

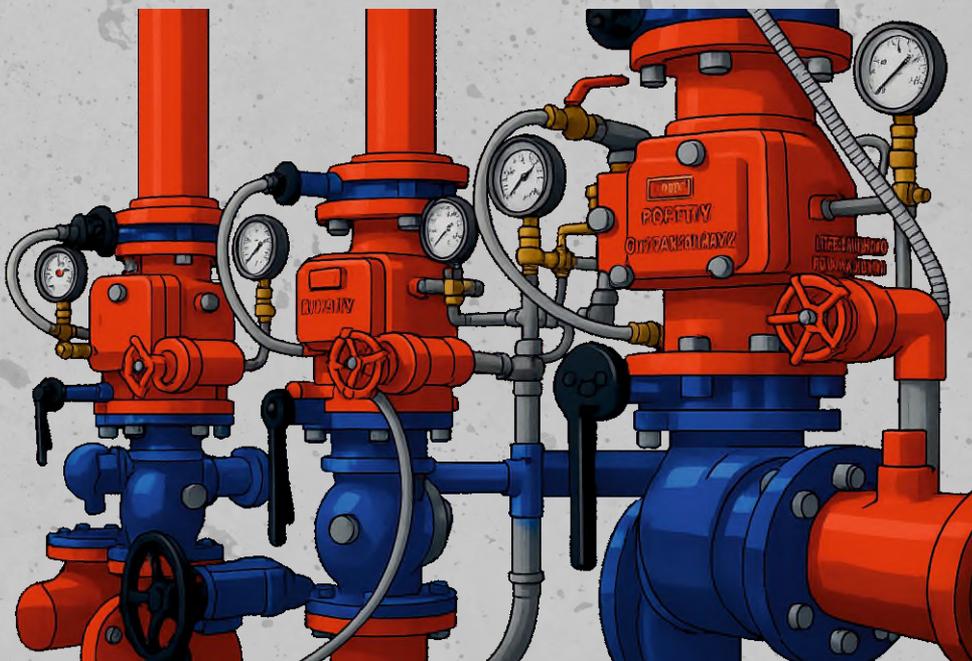


ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ
З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Навчальний посібник

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ТА ПІННОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

О. А. Антошкін, С. М. Бондаренко, О. А. Дерев'янка, В. О. Дурсєв,
М. М. Мурін, В. В. Олійник

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ТА ПІННОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Навчальний посібник

Черкаси
2025

Авторський колектив:

О. А. Антошкін, канд. техн. наук, доц. – розділ 3
С. М. Бондаренко, канд. техн. наук, доц. – розділ 2
О. А. Дерев'янка, канд. техн. наук, доц. – розділ 1
В. О. Дурєєв, канд. техн. наук, доц. – розділ 4
М. М. Мурін, канд. техн. наук, доц. – розділ 5
В. В. Олійник, д-р техн. наук, доц. – розділи 6, 8

*Рекомендовано до друку вченою радою
Національного університету цивільного захисту України,
(протокол від 27.11.2025 № 4)*

Рецензенти:

Є. А. Котов, генеральний директор групи компаній «Бранд»;
Б. В. Хрипа, начальник 2-го державного пожежно-рятувального загону Головного управління
ДСНС України у Черкаській області

Антошкін О.А.

А 72 Сучасні системи водяного та пінного пожежогасіння: навч. посіб. / О. А. Антошкін, С. М. Бондаренко, О. А. Дерев'янка, В. О. Дурєєв, М. М. Мурін, В. В. Олійник. – Черкаси: НУЦЗ України, 2025. – 218 с.
ISBN

Навчальний посібник присвячений комплексному вивченню проблеми лісових пожеж як однієї з найсерйозніших загроз природному середовищу та безпеці людини. У ньому розглянуто причини виникнення та механізми розвитку пожеж, їх класифікацію, методи виявлення й прогнозування, сучасні способи гасіння та профілактичні заходи. Особлива увага приділена аналізу екологічних, економічних і соціальних наслідків пожеж, а також організації дій у надзвичайних ситуаціях.

У ньому узагальнені основні відомості про конструкцію, принципи роботи, технічні характеристики сучасних засобів автоматичного пожежогасіння із використанням води та піни як вогнегасної речовини. Проаналізовано тенденції розвитку таких систем, а також перспективні напрямки їх удосконалення. Розглянуті питання проектування та поточної експлуатації автоматичних систем пожежогасіння.

Посібник призначений для здобувачів закладів вищої освіти системи ДСНС, а також може бути використаний практичними працівниками оперативно-рятувальних підрозділів та фахівцями установ з проектування, монтажу та технічного обслуговування автоматичних систем пожежогасіння для з'ясування основних теоретичних і практичних положень.

УДК 614.84

ISBN

© Антошкін О. А., Бондаренко С. М., Дерев'янка О. А.,
Дурєєв В. О., Мурін М. М., Олійник В. В., 2025

Зміст

Вступ	5
Розділ 1. Вода і піна як вогнегасні речовини	10
1.1 Використання води для гасіння пожеж.....	11
1.2 Піна як речовина для гасіння пожеж.....	15
Розділ 2. Загальні відомості про системи водяного (пінного) пожежогасіння	18
2.1 Історичний огляд розвитку автоматичних систем водяного пожежогасіння.....	17
2.2 Види автоматичних систем пожежогасіння	20
2.3 Узагальнена схема будови та роботи систем водяного (пінного) пожежогасіння.....	23
2.4 Будова та робота підсистеми автоматичного водозабезпечення	25
Розділ 3. Спринклерні автоматичні системи водяного пожежогасіння	43
3.1 Будова та робота спринклерних систем водяного пожежогасіння	43
3.1.1 Спринклерні зрошувачі.....	44
3.2 Особливості роботи спринклерних водозаповнених АСВПГ	49
3.3 Особливості роботи спринклерних повітряних АСВПГ.....	63
3.4 Особливості роботи спринклерних водоповітряних АСВПГ	75
3.5 Особливості роботи спринклерних АСВПГ з системою попередньої дії	81
Розділ 4. Дренчерні автоматичні системи водяного пожежогасіння	88
4.1 Загальна будова та робота дренчерних систем водяного пожежогасіння	88
4.2 Особливості конструкції та роботи дренчерних систем	90
4.3 Дренчерні завіси	96
4.4 Варіанти технічної реалізації збуджувальної (спонукальної) системи.....	98
4.4.1 Гідравлічна збуджувальна (спонукальна) система	99
4.4.2 Пневматична збуджувальна (спонукальна) система.....	100
4.4.3 Тросова збуджувальна (спонукальна) система.....	102
4.4.4 Електрична збуджувальна (спонукальна) система.....	104
4.5 Приклади технічної реалізації вузлів управління дренчерних систем	106
Розділ 5. Особливості будови та роботи автоматичних систем пінного пожежогасіння	116
5.1 Види піноутворювачів	118
5.2 Способи дозування піноутворювача	122
5.3 Зрошувачі автоматичних систем пінного пожежогасіння	127
Розділ 6. Перспективні напрямки розвитку системи водяного (пінного) пожежогасіння	132
6.1 Пожежні роботи.....	132
6.2 Системи гасіння з використанням тонкорозпиленої води	138
Розділ 7. Проектування систем водяного (пінного) пожежогасіння	148

7.1	Методика проєктування систем пожежогасіння	148
7.2	Особливості проєктування дренчерних завіс	168
7.3	Порядок аналізу відповідності проєктних рішень вимогам нормативних документів установок водяного і пінного пожежогасіння	173
Розділ 8. Експлуатація систем водяного (пінного) пожежогасіння.....		198
Висновки		213
Список використаних джерел.....		215

ВСТУП

Однією з найважливіших проблем, що постає перед людством упродовж усього його існування, є забезпечення захисту життя та майна від руйнівної дії вогню. Історія містить чимало прикладів, коли пожежі завдавали значних збитків не лише окремим спорудам, а й цілим містам.

8 жовтня 1871 року вогонь охопив місто Чикаго, що стало однією з наймасштабніших і найтрагічніших міських катастроф в історії. Велика пожежа в Чикаго, що тривала понад добу, знищила близько 17 500 будівель, залишила без даху над головою приблизно 100 000 мешканців і спричинила загибель понад 300 осіб. У 1871 році Чикаго було містом, здебільшого збудованим із дерева. Будинки, тротуари та численні комерційні споруди були виготовлені з легкозаймистих матеріалів. Сильні вітри, посушлива погода та обмежені ресурси для гасіння пожеж створили сприятливі умови для виникнення масштабної вогняної стихії. Коли вогонь спалахнув, він швидко поширювався з будівлі на будівлю та значно ускладнював роботу пожежної служби міста. Наступна зима була надзвичайно важкою: суворі морози додатково погіршили становище мешканців, які залишилися без даху над головою. Це спустошення продемонструвало вразливість міст, побудованих із легкозаймистих матеріалів та оснащених недостатньо ефективними системами пожежогасіння. Хоча Велика пожежа в Чикаго не була першою в історії міста, вона стала визначальною подією, яка стимулювала представників влади, архітекторів та інженерів до впровадження сучасних норм і стандартів пожежної безпеки.

У 1871 році в штаті Вісконсин відбулася ще одна масштабна пожежа, яку багато дослідників вважають найбільшою лісовою катастрофою в історії. Разом із містом Пештіго загорілися навколишні лісові масиви. Полум'я знищило сімнадцять невеликих населених пунктів і охопило близько 5180 квадратних кілометрів лісу. Жертвами стихії стали приблизно дві з половиною тисячі осіб. Люди та природа виявилися повністю беззахисними, адже всі пожежні підрозділи були залучені до боротьби з вогнем у Чикаго.

Однією з наймасштабніших і найруйнівніших пожеж у світі вважають загоряння, що відбулося в Токіо у 1923 році. Його причиною став потужний землетрус, який спричинив виникнення кількох осередків займання. Під дією сильного вітру полум'я швидко поширювалося на значні території. Кількість жертв зросла через цунамі, що утворилося внаслідок землетрусу. Цю катастрофу можна розглядати як найбільшу пожежу в історії за кількістю загиблих: за офіційними даними, загинуло близько 174 тисяч осіб, а ще близько півмільйона вважають зниклими безвісти.

16 квітня 1947 року в порту Техас-Сіті відбулася масштабна катастрофа – пожежа на борту корабля. Її причиною був недопалок, що випадково потрапив до трюму французького судна. На борту перевозили значну кількість аміачної селітри, що спричинило надпотужний вибух. Вибухова хвиля охопила сусідні кораблі, а полум'я поширилося до причалу та охопило розташовані поруч підприємства з переробки нафтопродуктів.

Наступного дня внаслідок трагічного збігу обставин вибухнув ще один корабель, на борту якого також перевозили аміачну селітру. У результаті пожежі загинуло близько 600 осіб, серед них – усі члени добровільної пожежної бригади, які брали активну участь у ліквідації займання. Вибух і пожежа зруйнували тисячі житлових будинків і промислових споруд. На відновлення міста було виділено сотні мільйонів доларів.

Проте й нині пожежі, з різних причин, завдають значних збитків. За останні десять років у світі відбулося кілька масштабних пожеж, серед яких можна виділити такі:

- 8 червня 2015 року у Васильківському районі Київської області (Україна) – пожежа на нафтобазі, в результаті якої загинуло 6 людей, ще 15 постраждало. Під час ліквідації згоріли кілька пожежних машин. За лічені дні вигоріло близько двох третин нафтопродуктів.

- 30 жовтня 2015 року у Бухаресті (Румунія) – пожежа у клубі Colektiv, у результаті якої загинуло 58 людей, ще 160 постраждало;

- 10 квітня 2016 року у Паравурі (Індія) – пожежа у храмі Путтингал, у результаті якої загинуло 110 людей, ще 350 постраждало. Повністю зруйновано храм Путтингал;

- 19 січня 2017 року в Тегерані (Іран) відбулася пожежа з руйнуванням даху у 17-поверховому торговельному центрі, внаслідок якої загинуло понад 20 пожежних, а близько 200 осіб отримали поранення.;

- 14 червня 2017 року Лондон (Великобританія) – пожежа у будівлі Grenfell Tower, у результаті якої загинуло 71 людина;

- 1 травня 2018 року Сан-Паулу (Бразилія) – пожежа у будівлі Wilton Paes de Almeida призвела до руйнування 24-поверхової будівлі;

- 2 вересня 2018 року в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) відбулася пожежа у Національному музеї Бразилії, яка охопила всі три поверхи будівлі. Люди не постраждали, проте вогонь знищив практично всю музейну колекцію, що налічувала до 20 мільйонів експонатів;

- 15 квітня 2019 року в Парижі (Франція) відбулася пожежа в Соборі Паризької Богоматері, під час якої вогонь повністю охопив будівлю. Шпиль, дах і частина конструкцій були зруйновані, а внутрішні інтер'єри були знищені вогнем. Люди залишилися неушкодженими;

- 15 січня 2024 року в торговельному центрі «Космополіт» у місті Києві відбулася пожежа. Причиною займання став умисний підпал, здійснений семирічним відвідувачем.



Рисунок 1 – Пожежа в ТЦ «Космополіт» (м. Київ)

– 12 травня 2024 у польській столиці Варшаві спалахнула масштабна пожежа в торговельному центрі «Marywilaska»



Рисунок 2 – Пожежа в торговельному центрі «Marywilaska» (М. Варшава)

– 17 липня 2025 р. в м. Ель-Кут (Ірак) внаслідок пожежі у торговому центрі загинули понад 50 осіб.



Рисунок 3 – Пожежа у торговому центрі в м. Ель-Кут (Ірак)

На основі здійсненого аналізу пожежі не мають географічних меж і не підпорядковані часовим рамкам.

Департаментом запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України здійснено аналіз інформації про пожежі за звітний період [1], що надійшла від територіальних органів ДСНС відповідно до пункту 9 «Інструкції по роботі з Карткою обліку пожежі», затвердженої [2].

Так, підрозділами територіальних органів ДСНС упродовж 4-х місяців 2025 року в Україні зареєстровано 40 923 пожежі. Порівняно з 2024 роком кількість пожеж зросла на 57,0 %, що насамперед пов'язано зі збільшенням кількості пожеж на відкритих територіях (зростання на 86,3 %), частка яких у загальній кількості становить 66,5 %. Внаслідок пожеж загинули 759 осіб, зокрема 26 дітей; поранення отримали 729 осіб, серед яких 40 дітей. Кількість загиблих унаслідок пожеж зросла на 26,1 %, а кількість травмованих – на 24,0 %. Кількість дітей та підлітків віком до 18 років, які загинули внаслідок пожеж, збільшилася вдвічі, тоді як кількість постраждалих серед цієї вікової групи зменшилася на 2,4 %. Матеріальні втрати від пожеж склали 11 млрд 536 млн 038 тис. грн (із них прямі збитки становлять 9 млрд 081 млн 706 тис. грн; побічні – 2 млрд 454 млн 332 тис. грн). Матеріальні втрати від пожеж зменшилися на 42,5 % (прямі збитки збільшилися на 5,7 %; побічні збитки зменшилися на 78,6 %); кількість знищеного зерна зменшилася на 99,5 % (55 тонн проти 10 289 тон); кількість загиблої свійської птиці зменшилася на 73,0 % (2 008 од. проти 7 445 од.); кількість загиблих свійських тварин збільшилася у 2,4 рази (753 гол. проти 319 гол.); кількість знищених кормів збільшилася на 2,0 % (1051 тонна проти 1030 тон); водночас кількість знищених і пошкоджених будинків (споруд) збільшилася на 32,1 % (12 381 од. проти 9 372 од.); кількість знищених і пошкоджених транспортних засобів (техніки) збільшилася на 30,3 % (2 412 од. проти 1 851 од.), водночас випадки знищення зернових культур як у полі, так і після скошування під час пожеж не зафіксовано. Щодня в Україні виникає близько 341 пожежа, унаслідок яких загинуло 6 осіб, ще 6 осіб отримали травми; вогонь знищує або пошкоджує

близько 103 будівель та споруд і 20 одиниць техніки. Щоденні матеріальні втрати від пожеж склали 77 млн 468 тис. гривень. Прямі збитки від однієї пожежі становлять 222 тис. гривень.

В сучасних умовах ведення бойових дій, під час будівництва, реконструкції та експлуатації будівель і споруд, одним із найважливіших завдань є забезпечення пожежної безпеки об'єкта. Зазвичай найнадійнішим, найбільш ефективним і водночас економічним методом захисту від пожеж є застосування комплексу систем протипожежного захисту (СПЗ), які забезпечують надійний захист людей та матеріальних цінностей. У складі СПЗ є наступні елементи:

- автоматичні системи пожежогасіння (АСПГ);
- автономні системи пожежогасіння локального застосування (СПГа);
- системи пожежної сигналізації (СПС);
- системи оповіщення про пожежу та управління евакуаванням людей (СО);
- системи протидимного захисту (СПДЗ);
- системи централізованого пожежного спостереження (СЦПС);
- диспетчеризації СПЗ.

У ієрархії СПЗ перше місце займають автоматичні системи пожежогасіння.

Системи водяного пожежогасіння здобули найбільше поширення серед засобів автоматичного протипожежного захисту. Саме цим системам присвячено це видання.

РОЗДІЛ 1. ВОДА І ПІНА ЯК ВОГНЕГАСНІ РЕЧОВИНИ

У сучасних системах пожежогасіння особливу увагу приділяють властивостям вогнегасних речовин, що застосовують в цих системах. Їх ефективність безпосередньо залежить від фізико-хімічних властивостей, способу подавання, кратності та умов застосування.

Раціональний вибір та використання цих речовин не лише визначає результативність гасіння пожежі, але й впливає на екологічну безпеку та відповідність міжнародним вимогам щодо обігу і використання хімічних сполук, що є у складі вогнегасних речовин.

У цьому контексті важливе значення має дотримання норм і регламентів, що регулюють поводження з хімічними речовинами, зокрема тих, які застосовують у складі вогнегасних засобів. Одним із ключових документів Європейського Союзу, що встановлює такі вимоги, є Регламент REACH.

Основний хімічний регламент Європейського Союзу, що ухвалений у 2006 році (REACH Регламент (ЄС) № 1907/2006), визначає правила реєстрації, оцінювання, авторизації та обмеження використання хімічних речовин на території ЄС. (REACH – Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). Метою цього регламенту є забезпечення захисту здоров'я людей та навколишнього середовища від негативного впливу небезпечних хімічних речовин, гарантування безпечного використання хімічних продуктів у виробництві та споживанні, а також підвищення відповідальності виробників і імпортерів за хімічні речовини, які вони реалізують на ринку.

Основними етапами системи REACH є:

- обов'язкова реєстрація усіма виробниками та імпортерами хімічних речовин в Європейському хімічному агентстві (ECHA);
- перевірка наданої інформації та оцінювання ризиків, пов'язаних із використанням речовин;
- надання дозволів на використання особливо небезпечних речовин;
- введення обмежень або повна заборона використання певних сполук.

Регламент класифікує небезпечні речовини (SVHC) за наступними категоріями:

- CMR – канцерогенні, мутагенні, токсичні речовини для репродукції;
- PBT – стійкі, біоаккумулятивні та токсичні речовини;
- vPvB – дуже стійкі та дуже біоаккумулятивні;
- PFAS – пер- та поліфторалкільні речовини, використання яких наразі обмежене.

Європейський Союз у межах екологічної політики реалізує поступовий перехід на безпечні для довкілля вогнегасні речовини. Це є частиною політики ЄС щодо переходу на екологічно безпечні вогнегасні речовини, основна мета якої – зменшення використання фторованих сполук (PFAS), які є токсичними, стійкими та забруднюють довкілля. Замість них застосовують екологічно безпечні альтернативи, зокрема фторвільні піноутворювачі, інертні гази, воду та водотуманні системи.

Так у 2025 році до Регламенту REACH внесено зміни (Регламент (ЄУ) 2025/1988) і рішенням Європейської Комісії 2023–2025 років передбачено:

- заборону PFAS у піноутворювачах для пожежогасіння;
- поступову відмову від HFC, PFC, SF₆.

Регламент Європейського Союзу (EU) 2025/1988 доповнює Додаток XVII Регламенту REACH та встановлює заборону використання PFAS у піноутворювачах для пожежогасіння в концентраціях, що перевищують 1 мг/л. Цей захід спрямований на зменшення впливу токсичних і стійких фторованих сполук на навколишнє середовище. З 23 жовтня 2030 року вводять заборону на продаж і використання PFAS у піноутворювачах; для військових, морських та аеропортових об'єктів передбачено перехідний період до 2035 року. Передбачено, що піноутворювачі маркують із зазначенням вмісту PFAS.

Оновлений Регламент ЄС 2024 року встановив графік скорочення використання фторованих газів (HFC, PFC, SF6). Передбачено повну відмову від цих речовин до 2050 року.

Таблиця 1.1 – Перехідні періоди і вимоги

Рік / Етап	Основні вимоги	Джерело
2026	Заборона продажу нових вогнегасників із PFAS	ECHA (2023)
2030	Повна заборона PFAS у пожежних пінах	Regulation (EU) 2025/1988
2035	Закінчення перехідного періоду для військових і морських об'єктів	RRMA Global (2025)
2050	Повна відмова від HFC, PFC, SF6 у системах пожежогасіння	Consilium EU (2024)

Такі рішення виробників і користувачів потребують:

- переходу на фторвільні піноутворювачі (fluorine-free foams, F3);
- здійснення заміни або очищення систем, що контактували з PFAS;
- впровадження контролю за утилізацією залишків PFAS;
- розроблення нових процедур сертифікації для екологічних вогнегасних речовин і установок пожежогасіння;
- модернізації водоочисних систем для запобігання потраплянню PFAS у стоки.

Україна, адаптуючи свої стандарти до норм ЄС, має забезпечити гармонізацію технічних регламентів у сфері пожежної безпеки. Це передбачає поступову відмову від PFAS у піноутворювачах і впровадження фторвільних речовин. Також необхідно створити систему контролю імпорту, маркування та утилізації речовин, що містять PFAS, та розробити національні стандарти щодо екологічних вогнегасних агентів.

1.1 Використання води для гасіння пожеж

Знайти вогнегасну речовину, більш екологічну, доступну, здатну до природного відновлення, та дешевшу за воду, практично неможливо.

Горіння є визначальним процесом, який зумовлює виникнення, розвиток і перебіг пожежі. У фізичному розумінні процес гасіння пожежі передбачає повне припинення горіння, незалежно від його форми, інтенсивності чи механізму перебігу. Найефективнішим способом забезпечення пожежної та

вибухобезпеки є створення умов, за яких процес самозаймання або мимовільного горіння стає неможливим. Проте у разі виникнення пожеж постала потреба їх гасіння, що сприяло розробленню та впровадженню перших протипожежних заходів.

Усвідомлення ролі природних засобів, що перешкоджають поширенню вогню, спонукало стародавню людину до використання води та подальшої потреби у створенні її запасів для боротьби з пожежами.

Вода є найбільш поширеним засобом гасіння пожеж. Джерелами водопостачання можуть бути поверхневі (моря, озера, річки, ставки тощо) та підземні (джерельні, артезіанські тощо) води.

Фізичні властивості води мають важливе значення під час гасіння пожеж. Густина ρ і кінематична в'язкість ν води відіграють важливу роль в її подаванні до місця призначення. За умов тиску 15 атм підвищення температури від 5 до 195 °C спричиняє зменшення густини води у 1,15 раза (рис. 1.1), тоді як кінематичний коефіцієнт в'язкості зменшується майже на порядок – у 9,55 раза (рис. 1.2). Ці властивості свідчать на користь застосування води підвищеної температури для пожежогасіння, оскільки це дозволяє значно зменшити гідравлічні втрати під час її подавання до місця пожежі.

Основною вогнегасною властивістю води є охолодження. Горюча речовина охолоджується до температури, нижчої за її температуру займання, а тепло, передане від джерела вогню, поглинається водою та видаляється разом із водяною парою. Окрім того, варто відзначити здатність водяної пари витіснити кисень і через змочування поверхні матеріалу зменшувати виділення горючих парів.

Вплив цих факторів залежить від режиму горіння, виду горючого матеріалу і способу подавання води.

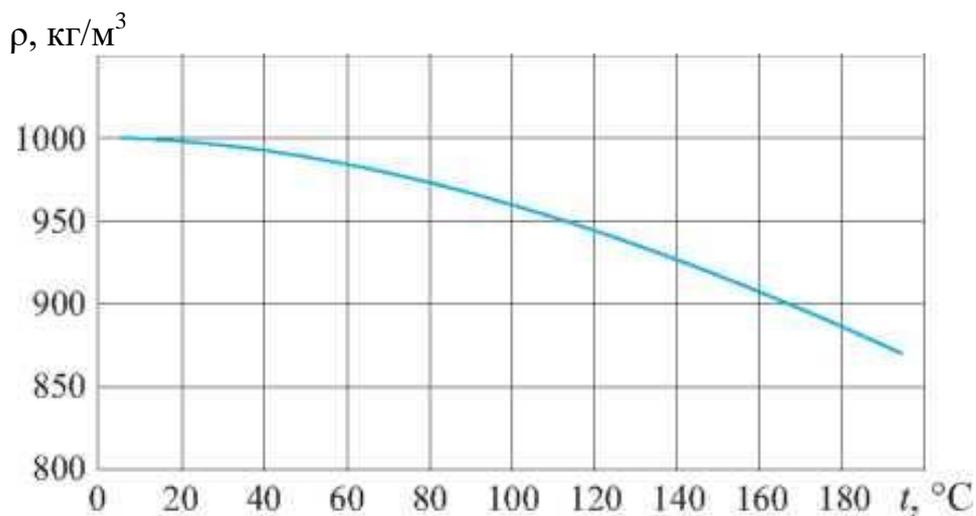


Рисунок 1.1 – Залежність густини води ρ від температури t

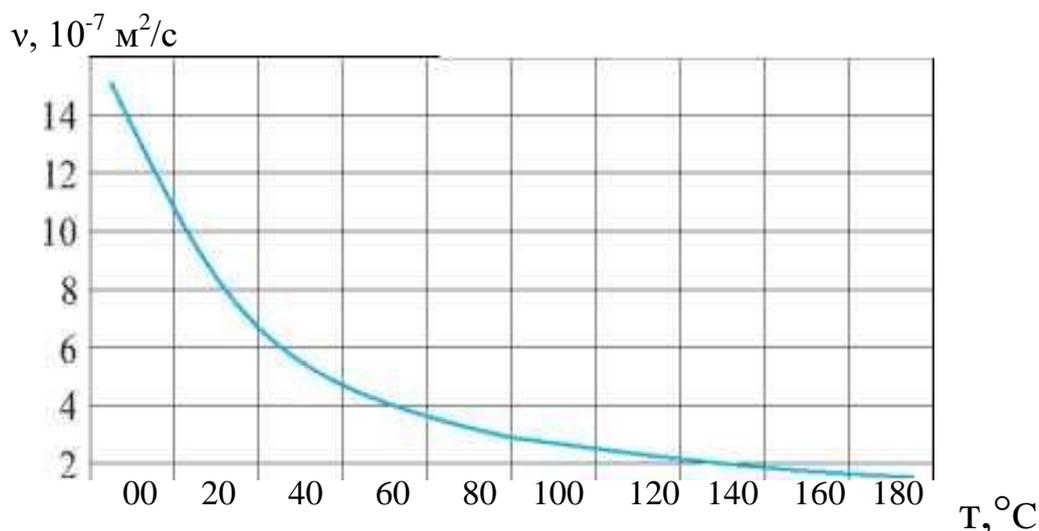


Рисунок 1.2 – Залежність кінематичної в'язкості води ν від температури t

Причиною інтенсивного теплопоглинання води є високі значення питомої теплоємності і теплоти пароутворення. Наприклад, питома теплоємність деяких речовин за 20 °С становить, Дж/кг К: води – 4200, повітря – 1010, алюмінію – 880, міді – 385, свинцю – 130.

Така теплоємність, а отже й відповідні енергоємні процеси існують протягом усього діапазону температур, за яких вода перебуває в рідкому стані. Вона зникає лише в паровій фазі, що свідчить про те, що ця аномалія є властивістю рідкого стану води. Очевидно, що під час гасіння пожежі слід враховувати цю водну аномалію та максимально використовувати її високу теплоємність. Саме тому під час гасіння пожежі слід враховувати не лише розмір крапель води, а й їхню температуру. Крапля води, що потрапляє в полум'я, повинна нагрітися до 100 °С і повністю випаруватися до конденсації.

Температурна залежність питомої теплоємності води має характерний вигляд: вона зменшується за умови підвищення температури від 0 до 36,79 °С, а за подальшого підвищення температури починає зростати (рис. 1.3). Мінімальне значення питомої теплоємності води було знайдено за температури 36,79 °С. Отже, з енергетичної точки зору гасіння пожежі є більш ефективним за умови використання води з температурою крапель понад 36,79 °С.

Під час гасіння пожеж водою в закритих приміщеннях її обсяг у процесі випаровування збільшується у 1700 разів, що призводить до витіснення кисню повітря із зони джерела вогню водяною парою. Для переходу води з рідкого стану в пароподібний або з твердого в рідкий необхідно затратити значну кількість енергії для руйнування міжмолекулярних зв'язків. Для перетворення 1 г води в пар потрібно 2257,5 Дж. Під час гасіння тліючих вогнищ ефект «задухи» не є визначальним, оскільки у процесі тління, наприклад, деревини, текстилю та інших матеріалів, горючі речовини містять у своїх молекулах достатню кількість кисню, необхідного для підтримання горіння.

Під час полум'яного горіння короткочасний контакт води з палаючою речовиною призводить до утворення недостатньої кількості водяної пари, тому вона не впливає на процес горіння.

Здатність води розчиняти різноманітні речовини є ще однією її важливою властивістю.

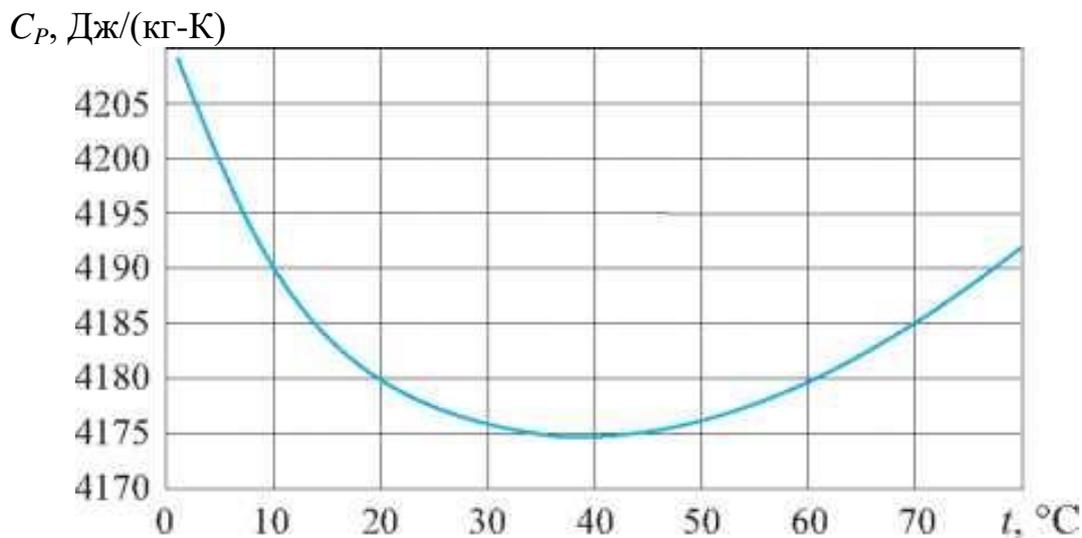


Рисунок 1.3 – Залежність питомої теплоємності води C_p від температури t

Деякі горючі речовини розчиняються у воді та втрачають здатність підтримувати горіння. Тверді речовини, рідини та гази зазнають розчинної дії у різному обсязі. Внаслідок постійної взаємодії з різними речовинами вода практично завжди містить розчинені компоненти складного, зазвичай багатоконпонентного складу. Навіть у дощовій воді концентрація розчинених мінеральних та органічних сполук сягає кількох десятків міліграмів на літр.

Звичайна вода є унікальною речовиною, оскільки низка її фізичних властивостей – зокрема щільність, стисливість і теплоємність – виявляють аномальний характер порівняно з більшістю інших рідин. Головною причиною цього явища є специфічна молекулярна структура води, сформована водневими зв'язками, конфігурація яких зазнає змін під впливом температури та тиску.

Точно оцінити вогнегасну дію води неможливо, так як умови виникнення пожежі і способи її гасіння різні. Одним із способів підвищення ефективності гасіння пожежі водою є використання тонкорозпиленої води.

Розпилення водяних струменів класифікують за дисперсністю: дрібнодисперсне – з розміром крапель 10 – 100 мкм, середнє – 100 – 1000 мкм, грубе – 1000 – 6000 мкм. Середньодисперсні струмені додатково поділяють на тонко-середні та грубо-середні. Оскільки дрібнодисперсній воді присвячено окремий розділ цього посібника, її властивості буде розглянуто більш докладно у відповідному розділі.

Існує низка теоретичних і практичних досліджень визначення найбільш ефективних розмірів крапель. Теоретичні розрахунки показують, що оптимальний діаметр крапель, ефективних для гасіння легкозаймистих рідин із температурою кипіння понад 80 °C, з урахуванням тепловтрат і теплоти утворення краплі води, становить 0,35 мм.

Досліди з гасіння безперервним струменем штабеля деревини, розміщеної на вагах показали, що швидкості поширення полум'я і швидкість

горіння горючого матеріалу постійні. За умови швидкості горіння 1 г/с (≈ 1 ккал/с) вогонь гасили потоком води з такою швидкістю, що теплота, яку поглинула вода, становила лише 0,085 ккал/с, тобто значно менша за кількість тепла, що виділялося під час згорання.

Аерозольна розпилювальна вода зі середнім діаметром крапель близько 50 мкм набуває все більшого поширення. У такому стані вода займає проміжне положення між рідиною та газом і поєднує переваги як рідких, так і газоподібних засобів пожежогасіння. Аерозольний стан води формують шляхом викиду або перегрітої води, або води, насиченої газом (розчином CO_2), під тиском за допомогою спеціальних розпилювачів.

У Німеччині та багатьох європейських країнах тонкорозпилену воду (водяний туман) з діаметром крапель більше 10 мкм для гасіння пожежі отримують за допомогою сопел за умови підвищеного тиску, близько 40 атм, за інтенсивності зрошування не менше 0,04-0,06 л/(с m^2). У таких установках застосовують хімічно очищену воду, позбавлену механічних домішок і водорозчинних солей.

Відомий спосіб підвищення вогнегасних властивостей води передбачає її температурну активацію. Цей метод дозволяє одночасно покращити характеристики потоку води без застосування добавок і зменшити розміри її крапель без підвищення тиску та використання складних і дорогих форсунок із мінімальною площею поперечного перерізу проточних каналів.

Однією з ключових проблем сучасної науки є підвищення ефективності використання води під час гасіння пожеж. Більшість сучасних технічних засобів використовують для безпосереднього гасіння лише 5-10 % води, яка надходить, тоді як фактично 90-95 % води можна вважати надмірно розлитою. У багатьох випадках шкода від надмірного використання води перевищує збитки, спричинені самою пожежею.

1.2 Піна як речовина для гасіння пожеж

Забезпечення протипожежного захисту на промислових підприємствах, складських комплексах, морських суднах, нафтовидобувних платформах у резервуарних парках неможливе без використання сучасних засобів пожежогасіння. Особливе місце у системі пожежної безпеки займають пінні вогнегасні склади, які завдяки своїм фізико-хімічним властивостям демонструють високу ефективність під час локалізації та ліквідації вогнищ займання.

Дія піни ґрунтує свій ефект на комплексному механізмі: вона формує ізолюючий шар, який обмежує доступ кисню до полум'я, одночасно охолоджує нагріті поверхні та запобігає повторному займанню. Розроблення у сфері пінного пожежогасіння, зокрема інноваційні системи дозування концентратів (турбодозатори), підвищують ефективність боротьби з вогнем та оптимізують витрати на протипожежні заходи.

Удосконалені технології пінного пожежогасіння забезпечують надійний захист об'єктів підвищеної небезпеки та знижують потенційні збитки від загорянь.

Розчин піноутворювача для гасіння пожеж утворюють шляхом змішування води з піноутворювальною речовиною (концентратом). Процес змішування відбувається під час проходження води через гідромеханічні системи – дозатори. Основний механізм передбачає формування повітряної суміші з однорідною структурою, що утворена завдяки мікроскопічним бульбашкам, у складі яких є вода, піноутворювач та повітря.

Основні фізико-хімічні властивості:

- щільність та плинність – дають можливість покривати навіть вертикальні поверхні горючих матеріалів;
- ізоляційний ефект – забезпечує утворення бар'єра між осередком пожежі та киснем, що унеможлиблює підтримання процесу горіння;
- охолодження – знижує температуру за рахунок інтенсивного поглинання тепла в процесі руйнування бульбашок;
- опір тепловому впливу – запобігає випаровуванню горючих речовин;
- підвищена стійкість до агресивних середовищ – властивість, особливо важлива у разі застосування в умовах нафтохімічного виробництва та на судах.

Піноутворювач, як основа пінного гасіння, містить хімічно збалансований комплекс речовин, що забезпечують стабільність та ефективність розчину за умови змішування як із прісною, так і з морською водою. Це особливо важливо для об'єктів, розташованих поблизу водойм або в морських зонах, де доступ до прісної води може бути обмежений.

Пінні вогнегасні склади набули поширення в різних галузях промисловості. У нафтохімічній галузі, резервуарних парках низькократна піна ефективно запобігає, ліквідує займання нафти, нафтопродуктів. Лісопромисловий комплекс використовує піноутворюючі системи для створення протипожежних бар'єрів під час боротьби з лісовими пожежами.

В авіаційній та транспортній галузях пінні склади середньої кратності успішно застосовують для гасіння паливних спалахів, запобігання повторним займанням.

Переваги піни:

- зниження витрати води, застосування пінних вогнегасних складів забезпечує значну економію водних ресурсів, що важливо за умов обмежених ресурсів;
- охолоджуючий ефект, піна активно поглинає теплову енергію, що сприяє швидкому зниженню температури у зоні займання;
- захисний бар'єр, утворюється стійка захисна плівка з мікроскопічних бульбашок, яка фізично блокує випаровування легкозаймистих речовин та доступ кисню до вогнища полум'я;
- простота застосування – системи пожежогасіння, обладнані інноваційними турбодозаторами, що значно спрощують процес використання піни та забезпечують автоматизоване подавання та точне дозування складу.

Незважаючи на численні приклади ефективного застосування пінних розчинів, цей різновид пожежогасіння має певні обмеження:

- Гасіння пожеж піною не здійснюють у випадках, коли в зоні розпилення присутнє електрообладнання під напругою.

- Заборонено використовувати установки такого типу у разі займання металів.

- Для гасіння займання газоподібних речовин та кріогенних рідин можна використовувати лише піну високої кратності, яку застосовують виключно для організації допоміжних заходів.

Отже, використання води та піни забезпечує широкий спектр можливостей для ефективного гасіння пожеж різного походження. Раціональне застосування цих речовин, вибір відповідного типу системи (водяної або пінної), а також дотримання нормативних вимог дозволяють досягати максимальної ефективності пожежогасіння за мінімальних ресурсних і екологічних втрат.

Таким чином, вода й піна залишаються основою сучасних автоматичних систем пожежогасіння, а їх подальший розвиток пов'язаний із впровадженням інноваційних технологій дозування, екологічно безпечних складів і інтелектуальних систем управління.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ВОДЯНОГО (ПІННОГО) ПОЖЕЖОГАСІННЯ

2.1 Історичний огляд розвитку автоматичних систем водяного пожежогасіння

У 1806 році англійцем Дж. Кері була запатентована автоматична установка водяного пожежогасіння. Він запропонував облаштувати в приміщенні, яке підлягає захисту, систему трубопроводів, під'єднану до водонапірної вежі, та встановити на ній зрошувачі з дрібними отворами. У приміщенні, яке підлягало захисту, натягували горючий шнур, за умови перегорання якого спрацьовували замки, що утримували запірний клапан. Після звільнення клапана вода надходила до зрошувачів.

Перші спринклерні установки почали впроваджувати наприкінці XIX ст., після того як у 1864 р. англієць С. Гаррісон розробив спринклерний зрошувач.

Першу відому плавку головку спринклера, утворену з кількох окремих деталей, у 1874 р. винайшов Генрі Пармелі з метою захисту своєї фабрики з виробництва фортепіано. Цей винахід привернув увагу представників текстильної промисловості, оскільки ткацькі фабрики та склади традиційно вирізнялися підвищеною пожежною небезпекою й зазнавали значних матеріальних і людських втрат упродовж усього періоду свого розвитку.

