних типів структур. Такі полімери називають сполученими полімерами чи сополімерами.

Властивості сополімерів бувають середніми показниками властивостей окремих полімерів, що складають даний сополімер. Сильніше виражені властивості того полімеру, ланок якого більше в макромолекулах сополімеру.

Вироби з пластмас, прийнявши за визначеної температури і тиску задану форму, за звичайних умов являють собою тверді і пружні тіла. Пластмаси широко застосовують у машинобудуванні завдяки високим показникам наступних основних позитивних властивостей:

1) мала щільність полімерних матеріалів, у порівнянні з металами ($1,1-1,8 \text{ г/см}^3$), дозволяє значно зменшити вагу машин при виготовленні їх деталей із пластмас;

2) хімічна стійкість: пластмаси не піддаються корозії, а багато з них – і агресивним середовищам;

3) електроізоляційні властивості, що дозволяють застосовувати пластмаси як діелектрики, незамінні у високочастотних пристроях радіозв'язку, телебачення і т.д.;

4) абсолютна і питома механічна міцність і можливість створення анізотропних матеріалів;

5) антифрикційні властивості: деякі види пластмас, наприклад текстоліт, ДСП (древесношаруваті пластики), капрон, капролон, успішно замінюють бронзу і бабіт у підшипникових вузлах машин;

6) фрикційні якості: фенопласти з азбестовим наповнювачем, прескомпозиції на основі каучуків та інші види спеціальних пластмас мають високий коефіцієнт тертя, малий знос; вони з успіхом замінюють у конструкціях транспортних та інших машин чавун і дорогі сорти дерева;

7) оптичні властивості: деякі ненаповнені пластичні маси, як поліметилметакрилат (органічне скло), полістирол та інші, прозорі і безбарвні, здатні пропускати промені світла в широкому діапазоні хвиль, у тому числі ультрафіолетову частину спектра, значно перевищуючи в цьому відношенні силікатне скло; ці пластмаси широко застосовують в оптичній промисловості і машинобудуванні для виготовлення прозорих деталей – водомірних стекол, арматури масляних і холодних систем, лінз оглядових отворів і т.д.;

8) технологічність: трудомісткість виготовлення самих складних деталей із пластмас незначна, в порівнянні з трудомісткістю виготовлення деталей з інших матеріалів;

9) наявність необмежених ресурсів дешевої сировини.

Одночасно з зазначеними достоїнствами пластмаси мають наступні недоліки:

1) низька теплостійкість: основні види пластмас можуть задовільно працювати лише в порівняно невеликому інтервалі температур (від – 60 до + 200 °С); пластмаси на основі кремнійорганічних полімерів, фурфурольних композицій і фторопластів мають верхню межу температур 300-400 °С;

2) низька теплопровідність: теплопровідність пластмас у 500-600 разів нижче теплопровідності металу, що створює труднощі при їх застосуванні у вузлах і деталях машин, де необхідне швидке відведення великої кількості тепла;

3) низька твердість (НВ6–60);

4) повзучість: ця властивість особливо яскраво виражена в термопластах;

5) мала твердість: модуль пружності самих твердих пластмас – склопластиків на один-два порядки нижче, ніж у металів;

6) старіння: пластмаси втрачають свої властивості під дією температури, вологості, світла, води, тривалого перебування в атмосферних умовах.

Усе це необхідно враховувати при конструюванні деталей із пластмас. Пластмаси, залежно від поводження смоли при нагріванні, поділяються на термореактивні (реактопласти) і термопластичні (термопласти). Реактопласти під дією тепла і тиску (або ініціаторів – прискорювачів отвердіння) переходять у твердий, неплавкий і нерозчинний стан.

Реактопласти не можуть бути вдруге перероблені. Термопласти під дією тепла плавляться і твердіють при охолодженні. Вироби з термопластів можуть неодноразово перероблятися.

Однак повторне нагрівання погіршує фізико-механічні властивості матеріалу (за рахунок розкладання і його забруднення).

Залежно від застосовуваного наповнювача, пластичні маси розділяють на композиційні і шаруваті. Композиційні у свою чергу поділяються на порошкоподібні і волокнисті.

Компоненти, що входять до складу пластмас

Основою пластичних мас є смоли – високомолекулярні сполуки органічного походження. Смоли в чистому виді використовуються рідше.

Здебільшого пластмаси складаються зі смоли, наповнювача, пластифікатора, стабілізатора, барвника й інших добавок, що поліпшують технологічні й експлуатаційні властивості пластмаси.

Властивості полімерів можуть бути значною мірою поліпшені і змінені, залежно від вимог, що висуваються різними галузями техніки, за допомогою різних складових пластмаси.

Наповнювачі служать для додання пластмасі наступних властивостей: поліпшення фізико-механічних, діелектричних, фрикційних чи антифрикційних, підвищення теплостійкості, зменшення теплостійкості й усадки, а також для зниження вартості пластмас.

Наповнювачі бувають органічними і неорганічними.

Органічними наповнювачами є: деревне борошно, целюлоза, папір, бавовняна тканина, деревна шпона. Як неорганічні

наповнювачі використовують азбест, графіт, скловолокно, слюда, кварц.

З дерев'яним борошном одержують порошкоподібні полімерні матеріали – прес-порошки, що використовуються для виготовлення не сильно навантажених деталей.

Для одержання матеріалу з більш високою механічною міцністю використовують волокнисті наповнювачі (волокна бавовни, азбесту). Ще більшу міцність пластмасам додають листові наповнювачі; їх застосовують для одержання шаруватих пластмас.

Так, при застосуванні бавовняної тканини одержують текстоліт, склотканини – склотекстоліт, паперу – гетинакс, азбестової тканини – азботекстоліт. При застосуванні деревної шпони виробляють деревні пластмаси – ДСП.

Для виготовлення деталей, що за міцністю не уступають сталю, як наповнювачі використовують скловолокно, склошнури, скломаси.

Зв'язувальна речовина – смола міцно зчіплюється з наповнювачем. Вміст наповнювачів у пластмасах складає від 40 до 70 %. Для теплоізоляційних матеріалів часто використовують газу, одержуючи газонаповнені полімерні матеріали – пінопласти і поропласти.

Пластифікатори збільшують пластичність і плинність пластмас, поліпшують морозостійкість. Як пластифікатори застосовують дибутилфталат, трикрезилфосфат та інші.

До складу пластмас часто вводять стабілізатори – речовини, що запобігають розкладанню полімерних матеріалів під час їх переробки й експлуатації під впливом атмосферних умов, підвищених температур і інших факторів.

Так, для стабілізації поліетилену використовують ароматичні аміни, феноли, сірчисті сполуки, газову сажу.

Барвники додають для фарбування пластичних мас. Застосовують як мінеральні барвники (мумію, охру, умбра, літопон, крон і т.д.), так і органічні (нігрозин, родамін).

Мастильні речовини – стеарин, олеїнова кислота, трансформаторна олива – знижують в'язкість композиції і запобігають прилипанню пресматеріалу до стінок прес-форми.

Сировина для одержання пластмас

Як уже відзначалося, великий вплив на властивості пластмас має їх основа, тобто зв'язувальна речовина – смола. За характером одержання сполучної речовини пластмаси розділяють на

конденсаційні і полімеризаційні. Конденсаційні пластмаси. Основою цих пластмас є синтетичні смоли, одержувані в результаті хімічної реакції поліконденсації – процесу, при якому утворення нової речовини (полімеру) відбувається в результаті взаємодії низькомолекулярних речовин.

Цей процес супроводжується виділенням побічних продуктів: води, аміаку, спирту й інш. Реакція поліконденсації, залежно від вихідних продуктів, може відбуватися при нагріванні чи без нього, за зниженого, нормального чи підвищеного тиску, за наявності каталізатора чи без нього.

Найбільш розповсюдженими в машинобудуванні і приладобудуванні термореактивними конденсаційними пластмасами є фенопласти й амінопласти. Фенопласти одержують з фенольно-альдегідних смол.

Фенольно-альдегідні смоли утворюються в результаті взаємодії фенолу, крезолу, фенолену чи резорцину з альдегідами (формаліном, фурфуролом, бензальдегідом) за наявності кислих чи лужних каталізаторів.

Залежно від способу виробництва, смоли цієї групи підрозділяють на резольні і новолачні. Резольні смоли – це термореактивні смоли.

Основною особливістю резольних смол є їхня властивість переходити при нагріванні до неплавкого і нерозчинного стану. В цьому стані смоли мають хімічну інертність, механічну міцність і високі ізоляційні властивості.

Перехід до неплавкого і нерозчинного стану, що здійснюється без додавання прискорювачів (каталізаторів), під дією нагрівання і тиску називається бакелізацією. Це перетворення відбувається і за звичайної температури і без тиску, але дуже повільно.

Резольні смоли одержують з лужними каталізаторами, наприклад, з їдким лугом. Вони можуть вироблятися у виді водяних емульсій (до 20% води) або в сухому виді – у шматках жовто-коричневого фарбування, або у виді спиртових розчинів – лаків.

Новолачні смоли одержують з кислими каталізаторами (наприклад, із соляною кислотою) і навіть за тривалого нагрівання залишаються постійно плавкими і розчинними, тобто є термопластичними смолами, на відміну від термореактивних – резолів.

Якщо ж нагрівання новолаків відбувається з додаванням уротропіну (кристалічна сполука аміаку і формальдегіду), то новола-

ки тверднуть дуже швидко. Тому вони в дуже великій кількості йдуть на виробництво пресматеріалів.

Крім того, новолаци застосовуються у виді спиртових розчинів як лаки (марка «Ідітол»). Амінопласти, або мочевино-формальдегідні пластмаси, відносяться до групи термореактивних пластмас.

Завдяки красивому зовнішньому вигляду і яскравому кольору (смоли безбарвні і світлостійкі, тому їх можна фарбувати в різні кольори) з цих смол виготовляють вироби широкого вжитку.

Як матеріал для виготовлення технічних деталей амінопласти застосовуються обмежено, в порівнянні з фенопластами через більш низьку водо- та температуростійкість.

Мочевино-формальдегідні смоли застосовують також для просочення деревини. Після просочення ними деревина стає більш міцною і водостійкою.

Сировиною для виробництва мочевино-формальдегідних смол є сечовина, тиомочевина, меламін, альдегіди, серед яких найбільше значення мають формальдегід і уротропін.

Крім феноло-формальдегідних і мочевино-формальдегідних смол, знайшли застосування кремнійорганічні (полісілоксанові) смоли, що додають пластмасам теплостійкості, епоксидні тощо.

Полімеризаційні пластмаси. Пластмаси на основі полімеризаційних смол виходять у процесі реакції полімеризації.

Реакцією полімеризації називають процес сполучення великого числа однорідних молекул низькомолекулярної речовини з утворенням макромолекул нової речовини без виділення яких-небудь побічних продуктів реакції.

До числа найбільш важливих полімеризаційних пластмас відносяться термопластичні матеріали: полістирол, поліхлорвініл, полівінілацетат, поліетилен, політетрафторетілен (фторопласт), поліметилметакрилат та інші.

Полістирол одержують полімеризацією стиrolу, що протікає за температури 80 °С і проводиться блоковим (з домішкою перекису бензонилу) чи емульсійним (з домішкою перекису водню) методом. Вихідною сировиною для одержання полістиролу є стиrol (винилбензол), перекис водню, перекис бензонилу, персульфат амонію.

Як пластифікатор застосовується дибутилфталат чи трикрезилфосфат. До вінілових пластиків відносять полімери хлорвінілу, вінілового спирту й інші похідні винилу.

Хлорвініл – безбарвний газ, у техніці одержують з дихлоретану. Полімеризацією хлорвінілу у водоемульсійному середовищі одержують поліхлорвініл.

Як емульгатор застосовується желатин чи некаль, а як каталізатор – перекис бензолу й інші. Полівінілацетат одержують шляхом полімеризації вінілацетату. Основною сировиною для одержання вінілацетату служить ацетилен і безводна оцтова кислота.

Як каталізатори застосовують ртутні солі сірчаної, фосфорної й інших кислот. Поліетилен одержують шляхом полімеризації етилену. Серед акрилових полімеризаційних пластмас найбільш часто застосовується поліметилметакрилат (органічне скло).

Для отримання органічного скла проводять полімеризацію метилметакрилату. Як каталізатор застосовують перекис бензолу. З метою поліпшення еластичності вводять пластифікатори (дибутилфталат, трикрезилфосфат та інші.), а також додають барвники.

У промисловості метилметакрилат (метиловий ефір метакрилової кислоти) одержують складним органічним синтезом з ацетону чи ізобутилового спирту.

Фторопласти – високомолекулярні сполуки на основі фтору і хлоропохідних етилену, що одержують емульсійною полімеризацією у виді мілкодисперсного порошку білого кольору.

Пластмаси на основі ефірів целюлози дуже широко поширені в народному господарстві. Основними представниками цієї групи пластмас є целулоїд і ацетилцелюлоза.

Целулоїд – найбільш відома пластмаса – являє собою твердий розчин нітроклітковини в камфорі.

Порошкові і волокнисті пластмаси

Пластмаси, що переробляються у виробі методом пресування, прийнято називати пресувальними термореактивними матеріалами (пресматеріалами).

Номенклатура пресувальних матеріалів дуже велика. Ці матеріали особливо широко застосовують для виготовлення різноманітних, часто складних за конфігурацією деталей електротехнічного призначення, що у процесі експлуатації не мають значних механічних навантажень, а також для виробництва конструкційних деталей.

Пресувальні матеріали за видом використовуваних наповнювачів поділяють на дві групи: порошкові і волокнисті матеріали. У порошкових пластмасах як наповнювач для виробів загальнотехнічного призначення використовують деревне борошно (преспорошки К-18-2, К-21-22).

