

## ГЛАВА 9. ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНА ПІНА. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЇЇ ОТРИМАННЯ

- 9.1. Піноутворювач
- 9.2. Властивості повітряно-механічної піни
- 9.3. Обладнання для утворення розчинів піноутворювачів
- 9.4. Обладнання для утворення повітряно-механічної піни

### 9.1. Піноутворювач

Основною вогнегасною речовиною для гасіння пожеж резервуарів з нафтою та нафтопродуктами у нашій країні є піна, яку отримують з робочих розчинів синтетичних піноутворювачів загального призначення на основі вуглеводневих поверхнево-активних речовин. Доставка піни на поверхню горючої рідини здійснюється за допомогою стаціонарно встановлених пінозливів в установках автоматичного пожежогасіння чи навісними струменями за допомогою генераторів піни середньої кратності (далі ГПС) під час гасіння пожеж з подаванням вогнегасної речовини від пересувної техніки.

Процес гасіння піною складається з процесів її накопичення та руйнування, внаслідок чого на поверхні рідини, що горить, утворюється шар піни, достатній для припинення горіння.

Доставка піни на поверхню палаючої рідини здійснюється двома способами: зверху за допомогою стаціонарних пінозливів чи навісними струменями, а також через шар нафти чи нафтопродукту за допомогою високонапірних генераторів піни.

Основними компонентами піноутворювачів є поверхнево-активні речовини (далі ПАР). Необхідність введення до складу інших добавок, крім основного компонента, що забезпечує піноутворення, мотивується рядом специфічних вимог, що висувуються до піноутворювачів для гасіння пожеж: підвищена стійкість піни; низька корозійна активність; низька температура застигання; стійкість до заморожування-розморожування; тривалий термін зберігання і таке інше.

Піноутворювачі прийнято розділяти за властивостями та за призначенням чи відповідно до хімічної природи основного компонента.

В Україні піноутворювачі для гасіння пожеж поділяються на дві групи:

- піноутворювачі загального призначення, які застосовуються для отримання піни та змочувальних розчинів для гасіння пожеж нафти, нафтопродуктів та твердих горючих матеріалів;

- піноутворювачі цільового призначення, які застосовуються для гасіння пожеж окремих видів горючих рідин чи в особливих умовах (з морською водою, за низьких температур і т. ін.).

На цей час в європейських країнах піноутворювачі поділяються на групи в залежності від виду горючої рідини, властивостей піни та способів її подавання:

- піноутворювачі для гасіння вуглеводнів піною низької кратності;

- піноутворювачі для гасіння вуглеводнів піною низької кратності з подаванням під шар пального;

- піноутворювачі для гасіння пожеж піною середньої кратності;

- піноутворювачі для гасіння пожеж піною високої кратності об'ємним способом;

- піноутворювачі для гасіння пожеж полярних та інших водорозчинних горючих рідин.

За здатністю розкладатися під дією мікрофлори водоймищ і ґрунтів піноутворювачі поділяють на біологічно “м'які” (біологічна здатність до розкладу більше 80%) і біологічно “жорсткі” (біологічна здатність до розкладу менше 80%).

До піноутворювачів загального призначення для гасіння пожеж відносяться піноутворювачі, які випускаються (випускалися) у країнах СНД, а саме: “Пегас”, “Сніжок-1”, “ПО-ЗАИ”, “ПО-ЗНП”, “ПО-1”, “ПО-1Д”, “ПО-6К”, “ПО-6ТС”, “ТЕАС”. Вони застосовуються для отримання пін низької, середньої і високої кратності та змочувальних розчинів для гасіння пожеж. За вогнегасною здатністю вони поступаються піноутворювачам спеціального призначення.

До піноутворювачів спеціального призначення для гасіння пожеж віднесено піноутворювачі, які виробляються країнами СНД: “ПО-6НП”, “САМПО”, “ФОРЭТОЛ”, “Универсальный”, “Морской”. Ці піноутворювачі застосовуються для отримання піни під час гасіння нафтопродуктів і горючих рідин різних класів, для захисту найбільш пожежонебезпечних об'єктів, а також для застосування з морською водою (“Морской”).

До синтетичних вуглеводневих піноутворювачів віднесені “Пегас”, “ПО-3АИ”, “ПО-3НП”, “ПО-6НП”, “ПО-6ТС”, “ТЭАС”, “САМПО”, “Морской”, “ПО-6К”, “ЕКСПАНДОЛ”, “S.F.P.M”. До синтетичних фторованих “ФОРЭТОЛ”, “FC-203”, “FC-3017”, “FC-602”.

Міжнародний стандарт ISO 7203 дає таку класифікацію піноутворювачів:

- синтетичні (S);
- протеїнові (P);
- фторпротеїнові (FP);
- плівкоутворювальні синтетичні (AFFF);
- плівкоутворювальні протеїнові (FFFP);
- піноутворювачі, стійкі до дії спиртів та інших полярних (водорозчинних) рідин (AR).

За основу класифікації можна взяти розподіл піноутворювачів на п'ять типів: протеїнові, синтетичні, фторпротеїнові, фторсинтетичні і універсальні.

Протеїнові піноутворювачі. Основною типовою ознакою протеїнових піноутворювачів є використання як стабілізатора піни гідролізованого природного білка з добавками різних ПАР та інших сполук. Завдяки складній формі білкових молекул та їх властивостям піна, що утворюється з робочих розчинів протеїнових піноутворювачів, має дуже високу стійкість до зневоджування і термічну стійкість, що дозволяє їй успішно протистояти повторному займанню. Піна не руйнується під впливом гарячих металевих поверхонь (наприклад, стінок резервуарів), але вона дуже чутлива до забруднення нафтопродуктами. У зв'язку з цим застосування піни, що утворюється з робочих розчинів протеїнових піноутворювачів, повинно виключати подавання її безпосередньо на поверхню нафтопродукту. Для гасіння пожеж у резервуарах на практиці передбачають так зване “м'яке подавання” піни, що утворюється з робочих розчинів протеїнових піноутворювачів, в борт (по можливості тангенціально).

Суттєвим недоліком протеїнових піноутворювачів є непридатність їх робочих розчинів для отримання пін середньої та високої кратності, що значно зменшує тактичні можливості пожежників. Також значно обмежує застосування протеїнових

піноутворювачів їх невеликий термін зберігання. Це обумовлено тим, що білкові молекули є нестійкими і легко розкладаються.

Незважаючи на суттєві недоліки, за кордоном продовжують застосовувати протеїнові піноутворювачі для гасіння пожеж завдяки порівняно низькій вартості. Так, наприклад, у Великій Британії традиційно виробляються і застосовуються протеїнові піноутворювачі.

Піноутворювачі на основі вуглеводневих ПАР. Як основу таких піноутворювачів найчастіше використовують аніонактивні ПАР, які дисоціюють у водному розчині на поверхнево-активні аніони та поверхнево інактивні катіони. Водні розчини таких піноутворювачів мають високі піноутворювальні властивості і придатні для отримання пін середньої та високої кратності.

