

Склад автоматичної установки аерозольного пожежогасіння. Принцип її роботи

Основним елементом установки аерозольного пожежогасіння є генератор вогнегасного аерозолу (ГВА). Це пристрій, у якому протікає процес перетворення заряду аерозолеутворюючого складу (АУС) у вогнегасний аерозоль.

Автоматична система аерозольного пожежогасіння (рис. А.1) складається з наступних елементів:

- пожежні сповіщувачі;
- пожежний приймально-контрольний прилад системи сигналізації;
- прилади й пристрої контролю й управління пуском ГВА;
- пристрої, що забезпечують живленням елементи системи;
- шлейфи пожежної сигналізації, електричні кола живлення, управління й контролю системи;
- пожежні оповіщувачі спрацьовування установки;
- генератори вогнегасного аерозолу;
- пристрої, що формують командні імпульси на відключення систем вентиляції, кондиціонування, повітряного опалення й технологічного обладнання;
- пристрої, що формують командні імпульси на закриття протипожежних клапанів, заслінок вентиляційних коробів;
- пристрою оповіщення про випуск вогнегасної речовини;
- пристрою сигналізації про закриття дверей у приміщеннях, що захищаються;
- пристрою світло-звукової сигналізації.

Функціонує система аерозольного пожежогасіння в такий спосіб (рис. А.1). При надходженні сигналу про пожежу від пожежних сповіщувачів 1, що контролюють різні його ознаки, приймально-контрольний прилад 3 формує й подає сигнал на включення світло-звукової сигналізації 4 і системи мовного оповіщення персоналу 5, відключення вентиляції, технологічного обладнання 6, закриття вентиляційних і технологічних прорізів. Одержавши від магнітно-контактних датчиків 7 підтвердження про закриття дверей і інших відкритих прорізів, приймально-контрольний прилад 3 подає командний імпульс на пристрій управління пуском установки 8, що відповідно до закладеного алгоритму, здійснює пуск ГВА 9.

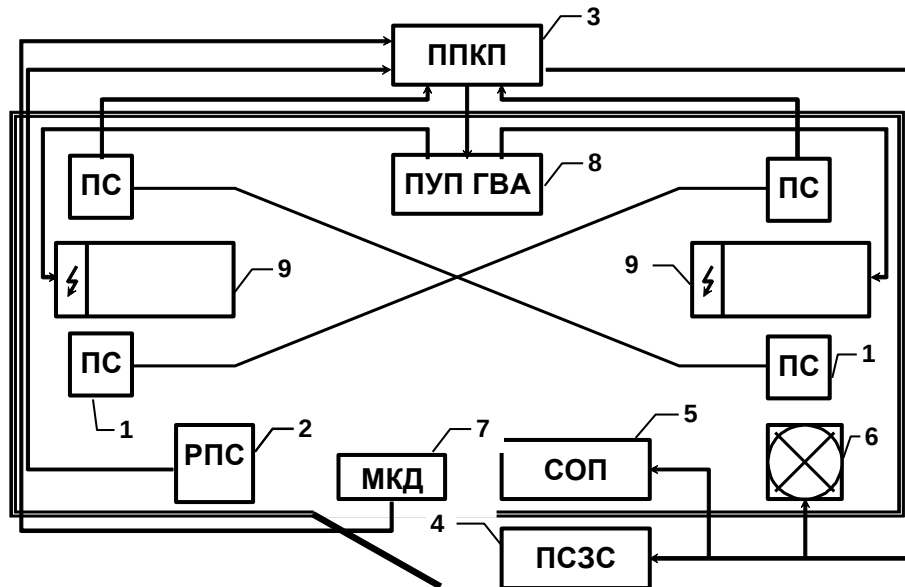


Рис. А.1 – Схема автоматичної системи аерозольного пожежогасіння:
1 – автоматичний пожежний сповіщувач; 2 – ручний пожежний сповіщувач;
3 – пожежний приймально-контрольний прилад; 4 – пристрій світло-звукової
сигналізації; 5 – система мовного оповіщення персоналу; 6 – технологічне обладнання;
7 – магнітно-контактний датчик; 8 – пристрій управління пуском ГВА; 9 – ГВА з
електричним пуском

Перевагою розглянутого алгоритму функціонування системи є:

- надійне й достовірне виявлення осередку пожежі;
- можливість оперативного контролю цілісності ланцюгів сигналізації й живлення елементів і вузлів системи;
- можливість дистанційного пуску системи;
- можливість втручання в процес роботи системи у випадку її несанкціонованого спрацьовування.