Вироби з прес-порошків на основі феноло-формаль-дегідних смол стійкі до атмосферних впливів і до води, витримують дію кислот і солей.

Феноло-формальдегідні прес-порошки застосовують у загальному приладобудуванні для виготовлення деталей радіотехнічного призначення й електронної апаратури, діелектриків складного контуру і складноармованих деталей.

З прес-порошків пресують корпуси і кришки приладів, деталі, що працюють за підвищеної температури чи в умовах високої вологості, але порівняно мало навантажені.

Для виготовлення деталей з підвищеними вимогами по термостійкості і механічною міцністю вживають азбестове борошно (преспорошки К-6-Б); для преспорошків з підвищеною водостійкістю і підвищеними діелектричними властивостями – кварцове борошно і мелену слюду (преспорошок К-211-3). Графіт як наповнювач додає пластмасі струмопровідних властивостей (графітопласт).

Преспорошки на основі мочевино-формальдегідних смол і целюлози (амінопласти) вживаються для виробів побутового призначення (посуд, тара) і деяких деталей загального приладобудування (рукоятки, ручки, кнопки, клавіші, кришки).

Преспорошок КМК-9 (на полісилоксановій смолі) відрізняється поєднанням високої теплостійкості з гарними діелектричними властивостями.

Волокнисті пластмаси мають більш високі показники фізикомеханічних властивостей. Від сполучення різних складових з різними волокнами одержують пресматеріали з заданими властивостями.

Найбільше значення з волокнистих наповнювачів мають довговолокнистий азбест, скляне волокно, каолінове волокно для волокнітів особливо високої теплостійкості.

Волокніті – феноло-формальдегідна смола у сполученні з бавовняними чесами. Волокніті вживають для виготовлення деталей загального технічного призначення, простих форм, з підвищеними вимогами до ударних навантажень. Удароміцність волокнітів вище удароміцності преспорошків.

Азбоволокніті К-65, КФ-3, фаоліт одержують на основі азбестового волокна і феноло-формальдегідної смоли. Такі пресматеріали йдуть на виготовлення електроізоляційних деталей з підвищеною міцністю, що працюють за підвищених температур, низьких частот струму (деталі колекторів, контактні панелі).

Фаоліт застосовують як теплозахисне покриття і кислототривкий матеріал. Він більш вібро- і удароміцний, більш стійкий до різких змін температур і більш в'язкий, ніж керамічні покриття; фаоліт випускають у виді листів різної товщини.

При нагріванні листи стають пластичними і легко викладаються за формою майбутнього виробу (баки, труби, реактори). Пресматеріали КМК-218, К-41-5 – азбоволокніті на основі кремнійорганічних (полісилоксанових) смол відрізняються високою теплоємністю (200-300° С) і підвищеною дугостійкістю. Йдуть на виготовлення електроізоляційних деталей, що працюють за високих температур (контактори, клемні колодки). Механічна міцність полісилоксанових азбоволокнітів нижче феноло-формальдегідних і вони менш технологічні.

Скловолокнисті АГ-4С, АГ-4У, ТВФЭ-2, ВТФН, КМС-9 та інш. – велика група матеріалів, у яких скловолокно сполучається зі смолами. Як з'єднувач вживають модифіковані феноло-формальдегідні смоли, меламино-формальдегідні, епоксидні, поліефірні, полісилоксанові. Пресувальні скловолокна застосовують для виготовлення виробів конструкційного і радіоелектротехнічного призначення з підвищеними вимогами до міцності і теплостійкості (від 200 до 350 °С).

Скловолокниста за характером розподілу скловолокна у склопластику поділяють на скловолокнисті неорієнтовані й орієнтовані, рубаного і безупинного волокна.

Орієнтовані безупинні скловолокна використовують для виготовлення плит, листів, труб і виробів, що мають форму тіл обертання (скловолокна СВАН чи намотувальні скловолокна).

Великогабаритні вироби порівняно простих форм виготовляють з неорієнтованого рубаного скловолокна без надлишкового тиску при формуванні – корпуси човнів, катерів, шлюпок, вагонів, кожухи автомашин, двері, покрівля, ванни, умивальники, корпуси приладів і апаратів, різних виробів.

Скловолокна застосовують для виготовлення конструкційних виробів, що витримують теплові удари за температури 5000-7000 °С впродовж декількох десятків секунд. У цих умовах склопластмаса має переваги перед жароміцними сплавами, внаслідок ударного сполучення теплоізоляційних властивостей і високої механічної міцності. Під дією такої високої температури поверхневі шари виробу вигорають.

Внутрішні шари за цей проміжок часу нагріваються лише до 200-350 °С, зберігаючи свою структуру і механічну міцність.

Фурфурольно – ацетонові пластмаси на основі фурфурольноацетонової смоли і різних наповнювачів (відповідно азбесту – ФАА, графіту ФАГ і скляного волокна ФАС) мають високу теплостійкість і діелектричні властивості. ФАА – призначається для

виготовлення гальмових колодок, ФАГ – для хімічного машинобудування, ФАС – для роботи за високих температур.

Фенопласти й амінопласти

До фенопластів відноситься велика група пресувальних матеріалів, виготовлених на основі штучних смол, одержаних конденсацією фенолів з формальдегідом.

Фенопласти являють собою композиційні суміші вищевказаних смол з органічними і мінеральними наповнювачами, з додаванням затвердників, що змазують і офарблюють речовин.

Фенопласти виготовляють у виді порошків, крихти і волокнистих матеріалів. Вони мають високу твердість, електроізоляційні властивості, міцність, хімічну стійкість і теплостійкість.

Фенопласти К-17-2, К-18-2, К-19-2, К-110-2 і т.п. використовують для виготовлення деталей, що не підлягають навантаженням, ковпачків, пробок, рукояток, кнопок, деталей освітлювальної арматури в нафтовому машинобудуванні, вагонобудуванні, верстатобудуванні, в автомобільній і других галузях промисловості.

Кислотостійкий матеріал фаоліт у сполученні з азбестом і графітом заміняє свинець, бронзу й інші метали в хімічній промисловості, феноліти К-18-36 тощо. Застосовується для малогабаритних несилкових деталей, корпусів, кришок.

З пресматеріалів ФКП виготовляють деталі, до яких висувають вимоги підвищеної міцності на удар, а також картери автомобільних двигунів, щитки приладів, рукоятки, текстильні веретена, шпулі, човники, малонавантажені шестерні, що працюють в агресивних середовищах, деталі поршневих і відцентрових насосів, абразивні круги підвищеної міцності тощо.

Пресматеріали ФАК-4 на основі феноло-формальдегідних смол, модифікованих поліамідами, і каучуків, з наповнювачами з меленого кварцу та інших неорганічних речовин застосовуються для виготовлення деталей автомобільних двигунів, приладів запалення, різних тонкостінних, армованих деталей, що вимагають стійкості до вібраційних і ударних навантажень, а також для деталей, що працюють в умовах тропічного клімату.

Нижче приведені сполуки найбільш типових фенопластів і області їх застосування (табл. 4.11).

Амінопласти – пресувальні матеріали з мочевино-формальдегідної смоли, сульфітної целюлози, барвників і речовин, що змазують. У

порівнянні з фенопластами, амінопласти мають підвищену дугостійкість, але меншу теплостійкість і водостійкість.

Таблиця 4.11 – Сполуки і призначення найбільш типових фенопластів

Марка	Вміст та призначення
К-21-22 К-18-2	Феноло-формальдегідна смола у сполученні з деревним борошном. Для різноманітних малонавантажених деталей загального й електротехнічного призначення, що працюють до температури 80 °С. Не рекомендується використовувати у вологому кліматі.
К-17-35	Феноло-формальдегідна смола сполучена з полівінілхлоридом + мінеральний наповнювач. Для кислото- і вологостійких виробів.
К 114-35	Феноло-формальдегідна смола сполучена з поліамідом + мінеральний наповнювач (кварцове борошно). Для виготовлення високоякісної радіоапаратури, що працює до температури 100 °С, короткочасно до 150 °С, і виробів, що працюють в умовах тропічного клімату.
К 211-34	Феноло-формальдегідна смола сполучена з ніліноформальдегідною смолою + мінеральний наповнювач. Ненавантажені та неармовані деталі радіотехнічного призначення і високоякісної ізоляції, що працюють до температури 120 °С.
ФКПМ-12	Феноло-формальдегідна смола сполучена із синтетичним каучуком + мінеральний наповнювач (каолін). Для навантажених радіо- і електротехнічних деталей.
ФАК-2	Феноло-формальдегідна смола сполучена з поліамідом і з синтетичним каучуком + мінеральний наповнювач (кварцове борошно). Для навантажених радіо- і електротехнічних деталей, що працюють за температури 200 °С і підвищеної вологості.

Деталі з амінопластів стійкі до впливу слабких кислот, лугів, гасу, олив, спирту, ацетону, але руйнуються концентрованими лугами і кислотами. Амінопласти безбарвні, світлостійкі і піддаються фарбуванню в будь-які кольори.

Амінопласти (марок А і Б) застосовують для виготовлення ненавантажених армованих і неармованих деталей загального технічного і декоративного призначення (кнопки, рукоятки керування, корпуси деяких приладів та інші пофарбовані деталі).

Пресматеріал К-77-51 застосовують для деталей приладів запалювання; пресматеріал К-78-51 – для деталей шахтного устаткування, деталей приладів запалювання, вимикачів авіаційних і інших двигунів, деталей електроустаткування; пресматеріал ВЭИ-12 - для виробів, до

яких пред'являються підвищені вимоги у відношенні механічних властивостей.

До числа пластмас даного різновиду можна віднести і такі матеріали, як меламін, що виходить на основі мелаїноформальдегідної смоли і деревного борошна і використовується при виготовленні деталей машин, що стикаються з харчовими продуктами.

Пресматеріал МФК-20 на основі мелаїноформальдегідної смоли, модифікованої кремнійорганічною смолою, призначений для виготовлення ізоляційних дугостійких деталей електроапаратури.

Термопластичні полімерні матеріали

Термопластичними полімерними матеріалами (термопластами) називають такі матеріали, які за зміни температури змінюють свій фізичний стан – розм'якшуються при нагріванні і твердіють при охолодженні, не піддаючись при цьому хімічним перетворенням.

Володіючи комплексом дуже цінних властивостей, термопласти знаходять широке застосування в техніці при виготовленні електро- і радіодеталей, деталей, що працюють у хімічних середовищах, антифрикційних і ущільнювальних деталей.

Більшість цих матеріалів непридатна для виготовлення виробів, що працюють за високих довгостроково діючих навантажень. Такі навантаження викликають явища холодотекучості, характерні для багатьох термопластів.

Термопласти випускають у виді гранул, порошоків і в цьому випадку їх використовують для виготовлення деталей методом лиття під тиском, екструзії тощо, у виді напівфабрикатів–плівок чи листів і профілів різного перетину, використовуваних для виготовлення деталей механічною обробкою, штампуванням і зварюванням.

Поліетилен відноситься до групи термопластів. Питома вага поліетилену 0,93-0,97. Він має високу хімічну стійкість, у тому числі і до концентрованих кислот і лугів.

За звичайної температури не розчиняється ні в жодному з відомих розчинників. За температури 80° С розчиняється в ароматичних вуглеводнях (толуолі, ксилолі й інш.). Поліетилен старіє (утрачає свої механічні властивості) під дією ультрафіолетових променів.

Для запобігання цього явища в нього вводять 2-3 % газової сажі як стабілізатора. Поліетилен відрізняється малою водопоглиненістю, підвищеною морозостійкістю і високими діелектричними властиво-

стями. Для кабельної промисловості випускають спеціальний кабельний поліетилен (пластифікований поліізобутиленом).

Поліетилен добре переробляється усіма відомими способами: литтям під тиском, екструзією, вакуум-формуванням, механічною обробкою, зварюванням. На металеву поверхню поліетилен можна наносити методом вогневого чи вихрового напилювання.

Поліетилен випускають високого тиску і низького тиску, які розрізняються методом виготовлення і фізико-механічними властивостями. Поліетилен ВД має температуру плавлення 115 °С, а поліетилен НД–120–135 °С.

Поліетилен низького тиску має більшу механічну міцність і твердість, ніж поліетилен високого тиску, і використовується для виготовлення труб, шлангів, листів, плівки, деталей високочастотних установок і радіоапаратури, різних ємностей.

Литтям виготовляють вентилі, крани, золотники, безшумні зубчасті колеса, що працюють з малим навантаженням. Поліетилен високого тиску застосовують як пакувальний матеріал у виді плівки чи у виді небиткого хімічного посуду.

Поліпропілен відноситься до тієї ж групи термопластів. Поліпропілен має меншу питому вагу (0,91) і велику поверхневу твердість. З пропилену виготовляють труби, листи різної товщини, що легко піддаються штампуванню, яке супроводжується глибокою витяжкою.

Такі вироби використовують як корпуси приладів і апаратів, лицювальний матеріал, замітник порцеляну і фаянсу, що вигідно відрізняється від них пружністю і низькою питомою вагою.

Полістирол являє собою безбарвний прозорий матеріал, що має абсолютну водостійкість, високі електроізоляційні властивості, світлостійкість і твердість.

Полістирол стійкий до цвілі, до лужних і кислих середовищ і розчиняється в бензолі, толуолі, хлороформі, чотиріхлористому вуглеці, ефірах і кетонах. Його діелектричні властивості мало змінюються за зміни температури від –80 до +110 °С.

До недоліків полістиролу відносяться його мала теплостійкість, порівняльна крихкість і схильність до старіння і розтріскування. Для запобігання розтріскування в полістирольні матеріали вводять пластифікатори чи мінеральні наповнювачі.