Росія, наприклад, починала виробництво піноутворювачів для гасіння пожеж саме з протеїнових піноутворювачів, як найбільш простих у виготовленні (піноутворювач “ПО-6”), а також синтетичних (піноутворювач “ПО-1”), а потім повністю відмовилася від протеїнових піноутворювачів після освоєння в промисловості синтезу більш якісних синтетичних, здатних утворювати піну не тільки низької, але і середньої та високої кратності.

До недоліків пін, що утворюються з робочих розчинів вуглеводневих піноутворювачів, треба віднести їх невисокі стійкість до зневоджування і термічну стійкість і, особливо, низьку стійкість до забруднення нафтопродуктами. Внаслідок спорідненості неполярних радикалів молекул синтетичних ПАР з нафтопродуктами останні легко розчиняють у собі ПАР, що порушує стабільність піни. Цей процес прискорюється в процесі розтікання вуглеводнів по пінним плівкам внаслідок того, що коефіцієнт розтікання робочого розчину піноутворювача по поверхні пального має від’ємні значення. Процес розчинення ПАР у нафтопродукті посилюється зі збільшенням кратності піни. Це відбувається через те, що збільшується капілярне розрідження в пінних каналах і нафтопродукт всмоктується в піну. Внаслідок цього піни з робочих розчинів синтетичних піноутворювачів неефективні в умовах “жорсткого контакту” з нафтопродуктами, а особливо у разі подавання під шар нафтопродукту.

Піноутворювачі на основі фторпротеїнових ПАР (далі ФПАР). Недоліки, що характерні для протеїнових піноутворювачів, у

значній мірі усунені в фторпротеїнових піноутворювачах, які є сумішшю білкових ПАР і ФПАР з різними добавками. Піна, що утворюється з робочих розчинів таких піноутворювачів, зберігає кращі властивості білкових пін – високі показники стійкості піни і термічну стійкість, а, завдяки наявності ФПАР, має високу здатність до розтікання та інертність до впливу вуглеводнів.

Інертність до впливу вуглеводнів пояснюється тим, що енергія хімічного зв'язку С-Ф набагато перевищує енергію зв'язку С-Н. Внаслідок чого фторвуглеводневі сполуки виявляють меншу спорідненість з нафтопродуктами, ніж вуглеводневі ПАР.

Здатність до розтікання піни забезпечується низьким поверхневим натягом водних розчинів ФПАР, який менше поверхневого натягу більшості вуглеводнів і дорівнює 16...18 мН/м.

Фторпротеїнові піноутворювачі виготовляють в основному за тією ж технологією, як і протеїнові, додаючи на наступних стадіях ФПАР. Різні добавки до складу фторпротеїнових піноутворювачів вводяться з тією ж метою, що і до складу інших піноутворювачів: для збільшення стабільності, стійкості, зменшення температури застигання, збільшення терміну зберігання, покращання вогнегасної ефективності і т. ін.

Сучасні фторпротеїнові піноутворювачі мають порівняно невелику вартість, збільшений (порівняно з протеїновими) термін зберігання і експлуатаційні характеристики на рівні кращих піноутворювачів інших типів (за виключенням піноутворювальної здатності).

Останні досягнення в хімії фторорганічних сполук дозволили надати фторпротеїновим піноутворювачам плівкоутворювальних властивостей, які підвищують ефективність і розширюють діапазон їх застосування. Найбільш ефективними вони є під час гасіння нафтопродуктів “підшаровим” способом.

Піноутворювачі на основі фторсинтетичних ПАР. Піноутворювачі на основі фторсинтетичних ПАР вперше були розроблені на початку 70-х років фірмою “ЗМ” (США). Від звичайних синтетичних піноутворювачів, крім наднизького поверхневого натягу та підвищеної, внаслідок цього, здатності піни до розтікання, вони здатні утворювати плівку на поверхні горючих рідин. Розтікання водних плівок по поверхням більш легких

вуглеводневих рідин є можливим при позитивному значенні коефіцієнта розтікання.

Індивідуальні фторсинтетичні ПАР можуть забезпечити водному розчину поверхневий натяг нижчий за натяг вуглеводню. Але їх розчини мають високий міжфазовий натяг і коефіцієнт розтікання набуває від'ємного значення. Додавання деяких вуглеводневих ПАР до водних розчинів фторованих ПАР у певному співвідношенні дозволяє зменшити величину міжфазового натягу, не збільшуючи поверхневого натягу, і коефіцієнт розтікання набуває додатного значення. Тому всі піноутворювачі, які утворюють водну плівку на поверхні вуглеводню, містять, поряд з ФПАР, також і вуглеводневі ПАР.

Більшість фторсинтетичних композицій збалансовані таким чином, щоб переважали плівкоутворювальні властивості. Це пояснюється бажанням досягти найбільшого вогнегасного та ізолювального ефекту за рахунок утворення водної плівки.

За повідомленнями різних джерел інформації, гасіння плівкоутворювальною піною досягається навіть за наявності ділянок поверхні нафтопродукту, не покритих піною, при цьому імовірність повторного займання дуже невелика.

Універсальні піноутворювачі. Наявність на одному підприємстві горючих рідин різних класів – полярних і неполярних, різних умов, за яких відбуваються пожежі, економічно обумовило створення композицій універсального призначення чи універсальних піноутворювачів.

На цей час всі провідні фірми, що виробляють піноутворювачі для гасіння пожеж, мають у своєму асортименті універсальні піноутворювачі.

У Германії – це “Komet Extract AF” фірми “Totfl Walther”, “Exrugol FA” фірми “Hoechst”, “Moussol-AP-S” фірми “Dr. Stamer”; у Франції – “Fleb Alcolight” і “A4P” фірми “Biro”, “Emex D” фірми “Ron Pulec”; в Італії – “Ansulut ARC”; у США – “Light Water ATC” фірми “3M”, “Aer-O-Water PSL” фірми “National Foam Systems”, “Macrofoam” фірми “Roch wood System Corporation”; у Швейцарії “Sandextin A3SP-AC” фірми “Sandor AG” і т. ін.

Незважаючи на потенційно високу ефективність, відомості про широке застосування універсальних піноутворювачів відсутні. Широке застосування універсальних піноутворювачів стримується їх високою

вартістю, необхідністю використання нестандартного обладнання через високу в'язкість більшості з цих піноутворювачів. Недоліком у певній мірі є і те, що спроба поєднати в одному складі універсального піноутворювача найкращі якості піноутворювачів різних типів призводить до усереднення властивостей універсальних піноутворювачів і отримання ними, крім цього, недоліків, які притаманні іншим типам піноутворювачів.

Для наочності переваги та недоліки піноутворювачів різних типів представлено у таблиці 9.1.

Комплекс переваг та недоліків піноутворювачів характеризує їх вогнегасні властивості. У таблиці 9.2 наведено інформацію щодо показників ефективності пін, що утворюються з робочих розчинів піноутворювачів різних типів.