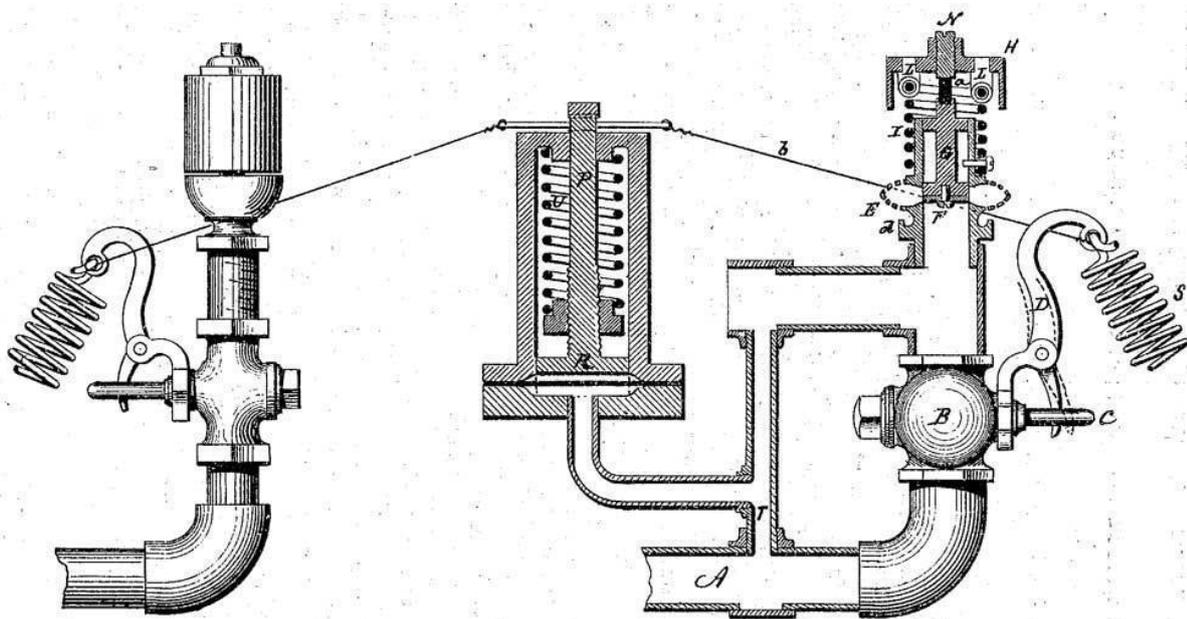


Рисунок 2.2 – Зрошувач Генрі Пармелі

Остаточні вдосконалення в конструкцію спринклерного зрошувача Пармелі вніс Фредерік Гріннелл. Він змінив приєднувальне різьблення на $\frac{1}{2}$ ", а також переніс запірний отвір до труби, що дозволило відокремити воду від чутливого елемента спринклера та скоротити час спрацювання системи.

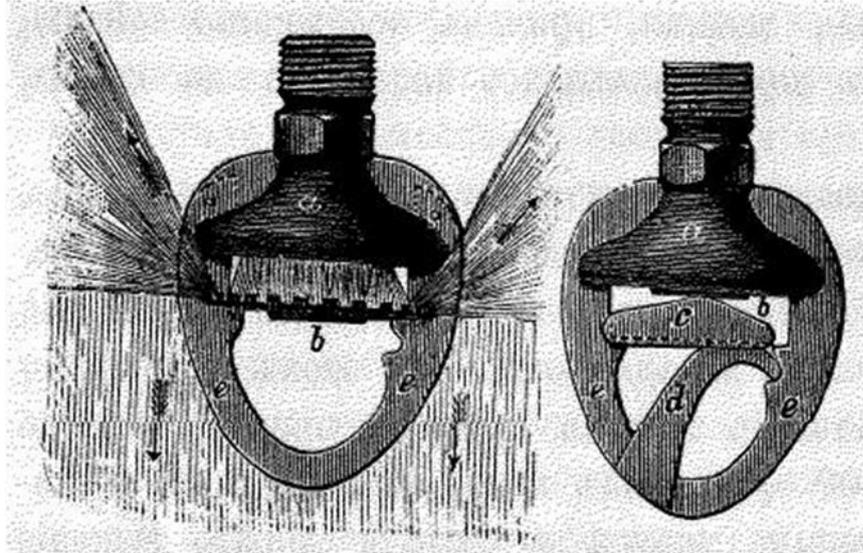


Рисунок 2.3 – Зрошувач Фредеріка Гріннеллі

Ідея використання спринклерів швидко набула поширення в індустріально розвинених країнах. Наприкінці XIX століття Г. Пармелі та Ф. Гріннелл активно працювали над вдосконаленням, виробництвом та впровадженням цих систем у багатьох державах світу.

Розроблення автоматичних установок водяного пожежогасіння здійснювали одночасно за кількома напрямками. У 1882 році Ф. Бар із Варшави розробив апарат для «автоматичного гасіння та сигналізації про пожежу», у якому відкриття клапанів для подавання води у вигляді дощу здійснювали за допомогою електричного приводу. Сигнал на клапани надходив від датчика, який був виконаний із дротів, покритих ізолюючим матеріалом. З підвищенням температури ізолюючий матеріал розплавлявся, і кінці дротів замикали електричний ланцюг у момент їхнього контакту. Водночас контакти електричного ланцюга дзвінка замикали, що спричиняло подавання сигналу тривоги. У серпні 1882 р. В. Ванкербергер із Брюсселя запропонував застосовувати для гасіння пожеж у фабричних приміщеннях вогнегасник, чутливим елементом якого була пластина з комбінації металів із різними коефіцієнтами теплового розширення. За умови підвищеної температури пластина приводила в рух механічну тягу, яка відкривала кран паропровідної системи та активувала дзвінок. За словами автора, у разі підвищення температури в приміщенні можна було застосовувати сталеву пластину, яку фіксували в певному положенні за допомогою легкозаймистої тасьми або шнура, з'єданого з провідним шнуром, прокладеним по всій площі приміщення.

У 1896 році був введений стандарт для встановлення спринклерних систем. Перші комітети зі стандартизації утворювали керівники страхових компаній, які намагалися впорядкувати раніше ухвалені постанови та рекомендації з метою ефективного контролю за втратами від пожеж. Перші автоматичні установки пожежогасіння з використанням води як вогнегасної

речовини фірми «Гріннелл» з'явилися в Західній Європі в 1882 р., а в 1902 р. Ф. Гріннелл запатентував запірно-пусковий пристрій, який став прототипом сучасних запірно-пускових механізмів у спринклерних системах.

Найповніші та найсистематизованіші для того часу відомості про конструкцію та експлуатацію спринклерних і дренчерних установок наведено в книзі Е. А. Тейхмана «Спринклерне і дренчерне обладнання» (1937 р.).

Технічні засоби, що є частиною установок, постійно зазнають удосконалення.

За останні роки на ринку технічних засобів протипожежного захисту з'явилися не лише нові компанії, що представляють провідні світові бренди у цій сфері, а й вітчизняні виробники обладнання, яке є частиною автоматичних систем водяного пожежогасіння. Як наслідок цієї тенденції – поява нових технічних засобів, принципово нових технічних рішень щодо протипожежного захисту різних будівель, вдосконалення нормативної бази.

2.2 Види автоматичних систем пожежогасіння

АСПГ є системою, яка автоматично активує свої механізми у разі перевищення контрольованим фактором (факторами) пожежі встановлених граничних значень у зоні, що підлягає захисту. Така система інтегрує технічні засоби, призначені для ліквідації пожежі шляхом подавання вогнегасних речовин і сумішей.

Існує кілька типів систем пожежогасіння, кожен із яких розроблений для ліквідації певного виду пожеж.

Загальний рівень розвитку систем автоматичного протипожежного захисту за останні десятиліття зазнав істотних змін. Зокрема, суттєво вдосконалено засоби раннього виявлення пожежі, а також з'явилася можливість програмної реалізації алгоритмів функціонування систем безпеки.

Загальна класифікація автоматичних систем пожежогасіння наведена на рис. 2.4.

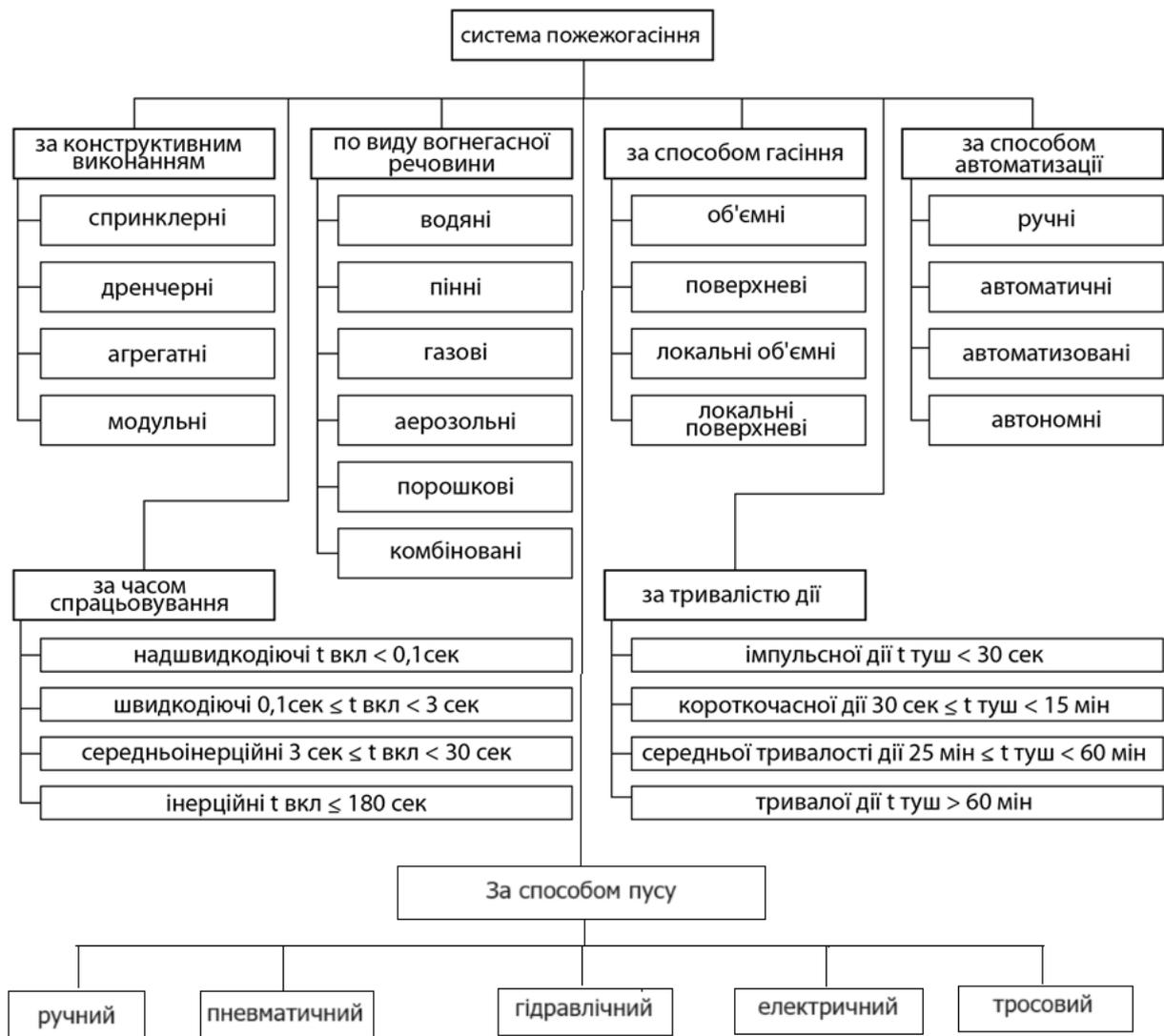


Рисунок 2.4 – Класифікація сучасних систем пожежогасіння

Автоматичні стаціонарні системи пожежогасіння володіють численними перевагами порівняно з іншими засобами боротьби з вогнем. До основних переваг належать:

- можливість швидкого реагування на пожежу, що виникла;
- для гасіння загоряння можуть застосовувати різні речовини;
- для спрацювання системи пожежогасіння необов'язково є присутність людини;
- висока ефективність боротьби з осередками загоряння різного ступеня складності;
- ефективно працюють у поєднанні із системами пожежної сигналізації, оскільки останні мають мінімальну інерційність під час виявлення пожежі, що забезпечує швидке спрацювання автоматичної системи пожежогасіння та підвищує її ефективність.

Незважаючи на численні переваги цих установок, вони мають і певні недоліки:

- не всі речовини, що застосовують для гасіння пожежі, є безпечними для людського організму.

- автоматика пожежогасіння вимагає постійного контролю і технічного обслуговування;

- щоб обладнати об'єкт автоматичною системою пожежогасіння необхідні додаткові монтажні-демонтажні роботи.

Вибір системи визначають типом будівлі, будівельними матеріалами, її призначенням та особливостями технологічних процесів у будівлі та спорудах. Під час вибору системи пожежогасіння кожен її елемент слід ретельно підбирати відповідно до чинних правил і стандартів.

Незважаючи на появу нових ефективних засобів боротьби з вогнем, водяні системи пожежогасіння наразі є найпоширенішими для захисту будівель і споруд. Причини обумовлені перевагами, притаманними цим системам:

1. Економічність. Це один з економічно вигідних варіантів, тому що вода є найдоступнішою і найдешевшою вогнегасною речовиною.

2. Універсальність. Системи водяного пожежогасіння можна встановлювати практично в будь-якому приміщенні та застосовувати для ліквідації різних класів пожеж за умови сумісності води з речовинами, що підлягають гасінню.

3. Гнучкість застосування. Системи водяного пожежогасіння можна використовувати як для локального гасіння в приміщенні, так і для захисту всієї площі, що потребує охорони.

4. Безпека. Відсутність шкоди для людини. До того ж системи водяного пожежогасіння можна застосовувати в приміщеннях та на об'єктах із масовим перебуванням людей, де використання інших вогнегасних речовин, зокрема порошкових або газових, є неприпустимим.

Сфера застосування систем водяного пожежогасіння є досить широкою. Загалом можна констатувати, що системи водяного пожежогасіння доцільно використовувати практично у всіх випадках, коли застосування води є припустимим та ефективним. Найбільш розповсюджено їх застосування на таких об'єктах:

1. Вокзали і аеропорти.

2. Торгівельні центри і розважальні споруди.

3. Виставкові зали, театри, криті стадіони тощо.

4. Клініки, госпіталі, будинки відпочинку.

5. Складські та виробничі приміщення.

Водночас слід також відзначити й недоліки цих систем:

1. Застосування спринклерних систем обмежене за температур нижче 0 °С, якщо не передбачено використання спеціальних розчинів, систем обігріву розподільчих трубопроводів або повітряних спринклерних систем.

2. Заборона гасіння електрообладнання під напругою.

3. Неефективність застосування у разі горіння легкозаймистих рідин.

4. Псування деяких матеріалів (архіви, бібліотеки, музеї тощо).

5. Можливість хімічної реакції з деякими речовинами (карбід кальцію, магній, алюміній, гідросульфат натрію тощо).

Системи водяного пожежогасіння поділяють на такі основні види:

- спринклерні (локального гасіння);
- дренчерні (для гасіння по всій розрахунковій площі);
- пожежні роботи (лафетні стовбури);
- модульні з тонкорозпиленою водою.

Здійснений аналіз різноманітних джерел дозволяє виділити наступні основні напрямки розвитку водяних АСПГ.

1. Підвищення надійності функціонування традиційних спринклерних і дренчерних установок.

2. Удосконалення технології виробництва, а також створення зрошувачів спеціального призначення.

3. Розроблення принципово нових вузлів керування.

4. Застосування беззварювальних трубних з'єднань.

5. Застосування пластмасових труб.

6. Розроблення безінерційних систем автоматичного пожежогасіння.

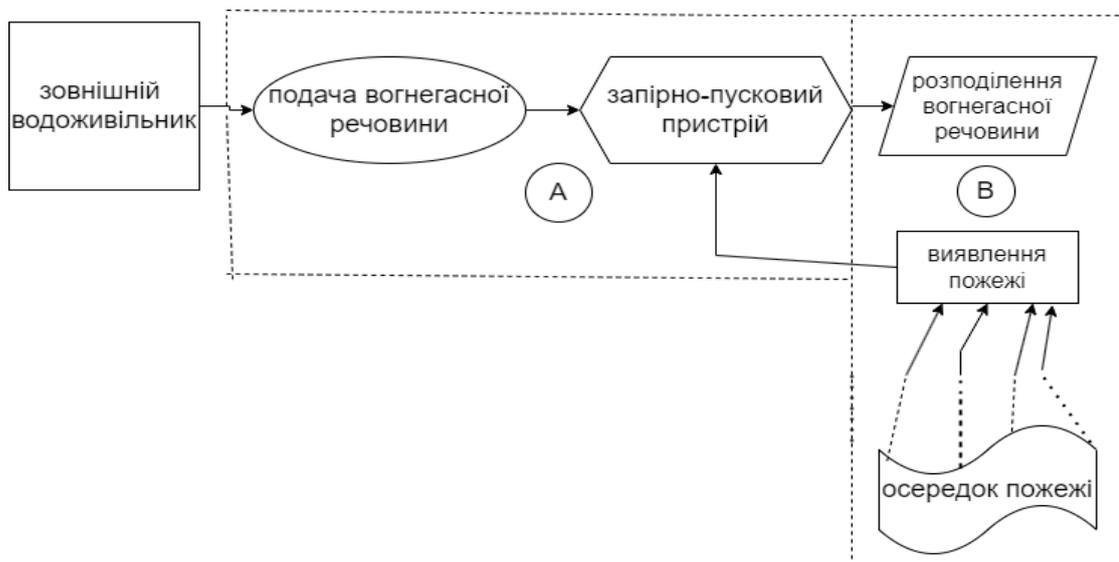
7. Впровадження спринклерних установок з примусовим пуском

8. Впровадження спринклерних систем попередньої дії (в деяких державах вони мають назву спринклерно-дренчерні системи).

9. Вдосконалення методик розрахунку систем водяного пожежогасіння.

2.3 Узагальнена схема будови та роботи систем водяного (пінного) пожежогасіння

Загальна схема автоматичної системи водяного та пінного пожежогасіння наведена на рис. 2.5.



А – автоматична насосна станція пожежогасіння; В – приміщення, яке підлягає захисту

Рисунок 2.5 – Загальна схема автоматичної системи водяного та пінного пожежогасіння

Для всіх систем водяного та пінного пожежогасіння (за винятком систем, у яких застосовують тонкорозпилену воду) обладнання, призначене для подавання вогнегасної речовини, побудоване на єдиних принципах конструктивного виконання. Водночас необхідно враховувати, що під час гасіння пожежі потрібно забезпечити значні витрати води.

Тривалість гасіння пожежі спринклерними та дренчерними системами водяного пожежогасіння визначають відповідно до класу пожежної небезпеки приміщення [3]:

- ЛН (з низькою пожежною небезпекою) – 30 хв.
- ОН (з середнім ризиком виникнення пожежі) – 60 хв.
- ННР (з високою пожежною небезпекою) – 90 хв.

Як зовнішнє джерело водопостачання використовують природні (невичерпні) або штучні водойми.

Невичерпні джерела – це природні водні об'єкти, такі як річки, канали, водосховища тощо, які вважають практично невичерпними з огляду на їх місткість, кліматичні умови та інші фактори.

Щодо штучних водойм, їхній об'єм розраховують з урахуванням необхідності забезпечення безперервного подавання води протягом усього нормативного часу, передбаченого для гасіння пожежі.

Для кожної системи слід встановлювати мінімальний обсяг води, який забезпечує одне з перелічених джерел:

- водоживильник повної місткості, корисний об'єм якого дорівнює або перевищує нормативно встановлений мінімальний запас води;
- водоживильник зменшеної місткості – резервуар, який підтримує необхідний запас води за рахунок свого корисного об'єму та автоматичного поповнення.

Корисну місткість водоживильника визначають як різницю між нормальним рівнем води та мінімальним рівнем, що забезпечує працездатність системи. У разі відсутності захисту водоживильника від замерзання в районах, де воно можливе, необхідно збільшити нормальний рівень води щонайменше на 1,0 м та передбачити видалення льоду.

Для огорожених водоживильників необхідно передбачити можливість зручного та безпечного доступу до них.

Усі водоживильники, крім відкритих, повинні бути обладнані покажчиком рівня води із зовнішньою індикацією.

Водоживильник має бути захищений від впливу замерзання, посухи, повені та інших чинників, здатних зменшувати витрату води, корисну місткість або порушувати його працездатність. Необхідно вживати всіх можливих заходів для забезпечення безперебійної та надійної роботи водоживильників. Вода не повинна містити волокнистих або інших завислих речовин, здатних осідати в трубопроводах системи. Трубопроводи спринклерних секцій не повинні містити солону або тверду воду. За умови відсутності придатного джерела прісної води слід передбачити можливість використання джерела солоної або твердої води за умови, що секція зазвичай заповнена прісною водою.

2.4 Будова та робота підсистеми автоматичного водозабезпечення

Для розміщення обладнання, що забезпечує контроль стану системи в черговому режимі та своєчасне реагування на сигнали виявлення пожежі, виділяють окреме приміщення із назвою «автоматична насосна станція пожежогасіння» («А» рис. 2.5).

Автоматичні насосні станції пожежогасіння слід розміщувати в приміщенні з межею вогнестійкості не менше 60 хвилин, яке призначене виключно для протипожежного захисту.

У приміщенні насосної станції температура повинна бути не нижчою ніж:

- +4 °С за умови, що насоси приводить в дію електродвигун;
- +10 °С за умови, що насоси приводить в дію дизельний двигун.

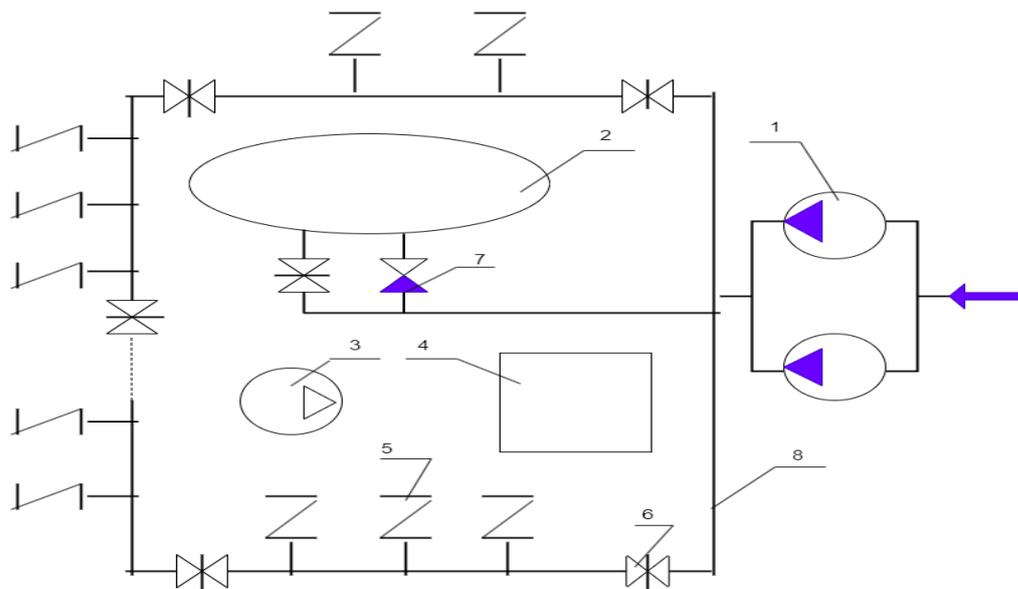
У насосній станції пожежогасіння розташовані елементи системи, що наведені на схемі (рис.2.6).

У цьому приміщенні розташовані основний насос водоживильника та резервний насос. Слід враховувати, що параметри резервного насоса мають відповідати параметрам основного насоса. Резервний насос потрібен для того, щоб у разі відмови основного насоса він міг забезпечити роботу системи. У насосній станції пожежогасіння також розташовані бак автоматичного водоживильника, компресор, щит керування, вузли управління, елементи запірної арматури (засувки, зворотні клапани) та елементи контролю й керування.

Обладнання для водопостачання не слід розміщувати в будівлях або їхніх частинах, де відбуваються небезпечні процеси або існують вибухонебезпечні зони.

Водоживильники, запірні засувки та вузли керування слід встановлювати так, щоб забезпечити безпечний доступ до них навіть у разі пожежі.

Усі складові водоживильників і вузлів керування слід встановлювати так, щоб забезпечити їх захист від несанкціонованого доступу та належний захист від замерзання.



1 – насос основний (резервний); 2 – бак автономного (автоматичного) водоживильника; 3 – компресор; 4 – прилад керування; 5 – вузли керування; 6 – засувка; 7 – зворотний клапан; 8 – підвідний трубопровід

Рисунок 2.6 – Принципова схема обладнання типової насосної станції пожежогасіння

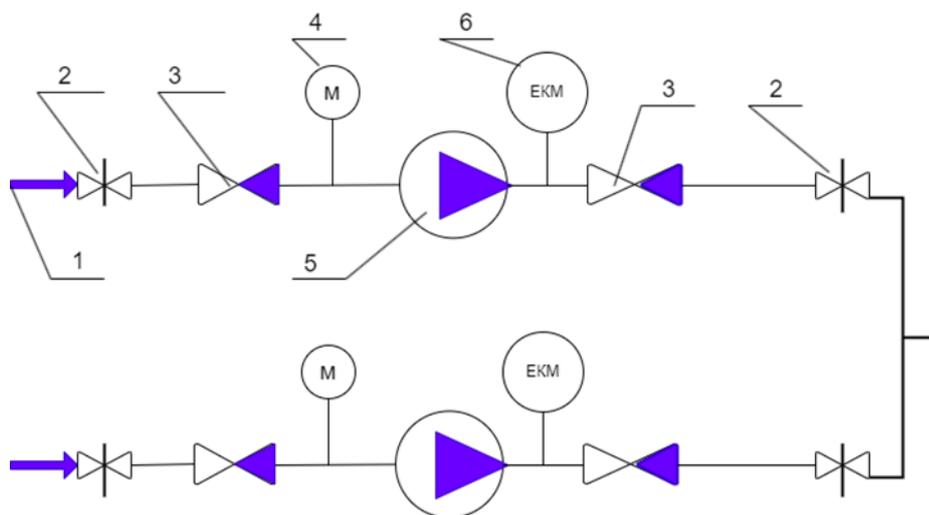


Рисунок 2.7 – Приклади мобільних насосних станцій пожежогасіння

Насос основного водоживильника призначений для забезпечення необхідного напору та витрати води з моменту виходу на розрахунковий режим протягом усього часу роботи. Напір та витрати визначають на підставі гідравлічних розрахунків з урахуванням особливостей приміщень, що підлягають захисту, властивостей речовин і матеріалів, які в них розташовані, класифікації об'єкта за пожежною небезпекою та обраних елементів системи.

У системах водяного (пінного) пожежогасіння використовують відцентрові насоси.

Схема об'язки насосів наведена на рис. 2.8.



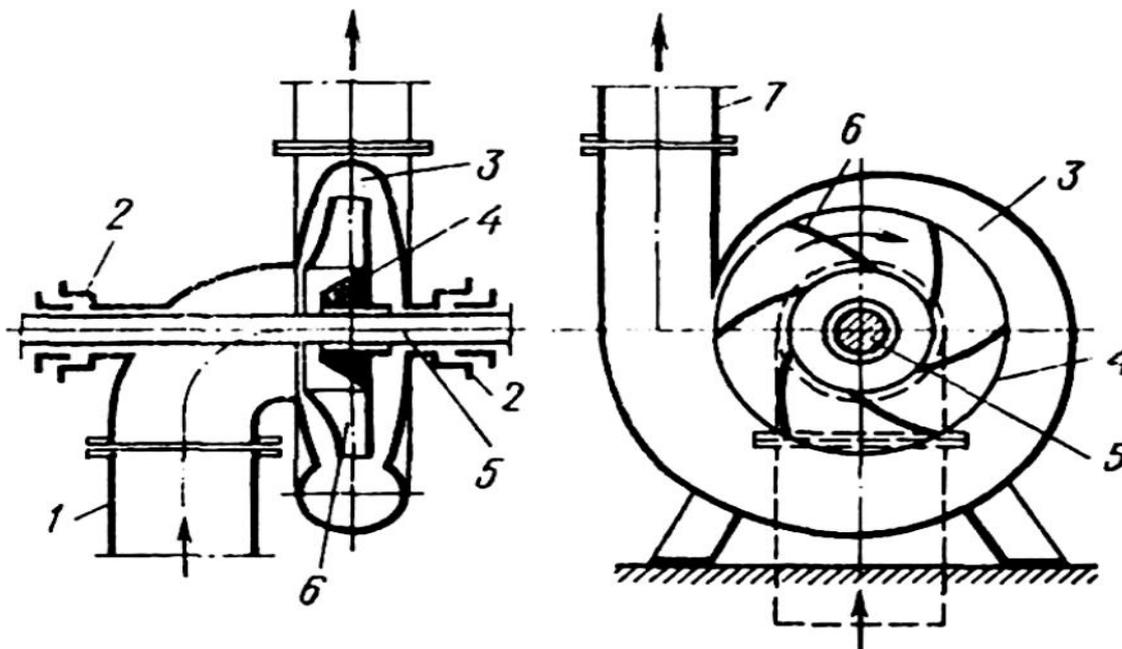
1 – вхід від зовнішнього водоживильника; 2 – засувка; 3 – зворотний клапан;
4 – манометр; 5 – насос основний (резервний); 6 – електроконтактний манометр

Рисунок 2.8 – Схема обв'язки відцентрових насосів

Принцип роботи відцентрових насосів полягає в перетворенні кінетичної енергії, наданої рідині відцентровим колесом, в енергію тиску. Відцентровий насос (рис. 1.9) містить корпус 3, всередині якого на валу 5 обертається робоче колесо 4 з лопатями 6, а також всмоктувальний 1 і нагнітальний 7 патрубкі. Ущільнення вала насоса забезпечують сальникові ущільнення 2.

Через всмоктувальний штуцер рідина надходить у центральну частину обертового каналу, під дією відцентрової сили рідину переміщують проточними каналами та спрямовують до периферії, де вона набуває кінетичної енергії. У корпусі насоса спіральної форми відбувається перетворення кінетичної енергії рідини на енергію тиску, потім рідину подають до нагнітального штуцера.

Таким чином, рідину безперервно подають до насоса, пропускають через його проточну частину та відводять через нагнітальний патрубок. У деяких конструкціях корпус насоса оснащують нерухомими лопатями, які формують канали з поступовим розширенням. Ці канали сприяють перетворенню кінетичної енергії рідини, що рухається, у потенціальну енергію тиску і підвищенню коефіцієнта корисної дії насоса.



1 – всмоктувальний штуцер; 2 – сальник; 3 – корпус із каналом; 4 – робоче колесо; 5 – вал;
6 – лопаті робочого колеса; 7 – нагнітальний штуцер

Рисунок 2.9 – Відцентровий насос

Особливість відцентрового насоса полягає в тому, що для початку роботи внутрішню порожнину корпуса з робочим колесом необхідно заповнити рідиною. Лише за цих умов під час запуску насоса виникає відцентрова сила, що спричиняє переміщення рідини та формує перепад тиску. Необхідно точно підтримувати напрям обертання робочого колеса насоса, оскільки його зміна призводить до відсутності перепаду тиску на вході та виході.

Згідно із вимогами нормативних документів, вхідний патрубок насоса повинен бути розташований нижче рівня підведення води від зовнішнього водоживильника щонайменше на 0,5 м та забезпечувати початковий тиск, достатній для запобігання кавітації.

Кавітація (від лат. Cavitas – пустота, порожнина) (англ. cavitation, нім. Blasenbildung f, Hohlsog m, Hohlraumbildung f) – утворення всередині рідини порожнин, заповнених газом, парою або їх сумішшю (кавітаційних бульбашок), тобто порушення суцільності рідини. Виникнення цього явища може призвести до руйнування лопаток робочого колеса.

Необхідно вживати усіх можливих заходів для забезпечення безперебійної та надійної роботи водоживильників.

Водоживильник не повинен зазнавати впливу таких факторів, як замерзання, посуха, повінь та інших, які можуть зменшувати подавання води, корисну ємність водоживильника або призводити до його непрацездатності. Рекомендовано забезпечити контроль водоживильників користувачем; у разі відсутності такого контролю організація, що відповідає за водопостачання, повинна гарантувати надійність їхньої роботи та право користування.

Вода не повинна містити волокнистих або інших завислих часток, здатних до накопичення в трубопроводах системи. У трубопроводах спринклерних секцій заборонено утримувати солону або морську воду.

У разі відсутності придатного джерела прісної води для водопостачання можна використовувати джерело солоної або морської води за умови, що в нормальному режимі секцію заповнюють прісною водою.

За винятком періодів випробувань тиск води в місцях підключення обладнання не повинен перевищувати 12 бар. Під час визначення тиску у системах з пожежними насосами необхідно враховувати будь-яке можливе збільшення частоти обертання ротора та підвищення тиску у разі закриття клапана.

У всіх типах спринклерних систем обладнання містить такі елементи:

- спринклери;
- багатоструменеві регулятори;
- сигналізатори потоку води;
- сигнальні клапани повітряних секцій і секцій із системою попередньої дії;
- акселератори та екстаустери;
- сповіщувачі пожежної тривоги з водяним приводом.

Спринклерні системи, де вертикальна відстань між спринклерними зрошувачами на максимальній та мінімальній висоті не перевищує 45 м, містить наступні елементи:

- випускні отвори насосів з урахуванням можливого збільшення частоти обертання ротора двигуна у разі закриття клапана;
- вузли керування окремими елементами системи, що забезпечують захист конкретних зон.
- водяні сигнальні клапани;
- запірні засувки;
- механічні з'єднання труб.

У спринклерних системах, призначених для захисту висотних будівель, де відстань за вертикаллю між спринклерами, розміщеними на максимальній та мінімальній висоті, перевищує 45 м, значення тиску води може перевищувати 12 бар у таких місцях (за умови, що обладнання, яке зазнає впливу тиску понад 12 бар, придатне для роботи за таких умов):

- а) випускні отвори насосів;
- б) стояки та живильні трубопроводи.

Тиск на вході до насоса контролюють за допомогою звичайного трубчастого манометра (рис. 2.10). Трубчато-пружинний манометр – це деформаційний прилад, чутливим елементом якого є трубчаста пружина.



Рисунок 2.10 – Манометр трубчастий

Запуск насоса та вихід його на розрахунковий режим контролює електроконтактний манометр, зовнішній вигляд якого наведено нижче.



Рисунок 2.11 – Електро-контактний манометр трубчастий

Електроконтактні манометри (рис. 2.11) призначені для вимірювання надлишкового тиску рідин, газу та пари та управління зовнішніми електричними ланцюгами шляхом вмикання та вимикання контактів у схемах сигналізації, автоматики та блокування технологічних процесів.

Запуск насоса здійснюють наступним чином (рис.2.12):

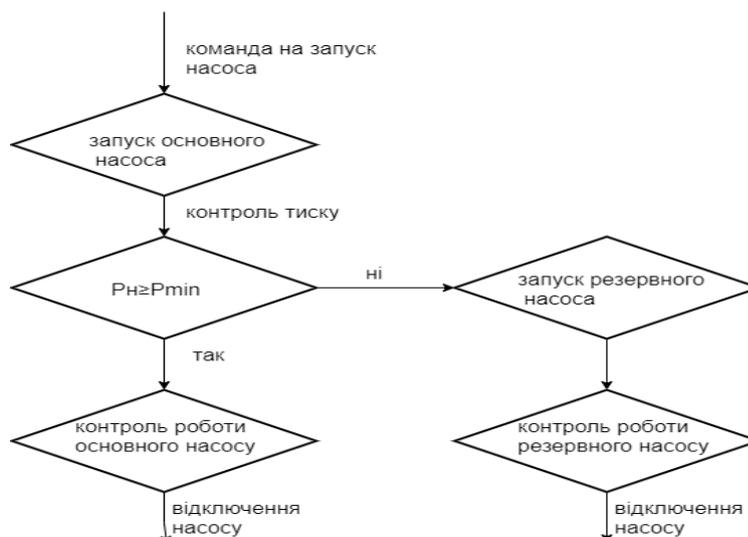


Рисунок 2.12 – Схема роботи насосної групи

Слід зазначити, що запуск насосів, як основного, так і резервного, виконують як у автоматичному, так і в ручному режимі, водночас відключення відбувається виключно в ручному режимі.

Необхідно контролювати такі параметри насоса:

- напруга на двигуні, у разі змінного струму – на усіх трьох фазах;
- можливість запуску за вимогою;
- робота насоса;
- невдала спроба запуску.

Усі параметри, що підлягають контролю, повинні бути відображені у вигляді світлових сигналів у приміщенні насосної станції. Звукові та світлові

сигнали, що інформують про роботу насоса та виникнення несправностей, мають надходити у приміщення, де постійно перебуває черговий (обслуговуючий) персонал.

Світловий сигнал про несправність повинен бути жовтого кольору. Звукові сигнали повинні мати інтенсивність не менше ніж 75 дБ, також повинна бути передбачена можливість їх вимкнення.

Необхідно передбачати можливість перевірки справності індикації світлової сигналізації.

Під час впровадження водяних або пінних систем пожежогасіння основна частина капіталовкладень припадає на насоси-підвищувачі, вузли управління та трубопровідні мережі. Тому підвищення ефективності водяної системи з урахуванням вартості саме цих компонентів дозволяє мінімізувати її ціну без зниження ефективності системи пожежогасіння.

Для забезпечення надійного постачання води до осередку пожежі застосовують насосні станції. Основою конструкції є станина, на якій встановлені два відцентрових насоси (1 робочий + 1 резервний). На вході та на виході кожного насоса встановлені засувки і зворотні клапани (на виході кожного насоса), а також засувки, розташовані на всмоктуючому та напірному колекторах між насосами. У складі станції є мембранний бак ємністю 12-24 л, призначений для захисту від гідроударів під час пуску. На напірному колекторі встановлені реле тиску для забезпечення автоматичної роботи установки. На всмоктуючому колекторі встановлено реле захисту від «сухого ходу», яке запобігає роботі системи за відсутності води. На всмоктуючому і напірному колекторах встановлені манометри. Електричне живлення та контроль роботи насосної станції здійснює електрична шафа управління з релейним регулюванням. Для зменшення інерційності насосної станції у її складі може бути насос-жокей із відповідною обв'язкою.