Переробляється полістирол методом лиття під тиском, екструзією і видуванням. Вироби з полістиролу можна піддавати будь-яким видам механічної обробки. З полістиролу виготовляють

антени, лампові панелі, каркаси котушок, лабораторний хімічний посуд.

З блокового полістиролу екструзією можна одержувати трубки й інші профільні вироби, плівки, стрічки і нитки різної товщини. Полістирольні трубки застосовують для ізоляції високочастотних проводів чи виготовлення деталей радіолокаційної апаратури, ізоляторів, прозорих деталей вологопоглиначів, футлярів кнопкового керування.

З полістиролу виготовляють різні деталі високочастотної апаратури, а також електротехнічні лаки. У поліграфічній промисловості полістирол і його сополімери використовують для виготовлення шрифту (замість свинцю).

Цей полімер широко використовують для виготовлення побутових виробів; у техніці широко застосовуються сополімери стирола. Сополімеризація поліпшує властивості чистого полімеру (механічну міцність, теплостійкість).

Сополімери стирола застосовують з метилметакрилатом (марки МСН, МС-2 і МС-3). При сополімеризації стирола з нітрільним каучуком одержують матеріал ПКНД, що володіє великою гнучкістю.

З нього виготовляють ударостійкі корпуси для машин методами лиття під тиском чи глибокої витяжки. Більш міцний матеріал СНП (сополімер стирола з акрилонітрилом, модифікований нітрільним каучуком) випускають у виді листів і крихти, переробляють у вироби методом лиття під тиском і штампуванням виробів з листів.

Фторопласт - високомолекулярні сполуки на основі фторо- і хлорпохідних етилену, у якому всі атоми водню заміщені фтором чи фтором і хлором.

Існує декілька видів фторопластів, але найчастіше застосовується у промисловості політетрафторетилен (фторопласт-4) і політрифтормонохлоретилен (фторопласт-3). Фторопласт-4 хімічно абсолютно стійкий.

На нього діють тільки розплави солей лужних металів і фтор за високих температур. Питома вага фторопласта – 4-2,2 (найважчий з усіх полімерів).

Коефіцієнт тертя фторопласту-4 у сім разів нижче коефіцієнта тертя добре полірованої сталі, що сприяє використанню його в машинобудуванні для тертьових деталей без застосування змащення, однак за незначних навантажень, оскільки фторопласт-4 має холодотекучість, що збільшується з підвищенням температури.

Фторопласт-4 працює в інтервалі температур від -250 до $+260$ °С. Фторопласт-4 не переробляється звичайними методами для переробки термопластів, тому що не переходить у грузло-текучий стан. Вироби з фторопласта-4 одержують спіканням за температури $350-370$ °С порошку, спресованого за формою деталі.

Фторопласт-3 при нагріванні до температури 210 °С розм'якшується і плавиться, що дає можливість переробляти його методом лиття під тиском. Фторопласт-3 може працювати в інтервалі температур від -80 до $+70$ °С; він хімічно стійкий, але набухає в органічних розчинниках; більш твердий і механічно міцний, ніж фторопласт-4, не має холодної плинності.

Фторопласти широко застосовуються для виготовлення діелектриків у техніці, ущільнювальних деталей – прокладок, набивань, що працюють в агресивних середовищах, деталей клапанів кисневих приладів, мембран, хімічно стійких деталей (труб, гнучких шлангів, кранів і т.д.), що самозмазуються, вкладишів підшипників, реакторів, насосів, тари харчових продуктів, використовуються у відновлюючій хірургії, фторопласти також знайшли застосування для захисту металу від впливу агресивних середовищ.

Покриття виробляється з суспензій чи емульсій з наступним спіканням. Поліаміди – тверді термопластичні смоли широко застосовуються в машино- і приладобудуванні. Залежно від хімічного складу вихідної сировини, виробляють декілька типів поліамідів.

Для виготовлення пластмасових деталей звичайно застосовують поліамід-68, поліамід-66 і капрон. Поліаміди мають високу поверхневу твердість, високу міцність на розрив, значну міцність на статичний і ударний вигин.

Вони стійкі до дії вуглеводнів, жирів, олив, розведених і концентрованих лугів, розчинні у фенолах, мурашиній, оцтовій і мінеральній кислотах, нижчих спиртах; мають цілком задовільні діелектричні властивості, мають низький коефіцієнт тертя; негорючі і дуже трудно спалахують, плавляться у вузькому інтервалі температур, що обумовлено їх кристалічною структурою.

Поліаміди переробляються у вироби литтям під тиском і екструзією. Окремі елементи виробів можна з'єднувати зварюванням чи склеюванням.

Застосовують поліаміди для виготовлення волокон, плівок, покриттів, клеїв, деталей машин. Поліамідне волокно використовується для високоміцного шинного корду, трансмісійних стрічок, канатів, щетини, рибальських мереж.

Важливе значення для машинобудування має застосування їх у виді плівки для облицювання підшипників ковзання, зубчастих коліс. Поліаміди добре наносяться на різні сорти сталі, алюміній та інші метали.

Найбільше часто застосовуються поліаміди у виготовленні шестерень, підшипників ковзання, робочих органів відцентрових насосів і турбін, ущільнень гідросистем, шківів пасових передач, ткацьких човників, елементів муфт, гребних гвинтів пароплавів, різних деталей автомобілів, деталей різних вимикачів.

Для оливопроводів, бензопроводів і гідравлічних систем застосовують труби з поліамідів. Поліаміди застосовують у чистому виді й у суміші з різними наповнювачами – графітом, сажею, каоліном, скловолокнистими матеріалами.

Введення скловолокнистого наповнювача підвищує фізико-механічні властивості поліамідів. Деталі і вироби зі склонаповнених поліамідів можуть експлуатуватися в більш жорстких умовах (за великих навантажень і швидкостей, більш широкого температурного інтервала), ніж чисті поліаміди.

Склонаповнені поліаміди заміняють кольорові метали в різних областях техніки. Склонаповнені термопласти переробляють у вироби методом лиття під тиском.

Поліхлорвініл відноситься до групи пластмас, створених на основі поліхлорвінілової смоли і сополімерів вінілхлориду. Полівінілхлоридна смола являє собою білий мілкодисперсний порошок з температурою плавлення 150–160 °С.

Один з найбільш технічно дорогих матеріалів полівінілхлоридної смоли – вініпласт. На його основі виготовляють також м'які еластичні матеріали – пластикати, що мають високу хімічну стійкість, оливо- і водостійкість, що переробляються у вироби шляхом вальцювання.

Пластикат випускають у виді листів, плівок, трубок, стрічок. Пластикат широко застосовується в електротехнічній промисловості для ізоляції кабелю і проводів, для виробництва трансформаторних стрічок, лінолеуму, оливо-, воК- і бензостійких прокладок і ущільнювачів.

Пластикат піддається старінню, стає тендітним від впливу сонячних променів. Світлотермостійкий пластикат виходить при введенні спеціальних пластифікаторів.

Саран – сополімер вінілхлориду з вініліденхлоридом; має високу міцність, низьку паро- і газопроникність у плівках, крашу, в

порівнянні з полімерами вінілхлориду, теплостійкість, стійкість до дії агресивних середовищ і розчинників.

Цей матеріал йде для виготовлення методами пресування і лиття під тиском різної арматури, патрубків, трійників, хрестовин, фланців, корпусів електричних батарей, акумуляторів. Матеріал добре зварюється (хімічна апаратура, ємності), екстрагується (труби і безупинні профільні вироби). Полікарбонати – нові термопластичні матеріали, що мають цінні властивості: високу поверхневу твердість, ударну міцність і теплостійкість. Вони водостійкі і стійкі до окисних середовищ за підвищених температур.

Полікарбонати зовсім прозорі і можуть бути використані замість силікатного скла. Полікарбонати застосовують для виготовлення зубчастих коліс, втулок, клапанів, кулачків та інших подібних деталей. Полікарбонати переробляють у вироби всіма способами, застосовуваними для виготовлення виробів з термопластів.

Поліформальдегід – полімер, що володіє твердістю, високою ударною міцністю, абсолютною водостійкістю, стійкістю до мінеральних олів і бензину, стійкий до атмосферних впливів, до дії окисних середовищ, але поступово руйнується в розчинах кислот і лугів.

Застосовується для виготовлення антифрикційних деталей, робочих частин насосів, турбобурів та інших гідравлічних машин, шестерень, підшипників, деталей, що працюють у воді, бензині й оліві, деталей текстильних машин і металорізальних верстатів, корпусів електроінструментів. Вироби з формальдегіду формують литтям під тиском в інтервалі температур 182-220 °С.

Пентопласт – полімер на основі формальдегіду, що відрізняється хімічною стійкістю й атмосферостійкістю. За водостійкість пентопласт аналогічний фторопластам, поліетилену і полістиролу. З пентопласту виготовляють хімічно стійкі труби, клапани, вентиля, сепаратні кільця, підшипники, деталі годинних механізмів.

Методи одержання волокнистих і порошкових пластмас

Прес-матеріали виготовляють в основному сухими методами – вальцевим (періодичним і безупинним) і шнековим. Процес виробництва преспорошків вальцевим методом складається з наступних операцій: дроблення і розмолу смоли, розмолу і змішання складових частин, вальцювання суміші, дроблення і розмолу вальцьованої маси, укрупнення партії і тарування.

Порошкоподібні складові частини прес-матеріалу перемішують у кульовому млині. Потім суміш піддають вальцюванню на гарячих вальцях (температура 100-120 °С). При обробці суміші на гарячих вальцях смола, що міститься в ній, розплавляється і просочується в смінь.

Одночасно у процесі вальцювання відбувається рівномірний розподіл компонентів і формування листів пресматеріалу. Охолоджені листи пресматеріалу подрібнюються в порошок.

Шнековий метод допускає найбільшу механізацію процесів.

Попередні операції (розмол смоли, підготовка наповнювачів, змішання компонентів), що ведуть до одержання порошкоподібної суміші, однакові для шнекового і вальцювого методів.

Розходження полягає лише у процесі пластифікації (гарячого змішання), що здійснюється при шнековому методі безупинно через шнекопрес.

Застосовується також емульсійний спосіб для виготовлення резольних пресматеріалів з деревним і волокнистими наповнювачами (бавовняне волокно, целюлоза).

Для просочення наповнювача, на відміну від сухих методів, застосовується емульсійна резольна смола, що представляє собою грузлу рідину із вмістом води до 30-35 %.

При роботі з деревним наповнювачем змішання компонентів відбувається в лопатевих мішалках, з волокнистим наповнювачем на бігунах. По закінченні змішання всіх компонентів сирий пресматеріал висушують і після охолодження подрібнюють.

Переробка пластмас

Найбільш розповсюджений метод виготовлення деталей із пластичних мас – пресування реактопластів (пластичних мас, що під дією тепла і тиску переходять у твердий, неплавкий і нерозчинний стан).

Виготовлення виробів з термореактивних пресувальних матеріалів здійснюється у сталевих прес-формах на пресах. У більшості випадків застосовують гідравлічні преси, тому що вони забезпечують постійний тиск на деталь, що пресується, протягом усього часу пресування і, крім того, вони простіші і надійніші в експлуатації.

Технологічний процес пресування деталей з прес-матеріалів пов'язаний з фізичними і хімічними змінами матеріалу. Основними фак-

торами, що визначають режим пресування виро-бів з пластмас, є тиск, температура і час витримки при нагріванні під тиском.

Тиск пресування визначає повне і своєчасне заповнення прес-форми і, отже, потрібно встановлювати такий оптималь-ний тиск, якого достатньо для оформлення деталі, забезпечення потрібної швидкості замикаання прес-форми.

Підвищення тиску пресування погіршує якість деталей і веде до більш інтенсивного зносу прес-форми. За недостатнього тиску виріб може вийти пористим з товстим шаром на краях.

Величина тиску залежить від сполуки прес-матеріалу і конфігурації виробу, що пресується, як правило, вона складає 20-70 МПа. Температура пресування відіграє велику роль у технологічному процесі.

У перший момент пресування (включаючи замикаання прес-форми) матеріал, нагріваючись від стінок прес-форми, стає м'яким – пластичним (завдяки розплавленню смоли) і тим самим здобуває здатність заповнювати порожнину прес-форми, що формується, під дією тиску.

Надалі під дією тепла, у період технологічної витримки, матеріал твердіє, завдяки переходу смоли до неплавкого і нерозчинного стану. Температура нагрівання залежить від виду пресматеріалу.

При пресуванні фенопластів вона дорівнює 150-180 °С, при пресуванні амінопластів –130-145 °С. Витримкою при пресуванні вважається відрізок часу, починаючи від моменту замикаання прес-форми до моменту зняття тиску, при підйомі преса для витягу відпресованого виробу.

Витримка при пресуванні необхідна для переводу матеріалу до неплавкого і нерозчинного стану. Час витримки залежить від товщини стінок виробу і для різних прес-матеріалів знаходиться в межах 0,5-2,5 хвилин на 1 мм товщини стінок виробу. Сумарний час витримки визначають за найбільшою товщиною стінок.

Для прискорення технологічного процесу пресування деталей і поліпшення їх якості рекомендується застосовувати попередній підігрів матеріалу безпосередньо перед заванта-женням його в прес-форму.

Прес-матеріал нагрівають у печах з електричним обігрівом і струмами високої частоти, при цьому виходять кращі результати, тому що досягається більш швидкий і рівномірний підігрів матеріалу.

Розрізняють пряме пресування, за якого прес-маса завантажується безпосередньо в порожнину прес-форми, і прикла-дений до

маси тиск розвивається відразу в цій же порожнині, і ливарне пресування, за якого прес-маса завантажується спочатку у проміжну камеру (тигель), відкіля переливається в формуючу порожнину (рис. 4.68).