Таблиця 9.1 – Переваги та недоліки піноутворювачів різних типів

Тип ПУ	Властивості піноутворювачів	
Протеїнові	Переваги	1. Високі стійкість до зневоджування і термічна стійкість піни.
	Недоліки	1. Висока чутливість до забруднення піни нафтопродуктом. 2. Невисока піноутворювальна здатність (неможливість отримання піни середньої та високої кратності). 3. Малий термін зберігання.
Синтетичні	Переваги	1. Висока піноутворювальна здатність водних розчинів
	Недоліки	1. Невисокі стійкість до зневоджування і термічна стійкість піни. 2. Висока чутливість до забруднення піни нафтопродуктом.
Фторпротеїнові	Переваги	1. Відносно високі стійкість до зневоджування і термічна стійкість піни. 2. Інертність піни до дії вуглеводневих рідин. 3. Добра здатність до розтікання. 4. Відносно невелика вартість. 5. Більш великий порівняно з протеїновими термін зберігання.
	Недоліки	1. Невеликий порівняно з іншими піноутворювачами термін зберігання. 2. Невисока піноутворювальна здатність.

Фторсинтетичні	Переваги	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хорошу здатність до розтікання.</li> <li>2. Інертність піни до дії вуглеводневих рідин.</li> <li>3. Плівкоутворювальна здатність.</li> </ol>
	Недоліки	1. Піноутворювальна здатність робочих розчинів гірша, ніж у робочих розчинів синтетичних піноутворювачів.
Універсальні	Переваги	1. Поєднують у собі найкращі якості інших піноутворювачів.
	Недоліки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Висока вартість.</li> <li>2. Висока в'язкість більшості з них.</li> </ol>



Таблиця 9.2 – Показники ефективності пін, що утворюються з робочих розчинів піноутворювачів різних типів

Показники	Протеїнові	Синтетичні	Фторпротеїнові	Фторсинтетичні плівкоутворювальні	Фторпротеїнові плівкоутворювальні
Швидкість гасіння	*	***	***	****	****
Опір повторному займанню	****	*	****	***	***
Стійкість до дії вуглеводнів	*	*	***	****	****

Позначення: \* – слабка; \*\* – середня; \*\*\* – хороша; \*\*\*\* – відмінна.

З таблиці видно, що найкращі показники мають піни, що утворюються з робочих розчинів плівкоутворювальних піноутворювачів. Завдяки утворенню на поверхні горючих рідин тонкої водної плівки забезпечується не тільки швидке гасіння, але і значно знижується імовірність повторного займання горючої рідини.

Експлуатаційні характеристики піноутворювачів різних типів представлені в табл. 9.3.

Корпорацією “Укрспецмонтаж” (ТОВ “Нові будівельні технології”), що входить до міжнародної асоціації “Пожежна безпека України”, налагоджено виробництво піноутворювача спеціального призначення “ППЛВ-(Універсал)” марок 103, 103М, 106, 106М, який є альтернативою закордонним плівкоутворювальним піноутворювачам. Крім того, на Горлівському хімічному заводі Донецької області налагоджено виробництво синтетичного піноутворювача загального призначення “Пегас”, який за своїми характеристиками не поступається російському аналогу “ПО-ЗНП”. Українським науково-дослідним інститутом пожежної безпеки МВС України розроблено новий піноутворювач загального призначення “Сніжок-1”, який виробляється на виробничому підприємстві ППО “Пірена” (м. Северодонецьк Луганської області).

Таблиці 9.3 – Експлуатаційні характеристики піноутворювачів

Показники	Загального призначення				
	"Пегас" (У)	"Сніжок-1" (У)	"ПО-ЗАИ" (РФ)	"ТЭАС" (РФ)	"САМПО" (РФ)
Біологічна здатність до розкладу, %	більше 80	більше 80	більше 80	більше 80	більше 80
Кінематична в'язкість за 20 °С, м <sup>2</sup> /с, не більше	50·10 <sup>-6</sup>	50·10 <sup>-6</sup>	10·10 <sup>-6</sup>	40·10 <sup>-6</sup>	100·10 <sup>-6</sup>
Густина, за 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , не більше	1150	від 1000 до 1500	1020	1000	1010
Температура застигання, °С, не вище	-3	-3	-3	-8	-10
Робоча концентрація ПУ, %, при твердості води, мг-екв./дм <sup>3</sup> :					
до 10	6		3	6	6
від 10 до 30	6	*	6	6	6
морська вода	12		9	9	не допускається
Термін зберігання ПУ в ємності з Ст.3 при 20 <sup>0</sup> С, не менше, років	4	4	4	5	5
Плівкоутворювальна здатність	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня

Продовження таблиці 5.3

Показники	Цільового призначення			
	"Подслойный" (РФ)	"ФОРЭТОЛ" (РФ)	"ПЛВ-(Універсал)" марок	
			103 (103М)	106 (106М)
Біологічна здатність до розкладу, %	менше 40	менше 40	більше 90	
Кінематична в'язкість за 20 <sup>0</sup> С, м <sup>2</sup> /с, не більше	150·10 <sup>-6</sup>	50·10 <sup>-6</sup>	30·10 <sup>-6</sup>	
Густина, за 20 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup> , не більше	1100	1100	1010	1005
Температура застигання, <sup>0</sup> С, не вище	-40	-5	-3 (-17)	-1 (-17)
Робоча концентрація ПУ, %, при твердості води, мг-екв./дм <sup>3</sup> :				
до 10	6	6	3	6
від 10 до 30	6	6	3	6
морська вода	не допускається	не допускається	3	6
Термін зберігання ПУ в ємності з Ст.3 при 20 <sup>0</sup> С, не менше, років	5	3	10	10
Плівкоутворювальна здатність	плівко-утворювальний	відсутня	плівко-утворювальний	плівко-утворювальний

\* Приймається згідно з "Тимчасовими рекомендаціями щодо застосування піноутворювача загального призначення для гасіння пожеж "Сніжок-1". У – Україна, РФ – Російська Федерація



## 9.2. Властивості повітряно-механічної піни

Ефективність вогнегасних пін визначається їх властивостями, а саме: здатністю пін зберігати свою структуру – показник стійкості піни; стійкістю пін до впливу нагрівання – термостійкість; стійкістю пін до контакту з горючими рідинами – контактна стійкість; здатністю пін створювати перешкоду дифузії крізь них парів горючих рідин – ізолювальна здатність; здатністю пін до розтікання – в'язкість; відношенням об'єму піни до об'єму робочого розчину піноутворювача, з якого вона утворилась – кратність.

Існує три типи кратності повітряно-механічної піни – низька, середня, висока.

Низька кратність, коли коефіцієнт  $K$  менший або дорівнює 20 ( $K \leq 20$ ).

Середня кратність, коли коефіцієнт  $K$  більше 20, або менш чи дорівнює 200 ( $20 < K \leq 200$ ).