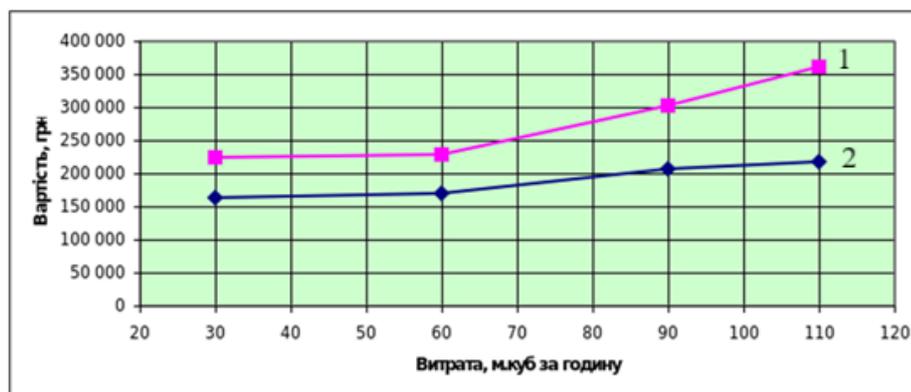
Наразі в Україні для забезпечення протипожежного водопостачання застосовують насосні станції провідних світових виробників – Wilo, Ebara та Grundfos, які мають регіональні представництва на території держави. Технічні характеристики та економічні показники насосних станцій EBARA наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики та вартість насосних станцій

№ з/п	Станція пожежогасіння	Кількість насосів	Q, м ³ /год	H, м	Вартість, грн
1.	Fire-Set 21 3D 40-160/4.0+Compact/L A/10 DPCs	3	30	31,8	191 400
2.	Fire-Set 21 3D 40-200/5.5+Compact/L A/10 DPCs	3	30	39	217 107
3.	Fire-Set 21 3D 40-200/7.5+Compact/L A/12 DPCs	3	30	48,5	224 780

4.	Fire-Set 21 3D 40-200/11+Compact/L A/15 DPC	3	30	65	259 485
5.	Fire-Set 2 3D 50-125/4.0 DPC	2	60	19	170 212
6.	Fire-Set 2 3D 50-160/5.5 DPC	2	60	24,4	190 582
7.	Fire-Set 2 3D 50-160/7.5 DPC	2	60	30,9	195 529
8.	Fire-Set 2 3D 50-200/9.2 DPC	2	60	40	223 067
9.	Fire-Set 2 3D 50-200/11 DPC	2	60	47	228 169
10.	Fire-Set 2 3D 50-200/15 DPC	2	60	61,5	298 824
11.	Fire-Set 2 MD 50-250/18.5 DPC	2	60	66	334 113
12.	Fire-Set 2 MD 50-250/22 DPC	2	60	73	377 036
13.	Fire-Set 21 3D 50-160/5.5+Compact/L A/10 DPCs	3	60	24.4	228091
14.	Fire-Set 21 3D 50-160/5.5+Compact/L A/10 DPCs	3	60	30.9	232960
15.	Fire-Set 21 3D 50-200/9.2+Compact/L A/12 DPCs	3	60	40	263380
16.	Fire-Set 21 3D 50-200/11+Compact/L A/12 DPCs	3	60	47	268482
17.	Fire-Set 21 3D 50-200/15+Compact/L A/15 DPCs	3	60	61.5	337463
18.	Fire-Set 2 3D 65-125/5.5 DPC	2	90	16	197 165
19.	Fire-Set 2 3D/M 65-160/7.5 DPC	2	90	20	205 539
20.	Fire-Set 21 3D 65-125/4.0+Compact/L A/6 DPCs	3	90	11	210 447
21.	Fire-Set 21 3D 65-125/5.5+Compact/L A/6 DPCs	3	90	16	227 780
22.	Fire-Set 21 3D/M 65-160/7.5+Compact/L A/8 DPCs	3	90	20	237 089
23.	Fire-Set 2 3D/M 65-200/22 DPC	2	110	50	360 989
24.	Fire-Set 21 3D/M 65-160/9.2+Compact/L A/8 DPCs	3	110	23	259 680
25.	Fire-Set 21 3D/M 65-160/11+Compact/L A/10 DPCs	3	110	28	270 547
26.	Fire-Set 21 3D/M 65-160/15+Compact/L A/10 DPCs	3	110	35	331 542
27.	Fire-Set 21 3D/M 65-200/18.5+Compact/L A/12 DPCs	3	110	42	386 774
28.	Fire-Set 21 3D/M 65-200/22+Compact/L A/15 DPCs	3	110	85	403 249

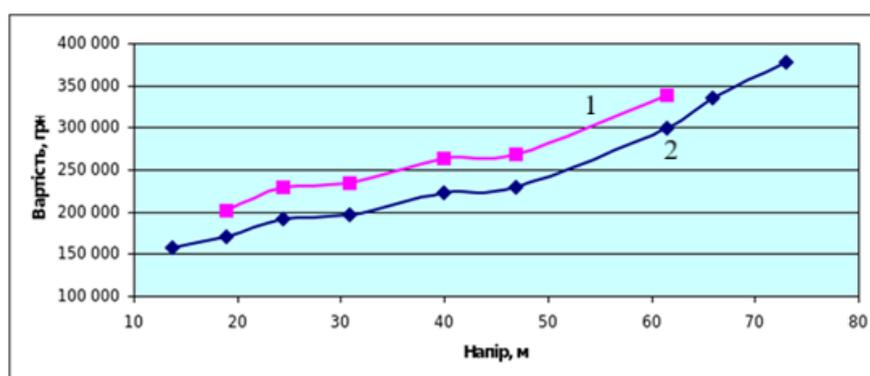
Дослідження технічних характеристик насосних станцій та їх вартості дозволяє зробити висновки, що основними чинниками, що впливають на ціну станції є витрата насосів та напір, який вони можуть створювати. Зростання значень обох характеристик призводить до зростання вартості. Водночас підвищення напору, який створює насос, спричиняє зростання вартості системи істотніше, ніж збільшення витрати. За напору 20 м відзначають підвищення вартості системи на 35 % у разі збільшення витрати майже у 3,7 раза, тоді як за напору 50 м вартість зростає на 60 % для цього модельного ряду насосних станцій.



1 – для напору 50 м; 2 – для напору 20 м

Рисунок 2.13 – Залежність вартості насосної станції від витрати

Для найбільш поширеної у системах пожежогашіння витрати – 60 м³/год – модельний ряд станцій, що забезпечує напір від 14 до 45 м, демонструє зростання вартості приблизно на 30 %. За потреби у насосі з напором 50-75 м підвищення ціни відбувається інтенсивніше та становить близько 65 %. Якщо станція додатково обладнана насосом-жокеєм, її вартість зростає ще на 10-15%.



1 – система з насосом-жокеєм; 2 – система з 2-х насосів

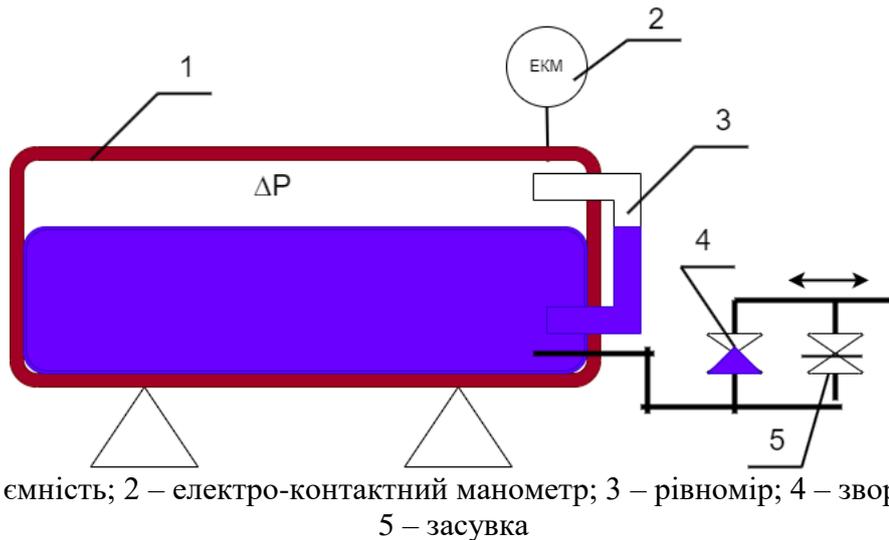
Рисунок 2.14 – Залежність вартості насосної станції від напору для витрати 60 м. куб на годину

Бак автономного (автоматичного) водоживильника є резервуаром, призначеним для зберігання води під тиском. Він призначений для підтримки тиску у системі у черговому режимі і забезпеченні розрахункової витрати і

напору вогнегасної речовини з моменту спрацювання системи пожежогасіння до моменту виходу основного (резервного) насосу на сталий режим.

Основні функції автоматичного водоживлювача полягають у підтриманні тиску в системі в черговому режимі та забезпеченні подавання вогнегасної речовини в систему до виходу насосів-підвищувачів на номінальний режим у разі спрацювання системи пожежогасіння.

Принципова схема бака автономного (автоматичного) водоживлювача представлена на рис. 2.15.



1 – металева ємність; 2 – електро-контактний манометр; 3 – рівномір; 4 – зворотній клапан; 5 – засувка

Рисунок 2.15 – Бак автономного водоживлювача

В черговому режимі надлишковий тиск ΔP в металевій ємності (1) рис. 2.15 утворюється компресором. Значення цього надлишкового тиску контролює електро-контактний манометр (2) рис. 2.15. У разі зниження тиску в ємності нижче допустимого значення, ЕКМ передає сигнал приладу керування для увімкнення компресора. У разі досягнення верхньої межі тиску в ємності, ЕКМ передає сигнал приладу керування, який забезпечує відключення компресора.

Рівень рідини в ємності контролюють за допомогою рівноміра (3), який обладнано водомірним склом для індикації. Водомірне скло повинно бути захищене від механічних пошкоджень, на ньому повинна бути нанесена позначка нормального рівня води.

Черговий (обслуговуючий) персонал повинен виконувати зовнішній огляд ємності щоденно. У разі зниження рівня рідини нижче допустимого, поповнення здійснюють через засувку (5) в ручному режимі.

Зворотній клапан (4) забезпечує необхідний напрямок руху рідини у системі.

Об'єм, який займає повітря, повинен становити щонайменше одну третину об'єму пневмобака. Тиск у баку не повинен перевищувати 12 бар. Тиск повітря та витрати води з бака повинні бути достатніми для забезпечення потреб спринклерної або дренчерної секції від моменту спрацювання до повного вичерпання запасу води.

Пневмобак (рис. 2.16) розглядають як застарілий варіант реалізації автоматичного водоживлювача, у якому підтримання тиску здійснюють за рахунок шару повітря та роботи компресора. Контроль та регулювання тиску відбувається за допомогою електро-контактного манометру, що встановлений на пневмобаку. Об'єм автоматичного водоживлювача визначають на основі розрахунку, який забезпечує його здатність підтримувати роботу системи пожежогасіння протягом перших 10 хвилин після запуску.

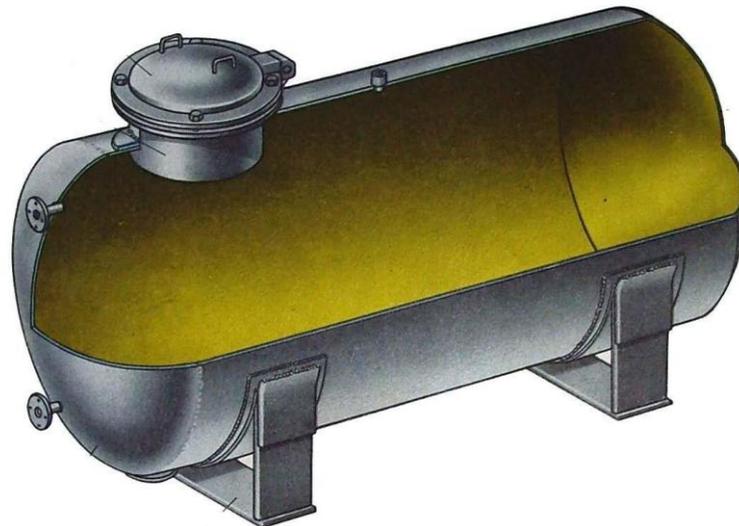


Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд пневмобака у розрізі

В більш сучасних системах як автоматичний водоживлювач використовують насос-жокей (рис. 2.17). **Насос-жокей** – насосна установка малої потужності, яку використовують для поповнення незначних втрат води та підтримання тиску у системі. Як правило, для виконання функцій насоса-жокея використовують компактні багатоступінчасті відцентрові насоси.



Рисунок 2.17 – Приклад насоса-жокея марки Grundfos CR 255-6-2 A-F-A-E-HQQE

Компресор (від лат. compressio – стиснення) – енергетична машина або технічний пристрій для підвищення тиску і переміщення газу або сумішей газів (робочого середовища). Чим відрізняється компресор від насоса? Насос перетворює механічну енергію на енергію робочої рідини, тоді як компресор – на енергію стиснутого повітря. Насосна установка призначена переважно для перекачування рідини, тоді як компресорна – для підвищення тиску та температури в робочій камері, що спричиняє стиснення газу.

У СВ та ППГ найчастіше використовують поршневі компресори (рис. 2.18). Цей тип повітряних компресорів передбачає використання одного або двох поршнів, що приводять у рух двигун. Колінвал передає обертальний рух поршню, забезпечуючи його вертикальні коливання. Впродовж впускного етапу, що триває половину робочого циклу, поршень створює розрідження в робочій камері, забезпечуючи надходження повітря через впускний клапан. Під час зворотного ходу поршня впускний клапан закриває доступ повітря, а випускний клапан забезпечує його стискання і подавання в ресивер.



1 – компресорний блок; 2 – двигун; 3 – ремінь; 4 – ресивер; 5 – реле тиску; 6 – повітряний фільтр; 7 – пневмоперехідник; 8 – регулятор редуктора; 9 – кран пневмошлангу; 10 – аварійний клапан; 11 – манометр тиску в ресивері; 12 – манометр вихідного тиску

Рисунок 2.18 – Компресор

Прилад керування – це пристрій, призначений для постійного контролю технічного стану системи пожежогашіння, зокрема сполучних ліній, контролю тиску в баку автономного водоживлювача та формування команди на запуск основного насоса з одночасним контролем виходу насоса на розрахунковий режим. Робота приладу керування щодо контролю параметрів системи після її спрацювання представлена на блок-схемі (рис. 2.12). Загальний вигляд приладу керування представлено на рис. 2.19



Рисунок 2.19 – Прилад керування насосною станцією водяного пожежогашіння

Також функціями приладів керування є:

- передавання тривожних повідомлень про виникнення пожежі до об'єднаних диспетчерських пунктів управління системами життєзабезпечення об'єктів, що потребують захисту, та до місцевих підрозділів пожежної охорони;
- можливість дистанційного запуску насосів із приміщення пожежного поста;
- можливість вимкнення звукової сигналізації приймально-контрольного пристрою за умови збереження на світловій індикаційній панелі відображення інформації про поточний стан системи;
- формування командних сигналів для увімкнення виконавчих пристроїв установок СОУЕ, протидимного захисту, вентиляційних систем, механізмів пожежної автоматики;
- автоматичне перемикання електроживлення приймально-контрольного пристрою установок пожежогасіння з основного на резервне джерело та у зворотному напрямку без порушення роботи обладнання внаслідок формування хибних керувальних сигналів або команд.

Прилад керування насосом повинен бути розташований в одному приміщенні з електродвигуном і насосом.

Живлення щита керування насосом призначене виключно для забезпечення роботи насосної станції системи водяного пожежогасіння та повинне бути ізольоване від інших електричних мереж. За погодженням із відповідними службами електропостачання живлення щита керування насосом станції може бути виконане шляхом підключення до ввідного кабелю перед головним вимикачем, розташованим у приміщенні. У разі заборони такого підключення електроживлення слід виконувати від головного вимикача.

Вузол керування – це конструктивний елемент, що містить сигнальний клапан, запірну засувку та всі пов'язані із ними вентилі й арматуру, він призначений для керування однією спринклерною або дренчерною секцією. Кількість вузлів керування визначають кількістю напрямків або приміщень, що підлягають захисту. До складу водяної або пінної системи пожежогасіння об'єкта можуть одночасно належати як спринклерні, так і дренчерні секції.

На вибір типу секції впливають:

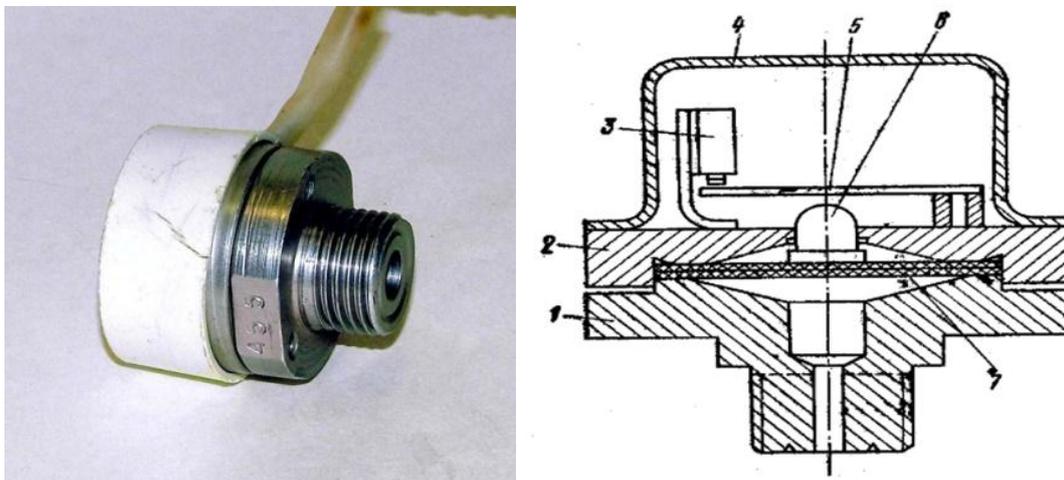
- речовини та матеріали, розташовані у приміщенні, що підлягає захисту;
- швидкість розповсюдження пожежі;
- пожежна навантага (кількість тепловиділення у процесі горіння);
- особливості обладнання, що підлягає захисту.

Більш детальний розгляд вузлів керування буде здійснено під час ознайомлення з принципами роботи різних типів спринклерних і дренчерних систем.

Сигналізатор тиску – це елемент обв'язки вузла керування, призначений для перетворення кінетичної енергії руху рідини в електричний сигнал (рис. 2.20). За допомогою цього пристрою інформацію про спрацювання вузла керування передають на щит керування.

Для запуску кожної насосної станції слід передбачати встановлення двох сигналізаторів тиску. Діаметр трубопроводу, який під'єднують до

сигналізаторів тиску, має становити не менше 15 мм. Сигналізатори тиску необхідно підключати так, щоб кожен із них забезпечував можливість запуску насоса.



1 – корпус; 2 – ізолятор; 3 – мікроперемикач; 4 – кришка; 5 – пружина;
6 – шток; 7 – мембрана

Рисунок 2.20 – Сигналізатор тиску

Під час спрацювання системи пожежогасіння, коли вода під тиском надходить до сигналізатора, мембрана 7 прогинається та впливає на шток 6. Унаслідок цього під дією пружини 5 спрацьовує мікроперемикач 3 та замикає зовнішні електричні кола, через які передають керувальний сигнал. Спрацювання сигналізатора може призводити до вмикання насоса-підвищувача, активації системи оповіщення тощо.

Сигналізатор тиску, який постачає на ринок України група компаній «БРАНД МАЙСТЕР», наведено на рис. 2.21, а його технічні характеристики подано в табл. 2.2.

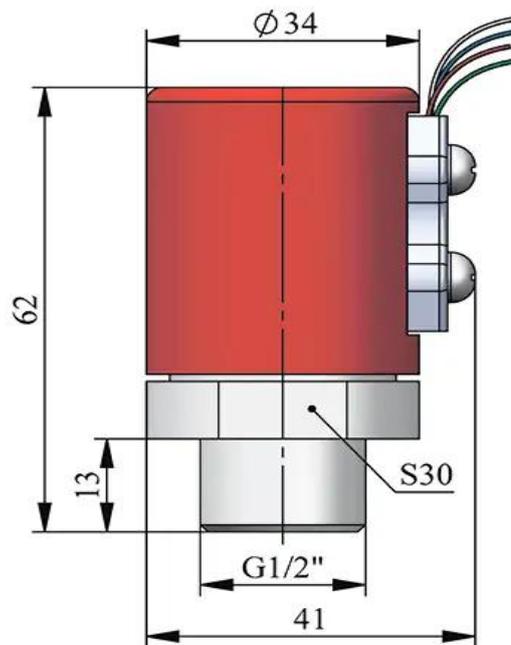


Рисунок 1.21 – Сигналізатор тиску СТУ-150

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики сигналізатору тиску СТУ-150

Найменування параметра	Одиниця виміру	Значення
Робочий тиск	бар	150
Тиск спрацювання, не менше	бар	0,3
Комутований струм:		
- за постійного струму ≤ 30 В, не більше	А	1
- за змінного струму ≤ 250 В, не більше	А	2
Клас захисту	–	IP54
Маса, не більше	кг	0,12

Засувка – це елемент запірної арматури, у якому запірний або регулювальний елемент переміщується перпендикулярно до осі потоку робочого середовища.

Найбільш поширеними є клинові засувки, у яких сідла в корпусі розташовані під невеликим кутом одне до одного, а затвор виконано у формі клина – жорсткого, пружного або дводискового, що у положенні «закрито» щільно прилягає до сідел (див. рис. 1.22). Залежно від типу системи пожежогасіння та умов експлуатації обирають відповідний тип клина.

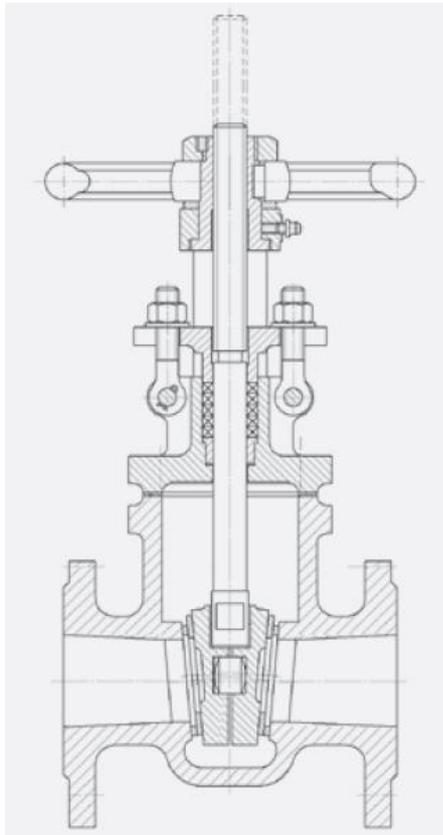


Рисунок 2.22 – Клинова засувка

Зворотній клапан (рис. 2.23) – вид захисної трубопровідної арматури, призначеної для недопущення зміни напрямку потоку середовища у технологічній системі.



Рисунок 2.23 – Зворотні клапани

Підвідний трубопровід – це трубопровід, що з'єднує водоживильник із магістральним трубопроводом або вузлом (вузлами) керування установкою, а також трубопровід, через який подають воду до окремого резервуара чи ємності.

У насосній станції підвідний трубопровід 8 (рис. 2.6) з'єднує насос основного водоживильника з вузлами керування 5. Трубопровід проєктують у вигляді кільцевої схеми, водночас необхідно передбачати поділ трубопроводу на ремонтні секції за допомогою засувок. У межах однієї секції можна розміщувати не більше трьох вузлів керування. Виконання трубопроводу тупикового типу можливе за умови, що кількість вузлів керування не перевищує трьох.

РОЗДІЛ 3. СПРИНКЛЕРНІ АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Спринклерна автоматична система водяного пожежогасіння (АСВПГ) – це система пожежогасіння, яка обладнана спринклерними зрошувачами. Вона призначена для своєчасного виявлення пожежі, оповіщення, локалізації та локально-поверхневого пожежогасіння, охолодження будівельних конструкцій.

Наразі існує наступна класифікація спринклерних АСВПГ:

- водозаповнені;
- повітряні;
- водоповітряні;
- попередньої дії.

Водозаповнені спринклерні секції перебувають у постійному стані заповнення водою під тиском. Їх доцільно встановлювати лише у тих приміщеннях, де відсутня можливість пошкодження трубопроводів внаслідок замерзання води, і де температура зовнішнього середовища не перевищує 95 °С.

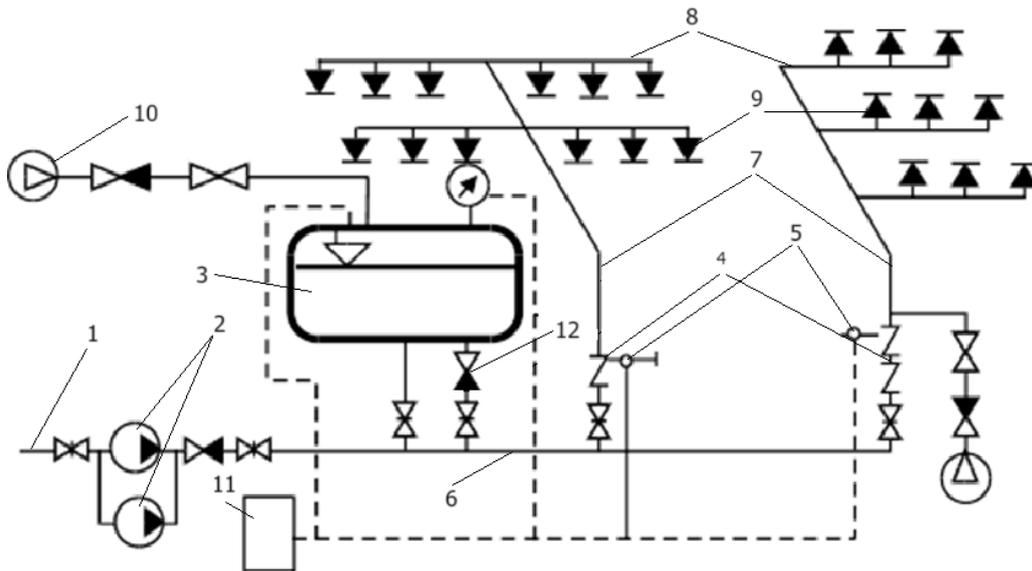
Повітряні спринклерні секції над контрольно-сигнальним клапаном заповнені повітрям або інертним газом під тиском, а нижня частина секцій містить воду під тиском. Секція перебуває під тиском у межах діапазону, рекомендованого виробником обладнання.

Повітряні спринклерні секції застосовують лише у приміщеннях, де існує ймовірність пошкодження через замерзання або температура перевищує 70 °С, наприклад, у сушильних печах.

Водоповітряні спринклерні секції можуть бути заповнені як водою, так і повітрям в залежності від умов експлуатації (сезону).

3.1 Будова та робота спринклерних систем водяного пожежогасіння

Принцип роботи спринклерної системи водяного пожежогасіння можна проілюструвати за допомогою схеми (рис. 2.1).



- 1 – до основного водоживлювача; 2 – основний(резервний) насос;
 3 – автоматичний водоживлювач; 4 – вузол управління (контрольно-сигнальний клапан);
 5 – сигналізатор тиску; 6 – підвідний трубопровід; 7 – живильний трубопровід;
 8 – розподільний трубопровід; 9 – спринклерні зрошувачі;
 10 – повітряний компресор; 11 – прилад управління СВПП; 12 – зворотний клапан

Рисунок 3.1 – Принципова схема спринклерної системи

Робота спринклерної установки водяного пожежогасіння. У стані готовності спринклерна система перебуває під тиском, який підтримує автоматичний водоживлювач 3. Під час роботи спринклерного зрошувача 9 тиск у розподільному 8 та живильному трубопроводах 7 знижується, вузол керування 4 активується, і по підвідному трубопроводу 6 з автоматичного водоживлювача 3 вода надходить через відкриті спринклерні зрошувачі 9 до осередку пожежі для гасіння. Одночасно вода надходить до сигналізатора тиску (сигнального пристрою) 5, який передає сигнал про спрацювання вузла керування (контрольно-сигнального клапана) 4. Далі прилад керування 11 формує командний імпульс, який надходить для увімкнення основного водоживлювача 1, з якого вода надходить у розподільчу мережу 8. Зворотний клапан 12 перекриває подавання води від автоматичного водоживлювача 3 до мережі під час роботи основного водоживлювача 1.

3.1.1 Спринклерні зрошувачі

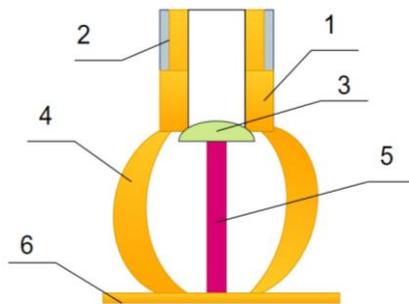
Відповідно до [3], **спринклерний зрошувач** – це насадка з термочутливим ущільнювальним елементом, який відкриває подавання води під час пожежі для її гасіння.

Кількість зрошувачів, які можна встановити на розподільчому трубопроводі однієї секції, визначають на етапі проектування системи шляхом здійснення гідравлічних розрахунків. Однак існує обмеження щодо максимальної площі приміщення, що підлягає захисту, залежно від класу пожежної небезпеки [3]:

- LH – 10000 м²;
- OH – 12000 м²;
- ННР – 9000 м²;

У галузі інженерії пожежного захисту спринклер, встановлений за умов, що створюють значні гідравлічні труднощі, позначають як «контрольний» (або «регулюючий») спринклер. У контексті схем розташування спринклерів із глухими кінцями зазвичай вважають, що спринклер, розташований на найбільшій відстані від точки подавання води, визначають як основний (контрольний) спринклер.

Загальний вигляд спринклерного зрошувача наведено на рис. 3.2.



- 1 – корпус; 2 – дюймова різьба; 3 – клапан; 4 – стремячко (стремено); 5 – термочутливий елемент; 6 – розетка

Рисунок 3.2 – Спринклерний зрошувач

Корпус спринклерного зрошувача (1) виготовляють із металу (латунь, бронза, нержавіюча сталь, нікельована або хромована сталь тощо) і обладнують різьбовою частиною (2) для приєднання до розподільчого трубопроводу. Клапан (3) перекриває вихідний отвір спринклерного зрошувача і утримує у закритому положенні термочутливий елемент (5). Це дозволяє створювати необхідний тиск у системі в черговому режимі. До корпусу (1) приєднані стремячко (4) з розеткою (6).

У разі виникнення пожежі термочутливий елемент зазнає руйнування, що призводить до відкриття клапана і подавання води до осередку пожежі. Температура спрацювання спринклерних зрошувачів визначена у нормативних документах.

Як термочутливий елемент застосовують металеві плавкі вставки з легкоплавкого сплаву Вуда або скляні колби, заповнені рідиною з високим коефіцієнтом лінійного розширення.

Примітка. Сплав Вуда – низькотемпературний легкоплавкий сплав, винайдений у 1860 році американським дантистом Барнабасом Вудом (Barnabas Wood), який переважно застосовують у технічних і лабораторних цілях.

Склад:

- Вісмут (Bi) – ~50%;
- Свинець (Pb) – ~25-27%;
- Олово (Sn) – ~12-14%;

Кадмій (Cd) – ~10-13%.

Температура плавлення сплаву становить приблизно 70 °С, тобто він починає плавитися вже за температури гарячої води. Це забезпечує його високу зручність для застосування в умовах, де необхідне контрольоване розплавлення.

У разі застосування металевих вставок маркування температури спрацювання зрошувача здійснюють шляхом штампування (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Маркування температури спрацювання спринклерних зрошувачів з легкоплавкою вставкою

Скляні колби з різною температурою руйнування мають різний колір (рис. 3.4).





Рисунок 3.4 – Маркування температури спрацювання спринклерних зрошувачів зі скляною колбою

Температури спрацювання термочутливих елементів регламентовані нормативними документами і встановлені у вигляді стандартних фіксованих значень.

Завдяки особливостям конструкції розетки спринклерного зрошувача встановлюють визначену схему розпилювання вогнегасної речовини.

У водозаповнених спринклерних системах зрошувачі під стелею встановлюють як розетками вгору, так і розетками вниз. Слід враховувати, що конструкція розеток спринклерних зрошувачів зазнає змін залежно від способу їх монтажу (рис. 3.5).

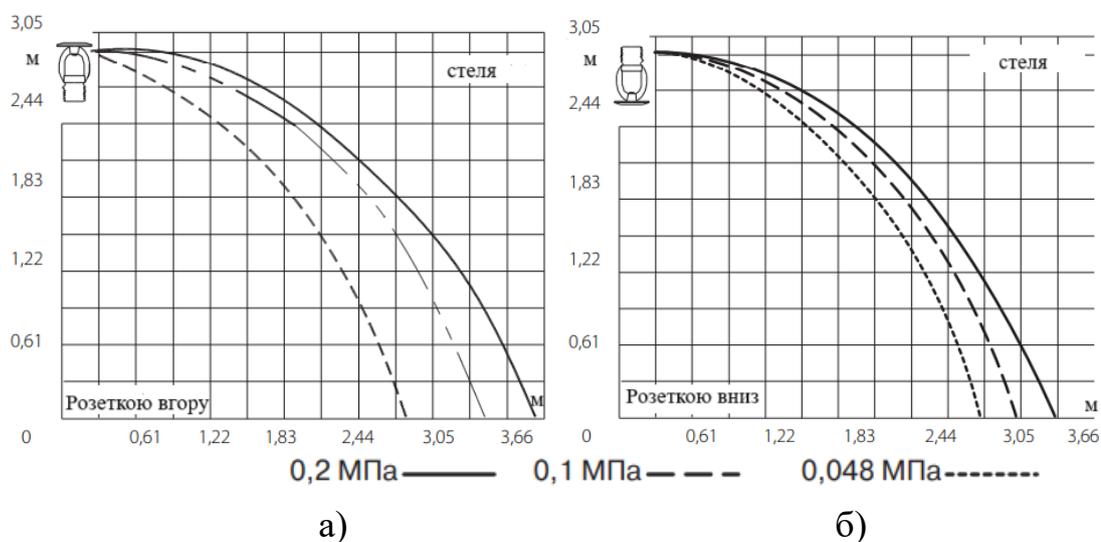
У повітряних або водоповітряних системах зрошувачі під стелею встановлюють тільки розетками вгору. Це зумовлено тим, що після спрацювання в таких системах необхідно повністю видалити рідину з розподільчого трубопроводу. З цією метою також передбачено прокладання розподільчих трубопроводів з ухилом у напрямку вузла керування. Якщо зрошувачі будуть встановлені розетками вниз, то злити воду зі спринклерних зрошувачів, які не спрацювали, буде неможливо.



а) спринклер Reliable F1 LO з встановленням розеткою вгору К-115;
б) спринклер Reliable F1 LO з встановленням розеткою вниз К-115

Рисунок 3.5 – Приклади зрошувачів з різною формою розетки

Розташування зрошувача (розеткою вгору/вниз) впливає на карту зрошення (рис. 3.6).



- а) зрошувач спринклерний F1 LO, К-115 модель R1722, R3622 з розеткою вгору;
- б) зрошувач спринклерний F1 LO, К-115 модель R1712, R3612 з розеткою вниз

Рисунок 3.6 – Приклади карт зрошення з різною орієнтацією розетки

Однією з найважливіших характеристик зрошувачів є К-фактор – коефіцієнт витрат. Найбільш поширеними є зрошувачі з К-фактором 57, 80 та 115.

У технічному паспорті цих виробів зазначено геометричні розміри, температуру спрацювання, К-фактор та діаметр різьбової частини.

Якщо є необхідність захисту вертикальних конструкцій, то спринклерні зрошувачі можуть бути встановлені горизонтально. Приклад такого зрошувача наведено на рис.2.7.

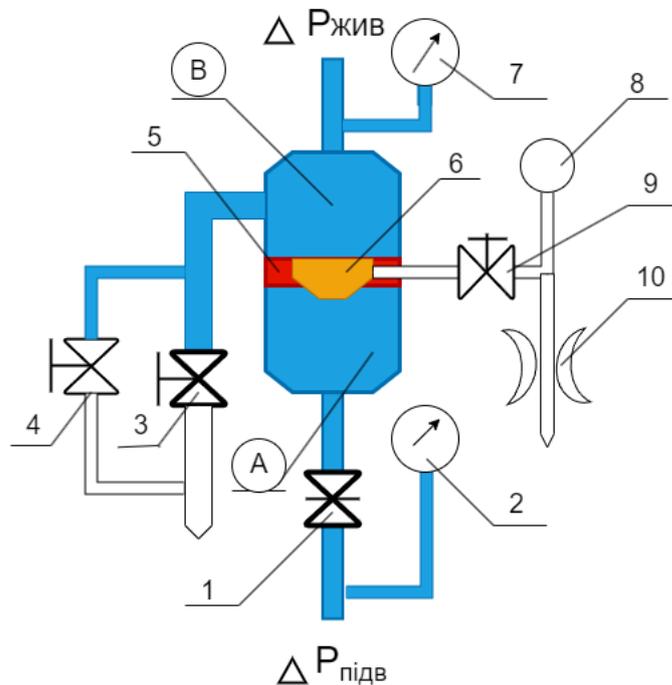


Рисунок 3.7 – Спринклерний пожежний зрошувач МП-АВТОР з бічним горизонтальним встановленням

Загалом номенклатура моделей зрошувачів провідних виробників цього обладнання налічує сотні позицій, які відрізняються діаметром, формою розеток, способами встановлення тощо.

Вузол керування спринклерної водозаповненої системи призначений для реакції системи на спрацювання чутливого елемента (спринклерного зрошувача) та проведення регламентних та ремонтних робіт.

Типова схема розміщення елементів конструкції та обв'язки вузла керування водозаповненої АСВПГ з клапаном «ВС» представлена на рис. 3.12.



А – камера, що з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, що з'єднана з живильним трубопроводом; 1 – засувка; 2, 7 – манометр; 3, 4, 9 – кран; 5 – сідло; 6 – клапан; 8 – сигналізатор тиску; 10 – кран з малим отвором (дросель)

Рисунок 3.12 – Принципова схема вузла керування спринклерної водозаповненої АСВПГ з клапаном «ВС» у черговому режимі

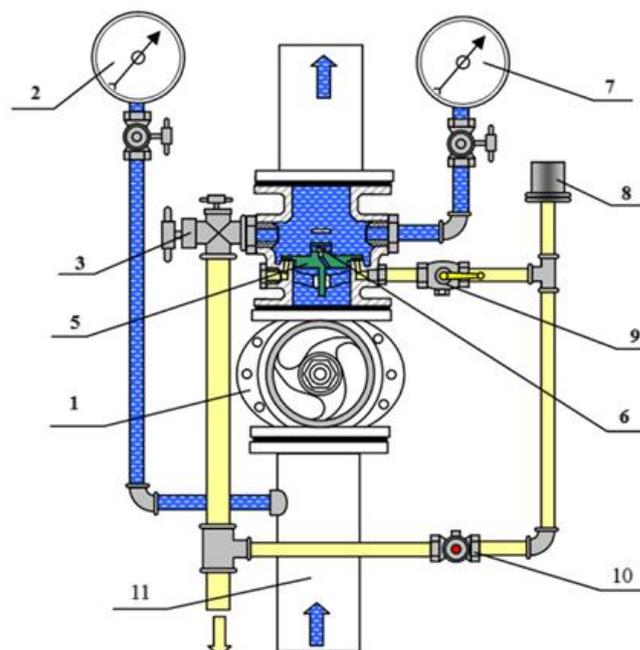


Рисунок 3.13 – Конструктивна схема вузла керування спринклерної водозаповненої АСВПГ з клапаном «ВС» у черговому режимі

У складі обв'язки вузла керування є наступні елементи (рис. 3.13):

1 – засувку між підвідним трубопроводом і вузлом керування застосовують у разі необхідності їх роз'єднання, наприклад, під час проведення ремонтних робіт.

2 – манометр контролю тиску у підвідному трубопроводі на вході до вузла керування.

3 – кран з великим отвором для зливу вогнегасної речовини з вузла керування, живильного та розподільчого трубопроводів.

4 – кран з малим отвором для перевірки працездатності системи у черговому режимі (3,4 можуть бути реалізовані у вигляді комбінованого вентиля).

5 – сідло вузла керування має технологічний отвір, що з'єднує вузол керування із сигналізатором тиску 8.

6 – таріль клапану вузла керування перекриває подавання вогнегасної речовини з підвідного трубопроводу до живильного у черговому режимі та забезпечує її проходження у режимі спрацювання.

7 – манометр контролю тиску у живильному трубопроводі.

8 – сигналізатор тиску, який призначений для перетворення кінетичної енергії руху рідини в електричний сигнал. Цей пристрій передає сигнал про спрацювання вузла на щит керування.

9 – кран сполучення сигналізатора тиску з вузлом керування.

10 – кран з малим отвором (дросель) призначений для попередження хибних спрацювань у разі негерметичності клапана 6 в черговому режимі та забезпечення гарантованого розрахункового тиску спрацювання сигналізатора тиску 8 у разі спрацювання системи.

11 – підвідний трубопровід.

У черговому режимі водозаповненої спринклерної системи всі трубопроводи від насоса до основного зрошувача перебувають під тиском і заповнені водою. Клапан 6 перебуває в закритому стані (рис. 3.13), щільно прилягає до сідла 5 і перекриває трубопровід, що з'єднує вузол керування із сигналізатором тиску.

Виконується умова

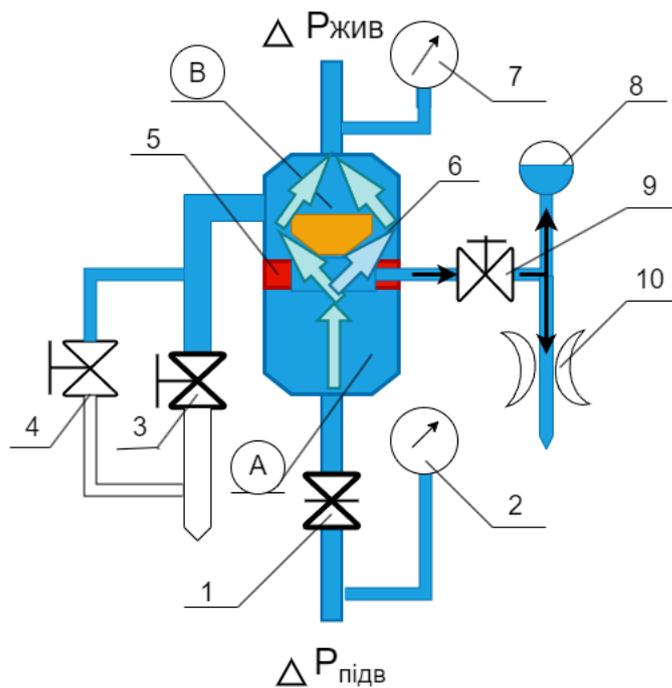
$$\Delta P_{\text{підв}} = \Delta P_{\text{жив}} = \Delta P_{\text{р.м.}}, \quad (3.1)$$

де, $\Delta P_{\text{підв}}$ – тиск у підводячому трубопроводі,

$\Delta P_{\text{жив}}$ – тиск у живлячому трубопроводі,

$\Delta P_{\text{р.м.}}$ – тиск у розподільчій мережі.

У разі виникнення пожежі в приміщенні температура в пристельовому шарі зростає. У випадку досягнення порогового значення спрацювання спринклерного зрошувача термочутливий елемент руйнується, що спричиняє зниження тиску в розподільному та живильному трубопроводі (рис. 3.14).