Прес-форма є інструментом, у якому відбувається формоутворення виробу. Поверхні формуючих деталей прес-форм (поверхні матриці, пуансона, вкладишів, знаків і т.п.) хромують (товщина хромового покриття 5-20 мкм) і полірують до дзеркального блиску.

Це здійснюється для запобігання прес-матеріалу від прилипання до прес-форми й одержання деталей з гарним зовнішнім виглядом і кращими електроізоляційними властивостями. Прес-форми звичайно обігрівуються електрикою.

Важливим фактором поліпшення якості і зниження з'єднання деталей при пресуванні є автоматичне регулювання температури прес-форм.

Для виготовлення виробів з листових термопластів (органічного скла, вініласту, целулоїду, поліетилену, поліпропілену) застосовується метод штампування; він базується на здатності цих матеріалів переходити до високоеластичного стану при нагріванні і затвердівати при охолодженні.

Нагрітий лист термопласту формують у штампі чи спеціальному пристосуванні. Не знімаючи зовнішнього зусилля, виріб охолоджують, фіксуючи надану йому форму.

Вироби відкритого типу – двері холодильників, тарілки, кювети, корпуси приладів і машин тощо виготовляють за допомогою різноманітних формувальних машин і пресів.

Розповсюдженим методом переробки пластмас є метод лиття під тиском.

Лиття під тиском здійснюється у спеціальних ливарних машинах у стадії в'язкотекучого стану пластмаси. Лиття під тиском переважно застосовують для виготовлення виробів з термопластів.

Так, за порівняно низьких температур переходять у груз-ло текучий стан полістирол, сополімери полістиролу, ацетилцелюлозний етрол, поліетилен, капрон та інші поліаміди, пластифікований поліхлорвініл і т.п.

Лиття під тиском застосовують також при переробці реактопластів, але обмежено. Методом екструдерного формування – безупинним видавлюванням термопластичних матеріалів – виготовляють плівки, листи, труби і різні профілі. Процес здійснюється на спеціальних черв'ячних пресах – екструдерах.

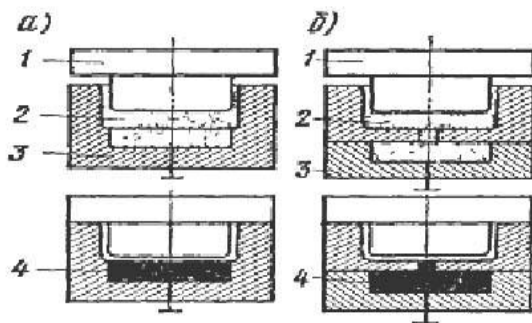


Рис.4.68 – Схема технологічного процесу пресування:

а) прямого; б) ливарного: 1 – пуансон, 2 – пресматеріал, 3 – матриця, 4 – виріб

Шаруваті пластмаси

Матеріали, одержані при з'єднанні між собою накладених один на одного декількох шарів волокнистих наповнювачів (тканини, паперу, деревини і т.п.), просочених штучними смолами, називаються шаруватими.

Шаруваті пластмаси випускають або у виді напівфабрикату, що представляє собою листи наповнювача, просочені смолою, або у виді відпресованих заготовок: листів, плит різної товщини, труб різних діаметрів, стержнів, дисків, а також фасонних виробів.

Плити виготовляють просочуванням наповнювача смолою, розкроюванням його на листи, що складають один з одним у пакети заздалегідь установленної товщини. Пакет пресують між плитами поверхового преса за тиску 8-10 МПа і температури 140-160 °С.

Необхідність попередньо розкроювати листи наповнювача, просоченого смолою, і збирати пакети приводить до того, що із шаруватих пластмас переважно формують заготовки. Тому для шаруватих пластмас механічна обробка є одним з основних методів їх переробки у вироби.

Шаруваті пластмаси відрізняються анізотропією властивостей; особливо це стосується механічної міцності. Найбільш міцний матеріал вздовж ниток основи чи тканини волокон шпони.

Промисловість випускає наступні види шаруватих пластмас: гетинакс, текстоліт, азботекстоліт, ДСП, склотекстоліт тощо.

Гетинакс – шарувата пластмаса на основі феноло-формальдегідної смоли й листів паперу. Гетинакс випускають під марками

А, Б, В, Г. Гетинакс марок А і В має підвищені електричні властивості, марок Б і Г – підвищену механічну міцність.

Гетинакс випускають у виді листів товщиною 0,5-50 мм, стержнів діаметром до 25 мм і трубок різних діаметрів. Гетинакс застосовують головним чином як електроізоляційний матеріал. Випускають також декоративний гетинакс для опоряджувальних робіт. З гетинаксу готують фасонні вироби технічного і побутового призначення.

Текстоліт – шарувата пластмаса, де як наповнювач використовується бавовняна тканина, як з'єднувач – феноло-формальдегідна смола.

Текстоліт володіє високою механічною міцністю, малою питомою вагою, високими антифрикційними властивостями, високою стійкістю до вібраційних навантажень, зносостійкістю і гарними діелектричними властивостями. Теплостійкість текстоліту 120-125 °С.

Текстоліт знайшов широке застосування як замітник кольорових металів для вкладишів підшипників прокатних станів у металургійній промисловості, як конструкційний і виробний матеріал в авіа- і машинобудуванні; для виготовлення напрямних роликів у літаках, шестерень в автомобілях та інших технічних виробках, до яких пред'являються високі механічні вимоги. Текстолітові шестерні, на відміну від металевих, працюють безшумно. Електротехнічний текстоліт застосовують для виготовлення електроізоляційних виробів підвищеної міцності – ізолюючих роликів, пазових й ізолюючих клинів в генераторах, різних ізолюючих деталей для роботи на повітрі й у трансформаторній оливі.

Азботекстоліт являє собою шарувату пластмасу з наповнювачем з азбестової тканини і сполучником – фенолоформальдегідною смолою. Він має високу теплостійкість – до 250° С.

Азботекстоліт застосовують переважно для теплоізоляційного облицювання й у гальмах для дисків зчеплення, оскільки він має великий опір тертю.

Склотекстоліт виготовляють пресуванням пакета скляної тканини, просоченої смолою. Вибір сполучника визначається призначенням склотекстоліту і способом виготовлення виробу.

Так, склотекстоліт КАСТ одержують при використанні суміші феноло-формальдегідної смоли з полівінілацетатами, склотекстоліт ВФГ–полісілоксану і поліацеталу, склотекстоліт ЕФ-32-301 – епоксидної смоли. Діаметр скловолкна у склотканині складає 3,5-5 мкм. Сполучник у склотекстоліті виконує роль клею, і його вміст не

перевищує 25-30 %, інакше міцність виробу знижується. З пакета просоченої склотканини пресують листи, плити, труби.

Склотекстоліт застосовують для виготовлення сильнонавантажених конструкційних виробів, що працюють у сухих і вологих середовищах, за температур до 350 °С, стійких до розчинів електролітів, олив і рідких палив, а також виробів, що повинні володіти високими діелектричними властивостями.

Він знайшов також широке застосування для виготовлення різноманітних високо навантажених великогабаритних виробів (кузовів легкових автомобілів, автобусів, кабін вантажних автомобілів, човнів, катерів, авто- і залізничних цистерн, ємностей і апаратури хімічної промисловості).

Листові пластмаси

Вініпласт – листовий матеріал, що являє собою пластифіковану на гарячих вальцях за температури 160–165 °С суміш полівінілхлориду, отриманого методом емульсійної полімеризації, і стабілізатора (вуглекислі солі свинцю).

Залежно від призначення, вініпласт випускається трьох марок: ВН – непрозорий, натурального кольору чи пофарбований; ВП – прозорий, безбарвний чи пофарбований; ВНТ – нетоксичний, використовуваний у харчовій промисловості.

Вініпласт хімічно стійкий до впливу майже всіх кислот, лугів і розчинів солей будь-яких концентрацій, за винятком азотної кислоти концентрацією вище 50 % і олеуму. Він має добрі електроізоляційні властивості. Однак робоча температура вініпласту невелика – для навантажених деталей від 0 до +40 °С.

Вініпласт піддається холодотекучості; за різких змін температури – жолобиться. Він не горить, але за температури 120-140 °С починає розм'якшуватися, що використовується для зварювання окремих листів між собою.

У полум'ї обвуглюється; температура розкладання 160-200 °С. Схильний до старіння під впливом атмосферних опадів і хімічних реагентів, при цьому здобуває підвищену крихкість і знижену міцність при розриві.

Вініпласт випускають головним чином у виді листів, труб, стержнів, зварювального прутка. Вироби з вініпласту виготовляють видавлюванням, штампуванням, механічною обробкою, зварюванням, склейкою. Склеювання здійснюється перхлорвініловим клеєм.

Згинання, штампування, витяжку можна проводити при нагріванні не вище 150 °С (як правило, 130 °С).

З вініпласту виготовляють ємності в хімічному машинобудуванні, акумуляторні баки і сепаратори для кислотних і лужних акумуляторів, вентилялі, крани, клапани, кришки, пробки, барабани, кліше в типографській справі, плитки для підлог, деталі насосів і вентиляторів та інші вироби.

Поліметилметакрилат (органічне скло) – термопластичний матеріал, що володіє прозорістю, твердістю, стійкістю до атмосферних впливів, водостійкістю, стійкістю до багатьох мінеральних і органічних розчинників, високими електроізоляційними й антикорозійними властивостями.

Він випускається у виді прозорих листів і блоків. Органічне скло вигідно відрізняється від мінерального скла низькою питомою вагою, пружністю, відсутністю крихкості аж до 50-60 °С (легко формується в деталі складної кривизни), простотою механічної обробки, а також зварюваністю.

Однак у порівнянні з мінеральним склом, органічне скло має більш низьку абразивність (поверхневу твердість). Тому поверхня органічного скла легко ушкоджується, і його оптичні властивості порушуються.

Теплостійкість органічного скла нижче, ніж у мінерального; крім того, органічне скло легко загоряється, що не властиво мінеральному склу. Великі вироби сферичної форми виготовляють з розігрітих листів методом формування за допомогою вакууму.

Дрібні вироби одержують штампуванням заготовок з нагрітого листа, витяжкою і видуванням гарячим повітрям. Органічне скло розчиняється в дихлоретані. Розчин органічного скла в дихлоретані використовують як клею для сполуки органічного скла.

Листи з органічного скла надійно зварюють методом контактного зварювання при 140-150 °С і тиску 0,5-1 МПа. Органічне скло застосовується для виготовлення лінз і технічних виробів, прозорих моделей для наочного вивчення режимів роботи різних агрегатів, а також для інших деталей машин, де потрібна прозорість матеріалу.

Особливо широко застосовується органічне скло для скління літаків. Для цих цілей вживають орієнтоване (витягнуте) органічне скло й органічний триплекс - деталі оскління з цих матеріалів при пробитті дають локальне ураження.

Одним з ефективних способів підвищення якості органічного скла є багатомісне розтягування його листів, попередньо нагрітих до

стадії високої еластичності. Листи витягають на 50 % за температури на 10-15 °С вище точки розм'якшення. Такий процес викликає взаємну орієнтацію окремих відрізків макромолекул полімеру в напрямку розтяжних зусиль. Не знімаючи напруги, лист формують у виріб пневмо- чи вакуум-витажкою.

Процес орієнтації приводить до зміцнення матеріалів і збільшення їх в'язкості. Застосовуючи метод орієнтації до нових теплостійких органічних стекел, вдається істотно знизити їхню природну крихкість без зміни теплостійкості.

Деталі оскління, виконані з орієнтованого органічного скла, значно кращі за деталі з неорієнтованого скла за статичною і тривалою міцністю, експлуатаційною живучістю і, що особливо важливо, за поведінням щодо пробиття. Орієнтовані стекла формуються, склеюються і механічно обробляються.

Органічний триплекс являє собою композицію з двох листів органічного скла, склеєних бутварною плівкою товщиною 2 мм. Властивості органічного триплекса близькі до властивостей неорієнтованого органічного скла. Перевага його полягає в більшій локальності ушкодження при місцевому пробитті. За технологічними властивостями триплекс мало відрізняється від органічного скла; формується так само – методом вакуумформування.

Целоласти являють собою термопластичні матеріали на основі ефірів целюлози. На сьогодні промисловість випускає нітроцелюлозний, етилцелюлозний і ацетілцелюлозний етроли і листові матеріали – целлон і целулоїд.

Целоласти хімічно нестійкі і розчиняються в більшості органічних розчинників. Матеріали на основі нітроцелюлози (етрол, целулоїд) дуже горючі. Целоласти застосовуються в машинобудуванні головним чином для виготовлення штурвалів, кнопок, а також декоративних деталей внутрішньої обробки автомобілів.

Пінопласти

Пінопласти – це газонаповнені пластмаси; вони відрізняються від монолітних полімерних матеріалів своєю пористою структурою. За структурою вони поділяються на пінопласти, у яких газоподібні включення ізольовані одне від одного тонкими стінками полімерного матеріалу, і на поропласти – зі сполученими осередками.

За властивостями вони розрізняються: пінопласти – водо-, теплостійкі; поропласти мають високе звукопоглинання і легко усмоктують вологу (поролон). За механічними характеристиками пінопла-

сти можна розбити на три групи: жорсткі - Пс-1, ПС-2, ПС-4. ПХВ-1, ПХВ-3. ПУ-101, ПУ-101А, ПУ-101Б, ПУ-101Г, ФК-20; напівтверді – ПУ-101В, ПУ-102В, ФК-40; еластичні – ПХВЕ і поролон.