Висока кратність, коли коефіцієнт  $K$  більше 200 ( $K > 200$ ).

Ці та інші властивості пін, у певних межах, регулюються способами і умовами їх утворення, але в основному визначаються хімічним складом водних розчинів піноутворювачів.

## 9.3. Обладнання для утворення розчинів піноутворювачів

Пожежний пінозмішувач – пристрій, призначений для одержання робочого розчину піноутворювача.

Переносний пожежний пінозмішувач – пожежний пінозмішувач, за масою і конструктивним виконанням придатний для перенесення людиною.

Пінозмішувачі використовуються для одержання водяного розчину піноутворювача, що застосовується для утворення піни в генераторах піни середньої кратності і стволах повітряно-пінних.

На цей час промисловість випускає три види переносних пінозмішувачів (рис. 5.1): ПЗ-1, ПЗ-2 і ПЗ-3, однакових по конструкції; вони розрізняються тільки розмірами і технічними характеристиками.

Пінозмішувач складається (рис. 9.2) з корпусу 3, у якому розташоване сопло 5, спрямоване через робочу камеру на вхідний отвір дифузора 4. Струмінь води, проходячи через сопло в дифузор, створює в робочій камері 2 розрідження. Під дією розрідження у всмоктувальний шланг із ємності (бочки, бака, цистерни) піноутворювач надходить у робочу камеру, де і змішується з водою, утворюючи розчин піноутворювача.



Рисунок 9.1 – Пінозмішувач ПЗ-2, ПЗ-1

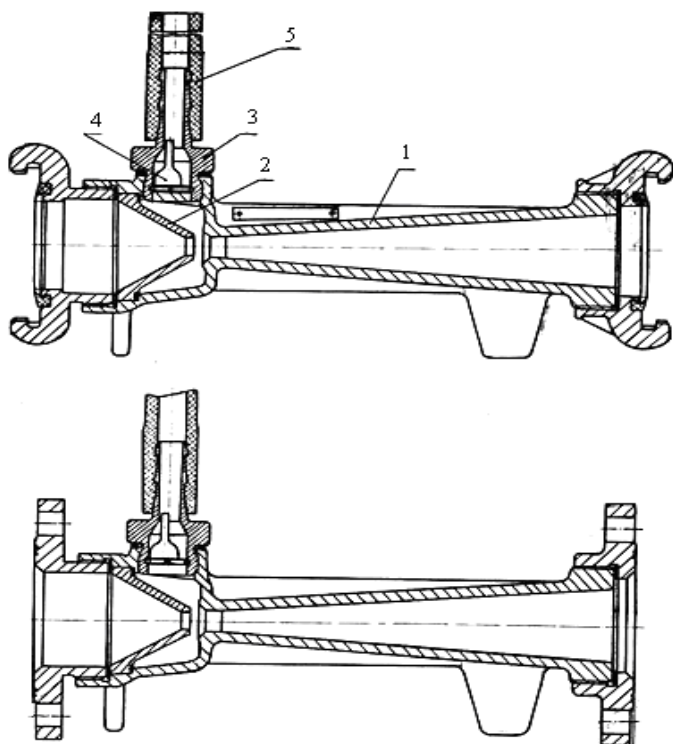


Рисунок 9.2 – Будова пінозмішувача:

1 – корпус; 2 – сопло; 3 – штуцер; 4 – клапан; 5 – всмоктувальний рукав

Іспит пінозмішувача на міцність матеріалу і герметичність з'єднань проводять гідравлічним тиском 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>), при цьому просочування води протягом 1 хв. не допускається.

Дозування пінозмішувача перевіряють водою при тиску перед пінозмішувачем 0,7 МПа (7 кгс/см<sup>2</sup>) і підпорі 0,45 МПа (4,5 кгс/см<sup>2</sup>). Підсмоктування води визначають по мірній ємності. Воно повинно бути в межах, зазначених у табл. 5.4, при цьому значення витрати, отримане під час проведення випробування підсмоктаної води, необхідно помножити на 0,86 – коефіцієнт різниці в'язкості води і піноутворювача ПО - 1 (при використанні піноутворювачів інших типів коефіцієнт може бути іншим, що потрібно визначити розрахунком).

Для нормальної роботи ємність з піноутворювачем повинна бути на рівні змішувача або трохи вище (але не перевищувати висоти 2 м).

Таблиця 9.4 – Технічні характеристики переносних пінозмішувачів

Параметри	Значення для пінозмішувачів типорозміру				
	ПЗ-1	ПЗ-2	ПЗД-05	ПЗД-1	ПЗД-2
Тиск перед змішувачем, МПа	0,7-1	0,7-1	0,7-1	0,7-1	0,7-1
Граничний підпір за змішувачем, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,45-0,7	0,45-0,7	0,45-0,7	0,45-0,7	0,45-0,7
Дозування піноутворювача, %	4-6	4-6	2,3,4,5,6	2,3,4,5,6	2,3,4,5,6
Витрата розчину, л/сек	5-6	10-12	2,4-3,0	4,8-6,0	9,6-12,0
Умовний прохід, мм:					
- на вході в змішувач	70	80	50	70	80
- на виході зі змішувача	70	80	50	70	80
- всмоктувального шланга	16	25	16	16	25
Довжина пінозмішувача, мм	395	480	350	395	480
Маса пінозмішувача, кг	4,5	5,5	4,5	5,5	7,0
Число генераторів піни, що підключається	1 ГПС-600	2 ГПС-600	1 ГПС-600 або СППК-2	1 ГПС-600 або СПП, СППК-4	2 ГПС-600 або СПП-8

## 9.4. Обладнання для утворення повітряно-механічної піни

Стволи повітряно-пінні призначені для одержання повітряно-механічної піни низької і середньої кратності з розчину піноутворювача у прісній воді, формування і спрямування струменя повітряно-механічної піни в осередок пожежі.

Стволи повітряно-пінні (СПП) і стволи повітряно-пінні ежектуючі (далі СППЕ) принципово мають однаковий пристрій, відрізняються тільки наявністю ежектуючого пристрою (рис. 9.3 – 9.4). Ежектуючий пристрій призначений для підсмоктування піноутворювача безпосередньо в ствол з ранцевого бачка або іншої ємності.



Рисунок 9.3 – Стволи повітряно-пінні ежектуючі СППЕ-8



Рисунок 9.4 – Стволи повітряно-пінні ежектуючі СППЕ-4

Принцип роботи СПП (рис. 9.7) полягає в наступному: потік водного розчину піноутворювача по рукавній лінії підводиться до корпусу *1*, який має конічну форму з метою збільшення швидкості потоку.

У передній стінці корпусу є чотири отвори, геометрична форма яких виконана з таким розрахунком, щоб додати струменям, що



виходять, турбулентність з метою збільшення їх подальшого розпилю.

Виходячи з отвору корпусу, струмені, розширюючись, створюють розрідження, під дію якого відбувається розпилювання і одночасно в отвори, що розташовані рівномірно по поверхні труби 2, підсмоктується повітря.

