

СИСТЕМИ АЕРОЗОЛЬНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

План лекції.

1. Галузь застосування та класифікація систем аерозольного пожежогасіння
2. Аерозолеутворюючі сполуки та вогнегасний аерозоль.
3. Склад та робота автоматичних систем аерозольного пожежогасіння
4. Генератори вогнегасного аерозолю

Питання 1. Галузь застосування та класифікація систем аерозольного пожежогасіння

Системи аерозольного пожежогасіння (САПГ) призначені для ліквідації або локалізації пожеж об'ємним способом у будівлях і спорудах. САПГ призначені для локалізації й гасіння пожежі пов'язаних з горінням ЛЗР і ГР (бензин, гас, дизельне паливо, органічні розчинники, тобто пожежі класу В); деяких твердих горючих матеріалів (пластмаси, гума – пожежі підкласу А2); електроустаткування (у тому числі, що знаходиться під напругою), електроізоляційних матеріалів. Під час гасіння матеріалів, здатних до тління (деревина, вата, тканини, папір, картон – пожежі підкласу А1), застосування систем пожежогасіння, як правило, дозволяє повністю усунути полум'яне горіння, але осередки тління при цьому можуть зберігатися. Системи застосовуються для захисту виробничих, адміністративних і житлових будівель:

- склади та сховища;
- гаражі, цехи;
- офіси;
- лабораторії наукових і навчальних закладів;
- на об'єктах енергетики;
- на залізничному й автомобільному транспорті;
- на морських і річкових судах.

Приміщення, що захищаються, повинні мати висоту не більше 10 м, об'єм – не більше 10000 м^3 , параметр негерметичності – не більше $0,04\text{ м}^{-1}$.

Застосування САПГ для захисту кабельних споруд (напівповерхи, колектори, шахти й т.п.) є допустимим для споруд об'ємом до 3000 м^2 , висотою не більше 10 м, за значень параметра негерметичності не більше $0,001\text{ м}^{-1}$ (тобто в умовно герметичних приміщеннях) і за відсутності в електромережах пристроїв автоматичного повторного включення.

Застосування САПГ для захисту приміщень із технологічними процесами, що вимагають спеціального очищення повітря від пилу (носії інформації на магнітних дисках, сховища унікальних витворів мистецтва й т.п.), допускається тільки за наявності висновків спеціалізованих організацій.

Забороняється застосування САПГ у приміщеннях, які не можуть бути залишені людьми до початку роботи виконавчих елементів системи, а також у приміщеннях із масовим перебуванням людей (більше 50 осіб).

САПГ не забезпечують повного припинення горіння й не повинні застосовуватися для гасіння:

- волокнистих, сипких, пористих та інших горючих матеріалів, схильних до самозаймання і тління усередині шару (деревина, бавовна, трав'яне борошно та ін.);
- хімічних речовин та їхніх сумішей, полімерних матеріалів, схильних до тління й горіння без доступу повітря;
- гідридів металів і пірофорних речовин;
- порошків металів (магній, титан, цирконій та ін.).

Питання 2. Аерозолеутворюючі сполуки та вогнегасний аерозоль.

Аерозолеутворююча сполука у загальному випадку складається з окислювача й горючого-зв'язувального. Як правило, окислювачем виступають калійвміщувальні неорганічні сполуки, а роль сполучних виконують органічні або неорганічні відновники, такі як синтетичні каучуки, епоксидні смоли, трансформаторна олива й метали: магній, алюміній.

В результаті згоряння твердопаливних композицій генерується газоаерозольна суміш (вогнегасний аерозоль), газова фаза якої складається переважно з азоту (N_2) і діоксиду вуглецю (CO_2), а тверда фаза містить карбонат калію (K_2CO_3), гідрокарбонат калію ($KHCO_3$), хлорид калію (KCl). При цьому тверда фаза за своїм впливом на полум'я багато в чому подібна до вогнегасних порошків, маючи, однак, істотно більш високу ефективність 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 їх значний прогрів і газифікацію в полум'ї. Температура аерозолю, 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 зумовлений наступними основними явищами:

- високодисперсні тверді частки, наприклад, сполуки калію, мають вищу хімічну активність і ефективно інгібують газове полум'я;
- тверді частки, що мають розміри в 10–100 разів менші, ніж порошки, мають більш 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 вищі, ніж порошки, показники стабільності створюваних концентрацій (низька швидкість осідання часток) і проникної 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, під час гасіння пожеж класу В, підкласу А2 перевищує за вогнегасною ефективністю 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 аерозолеутворюючої вогнегасної сполуки. 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, більш високої вогнегасної здатності АУС від 30 до 80 г/м³ залежно від виду сполуки й горючого матеріалу, що підлягає гасінню.

Питання 3. Склад та робота автоматичних систем аерозольного пожежогасіння

Основним елементом системи аерозольного пожежогасіння є *генератор вогнегасного аерозолю (ГВА)*. Це пристрій, в якому протікає процес перетворення заряду аерозолеутворюючої сполуки (АУС) у вогнегасний аерозоль.

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

- пожежні сповіщувачі;
- пожежний приймально-контрольний прилад системи сигналізації;
- прилади та пристрої контролю й управління пуском ГВА;
- пристрої, що забезпечують живлення елементи системи;
- шлейфи пожежної сигналізації, електричні кола живлення, управління й контролю системи;
- пожежні оповіщувачі спрацьовування установки;
- генератори вогнегасного аерозолю;
- 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;
- пристрої оповіщення про випуск вогнегасної речовини;
- пристрої сигналізації про закриття дверей у приміщеннях, що захищаються;
- пристрої світло-звукової сигналізації.