Пінополістироли, що відносяться до твердих пінопластів, застосовують переважно у виробництві твердих виробів, до яких пред'являються особливо високі вимоги у відношенні електроізоляційних якостей. Пінополіхлорвініли відносяться до напівтвердих пінопластів. Їх застосовують як матеріал, що додає твердості конструкції, але знижує її вагу, як замітник пробки у виробництві рятувальних поясів, поплавців рятувальних шлюпок, як легкий теплоізоляційний матеріал в будівництві літаків. У виробництві еластичних електроізоляційних матеріалів застосовують поліетиленовий пінопласт.

Еластичні пінополієфіроуретани, що відносяться до еластичних пінопластів, мають високу міцність, досить високу теплостійкість. За пружними властивостями пінополієфіроуретан поступається піногумам, але кращий за оливо- і бензостійкістю, стійкістю до дії озону, мають більший діапазон робочої температури (від-190 до+120° С) і значно велику міцність на розрив і надрив. Еластичний пінополієфіроуретан знайшов широке застосування як амортизатор, замітник металевих пружин, холодостійкий теплоізолятор у виробництві теплового одягу, килимів, губки тощо.

Пінопласти добре обробляються як ручним, так і механічним способом на деревообробному устаткуванні. Вони з'єднуються між собою і з іншими матеріалами переважно склеюванням. Листові пінопласти на основі термопластичних полімерів (полістирол, полівінілхлорид) можуть піддаватися при нагріванні штампуванню і згинанню. Вироби складної конфігурації з пінопластів ПС-Б, ФК-20, ПУ-101 тощо можна одержати заповненням форми гранулами чи рідкою композицією з наступним спінюванням і отвердінням.

Покриття з пластмас

В останні роки успішно застосовується нанесення покриттів на метал з термопластичних матеріалів методами напилювання (газополум'яним і вихровим) чи у виді суспензій.

Газополум'яне напилювання здійснюється пістолетоподібним апаратом, у який з живильного бачка підсмоктується порошок смоли; щоб порошок не злипався, бачок обладнують вібратором. Під дією повітряно-ацетиленового полум'я пістолета на виході з щелевидного сопла порошок плавиться і розпоршується стисненим повітрям на

напилюваній поверхні. Після розплавлювання полімер добре розтікається по поверхні.

Для поліпшення прилипання полімеру поверхню металу піддають піско- чи дробоструйній обробці і нагрівають полум'ям пістолета (при нанесенні, наприклад, поліетилену до температури 200 °С). Газополум'яним напилюванням одержують покриття з поліетилену, поліамідів (капролактама, нейлону), бітумів, шелаку тощо.

Для одержання пофарбованих покриттів порошок смоли змішують з пігментами. Для цієї мети вживають пігменти, що зберігають колір у процесі напилювання, – монстраль синій, сажу, жовтий і червоний кадмій, хромову зелень, ультрамарин.

Покриття поліетиленом, отримані газополум'яним напилюванням, використовують для захисту металів від корозії, дії струмів високої частоти і впливу агресивних середовищ. Поліамідні покриття мають гарну адгезію до металу і відрізняються високою пружністю і великою бензо- і оливоустійкістю.

Покриття, одержувані газополум'яним напилюванням з порошку полівінілбутирала, мають гарну адгезію до металу, досить водостійкі, не руйнуються від дії органічних кислот і оливи.

Покриття полівінілбутиралем добре шліфуються і поліруються. Полівінілбутираль застосовують звичайно у виді композицій з іншими смолами і наповнювачами для вирівнювання поверхні автомобільних кузовів, декоративних покриттів і т.п.

Покриття епоксидними смолами, зокрема смолою Е-41 з додаванням як затверджувача поліетиленполіаміна, відрізняються блиском, доброю термостійкістю, хімічною стійкістю й електроізоляційними властивостями. Вихрове напилювання використовують для одержання антикорозійних, електроізоляційних і декоративних покриттів. Для покриттів використовують порошки поліетилену, поліамідів і полівінілбутирала.

Для додання покриттю кольору в порошок полімеру додають пігменти: двоокис титану, окис хрому, жовтий і червоний кадмій, перекис марганцю.

Перед готуванням суміші для напилювання порошки полімеру і пігменту доводять до вологості не більше 0,3 %. Після сушіння порошок просівають, його зернистість ~200 мкм. Просіяні і висушені порошки зважують, і суміш порошків полімеру і пігменту перемішують до одержання однорідного кольору.

Перед початком роботи у ванну для напилювання (рис. 4.69) насипають суміш порошків з розрахунку, що при звихренні висота

шару порошку збільшується в 1,5-2 рази. Повітря для звихнення порошку попередньо пропускається через вологооливодділювач і сухий, чистий калорифер, нагрітий до 50-60 °С.

Звихнення порошку досягається дією стиснутого повітря, що продувається через пористу перегородку, розташовану в нижній частині ванни для напилювання.

Подача повітря у ванну регулюється таким чином, щоб поверхня завихреного шару порошку нагадувала кипляче молоко, без викидів і фонтанування. Рівень киплячого шару нижче верхнього краю ванни не менш ніж на 20 см.

Деталі, що покриваються, для поліпшення зчеплення покриття з металом попередньо піддають спеціальній обробці.

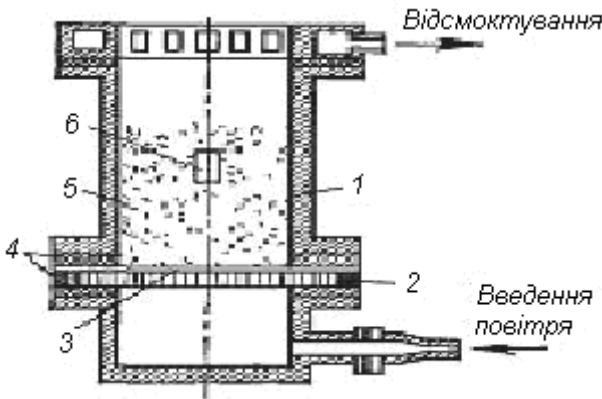


Рис. 4.69 – Схема ванни вихрового напилювання:

1 – ванна; 2 – фільтр; 3 – сітка; 4 – ущільнювальна прокладка; 5 – псевдокиплячий шар порошку полімеру; 6 – деталь, що піддається напилюванню

Підготовлені для покриття деталі нагрівають у термопечі до температури, що перевищує температуру розм'якшення полімеру, і потім на кілька секунд цілком занурюють у ванну з порошком, що знаходиться в завихреному стані.

Час занурення деталі у ванну визначається необхідною товщиною покриття. Шар полімеру виходить рівномірним і частково оплавленим. Для остаточного оплавлення деталей поміщають у піч.

Суспензійне покриття наносять на поверхню металу фторопластами. Суспензію одержують здрібнюванням полімеру на колоїдному млині в середовищі розріджувача (частіше води чи спирту) з додаванням стабілізуючої речовини.

Нанесення суспензій на поверхню деталей роблять зануренням чи розпиленням. Для видалення розріджувача нанесений шар сушать. Потім деталь нагрівають до температури 260-275 °С для розплавлення полімеру й утворення плівки.

Після оплавлення іноді проводять загартування – швидке охолодження покриття водою для зменшення кристалічності полімеру і придбання еластичності. Для одержання покриття товщиною 80-120 мкм один за іншим наносять до десяти шарів.

Покриття не набухають у воді, не змочуються водою, стійкі до дії неорганічних речовин (за винятком розплавлених лужних металів і лугів), злегка набухають у концентрованій азотній кислоті й в олеумі.

Фторопластові покриття використовують для захисту металу від дії хімічно агресивних середовищ, а також як електроізоляційні покриття.

Напилювання склопластиків – захисні покриття одержують одночасним напилюванням на поверхню металу рубаного скловолокна і поліефірних сполучників. Отвердіння покриття відбувається за кімнатної температури.

Напилювання здійснюється пістолетоподібним апаратом за допомогою стиснутого повітря. Покриття зі склопластиків мають добрі міцносні властивості й абразивостійкість.

Клеї із синтетичних матеріалів

За останні роки значення матеріалів, що клеять, на основі синтетичних полімерів усе зростає для багатьох галузей народного господарства.

Клейові сполуки в багатьох випадках є найбільш раціональними, а в деяких випадках єдино можливими видами сполук. Зростаюче значення клеїв пов'язане, насамперед, з тими перевагами, що мають клейові сполуки в порівнянні з заклепувальними, болтовими, звареними й другими сполуками.

Це в першу чергу можливість з'єднання між собою самих різнорідних матеріалів.

Сучасними клеями склеюють різні пластичні маси, силікатне й органічне скло, натуральні і штучні шкіри, каучук і гуму, порцеляну, кераміку, бетон, вироби з паперу, різні породи дерева, бавовняні і вовняні тканини, вироби із синтетичних волокон, а також сталь, срібло, мідь, алюмінієві, магнієві, титанові сплави й інші метали і неметалічні матеріали і їх сполучення.

Важливою властивістю клейових сполук на основі синтетичних клеїв є їх атмосферостійкість, здатність протистояти корозійним впливам і гниттю.

До числа переваг клейових сполук можна також віднести: виключення отворів під болти чи заклепки, що послабляють елементи, що скріплюються, більш рівномірний розподіл напруги у сполуках, рівну поверхню деталей, відносно низьку вартість виробництва деталей при масовому виробництві.

Застосування клею у зварених і клепаных сполуках збільшує їх статичну міцність і витривалість. У той же час клеї не вільні від недоліків. Клейові сполуки мають низьку міцність при нерівномірному відриві; більшість клеїв має також відносно низьку теплостійкість (до 350° С) внаслідок органічної природи основних компонентів клею.

Нові клеї з елементоорганічних і неорганічних полімерів здатні задовільно працювати за температур, що сягають 1000 °С і вище, однак більшість з них не має достатньо еластичності, що поки сильно обмежує їхнє застосування.

Синтетичні клеї широко застосовують для склеювання різноманітних матеріалів в автомобільній, авіаційній, суднобудівній, електро- і радіотехнічній, хімічній, деревообробній, взуттєвій, поліграфічній галузях промисловості й інших галузях народного господарства.

Це дає великий технічний і економічний ефект, дозволяє удосконалювати виготовлення елементів різних конструкцій, пристосовувати, приладів і виробів.

Першими промисловими синтетичними клеями були клеї для дерева на основі феноло-формальдегідних і пізніше карбамідних смол. Це давало можливість надійно з'єднувати різні породи дерева при виготовленні фанери, меблів та інших виробів.

Карбонільний клей і композиції, що клеять, на основі сполучених феноло-формальдегідних і полівінілацетальних смол типу БФ значно розширили область застосування синтетичних клеїв. Стало можливим склеювання не тільки неметалічних матеріалів, але і металів, а також металів з неметалічними матеріалами.

Останнім часом створено велике число клеїв на основі таких полімерів, як поліепоксида, поліуретани, поліаміди, поліефіри тощо.

Термічна обробка поверхні, з метою видалення окалини, іржі, старої фарби, оливи і т.д. здійснюється за допомогою киснево-ацетиленового або газово-кисневого пальника.

Окалина, маючи невеликий коефіцієнт теплового розширення, за термічної обробки легко розтріскується і відшаровується; іржа-розпушується і легко видаляється дротовою щіткою або наждаковою шкуркою.

Термічний спосіб очищення відрізняється економічністю і високою продуктивністю; він застосовується для виробів, що мають товщину не менше 5 мм, для запобігання короблення і деформації металу.

Фарбування роблять відразу ж після очищення, поки метал ще теплий; це скорочує термін сушіння лакофарбових покриттів.

Хімічна й електрохімічна обробка поверхні, тобто обробка металевих виробів у розчинах кислот, кислих солей або лугів з метою видалення окислів з поверхні металу, називається травленням.

При травленні виріб занурюють у відповідні розчини, що реагують з окислами даного металу. Перед травленням виріб очищають від жирових забруднень. Електрохімічне травлення дає можливість значно швидше провести процес травлення і скоротити витрату кислоти.

Безпосередньо перед нанесенням захисних покриттів деталі піддають декопаюванню – швидкому видаленню легкого нальоту окислів, що утворюються на поверхні очищених виробів.

Видалення з поверхні виробів жирових і оливних забруднень проводять за допомогою речовин, що розчиняють жири й оливи. Знежирення здійснюють: органічними розчинниками, лужними розчинниками, електрохімічною обробкою. При знежиренні органічними розчинниками звичайно застосовують бензин, лаковий гас, скипидар, дихлоретан, трихлоретан, тетрахлоретан, чотирихлористий вуглець.

Для знежирення заліза, сталі, чавуну, нікелю, міді й інших металів, що важко розчиняються в лугах, застосовують розчини їдких лугів. Для виробів з олова, свинцю, цинку, алюмінію, а також виробів з чорних металів, що мають олов'яну пайку, вжи-вають розчини лужних солей, наприклад вуглекислий натрій, фосфорнокислий натрій, вуглекислий калій, розчинне скло, мило.

Звичайно користуються сумішшю солей, а для прискорення знежирення додають невелику кількість їдкого натру. При електрохімічному знежиренні застосовують розчини того ж складу, що і при хімічному знежиренні.

Для прискорення процесів знежирення і травлення металевих поверхонь широке застосування знайшли ультразвукові коливання. Ультразвукове очищення деталей від жиру, бруду, залишків абразив-

них матеріалів проводиться у звичайних складах, що знежирюють; при очищенні від іржі й окалини травленням застосовують кислоти.

Для проведення очищення деталі поміщають у зазначені рідкі середовища, що піддають «озвучуванню». Ефективне застосування ультразвукових коливань для очищення дрібних деталей і деталей складної конфігурації, коли звичайні способи очищення зв'язані зі значною тривалістю процесу і низькою якістю очищення важкодоступних ділянок. Ультразвук застосовують при очищенні середньо- і великогабаритних виробів: для знежирення автотракторних блоків, травлення листового металу і т.п.