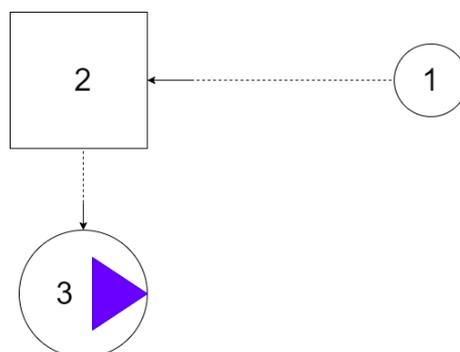
А – камера, з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана з живильним трубопроводом; 1 – засувка; 2, 7 – манометр; 3, 4, 9 – кран; 5 – сідло; 6 – клапан; 8 – сигналізатор тиску; 10 – кран з малим отвором (дросель)

Рисунок 3.14 – Принципова схема вузла керування спринклерної водозаповненої АСВПГ з клапаном «ВС» у режимі спрацювання

Відповідно відбувається переміщення клапана 6 у верхнє положення, що забезпечує подавання вогнегасної речовини через активовані зрошувачі до осередку пожежі. Водночас здійснюється відкриття каналу трубопроводу, який з'єднує вузол керування із сигналізатором тиску 8 (напря́м руху рідини позначено стрілками). Підвищення тиску до рівня, достатнього для активації сигналізатора, забезпечує встановлений у трубопроводі кран із малим отвором (дросель) 10.

Сигналізатор тиску формує електричний сигнал на прилад керування.

Прилад керування, відповідно до алгоритму роботи системи, генерує сигнал для пуску насоса основного водоживильника. Вихід насосу на розрахунковий режим здійснюють згідно з блок-схемою (рис.3.15).



1 – сигналізатор тиску; 2 - прилад керування; 3 – насос основного водоживильника

Рисунок 3.15. Схема запуску насосу

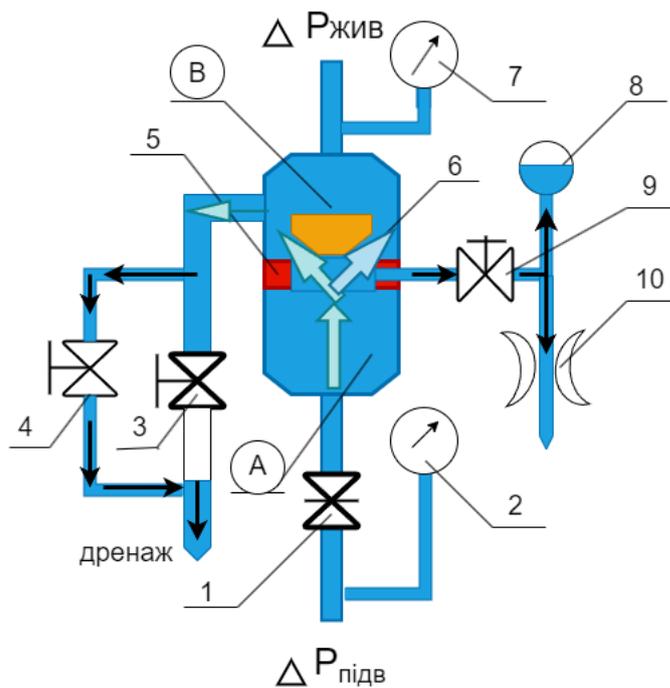
Для відновлення системи до початкового стану необхідно:

- закрити кран 9, що сполучає вузол керування із сигналізатором тиску;
- вимкнути насос;
- перекрити засувку 1;
- відкрити кран з великим отвором 3;
- необхідно дочекатися повного припинення витікання рідини з живильного та розподільного трубопроводів;
- здійснити заміну зруйнованих спринклерних зрошувачів;
- закрити кран з великим отвором 3;
- відкрити засувку 1;
- заповнення системи вважають завершеним після повного виходу повітря з живильного та розподільного трубопроводів через кран, установлений у верхній точці розподільної мережі. Візуальний контроль процесу здійснюють за показниками манометрів 2 і 7, значення яких наприкінці заповнення повинні бути однаковими.

– відкрити кран 9, що сполучає вузол керування із сигналізатором тиску.

Відповідно до вимог [4] усі СПЗ (зокрема АСВПГ) мають бути у працездатному стані. Підтримання експлуатаційної придатності СПЗ забезпечують шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на запобігання несправностям СПЗ та підтримання їх у працездатному стані. Щомісячно необхідно проводити гідравлічні випробування. В рамках цих випробувань кожену групу насосів у складі змонтованої системи потрібно випробувати в умовах повного навантаження. Група насосів має забезпечувати величини тиску/витрати, зазначені на паспортній табличці або ж необхідну витрату системи в разі одночасної роботи декількох насосних установок. Гідравлічні випробування системи також передбачають випробування вузлів керування.

Для цього необхідно у черговому режимі відкрити кран 4 (рис 3.16)



А – камера, з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана із живильним трубопроводом; 1 – засувка; 2, 7 – манометр; 3, 4, 9 – кран;
5 – сідло; 6 – клапан; 8 – сигналізатор тиску; 10 – кран з малим отвором (дросель)

Рисунок 3.16 Принципова схема вузла керування спринклерної водозаповненої АСВПГ з клапаном «ВС» у режимі перевірки

Зниження тиску над клапаном 6 у камері «В» спричиняє його переміщення. Відбувається відкриття каналу в сідлі 5, що спричиняє рух рідини через кран 9 та активацію сигналізатора тиску 8.

Сигнал, сформований сигналізатором тиску, надходить на щит керування, який генерує команду на пуск насоса та контролює його вихід на розрахунковий режим роботи. Слід враховувати, що під час роботи в такому режимі насос функціонує в рециркуляційному циклі, тому тривалість його роботи не повинна перевищувати 10 хвилин.

Для переведення системи в черговий режим після перевірки необхідно закрити крани 9 і 4 та вимкнути насос. Після припинення витікання рідини з трубопроводу сигналізатора тиску 8 через кран із малим отвором (дросель) 10 та вирівнювання тиску в підвідному (манометр 2) і живильному (манометр 7) трубопроводах відкривають кран 9. Контроль щільності прилягання клапана до сідла здійснюють візуальним методом. Рідина не повинна витікати через трубопровід, на якому встановлено сигналізатор тиску 8.

Окрім розглянутого вище вузла керування з клапаном типу «ВС», на вітчизняному ринку представлено продукцію зарубіжних виробників. Аналіз відкритих джерел і проектної документації показав, що на ринку переважає продукція таких виробників:

- Minimax GmbH & Co. (Німеччина);
- Reliable Automatic Sprinkler Co. (США),
- Tyco Fire Products (США),
- Viking S.A. (Франція),

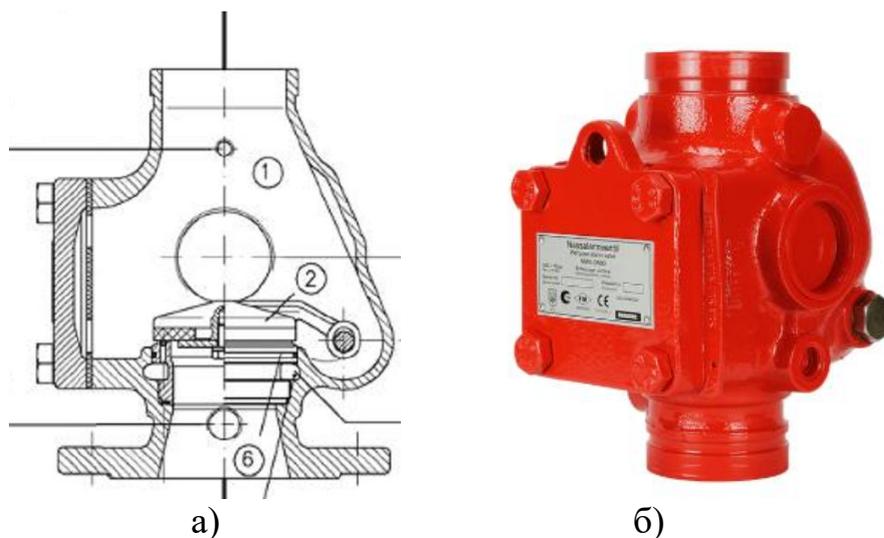
- Weflo Valve Company Ltd. (Китай),
- Safex Fire Services Ltd (Індія),
- Duyar (Турція).

Розглянемо технічні характеристики та конструктивні особливості деяких вузлів управління для водозаповнених спринклерних систем від вказаних виробників.

Водосигнальний вузол керування NAV-NMX (Minimax GmbH & Co.) [5] (рис. 3.17) призначений для контролю тиску в системі водопостачання та спринклерних трубопроводах, пропускання води з метою гасіння пожежі у разі відкриття одного чи кількох спринклерів, а також для активації гідравлічної та електричної сигналізації під час пожежі. Основні технічні характеристики вузла управління наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики вузлів керування серії NAV-NMX

Технічні характеристики	Діаметр вузла управління, мм	Значення
Робочий тиск, bar		12,5
Максимальний тиск, bar		18,7
Вага, кг	DN80	45
	DN100	56
	DN150	88
	DN200	132
Еквівалентна довжина, м	DN80	4,6
	DN100	5,4
	DN150	9,6
	DN200	11,2
Робоча температура, °C		Макс. 60
Монтажне положення		вертикальне



а) конструкція, б) зовнішній вигляд: 1 – корпус, 2 – клапан в зборі, 3 – кришка з ущільнюючою прокладкою, 4 – сідло, 5 – пружина, 6 – сигнальний канал, 7 – трубопроводи для підключення манометрів

Рисунок 3.17 – Водосигнальний вузол керування NAV-NMX

Зворотний сигнальний клапан моделі *Reliable E3* [6] призначений для використання в спринклерних системах протипожежного захисту з водозаповненою трубопровідною мережею для встановлення у вертикальному чи горизонтальному положенні. Його основні технічні характеристик наведені в табл. 3.2., схема будови основних елементів представлена на рис. 3.18. Цей вузол внесено до списку Underwriters Laboratories, Inc., схвалено «FM Approvals» та іншими страховими та державними установами США, України та інших країн.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики вузлів керування *Reliable E3*

Технічні характеристики	Діаметр вузла управління, мм	Значення
Робочий тиск, bar		12,1
Максимальний тиск, bar		24,2
Вага, кг	DN100	36,3
	DN150	52,6
	DN200	70,3
Еквівалентна довжина, м	DN100	5,18
	DN150	8,23
	DN200	8,84
Робоча температура, °C		Макс. 65
Монтажне положення		вертикальне, горизонтальне

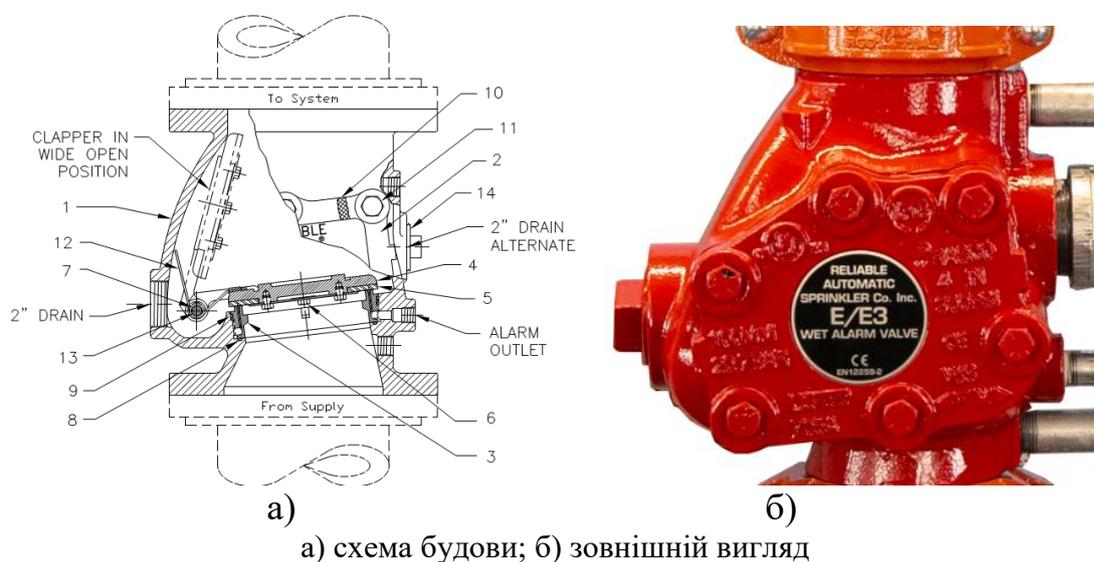


Рисунок 3.18 – Сигнальний клапан *Reliable E3*

Елементи, що є у складі вузла керування, а також матеріали, з яких вони виготовлені, наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. – Перелік деталей для сигнального клапану моделі Reliable E3

№	Найменування деталі	Матеріал
1.	Корпус	Сірий чавун 30 класу
2.	Кришка	Сірий чавун 30 класу
3.	Сідло	Бронза UNS C 83600
4.	Клапан і втулка в зборі	Сірий чавун, латунь, EPDM, нержавіюча сталь
5.	Гумова прокладка та затискне кільце	EPDM, нержавіюча сталь
6.	Затискні кільцеві гвинти або гайки	нержавіюча сталь 18-800
7.	Втулка	Бронза UNS C 36000
8.	Нижнє ущільнювальне кільце сідла	Неопрен
9.	Верхнє ущільнювальне кільце сідла	Неопрен
10.	Прокладка кришки	Неопрен
11.	Болти кришки	Сталь
12.	Пружина клапану	Бронза UNS C 51-000
13.	Заглушка отвору втулки	Сталь
14.	Зливна пробка	Сталь

Водосигнальний вузол керування WEFLO F1511 (фланцевий), F1512 (фланець-муфта) та F1522 (муфтовий) [7] застосовують у спринклерних водозаповнених мережах, він виконує функцію зворотного клапана та запобігає зворотному потоку води з розподільного трубопроводу системи до джерела водопостачання. Вузол керування також обладнаний обвідною (байпасною) лінією з вбудованим відкидним зворотним клапаном. Обвідна лінія призначена для компенсації коливань тиску в системі та вирівнювання тиску у верхній частині клапана вузла керування, що запобігає його помилковому спрацюванню. Основні технічні характеристики вузла керування WEFLO наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики вузлів керування WEFLO

Технічні характеристики	Діаметр вузла управління, мм	Значення
Робочий тиск, bar		20,5
Максимальний тиск, bar		41,0
Вага вузла в зборі, кг	DN80	36
	DN100	45,9
	DN150	69,1
	DN200	99,8
Вага клапана, кг	DN80	18,2
	DN100	27,1
	DN150	49,9
	DN200	80
Робоча температура, °C		Макс. 62
Монтажне положення		вертикальне

Схема вузла управління WEFLO наведена на рис. 3.19, а специфікація матеріалів, з яких виготовлені окремі деталі, представлена в табл. 3.5.

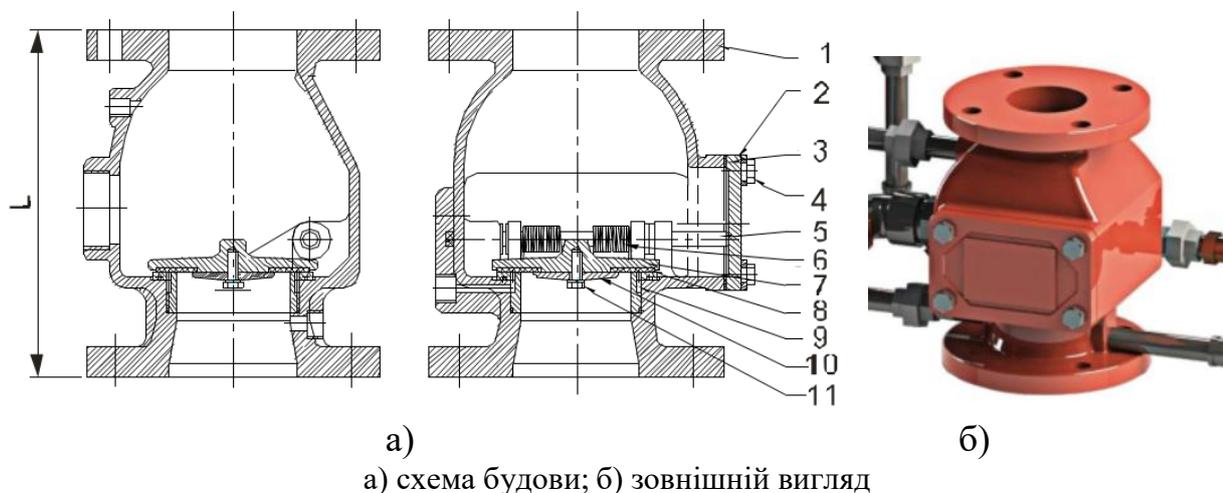


Рисунок 3.19 – Водосигнальний вузол керування WEFLO F1511

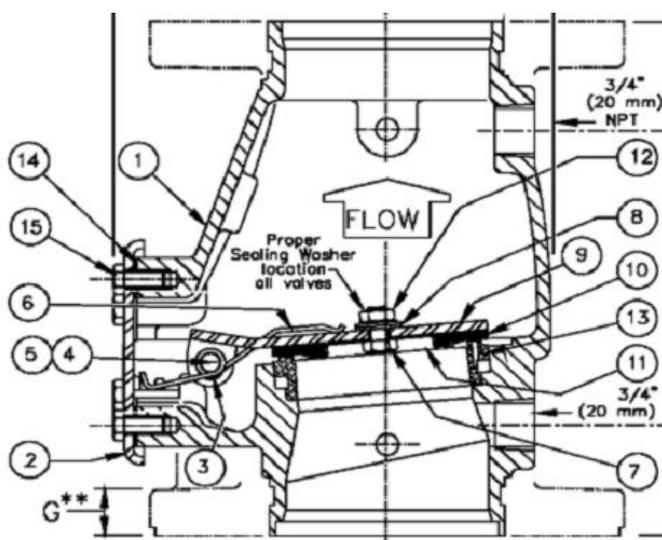
Таблиця 3.5 – Перелік деталей сигнального клапану моделі WEFLO F15XX

№	Найменування деталі	Матеріал
1.	Корпус	Надміцний чавун A536 65-45-12
2.	Кришка	Надміцний чавун A536 65-45-12
3.	Прокладка	EPDM
4.	Затвор	Сталь вуглецева A307B
5.	З'єднувач	Сталь нержавіюча AISI 304
6.	Пружина клапану	Сталь нержавіюча AISI 304
7.	Диск	Надміцний чавун A536 65-45-12
8.	Дискове ущільнювальне кільце	EPDM
9.	Опора	Бронза B62 C83600
10.	Замок	Бронза B16 C36600
11.	Затвор	Сталь нержавіюча A2-70

Водосигнальний клапан Viking модель J-1 (рис. 3.20) функціонує як зворотний клапан, що утримує тиск води над тарілкою та запобігає зворотному потоку води із спринклерного трубопроводу [8]. Під час безперервного потоку води, спричиненого спрацюванням спринклера, клапан активує сигнал тривоги за допомогою водяного механічного гонга та/або реле тиску. Клапан зручний для використання в системах зі змінним тиском води за умови його комплектування камерою уповільнення. Випускають такі модифікації клапана: фланець/фланець, фланець/муфта, муфта/муфта.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики вузлів керування серії *Viking J-1*

Технічні характеристики	Діаметр вузла управління, мм	Значення
Робочий тиск, bar		20,7
Максимальний тиск, bar		32,0
Вага вузла в зборі, кг	DN80	16
	DN100	21
	DN150	34
	DN200	61
Еквівалентна довжина, м	DN80	3,1
	DN100	4,0
	DN150	6,0
	DN200	7,0
Робоча температура, °C		Макс. 62
Монтажне положення		вертикальне, горизонтальне



а)

б)

а) схема будови; б) зовнішній вигляд

Рисунок 3.20 – Водосигнальний вузол керування *Viking модель J-1*

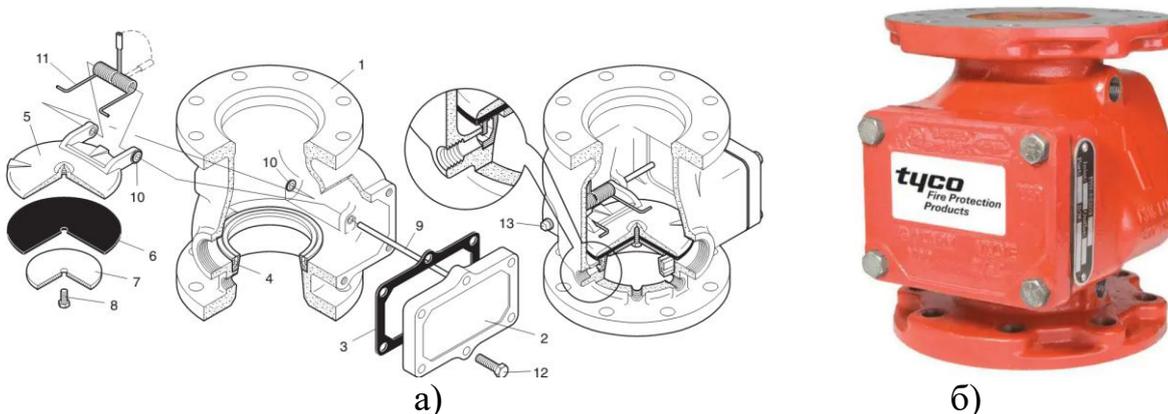
Таблиця 3.7 – Перелік деталей сигнального клапану моделі *Viking модель J-1*

№	Найменування деталі	Матеріал
1.	Корпус	Ковкий чавун A536 65-45-12
2.	Комплект кришок	Сталь нержавіюча UNS-S30400
3.	Втулка	EPDM
4.	Вісь заслінки	Сталь нержавіюча UNS-S30400
5.	Стопорне кільце	Сталь нержавіюча UNS-S15700
6.	Пружина	Сталь нержавіюча UNS-S30200
7.	Гайка	Сталь нержавіюча UNS-S30400
8.	Шайба	Сталь нержавіюча UNS-S30400
9.	Заслінка клапана	Сталь UNS-G101800

10.	Прокладка заслінки	EPDM
11.	Тримач прокладки заслінки	Сталь нержавіюча UNS-S30400
12.	Болт	Сталь нержавіюча UNS-S30400
13.	Сідло клапану	Латунь UNS-C84400
14.	Ущільнювач кришки	EPDM

Сигнальний клапан AV-1-300 моделі DN100, DN150 і DN200 – це секційні клапани сигналізаторів потоку води із гніздовими кільцями, що мають заслінки з гумовим покриттям [9]. Вони призначені для застосування у водозаповнених спринклерних системах протипожежного захисту з метою автоматичної активації електричних та/або гідравлічних сигналізаторів за наявності сталого напору води в системі, еквівалентного витраті, розрахованій для одного чи кількох спринклерів.

Компоненти сигнального клапана наведено на рис. 3.21. Корпус та кришка люка виготовлені з ковкого чавуну. Кільце гнізда – із бронзи. Матеріал клапана – чавун або ковкий чавун. Для всіх розмірів клапана використовують зовнішнє покриття із етилен-пропілен монодієну. Монтажне положення – вертикальне.



а) схема будови; б) зовнішній вигляд: 1 – корпус, 2 – кришка, 3 – ущільнююча прокладка, 4 – сідло, 5 – заслінка, 6 – прокладка заслінки, 7 – шайба, 8 – гвинт, 9 – вісь заслінки, 10 – втулка заслінки, 11 – пружина, 12 – болт, 13 – заглушка

Рисунок 3.21 – Водосигнальний вузол керування AV-1-300

Клапан спринклерний моделі FAVB виробництва фірми SAFEX застосовують в системах автоматичного водяного пожежогасіння в водозаповнених спринклерних системах. Він забезпечує автоматичне увімкнення електричних і гідравлічних пристроїв протипожежного захисту під час спрацювання системи та є одним із ключових елементів спринклерної установки. Клапани випускають у двох типорозмірах: DN100, DN150 (табл. 3.8).

з антифризом, її необхідно обладнати пристроями, що запобігають зворотному току рідини.

Система електрообігріву має бути обладнана сигналізацією, що сповіщає про відсутність живлення, а також про несправність нагрівального елемента (елементів) або датчика (датчиків) [5]. Ізоляція трубопроводу повинна відповідати класу “Euroclass A1”, “Euroclass A2” або еквівалентному їм класу в існуючих національних системах класифікації.

Водосигнальний клапан *Rapidrop SM-RDAVB080AF (модель B)* виробництва Rapidrop Global Ltd. (Великобританія) [11] (рис. 3.23). Цей клапан призначений для застосування у водозаповнених спринклерних системах у приміщеннях, де температура не знижується нижче точки замерзання води. Водосигнальний клапан DN100/4" із сигналізатором тиску та камерою, що гальмує рух води, призначений для виявлення пожежі, автоматичного формування електричного або гідравлічного сигналу за умови спрацювання системи та подавання води в розподільчу мережу.



Рисунок 3.23 – Водосигнальний клапан Rapidrop SM-RDAVB080AF (модель B)

Основні технічні характеристики наведені у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – основні технічні характеристики водосигнального клапану Rapidrop SM-RDAVB080AF (модель B)

Максимальний робочий тиск	12 бар
Діаметри:	3” / DN80, 4” / DN100, 6” / DN150, DN200
Тип з'єднання	фланець/фланець
Матеріал корпусу	ковкий чавун

У стандартній комплектації клапан постачають у зібраному вигляді, що відповідає вимогам нормативних документів, з комплектом обв'язки та реле тиску з камерою, що уповільнює рух води. Усі елементи перед відправленням споживачеві проходять гідростатичне випробування під тиском до 18 бар. Клапан встановлюють у вертикальному положенні на напірній трубопроводній магістралі водозаповненої спринклерної системи.

Принцип дії:

У разі виникнення пожежі спрацьовує спринклерний зрошувач, і тиск у системі з боку відкидної заслінки вузла знижується порівняно з тиском з боку водоживлювача. Відкидна заслінка відкривається та забезпечує подавання води у трубопровід розподільчої мережі до спрацьованих спринклерних зрошувачів. Через опційно встановлену уповільнюючу камеру вода також надходить через сідло відкидної заслінки на сигналізатор тиску та/або водяний гонг.

Стрибки тиску або гідравлічні удари у підводячому трубопроводі можуть спричинити періодичне підняття (відкриття) відкидної заслінки, що може призводити до помилкових спрацьовувань. Водосигнальний клапан запобігає помилковим спрацьовуванням завдяки наступним характеристикам:

- Перепускний зворотний клапан забезпечує обхід напору води підвищеного тиску у підводячому трубопроводі навколо відкидної заслінки водосигнального клапана, що призводить до надлишкового тиску над заслінкою і фіксує її у закритому положенні.

- Якщо під дією надлишкового тиску води відбувається відкриття відкидної заслінки та вода починає надходити в лінію сигналізації, уповільнююча камера моделі Е (опційно) запобігає активації сигналу тривоги. Спеціально розроблені дренажні отвори забезпечують часткове осушення камери до її повного заповнення та спрацьовання сигналізатора тиску.

Щоб запобігти засміченню сторонніми речовинами, уповільнююча камера обладнана сітчастим фільтром, встановленим у лінії подавання.

3.3 Особливості роботи спринклерних повітряних АСВПГ

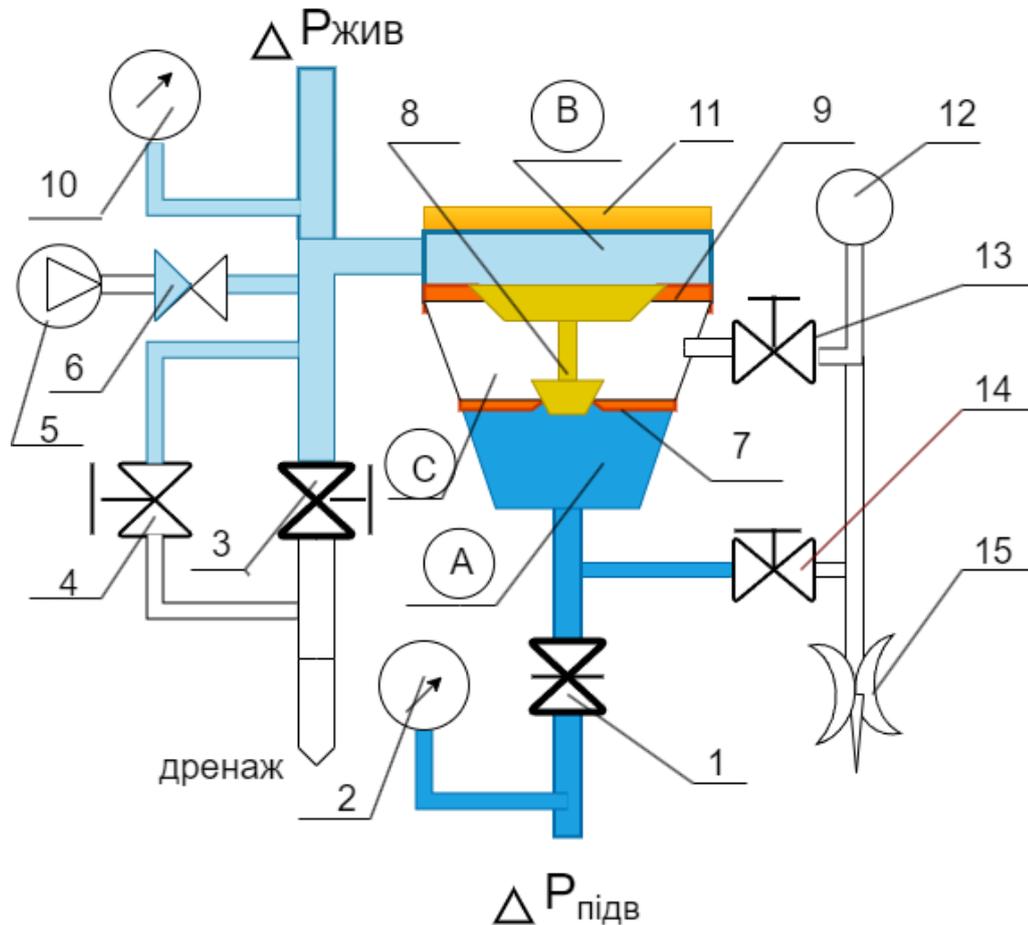
Повітряні АСВПГ – це системи, у яких живильний та розподільний трубопроводи, як правило, заповнені повітрям або інертним газом під тиском, а підвідний трубопровід – водою під тиском (рис. 3.24).

Виконується умова:

$$\Delta P_{\text{підв}} \gg \Delta P_{\text{жив}} = \Delta P_{\text{р.м.}} \quad (3.2)$$

Необхідно здійснювати постійний контроль тиску у живильному та розподільному трубопроводах і у разі його зниження забезпечувати подавання повітря (інертного газу) для компенсації втрат. Секція повинна підтримувати тиск у межах, рекомендованих виробником сигнального клапана. Контроль тиску здійснюють шляхом встановлення електроконтактного манометра на відповідних трубопроводах.

Схематично вузол керування повітряної спринклерної АСВРГ з клапаном «В» в черговому режимі представлено на рис. 3.25 (принципова схема) та рис. 3.26 (конструктивна схема).



А – камера, з'єднана із підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана із живильним трубопроводом; С – простір між нижнім сідлом 7 вузла керування та верхнім 9, що має технологічний отвір з'єднання із сигналізатором тиску 12; 1 – засувка; 2, – манометр; 3, 4, 6, 13,14 – кран; 5 – компресор; 7 – нижнє сідло; 8 – двотарілчастий клапан; 9 – верхнє сідло; 10 – електроконтактний манометр; 11 – верхня кришка вузла керування; 12 – сигналізатор тиску; 15 – кран з малим отвором (дросель)

Рисунок 3.25 – Принципова схема вузла керування спринклерної повітряної АСВРГ з клапаном «В» у черговому режимі

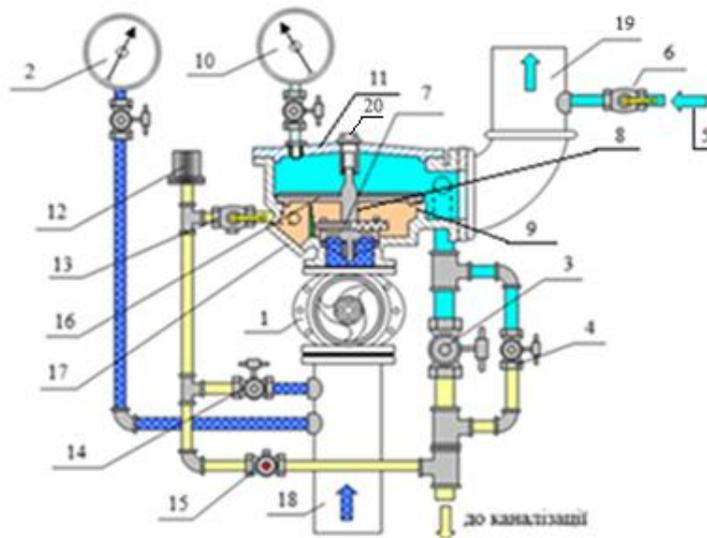


Рисунок 3.26 – Конструктивна схема вузла керування спринклерної повітряної АСВПГ з клапаном «В» у черговому режимі

До складу елементів обв'язки вузла керування належать компоненти, що виконують такі функції:

1 – засувку, встановлену між підвідним трубопроводом та вузлом керування, застосовують для їх роз'єднання у разі потреби.

2 – манометр контролю тиску у підвідному трубопроводі на вході до вузла керування.

3 – кран з великим отвором для зливу вогнегасної речовини з вузла керування, живильного та розподільного трубопроводів.

4 – кран з малим отвором для перевірки працездатності системи у черговому режимі з підривом клапану 8;

5 – компресор для підтримання розрахункового тиску в живильному та розподільному трубопроводах;

6 – клапан для запобігання попадання рідини у магістраль з'єднання компресора з живильним трубопроводом;

7 – нижнє сідло вузла керування;

8 – двотарілчастий клапан перекриває доступ вогнегасної речовини від підвідного трубопроводу (нижнє сідло 7) до живильного (верхнє сідло 9) у черговому режимі та відкриває прохід для вогнегасної речовини у режимі спрацювання;

9 – верхнє сідло вузла керування;

10 – електроконтактний манометр призначений для контролю тиску у живильному трубопроводі та передаванні сигналу на прилад керування у разі його зниження нижче допустимого рівня;

11 – верхню кришку вузла керування використовують для повернення системи у початковий стан після її спрацювання;

12 – сигналізатор тиску, призначений для перетворення кінетичної енергії руху рідини в електричний сигнал. Цей пристрій передає сигнал про спрацювання вузла на прилад керування.

13 – кран сполучення сигналізатора тиску з вузлом керування.

14 – кран перевірки системи працездатності без підриву двотарілкового клапану;

15 – кран з малим отвором (дросель) призначений для попередження хибних спрацювань у разі негерметичності клапана 8 в черговому режимі та забезпечення гарантованого розрахункового тиску спрацювання сигналізатора тиску 12 у разі спрацювання системи.

16 – верхня таріль двотарілкового клапану.

17 – лючок для повернення клапану в закрите положення.

18 – підвідний трубопровід.

19 – живлячий трубопровід.

20 – пробка з різьбою.

В черговому режимі підвідний трубопровід 18 заповнено водою під тиском. Живлячий 19 та розподільний трубопровід заповнені повітрям під тиском. (рис. 3.26). Засувка 1 та кран 13 відкриті. Крани 3, 4 та 14 закриті.

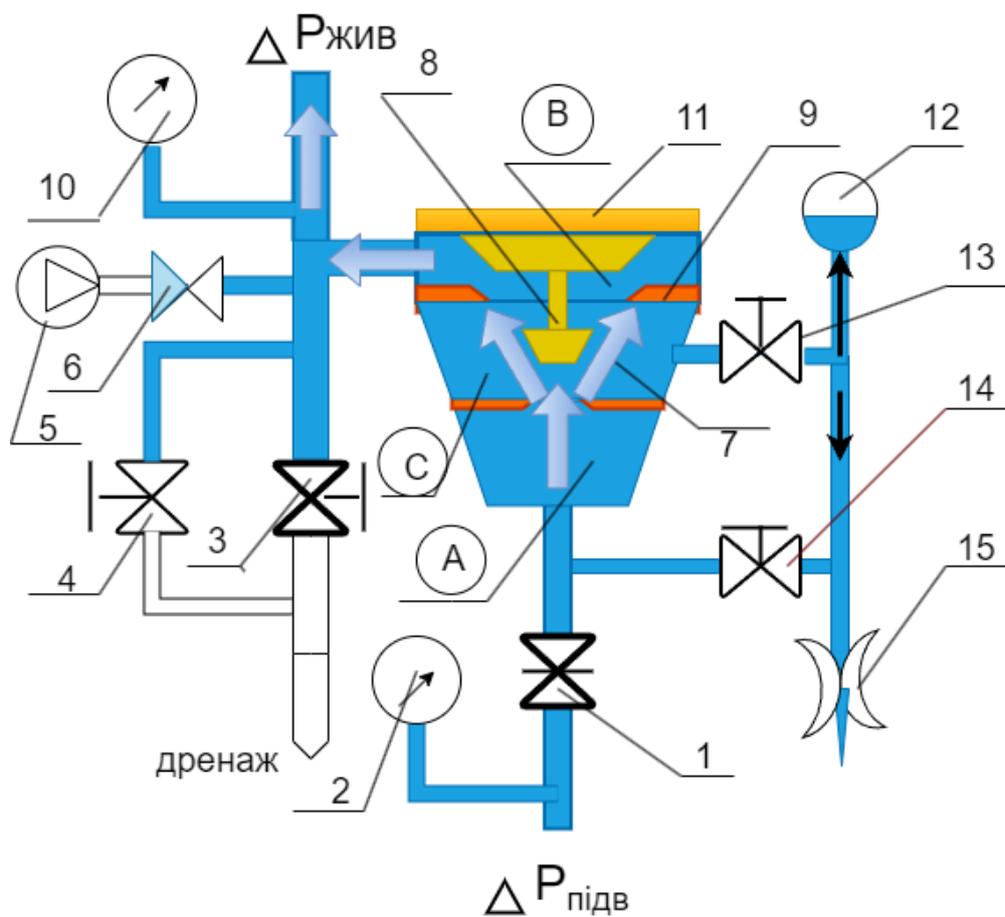
Двотарілковий клапан 8 щільно прилягає до нижнього сідла 7 та верхнього сідла 9. Тиск над клапаном $\Delta P_{\text{жив}}$ ($1,5 \div 2 \cdot 10^5$ Па) значно нижче ніж $\Delta P_{\text{підв}}$ ($6 \div 8 \cdot 10^5$ Па), але щільність прилягання досягають за рахунок того, що площа верхньої частини клапану у 8 раз більша, ніж нижня частина.

Міжтарілковий простір «С» між нижнім сідлом 7 вузла керування та верхнім 9 має технологічний отвір, який з'єднаний трубопроводом із сигналізатором тиску 12. На цьому трубопроводі встановлено кран 13 для можливості від'єднувати сигналізатор від вузла керування. Оскільки кран з малим отвором (дросель) 15 постійно розташований в положенні «відкрито», то простір «С» заповнено повітрям під атмосферним тиском.

У режимі пожежі відбувається руйнування термочутливого замка спринклерного зрошувача, що спричиняє зниження тиску в живильному та розподільному трубопроводах. Внаслідок цього клапан 8 відкрито (рис. 3.26), і вода заповнює систему та витісняє повітря через спрацьовані зрошувачі; напрямок руху рідини показано стрілками.

Водночас рідина через технологічний отвір і кран 13 надходить до сигналізатора тиску 12 через великий опір крана 15. Спрацювання сигналізатора формує сигнал на прилад керування для запуску насосів.

Запуск насосу основного водоживильника та контроль виходу на розрахунковий режим здійснюють аналогічно водозаповненій системі (рис. 3.11).



А – камера, з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана з живильним трубопроводом; С – простір між нижнім сідлом 7 вузла керування та верхнім 9, що має технологічний отвір з'єднання з сигналізатором тиску 12 ; 1 – засувка; 2 – манометр; 3, 4, 13,14 – кран; 5 – компресор; 6 – зворотній клапан; 7 – нижнє сідло; 8 – двотарілчастий клапан; 9 – верхнє сідло; 10 – електроконтактний манометр; 11 – верхня кришка вузла керування; 12 – сигналізатор тиску; 15 – кран з малим отвором (дросель)

Рисунок 3.27 – Принципова схема вузла керування спринклерної повітряної АСВПГ з клапаном «В» у режимі спрацювання

Перехід системи в черговий режим виконують за такою послідовністю дій:

- закрити кран 13, що сполучає вузол керування з сигналізатором тиску;
- вимкнути насос;
- перекрити засувку 1;
- відкрити кран з великим отвором 3;
- забезпечити припинення витоку води з живильного та розподільного трубопроводів.;
- здійснити заміну спрацьованих спринклерних зрошувачів;
- зняти кришку 11 вузла керування або відкрити лючок 17 і за допомогою спеціальних пристроїв повернути двотарілчастий клапан в початкове положення.

– залити 1,5-2 л води в камеру «В» над клапаном для контролю герметичності посадки (через відкриту кришку 11 або через отвір у кришці з відкритою пробкою 20).