Принцип функціонування автономної системи полягає в наступному. При підвищенні температури в приміщенні, що захищається, вище деякого граничного значення, відбувається samozapalювання й горіння спеціального вогнепровідного шнура, що забезпечує ініціювання термохімічного вузла запуску ГВА. У результаті роботи, якого відбувається активація генератора.

Одна з переваг такого варіанта побудови системи полягає у відсутності зовнішніх джерел живлення, тобто система працює автономно. Разом з тим, такий підхід до організації захисту об'єкта виключає можливість контролю й управління процесом пожежогасіння, а так само включення системи оповіщення про пожежу.

Порівняльний аналіз структури й схем побудови традиційних систем об'ємного

пожежогасіння й аерозольних систем показав, що останні мають наступні переваги:

- висока вогнегасна ефективність;
- відсутність посудин під тиском для зберігання вогнегасної речовини;
- відсутність розподільної мережі трубопроводів для доставки вогнегасної речовини;
- реалізується екологічно безпечний спосіб пожежогасіння;
- широкий діапазон температур експлуатації;
- тривалий термін експлуатації й простота технічного обслуговування.

Так само необхідно відзначити, що у всіх системах може бути використана однакова спонукальна підсистема. Тому часові характеристики тієї або іншої системи будуть обумовлюватися швидкістю її виконавчих елементів. Очевидно, що за інших рівних умов, подача вогнегасної речовини в об'єм, що захищається, системою аерозольного гасіння, почнеться відразу ж після запуску ГВА. Отже, час роботи аерозольної системи буде визначатися в основному часом роботи генератора, наприклад, в існуючих модифікацій величина цього параметра варіюється від декількох секунд до двох з половиною хвилин.

У той же час, система з ГВА має наступні недоліки:

- наявність відкритого вогнища (форсу) полум'я й висока температура аерозоллю, що утворився (1500-1800 С) при роботі генератора приводить до утворення високотемпературних продуктів згоряння (частки), потенційно здатних запалити не тільки горючі газопароповітряні суміші, але й тверді й рідкі горючі речовини й матеріали;
- нагрітий аерозоль конвективно спливає під стелю приміщення й лише проохолоджуючись, рівномірно розподіляється в об'ємі приміщення, що захищається, що приводить до збільшення часу гасіння осередку, що перебуває, як правило, на рівні підлоги;
- внаслідок виникаючого підвищення тиску в приміщенні, що захищається, можливі втрати вогнегасної речовини через відкриті прорізи, нещільності й систему вентиляції, а що ще гірше руйнування осклянілості і як наслідок підвищення втрат;
- тимчасова втрата видимості після спрацювання ГВА;
- можливість використання УАП тільки в закритих приміщеннях.

Устрій і робота генераторів вогнегасного аерозоллю.

Генератор (рис. А.2) складається з корпусу 1, що має форму порожнього правильного циліндра. Усередині корпусу розташований заряд АУС 2 циліндричної форми, бічна поверхня шашки заряду щільно прилягає до термоізолюючого покриття корпусу 3, таким чином, горіння

здійснюється з торця, поверхня горіння заряду має форму кола. До передньої частини корпусу прикріплена кришка 4, у якій виконані випускні отвори 5. В початковому стані випускні отвори закриті матеріалом, що легко руйнується під час роботи генератора. Також у кришці закріплений ініціюючий пристрій 6, що приводиться в дію імпульсом струму. Заряд АУС являє собою механічну суміш двох основних компонентів: окислювача й речовин, які відіграють роль горючого сполучних. Вільний об'єм камери згоряння ГВА утворений перетинанням бічної поверхні корпусу з наступними поверхнями: у передній частині – кришкою корпусу, у задній – поверхнею заряду, по якій здійснюється процес горіння.