Застосування ультразвуку забезпечує високу якість очищення, значне прискорення процесу і можливість скорочення виробничих площ.

Грунтування – нанесення першого шару лакофарбового покриття безпосередньо на поверхню, що офарблюється. Основною метою грунтування є створення гарного зчеплення між металом і наступними шарами лакофарбових покриттів.

При нанесенні на метали грунтувальний шар повинен бути стійким до дії речовин, що викликають корозію. Колір і покритість грунтувального шару в непрозорому покритті не має вирішального значення. Матеріал, застосовуваний для нанесення грунтувального шару, називається грунтом, а операція його нанесення – грунтуванням. Утворення лакофарбової плівки відбувається у процесі сушіння лакофарбового матеріалу, нанесеного на поверхню.

Шпатлювання – це процес, за якого між грунтом і верхніми покривними шарами наносять проміжні шари. Поверхня різних об'єктів, що офарблюється, і виробів звичайно має вм'ятини, раковини, подряпини та інші дефекти, що заповнюються і вирівнюються за допомогою шпаклівок.

Дефекти поверхонь, що офарблюються, краще усувати попередньою механічною обробкою (обрубанням, шліфуванням, піскоструминною обробкою), тому що недостатньо еластичний шар шпаклівки піддається розтріскуванню, унаслідок чого порушується міцність покриття.

Для поліпшення зовнішнього вигляду фарбування й одержання гладкого покриття наносять шпаклевочні шари. Шпак-лівка, або підмазочна маса, являє собою густу барвисту пасту, що складається з пігментів і наповнювачів (залізний сурик, охра, крейда тощо), затертих на плівкоутворювальних основах.

Розрізняють клейові, оливні, лакові, нітроцелюлозні, перхлорвінілові, епоксидні й інші шпаклівки. Шліфування (прошкування) застосовується для усунення жорсткостей і нерівностей зашпакльованої поверхні, що висохла, перед наступним фарбуванням; воно застосовується також і для поліпшення зчеплення між шарами покриття. Для шліфування використовують абразивні матеріали з великою твердістю (наждак, карборунд, пемзу тощо).

Нанесення проміжних і зовнішніх шарів покриття роблять після нанесення ґрунтовки і шпаклівки (якщо така передбачена). Перший шар фарби наноситься більш тонким, ніж наступні шари покриття.

Він є «виявляючим» – виявляє усі дефекти шліфування по шпаклівці. Виявлені дефекти виправляють швидко висихаючими шпаклівками, після чого наносять наступні шари покриття. Покривні, або лицьові шари покриття надають поверхні виробу потрібного кольору, відтінку, блиску або матовості.

Після нанесення останнього лицьового шару для додання бажаного виду покриттю здійснюють лакування – нанесення лаку або полірування лицьового покриття полірованою пастою і водою.

Полірування лакофарбових покриттів проводять для додання їм стійкого блиску. Цей вид обробки гладких поверхонь лакофарбових покриттів здійснюється спеціальними полірувальними пастами або полірувальними абразивними матеріалами.

Способи нанесення лакофарбових матеріалів

При нанесенні лакофарбових матеріалів застосовуються наступні основні способи фарбування: кистьове фарбування, фарбування розпиленням, фарбування зануренням і обливанням, накатка фарби вальцями.

Кистьове фарбування – нанесення фарби кистю; робоча в'язкість фарби повинна бути в межах 40-80, тобто мати малярську консистенцію; фарба повинна легко сходити з кисті при невеликому натисненні на поверхню, що офарблюється.

Фарбування розпиленням у кілька разів продуктивніше ручного фарбування і застосовується для найрізноманітніших лакофарбових матеріалів. Методом розпилення можна офарблювати найрізноманітніші вироби, за винятком дуже дрібних.

Економічним методом є фарбування в електростатичному полі (електрофарбування). При цьому покриття виходить рівномірним, суцільним і без патьоків; економія лакофарбових матеріалів становить до 30-50 %. Процес може бути цілком автоматизований. Так

офарблюються кузови автомашин, бідони, велосипедні рами, швейні машини тощо.

Фарбування зануренням і обливанням; цей метод продуктивний і простий за технікою виконання. Він застосовується до виробів обтічної форми, на яких при вивантаженні з ванни або при обливанні не затримується фарба. Для фарбування зануренням (рис. 4.70) використовують переважно гліфталеві й інші оливні емалі. Фарбування в барабанах застосовують для дрібних виробів (пістони для взуття, гудзики і т.д.); вона відрізняється високою продуктивністю і малою витратою матеріалу.

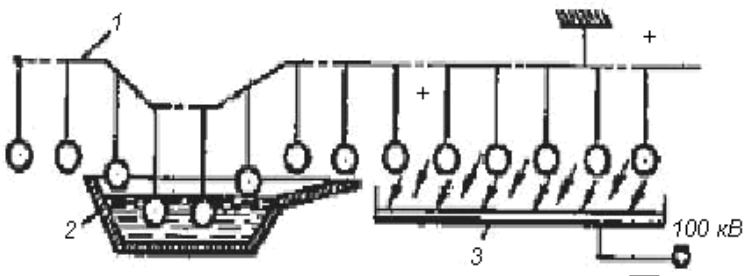


Рис. 4.70 – Схема фарбування зануренням та зняття підтікання в електричному полі

1 – конвеєр з деталями; 2 – ванна з фарбою; 3 – сітка (мінусовий електрод)

Накатка фарби вальцями застосовується лише для фарбування і лакування плоских виробів, наприклад дошок, листового матеріалу й ін. Нанесення лакофарбових матеріалів здійснюється також за допомогою ручних еластичних валиків.

Сушіння лакофарбових покриттів

Нанесені на поверхню лакофарбові покриття піддають холодному або гарячому сушінню. Холодне сушіння проводять на повітрі за температури приміщення не нижче 12 °С і відносної вологості не більше 65 %.

Гаряче сушіння здійснюють гарячим повітрям (конвекційна), інфрачервоними променями (радіаційна), струмами промислової або підвищеної частоти (індукційна). Температура сушіння залежить від лакофарбового матеріалу та матеріалу, що офарблюється.

Надмірно висока температура може викликати погіршення міцностних властивостей пофарбованого матеріалу і дефектів в покритті: здуття, розтріскування, зміна кольору і навіть обвуглювання.

Сушіння гарячим повітрям проводять у сушильних шафах або камерах; залежно від лакофарбового матеріалу і температури сушіння триває від 0,5 до 6 год.

Сушіння інфрачервоними променями триває 10-20 хв. Інфрачервоні промені проникають через лакофарбове покриття і практично миттєво розігрівають пофарбований метал, і сушіння відбувається із глибини до поверхневого шару.

Цим виключається утворення міхурів. Випромінювачі інфрачервоних променів підрозділяються на світлі і темні. Світлими випромінювачами служать звичайні електричні лампи з рефлекторами або дзеркальні лампи потужністю 250-500 Вт з посрібленою зсередини поверхнею.

Вони тендітні і недовговічні, відфільтровують скляною колбою лампи більш довгохвильову частину інфрачервоних променів, витрачають багато електроенергії. Темні випромінювачі не мають цих недоліків. Це – металеві або керамічні листи, що нагрівають гарячими газами або електронагрівниками.

Розжарюючись, вони дають інфрачервоне випромінювання. Повітря в сушильній камері також нагрівається, і таке сушіння називають конвекційно-радіаційним. Пересувні установки з інфрачервоними випромінювачами застосовують для швидкого сушіння на пофарбованій поверхні написів, рисунків і підфарбованих ділянок.

Сушіння струмами промислової і підвищеної частоти використовують при фарбуванні виробів зі сталі й інших матеріалів, що мають магнітну проникність. До пофарбованої поверхні наближають електромагніти з обмоткою, включеною в мережу промислової частоти (50 Гц).

Магнітне поле, що утворюється, викликає в метали пофарбованої деталі втрати на перемагнічування (гістерезис) і струми Фуко, внаслідок чого метал швидко розігрівається і покриття висихає.

Особливо швидко (протягом 3-5 хвилин) здійснюється сушіння за підвищеної частоти (650-750 Гц). Цей метод сушіння придатний для деталей нескладної форми; за складної конфігурації деталей важко забезпечити рівномірність нагрівання.

Особливості фарбування різних матеріалів

Фарбування деревини, незважаючи на загальну подібність з фарбуванням металу, має деякі особливості, обумовлені специфічними властивостями деревини.

Пористість деревини поліпшує прилипання до неї лакофарбових покриттів, але фарбування дерев'яних виробів без попереднього заповнення пір на поверхні вимагає підвищеної витрати лаків і фарб і утруднює одержання рівномірних і суцільних покриттів.

Невисока термостійкість деревини (термічне розкладання починається за температури 140 °С) дозволяє робити сушіння лакофарбових покриттів за температури не вище 70-80 °С.

Схильність до загнивання від різних грибків викликає необхідність обробки дерева хімічними речовинами, отруйними для грибків антисептиками (нафтенат міді, пентахлорфенолят міді, хлористий цинк, креозотова олива та інш.).

Розрізняють два види покриття по деревині: непрозоре (вкриваюче) покриття, яке називається малярською обробкою, закриває текстуру дерева і тому застосовується для простих порід – сосни.

Мета його – не тільки гарний зовнішній вигляд, але і захист від атмосферних впливів, гниття, підвищення водостійкості.

Такі покриття використовують у вагонобудуванні, суднобудуванні, машинобудуванні (особливо сільськогосподарському), у будівництві й інш.; при цьому застосовують пігментовані лакофарбові матеріали – оливні, нітроцелюлозні, хлорвінілові і т.п.; прозоре покриття (лакування і полірування), яке називається столярною обробкою, не закриває, а, навпаки, підкреслює текстуру дерева.

Тому ці покриття застосовують головним чином у меблевій промисловості для обробки дорогих порід дерева з красивою текстурою; при цьому використовують нітроцелюлозні і спиртові лаки і політури.

Фарбування і лакування тканин, шкіри, паперу й інших матеріалів волокнистої структури значно відрізняється від покриттів по металу.

Внаслідок пористості поверхні фарби і лаки, нанесені на волокнистий матеріал, проникають у нього на значну глибину і склеюють між собою окремі нитки і волокна.

Фарбування і лакування волокнистих матеріалів широко застосовують в електротехнічній промисловості і для просочення обмоток різних електростатичних машин і проводів з бавовняною упліткою, у літакобудуванні – для покриття конструктивних елементів літаків, у шкіряній промисловості – для фарбування шкіри й у ряді інших виробництв, наприклад у виробництві клейонки і гранітолю, у друкованому виробництві – при фарбуванні паперу. Фарбування штукатурки і бетону застосовують для обробки будинків і споруджень, для захис-

ту від впливу атмосфери і зниження тепло- і звукопровідності; при цьому широко використовують штукатурку, одержану на основі розчинів в'язких речовин і наповнювачів.

Штукатурку наносять на цеглу, бетон, дерево і камінь. Фарбування штукатурки викликається декоративними вимогами і може бути міцним, якщо міцною є сама штукатурка.

Для покриття по штукатурці застосовують вапняну, клейову, казеїново-емульсійну і силікатні (на рідкому склі) фарби. По свіжій штукатурці застосовуються тільки вапняні фарби.

Види покриття

Захисні покриття. Найбільш широке застосування лакофарбові покриття мають для захисту виробів і конструкцій від атмосферних впливів. Розберемо деякі види захисних покриттів.

Водостійкі покриття застосовують для захисту різних конструкцій, ферм, гідротехнічних споруджень, що експлуатуються у воді, корпусів річкових і морських судів. Для них використовується свинцевий сурик на натуральній оліфі, а також бітумні покриття.

Водостійкі покриття можуть бути отримані на основі перхлорвінілових смол, полімерів дивінілацетилену (лак етиноль і емаль ДП на залізному сурику або на алюмінієвій пудрі).

Хімічно стійкі покриття застосовують для захисту виробів і конструкцій, експлуатованих у кислотах, лугах та інших агресивних середовищах. До них відносяться: перхлорвінілова смола, полівінілхлорид і його сополімери, поліетилен, епоксидні смоли, бітумні матеріали й інш.

Оливобензостійкі покриття застосовуються для захисту деталей і конструкцій, що стикаються з бензином, рідким паливом і олівами. Термостійкі покриття одержують переважно на бітумно-оливній основі, алкідно-оливній або кремнійорганічній основі. Як пігменти вживають залізний сурик, літопон, графіт, алюмінієву пудру і цинковий пил.

Струмопровідні покриття застосовують у різних областях техніки. Їх одержують при нанесенні емалі, що містять значну кількість (до 95–97 %) металевих порошоків (цинк, мідь та інш.). Як плівкоутворюючі використовується полістирол або сополімери вінілхлориду, як розчинник – ксилол або скипидар.

Струмопровідна емаль під час зварювання захищає метал від окислювання й ізолює його від корозійного впливу атмосфери. Необростаючі покриття застосовують для захисту корпусів морських

кораблів, різної підводної апаратури і гідротехнічних споруджень від обростання водоростями і морськими організмами.

Покриття містять різні отрути, головним чином з'єднання міді, ртуті і миш'яку. Покриття, стійкі до дії цвілі, застосовуються для випадку експлуатації лакофарбових покриттів в атмосфері з підвищеною вологістю, особливо у тропічному кліматі; при цьому на пофарбованій поверхні має місце розростання грибової цвілі.

Мікроорганізми цвілі руйнують плівкоутворювач, використовуючи його як живильну речовину, і покриття перестає виконувати свої захисні функції.

Для запобігання розвитку цвілі в лакофарбові матеріали для верхніх покривних шарів вводять фунгіцидні домішки (тетрахлорфенол, каломель, різні фенілртутні з'єднання тощо).