– встановити кришку 11 на вузол керування;

– закрити кран з великим отвором 3;

– за допомогою компресора 5 довести тиск у живильному та розподільному трубопроводах до нормованих значень.

– відкрити кран 13 і перевірити герметичність посадки клапану 8 на верхнє сідло 9 шляхом візуального контролю трубопроводу, що виходить із крана з малим отвором 15. Підтікання рідини неприпустиме.

– відкрити засувку 1 і продовжувати контролювати щільність посадки клапану 8 на нижнє сідло 7 аналогічно попередньому пункту.

Як зазначалося, всі АСВПГ (крім систем із тонкорозпилюваною водою) підлягають перевірці працездатності один раз на три місяці з одночасним запуском насоса основного водоживильника.

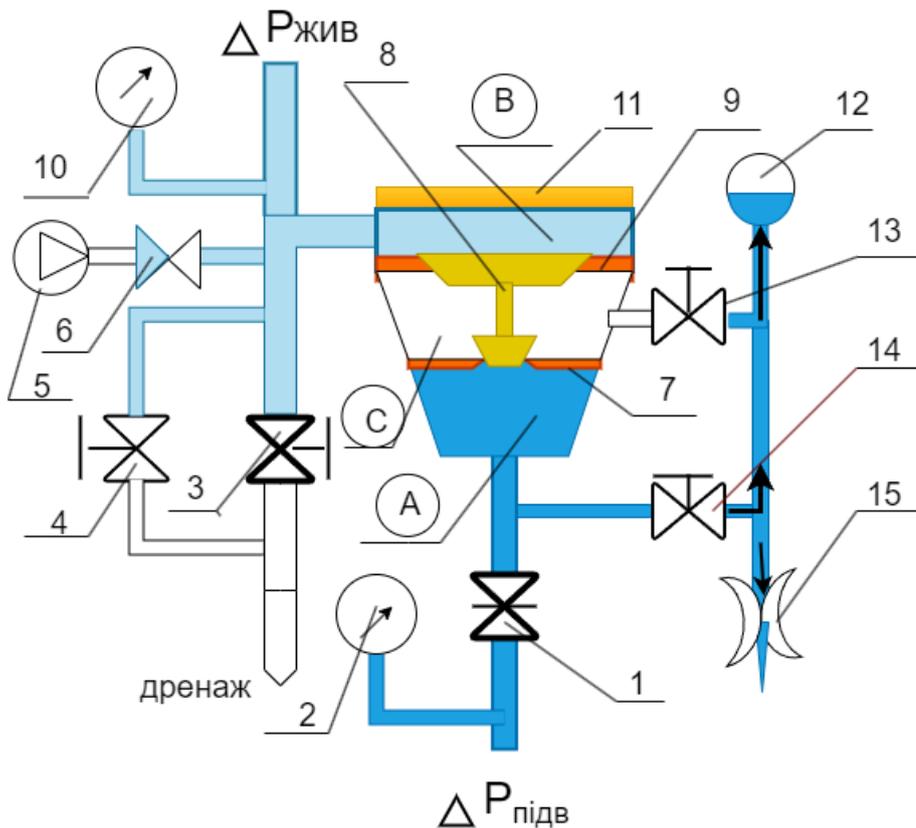
Для систем, обладнаних вузлами керування з клапаном «В», передбачено виконання двох перевірок:

– з підривом клапану;

– без підриву клапану.

Якщо перевірку виконують із підривом клапану, необхідно скинути тиск над клапаном 8 шляхом відкриття крана з малим отвором 4. Подальший процес здійснюють аналогічно тому, що відбувається у разі виникнення пожежі та спрацюванні спринклерного зрошувача. Переведення системи до чергового режиму також здійснюють подібно до відновлення системи після спрацювання під час пожежі, за винятком кроку, що передбачає заміну спринклерних зрошувачів.

Перевірка без підриву клапану 8 представлена на рис. 3.28.



А – камера, з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана із живильним трубопроводом; С – простір між нижнім сідлом 7 вузла керування та верхнім 9, що має технологічний отвір з'єднання із сигналізатором тиску 12; 1 – засувка; 2 – манометр; 3, 4, 13, 14 – кран; 5 – компресор; 6 – зворотній клапан; 7 – нижнє сідло; 8 – двотарілчастий клапан; 9 – верхнє сідло; 10 – електроконтактний манометр; 11 – верхня кришка вузла керування; 12 – сигналізатор тиску; 15 – кран з малим отвором (дросель)

Рисунок 3.28 – Принципова схема вузла керування спринклерної повітряної АСВПГ з клапаном «В» у режимі перевірки без підриву клапана 8

Для виконання такої перевірки необхідно закрити кран 13 і відкрити кран 14. Рідина під тиском із підвідного трубопроводу надходить до сигналізатора тиску 12, що формує сигнал на прилад керування для запуску насосу.

Для переведення системи в черговий режим необхідно закрити кран 14 та дочекатися припинення витоку рідини з трубопроводу сигналізатора тиску 12. Після цього слід відкрити кран 13.

Згідно із нормативними документами [5] у процесі проектування таких систем передбачено обмеження часу виходу повітря із трубопроводів та допустимого вільного об'єму живильного та розподільного трубопроводів.

Час виходу повітря з цих трубопроводів не повинен перевищувати 60 с.

Вільний об'єм живильного і розподільного трубопроводів не повинен перевищувати 3 м³ для приміщень класу пожежної небезпеки ОН. Об'єм може бути збільшений до 4 м³ за наявності **акселератора** або **ексгаустера** на розподільному трубопроводі.

Акселератор – пристрій, який зменшує затримку спрацьовування повітряного або водоповітряного сигнального клапана, який перебуває у

незаповненому стані, шляхом раннього виявлення падіння тиску повітря або інертного газу під час спрацьовування спринклерних зрошувачів (рис. 2.29, 3.30).



Рисунок 3.29 – Акселератор Viking модель D-2

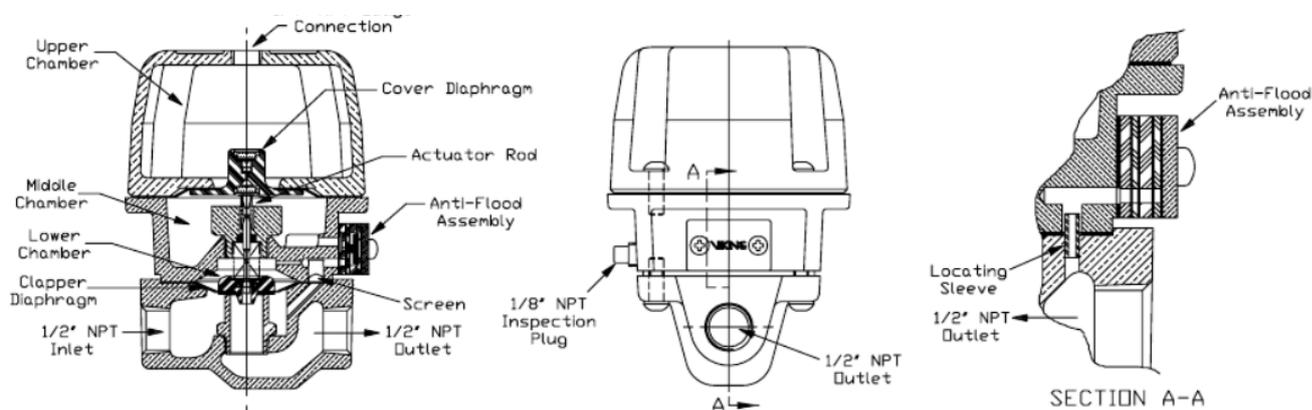


Рисунок 3.30 – Конструкція акселератора Viking модель D-2

Експаустер (витяжний вентилятор) – пристрій, який видаляє в атмосферу повітря або інертний газ із повітряної або водоповітряної спринклерної секції після спрацьовування спринклера та забезпечує більш швидке спрацьовування сигнального клапана.

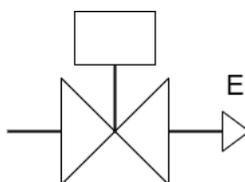


Рисунок 3.31 – Умовне графічне зображення експаустера

Експаустер з електроприводом Е 50/1,2(Е12)-ВМ.У3.1 (рис. 3.32) призначений для роботи в системах пожежогасіння та забезпечує автоматичне видалення повітря з повітрянозаповнених спринклерних систем у спеціально відведену зону після подавання керуючого сигналу до моменту заповнення живильного і розподільних трубопроводів вогнегасною речовиною.



Рисунок 3.32 – Екстаустер з електроприводом Е 50/1,2(Е12)-ВМ.У3

Розглянутий вище вузол керування з клапаном «В» є найбільш відомим на вітчизняному ринку. Водночас у цьому сегменті представлена продукція закордонних виробників. Аналіз відкритих джерел та проектної документації для цієї групи обладнання показав, що найбільш широко представлена продукція таких виробників:

- Minimax GmbH & Co. (Німеччина);
- Tyco Fire Products (США);
- Reliable Automatic Sprinkler Co. (США).

Вузол керування *Minimax TAV TMX* (рис. 3.33) [12] застосовують в повітрянозаповнених спринклерних системах. Конструкція клапана забезпечує зниження тиску повітря у системі до $1/5$ тиску води на вході із додаванням надбавки безпеки 1,5 бар, що визначають за формулою: $1/5$ (тиску води) бар + 1,5 бар. Низький тиск повітря порівняно з тиском води встановлено з метою зменшення витоків у спринклерних трубопроводах та зниження опору повітря під час заповнення трубопроводів вогнегасним складом.



Рисунок 3.33 – Вузол керування водяної повітряної спринклерної системи пожежогасіння Minimax TAV-TMX з обв'язкою

Вузол керування Tyco DPV-1 [13] (рис. 3.34) – автоматичний водоповітряний клапан, призначений для регулювання подавання потоку води в спринклерну систему за умови спрацьовування одного або кількох спринклерних зрошувачів, а також для передавання тривожного сигналу про несправності або запуск системи пожежогасіння.

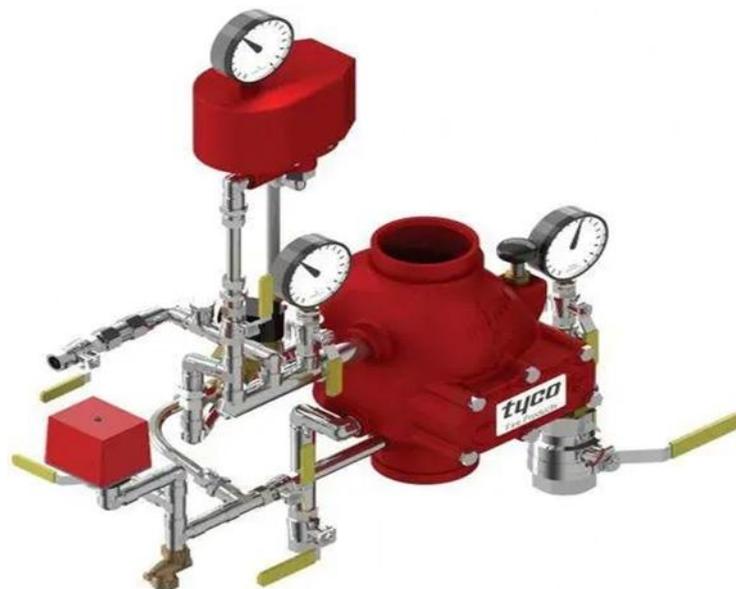


Рисунок 3.34 – Вузол керування водяної повітряної спринклерної системи пожежогасіння Tyco DPV-1. Сухий спринклерний клапан DN100 з обв'язкою FM/UL

Після завершення монтажних робіт у водоповітряні системи нагнітають газ – повітря або азот. Під час спрацьовування автоматичного спринклерного зрошувача, який реагує на підвищення температури під час пожежі, відбувається падіння тиску, заслінка клапана DPV-1 відкривається і впускає воду в спринклерну систему та витісняє повітря із трубопроводів.

Вузли керування зазначеного типу використовують у водоповітряних системах на об'єктах, де річна температура може знижуватися нижче +5 °С. До таких приміщень належать неопалювані паркінги та стоянки, вітрини й атріуми, горищні та підвальні приміщення, навантажувальні платформи та рампи, а також інші приміщення, де застосування водозаповнених спринклерних систем є неможливим.

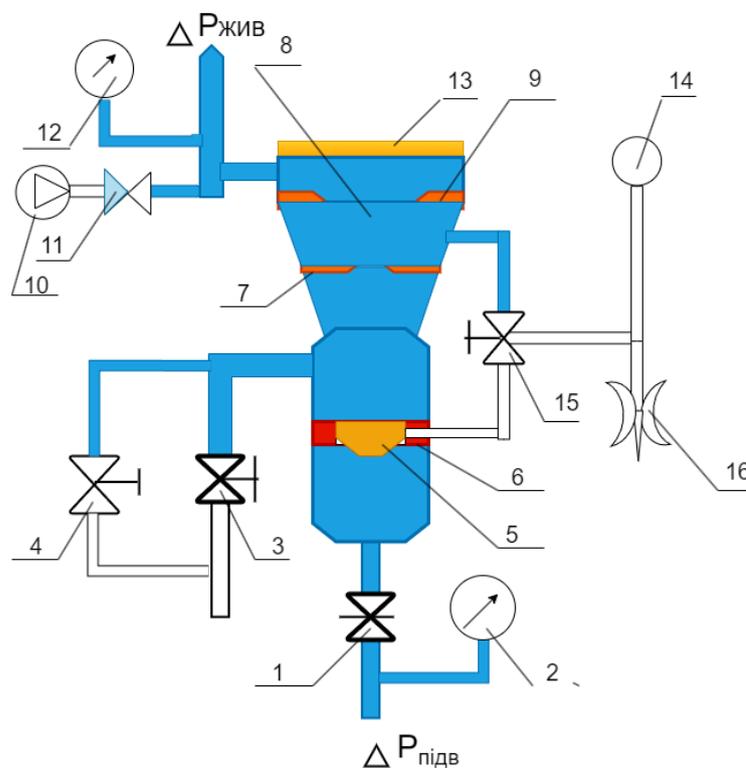
Повітряний клапан *Reliable серії D* (рис. 3.35) [14] є основним вузлом керування у водоповітряних системах пожежогасіння та забезпечує подавання рідини за умови спрацьовування одного або кількох спринклерів. Під час запуску системи пожежогасіння клапан забезпечує подавання сигналу на активацію тривожної сигналізації. Пристрій застосовують у водоповітряних системах пожежогасіння та встановлюють в приміщеннях без штучного кліматичного контролю, де існує ризик промерзання магістральних трубопроводів, заповнених водою. Принцип дії клапана ґрунтується на різниці відстаней від осі заслінки до повітряного та водяного сідел. За умови тиску повітря в системі 0,07 мПа клапан стримує надходження води з напором близько 0,38 мПа. Після активації спринклерного зрошувача відбувається різке зниження тиску в трубопроводі, унаслідок чого клапан відкриває прохід, і вода надходить у трубопровід, заповнений повітрям, ініціюючи процес пожежогасіння.



Рисунок 3.35 – Вузол керування повітряної водяної спринклерної системи пожежогасіння типу *Reliable Model D*

Функціональне призначення елементів обв'язки вузлів керування типів «ВС» та «В» розглянуто в розділах 3.2 і 3.3, за винятком трипозиційного крана 15. Його призначення полягає у під'єднанні сигналізатора тиску 14 до вузла керування, що в поточний період експлуатації виконує функції основного відповідно до погодних умов.

В холодний період року система працює як повітряна. В цей період через кран 15 сигналізатор тиску 14 приєднано до вузла керування з клапаном «В» (рис. 3.37, 3.38). У разі виникнення пожежі система працює як повітряна (розглянуто в п. 3.3). Усі поточні роботи з технічного обслуговування та відновлення працездатного стану системи після її спрацювання виконують за процедурою, установленою для повітряної системи.



1 – засувка; 2 – манометр; 3, 4 – кран; 5 – клапан вузла керування «ВС»; 6 – сідло вузла керування «ВС»; 7 – нижнє сідло вузла керування «В»; 9 – верхнє сідло вузла керування «В»; 10 – компресор; 11 – зворотній клапан; 12 – електроконтактний манометр; 13 – верхня кришка вузла керування «В»; 14 – сигналізатор тиску; 15 – кран трипозиційний; 16 – кран з малим отвором (дросель)

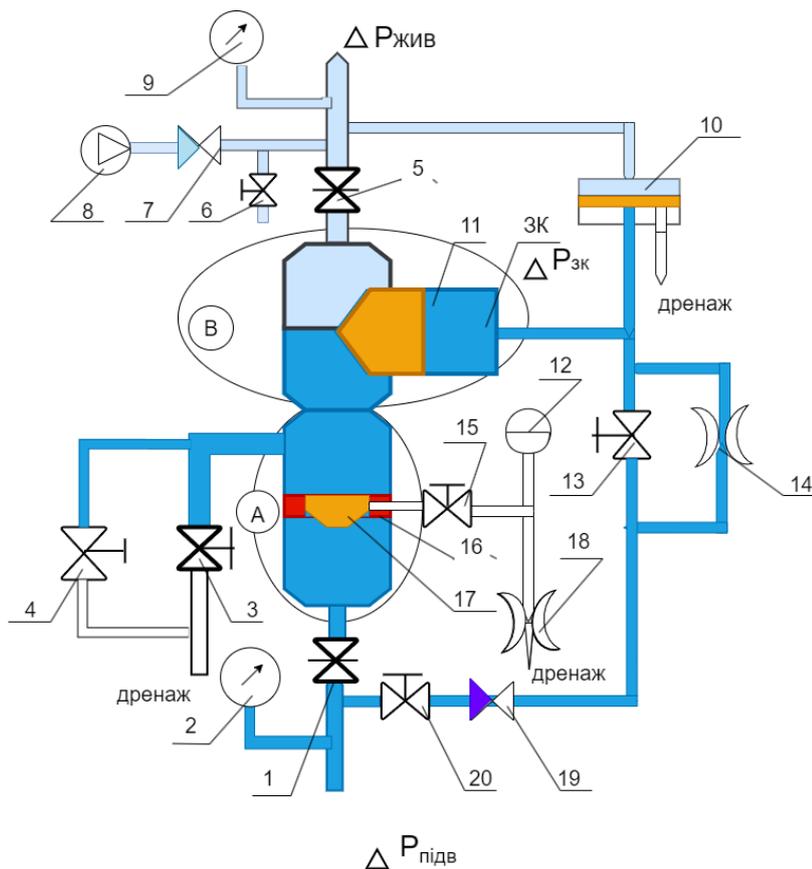
Рисунок 3.39 – Принципова схема вузла керування спринклерної водоповітряної АСВПГ з клапаном «ВС» та «В» у черговому режимі в теплу пору року (працює клапан «ВС»)

У теплу пору року система функціонує як водозаповнена, тобто всі трубопроводи заповнені рідиною під тиском. Кран 15 забезпечує з'єднання сигналізатора тиску 14 з вузлом керування типу «ВС». У цьому режимі клапан «В» не задіюють в роботі системи. Як видно зі схеми (рис. 3.39), двотарілчастий клапан 8 вузла керування типу «В» на цей період вилучають із корпусу. Вся система працює як водозаповнена (робота розглянута в п. 3.2). Усі

поточні операції з технічного обслуговування та відновлення працездатного стану системи після її спрацювання в зазначений період здійснюють відповідно до принципів, установлених для водозаповненої системи.

Є інша комбінація вузлів керування для водоповітряних систем з вузлами керування «ВС», «КГД» та КПП (рис. 3.40, 3.41)

«КГД» – це вузол керування з клапаном групової дії, який, як правило, застосовують в дренчерних автоматичних системах водяного пожежогасіння (АСВПГ). Однак у поєднанні з повітряним пусковим клапаном його можуть використовувати в спринклерних водоповітряних системах.



- 1, 5 – засувка; 2 – манометр; 3, 4, 6, 13, 15 – кран; 7, 19 – зворотній клапан; 8 – компресор;
 9 – електроконтактний манометр (манометр); 10 – клапан повітряний пусковий; 11 – клапан
 вузла керування «КГД»; 12 – сигналізатор тиску; 14, 18 – кран з малим отвором (дрозель);
 16 – сідло вузла керування «ВС»; 17 – клапан вузла керування «ВС»;
 20 – ЗК – збуджувальна камера вузла керування «КГД»

Рисунок 3.40 – Принципова схема вузла керування спринклерної водоповітряної АСВПГ з клапаном «ВС» (А), «КГД» (В) та «КПП» у черговому режимі в холодну пору року (працює клапан «КГД» (В) та «КПП»)

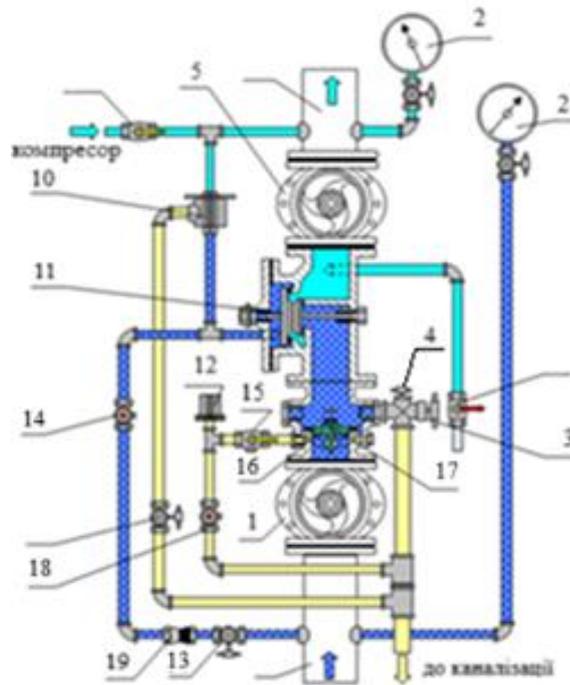


Рисунок 3.41 – Конструктивна схема вузла керування спринклерної повітряної АСВПГ з клапаном «ВС», «КГД» та «КПП» у черговому режимі

Першим у водоповітряній системі до підвідного трубопроводу під'єднано вузол керування із клапаном типу «ВС», який виконує свої функції у теплу пору року. У цьому режимі інші елементи системи не задіяні (див. розділ 3.2).

У холодну пору року застосовують вузол керування із клапаном «КГД» у комбінації із клапаном «КПП».

Конструкція повітряного пускового клапана («КПП») у поданій водоповітряній АСВПГ дає змогу розділити систему трубопроводів на дві частини: ділянку від підвідного трубопроводу до клапана «КГД», заповнену водою, та ділянку вище клапана, заповнену повітрям під тиском. Такий розподіл забезпечує різниця площ надклапанного та підклапанного простору (у співвідношенні 25:1).

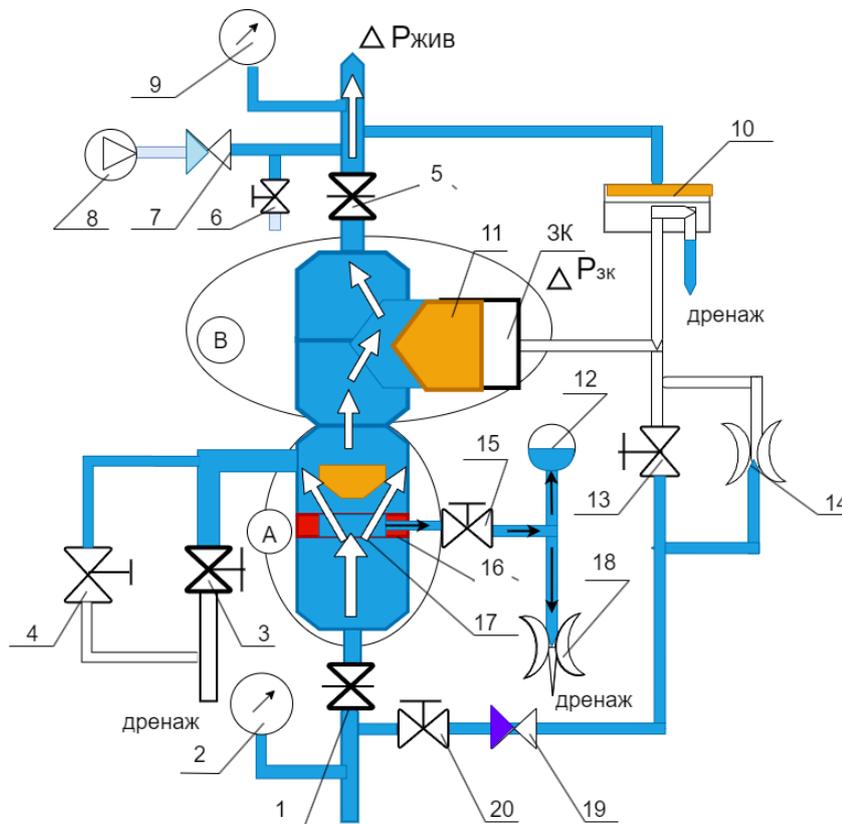
В черговому режимі живильний, розподільний трубопроводи та верхня частина клапану «КПП» 10 заповнені повітрям під тиском (рис. 3.40, 3.41). Це дозволяє утримувати двохтарільчатий клапан 11 «КГД» в закритому стані. Також в закритому стані перебуває тарільчастий клапан 17 вузла керування «ВС», який перекриває трубопровід, що з'єднує сигналізатор тиску 12 з цим вузлом (розглянуто в розділі 3.2).

Положення запірної арматури в черговому режимі має такий вигляд:

- засувки 1, 5 відкрити;
- кран 3, 4, 6, 13 закрити;
- кран 15, 20 відкрити.
- кран з малим отвором (дросель) 14, 18 відкрити.

У разі виникнення пожежі в приміщенні, яке підлягає захисту, під впливом підвищеної температури відбувається руйнування теплового замка спринклерного зрошувача, що ініціює подальше спрацювання системи. Це

спричиняє зниження тиску повітря (інертного газу) в живильному та розподільному трубопроводах, що призводить до відкриття клапана «КПП» і витікання рідини зі збуджувальної камери клапана «КГД» (рис. 3.42).



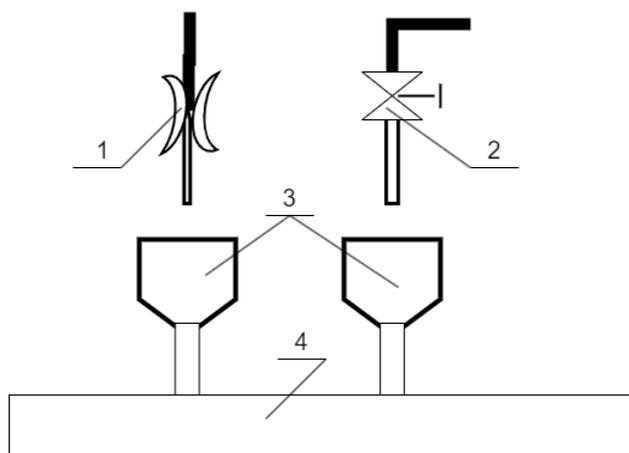
1, 5 – засувка; 2 – манометр; 3, 4, 6, 13, 15 – кран; 7 – зворотній клапан; 8 – компресор; 9 – електроконтактний манометр; 10 – клапан повітряний пусковий; 11 – клапан вузла керування «КГД»; 12 – сигналізатор тиску; 14, 18 – кран з малим отвором (дросель); 16 – сідло вузла керування «BC»; 17 – клапан вузла керування «BC»; ЗК – збуджувальна камера вузла керування «КГД»

Рисунок 3.42 – Принципова схема вузла керування спринклерної водоповітряної АСВПГ з клапаном «BC» (А), «КГД»(В) та «КПП» у режимі спрацювання в холодну пору року (працює клапан «КГД» (В) та «КПП»)

У результаті відбувається спрацювання всієї системи. Напрямок руху рідини в системі позначено стрілками.

Приведення системи в черговий режим після її спрацювання здійснюють в такій послідовності:

- закрити кран 15;
- закрити кран 20;
- вимкнути насос основного водоживильника;
- закрити засувку 1;
- відкрити кран 3 та злити рідину з системи, контролюючи процес візуально (рис. 3.42).



1 – кран з малим отвором (дросель); 2 – кран; 3 – воронка; 4 – дренажний трубопровід

Рисунок 3.43 – Схема відведення рідини до дренажної системи

- закрити кран 3;
- виконати заміну спринклерних зрошувачів, які спрацювали;
- закрити засувку 5;
- двотарілчастий клапан 11 повернути в початковий стан;
- компресор 8 подати повітря (інертний газ) до трубопроводів. Тиск контролювати по електроконтактному манометру 9.

- відкрити кран 20 та 13 і проконтролювати встановлення робочого тиску рідини по манометру 2;

- відкрити засувку 1 і проконтролювати встановлення робочого тиску рідини по манометру 2;

- відкрити кран 15 і проконтролювати щільність посадки клапана 17 на сідло вузла керування «ВС»;

- відкрити засувку 5

Розглянемо приклади сучасних вузлів управління спринклерних водоповітряних систем від відомих світових виробників.

Вимоги до проектування водоповітряних систем мають відповідати вимогам, установленим для повітряних систем. Зокрема, корисний об'єм живильного та розподільного трубопроводів не повинен перевищувати $V \leq 3 \text{ м}^3$ для систем у стандартному виконанні та $V \leq 4 \text{ м}^3$ – для систем, обладнаних акселератором або експаустером. Час заповнення зазначених трубопроводів водою не повинен перевищувати 60 с.

3.5 Особливості роботи спринклерних АСВПГ з системою попередньої дії

АСВПГ попередньої дії – це системи підвищеної надійності. Їх доцільно встановлювати в приміщеннях, де випадковий викид води може спричинити значні матеріальні збитки. Досягнення цієї мети забезпечують шляхом реалізації логічної схеми «ГА», за якої пуск установки відбувається лише за

умови одночасного спрацьовування теплового замка спринклерного зрошувача та пожежних сповіщувачів системи пожежної сигналізації.

Відповідно до [5], **секція з системою попередньої дії** – це одна або дві повітряні або водоповітряні секції у повітряному режимі, у яких сигнальний клапан активується незалежною системою пожежної сигналізації на площі, що підлягає пожежному захисту.

Розрізняють два типи секцій з системою попередньої дії.

Секція з системою попередньої дії типу А. Це стандартна повітряна спринклерна секція, у якій керуючий вузол приводить в дію автоматична система пожежної сигналізації, а не спрацьовування спринклерних зрошувачів.

Тиск повітря (або іншого інертного газу) у секції слід постійно контролювати. Слід встановити щонайменше один ручний клапан швидкого відкриття в місці, що забезпечує спрацювання клапана системи попередньої дії за необхідності.

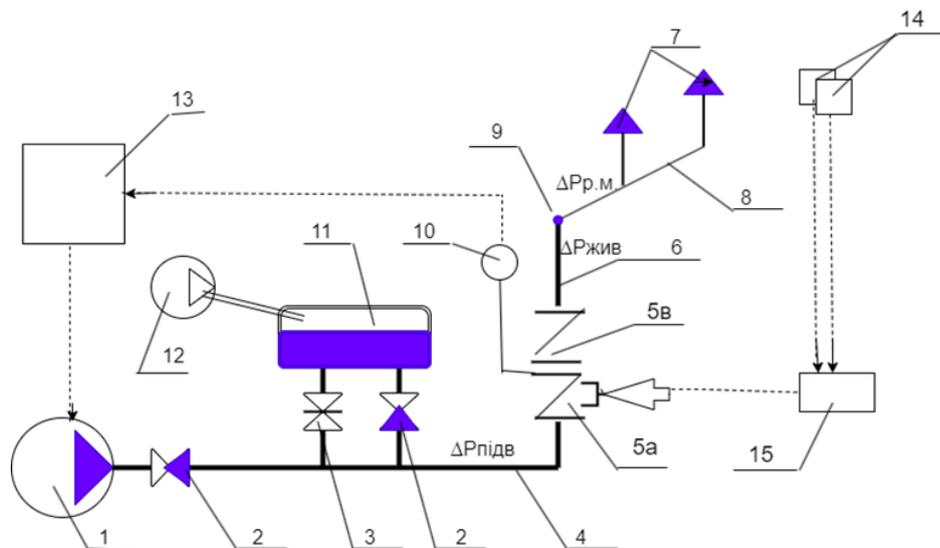
У разі відмови системи пожежної сигналізації секція повинна працювати як звичайна повітряна система.

Секція з системою попередньої дії типу В. Це стандартна повітряна спринклерна секція, у якій керуючий вузол приводить в дію або автоматичну систему пожежної сигналізації, або спрацьовування спринклерних зрошувачів. Падіння тиску в трубопроводі спричиняє відкриття сигнального клапана незалежно від активації пожежних сповіщувачів.

Відповідно до [5]: **Сигнальний клапан системи попередньої дії** – це клапан, призначений для використання в спринклерній секції з системою попередньої дії.

У черговому режимі система заповнена водою під тиском до керуючих вузлів, а живильний і розподільний трубопроводи – стислим повітрям. Дотримано умову $\Delta P_{\text{підв}} \gg \Delta P_{\text{жив}} = \Delta P_{\text{р.м.}}$.

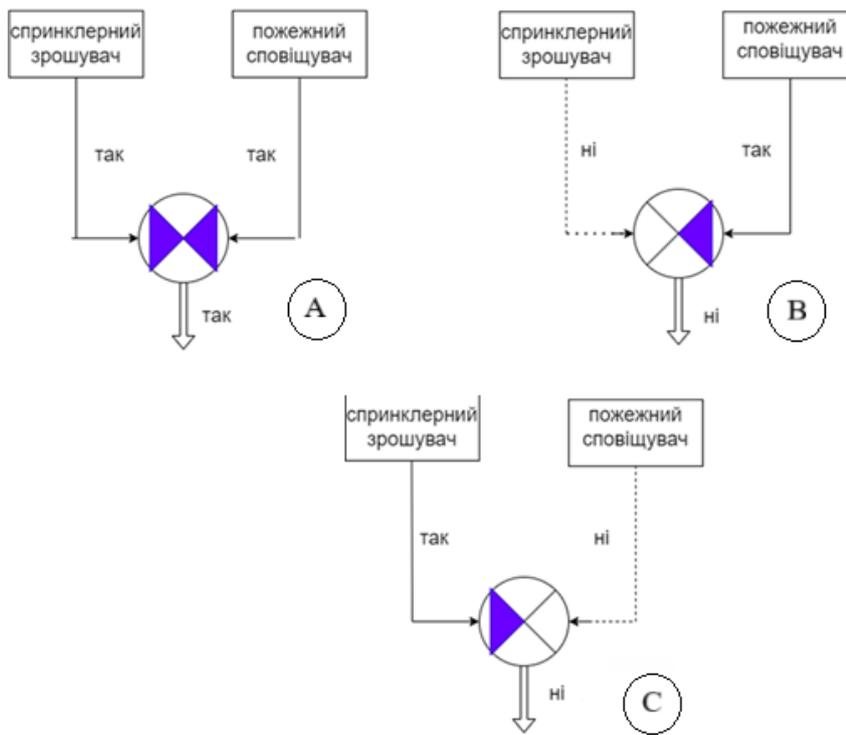
Як показано на спрощеній схемі (рис. 2.43), у системі застосовують дренажний керуючий вузол з електричною збуджувальною системою.



- 1 – насос основний (резервний); 2 – зворотній клапан; 3 – засувка; 4 – підвідний трубопровід;
 5а – вузол керування дренчерний; 5в – вузол керування спринклерний; 6 – живильний
 трубопровід; 7 – спринклерний зрошувач; 8 – розподільний трубопровід; 9 – точка вводу;
 10 – сигналізатор тиску; 11 – бак автономного (автоматичного) водоживильника;
 12 – компресор; 13 – прилад керування; 14 – пожежні сповіщувачі;
 15 – пожежний приймально-контрольний прилад

Рисунок 3.44 – Спрощена схема спринклерної АСВПГ з системою попередньої дії

Робота за логічною схемою «ТА» полягає в наступному. У разі виникнення пожежі в приміщенні, що розташоване в зоні дії системи пожежного захисту, спрацьовують спринклерні зрошувачі, що спричиняють падіння тиску повітря в живильному та розподільному трубопроводах, а також пожежні сповіщувачі, які передають сигнал на приймально-контрольний прилад, що, відповідно, формує команду на спрацювання дренчерного керуючого вузла. В такому разі вогнегасна речовина потрапить до осередку пожежі (рис. 2.45 «А»).



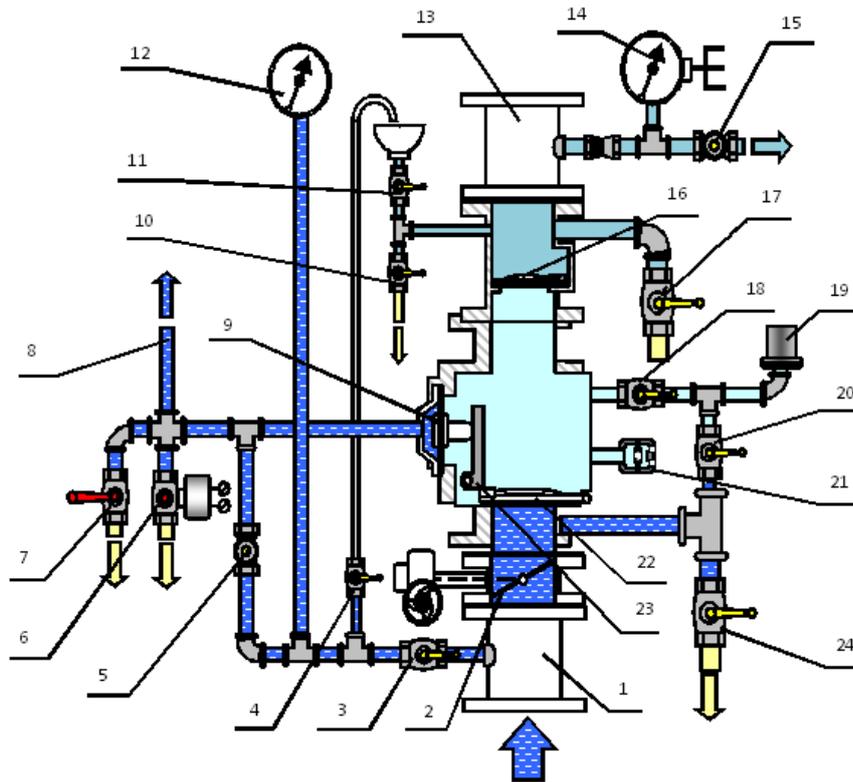
А – спрацювали як спринклерні зрошувачі, так і пожежні сповіщувачі;
 В – спрацював пожежний сповіщувач; С – спрацював спринклерний зрошувач

Рисунок 3.45 – Варіанти запуску системи попередньої дії

Якщо спрацюють лише пожежні сповіщувачі, вузол керування 5а відкриває живильний і розподільчий трубопроводи для подавання вогнегасної речовини, яка не потрапляє в осередок пожежі через цілі спринклерні зрошувачі (рис. 2.44 «В»). За іншої умови, якщо спрацюють лише спринклерні зрошувачі, з системи вийде повітря, а вогнегасна речовина не потрапить до приміщення, оскільки вузол керування 5а залишатиметься закритим (рис. 2.45 «С»).

Таким чином, для активації спринклерної системи попередньої дії необхідне одночасне виконання двох умов: спрацювання пожежних сповіщувачів та руйнування теплових замків спринклерних зрошувачів.

Можлива конструктивна схема вузла керування спринклерної системи з системою попередньої дії наведена на рис. 3.46.



1 – підвідний трубопровід; 2 – вхідна засувка з електроприводом; 3, 5, 10, 11, 15, 17, 18, 20, 24 – кран; 4, 7 – кран дублюючого ручного пуску; 6 – кран запуску з електромагнітним клапаном; 8 – спонукальна система; 9 – пусковий клапан; 12, 14 – манометри; 13 – живильний трубопровід; 16 – повітряний сигнальний клапан; 19 – сигналізатор тиску; 21 – запірно-пусковий клапан; 22 – запірний клапан; 23 – фіксатор

Рисунок 3.46 – Конструктивна схема вузла керування спринклерної системи з системою попередньої дії у черговому режимі

Як було зазначено, особливістю вузла керування з попередньою дією є те, що запуск установки відбувається лише за умови одночасного спрацьовування теплового замка спринклерного зрошувача та пожежних сповіщувачів системи пожежної сигналізації.

У черговому режимі: відкриті:

- вхідна засувка 2 з електроприводом і дублюючим ручним приводом 4;
- кран 18 сигналізатора тиску 19;
- кран 3 забезпечує подавання високого тиску до пускового клапана 9 і гідравлічної спонукальної системи 8.

Інші крани та елементи керування закриті.

Запірний клапан 22 закритий і перебуває на засувці 23 під дією зусилля штока пускового клапана 9. Порожнина над клапаном 22 сполучена з атмосферою через відкритий запірно-контрольний клапан 21.

Повітряний сигнальний клапан 16 закритий і притиснутий до сідла надлишковим повітряним тиском ($0,3 \dots 0,5 \text{ кг/см}^2$) у спринклерній розподільній мережі. Контактний манометр 14 фіксує тиск у розподільній мережі і вмикає

компресор у разі зниження тиску нижче 0,3 кг/см². Манометр 12 показує тиск у підвідному трубопроводі.