Початок горіння ініціюється від зовнішнього впливу на заряд АУС, створеного вузлом запуску, при цьому відбувається викид горючих газів, що мають високу температуру у вільний об'єм камери згоряння. У результаті нагрівання поверхні заряду АУС продукти його розкладання, випарувавшись із поверхні, надходять у навколишнє газове середовище. Горючий компонент має більш високу швидкість розкладання, чим кристали окислювача, тому він швидше переходить у газоподібний стан. Пари палива, що утворюються біля поверхні, багаті горючим компонентом, вступають у реакцію між собою, а також з киснем, що міститься в навколишньому середовищі. Коли кількість тепла, що генерується хімічним шляхом, стає рівним втратам тепла в результаті теплопровідності в навколишнє середовище, відбувається запалення заряду АУС. Тривалість розглянутого періоду становить $0.1 \div 15$ мс, що значно менше часу основного режиму роботи, тому вважається, що процес ініціювання відбувається практично миттєво, а запалювання заряду відбувається відразу по всій поверхні горіння. При перевищенні граничного значення надлишкового тиску у вільному об'ємі камери згоряння генератора відбувається руйнування заглушок у випускних отворах і починається вихід продуктів згоряння заряду АУС разом із продуктами згоряння запалювального складу в зовнішнє середовище.

Після запалення всієї поверхні процес горіння протікає за наступною схемою (рис. А.3) у зоні I відбувається прогрів заряду за рахунок тепла, що надходить з газової фази IV. У зоні II протікає реакція в конденсованій фазі, що є сумарно слабо екзотермічною. У зоні III відбувається змішування компонентів, що не прореагували, а в зоні IV закінчується процес горіння складу й у зоні V відбувається конденсація продуктів згоряння з утворенням аерозолі, що являє собою суміш твердих часток і газів.

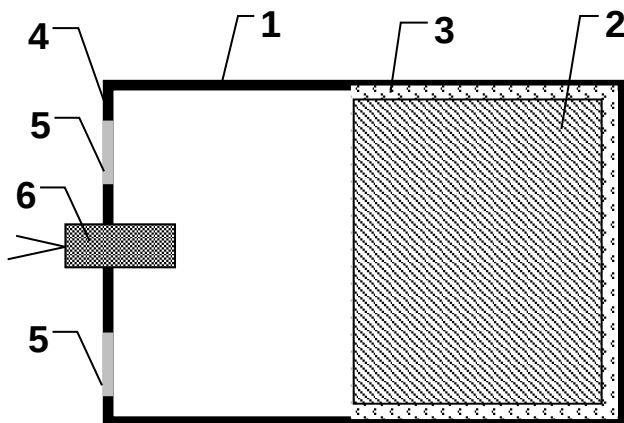


Рис. А.2 – Принципова схема генератора вогнегасного аерозолі:
 1 – корпус; 2 – заряд АУС; 3 – теплоізолюючий шар; 4 – кришка; 5 – випускні отвори;
 6 – ініціюючий пристрій

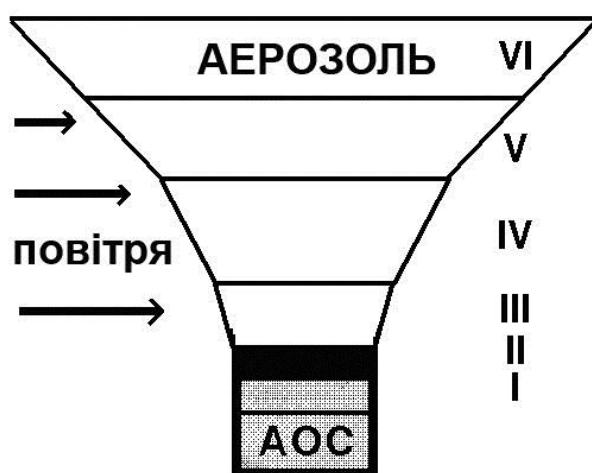


Рис. А.3 – Схема процесу аерозолеутворення при згорянні заряду АУС

Таким чином, після запалювання всієї поверхні заряду, немає необхідності надалі в його нагріванні, тому що кількість теплоти, що виділяється в газовій фазі досить для прогріву й подальшого запалення сусідніх шарів і протікання реакцій горіння, що самопідтримуються. Рівномірне горіння забезпечується за рахунок рівності теплоприходу й тепловідводу у всіх зонах реакції. Швидкість вигорання заряду рівномірна у всім його об'ємі, тобто горіння заряду відбувається еквідистантними шарами. Всі газодинамічні параметри залежать від однієї єдиної геометричної координати й від часу, таким чином, течія аерозолі в елементах ГВА є переважно одномірною.