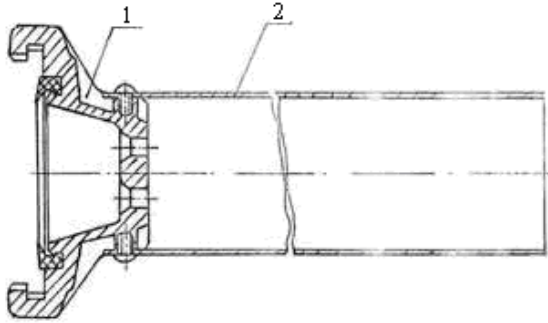


**Рисунок 9.5 – Стволи повітряно-пінні ежектуючі СППЕ-2**



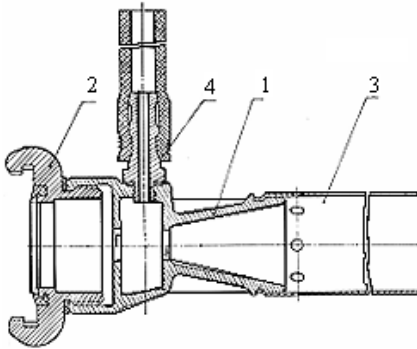
**Рисунок 9.6 – Стволи повітряно-пінні ежектуючі СПП**

У порожнині труби 2 відбувається подальше роздроблення розпилених крапель водного розчину піноутворювача в результаті зіткнення їх між собою і ударів об поверхню стінок самої труби, а також відбувається змішування їх з підсмоктаним через отвори повітрям і утворенням повітряно-механічної піни.



**Рисунок 9.7 – Будова ствола СПП**

Ствол СППЕ складається (рис. 9.8) з корпусу, на якому з однієї сторони укріплена з'єднувальна головка 2 для приєднання пожежного рукава, а з іншого боку - кожух 3, у якому розчин піноутворювача перемішується з повітрям і формується пінний струмінь. У корпусі ствола мають три камери: приймальня, вакуумна і вихідна 1. На вакуумній камері розташований ніпель 4 діаметром 16 мм для приєднання шланга, через який підсмоктується піноутворювач.



**Рисунок 9.8 – Будова ствола повітряно-пінного ежектуючого:**

1 – вихідна камера, 2 – з'єднувальна головка, 3 – кожух, 4 – ніпель

камери сторонніми предметами або застосування піноутворювача зі зниженими піноутворюючими властивостями. У цьому випадку ствол варто розібрати, а при необхідності замінити піноутворювач.

Робота ствола СППЕ відрізняється від роботи ствола СПП тим, що в прийомну камеру надходить не розчин піноутворювача, а вода, що, проходячи по центральному отвору, створює розрідження у вакуумній камері. Через ніпель у вакуумну камеру по шлангу з ранцевого бачка або іншої ємності підсмоктується піноутворювач.

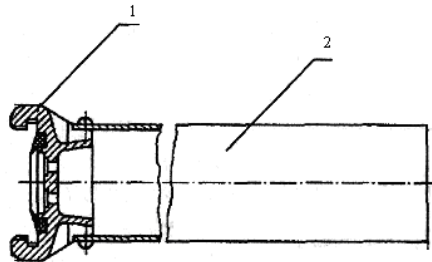
Повітряно-пінні стволи СППЕ і СПП надійні в роботі. Піна низької якості може утворюватись через засмічення центрального отвору, вакуумної

Можливими причинами порушення нормальної роботи ствола СППЕ можуть бути закупорювання всмоктувального шланга сторонніми предметами, лоскутами тканини, що відшарувалися зі стінок шланга, опускання шланга до упора в дно судини з піноутворювачем. В останньому випадку варто підняти шланг і, якщо робота ствола не покращиться, зняти і перевірити його. При експлуатації повітряно-пінні стволи СППЕ і СПП не вимагають особливого підходу. Необхідно стежити лише за тим, щоб поверхня кожуха не була зім'ята, прокладка на з'єднувальній головці була справна, а ствол після роботи промитий чистою водою.

Стволи повітряно-пінні в залежності від кратності ПМП, яку вони утворюють, наявності перекидаючого пристрою і витрати розчину піноутворювача поділяються на типорозміри:

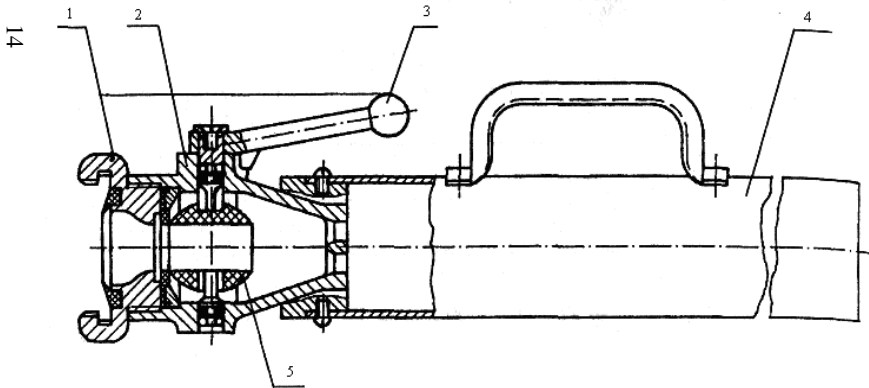
- ствол повітряно-пінний (далі СПП) – низької кратності без перекидаючого пристрою (рис. 9.9);
- ствол повітряно-пінний перекидний (далі СППП) – низької кратності з перекидаючим пристроєм (рис. 9.10);
- ствол повітряно-пінний комбінований (далі СППК) – комбіновані (низької та середньої кратності) з перекидаючим пристроєм (рис. 9.11).

СПП є водоструменевим апаратом, в якому робочою рідиною служить водний розчин піноутворювача, а підсмоктуваною повітря.