Процедура перевірки працездатності без підриву клапану полягає у наступному. Закривають кран 18 трубопроводу сигналізатора тиску. Відкривають кран 20 перевірки. Вода з підвідного трубопроводу надходить до сигналізатора тиску 19 та приводить систему в дію. Пожежні насоси увімкнені, на ПЩС надходить тривожне повідомлення. Під час перевірки установки запірний клапан закритий, подавання води в розподільну систему не здійснюють. Після завершення перевірки закривають кран 20 і відкривають кран 18 трубопроводу сигналізатора тиску; установка переходить у вихідний стан.

Перевірку роботи установки з підривом клапанів здійснюють краном ручного пуску. Після закінчення перевірки необхідно здійснити відновлення установки в повному обсязі.

Активація пожежних сповісвачів автоматично подає сигнал на електропусковий кран, що приводить установку в робочий стан для гасіння пожежі. Відкриття крана 6 знижує тиск у лівій порожнині пускового клапана 9, що приводить у дію механізм подавання вогнегасної речовини, оскільки дросель 5 не забезпечує компенсацію витрати води через відкритий кран. Тиск води відкриває запірний клапан 22 і водночас зміщує повітряний сигнальний клапан 16, що дозволяє воді потрапити у спринклерну розподільчу мережу для гасіння пожежі. Тиск води одночасно перекриває шлях через контрольно-запірний клапан 21 і направляє воду через кран 18 до сигналізатора тиску 19 для контролю роботи системи. Система автоматично формує команду на запуск насосів та одночасно передає сигнал про активацію установки. Подавання вогнегасної речовини починається лише за умови спрацювання теплових замків спринклерних зрошувачів.

Після завершення процесу пожежогасіння система переходить у безпечний, неактивний стан, блокуючи потік води та відновлюючи контроль за трубопроводом.

Далі необхідно:

1. Відкрити кран 17 і злити воду з розподільної мережі;
2. Відкрити кран 24 і злити воду з корпусу запірного клапана 22;
3. Закрити крани 17 і 24;
4. Відновити працездатність спринклерної розподільчої мережі;
5. Закрити крани пуску установки 6 і 7.
6. Провернути ключем вісь фіксатора на 90⁰ і встановити запірний клапан на засувку.
7. Відкрити кран 3 і встановити фіксатор на гідрозамок.
8. Закрити кран 18 сигналізатора тиску й відкрити вхідну засувку 2.
9. Переконатися в герметичності посадки запірного клапана (відсутні витоку через запірно-контрольний клапан 21).
10. Відкрити кран 18 сигналізатора тиску.
11. Відкрити крани 11 і 4 і залити повітряний сигнальний клапан водою до появи води в заливній вирві.

12. Закрити крани 4 і 11

13. Необхідно відкрити кран 10 для зливу надлишкової води з корпуса повітряного клапана. Після виконання операції кран 10 має бути закритий.

Увімкнути компресор і проконтролювати герметичність спринклерної розподільчої мережі.

Така будова системи водяного пожежогасіння дозволить суттєво знизити ймовірність її хибного спрацювання.

Як приклад технічної реалізації вузла керування спринклерної системи з системою попередньої дії можна навести вузол *Reliable DDX* (компанія *Reliable Automatic Sprinkler Co., Inc.*, США) [15]. Вузол забезпечує роботу системи як у режимі попередньої дії з електричним розблокуванням, так і в режимі повітрянозаповнених трубопроводів низького тиску. Вибір режиму визначають типом події: активацією системи виявлення пожежі або втратою пневматичного тиску (рис. 3.47).



Рисунок 3.47 – Вузол управління *Reliable DDX* спринклерної системи пожежогасіння з системою попередньої дії

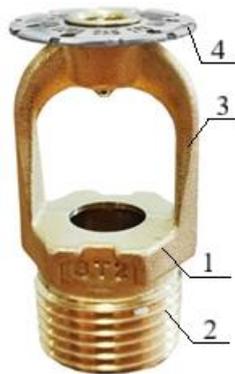
Вузол управління *Reliable* моделі *DDX* попередньої дії є клапаном диференціального типу з гідравлічним приводом, призначений для управління подаванням води в систему. Вузол забезпечує надійний захист об'єкта та запобігає передчасному надходженню води до спринклерної системи до моменту спрацювання пожежного сповіщувача.

РОЗДІЛ 4. ДРЕНЧЕРНІ АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Згідно з [18], дренчерна автоматична система водяного пожежогасіння (ДАСВПГ) містить елементи, призначені для розпилення води з метою захисту об'єктів. До її складу належать дренчерні секції типу deluge або секції з повнофункціональним клапаном, трубопроводи та водоживильник (водоживильники).

Дренчерна СВПП – це система пожежогасіння, яка має у складі дренчерні зрошувачі (рис. 4.1) з відкритими вихідними отворами. Система призначена для своєчасного виявлення займання, оповіщення про пожежу, локалізації та гасіння пожежі на всій площі, що підлягає захисту, а також для охолодження будівельних конструкцій і створення водяних завіс.

Функціональні можливості дренчерних автоматичних систем водяного пожежогасіння зумовлені конструктивними особливостями дренчерних зрошувачів. Відсутність запірної арматури в конструкції забезпечує подавання води під час спрацювання системи через усі зрошувачі секції.



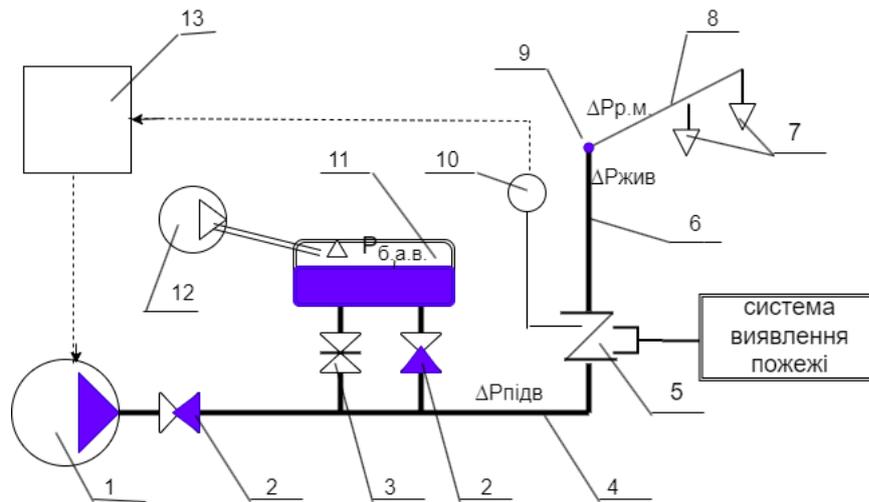
1 – корпус; 2 – дюймова різьба; 3 – стрем'ячко (стремено); 4 – розетка

Рисунок 4.1 – Дренчерний зрошувач

Особливості конструкції дренчерних АСВПГ обумовлюють галузь їх застосування – об'єкти зі значним пожежним навантаженням та великою швидкістю поширення пожежі (промислові об'єкти з підвищеною пожежною небезпекою, склади легкозаймистих матеріалів, підприємства нафтової та хімічної промисловості тощо).

4.1 Загальна будова та робота дренчерних систем водяного пожежогасіння

На відміну від спринклерної системи, що функціонує виключно в автоматичному режимі, дренчерна система може працювати в автоматичному, дистанційному або ручному режимах. Типова спрощена схема системи наведена на рис. 4.2.



1 – насос основний (резервний); 2 – зворотній клапан; 3 – засувка; 4 – підвідний трубопровід; 5 – вузол керування; 6 – живильний трубопровід; 7 – дренчерні зрошувачі; 8 – розподільний трубопровід; 9 – точка вводу; 10 – сигналізатор тиску; 11 – бак автономного (автоматичного) водоживильника; 12 – компресор; 13 – прилад керування

Рисунок 4.2 – Спрощена схема дренчерної АСВПГ

У черговому режимі вода в підвідному трубопроводі перебуває під тиском, створеним надлишковим тиском у баку автономного водоживильника, за умови виконання необхідних експлуатаційних параметрів.

$$\Delta P_{\text{б.а.в.}} = \Delta P_{\text{підв.}} \quad (4.1)$$

Дренчерна система у черговому стані не перебуває під тиском води, тому що її зрошувачі відкриті. Вода надходить у трубопроводи лише після активації системи, коли спрацьовує клапан подавання води.

$$\Delta P_{\text{жив}} = \Delta P_{\text{р.м.}} = 1 \text{ атм.} \quad (4.2)$$

У спринклерних системах чутливим елементом, що реагує на підвищення температури в приміщенні, що вимагає захисту, є тепловий замок спринклерного зрошувача. Його руйнування призводить до спрацювання спринклерної системи (див. п. 3.2).

В дренчерних зрошувачах такий чутливий елемент відсутній. Таким чином, для запуску дренчерної системи необхідно передбачити систему виявлення пожежі (СВП), яка буде спонукати систему до спрацювання. Іноді цю систему називають збуджувальною або спонукальною. За цією ознакою наразі існує така класифікація дренчерних автоматичних систем водяного пожежогасіння (АСВПГ):

- з гідравлічною СВП;
- з пневматичною СВП;
- з тросовою СВП;
- з електричною СВП.

4.2 Особливості конструкції та роботи дренчерних систем

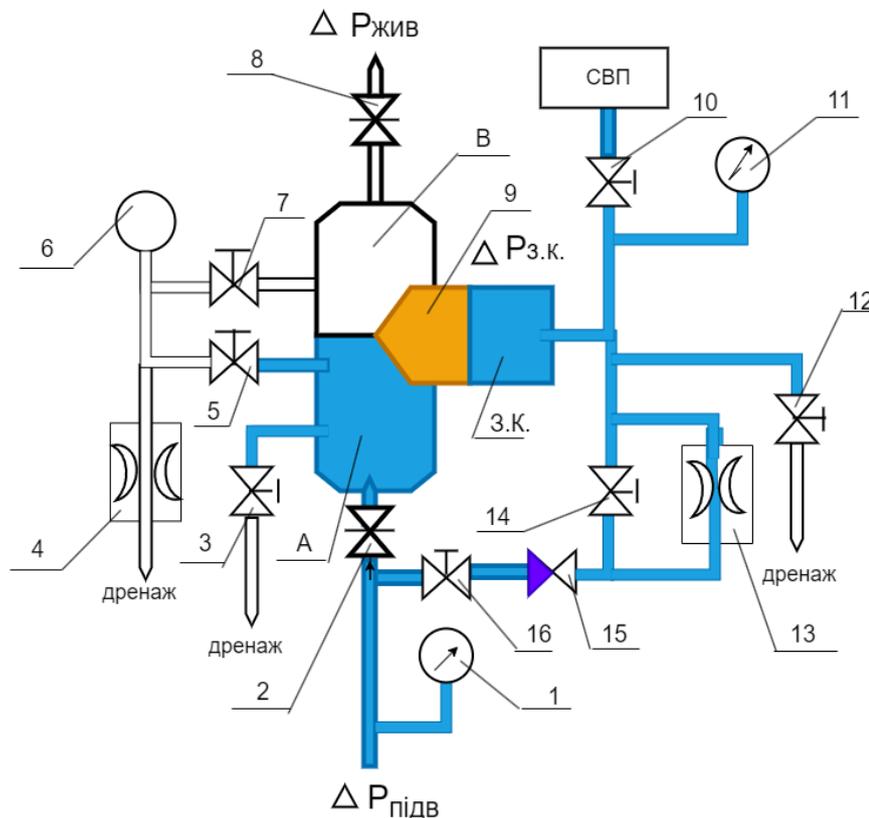
Одним з ключових елементів дренчерних АСВП є дренчерний вузол керування. Це комплекс пристроїв, призначених для моніторингу стану та перевірки працездатності відповідних систем під час експлуатації, а також для запуску вогнегасної речовини й подавання сигналу, що формує командний імпульс для керування елементами пожежної автоматики.

Особливістю конструкції дренчерних вузлів керування є наявність збуджувальної камери, яка пов'язана із системою виявлення пожежі.

В черговому режимі клапан 9 (рис. 4.3) перекриває канал з'єднання підвідного (камера «А») та живильного (камера «В») трубопроводів. Це обумовлено тим, що в збуджувальній камері (ЗК), заповненій водою, створений тиск, який дорівнює тиску в підвідному трубопроводі.

$$\Delta P_{\text{підв}} = \Delta P_{\text{з.к.}} \quad (4.3)$$

Значення тиску в системі контролюють за допомогою манометрів 1 і 11, встановлених на відповідних трубопроводах. За такої умови тиск у живильному та розподільному трубопроводах відповідає атмосферному.



А – камера, з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана з живильним трубопроводом; ЗК – збуджувальна камера, з'єднана зі збуджувальною системою;

СВП – система виявлення пожежі; 1, 11 – манометр; 2, 8 – засувка;

3, 5, 7, 10, 12, 14, 16 – кран; 4, 13 – кран з малим отвором (дросель); 6 – сигналізатор тиску;

9 – клапан; 15 – зворотній клапан

Рисунок 4.3 – Типова принципова схема вузла керування дренчерної АСВП у черговому режимі

До переліку елементів обв'язки вузла керування належать компоненти, що виконують такі функції:

1 – манометр контролю тиску у підвідному трубопроводі на вході до вузла керування.

2 – засувка, розташована між підвідним трубопроводом і вузлом керування, призначена для від'єднання цих елементів у разі необхідності.

3 – кран, призначений для зливу вогнегасної речовини з вузла керування, а також із живильного та розподільного трубопроводів.

4 – кран з малим отвором (дросель) призначений для попередження хибних спрацювань у разі негерметичності клапана 9 в черговому режимі та забезпечення гарантованого розрахункового тиску спрацювання сигналізатора тиску 6 у разі спрацювання системи.

5 – кран перевірки системи без підриву клапана.

6 – сигналізатор тиску, який призначений для перетворення кінетичної енергії руху рідини в електричний сигнал. За допомогою цього пристрою здійснюють передавання інформації про спрацювання вузла керування на щит керування.

7 – кран сполучення сигналізатора тиску з камерою, з'єднаною з живильним трубопроводом.

8 – засувка, розташована між підвідним трубопроводом і вузлом керування, призначена для від'єднання цих елементів у разі необхідності.

9 – клапан виконує роль автоматичного регулятора подавання вогнегасної речовини, який контролює її рух між основними трубопроводами системи залежно від наявності або відсутності сигналу про пожежу.

10 – кран з'єднання системи виявлення пожежі зі збуджувальною камерою.

11 – манометр контролю тиску у збуджувальній камері.

12 – кран ручного пуску призначений для скидання тиску зі збуджувальної камери в ручному режимі.

13 – кран із малим отвором (дросель) призначений для компенсації незначних втрат вогнегасної речовини у збуджувальній системі під час чергового режиму в разі виникнення незначної негерметичності, а також для забезпечення гарантованого зниження тиску під час спрацювання системи.

14 – кран із великим отвором призначений для швидкого заповнення збуджувальної камери та системи виявлення пожежі вогнегасною речовиною.

15 – зворотний клапан призначений для запобігання зниженню тиску в збуджувальній камері та системі виявлення пожежі у разі падіння тиску в підвідному трубопроводі.

16 – кран, розташований між підвідним трубопроводом і збуджувальною камерою з системою виявлення пожежі, призначений для використання під час проведення ремонтних або профілактичних робіт.

Положення запірної арматури в черговому режимі визначають таким чином:

– крани 3, 5, 12 та 14 закриті;

– інші крани відкриті.

для увімкнення основного або резервного насоса (рис. 3.4). Кран із малим отвором 4 (дросель) підвищує тиск у трубопроводі сигналізатора, перешкоджаючи витоку рідини в дренажну систему.

Дренчерні автоматичні системи водяного пожежогасіння (АСВПГ) також можна активувати в ручному режимі. Для цього застосовують кран ручного пуску 3 (рис. 4.4). Внаслідок відкриття клапана тиск у збуджувальній камері знижується до атмосферного, що викликає його спрацювання. Функціонування системи надалі відбувається у режимі, аналогічному режиму спрацювання СВП.

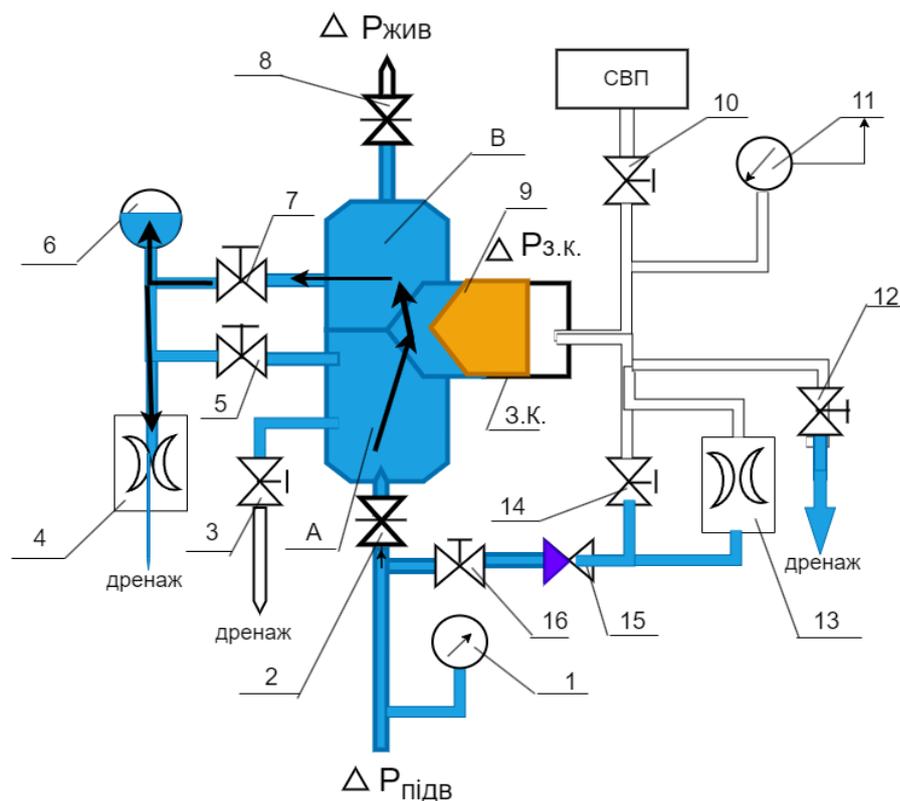
Для забезпечення належної працездатності дренчерних АСВПГ відповідно до вимог [4] необхідно регулярно здійснювати перевірку функціонування вузлів керування.

Існує два способи такої перевірки:

- з підривом клапана вузла керування;
- без підриву клапана вузла керування.

Перевірки здійснюють лише за умови чергового режиму системи та відповідності стану запірної арматури його параметрам. (рис 4.3)

Перевірка з підривом клапана вузла керування наведена на рис. 4.5. Під час цієї перевірки відтворюють умови, аналогічні тим, що виникають під час пожежі та спрацювання системи.



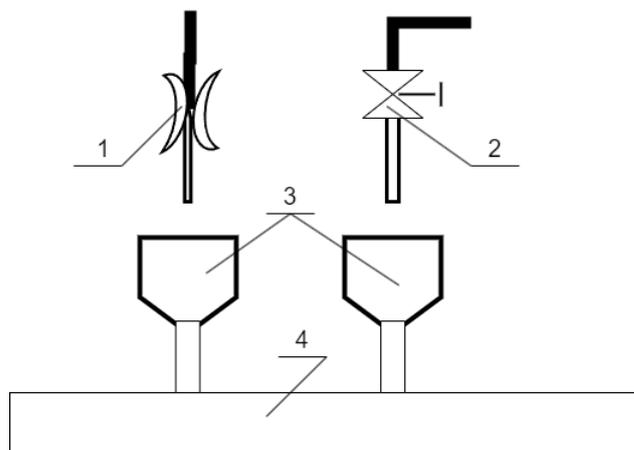
А – камера, з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана з живильним трубопроводом; ЗК – збуджувальна камера, з'єднана зі збуджувальною системою; СВП – система виявлення пожежі; 1, 11 – манометр; 2, 8 – засувка; 3, 5, 7, 10, 12, 14, 16 – кран; 4, 13 – кран з малим отвором (дросель); 6 – сигналізатор тиску; 9 – клапан; 15 – зворотній клапан

Рисунок 4.5 – Типова принципова схема вузла керування дренчерної АСВПГ у режимі перевірки системи з підривом клапана

Для виконання цієї операції необхідно в черговому режимі закрити засувку 8, щоб вогнегасна речовина не потрапляла до живильного і розподільного трубопроводів. Необхідно відкрити кран ручного пуску 12, що спричиняє скидання вогнегасної речовини у дренажну систему та зниження тиску у системі виявлення пожежі. Переміщення клапана 9 відкриває прохід рідини до камери «В», з якої вона надходить до сигналізатора тиску 6 та забезпечує контроль за тиском у системі. Сигнал від сигналізатора тиску надходить на щит керування, який забезпечує запуск насоса та контроль його виходу на розрахунковий режим роботи. Слід пам'ятати, що насос працює автономно, тому тривалість його роботи в такому режимі не повинна перевищувати 10 хвилин.

Щоб привести систему після зазначеної перевірки у черговий режим, слід виконати наступні операції.

Закрити засувку 2 щоб від'єднати вузол керування від підвідного трубопроводу та кран 16 між підвідним трубопроводом і збуджувальною камерою з СВП. Слід відкрити кран 3 для зливу рідини з камер «А» та «В» вузла керування та забезпечити її повне витікання. Рідина із сигналізатора тиску 6 через кран із малим отвором 4 (дросель) самопливом надходить у дренажну систему. Зазвичай злив рідини у дренажну систему виконують відкритим шляхом рис 4.6.



1 – кран з малим отвором (дросель); 2 – кран; 3 – воронка; 4 – дренажний трубопровід

Рисунок 4.6 – Схема зливу рідини у дренажну систему

Тому можна спостерігати процес зливу рідини візуально.

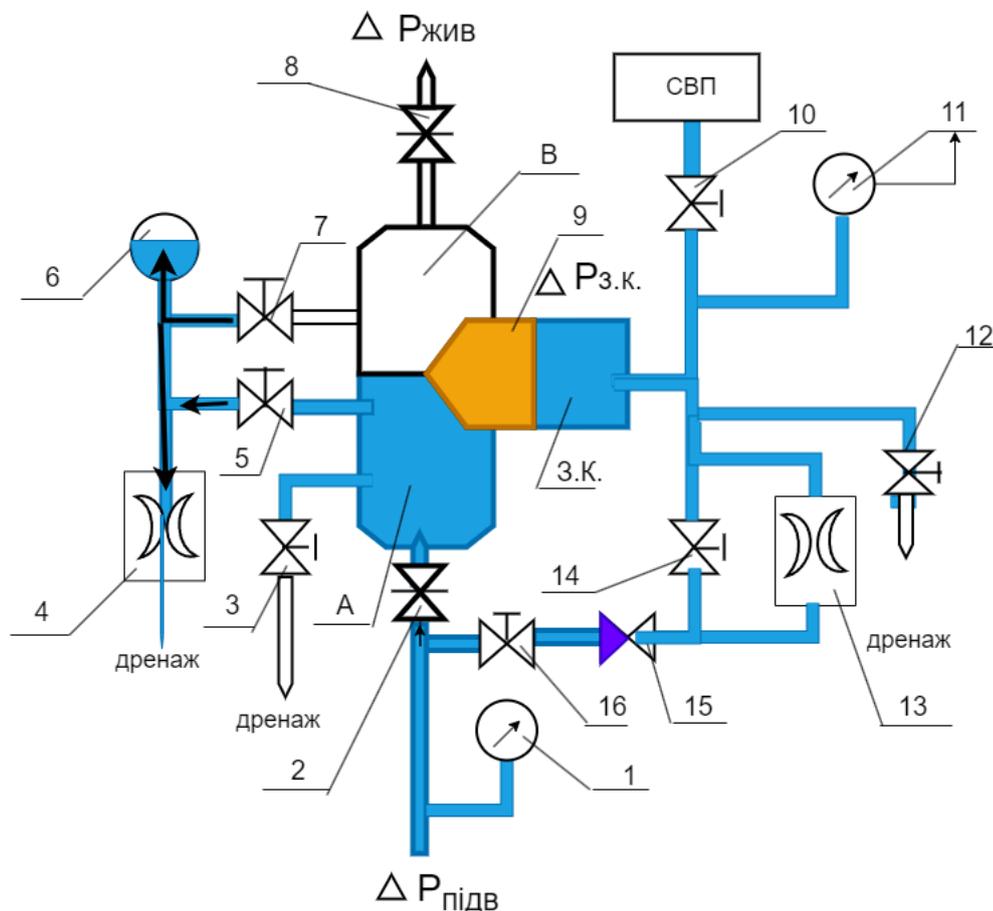
Після завершення зливу клапан слід вручну повернути у початкове положення, якщо це передбачено конструктивними особливостями.

Після відкриття кранів 16 та 14 збуджувальна камера та трубопроводи системи виявлення пожежі заповнюють рідиною до досягнення рівноваги тиску із підвідним трубопроводом. Контроль тиску у системі виявлення пожежі здійснюють за манометром 11.

Після відкриття засувки 2 здійснюють візуальну перевірку щільності прилягання клапана. Рідина не повинна витікати через кран з малим отвором (дросель) 4.

Спочатку здійснюють перевірку щільності прилягання клапана до сідла, тобто визначають відсутність зазорів, через які може проходити рідина. Після підтвердження правильного прилягання виконують відкриття засувки 8, що забезпечує переведення системи в черговий режим.

Перевірка вузла керування **без підриву клапана** наведена на рис. 4.7. Під час цієї перевірки виконують дії, що забезпечують подавання води під тиском до сигналізатора тиску без зміни положення клапана.



А – камера, з'єднана з підвідним трубопроводом; В – камера, з'єднана з живильним трубопроводом; ЗК – збуджувальна камера, з'єднана зі збуджувальною системою; СВП – система виявлення пожежі; 1, 11 – манометр; 2, 8 – засувка; 3, 5, 7, 10, 12, 14, 16 – кран; 4, 13 – кран з малим отвором (дросель); 6 – сигналізатор тиску; 9 – клапан; 15 – зворотній клапан

Рисунок 4.7 – Типова принципова схема вузла керування дренчерної АСВПГ у режимі перевірки системи без підриву клапану

Для проведення перевірки **без підриву клапану** необхідно в черговому режимі перекрити засувку 8, щоб попередити ймовірність потрапляння рідини до живильного та розподільного трубопроводу.

Перекрити кран 7 для унеможливлення потрапляння рідини до камери «В». Після відкриття крану 5 рідина з камери «А» потрапляє до сигналізатора тиску 6, що призводить до автоматичного увімкнення насоса основного водоживильника.

Для переведення системи в черговий режим необхідно перекрити кран 5 та дочекатися, поки рідина через кран з малим отвором (дросель) 4 надходить до дренажної системи. Після припинення витікання рідини відкривають кран 7 і засувку 8, потім дренчерну АСВПГ переводять в черговий режим.

4.3 Дренчерні завіси

Для обмеження поширення пожежі, продуктів горіння та теплового впливу через дверні, технологічні та інші отвори, об'єкти можуть бути обладнані дренчерними завісами, які утворюють водяний бар'єр та зменшують інтенсивність термічного та димового навантаження.

Дренчерна завіса – це частина дренчерної системи пожежогасіння, призначена для створення суцільної водяної перешкоди (завіси) з метою локалізації пожежі та захисту від її поширення (рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – Приклад виконання дренчерної завіси

Відповідно до технічних характеристик та результатів випробувань, дренчерні завіси можуть використовувати для розташування наступних типів об'єктів:

- виробничі цехові приміщення;
- зони розташування технологічного обладнання;
- території, відведені для розміщення або навантаження вибухонебезпечних речовин та матеріалів;
- заводи, склади та магазини, що спеціалізуються на роботі з лакофарбовими покриттями;
- підприємства деревообробної та нафтохімічної галузі;
- приміщення зі значним пожежним навантаженням.

Дренчерна завіса належить до систем водяного типу пожежогасіння, її застосовують для захисту приміщень із високою прохідністю, зокрема

торговельних центрів, освітніх та медичних закладів. Застосування дренчерних завіс на таких об'єктах дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я та життя людей, уповільнити поширення пожежі та сприяти прискоренню її гасіння.

Дренчерні завіси класифікують за різними ознаками:

За видом зрошувачів (для завіс):

– лопаточного (щілинного) типу: створюють плоский факел розпилу, ідеально підходять для формування вертикальних водяних завіс у прорізах (рис. 4.9 а).

– розеткові: створюють конусоподібний факел, їх використовують для об'ємного зрошення або охолодження поверхонь (рис. 4.9 б).



а) лопаточного типу; б) розеткові

Рисунок 4.9 – Зрошувачі для дренчерних завіс

За способом пуску:

– автоматичний запуск: активація відбувається у відповідь на сигнал, що надходить від збуджувальної системи (електричної, гідравлічної або іншого типу), забезпечуючи автоматичне приведення пристрою в робочий стан;

– ручний запуск: приведення пристрою в робочий стан здійснює оператор або персонал за допомогою пульта керування.

За формою:

– об'ємна завіса – це плівковий, краплинний або струменевий потік, спрямований безпосередньо зрошувачем по вертикальній площині простору, що підлягає захисту, який створює умови, неприйнятні для поширення пожежі. Прикладами об'ємної завіси є водяна завіса для захисту театральної сцени та протипожежна завіса.

– контактна завіса – це потік, спрямований безпосередньо зрошувачем на перешкоду, за якого рідина у роздробленому вигляді (краплинному або струменевому) падає під дією гравітаційних сил в атмосфері навколишнього середовища і створює умови, неприйнятні для поширення пожежі через цю перешкоду. Прикладами контактної завіси є водяна завіса для захисту вікон.

– поверхнева завіса – це потік, спрямований безпосередньо зрошувачем на перешкоду, за якою рідина у роздробленому вигляді (краплинному або

струменевому) або у плівковому вигляді стікає під дією гравітаційних сил по поверхні, що підлягає захисту, і сприяє запобіганню прогрівання технологічного обладнання до гранично допустимих температур. Прикладами застосування поверхневої завіси є охолодження стінок резервуарів із нафтою або нафтопродуктами та функція екранування теплового потоку на суміжних із палаючими резервуарами поверхнях.

Як функціонує дренчерна завіса:

1. Режим очікування: трубопроводи дренчерної системи в готовому до експлуатації стані, водночас підтримку тиску води здійснюють лише до керуючого вузла, оскільки дренчери є відкритими зрошувачами і не обладнані тепловими замками.

2. Виявлення пожежі:

– автоматичний запуск.

– ручний запуск.

3. Активація відбувається після отримання сигналу: спрацьовує дренчерний вузол керування, який забезпечує подавання води до трубопровідної мережі завіси.

4. Створення завіси: вогнегасна речовина під тиском одночасно надходить до всіх дренчерних зрошувачів, які формують завісу. Спеціальна конструкція дренчерів забезпечує щільне розпилення та створює суцільний водяний бар'єр.

5. Локалізація та захист: водяна завіса створює перешкоду, яка обмежує поширення вогню, диму та високих температур та забезпечує захист об'єктів та шляхів евакуації.

Перевага дренчерних систем полягає у високій ефективності, конструктивній простоті та здатності забезпечувати захист значних площ. Недоліком є значна витрата води й ризик пошкодження водою обладнання, тому для критичних зон часто використовують піну або газові аналоги.

Отже, дренчерна завіса може бути одним з ключових елементів системи протипожежного захисту, який забезпечує безпеку людей і збереження конструкцій та створює фізичний бар'єр між пожежою і рештою простору.

4.4 Варіанти технічної реалізації збуджувальної (спонукальної) системи

Збуджувальні системи виконують функції виявлення пожежі та запуску дренчерних АСВПГ. Залежно від особливостей об'єкта, умов експлуатації, наявних систем протипожежного захисту та інших чинників, у проєкті дренчерної системи водяного пожежогасіння може бути передбачено один із таких типів збуджувальної системи:

– гідравлічна;

– пневматична;

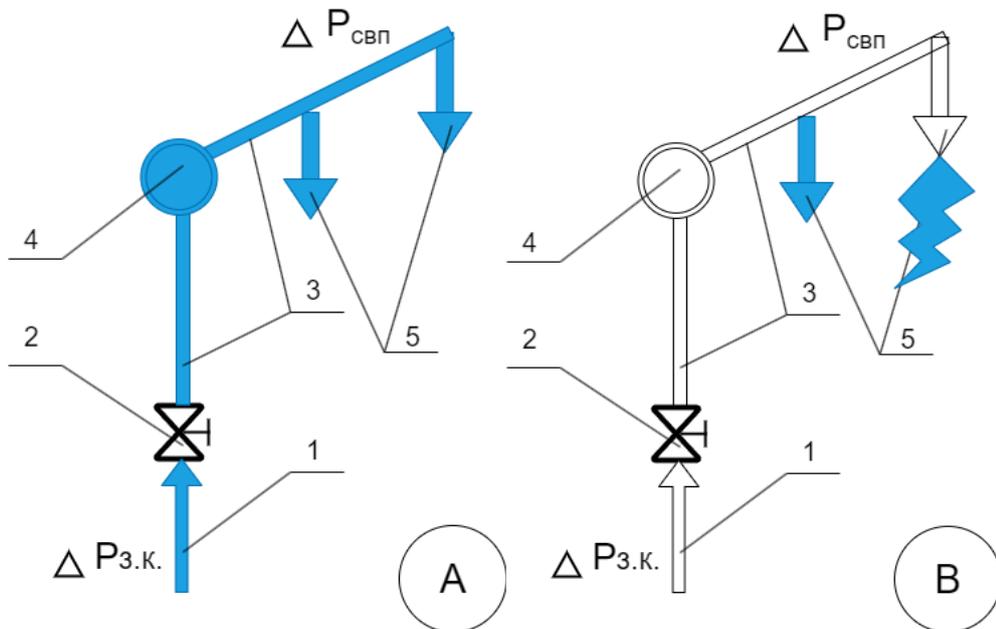
– тросова;

– електрична.

Далі більш докладно розглянемо будову та роботу цих видів збуджувальних систем.

4.4.1 Гідравлічна збуджувальна (спонукальна) система

Гідравлічна збуджувальна (спонукальна) система – це система трубопроводів, яка розташована в приміщенні, що підлягає захисту, заповнених водою під тиском і обладнаних спринклерними зрошувачами (рис. 4.8).



А – система в черговому режимі; В – режим спрацювання; 1 – трубопровід від збуджувальної камери; 2 – кран з'єднання СВП зі збуджувальною камерою; 3 – трубопровід СВП; 4 – введення трубопроводу в приміщення, що підлягає захисту; 5 – спринклерні зрошувачі

Рисунок 4.8 – Гідравлічна збуджувальна (спонукальна) система

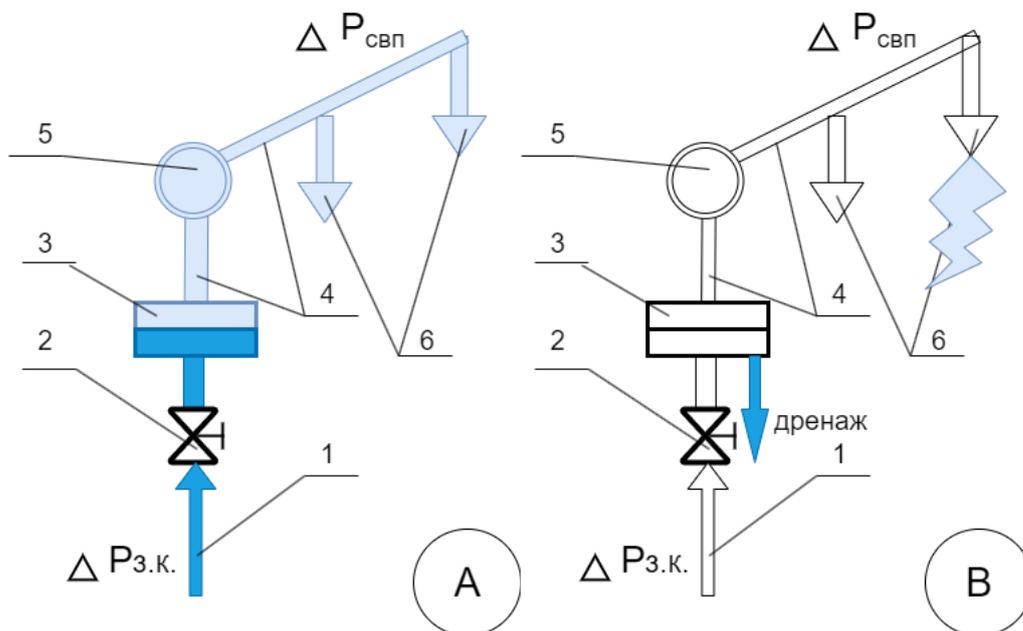
В черговому режимі тиск рідини в СВП дорівнює тиску у збуджувальній камері вузла управління $\Delta P_{\text{з.к.}} = \Delta P_{\text{свп}}$ (рис. 4.8. «А»).

У разі виникнення пожежі внаслідок підвищення температури відбувається руйнування теплового замка спринклерного зрошувача, що спричиняє зниження тиску в системі водопожежогасіння та збуджувальній камері до атмосферного рівня. (рис. 4.8. «В»).

Повернення системи до початкового стану здійснюють після заміни спринклерних зрошувачів системи водопожежогасіння, які спрацювали. Роботи виконують у послідовності, що відповідає процедурі приведення системи до початкового стану після перевірки з підривом клапана.

4.4.2 Пневматична збуджувальна (спонукальна) система

Пневматична збуджувальна (спонукальна) система – це система трубопроводів, яка розташована в приміщенні, що підлягає захисту. Вони заповнені повітрям або інертним газом під тиском і обладнані спринклерними зрошувачами (рис. 4.9). Пневматичну збуджувальну систему використовують тоді, коли температурний режим в приміщенні не дозволяє використати водозаповнені трубопроводи. Водночас необхідно враховувати, що на початковому етапі роботи дренчерної автоматичної системи водяного пожежогасіння з пневматичною збуджувальною системою до осередку пожежі надходитиме повітря (окисник).



А – система в черговому режимі; В – режим спрацювання; 1 – трубопровід від збуджувальної камери; 2 – кран з'єднання СВП зі збуджувальною камерою; 3 – клапан повітряний пусковий (КПП); 4 – трубопровід СВП; 5 – введення трубопроводу в приміщення, що підлягає захисту; 6 – спринклерні зрошувачі

Рисунок 4.9 – Пневматична збуджувальна (спонукальна) система

В черговому режимі збуджувальна камера вузла управління заповнена рідиною і тиск в ній дорівнює тиску в підвідному трубопроводі. Трубопровід СВП заповнено повітрям або інертним газом під тиском, який значно нижчий тиску рідини.

$$\Delta P_{\text{з.к.}} \gg \Delta P_{\text{свп.}} \quad (4.4)$$

Утримання повітряного пускового клапана (КПП) у зачиненому положенні в черговому режимі забезпечують конструктивні особливості пристрою, зокрема значна різниця площ ділянок, на які діє тиск води та повітря.

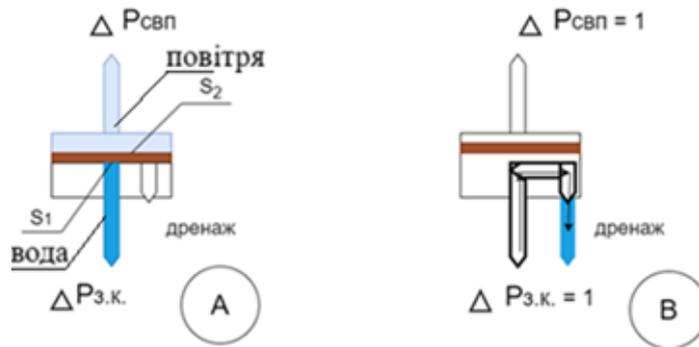


Рисунок 4.10 – Принципова схема роботи КПП

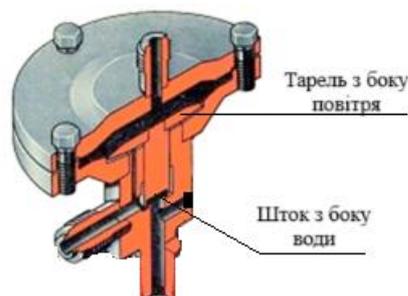


Рисунок 4.11 – Конструкція КПП



Рисунок 4.12 – Приклад технічної реалізації КПП

Конструкція повітряного пускового клапана (КПП) забезпечує його закритий стан завдяки різниці площ, на які діють повітря і рідина: хоча тиск повітря менший, він діє на більшу поверхню, тому врівноважує або перевищує зусилля від більшого тиску рідини, що діє знизу.

$$S_1 \ll S_2. \quad (4.5)$$

Водночас повинна виконуватись наступна умова

$$\Delta P_{з.к.} \cdot S_1 < \Delta P_{свп} \cdot S_2. \quad (4.6)$$

Завдяки конструктивним особливостям клапана невеликий тиск повітря (приблизно 1,5-2 атм) здатний утримувати значно більший тиск води (приблизно 6-8 атм) у закритому стані клапана, що забезпечує стабільність його роботи.