Світні покриття застосовують для шкал приладів, деталей механізмів, аварійного інструмента, протипожежного інвентарю. У світних покриттях як пігмент використовують особливі світні порошки, що називаються люмінофорами.

Виділенням домішки радіоактивних речовин – радію, радіоторію або мезоторію - одержують світлі покриття постійної дії. Декоративні покриття. До числа декоративних покриттів відносяться «мороз», «муар», молоткова, рефлексна, багатобарвні, імітація під коштовні породи дерева.

Обробка ультразвуком

Ультразвукова обробка являє собою ударно-абразивний метод обробки твердих і тендітних матеріалів. Вона здійснюється (рис. 4.71) інструментом 1, що коливається з ультразвуковою частотою 18...20 кГц. Під торець інструмента подається водна суспензія абразивного порошку. Зерна абразиву 2 «забиваються» інструментом у заготовку 3, сколюють матеріал дрібними частками, що разом із роздрібненим абразивом виноситься рідиною. Якщо ж інструмент ударає по вільно висячому в рідині зерну абразиву, то виколування часток матеріалу виробу не відбувається.

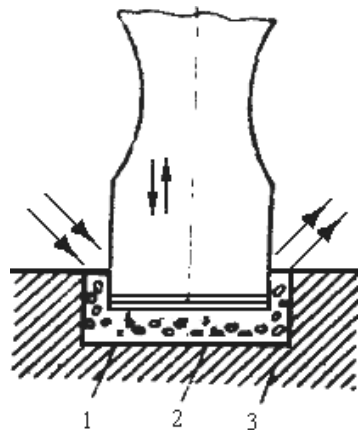


Рис. 4.71 – Схема ультразвукової обробки

Кавітаційні явища надають зернам абразиву швидкості, у десятки разів менші, ніж інструмент у момент удару по зернах, але кавітація підсилює циркуляцію суспензії, що сприяє залученню свіжого абразиву в зону обробки, а також видаленню сколених часток і зруйнованих зерен абразиву.

Цим методом добре обробляються тверді і тендітні матеріали: кераміка, кварц, рубін, алмаз, кремній, тверді сплави й інші. Для обробки твердих сплавів інструмент доцільно виготовляти зі сталі 45 з наступним загартуванням до твердості HRC -18...56. При точній обробці застосовують інструмент з незагартованої сталі, тому що при загартуванні може статися його деформація. Шаржування поверхні інструмента абразивними зернами не впливає на обробку.

Максимальна швидкість знімання матеріалу при обробці скла складає $9000 \text{ мм}^3/\text{хв}$, а по твердому сплаву – $200 \text{ мм}^3/\text{хв}$.

Грузлі матеріали (наприклад, сталь незагартована) погано обробляються ультразвуковим способом, тому що під ударами зерен абразиву не відбувається відколів матеріалу виробу, а зерна просто укорінюються в оброблюваний матеріал.

Продуктивність ультразвукової обробки залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, зернистості абразиву, складу абразивної суспензії, амплітуди коливань інструмента та ін.

Оптимальна величина зерен абразиву складає 110 мкм, причому максимальна продуктивність досягається за концентрації абразиву 30...40 % від загальної маси суспензії.

Швидкість обробки зростає пропорційно квадрату амплітуди. Нині максимальні амплітуди коливань приймають у 45...50 мкм. Подальше збільшення амплітуди приводить до швидкого руйнування інструмента.

Точність і чистота обробленої поверхні при ультразвуковій обробці в основному залежать від величини зерен абразиву в суспензії.

При використанні суспензії з зернами карбіду бора № 10 (100 мкм) можна одержати шорсткість поверхні Ra 1,25 мкм, а точність – 0,06 мм. Застосування абразиву № 3 дає можливість підвищити точність до 0,02 мм при шорсткості поверхні Ra 0,32 мкм. Однак продуктивність при цьому зменшується приблизно в 10 разів. Найбільш доцільно ультразвукову обробку застосовувати для обробки виробів із твердих сплавів (глухі отвори штампів, прес-форм та ін.), різання германію і кремнію, обробки алмазних і тврдосплавних філ'ер, феритових плат та інші.

Електрохімічна обробка

Електрохімічна розмірна обробка базується на явищі анодного розчинення металу і видалення продуктів електрохімічної реакції з оброблюваної поверхні. Її застосовують для обробки струмопровідних матеріалів. При цьому відсутні високі тиски і температури, а отже, і структурні зміни в поверхневому шарі.

Продуктивність обробки не залежить від розмірів деталей. Досяжна точність обробки складає 12...18 мкм, а шорсткість поверхні Ra 0,08 мкм.

Основні різновиди електрохімічної обробки: анодно-гідралічна в проточному електроліті, електрохімічне полірування у нерухомому електроліті й анодно-механічні способи чистої обробки.

Анодно-гідралічна обробка

Анодно-гідралічна обробка у проточному електроліті була запропонована В.Н. Гусевим у 1952 р. Анодне розчинення відбувається без утворення механічно міцних анодних плівок, унаслідок чого видалення продуктів електролізу здійснюється в результаті інтенсивної примусової протоки електроліту (водний розчин солі: нейтральний, кислий або лужний). Інтенсивність знімання металу може доходити до 400 мм/хв.

При анодно-гідралічному свердлінні (рис. 4.72, а) інструментом служить мідна трубка, ізольована зовні. Під тиском електроліту, що впливає, між торцевою поверхнею трубки і деталі утворюється зазор, що виключає замикання електродів. При проходженні електричного струму через електроліт відбувається розчинення металу деталі. Продукти електролізу віддаляються електролітом. За мірою розчинення виробу трубка поглиблюється в деталь, підтримуючи постійний міжелектродний зазор.

Прикладом формоутворення більш складних поверхонь може служити операція виготовлення кільцевих канавок (рис. 4.72, б). Деталь 1 підключена до позитивного джерела струму, а інструмент 2- до негативного.

Анодно-гідралічну обробку доцільно застосовувати для зняття заусениць у деталей складної форми (мілкомодульні шестерні, храпові колеса та інш.). При анодно-гідралічній обробці віддаляються дрібні заусенці і значно підвищується продуктивність праці. У практиці знаходить застосування анодно-механічне шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь і чистова обробка площин.

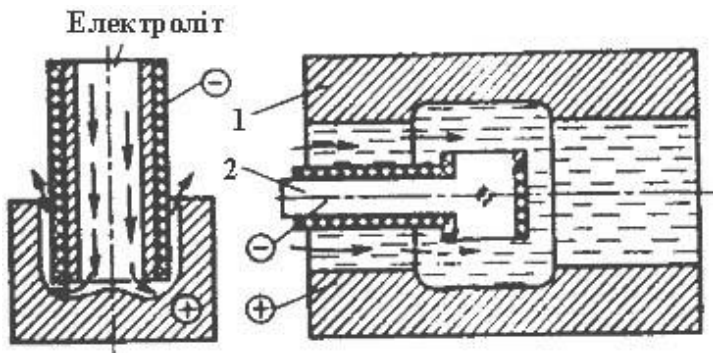


Рис. 4.72 – Анодно - гідравлічна обробка

а – свердління отвору; б – утворення кільцевої канавки

На сьогодні використовують комбіновані методи обробки, у яких анодне розчинення металу сполучається з ерозійним або ультразвуковим руйнуванням, а продукти реакції віддаляються з оброблюваної поверхні механічним шляхом і виносяться з робочої зони потоком електроліту.

Обробка за допомогою плазми

Плазмою називають іонізований газ, що перейшов у цей стан у результаті нагрівання до дуже високої температури або внаслідок зіткнення часток газу із швидкими електронами (у газовому розряді). При цьому молекули розпадаються на атоми, від яких відриваються електрони і виникають іони. Останні іонізують газ і роблять його електропровідним. Однак не всякий іонізований газ можна назвати плазмою. Необхідною умовою існування плазми є її електрична квазінейтральність, тобто вона повинна містити в одиниці об'єму приблизно рівну кількість електронів і позитивно заряджених іонів. Поряд з ними у плазмі може знаходитися деяка кількість неіонізованих атомів або молекул.

На плазму можуть впливати магнітні й електричні поля.

Зовнішнє магнітне поле дозволяє стискати струмінь плазми, а також керувати нею (відхиляти, фокусувати).

Великий ступінь іонізації обумовлює високу температуру газорозрядної плазми, що може досягати 50000 °С і вище. Властивості плазми можна змінювати шляхом застосування різних газів (азоту, аргону, водню, гелію та інш.).

Основним методом одержання плазми для технологічних цілей є пропущення струменя стиснутого газу через полум'я електричної дуги.

Сучасні плазменні пальники поділяють на пальники прямої дії (із зовнішньою дугою) і непрямой дії (із внутрішньою дугою).

Пальники прямої дії (рис. 4.73, а) застосовують для обробки електропровідних матеріалів. Дуга збуджується між оброблюваним виробом 4, що є анодом, і вольфрамовим електродом 1 (катодом). Потік газу надходить в охолоджувану водою 2 мідну оболонку 3. Дуга, виходячи із сопла, направляєється разом з потоком газу до виробу.

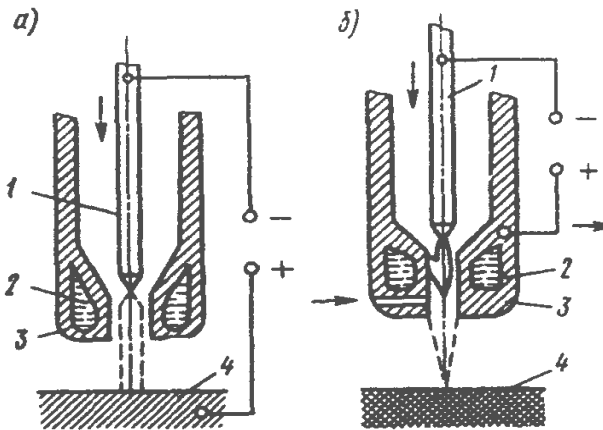


Рис.4.73 – Плазменні пальники прямої (а) і непрямой (б) дії

Як робочий газ найбільш часто використовують аргон, що іонізується. Напруга запалювання і робоча напруга при цьому невеликі й електрична дуга виходить стабільною й інертною.

При використанні як робочий газ гелію швидкість витікання струменя при $t=10000 \dots 15000 \text{ }^\circ\text{C}$ приблизно дорівнює звуковій. Плазмовий пальник розглянутого типу споживає потужність 50 Квт і створює концентрацію потужності щільністю 3 мвт/дм².

Пальники непрямой дії можна застосовувати для обробки струмопровідних матеріалів і діелектриків. У пальниках непрямой дії (рис. 4.73,б) дуга утворюється, між вольфрамовим катодом 1 і стінками мідного сопла 3. Потік газу, що охолоджується водою 2, надходить у мідну оболонку і, проходячи через дугу, іонізується. Дуга під дією струменя газу виходить за межі сопла, а плазма у виді

смолоскипа направляється на оброблюваний виріб 4, що ізольований від дуги.

Практичне використання плазмових пальників виявилось можливим завдяки здатності плазми стискуватися у вузький пучок. Захистом сопла від руйнування служить оболонка газу, що утворює просторок між факелом і стінками сопла.

Найбільш доцільно використовувати нагрітій плазмовий пальник для напилювання тугоплавких неметалічних матеріалів, що вводяться в плазму у виді порошку. Цим методом можна одержувати багат шарові покриття з одного або декількох порошків. Якість покриття залежить від підготовки поверхні, виду застосовуваного порошку і матеріалу основи. Підготовка поверхні полягає в очищенні і знежиренні.

За допомогою плазмового пальника можна обробляти матеріали будь-якої твердості і будь-якого хімічного складу.

Досить ефективно застосування плазми при різанні нержавіючих сталей та інших металів. Поверхня зрізу при цьому виходить гладкою, а глибина зони впливу незначною.

Променеві методи обробки

Особливістю променевих методів обробки є відсутність робочого інструмента, роль якого виконує безпосередньо промінь. Променеві методи обробки особливо доцільні для одержання отворів невеликих розмірів, тому що виготовлення інструмента в цих випадках є дуже трудомістким. Він швидко виходить з ладу, внаслідок поломки, а при точних розмірах виробу – через знос. Основними різновидами променевої обробки є електронно-променева і світлопроменева.

Електронно-променева обробка

Вона базується на використанні теплоти, що виділяється при різкому гальмуванні потоку електронів поверхнею оброблюваного виробу. При цьому кінетична енергія електронів перетворюється в теплову і тільки незначна частина (0,1...3%) – у рентгенівське випромінювання.

Чим вища кінетична енергія потоку електронів і чим менше площа, на якій вона зосереджена, тим швидше відбувається нагрівання.

Як джерело вільних електронів (термокатод) використовують металевий дріт (вольфрам, тантал та інш.), нагрітий до високої температури у глибокому вакуумі.

У цих умовах електрони не мають зіткнень з молекулами повітря й один з одним. При цьому вся енергія, яку одержують окремі електрони, затрачується на додання електрону визначеної швидкості. Кількість електронів, що випускаються термокатодом, залежить від температури нагрівання і його матеріалу.

Електрони стискаються і формуються у вузький промінь з високою концентрацією енергії за допомогою магнітних лінз, що представляють собою котушки спеціальної форми.

Частоту і тривалість імпульсів підбирають таким чином, щоб матеріал був під впливом електронного променя протягом дуже малого проміжку часу. У цьому випадку промінь буде розплавляти матеріал в обмеженій зоні, не викликаючи різкого підвищення температури оброблюваного матеріалу у близько розташованій області.

Товщина шару речовини, у якому електрон цілком утрачає свою швидкість, називається пробігом електрона. Глибина проникнення електрона залежить від значення напруги, що прискорює.