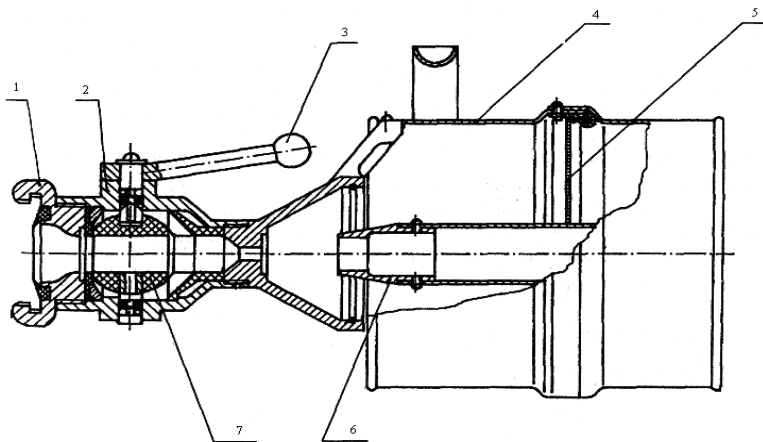
**Рисунок 9.9 – Будова ствола повітряно-пінного:**

1 – з'єднувальна головка, 2 – насадок



**Рисунок 9.10 – Будова ствола повітряно-пінного перекривного:**

1 – з'єднувальна головка; 2 – корпус ствола; 3 – ручка; 4 – насадок; 5 – перекриваючий пристрій



**Рисунок 9.11 – Будова ствола повітряно-пінного комбінованого:**

1 – з'єднувальна головка; 2 – корпус ствола; 3 – ручка; 4 – обичайка; 5 – касета сітки; 6 – насадок; 7 – перекриваючий пристрій

**Таблиця 9.5 – Технічні характеристики стволів повітряно-пінних**

Параметри	Значення для типорозмірів			
	СПП	СППК-2	СППК-4	СПП-8
Умовний прохід з'єднувальної	70	50	70	70

ГОЛОВКИ, мм				
Робочий тиск перед стволом, кгс/см <sup>2</sup>	4-6	4-6	4-6	4-6
Витрати 4-6 % розчину ПУ, л/сек	4,8-6	2,4-3,0	4,8-6,0	13,3-16,0
Кратність піни, не менше: низької кратності середньої кратності	7 -	9 50	9 50	9 -
Дальність пінного струменя (за крайніми краплями), м, не менше: низької кратності середньої кратності	28 -	17 9	26 9	28 -
Габаритні розміри, мм, не більше: довжина висота	500 129	500 250	700 350	900 200
Маса, кг, не більше	1,27	4,0	6,5	4,5

Продовження таблиці 9.5

Параметри	Значення для типорозмірів		
	СППЕ-2	СППЕ-4	СППЕ-8
Умовний прохід з'єднувальної головки, мм	50	70	80
Робочий тиск перед стволом, кгс/см <sup>2</sup>	6	6	6
Витрати 4-5 % розчину ПУ, л/сек	4,16-4,2	8,2-8,3	16,6-16,8
Кратність піни, не менше: низької кратності середньої кратності	8 -	8 -	8 -
Дальність пінного струменя (за крайніми краплями), м, не менше: низької кратності середньої кратності	15 -	18 -	20 -
Габаритні розміри, мм, не більше: довжина діаметр (з'єднувальна головка)	574 100	710 128	842 142
Маса, кг, не більше	2,3	2,8	4,0

Ствол водопіний розпилювач СВІР (рис. 9.12) призначений для формування і подачі роздробленого струменя води у вигляді пластівців повітряно-механічної піни, що можуть

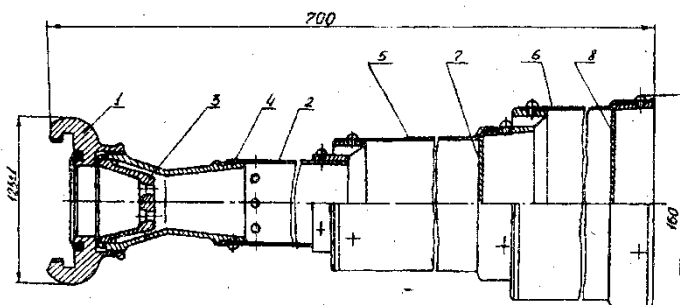
використовуватися для охолодження незахищених металевих конструкцій, гасіння пожеж твердих і рідких горючих матеріалів, а також створення водяних захисних екранів.



**Рисунок 9.12 – Ствол водопінний розпилювач**

Ствол СВПР поєднує в собі риси стволів повітряно-пінних та генераторів піни середньої кратності. Ствол водопінний розпилювач складається з корпусу, до якого з однієї сторони під'єднано з'єднувальну головку для приєднання напірних пожежних рукавів, а з іншого кожух (рис. 9.13). В корпусі знаходиться сопло, призначене для утворення турбулентного водяного потоку. Кожух, відносно стволів повітряно-пінних, укорочено по довжині на 50%. До кожуха приєднано дві камери. В середині кожної камери знаходиться сітка.

Розчин піноутворювача, проходячи через сопло, утворює в корпусі розрідження, завдяки чому повітря підсмоктується через вісім отворів, рівномірно розташованих у трубі. Повітря, що надходить у трубу, інтенсивно переміщується з розчином піноутворювача, утворюючи в трубі струмінь повітряно-механічної піни. Рухаючись по трубі, цей струмінь попадає на сітку, утворюючи плівку. Під енергією потоку, що надходить з кожуха, піна виштовхується з камери. Так утворюється струмінь повітряно-механічної піни.



**Рисунок 9.13 – Ствол водопінний розпилювач:**

1 – з'єднувальна головка; 2 – труба; 3 – сопло; 4 – корпус; 5, 6 – камера; 7,8 – сітка.

Генератор піни / (пожежний) ствол – пожежний ствол, призначений для утворення повітряно-механічної піни, формування та спрямування її струменя.

Генератор піни середньої кратності (далі ГПС) найчастіше застосовують як ручний ствол, однак у деяких випадках його встановлюють стаціонарно. Аеродромні пожежні автомобілі комплектують не тільки ручними генераторами ГПС, але й стаціонарними, встановленими в підбамперних просторах для створення пінної смуги перед пожежним автомобілем і за ним (на аеродромних автомобілях типу АА-40(131) – ГПС-200, на АА-40(43105) ГПС-600). Стаціонарно встановлюють піногенератори в пінних камерах резервуарів з горючими рідинами, а також у деяких установках автоматичного пожежогасіння.

**Таблиця 9.6 – Технічні характеристики СВПР**

Параметри	Значення
Робочий тиск перед приладом, кгс/см <sup>2</sup>	4-6
Витрати розчину ПУ, л/с, не менше	4,8
Дальність подачі вогнегасячої речовини (за крайніми краплями), м, не менше	24
розпилений струмінь води	22
повітряно-механічна піна	
Кратність	20±10
Габаритні розміри, мм, не більше	

14	довжина	700
	висота	160
	Маса, кг, не більше	2,5

Генератор піни є водоструменевим ежекторним апаратом переносного типу.

Генератори піни середньої кратності виготовляються наступних типорозмірів: ГПС-100, ГПС-200, ГПС-600, ГПС-2000.



**Рисунок 9.14 – Генератори піни середньої кратності ГПС-100**



**Рисунок 9.15 – Генератори піни середньої кратності ГПС-200**

Генератори піни середньої кратності всіх типорозмірів принципово за будовою не мають розрізень. Так, генератор піни середньої кратності складається з розпилювача та корпусу з пакетом сіток.