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 та 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 зумовлюватися 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 модифікаціях величина цього параметра варіює від декількох секунд до двох із половиною хвилин.

У той же час система із ГВА має наступні недоліки:

- висока температура аерозолу, що утворився (1500–1800 °С) під час роботи генератора, призводить до утворення високотемпературних продуктів згоряння (частки), потенційно здатних запалити не тільки горючі газопароповітряні суміші, але і тверді та рідкі горючі речовини й матеріали;
- нагрітий аерозоль конвективно спливає під стелю приміщення й, лише охолоджуючись, рівномірно розподіляється в об'ємі приміщення, що захищається, що призводить до збільшення часу гасіння осередку, що перебуває, як правило, на рівні підлоги;
- внаслідок виникаючого підвищення тиску у приміщенні, що захищається, можливі втрати вогнегасної речовини через відкриті прорізи, нещільності й систему вентиляції, а що ще гірше – руйнування скління й, як наслідок, – підвищення втрат;
- тимчасова втрата видимості після спрацювання ГВА;
- можливість використання САПГ тільки в закритих приміщеннях.

Питання 4. Генератор вогнегасного аерозолу

Генератор (рис. 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 зв'язуючої горючої речовини. Вільний об'єм камери згоряння ГВА утворений перетинанням бічної поверхні корпусу з наступними поверхнями: у передній частині – із кришкою корпусу, у задній – із поверхнею заряду, по якій відбувається процес горіння.

Початок горіння ініціюється від зовнішнього впливу на заряд АУС, створюваного 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, ніж 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 із киснем, що міститься в навколишньому середовищі. Коли кількість тепла, що генерується хімічним шляхом, стає рівною 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 запалювання всієї поверхні процес горіння протікає за наступною схемою (рис. 3): у зоні I відбувається прогрів заряду за рахунок тепла, що надходить із 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.

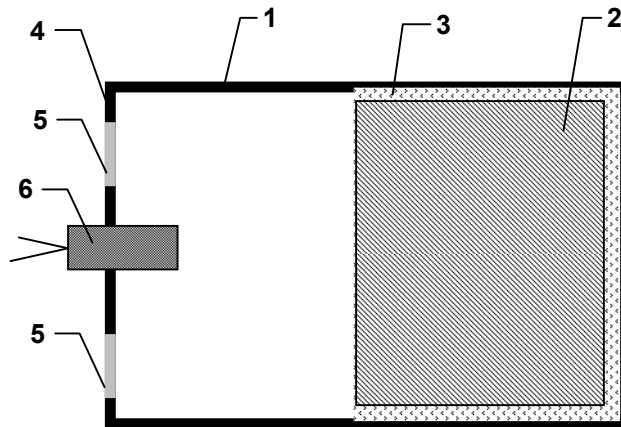


Рис. 2 – Принципова схема генератора вогнегасного аерозолі:
1 – корпус; 2 – заряд АУС; 3 – теплоізолюючий шар; 4 – кришка; 5 – випускні отвори; 6 – ініціюючий пристрій

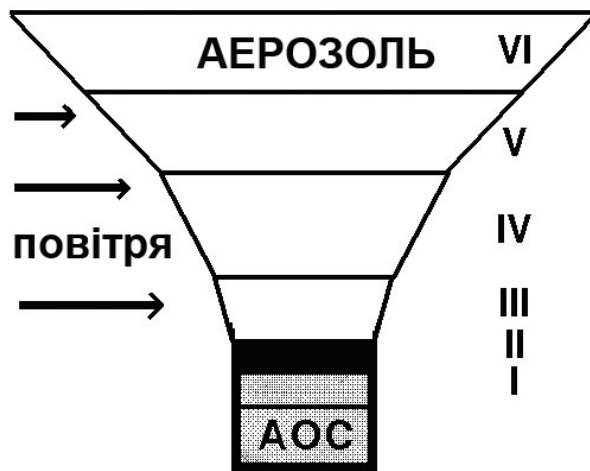


Рис. 3 – Схема процесу аерозолеутворення при згорянні заряду АУС

Таким чином, після запалювання всієї поверхні заряду немає надалі потреби в його нагріванні, тому що кількість теплоти, що виділяється в газовій фазі, є достатньою для прогріву й подальшого запалювання сусідніх шарів і протікання реакцій горіння, що самопідтримуються. Рівномірне горіння забезпечується за рахунок рівності теплоприходу й тепловідводу у всіх зонах реакції. Швидкість вигорання заряду є рівномірною 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.

Закінчення 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 менше часу роботи генератора.

Висновки: В цій лекції було розглянуто загальні принципи улаштування і роботи систем порошкового та аерозольного пожежогасіння. З розглянутого матеріалу можна побачити, що розвиток цих систем потребує постійного вивчення новітніх досягнень, що дасть змогу не тільки підвищити свій загальноосвітній рівень, а і підвищить ваш професійний рівень як майбутнього працівника служби.

Завдання на самопідготовку:

1. Сучасні системи автоматичного пожежогасіння. Дерев'янко О.А. та інш. стор. 232–252