Проникаючий у матеріал електрон втрачає енергію не відразу, а у процесі численних зіткнень з решітками; у результаті цих зіткнень міняються швидкості і напрямок руху електронів. Втрата енергії електронами максимальна на деякій відстані від поверхні матеріалу. Найбільш інтенсивне „виділення” теплоти спостерігається на глибині пробігу електрона.

На рис. 4.74 наведена схема установки для обробки і зварювання за допомогою електронного променя. Джерелом електронів є катод 1, поміщений у формуючий електрод 2. При нагріванні катода з його поверхні випромінюються електрони, які під впливом електричного поля, що створюється високою різницею потенціалів між анодом 3 і катодом, здобувають високу швидкість і направляються у фокусуючу котушку 4. За допомогою котушки 5, що відхиляє, промінь можна переміщати по поверхні деталі 6, що встановлена на столі 7. Оптична система спостереження складається з дзеркала 8 і мікроскопа 9.

Якщо система, що відхиляє промінь, не працює, а виріб стоїть нерухомо, то промінь виконує роль свердла.

Обробка здійснюється променем малого діаметра (1...10 мкм) за щільності енергії 107 ... 109 Дж/см². Тривалість імпульсу складає ~102...105 с. Електронний промінь створює дуже невеликий тиск (~1 Па) на поверхню, а температура в місці впливу променів досягає 8000 °С. При цьому метал миттєво випаровується.

Електронно-променева обробка застосовується для всіх матеріалів (металів, феритів, скла, алмазів, графітів та інш.). Завдяки

малому часу впливу теплоти термічний вплив на периферійні області незначний. Недоліком методу є складність установки через необхідність мати вакуумну камеру, що представляє собою квантовий генератор (підсилювач) когерентного випромінювання оптичного діапазону. Слово «лазер» складено з початкових букв англійського словосполучення «посилення світла змушеним випромінюванням». Він здатний давати досить вузькі спрямовані пучки монохроматичного і когерентного випромінювань, що характеризуються дуже високою щільністю теплової енергії. Температура в зоні дії променя доходить до 8000 °С.

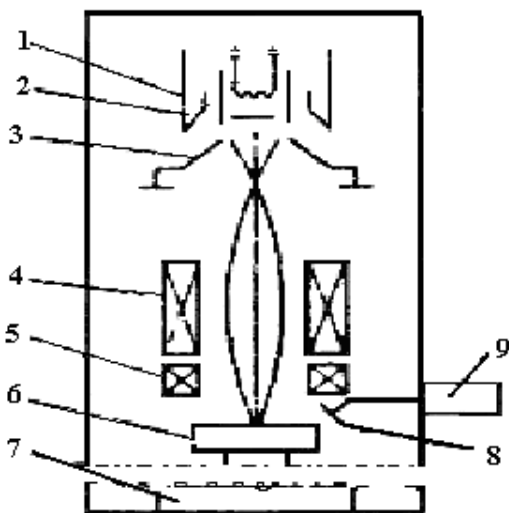


Рис. 4.74 – Схема установки для обробки електронним променем

Найбільш важливою властивістю лазерного випромінювання, використовуваного для технологічних цілей, є когерентність. При когерентному випромінюванні хвильові промені, тобто так називають кілька хвиль, які йдуть одна за одною, поширюються в одному напрямку, мають однакову довжину хвилі і знаходяться у фазі одна з одною. Високий ступінь когерентності виявляється також у малому розходженні лазерного променя. Когерентний лазерний промінь може бути сфальцьований у пляму діаметром порядку довжини світлової хвилі (1...10 мкм). Використовуючи фокусування, можна підвищити інтенсивність лазерного випромінювання.

Залежно від роду активного матеріалу, розрізняють лазери на основі твердого тіла (твердотілі), газові і рідинні. У твердотілих лазерах як активний елемент використовують діелектрики (рубін, скло з добавками неодиму, алюміноітрієвий гранат та інш.) або напівпровідники (наприклад, арсенід галію). Лазери, побудовані на діелектриках, мають малий енергетичний КПД (0,01...0,1 %), а лазери на напівпровідниках – 1...4 %.

У газових лазерах як активну речовину використовують суміш газів або один газ. Газові лазери (на азоті, оксиді вуглецю) можуть використовуватися для розмірного випару матеріалів (наприклад, у технології підбору тонкоплівочних резисторів інтегральних схем). Їх основна перевага - безперервне випромінювання, що поліпшує якість обробки, в порівнянні з твердотілими імпульсними лазерами. Недоліком газових лазерів є мала вихідна потужність.

У рідинних лазерах як активну речовину використовують неорганічні рідини. Перевагою рідинного лазера є можливість циркуляції в ньому рідини для охолодження. Це дозволяє одержувати великі енергії і потужності випромінювання в імпульсному і безперервному режимах. За великої розмаїтості конструкцій у всіх лазерів є загальні функціональні елементи.

Лазер на основі синтетичного рубіна показаний на рис. 4.75. Він являє собою оксид алюмінію, у якому деякі з атомів алюмінію замінені атомами хрому (до 0,05 %), що є активними центрами.

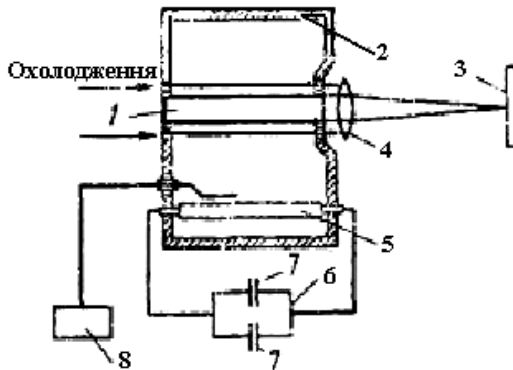


Рис 4.75 – Принципова схема оптичного квантового генератора

Рубіновий стержень виготовляють з монокристала, отриманого вирощуванням у плазменній індукційній печі. Діаметр стержня 2...20 мм, довжина 80...200 мм. Торці рубіна 1 відполіровані і являють собою дзеркала. Один торець покритий щільним непрозорим шаром срібла, а інший (з боку лінзи 4) має коефіцієнт пропущення близько 8%. Лінза 4 формує випромінювання, що випускається, і направляє його до оброблюваного виробу 3.

Непрозорі і напівпрозорі покриття можуть виготовлятися і з інших теплостійких матеріалів з доброю відбивною здатністю. Шорсткість на плоских полірованих торцях повинна бути не більше 0,1 довжини хвилі жовтої лінії натрію, паралельність торцевих поверхонь 2", а відхилення від кута 90° між торцевими площинами і подовжною віссю у стержні не більше $\pm 1/$. Рубін і імпульсна лампа спалаху 5 встановлюються в камері 2.

Внутрішня поверхня камери відполірована і є відбивачем світла. Зарядний агрегат 6 складається з батареї конденсаторів 7. За допомогою пускового пристрою 8 відбувається розряд конденсаторів і з'являється спалах світла тривалістю 10-3 с. Світло фокусується на рубіновому стержні, у результаті чого атоми хрому переходять на більш високий енергетичний рівень.

Під впливом фотона атом, що знаходиться на верхньому рівні (збуджений атом), може перейти на колишній (нижній) рівень. При цьому з'явиться новий фотон (вторинний). Перехід атома на колишній рівень може відбуватися і за рахунок релаксаційних процесів, що прагнуть повернути систему до рівноважного стану. Такий перехід називається мимовільним або спонтанним, що має випадковий характер. Якщо більшість атомів виявиться на верхньому рівні, то будуть відбуватися процеси індукованого (змушеного) випромінювання.

Основною задачею при створенні квантових генераторів є одержання інверсного стану, тобто такого, коли число атомів на верхньому рівні перевищує їхнє число на нижньому рівні. Промінь світла, що утворився в результаті повернення атомів у вихідний стан, проходячи уздовж осі рубіна і багаторазово відбиваючись, досягає великої інтенсивності і проходить через напівпрозорий торець рубіна.

Лазерну технологію широко використовують при виробництві електронних пристроїв, для одержання отворів малого розміру у твердих матеріалах (феритах, склі й інш.), при зварюванні, термообробці, маркіруванні у ряді інших процесів. Важливою особливістю світлопроменевого зварювання є мала тривалість термічного циклу, що забезпечує можливість обробки матеріалів,

особливо чутливих до впливу теплоти. Стислість імпульсів запобігає можливості одержання грубозернистої структури й окислювання металів.

Можливість точного дозування енергії робить цей метод особливо перспективним для зварювання монтажних з'єднань в інтегральних мікросхемах. При цьому можливе зварювання через прозорі оболонки, що не є перешкодою для світлового променя. Зварювання світловим променем має досить високу продуктивність. Її можна виконувати на повітрі, в атмосфері інертних газів і вакуумі. При цьому не потрібно захисту обслуговуючого персоналу від рентгенівського опромінення, унаслідок чого устаткування значно спрощується.

Лазери широко застосовують при маркіруванні тендітних виробів малих розмірів і для зачищення монтажних проводів. В останньому випадку забезпечується висока чистота поверхні і не виявляється шкідливий вплив на метал струмопровідної жили (не утворюються «задири» матеріалу та ін.).

Вітчизняна промисловість випускає ряд лазерних установок для обробки матеріалів: «Кристал-6»- для свердління і фрезерування фериту, кераміки, ситалу, рубіна й ін. Діаметр отворів 0,1...0,6 мм, глибина 3 мм. Ширина оброблюваного паза 0,05...0,2 мм, точність обробки по 7–8-му квалітетах; «Квант-50»—для пайки інтегральних мікросхем на друковані плати, різання, зварювання металевих деталей. Передбачено можливість використання пристроїв із програмним керуванням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агафонов О.П., Плеханов І.П., Рублях В.Е., Шестопапов К.С. Автомобіль. Навчальний посібник. – Київ.: Освіта, 1992. – 320 с.
2. Алексеев В.П., Воронин В.Ф., Грехов Л.В. и др.; Под общ. ред. Орлина А.С., Круглова М.Г. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей.- М.: Машиностроение, 1990.- 288 с.
3. Анохин В.И. Отечественные автомобили.- М.: Машиностроение, 1977.- 592 с.
4. Архангельский В.М., Вихерт М.М., Воинов А.Н., Степанов Ю.А., Трусов В.И., Ховах М.С. Под ред. Ховаха М.С. М.: Машиностроение.- 1977.- 591 с.
5. Боровских Ю.И., Кленников В.М., Сабинин А.А. Устройство автомобилей. – М.: Высшая школа, 1983. – 112 с.
6. Боровский Б.Г., Попов М.Д., Пронштейн М.Я. Справочная книга автомобилиста. М.: Высшая школа, 1984.- 652 с.
7. Бидерман В.Л., Гордон Р.К., Захаров С.П. Пневматические шины.- М.: Госхимиздат, 1963.- 383 с.
8. Бидерман В.Л. Автомобильные шины.- М.: Химия, 1963.- 273 с.
9. Бродский Г.И. Истирание резин.- М.: Химия, 1975.- 240 с.
10. Бухин Б.Л. Введение в механику пневматических шин. – М.: Химия, 1988.- 224 с.
11. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы.- М.: Транспорт, 1986.- 280 с.
12. Вишняков Н.Н., Вахламов В.К., Нарбут А.Н., Шлиппе И.С., Островцев А.Н. Автомобиль: Основы конструкции.- М.: Машиностроение, 1986.- 304 с.
13. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств: Пер. с англ. М.: Машиностроение.- 1982.- 284 с.
14. Калисский В.С., Манзон А.И., Нагула Г.Е. Автомобиль категории С. Учебник водителя.- М.: Транспорт, 1984.- 349 с.
15. Краткий автомобильный справочник.- М.: Транспорт, 1982.- 464 с.
16. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины.- М.: Транспорт, 1978,- 238 с.
17. Ковальчук В.П. Эксплуатация и ремонт автомобильных шин. – М.: Транспорт.- 1972.- 256 с.

18. Левицкий А.Ф., Заворицкий Ю.Е., Дерех Л.З. Посібник для надання першої медичної допомоги при дорожньо-транспортних пригодах.- НВП Світлофор.- 1998.- 21 с.
19. Ларин А.Н., Росоха В.Е., Сергеев А.В., Яковлев А.М., Чернобай Г.А., Драгун С.В. – Под общ. ред. Ларина А.Н. Пневматическая шина.- Харьков: ХНАДУ, 2003.- 140 с.
20. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля.- М.: Машиностроение, 1971.- 416 с.
21. Михайловский Е.В., Серебряков К.Б., Тур Е.Я. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов.- М.: Машиностроение, 1981.- 342 с.
22. Полосков В.П., Лещев П.М., Хартанович В.Н. Устройство и эксплуатация автомобилей. Учебное пособие.- М.: ДОСААФ, 1987.- 318 с.
23. Правила дорожного руху.- НВП Світлофор Харків, 2001.- 90 с.
24. Сарафанов С.К. Устройство автомобиля и мотоцикла.- М.: ДОСААФ, 1985.- 126 с.
25. Чиняев В.Г. Устройство и техническое обслуживание мотоциклов. Учебное пособие.- М.: ДОСААФ, 1979.- 103 с.

Навчальне видання

Ларін Олександр Миколайович
Мисюра Микола Ілліч
Кривошей Борис Іванович
Воробйов Олександр Вікторович

ПОЖЕЖНА ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНА ТЕХНІКА.

ЧАСТИНА 1
КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВИХ ШАСІ ТА МАТЕРІАЛИ,
ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ
ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Підписано до друку 20.11.07. Формат 60x84/16.

Ум.друк. арк. 51,0

Вид. № 34/04

Відділення редакційно-видавничої діяльності

Університету цивільного захисту України

61023, м. Харків, вул. Чернишевська, 94

www.nuczu.edu.ua