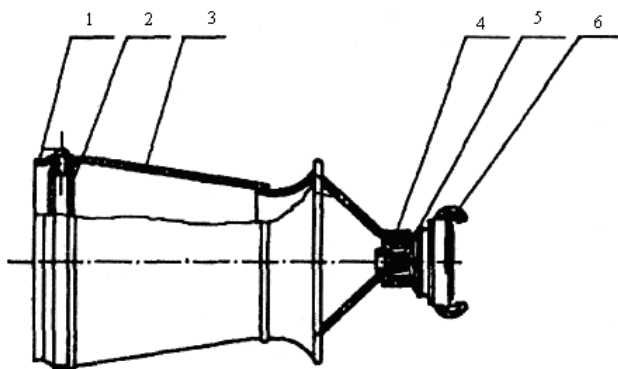
**Рисунок 9.16 – Генератори піни середньої кратності ГПС-600**

ГПС-200 складається (рис. 5.17) з касети сіток 1, ремня 2, корпусу 3, до корпусу за допомогою чотирьох гвинтів кріпиться корпус розпилювача 4 та з'єднувальна головка 5.

Касета є кільцем, обтягнутим по торцевій площині металевою сіткою з розміром чарунки 0,8 - 1,25 мм.

В корпусі пінний потік формує струмінь піни та збільшує дальність її подачі.

ГПС-600 складається (рис. 5.18) з насадка 1, касети сіток 2, корпусу генератора з колектором 3.



**Рисунок 9.17 – Будова генератора піни середньої кратності ГПС-200:**

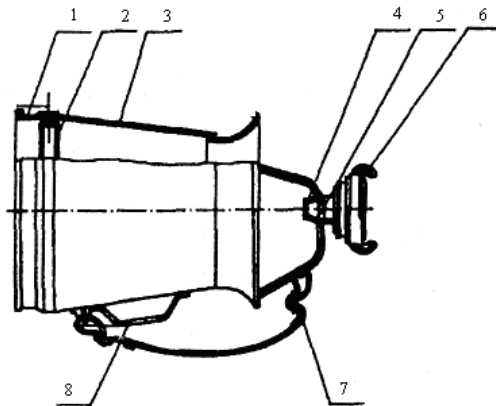
1 – насадок; 2 – касета сіток; 3 – корпус генератора; 4 – корпус розпилювача; 5 – розпилювач; 6 – з'єднувальна головка ГМ-50

До колектора генератора за допомогою трьох стійок кріпиться корпус розпилювача 5, в який встановлений розпилювач 4 і з'єднувальна головка 6 (ГМН-70).

Касета є кільцем, обтягнутим по торцевій площині металевою сіткою з розміром чарунки 0,8 - 1,25 мм.

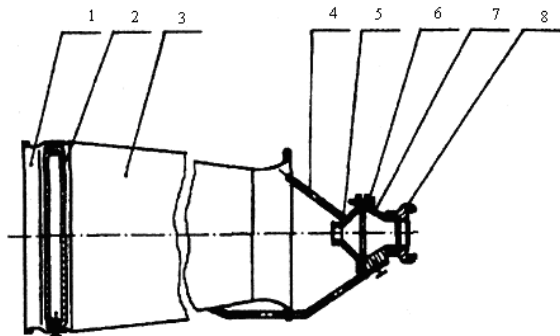
Розпилювач вихрового типу має шість вікон, розташованих під кутом  $12^\circ$ , що викликає закручування потоку робочої рідини і забезпечує отримання на виході розпорошеного струменя із заданим кутом факела.

Насадок призначений для формування пінного потоку після касети в компактний струмінь і збільшення дальності польоту піни.



**Рисунок 9.18 – Будова генератора піни середньої кратності ГПС-600:**

1 – насадок; 2 – касета сіток; 3 – корпус генератора; 4 – корпус розпилювача; 5 – розпилювач; 6 – з'єднувальна головка ГМ-70; 7 – ремінь; 8 – ручка



**Рисунок 9.19 – Будова генератора піни середньої кратності ГПС-2000:**

1 – насадок; 2 – касета сіток; 3 – корпус генератора; 4 – стойка (ручка); 5 – сопло; 6 – розпилювач; 7 – корпус розпилювача; 8 – з'єднувальна головка ГМ-80

Принцип роботи генератора полягає в наступному: потік робочої рідини (розчин піноутворювача) під тиском подається в розпилювач. За рахунок ежекції при вході розпиленого струменя в колектор відбувається підсос повітря і перемішування його з розчином. Суміш крапель розчину піноутворювача та повітря попадає на пакет сіток. Попадаючи на сітку, краплі піноутворювача утворюють плівку. Спочатку утворюється елементарна плівка (окремі пухирці), а з часом масова піна. Під енергією крапель, що надходять з розпилювача та повітря, піна виштовхується з піногенератора.

Таблиця 9.7 – Технічні характеристики генераторів піни середньої кратності

Параметри	Значення для типорозмірів			
	ГПС-100	ГПС-200	ГПС-600	ГПС-2000
Продуктивність піни, л/сек	100	200	600	2000
Витрата 4-6 % розчину ПУ, л/сек	1-1,5	1,6-2,0	4,8-6,0	16,0-20,0
Тиск перед приладом, гкс/см <sup>2</sup>	4-6	4-6	4-6	4-6
Кратність піни	100±30	100±30	100±30	100±30
Дальність подачі піни, м, не менше	4,5	10	10	13
Висота подачі піни, м, не менше	-	3	5	6
Габаритні розміри, мм, не більше:				
довжина		485	610	1060
висота		230	355	510
Маса, кг, не більше	1,9	2,4	4,45	13,0

Також існують генератори піни середньої кратності з перекирвним пристроєм (рис 9.20 – 9.22).

Універсальні генератори піни середньої кратності (далі УГПС) УГПС-100, УГПС-200, УГПС-600 (ТУ У 29.2-31916216-021:2007); УГПС-1200ЛП, УГПС-1200СФ (ТУ У 29.2-31916216-022:2007)

51 призначені для одержання з водного розчину піноутворювача повітряно-механічної піни.

Унікальною особливістю даних генераторів є можливість для ствольщика легко змінювати дальність подачі піни залежно від конкретних умов оперативної обстановки.