Складніша конструкція повітряного пускового клапана (КПП) розроблена з метою зменшення обсягу повітря, що надходить до осередку пожежі на початковому етапі роботи пневматичної збуджувальної системи. Цього досягають завдяки застосуванню робочих поверхонь різного розміру з урахуванням впливу повітря та води, що дає змогу точніше регулювати баланс тисків і контролювати подавання повітря.

У разі виникнення пожежі під впливом підвищеної температури руйнується тепловий замок спринклерного зрошувача. Відповідно повітря або інертний газ, що міститься в системі водопожежогасіння (СВП), виходить через зрошувач, а тиск у системі знижується до атмосферного рівня, що ініціює подальшу роботу системи пожежогасіння (рис. 4.9. «В»). Зниження тиску в системі активує повітряний пусковий клапан (КПП), тому відбувається скидання рідини зі збуджувальної камери. Тобто, спрацювання КПП забезпечує спустошення збуджувальної камери, що є необхідним етапом запуску системи пожежогасіння. Тиск у збуджувальній камері падає до атмосферного. Подальша робота системи представлена на рис. 4.4.

Після спрацювання спринклерних зрошувачів системи водопожежогасіння (СВП) для відновлення нормальної працездатності системи необхідно замінити ці зрошувачі. Внаслідок заміни система відновлює початковий (готовий до роботи) стан. На початковому етапі відновлення системи водопожежогасіння (СВП) першочергово заповнюють трубопроводи повітрям або інертним газом. Надалі роботи виконують у певній послідовності, яка відповідає процедурі приведення системи до початкового (готового до роботи) стану після перевірки з підривом клапана. Тобто, спочатку створюють необхідний тиск у трубопроводах, а потім виконують кроки відновлення системи.

4.4.3 Тросова збуджувальна (спонукальна) система

Тросова збуджувальна система – це система, де чутливими елементами є теплові замки, з'єднані між собою тросами.



а)

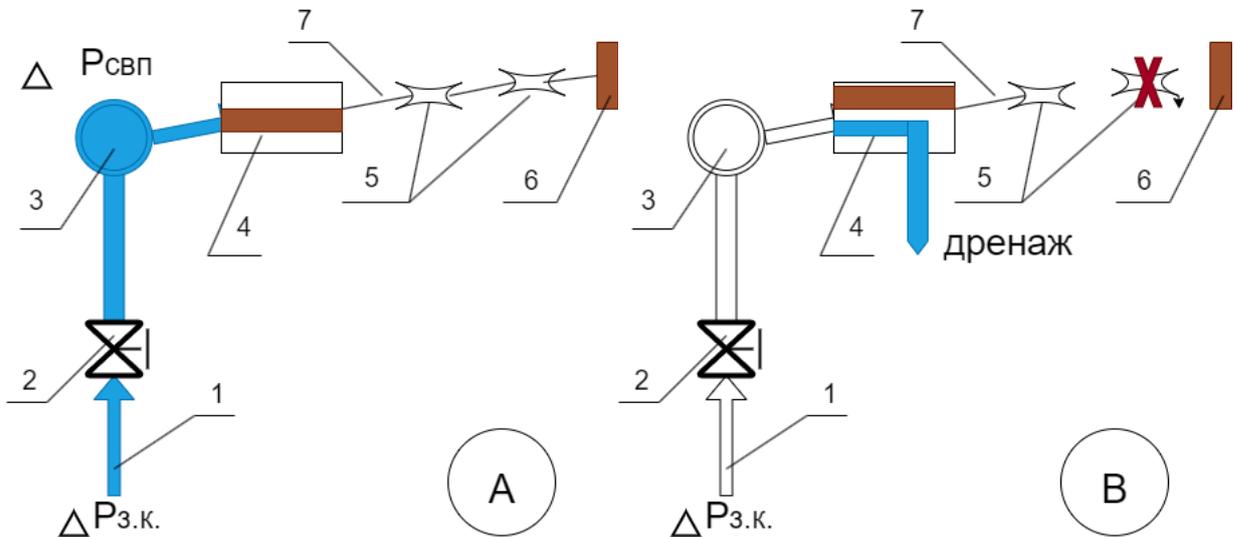


б)

а) легкоплавкий; б) зі скляною колбою

Рисунок 4.13 – Теплові замки тросової збуджувальної (спонукальної) системи

Кількість теплових замків визначають нормативними документами [5], вона залежить від розмірів приміщення, що підлягає захисту.



А – система в черговому режимі; В – режим спрацювання; 1 – трубопровід від збуджувальної камери; 2 – кран з'єднання СВП з збуджувальною камерою; 3 – введення трубопроводу в приміщення, що підлягає захисту; 4 – запірно-пусковий клапан; 5 – теплові замки; 6 – пристрій натягу тросу; 7 – трос

Рисунок 4.14 – Тросова збуджувальна (спонукальна) система виявлення пожежі

В черговому режимі збуджувальна камера заповнена рідиною і її тиск дорівнює тиску в підвідному трубопроводі та СВП (рис. 4.15 «А»).

$$\Delta P_{\text{підв}} = \Delta P_{\text{(з.к.)}} = \Delta P_{\text{свп.}} \quad (4.7)$$

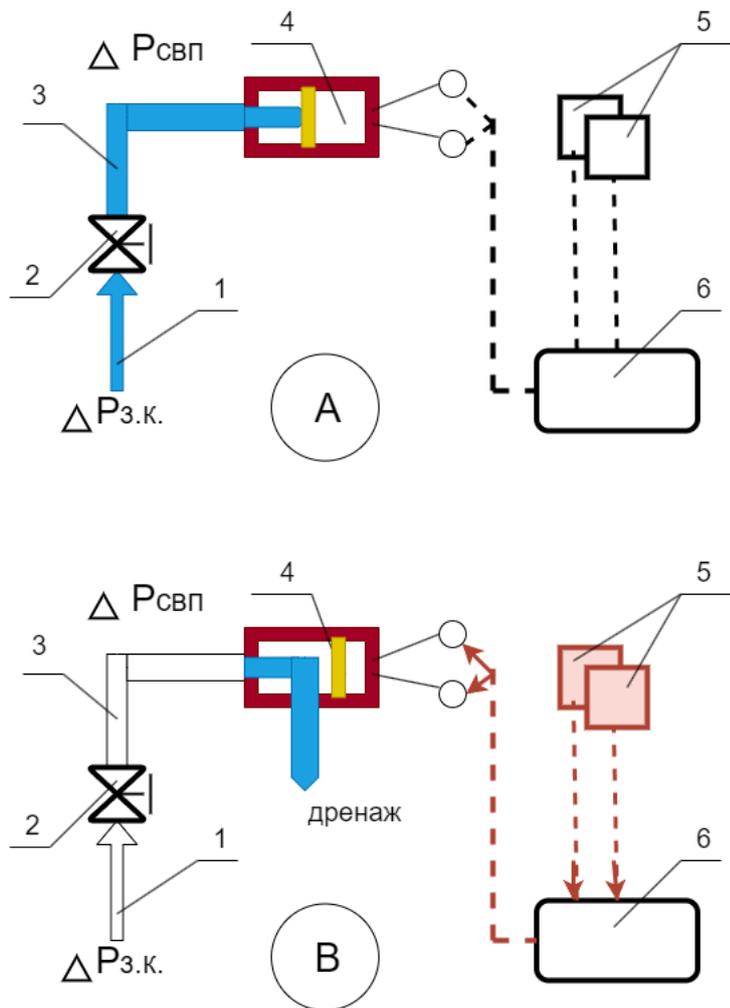
Завдяки натягу тросу запірно-пусковий клапан тримають у закритому положенні, а система працює в черговому режимі.

У разі виникнення пожежі (рис. 4.14 «В») за рахунок підвищення температури руйнується тепловий замок тросової системи і тиск у збуджувальній камері падає до атмосферного, що приводить до спрацювання усієї системи. Подальша робота системи представлена на рис. 4.3.

Приведення системи в початковий стан виконують після заміни теплових замків, натягу тросу і закриття запорно-пускового клапану СВП. Потім виконують роботи в послідовності, відповідній до приведення системи в початковий стан після перевірки з підривом клапану.

4.4.4 Електрична збуджувальна (спонукальна) система

Електрична збуджувальна система – це система, в якій функцію чутливих елементів виконують пожежні сповіщувачі, що є у складі системи пожежної сигналізації.



А – система в черговому режимі; В – режим спрацювання; 1 – трубопровід від збуджувальної камери; 2 – кран з'єднання СВП зі збуджувальною камерою; 3 – трубопровід СВП; 4 – електромагнітний клапан; 5 – пожежні сповіщувачі; 6 – пожежний приймально-контрольний прилад

Рисунок 4.15 – Електрична збуджувальна (спонукальна) система

В черговому режимі збуджувальна камера заповнена рідиною і її тиск дорівнює тиску в підвідному трубопроводі та СВП (рис. 4.15 «А»).

$$\Delta P_{\text{підв}} = \Delta P_{\text{(з.к.)}} = \Delta P_{\text{свп.}} \quad (4.8)$$

Електромагнітний клапан 4, який у звичайному (неактивному) стані перебуває закритим, виконує функцію утримання рідини всередині збуджувальної камери.

Пожежні сповіщувачі відстежують пожежну обстановку в приміщенні та передають дані про неї до пожежного приймально-контрольного приладу (ППКП).

Правила пожежної безпеки, викладені у нормативних документах [19], вимагають, щоб у кожній частині (точці) приміщення, яке обладнане системою пожежного захисту, було забезпечено контроль щонайменше двома незалежними пожежними сповіщувачами.

Під час виникнення пожежі пожежні сповіщувачі 5 спрацьовують і передають сигнал тривоги до ППКП 6, який формує керуючий сигнал для відкриття електромагнітного клапана (ЕМК) 4 (рис. 4.15, «В»). У результаті відкриття ЕМК відбувається зниження тиску у збуджувальній камері до атмосферного рівня, що, відповідно, призводить до спрацювання всієї системи пожежогасіння. Подальша робота системи представлена на рис. 4.4.

Повернення системи до початкового стану відбувається після завершення процесу пожежогасіння. Подання електричного керуючого сигналу до електромагнітного клапана припинено. Після перевірки системи з підривом клапана (тобто після контрольного спрацювання, яке імітує реальне увімкнення системи) здійснюють подальші роботи, необхідні для відновлення системи до її вихідного (чергового) стану.

Отже, проаналізуємо переваги та недоліки існуючих варіантів технічної реалізації збуджувальних систем дренчерних АСВПГ.

Гідравлічні.

Переваги:

- простота конструкції;
- висока надійність у приміщеннях з температурою вище 0°C;
- не потребують електроживлення;
- можливість використання у вибухонебезпечних приміщеннях без додаткового обладнання;

Недоліки:

- неможливість використання на відкритих площадках та у неопалювальних приміщеннях;
- більша інерційність порівняно з електричними системами;
- потребують постійного нагляду за герметичністю трубопроводів.

Пневматичні (повітряні).

Переваги:

- можна застосовувати у холодних приміщеннях і на відкритих площадках;
- можливість використання у вибухонебезпечних приміщеннях без додаткового обладнання;
- відносно проста і надійна конструкція.

Недоліки:

- подавання окисника до осередку пожежі на початковій стадії роботи;

- потребують постійного нагляду за герметичністю трубопроводів;
- більша інерційність порівняно з гідравлічними та електричними системами;
- можливі хибні спрацьовування системи у разі зниження тиску, що не пов'язане з пожежною ситуацією;
- потрібна система контролю тиску (манометри, сигналізація).

Тросові.

Переваги:

- простота конструкції;
- незалежність від електропостачання;
- можливість обладнання за будь-яких температурних умов.

Недоліки:

- можливість відстеження тільки підвищення температури як первинної ознаки пожежі;
- необхідність забезпечення натягіння тросу за допомогою додаткових елементів системи;
- обмежена довжина тросу через його провисання під дією сили тяжіння.

Електричні.

Переваги:

- найменша інерційність серед всіх варіантів збуджувальної системи;
- можливість відстеження будь-якої первинної ознаки пожежі;
- можливість зонування та вибіркового пуску;
- легко інтегровані в сучасні СПС;
- дистанційне та ручне керування.

Недоліки:

- залежність від електроживлення (обов'язкові резервні джерела).

4.5 Приклади технічної реалізації вузлів управління дренчерних систем

Одним з найпоширеніших вузлів керування дренчерних АСВПГ вважають вузол керування з клапаном ГД (групової дії).

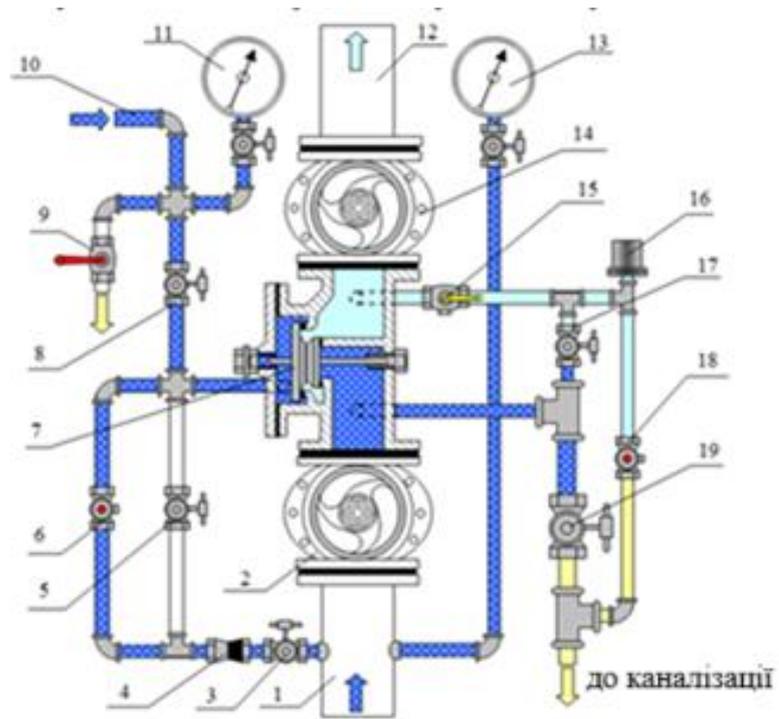


Рисунок 4.16 – Конструктивна схема вузла керування спринклерної водозаповненої АСВПГ з клапаном «ГД» у черговому режимі

Можливий варіант обв'язки такого вузла керування зображений на рис. 4.17.



Рисунок 4.17 – Зовнішній вигляд вузла керування спринклерної водозаповненої АСВПГ з клапаном «ГД» з обв'язкою

Конкретний варіант конструкції вузла управління, який показаний на рисунках 4.16 та 4.17, може функціонувати тільки у поєднанні з гідравлічною збуджувальною системою.

Вдосконаленим варіантом клапана «ГД» вважають клапан «КЗС» (рис. 4.18). Хоча за зовнішнім виглядом вони майже не відрізняються.



Рисунок 4.18 – Зовнішній вигляд клапанау «ГД» (групової дії), «КЗС» (клапан запірно-сигнальний)

Таблиця 4.1 – Основні технічні характеристики клапану запірною сигнального (КЗС)

Найменування показника	Значення		
	КЗС-65	КЗС-100	КЗС-150
Умовний прохід, мм	65	100	150
Робочий тиск, МПа	1,6	1,6	1,6
Пропускна здатність, м ³ /с	1,2·10 ⁻²	3,0·10 ⁻²	6,0·10 ⁻²
Коефіцієнт опору	5	5	5
Час спрацювання, с	0,2	0,2	0,2
Габаритні розміри, мм ДхШхВ	220x225x185	375x280x295	450x350x365
Маса, кг	13,5	50	76,5

Наразі вузли керування дренажних АСВПГ представлені в каталогах більшості відомих світових виробників обладнання для систем водяного пожежогасіння, зокрема Tусо, Viking, Weflo, Minimax Viking Group, Safex тощо.

Дренажний вузол управління Weflo 9266 з електричним пуском [20].

Водосигнальний вузол керування Weflo 9266 (рис. 4.19) є компонентом систем водяного пожежогасіння з постійним або змінним тиском і виконує функцію зворотного клапана, що перешкоджає зворотному відтоку води в трубопровід. Пристрій забезпечений байпасною лінією з інтегрованим зворотним клапаном, що запобігає помилковим спрацьовуванням вузла управління за умови різких скачків напору в системі. За умови тривалої безперервної зміни тиску в системі клапан ініціює сигнал тривоги за допомогою механічного гонга або реле тиску.



Рисунок 4.19 – Дренчерний вузол управління Weflo 9266 з електричним пуском

Конструкція водосигнального вузла керування містить клапан з гумовим ущільнювачем. Пружина автоматично закриває клапан і гарантує його щільне прилягання до посадкового кільця, що забезпечує правильну роботу пристрою. У черговому режимі сигнальний клапан, завдяки тиску, що утворився під кришкою, запобігає зворотньому відтоку води в систему. У такому положенні за умови закритого клапану натиск води в системі пожежогасіння завжди буде перевищувати тиск в магістральному водопроводі. Спрацювання зрошувача знижує тиск, відкриває клапан, вода надходить у проміжну камеру, і система автоматично подає сигнал тривоги.

Вузол водосигнальний вироблено з легкого ковкого чавуну з високими показниками міцності на розтягнення. Всі робочі елементи, розташовані у внутрішній камері, виконані з антикорозійних сплавів. Гумові прокладки та ущільнювачі надійні, довговічні та економічні у використанні. Обслуговування рухомих деталей просте і зручне, не порушує роботу системи та не вимагає додаткових підготовчих робіт. Внутрішні і зовнішні поверхні вузла оброблені стійкою порошковою фарбою, що запобігає утворенню корозійних процесів. Обв'язка забезпечує установку манометра, сигнального реле тиску для

активації режиму тривоги і передавання інформації на приймально-контрольний прилад або пульт спостереження.

Дренчерний вузол управління Minimax SPV-FSX [21].

Компанія MINIMAX виготовляє дренчерні вузли вертикальної установки з електричним, гідравлічним (мокрим пілотним) та пневматичним (сухим пілотним) приводом. Окрім автоматичного запуску, вузол обладнаний також ручним пуском.



Рисунок 4.20 – Дренчерний вузол управління Minimax SPV-FSX

Мембрана разом зі стрижнем забезпечує контроль і безпечну роботу дренчерного клапана та захищає його від надмірного тиску води. Відвідна труба з дросельною засувкою забезпечує стабільну роботу клапана та вирівнює тиск між контрольними камерами та водопроводом.

У разі спрацювання пожежної сигналізації електричний сигнал активує соленоїдний клапан, що забезпечує запуск системи пожежогасіння через вузол SPV-FSX. Соленоїдний клапан вузла SPV-FSX може бути 2/2-ходовим звичайним або імпульсним клапаном. Відключення електрики призводить до закриття клапана і зупинки системи пожежогасіння, що може бути критично під час пожежі. Використання для активації системи технології імпульсного соленоїдного клапана забезпечує його відкритий стан навіть за умови відключення електроенергії. Щоб клапан перейшов у закрите положення, необхідно виконати перезапуск системи та відключити електричні елементи, що утримують його відкритим. Для забезпечення можливості перезапуску системи вузли Minimax SPV-FSX повинні бути обладнані модулем повернення в початковий стан.

Пневматичний запуск системи SPV-FSX здійснюють через пускову лінію, заповнену стисненим повітрям. Пускова лінія є невеликою ділянкою водоповітряної спринклерної системи, що обладнана універсальними спринклерами або тепловими датчиками. Клапани електричного та пневматичного пуску можуть бути інтегровані в одну систему, об'єднані між собою за паралельною або послідовною схемою.

Гідравлічний (водяний) пуск, на відміну від пневматичного та електричного запуску, здійснюють безпосередньо через пускову лінію та активують контрольну камеру клапана. Окрім електричного, гідравлічного та пневматичного запуску, вузли SPV-FSX обладнані ручним пуском завдяки наявності в системі кульового клапана.

Дренчерний вузол керування Safex PPD-UL з електричним пуском [22].

Safex PPD-UL – це регульований диференціальний затворний клапан, що забезпечує контроль подавання води у системи протипожежного захисту.

Функція зовнішнього підстроювання клапана PPD забезпечує зручне регулювання системи без необхідності відкривати кришку клапана для ручної репозиції самого клапана та механізму затвора.

Спрацювання електричної системи автоматично відкриває клапан PPD, що запускає подавання води до системи дренчерів для гасіння пожежі.



Рисунок 4.21 – Дренчерний вузол керування Safex PPD-UL

Дренчерний вузол керування Тусо DV-5 [23].

Вузол управління дренчерним пожежогасінням Тусо DV-5 – це мембранний запірно-пусковий клапан, що використовують як основний елемент у дренчерних системах та системах попередньої дії. Принцип його роботи полягає в тому, що діафрагма всередині корпусу залишається у закритому положенні завдяки тиску води в керуючій камері. Тиск у керуючій камері утримує клапан у закритому стані та запобігає подаванню води до зрошувачів до моменту спрацювання системи.



Рисунок 4.22 – Дренчерний вузол управління Tusco DV-5

Отримання сигналу про пожежу викликає різке зниження тиску у керуючій камері, що активує спрацювання клапана і подавання води до зрошувачів. Різниця тиску між джерелом води та керуючою камерою призводить до відкриття діафрагми та запуску подавання води в систему пожежогасіння. Відкриття клапана ініціює подавання води через систему до зрошувачів та забезпечує гасіння пожежі. Одночасно через спеціальний вихід (Alarm Port) може бути активований сигнальний пристрій або гідравлічний гонг, який повідомляє про запуск системи.

Після ліквідації пожежі або завершення випробувань клапан можна повернути у вихідне положення без розбирання. Для цього достатньо знову заповнити керуючу камеру водою через спеціальне обмежувальне сопло в обв'язці. Таким чином діафрагма прилягає до сідла та перекриває потік. Це механізм зовнішнього скидання, який надає клапану DV-5 технічну перевагу порівняно з деякими іншими типами клапанів.

Конструкція клапана містить корпус із ковкого чавуну з антикорозійним покриттям, гумову діафрагму з тканинним армуванням, ущільнювальні елементи, а також обв'язку. Обв'язка містить трубки, пілотні клапани, дренажі, манометри та контрольні вентиля. Вона забезпечує можливість як автоматичного, так і ручного пуску, здійснення випробувань, контролю тиску та дренажу системи. Внутрішні елементи клапана (trim) можуть бути адаптовані під різні способи активації системи залежно від проєктних вимог, включно з комбінованими варіантами.

Клапан DV-5 спроектований і здатний безпечно працювати за робочого тиску до 17,2 бар. Він доступний у різних розмірах, що дозволяє застосовувати його в трубопроводах із номінальними діаметрами від DN40 до DN200. Для забезпечення надійної роботи клапана необхідно суворо дотримуватися монтажних схем, наданих виробником, оскільки некоректне підключення обв'язки може спричинити затримку або відмову його спрацювання.

Дренчерний вузол управління Viking F-1 [24].

Дренчерний вузол управління Viking F-1 – це диференціальний клапан, призначений для контролю подавання води в дренчерних системах пожежогасіння та установках з системою попередньої дії. Зокрема тих, що використовують повітря для утримання клапана в закритому стані.



Рисунок 4.23 – Дренчерний вузол управління Viking F-1

Клапан перебуває в закритому положенні під тиском води в заливній камері, що забезпечує сухий стан випускної камери та всієї системи. Запуск системи в заданому напрямку здійснює зовнішній сигнал, який надходить від ручного пульта управління або від збуджувальної системи (електричної з пожежними сповіщувачами або гідравлічної чи пневматичної зі спринклерними зрошувачами). Відкриття клапана призводить до падіння тиску в колекторі, що ініціює спрацювання датчиків тиску, які подають сигнал на запуск пожежного насоса, потім вогнегасна речовина починає надходити з пожежного резервуара до всіх дренчерних зрошувачів системи.

Особливості:

- у клапані є діафрагма та гумові ущільнення, які можна замінити без демонтажу всього клапана;
- конструкція клапана адаптована для роботи як у горизонтальному, так і у вертикальному положенні, залежно від потреб системи та монтажних умов;
- конструкція клапана передбачає можливість його відновлення в робочий (початковий) стан без необхідності розбирання або відкриття корпусу.

Вузол керування BERMAD FP/FS 400Y [25].

BERMAD FP/FS 400Y – це прямоточний, гідравлічний, керований тиском у трубопроводі, еластомірний, кульовий мембранний клапан.



Рисунок 4.24 – Вузол керування BERMAD FP/FS 400Y

Існують модифікації для горизонтального та вертикального монтажу. BERMAD 400Y є універсальним елементом протипожежних установок, який виконує одночасно регулювальні, запобіжні та керувальні функції, забезпечує надійність і стабільність роботи всієї системи. BERMAD 400Y – це універсальний, корозійно- та хімічно стійкий клапан, який можна безпечно застосовувати у різних типах систем протипожежного захисту незалежно від виду робочої рідини. Клапан виготовляють із різних матеріалів і з різними захисними покриттями, що забезпечує його відповідність широкому діапазону технічних вимог та умов експлуатації, зокрема у вибухонебезпечних зонах. Клапан моделі BERMAD 400Y має спеціальну конструкцію корпусу у формі букви Y, завдяки якій внутрішній потік рідини рухається майже безперешкодно – через прямий наскрізний канал. Така конструкція зменшує гідравлічний опір і, відповідно, мінімізує втрати тиску або напору рідини, що особливо важливо для забезпечення ефективної роботи систем протипожежного водопостачання, де необхідне швидке і стабільне подавання води під тиском. Внутрішня конструкція клапана, що забезпечує пружне, герметичне ущільнення, заснована на інноваційній технології вулканізованого радіального диска ущільнювача (VRSD), яка використовує передові матеріали на основі гуми для створення міцного, цілісного еластомерного вузла. Він містить гнучку, армовану волокном мембрану, вулканізований з міцним радіальним диском ущільнювач. Він гідравлічно збалансований і має периферійну опору для запобігання натягу та захисту еластомерів, що забезпечує тривалий термін служби та надійне спрацювання навіть у суворих умовах. Зйомна кришка клапана забезпечує швидкий огляд та обслуговування на лінії. Еластомірний вузол клапана (діафрагма, ущільнення та інші гнучкі елементи) можна демонтувати для обслуговування або заміни без необхідності знімати сам клапан з трубопроводу або розбирати регулюючу арматуру.

Вузол керування дренчерної системи пожежогасіння DN80-300 DELUGE
(рис. 4.25) [26].



Рисунок 4.25 – Вузол керування DN80 DELUGE

Дренчерний вузол управління DELUGE – це основний елемент для автоматичного водяного пожежогасіння, що використовує фланцеве з'єднання та електропуск для активації. Він забезпечує ефективну та надійну роботу дренчерних систем пожежогасіння на об'єктах з високим ризиком виникнення пожежі. Дренчерний вузол управління забезпечує оперативне і автоматичне подавання води для гасіння пожежі у критичних ситуаціях.

Основні технічні характеристики:

- розмір: 2"-12" (DN50-DN300);
- матеріал: високоміцний чавун ASTM A536, 65-45-12;
- з'єднання: фланцеве;
- робочий тиск: PN10/16;
- температурний діапазон: 0-80 °C.

РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА РОБОТИ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ПІННОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Піна, як засіб для гасіння пожеж, була запатентована у 1902 році молдавським інженером і хіміком Alexandre G. Laurent. Відтоді піна як вогнегасна речовина здобула широку популярність, а сучасний світовий ринок піноутворювачів налічує сотні найменувань.

Відповідно до [30] **піна** – просторова плівково-чарункова структура системи типу газ-рідина, яка володіє кратністю та стійкістю.

Автоматичні системи пінного пожежогасіння (АСПГ) призначені для виявлення та гасіння пожежі на ранній стадії за рахунок використання вогнегасної піни. Вогнегасна піна, яку застосовують у таких системах, є спеціальним засобом, утвореним шляхом змішування води, піноутворювача та повітря або іншого газу. Вогнегасна піна містить дрібні бульбашки газу, кожна з яких покрита тонкою водною оболонкою, у складі якої є спеціальні хімічні добавки. Така структура робить піну надзвичайно ефективною для гасіння пожеж, оскільки вона поєднує властивості води та газу: з одного боку – охолоджує, а з іншого – ізолює горючу поверхню від доступу кисню.

Механізм дії піни досить простий, але водночас дуже ефективний. Піна ефективно гасить пожежі: вона одночасно ізолює горючу поверхню від кисню та охолоджує її, що зупиняє процес горіння. Цей бар'єр запобігає випаровуванню легкозаймистих речовин та одночасно ізолює полум'я від окислювача. До того ж вода, що є у складі піни, поступово стікає вниз і охолоджує матеріал, знижує його температуру та зменшує ризик повторного займання.

Крім переваг, піна має також певні обмеження. Вона малоефективна для ліквідації пожеж, спричинених речовинами, що реагують із водою або виділяють додаткове тепло, наприклад натрію, калію чи алюмінію. До того ж піна є нестійкою під дією інтенсивного теплового випромінювання та може швидко руйнуватися за умови надмірно сильного горіння. Для її утворення потрібні спеціальні генератори та піноутворювачі.

Водночас піна є нестійкою під дією інтенсивного теплового випромінювання та може швидко руйнуватися за умови надмірно сильного горіння.

Автоматичні системи пінного пожежогасіння зменшують вплив пожежі на навколишнє середовище завдяки зниженню надходження продуктів горіння як в атмосферу, так і на ґрунт. Цього досягають за рахунок більш ефективного подавання вогнегасної речовини до осередку пожежі. Такі системи забезпечують також підвищення рівня безпеки для особового складу аварійно-рятувальних підрозділів та осіб, які перебувають поблизу.

Загалом системи пінного пожежогасіння поділяють на стаціонарні, напівстаціонарні та мобільні.

Мобільна система пінного пожежогасіння – це система, всі компоненти якої є пересувними або транспортованими, а їх розміщення, поводження та керування роботою здійснюють відповідальні особи.

Напівстаціонарна система пінного пожежогасіння – це система, у якій вогнегасну піну подають через стаціонарно змонтований трубопровід і стаціонарне обладнання для її генерування, тоді як подавання піноутворювача або суміші піноутворювача з водою виконують від пересувних пожежних автомобілів відповідальні особи.

Стаціонарна система пінного пожежогасіння – система пінного пожежогасіння, всі компоненти якої, а також джерело подавання робочого розчину піноутворювача стаціонарно встановлені з метою забезпечення захисту об'єкта. Як правило, ці системи є автоматизованими і мають назву «Автоматичні системи пінного пожежогасіння» (АСППГ).

Наразі існує наступна класифікація АСППГ:

- а) за типом конструктивного виконання – спринклерні та дренчерні;
- б) за типом формування піни – низької (не більше ніж 20), середньої (від 20 до 200) та високої кратності (більше ніж 200). Кратність піни – це показник, що характеризує, наскільки об'єм готової піни більший за об'єм вихідного водного розчину піноутворювача, з якого вона створена. Тобто, це відношення об'єму отриманої піни до об'єму розчину, що застосовують для її утворення.
- в) за конструктивним виконанням дозуючого пристрою.

Спринклерні автоматичні системи пінного пожежогасіння – це установки із закритими неаспіраційними спринклерними зрошувачами, у яких подавання піноутворювача в заданій кількості здійснюють у магістраль після насоса основного водоживильника. Вузол керування визначає момент і спосіб надходження рідини або повітря в систему та забезпечує її правильну роботу для подальшого утворення піни під час пожежогасіння. Насадки повинні бути виконані у вигляді спринклерних зрошувачів із закритими термочутливими ламкими елементами, що відповідають вимогам [31]. Спринклерні системи із застосуванням добавок піноутворювача слід використовувати у разі зберігання горючих рідин у посудинах, коли початковий їх витік обмежений, наприклад, обвалуванням або бар'єром.

Щодо обмежень у застосуванні спринклерних АСППГ із добавками піноутворювача: використання закритих спринклерних зрошувачів не рекомендовано, оскільки за необхідної високої інтенсивності подавання піни початковий витік горючої рідини може призвести до поширення пожежі на великій площі через неодноразове спрацювання недостатньої кількості спринклерних зрошувачів.

Дренчерні автоматичні системи пінного пожежогасіння делюж застосовують для захисту об'єктів з підвищеним рівнем пожежної небезпеки, де можливе виникнення масштабних загорянь горючих рідин, газів або твердих матеріалів. Такі системи ефективно використовують на хімічних і нафтопереробних підприємствах, об'єктах транспортування та зберігання горючих речовин, в авіаційних ангарах, на підприємствах із пакування та перероблення пластмас, на об'єктах зі зберігання відходів, складах шин, а також для захисту маслонаповнених трансформаторів і комутаційного електротехнічного обладнання.

Дренчерна (делюжна) система пінного пожежогасіння – це мережа трубопроводів відкритого типу, обладнана відкритими розпилювачами, насадками або пінозливачами. У стандарті EN 13565-2 визначено вимоги до захисту приміщень, у яких існує ризик виникнення розливів горючих рідин завтовшки менш ніж 25 мм.

Якщо дренчерні системи типу «Делюж» використовують для охолодження, їх необхідно проектувати відповідно до стандартних правил для дренчерних систем, зокрема враховувати спеціальні вимоги до піноутворювачів, які мають бути сумісними з конкретними насадками, з метою забезпечення надійної та ефективної роботи системи.

Склад та принцип роботи пінних автоматичних систем пожежогасіння (АСПГ) подібні до водяних. Тому в цьому розділі будуть розглянуті лише елементи, які є у складі пінних АСПГ, або функціонують під час їх експлуатації.

5.1 Види піноутворювачів

Згідно з [30], піноутворювач – це вогнегасна суміш хімічних компонентів, яка за умови змішування з водою у заданих пропорціях, утворює робочий розчин, здатний генерувати піну та забезпечувати змочування поверхонь для ефективного гасіння пожеж. Піноутворювачі – це спеціально синтезовані поверхнево-активні речовини (ПАР) та допоміжні компоненти, які додають у воду з метою утворення стійкої вогнегасної піни, що ізолює зону пожежі від доступу повітря і перешкоджає поширенню полум'я. Вони знижують поверхневий натяг рідини й дозволяють утворювати міцні плівки навколо бульбашок газу. Залежно від складу та властивостей, розрізняють кілька основних типів піноутворювачів.

Найстарішими вважають білкові піноутворювачі, виготовлені на основі продуктів гідролізу тваринних або рослинних білків. Вони створюють густу і відносно стійку піну, яка добре ізолює поверхню горючих рідин. Їх основна перевага – екологічність і невисока вартість, проте вони мають обмежену кратність і чутливі до мікробіологічного розкладу.

Згодом були розроблені синтетичні піноутворювачі, основою яких є поверхнево-активні речовини. Вони істотно перевищують білкові аналоги за показниками стабільності, здатністю формувати піну середньої та високої кратності, а також за тривалістю зберігання. Завдяки поєднанню цих властивостей синтетичні піноутворювачі стали базовим компонентом більшості сучасних систем пожежогасіння.

Особливу групу становлять фторвмісні піноутворювачі (AFFF – Aqueous Film Forming Foam). Вони здатні утворювати на поверхні горючої рідини тонку водяну плівку, яка додатково блокує випаровування парів пального. Такі піноутворювачі особливо ефективні за умови гасіння авіаційного пального, бензину та інших легколетких вуглеводнів. Їхнім недоліком є відносно висока вартість і потенційні екологічні ризики, зумовлені тим, що деякі фторорганічні сполуки мають низьку здатність до біорозкладання в природному середовищі.

Окрему групу становлять алкохолестійкі піноутворювачі (AR-AFFF), розроблені спеціально для гасіння полярних рідин, зокрема спиртів і кетонів, які змішуються з водою та здатні руйнувати звичайну вогнегасну піну. AR-піноутворювачі утворюють на поверхні пального захисний полімерний шар, який запобігає розчиненню піни та забезпечує ефективну ізоляцію осередку горіння.

Таким чином, вибір типу піноутворювача визначають характером пожежної небезпеки: білкові піноутворювачі застосовують для економічних рішень і нафтобаз; синтетичні – для універсальних систем пожежогасіння; AFFF – для оперативного гасіння нафтопродуктів; AR-AFFF – у випадках, коли горіння пов'язане з полярними розчинниками.

Таблиця 5.1. Порівняння характеристик піноутворювачів

Тип піноутворювача	Хімічна основа	Сфера застосування	Переваги	Недоліки
Білкові	Продукти гідролізу білків	Нафтобази, резервуари з нафтопродуктами	Доступні за ціною, екологічні, дають щільну і стійку піну	Обмежена кратність, чутливі до мікробного розкладу, невеликий термін зберігання
Синтетичні	Поверхнево-активні речовини (ПАР)	Універсальні системи, середньо- та високократна піна	Висока стабільність, довгий строк зберігання, можливість створення піни будь-якої кратності	Менш екологічні, потребують стабілізаторів
Фторвмісні (AFFF)	Фторовані ПАР, водні розчини	Авіаційне паливо, бензин, легколеткі вуглеводні	Утворюють водяну плівку, яка блокує випаровування; швидке гасіння	Висока вартість, екологічні проблеми (PFAS важко розкладаються)
Алкохолестійкі (AR-AFFF)	Фторовані та полімерні добавки	Полярні розчинники (спирти, кетони, ефіри)	Стійкі на поверхні речовин, що змішуються з водою; універсальність (працюють і на вуглеводнях, і на спиртах)	Дорожчі за інші, складніший склад, екологічні ризики через фторорганіку

Піноутворювачі для гасіння пожеж залежно від їх хімічної природи, а також умов та способів використання поділяють на дві групи: піноутворювачі загального призначення і піноутворювачі спеціального призначення. За показником біодеградації під дією мікрофлори піноутворювачі класифікують на біологічно «м'які» (з рівнем розкладання 80 % і більше) та біологічно «жорсткі» (з рівнем розкладання менш ніж 80 %).

Основу піноутворювачів становлять поверхнево-активні речовини (ПАР), які забезпечують формування піни та зниження поверхневого натягу водних розчинів. До того ж окремі ПАР здатні утворювати на поверхні горючої рідини захисну плівку, що зменшує дифузію горючих парів.

Залежно від співвідношення газової та рідинної фаз виділяють піну низької, середньої та високої кратності. Піна низької кратності має щільну структуру, її переважно застосовують для гасіння розливів нафтопродуктів й інших легкозаймистих рідин, оскільки вона здатна формувати стійке покриття на їхній поверхні. Піна середньої кратності є ефективною для складів, резервуарних парків та ангарів, де необхідне оперативне заповнення об'єму. Піна високої кратності, що має низьку щільність і утворює значний об'єм газонаповнених бульбашок, призначена для заповнення значних за площею або замкнених просторів – підземних сховищ, тунелів, відсіків суден. Вона забезпечує майже повне витіснення кисню з об'єму та створює середовище, у якому горіння стає неможливим.

В роботі [32] був виконаний розгорнутий аналіз нормативних документів щодо піноутворювачів для гасіння пожеж, де наведено тлумачення термінології та показники якості піноутворювачів загального призначення для гасіння пожеж:

стійкість піни – здатність піни до зберігання своєї структури протягом певного часу;

показник стійкості піни – інтервал часу, протягом якого з піноутвореної структури вивільняється половина рідини, що була використана для її формування;

піноутворювач загального призначення для гасіння пожеж – піноутворювач, здатний утворювати піну низької, середньої та високої кратності з робочого розчину для гасіння пожеж класів А та В (підкласи А1, А2, В1), а також змочувальний розчин для гасіння пожеж класу А (підкласи А1, А2);

піноутворювач спеціального призначення для гасіння пожеж – піноутворювач, що здатний утворювати з робочих розчинів піну, придатну для гасіння пожеж класів А та В (підкласи А1, А2, В1, В2) або будь-якого із них, змочувальний розчин, придатний для гасіння пожеж класу А (підкласи А1, А2), або придатний до використання з морською водою як розчинником;

робочий розчин піноутворювача – розчин піноутворювача певної концентрації у воді, що у разі використання відповідного обладнання в умовах спеціальних випробувань забезпечує одержання піни з нормованими параметрами;

регенерування піноутворювачів – відновлення втраченої піноутворювачами здатності забезпечувати нормовані показники якості;

стабілізація якості піноутворювачів (водних розчинів піноутворювачів) – будь-які заходи, спрямовані на подовження строку зберігання піноутворювачів (водних розчинів піноутворювачів);

утилізування піноутворювачів – використання непридатних до використання за прямим призначенням піноутворювачів для гасіння пожеж як вторинних матеріальних ресурсів;

знешкодження піноутворювачів – зменшення чи усунення небезпечності піноутворювачів або їхніх робочих розчинів фізико-хімічним, біологічним, хімічним обробленням тощо;

знищення піноутворювачів – розкладання піноутворювачів або їхніх робочих розчинів деструкцією в будь-який спосіб з утворенням речовин у концентраціях, безпечних для здоров'я людей і довкілля.