Закінченням роботи генератора настає в момент повного вигорання заряду АУС. Він супроводжується швидкою зміною тиску в камері згорання ГВА й температури продуктів згорання. За своєю тривалістю цей період значно найменше часу роботи генератора.

Механізм вогнегасної дії.

Аерозолеутворююча сполука у загальному випадку складається з окислювача й пального-сполучного. Як правило, в якості окислювача виступають утримуючий калій

неорганічні з'єднання, а роль сполучних виконують органічні або неорганічні відновлювачі, такі як синтетичні каучуки, епоксидні смоли, трансформаторне мастило й метали: магній, алюміній.

В результаті згоряння твердопаливних композицій генерується газоаерозольний состав, газова фаза якого складається переважно з N_2 і CO_2 , а тверда фаза містить K_2CO_3 , $KHCO_3$, KCl . При цьому тверда фаза по своєму впливі на полум'я багато в чому подібна до вогнегасних порошків, маючи, однак, істотно більше високою ефективністю завдяки високій дисперсності (характерний розмір часток становить близько 1 мкм). Завдяки малому розміру часток вогнегасної речовини різко підвищується ефективність гасіння пожежі, як за рахунок їх високої питомої поверхні, так і в силу їхнього малого об'єму, що полегшує їхній значний прогрів і газифікацію в полум'ї. Температура аерозолі, що утворився, досягає сотень градусів, він конвективним потоком спливає під стелю приміщення, що захищається, і в міру охолодження починає рівномірно розподілятися в об'ємі приміщення. Це дозволяє віднести розглянутий спосіб гасіння до об'ємного, тим більше що через високу дисперсність твердої фази осідання її часток реалізується за досить тривалий час.

Механізм об'ємного аерозольного пожежогасіння обумовлюється наступними основними явищами:

- вискодисперсні тверді частки, наприклад, з'єднання калію мають більше високу хімічну активність і ефективно інгібують газове полум'я;
- тверді частки, що мають розміри в 10-100 разів менше, ніж порошки, мають більше високе тепловбирання (при потраплянні до зони горіння), що істотно впливає на температуру полум'я;
- АУС утворює велику кількість інертних газів, що викликає зниження вмісту кисню й реакційної здатності горючої суміші в об'ємі;
- аерозольні суміші мають більше високі, чим порошки, показники стабільності створюваних концентрацій (низька швидкість осідання часток) і проникаючої здатності (при розподілі у важкодоступні, "тіньові" зони об'єму, що захищається.).

Аналіз характеристик вогнегасних речовин, традиційно застосовуваних при об'ємному способі гасіння, показав що, більшість речовин має низьку вогнегасну здатність у порівнянні із хладоном 13В1. Однак, вогнегасний аерозоль, одержуваний при спалюванні заряду АУС, при гасінні пожеж класу В, підкласу А2 перевершує по вогнегасній ефективності традиційні засоби об'ємного гасіння в 4 – 5 разів.

Найкраща вогнегасна здатність аерозолів, у порівнянні із традиційними засобами гасіння, досягається завдяки наступним особливостям цього способу пожежогасіння. Перша особливість полягає в тому, що в аерозольному вогнегаснику речовина перебуває не в готовому до вживання вигляді, а в хімічно зв'язаному стані – у вигляді спеціально підібраного аерозолеутворюючого вогнегасного состава. Друга особливість – значно менші (у десятки разів) розміри аерозольних часток у порівнянні з розмірами часток, утворених при використанні звичайних порошків. У результаті вдається досягти більшої площі поверхні й, отже, більше високої вогнегасної здатності АУС від 30 до 80 г/м³ залежно від виду сполуки й горючого матеріалу, що підлягає гасінню.