**Рисунок 9.20 – Генератори піни середньої кратності ГПС-100 з перекивним пристроєм**



**Рисунок 9.21 – Генератори піни середньої кратності ГПС-200 з перекивним пристроєм**





**Рисунок 9.23 – УГПС-100**

**Рисунок 9.22 – Генератори піни середньої кратності ГПС-600 з перекривним пристроєм**



**Рисунок 9.24 – Подання струменя ПМП з УГПС-100 (мінімальна дальність)**



**Рисунок 9.25 – Подання струменя ПМП з УГПС-100 (максимальна дальність)**



**Рисунок 9.26 – УГПС-200**



**Рисунок 9.27 – Подання струменя ПМП з УГПС-200 (мінімальна дальність)**



**Рисунок 9.28 – Подання струменя ПМП з УГПС-200 (середня дальність)**



**Рисунок 9.29 – Подання струменя ПМП з УГПС-600 (максимальна дальність)**



**Рисунок 9.30 – УГПС-600**



**Рисунок 9.31 – Подання струменя ПМП з УГПС-600  
(мінімальна дальність)**

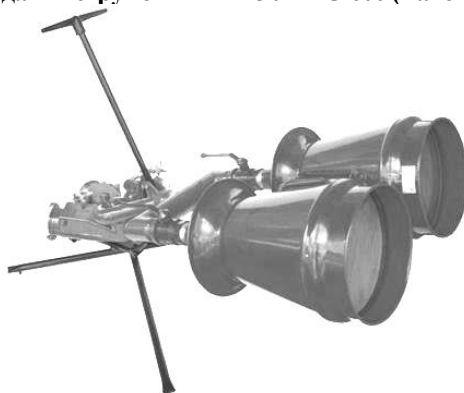




**Рисунок 9.32 – Подання струменя ПМП з УГПС-600 (середня дальність)**



**Рисунок 9.33 – Подання струменя ПМП з УГПС-600 (максимальна дальність)**



**Рисунок 9.34 – УГПС-1200 (лафетний переносний)**



**Рисунок 9.35 – Подання струменя ПМП з УГПС-1200 (мінімальна дальність)**



**Рисунок 9.36 – Подання струменя ПМП з УГПС-1200 (середня дальність)**



**Рисунок 9.37 – Подання струменя ПМП з УГПС-1200 (максимальна дальність)**

Таблиця 9.8 – Технічні характеристики універсальних генераторів піни середньої кратності (УГПС)

Показник	УГПС-100	УГПС-200	УГПС-600	УГПС-1200 ЛП	УГПС-1200 СФ
Витрати піни, л/сек	100	200	600	1200	1200
Витрати 4-6 % відсоткового розчину піноутворювача, л/сек	1-1,5	2-2,5	4,8-6	9,6-12	9,6-12
Тиск перед приладом, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	8	8	8	8	8
Дальність подачі піни, м	10	15	25	25	25
Кратність піни	80	80	80	80	80
Умовний прохід з'єднувальної головки, мм	50	50	70	2×80	*
Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	550 - Ø 169	480 - Ø 230	650 - 375	1500 900 1005	1200 900 1005

\* – Приєднувальні розміри фланця: діаметр фланця - 195 мм; товщина фланця - 20 мм; отвір під кріплення фланця - 4 x 18,5 мм; діаметр по осях отворів - 160 мм; умовний прохід фланця - 75 мм.

„НПО СОПОТ” (РФ) випускає наступні типи установок комплексного гасіння пожеж (установки комплексного пожаротушения - УКПТ):

- ручні - „Пурга 5”, „Пурга 7”;
- перевізні - „Пурга 10”, „Пурга 20”, „Пурга 30”;
- стаціонарні - „Пурга 60”, „Пурга 80”, „Пурга 90” (причіп), „Пурга 120” (причіп), „Пурга 200-240”.

УКПТ “Пурга 5” призначена для отримання повітряно-механічної піни середньої кратності з підвищеною дальністю подачі струменя повітряно-механічної піни. Установка використовується для гасіння пожеж легкозаймистих та горючих рідин, твердих паливних матеріалів, а також для створення світлотеплозахисних екранів у районах аварій, катастроф, стихійних лих, для дегазації і

91 дезактивації, маскування об'єктів цивільного і військового призначення.

Тактико-технічна характеристика УКПТ „Пурга 5” наведена в таблиці 9.9.

УКПТ "Пурга-5" випускається в декількох видах:

- ручний ствол;
- ручний ствол з перекривним пристроєм;
- стаціонарна УКПТ;
- стаціонарна УКПТ з дистанційним управлінням;
- судова УКПТ.

Відрізняється від аналогів:

- збільшеною дальністю подачі струменя піни середньої кратності;
- підвищеною швидкістю розтікання піни по поверхні горіння;
- можливістю ежектування піноутворювача зі сторонньої ємності.



Рисунок 9.38 – УКПТ „Пурга 5”



Рисунок 9.39 – УКПТ „Пурга 7”



Рисунок 9.40 – УКПТ „Пурга 20”

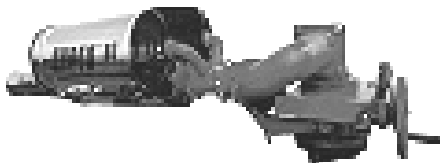


Рисунок 9.41 – УКПТ „Пурга 30”



Рисунок 9.42 – УКПТ „Пурга 60”

Рисунок 9.43 – УКПТ „Пурга 120”



Рисунок 9.44 – УКПТ „Пурга 200-240”

Технічні характеристики УКПТ „Пурга” наведені в таблиці 9.9.

Таблиця 9.9 – Технічні характеристики УКПТ „Пурга”

Параметри	Марка обладнання			
	УКПТ Пурга 5	УКПТ Пурга 7	УКПТ Пурга 10	УКПТ Пурга 20
Витрати по воді, л/сек.	5-6	7	10	20
Подача по піні, м <sup>3</sup> /хв.	21	29,4	42	48
Дальність подачі, м	20-25	30	30	35
Робочий тиск, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,8 (8)	0,8 (8)	0,8 (8)	0,8 (8)
Кратність	70	70	60-70	40

Витрати піноутворювача, л/сек.	0,36	0,4	0,8	1,6
Маса, кг	6-8	7-9	27-37	40-50

Продовження таблиці 5.9

Параметри	Марка обладнання			
	УКГП Пурга 30	УКГП Пурга 60	УКГП Пурга 80	УКГП Пурга 90
Витрати по воді, л/сек.	30	60	80	90
Подача по піні, м <sup>3</sup> /хв.	72	144	144	162
Дальність подачі, м	45-50	45-50	70	85
Робочий тиск, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,8 (8)	0,8 (8)	0,8 (8)	0,8 (8)
Кратність	30-40	30-40	30	30
Витрати піноутворювача, л/сек.	1,8	3,6	4,8	5,0
Маса, кг	40-50	70	95	85

Продовження таблиці 5.9

Параметри	Марка обладнання	
	УКГП Пурга 120	УКГП Пурга 240
Витрати по воді, л/сек.	120	200-240
Подача по піні, м <sup>3</sup> /хв.	216	360
Дальність подачі, м	100	90-100
Робочий тиск, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,8 (8)	1,0-1,2
Кратність	30	30
Витрати піноутворювача, л/сек.	7,2	12,0
Маса, кг	95	120

### Контрольні запитання:

1. На які групи поділяються піноутворювачі в Україні?
2. Які існують типи кратності ПМП?
3. Які існують переносні пожежні пінозмішувачі?

4. Яких типорозмірів існують генератори піни середньої кратності?
5. Яка продуктивність по піні ГПС-200?
6. Яка дальність подачі піни ГПС-600?
7. Висота подачі піни ГПС-600?
8. Яка подача по піні УКГП «Пурга-5»?
9. Яка дальність подачі піни УКГП «Пурга-5»?
10. Яка подача по піні УКГП «Пурга-30»?
11. Яка дальність подачі піни УКГП «Пурга-30»?