Приклади технічної реалізації

У цей час розробкою й впровадженням АУС і генераторів займається більше десятка підприємств і організацій. На сьогоднішній день існує більше двадцяти різних рецептур АУС. Розроблено й пройшло різний ступінь експериментального відпрацювання більше ста модифікацій генераторів вогнегасного аерозолю. Розроблені генератори сильно відрізняються по своїх тактико-технічних характеристиках. Так, маса заряду АУС у них змінюється від 8 г до 10 кг, маса спорядженого генератора – від 15 г до 70 кг. Час випуску аерозолю перебуває в межах від 4 до 240 с. Більшість генераторів містять у своєму составі пристрою для зниження температури аерозольної суміші, що утвориться. На різних об'єктах України застосовувалися наступні моделі генераторів: АГС-2, АГС-6, АГС-7 (АТ "Граніт-Саламандра"), АПГ-3, АПГ-10, ОСА-М-40 (Пермський завод ім. Кірова), а також вогнегасники оперативного застосування СОТ-5М (АТ "Граніт-Саламандра"), АПГ-1.

Основні конструктивні елементи ГВА серії АГС, схема якого представлена на рис. А.7, це: заряд аерозолеутворюючого складу 2, вузол ініціювання 3 і корпус 2 з вихідними отворами 4.

Заряд АУС у цій модифікації генератора має форму циліндра (рис. 4.7 а), але може мати центральний канал, (рис. А.7 б і А.7 в). Вихідний отвір розташовується в торці генератора (рис. А.7 а й А.7 б). Вихідний отвір закритий мембраною (рис. 4.7 б) або кришкою (рис. А.7 а).

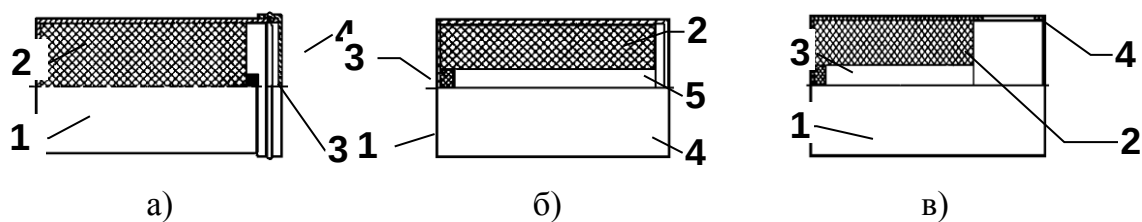


Рис. А.7 – Варіанти типових схемних рішень ГВА серії АГС:
1 – корпус; 2 – аерозолеутворюючий заряд; 3 – вузол запуску;
4 – випускні отвори; 5 – мембрана

Таблиця А.1

Основні технічні характеристики ГВА стаціонарного застосування

Марка ГВА	Характеристики ГВА					
	об'єм, що захи- щається, м³	мас а ГВ А, кг	маса заря ду АУС , кг	час робот и, с	габаритні розміри	
ПУРГА-1М	10	0,8	0,55	20-35	діапе- тр, мм	довжи- на, мм
ПУРГА-М	8	2,4	0,6	10-14	102	390
ПУРГА МХ	10	9,3	1,0	45	100	623
ПУРГА ДОО 02	0,25	0,1	0,02	10	28	120
ПУРГА ДО- К-02	2	1,04	0,02	20-26	88	116
ПУРГА Т	0,1	0,01 7	0,00 8	5	52	14
ПАГ-02	4	0,64	0,2	6-8	80	90
ПАГ-04	8	1,1	0,4	6-8	80	120
ПАГ-06	7,0- 10,0	1,6	0,6	15	80	144
АГС-3	3,2	1,2	0,32	19	122	65
ГВА-15-20	0,3	1,2	-	10	32	455
ГВА-15-30	0,5	1,6	-	10	32	630
МАГ 1	0,5 - 1	0,45	0,06	2-3	75	97
МАГ 2	1 - 2	0,55	0,1	4-6	75	108
МАГ 02	0,2	0,12	0,02	2-3	28	125
МАГ 3/МАГ 3Г	2 - 3	0,90	0,2	4-6	75	150
МАГ 4	10	3,8	1,0	7-10	95	385
МАГ 5	5	2,1	0,5	5-10	95	232
Допінг-2.02	0,2	0,15	0,01 6	5	70	40
Допінг-2	2,0	1,3	0,2	25	80	160
Допінг-2.10	10	3,9	1,2	20	105	320
Вьюга МЭО 075	0,8	0,34	0,07 5	6	45	200