Умовно показники якості піноутворювачів можна розділити на три групи:

1) фізико-хімічні властивості (зовнішній вигляд, масова частка осаду, кінематична в'язкість, водневий показник, температура застигання, густина);

2) експлуатаційні властивості (концентрація робочого розчину, концентрація змочувального розчину, корозійна активність, стійкість до заморожування та розморожування, кратність та стійкість піни, утвореної з робочого розчину, показник змочувальної здатності змочувального розчину, температурний діапазон використання, термін зберігання);

3) вогнегасна здатність (тривалість гасіння піною середньої кратності модельного вогнища пожежі 55В1 за інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача $(0,038 \pm 0,004) \text{ дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$, показник вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1), критична інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача під час гасіння піною середньої кратності).

Піноутворювачі будь-якого типу рекомендовано зберігати виключно в концентрованому вигляді, у герметично закритих ємностях, що запобігає їх контакту з повітрям та сторонніми домішками. З цією метою використовують резервуари, цистерни або спеціальні контейнери, виготовлені з матеріалів, стійких до хімічного впливу компонентів піноутворювача. Дуже важливо дотримуватися температурного режиму у приміщеннях зберігання: температура не повинна перевищувати $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ і опускатися нижче $+5 \text{ }^\circ\text{C}$. За таких параметрів досягають оптимального тривалого зберігання концентрату, що забезпечує його готовність до негайного застосування у разі пожежі.

Особливістю піноутворювачів є збереження їхніх основних властивостей навіть після багаторазових циклів заморожування та подальшого поступового відтавання. У разі замерзання піноутворювача його слід обережно розморозити, уникаючи будь-якого розведення водою або деградації речовини. Після повного відтавання рідину необхідно ретельно перемішати для відновлення її початкової однорідності, і лише потім здійснювати повторне використання або відвантаження.

Для прискореного розігрівання замерзлого піноутворювача можна використовувати парові змійовики з відводом конденсату за межі ємності. За

таких умов підтримують суворий контроль температури всередині цистерни, яка не повинна перевищувати $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, оскільки перевищення цього показника може спричинити руйнування складу.

Слід враховувати ще одну важливу особливість: термін придатності піноутворювачів безпосередньо залежить від температури зберігання. Встановлено, що за умови збільшення середньої температури на кожні $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ тривалість зберігання зменшується приблизно вдвічі. Отже, оптимальною умовою для тривалого й безпечного зберігання є температура на рівні $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, яка дозволяє максимально зберегти первісні властивості продукту, стабільність складу і готовність до застосування.

Приміщення, де розташовані ємності з піноутворювачем, мають відповідати вимогам безпеки. По-перше, необхідна ефективна вентиляція, що запобігає накопиченню випарів і забезпечує постійну циркуляцію повітря. По-друге, ємності повинні бути розташовані в затемнених або захищених від прямих сонячних променів місцях, оскільки тривале ультрафіолетове випромінювання може сприяти руйнуванню хімічних компонентів.

Таким чином, грамотна організація умов зберігання піноутворювача – це критично важливий фактор, який впливає не лише на економічну доцільність використання вогнегасних засобів, а й на надійність роботи всієї системи пожежогасіння.

5.2 Способи дозування піноутворювача

Однією з принципів конструктивних відмінностей автоматичних систем пінного пожежогасіння від водяних є наявність пристрою для дозування піноутворювача. Якість і стійкість формованої піни безпосередньо залежать від точності підтримання концентрації. Занадто мала кількість піноутворювача робить піну водянистою й нестійкою, а надмірна – не тільки економічно не вигідна, але й може погіршувати властивості піни.

Відповідно до [33] дозувальний **пристрій (proportioning component)** – компонент, який регулює процес підмішування піноутворювача до потоку води в заздалегідь визначеному співвідношенні для одержання робочого розчину піноутворювача.

Система дозування піноутворювача повинна забезпечувати умови роботи спринклерної або дренчерної автоматичної системи пінного пожежогасіння за максимальної та мінімальної витрати із забезпеченням дозування у необхідному співвідношенні з точністю, передбаченою [33].

Прилади дозування в системах пінного пожежогасіння призначені для забезпечення точного та стабільного введення піноутворювача у воду для створення вогнегасної піни. Основними елементами таких систем є бак-дозатор, пінозмішувач, насоси (в разі потреби), трубопроводи та пристрої для подавання піни.

Дозувальні пристрої – це обладнання для введення або впорскування піноутворювача, яке встановлюють у трубопровідних лініях, через байпас або повз насос. До них належать дозатори, труби Вентурі, проточні клапани зі

сталим або змінним перерізом, вимірювальні діафрагми, насоси, що працюють під дією потоку води та об'ємні дозувальні пристрої.

Дозувальні пристрої у технічній літературі також позначають як **пожежні пінозмішувачі** або **дозатори**, оскільки вони призначені для точного введення та змішування піноутворювача з водою в системах пожежогасіння.

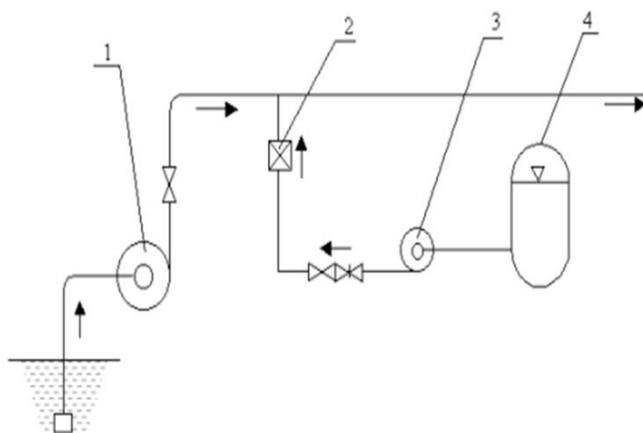
Саме дозатор є центральним елементом автоматичної системи пінного пожежогасіння.

Залежно від принципу подавання піноутворювача у воду розрізняють різні типи дозаторів:

- ежекційні;
- напірні;
- механічні або пропорційні.

Раніше широко застосовували **спосіб об'ємного дозування**. Суть способу полягала у поєднанні води та піноутворювача у визначених пропорціях, формуванні повітряно-механічної піни та збереженні її в готовому до використання стані. З часом піна осідала, втрачала свої властивості та перетворювалась на розчин води й піноутворювача, який, водночас, розшаровувався на окремі складові. Тому наразі такий підхід до формування піни в автоматичних системах пожежогасіння не застосовують.

Дозування піноутворювача насосами-дозаторами (рис. 5.1) здійснюють шляхом подавання піноутворювача з ємності 4 у потік води напірного трубопроводу основного насоса 1 через дросельну шайбу 2 за допомогою насоса-дозатора 3.



1 – основний насос; 2 – дросельна (дозуюча) шайба; 3 – насос-дозатор;
4 – ємність для зберігання піноутворювача

Рисунок 5.1 – Схема для дозування піноутворювача насосом-дозатором

Насоси-дозатори, які застосовують у пінних системах пожежогасіння, зазвичай належать до об'ємних насосів:

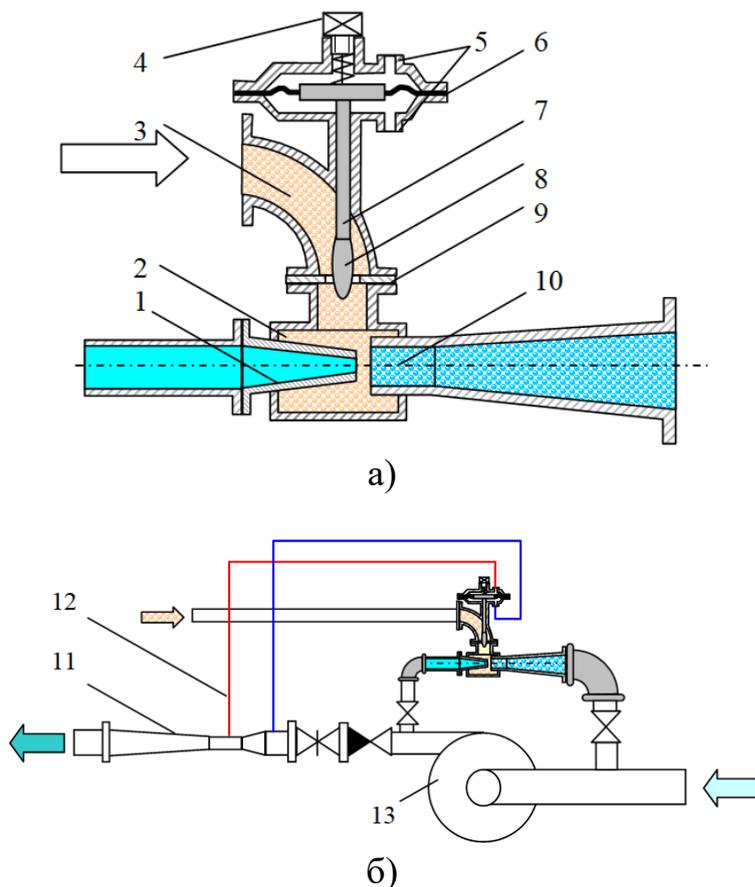
– поршневі насоси – використовують зворотно-поступальний рух поршня для забору та нагнітання рідини. Вони ефективні для роботи з піноутворювачами низької та середньої в'язкості;

– шестеренчасті насоси – використовують обертові шестерні для перекачування рідини. Вони особливо ефективні за умови роботи з високов'язкими рідинами, зокрема сучасними фторвмісними піноутворювачами.

Переваги насосів-дозаторів полягають у високій точності роботи, що забезпечує стабільну концентрацію піноутворювача навіть за умови значних коливань тиску та витрати води, а також у низьких втратах тиску, оскільки системи дозування з насосами-дозаторами не спричиняють суттєвого падіння тиску в магістралі, що дозволяє використовувати їх у системах із протяжними трубопроводами.

Змішування піноутворювача з водою дозаторами (пінозмішувачами) **ежекторного типу**. Дозатори – це струминні насоси, розраховані на всмоктування певної кількості піноутворювача.

Струменевий змішувач (рис. 5.2 а) містить сопло 1, змішувальну камеру 2, дифузор 10.



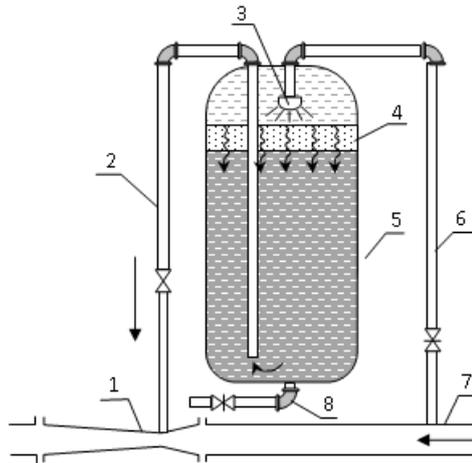
- 1 – струменевий насадок; 2 – змішувальна камера; 3 – підведення піноутворювача;
 4 – регулювальний гвинт; 5 – штуцери командних тисків;
 6 – діафрагма; 7 – шток; 8 – плунжер; 9 – сідло клапана; 10 – дифузор;
 11 – труба Вентурі; 12 – трубки командних тисків; 13 – насос

Рисунок 5.2 – Струменевий змішувач ежекторного типу з діафрагменно-плунжерним регулятором прямої дії (а); схема його підключення (б)

Діафрагменно-плунжерний регулятор – це механізм, який регулює потік рідини через систему, зокрема в насосах-дозаторах. Гофрована діафрагма 6 – гнучка мембрана, що реагує на зміни тиску. Вона зв'язана зі штоком 7, тобто передає рух мембрани на плунжер. Плунжер 8 – рухомий елемент, який закриває або відкриває сідло клапана та контролює потік рідини. Підпружинення діафрагми – забезпечує зворотний тиск і стабілізує її положення. Гвинт 4 – регулює натяг пружини, тобто тиск, за якого плунжер починає рух. Сідло клапана 9 – контактна поверхня, яку закриває плунжер для перекриття потоку у всмоктувальній порожнині 3 (місце, звідки вода надходить до насоса). Імпульсні трубки 12 – трубки, що передають тиск до порожнини діафрагми. Вони підключені через штуцери 5 і йдуть від труби Вентурі 11, яка встановлена на трубопроводі основного насоса 13. Труба Вентурі створює перепад тиску, який впливає на діафрагму і, відповідно, на плунжер.

Такий дозатор встановлюють, як правило, в насосній станції. Надходження піноутворювача у потік води відбувається таким чином. Насос забезпечує всмоктування води з водойми (ємності) через всмоктувальний трубопровід та її подавання у напірний трубопровід. Від напірного трубопроводу певний об'єм води спрямований у струменевий змішувач. З горловин труби Вентурі й напірного трубопроводу вода з перепадом тиску надходить по імпульсних трубках у протилежні порожнини діафрагми. У нижній порожнині тиск є меншим, а у верхній – більшим унаслідок перепаду, що виникає в різних ділянках труби Вентурі. Унаслідок різниці тиску, що виникає у вузлі, діафрагма разом із пружиною відхиляють свою позицію у бік зони нижчого тиску. Це відхилення приводить у рух плунжер 8 зі штоком 7. У результаті їх переміщення канал відкриває прохід, через який піноутворювач із всмоктувальної порожнини 3 надходить до змішувальної камери 2 струменевого змішувача. Із струменевого змішувача піноутворювач, поєднаний із водою, надходить у всмоктувальний трубопровід насоса та надалі транспортується до розподільчої мережі. Об'єм піноутворювача визначають перепадом тиску, що виникає у трубці Вентурі. Зі збільшенням витрати води, що проходить через трубу Вентурі, підвищується перепад тиску, а отже, посилюється подавання піноутворювача в потік води. Отже, регулювання подавання піноутворювача відбувається в автоматичному режимі в залежності від загальних витрат системи пожежогасіння.

Ще одним поширеним способом дозування піноутворювача є застосування **бака-дозатора** (рис. 5.3). В такій схемі використовують перепад тиску, який створює труба Вентурі. Дозуючий пристрій (рис. 2) містить бак 5, де розташований піноутворювач, трубу Вентурі 1, що забезпечує перепад тиску, а також системи трубок 2 і 6, які через зворотний клапан з'єднують бак-дозатор із трубою Вентурі та з трубопроводом 7. На кінці трубки 6, яка заходить у бак-дозатор, встановлено розпилювач 3. У верхній частині бака-дозатора закріплений шар пінополіуретану 4 (поропласту). Трубку 8 із вентилями, встановлену в баку-дозаторі, використовують для заповнення бака піноутворювачем, промивання водою та скидування рідини в каналізацію.



1 – труба Вентурі; 2 – труба для подавання піноутворювача; 3 – розпилювач (дренчер);
 4 – поропласт (пакет сіток); 5 – бак-дозатор; 6 – труба для подавання води; 7 – магістральний
 трубопровід; 8 – трубка для наповнення й промивання бака

Рисунок 5.3 – Бак-дозатор із трубою Вентурі

Дозуючий пристрій функціонує за наступним принципом. Під час руху води через трубу Вентурі 1 виникає перепад тиску між входом і горловиною труби. Вода надходить у бак-дозатор із трубопроводу 7 по трубці 6 через розпилювач 3 та рівномірно розподіляється по шару поропласта, у якому відбувається вирівнювання швидкостей потоків води. Вода, що проходить через поропласт, виходить на поверхню піноутворювача та, завдяки різниці щільностей і без перемішування, витісняє його в горловину труби Вентурі. Витрата піноутворювача залежить від перепаду тиску, який, водночас, пов'язаний з витратою води, що проходить через трубу Вентурі.

Замість шару поропласту або іншого пористого матеріалу у баку-дозаторі може бути внутрішня мембрана, що виготовлена із еластичного матеріалу (хайпалон-неопрену, поліуретану тощо) всередині якого зберігається піноутворювач (рис. 5.4).



Рисунок 5.4 – Бак-дозатор з мембраною SABO Española

Бак-дозатор з мембраною SABO Española для зберігання концентрату піноутворювача усередині мембрани. Мембрана є особливим елементом в баку-дозаторі. Піноутворювач розташований усередині мембрани, що запобігає його контактуванню з водою та внутрішніми стінками бака. Індикатори рівня піноутворювача встановлені в нижній частині бака і відображають рівень піноутворювача всередині мембрани.

Бак із мембраною обладнано випускним клапаном, зливним краном, кранами на лініях подавання води та виходу піноутворювача, опорами, розподільним трубопроводом і запобіжним клапаном для захисту від надмірного тиску.

У разі спрацьовування системи вода надходить у бак і розподіляється між сталевими стінками та мембраною, одночасно стискаючи мембрану і витісняючи піноутворювач у трубопровід пінозмішувача.

Таким чином, піноутворювач перебуває під тиском, що відповідає тиску води в системі, що забезпечує автоматичне та точне дозування піноутворювача. Мембрана заповнюється лише тоді, коли система перебуває у неробочому стані.

5.3 Зрошувачі автоматичних систем пінного пожежогасіння

У минулому, коли піна зберігалася вже у готовому стані, для її подавання в автоматичних системах пінного пожежогасіння було достатньо звичайних спринклерних або дренчерних зрошувачів. Проте цей спосіб зберігання вогнегасної речовини нині не використовують. Тому далі будуть розглянуті насадки, які забезпечують утворення піни безпосередньо з розчину води та піноутворювача.

Для утворення повітряно-механічної піни на виході автоматичних систем пінного пожежогасіння недостатньо лише підготувати розчин води та піноутворювача. Для формування ефективної пінної речовини необхідні спеціальні випускні насадки, які забезпечують перетворення водного розчину піноутворювача у повітряно-механічну піну, такі насадки у технічній літературі називають піно-генераторами.

Піногенератори формують повітряно-механічну піну з розчину води та піноутворювача, яку використовують для ефективного гасіння загоряння легкозаймистих і горючих рідин, а також твердих матеріалів. Класифікацію піногенераторів здійснюють за кратністю піноутворення (низька, середня, висока), залежно від типу пожежі та умов експлуатації вони формують піну різної щільності та об'єму для забезпечення ефективного покриття загоряння.

Принцип роботи піногенераторів передбачає: **по-перше – подавання повітря.** Струмінь стисненого повітря або система вентиляції у піногенераторі взаємодіє з розчином та забезпечує його інтенсивне перемішування та аерацію з метою утворення піни. **По-друге – це утворення піни.** Утворену піну з високим коефіцієнтом розширення подають безпосередньо до осередку пожежі, що забезпечує ефективне покриття та гасіння полум'я.

Піногенератори за кратністю поділяють на:

– **генератори піни низької кратності** створюють піну з кратністю 6:1-8:1. Вони ідеально підходять для гасіння невеликих пожеж в електричних щитових, моторних відсіках або у разі локальних розливів палива.

– **генератори піни середньої кратності** формують піну з коефіцієнтом розширення 20:1-100:1. Їх застосовують для гасіння пожеж класу А (тверді речовини) у будівлях та пожеж класу В (легкозаймисті рідини) за умови розливів.

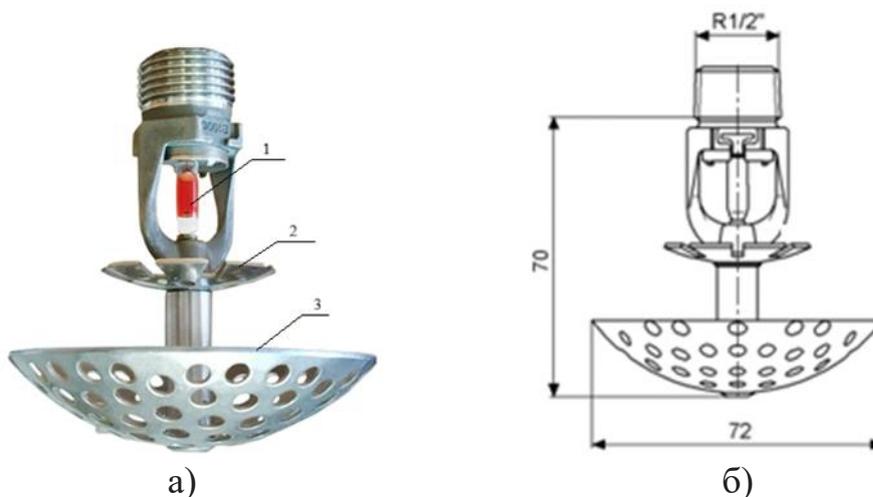
– **генератори піни високої кратності** формують піну з коефіцієнтом розширення від 200:1 до 1000:1. Їх застосовують для гасіння великих пожеж в авіаційних ангарах, резервуарах для зберігання та на промислових об'єктах.

Найбільш простий за конструкцією пінний зрошувач подібний до звичайного водяного зрошувача (рис. 5.5).



Рисунок 5.5 – Пінний спринклерний зрошувач СПУ-15

Схожим за конструкцією є спринклерний пінний зрошувач MX5-FW-CUP Minimax Viking K-40-115 з монтажем розеткою вниз.



а) конструкція; б) схема; 1 – тепловий замок, 2 – розетка для подрібнення компактного струменю, 3 – пінна розетка

Рисунок 5.6 – Пінний спринклерний зрошувач MX5-FW-CUP Minimax Viking K-40-115

За умови досягнення температури порогового значення у пристельовому шарі відбувається руйнування теплового замка 1. Коли отвір для подавання розчину води та піноутворювача відкривають, суміш під робочим тиском 1-13 бар подають до розетки 2, де потік розбивають на дрібні струмені, що забезпечує утворення піни для подальшого використання. Потім подрібнені струмені спрямовують на пінну розетку 3, де формується повітряно-механічна піна. Зрошувач виготовляють у різних виконаннях із К-фактором 40, 57, 80 або 115.

Ще один приклад простої технічної реалізації піногенераторів для автоматичних систем пожежогасіння – дренчерний зрошувач Victaulic V2603 (рис. 5.7).



Рисунок 5.7 – Пінний дренчерний зрошувач Victaulic V2603

Пінний дренчерний зрошувач V2603 застосовують для гасіння пожеж вуглеводневих, полярних та інших займистих рідин із плівкоутворювальною,

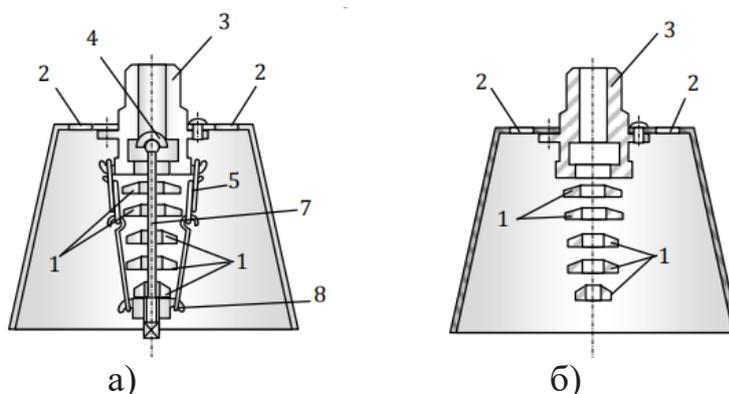
протеїною, фторпротеїною або спиртовою піною. У разі спрацювання дренчера подавання піни відбувається за параболічною траєкторією.

Основні технічні характеристики:

- установка – розеткою вниз;
- максимально допустимий робочий тиск – 1200 кПа;
- мінімальний рекомендований робочий тиск – 103 кПа;
- К-фактор – 80;
- номінальний розмір вихідного отвору: $\frac{3}{8}$ дюйма.

Корпус зрошувача виконаний з бронзи, розетка та гвинт – з латуні. Сітка-насадка, монтажна пластина та запобіжне кільце виготовлені з нержавіючої сталі.

Більш складну конструкцію і принцип роботи мають зрошувачі ОПС та ОПД (рис. 5.8).



- 1 – нижня діафрагма; 2 – отвір; 3 – корпус зрошувача; 4 – клапан;
5 – тепловий замок; 6 – дифузор; 7 – шток; 8 – натяжна гайка

Рисунок 5.8 – Пінні зрошувачі ОПС (а) та ОПД (б)

У разі виникнення пожежі в приміщенні, де встановлено спринклерну систему пінного пожежогасіння, відбувається нагрівання та розплавлення теплового замка 5 (рис. 5.8, а), який утримує клапан 4 у закритому положенні через шток 7 і натяжну гайку 8. Коли тепловий замок руйнується через нагрів, спрацьовує механізм спринклера. Клапан 4 відкриває шлях для води або пінного розчину, шток опускається і утримується нижньою діафрагмою діафрагменного розпилювача 1 та забезпечує стабільне положення механізму, а натяжна гайка разом із розтяжками теплового замка 5 виходить з корпусу зрошувача 3, що дозволяє повністю відкрити прохід для робочої рідини. Розчин води з піноутворювачем потрапляє в зрошувач через отвір у штуцері, який звужується до конічної форми. Конічні поверхні діафрагм перерізають струмінь по діаметру, і завдяки цьому рідина виходить на поверхню діафрагм у вигляді плоского, рівномірного струменя, готового до подальшого розпилення або формування піни. Плоскі струмені розчину з трьох верхніх діафрагм набувають турбулентного руху, ежктують повітря з отвору 2 і спрямовуються на стінку дифузора 6, забезпечують ефективне змішування та розпилення. На стінці дифузора піноутворюючий розчин інтенсивно контактує з повітрям та утворює

повітряно-механічну піну. Плоскі струмені, що виходять із двох нижніх діафрагм, переміщують утворену піну і рівномірно розподіляють її по площі приміщення, яке підлягає захисту, уникаючи контакту зі стінкою дифузора. Зрошувач ОПД (рис. 5.8, в) працює аналогічним чином але без етапу руйнації теплового замка.

Зрошувачі типів ОПС і ОПД, як правило, монтують на висоті 4-20 м. Вони зрошують піною площу від 9 до 23 м² за робочого тиску 0,3 МПа (3 кгс/см²) і витрати піни 24 л/с. Мінімальна кратність піни, яку одержують зі зрошувачів ОПС і ОПД, дорівнює 8.

У дренчерних системах застосовують також пінні генератори типів ОЭ-50 і ОЭ-25 (зрошувачі евольвентні з вихідними отворами діаметром 50 або 25 мм) (рис. 5.7). За даними виробника, ці зрошувачі забезпечують покриття площі розміром 27 м² з урахуванням висоти встановлення 4 м. Продуктивність генератора ОЭ-50 за розчином – 15 л/с, генератора ОЭ-25 – 3,6 л/с за тиску 0,3 МПа (3 кгс/см²). Зрошувачі ОЭ-25 і ОЭ-50 відрізняються лише розмірами і є пристроями відцентрового типу, призначеними для розпилювання рідини, що надходить у генератор по евольвентній траєкторії.



Рисунок 5.6 – Зрошувач евольвентний

Зрошувач типу ОЭ містить корпус 1, вкладиш 2 з чотирма прорізами. Вкладиш зміщений відносно центру корпусу. Піноутворювальний розчин у корпусі зрошувача набуває обертального руху і виходить через вихідний отвір у вигляді краплинного потоку з кутом розкриття 90°.

РОЗДІЛ 6. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО (ПІННОГО) ПОЖЕЖОГАСІННЯ

6.1 Пожежні роботи

Сучасний рівень розвитку науки і техніки дозволяє залучати до гасіння пожеж не тільки стаціонарні системи автоматичного пожежогасіння, а й їх мобільні аналоги – спеціалізовані автоматизовані машини, здатні самостійно або дистанційно виконувати завдання з виявлення та гасіння пожеж.

В контексті використання пожежних роботів як аналогів (замінників) автоматичних систем водяного (пінного) пожежогасіння, можна стверджувати, що це має бути автоматизований або автономний елемент системи пожежогасіння, який поєднує робототехніку, сенсорні технології та системи подавання вогнегасних речовин.

Його головна мета – автоматично виявити та ліквідувати осередок загоряння без участі людини, особливо в умовах, де звичайні стаціонарні системи неефективні або їх використання неможливе.

Концепція створення. Пожежний робот – це інтелектуальний виконавчий модуль, який:

- отримує сигнали від системи виявлення пожежі;
- аналізує обстановку;
- автоматично ухвалює рішення про запуск системи гасіння;
- обирає та займає найкращу позицію для подавання вогнегасної речовини;
- подає вогнегасну речовину до осередку пожежі.

Водночас пристрій може або переносити певний об'єм вогнегасної речовини, або прокладати рукавну лінію для подавання вогнегасної речовини зі стаціонарного чи мобільного джерела.

Конструкції пожежних роботів різних розробників можуть суттєво відрізнятися, проте в узагальненому вигляді вони мають таку структуру (рис. 6.1).

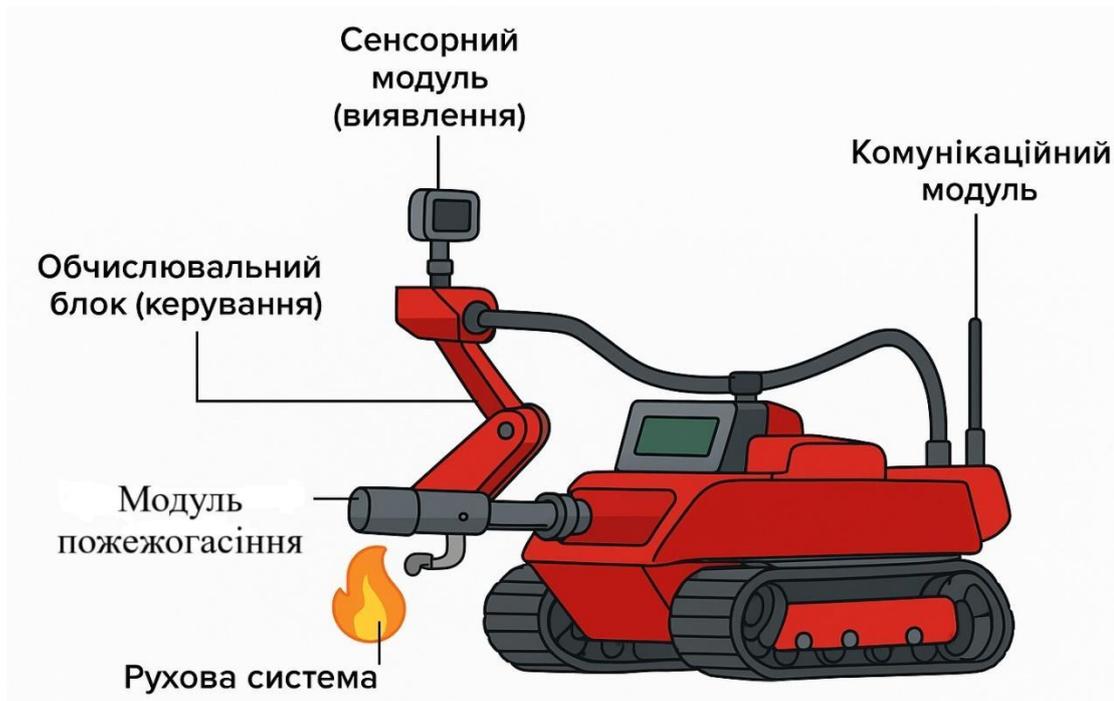


Рисунок 6.1 – Узагальнена схема пожежного робота

Пожежний робот містить наступні модулі.

1. Сенсорний модуль (виявлення):

- датчики температури, полум'я, диму;
- тепловізійні камери;
- лазерні далекоміри або LiDAR для орієнтації;
- системи комп'ютерного зору (AI-розпізнавання полум'я).

2. Обчислювальний блок (керування):

- контролер або вбудований комп'ютер;
- алгоритми штучного інтелекту для аналізу та ухвалення рішень;
- зв'язок із системою диспетчеризації.

3. Рухова система:

- гусенична, колісна або стаціонарна платформа;
- електроприводи для пересування або повороту ствола;
- стабілізатори для роботи в динамічних умовах.

4. Модуль пожежогасіння:

- насосна установка або підключення до зовнішнього водопроводу;
- змінні насадки (струменеві, розпилювальні, для тонкорозпиленої води, піни тощо);

- автоматичне регулювання тиску й напрямку подавання.

5. Комунікаційний модуль:

- радіоканал або Wi-Fi для зв'язку з оператором;
- можливість інтеграції в систему «розумної» пожежної безпеки будівлі.

Рухова система не є обов'язковою. Пожежний робот може бути реалізований у вигляді стаціонарного лафетного ствола з функцією самонаведення (рис. 6.2).



Рисунок 6.2 – Стационарні лафетні стволи з функцією самонаведення

Основні функції пожежного робота полягають у тому, щоб забезпечити повністю автономне виявлення, локалізацію та ліквідацію пожежі. Робот постійно контролює навколишнє середовище за допомогою теплових, димових і оптичних сенсорів, а у випадку виникнення пожежі самостійно визначає місце осередку вогню, оцінює його інтенсивність і ухвалює рішення щодо способу гасіння.

Після отримання сигналу про пожежу робот активує систему подавання вогнегасної речовини (води, піни або тонкорозпиленої води) та точно спрямовує її на зону загоряння та запобігає зайвому зволоженню та пошкодженню обладнання. У процесі роботи він підтримує зв'язок із центральною системою керування, передає відео та дані з датчиків, це дозволяє оператору контролювати ситуацію у реальному часі.

До того ж пожежний робот може самостійно пересуватися в межах об'єкта, долати перешкоди та орієнтуватися у просторі завдяки системі комп'ютерного зору. Його головною метою є не лише швидке гасіння пожежі, а й мінімізація ризиків для життя людей, підвищення ефективності дій у критичних ситуаціях і забезпечення безперервного пожежного захисту.

Особливості та переваги:

- автономність - може працювати без участі людей або під дистанційним контролем;
- точність - подає вогнегасну речовину лише до осередку та зменшує витрати води;
- безпека - усуває потребу перебування рятувальників у небезпечній зоні.
- мобільність - забезпечує легке пересування по завалах та нерівних поверхнях, оперативне ухвалення рішень відповідно до поточної ситуації;

- Універсальність - може використовувати воду, піну, тонко розпилену воду.

Пожежний робот може бути як самостійним засобом протипожежного захисту, так і інтелектуальним модулем (Smart Fire Safety), інтегрованим у систему забезпечення безпеки будівлі.

Наразі такий клас обладнання, як пожежні роботи, лише починають використовувати в Україні, тому складно визначити лідерів у цьому сегменті. Серед моделей, що отримали позитивні відгуки фахівців, можна виділити, наприклад, гідростатичний пожежний робот KRB-FFSI (рис. 6.3).



Рисунок 6.3 – Гідростатичний пожежний робот KRB-FFSI

Цей робот обладнаний системою дистанційного управління, що дозволяє оперативно залучати його до гасіння пожежі. Завдяки тепловізору система визначає безпечну відстань втручання, а робот розташовується відповідно до цієї відстані; одночасно можна оперативно визначати миттєві значення температури в зоні події. Додатково система обладнана камерами прямого та зворотного огляду, що забезпечують відображення переднього та заднього планів.

Гідростатичний робот KRB-FFSI забезпечує оперативне та ефективне втручання у пожежі на відкритих і закритих ділянках. Система призначена для використання як на залізничних коліях із осьовими інструментами, так і на автомагістралях.

Завдяки циліндричній головці вогнегасного робота, що переміщується по двох осях, її розпилювальні сопла, розташовані по окружності, можуть бути віддалено встановлені.

Вісь-1: Розпилювання під кутом 45 градусів в горизонтальному положенні.

Вісь-2: Головка здатна реагувати на пожежі в секторі 270° навколо своєї осі.

Ще одним зразком, який пройшов випробування в реальних умовах, є пожежний робот Magirus Wolf R1 (рис. 6.4).



Рисунок 6.4 – Пожежний робот Magirus Wolf R1

Робот створено з урахуванням оцінювання ризику та вимог чинних стандартів і технічних специфікацій. Таким чином, він відповідає сучасному рівню техніки і забезпечує максимальну безпеку під час роботи.

Робот Magirus Wolf R1 функціонує як безпілотний транспортний засіб для розгортання та перевезення пожежного обладнання. Робот не призначений для транспортування людей. Це не стосується транспортування поранених із використанням відповідного додаткового обладнання, такого як допоміжна платформа або носилки для поранених. Неправильне використання тактичного робота може становити загрозу життю та здоров'ю користувача або третіх осіб, а також перешкоджати ефективній роботі самого робота.

Основні технічні характеристики:

Вага - 700 кг,

Розміри: довжина - 1 677 мм, ширина - 1 234 мм;

Максимальна швидкість - 15 км/год;

Максимальна тягова здатність - 4 000 кг;

Двигун: 2 дискові роторні двигуни PMS;

Максимальна продуктивність: 2 x 18 кВт;

Момент обертання: 1050 Нм;

Акумулятор: літій-іонний акумулятор на 8,8 кВт/год (змінний акумулятор).

Камери:

- 4 статичні камери направлення;
- 2 додаткові динамічні камери для нормального та теплового передавання зображення (діапазон обертання $0^\circ - +/- 180^\circ$);
- звичайне/теплове зображення баштової камери 360° , (діапазон обертання $0^\circ - +/- 90^\circ$) (за потреби);
- система стисненого повітря для очищення камер.

Colossus (Франція, Shark Robotics) – важкий робот для боротьби з пожежами та ліквідації надзвичайних ситуацій, призначений для роботи в екстремальних умовах, таких як зони обстрілів або пожежі (рис. 6.5).



Рисунок 6.5 – Важкий пожежний робот Colossus (Франція, Shark Robotics)

Він обладнаний пожежними стволами та системами відеоспостереження, може транспортувати вантажі та здійснювати рятувальні операції. Робот Colossus здобув популярність завдяки своєму використанню під час пожежі в Соборі Паризької Богоматері.

Компанія Shark Robotics направила перші роботи Colossus в Україну у 2025 році для підрозділів ДСНС у рамках грантової угоди з урядом Франції, що сприяло підвищенню ефективності рятувальних операцій.

Робот Colossus обладнаний водяним монітором з продуктивністю до 3000 літрів на хвилину та камерами (оптичні, тепловізійні), датчиками диму та температури, системою дистанційного керування.

Отже, пожежні роботи – це сучасний напрямок розвитку систем пожежогасіння. Вони не лише допомагають рятувальникам, але й здатні діяти автономно та забезпечувати автоматичне гасіння вогню в складних умовах.

6.2 Системи гасіння з використанням тонкорозпиленої води

Ефективність води як вогнегасної речовини не викликає сумнівів, зокрема як робочої речовини для автоматичних систем пожежогасіння. Водночас існує низка проблем, пов'язаних із застосуванням цього класу обладнання:

- значні витрати води: подавання сотень літрів на хвилину може призвести до серйозних збитків від підтоплення. Особливо це стосується таких об'єктів, як бібліотеки, архіви, дата-центри та музеї, де шкода від води іноді перевищує ушкодження від самого вогню.

- необхідні потужні насоси, ємності для зберігання води та розгалужені трубопроводи, що, відповідно, підвищує вартість монтажу та експлуатації системи.

Системи з використанням тонкорозпиленої води (ТРВ) є ефективною альтернативою звичайним автоматичним системам водяного пожежогасіння.

Зазначена технологія пожежогасіння передбачає подавання води під високим тиском через спеціальні форсунки з подальшим її розпиленням у вигляді наддрібних крапель.

Підвищена ефективність використання тонкорозпиленої води зумовлена збільшенням площі контакту з осередком пожежі. Внаслідок інтенсивного теплообміну вода швидко нагрівається, випаровується та поглинає значну кількість теплоти від зони горіння. Для запобігання невиправданим втратам води та підвищення ефективності гасіння, технологію ТРВ використовують переважно за умов незначної висоти полум'я. Це дозволяє забезпечити проникнення водяного туману крізь зону горіння безпосередньо до нагрітої поверхні, що характерно для пожеж, пов'язаних із займанням конструкційних елементів (підшивки перекриттів, стін, перегородок, решетування даху), а також волокнистих речовин, пилу та темних нафтопродуктів. Сфери застосування розпиленої води охоплюють не лише пожежогасіння, але й допоміжні функції, зокрема: зниження температури навколишнього середовища, створення водяних завіс для захисту від теплового випромінювання, охолодження конструкцій будівель та обладнання, а також осадження димових часток [35].

Таким чином, утворення водяного туману із мікрокрапель забезпечує комплексний механізм пожежогасіння.:

- швидко охолоджує полум'я та поверхні;
- внаслідок інтенсивного випаровування утворюється значний об'єм пари, яка, відповідно, знижує концентрацію кисню в зоні горіння;
- забезпечує інтенсивне поглинання теплової енергії (теплового випромінювання), що сприяє локалізації та зменшенню швидкості поширення пожежі.

Застосування автоматичних систем пожежогасіння тонкорозпиленою водою (ТРВ) вважають ефективним для ліквідації пожеж таких класів:

- клас А – тверді горючі матеріали (дерево, папір, текстиль тощо);
- клас В – горючі рідини (нафта, бензин, спирти, масла);
- клас С – горючі гази;

– клас Е – електрообладнання під напругою до 1000 В.

Згідно з [36], системи пожежогасіння з використанням тонкорозпиленої води (ТРВ) поділяють на три групи, критерієм для яких є значення робочого тиску:

а) система високого тиску, де трубопроводи розподільної системи піддаються тиску 34,5 бар або більше;

б) система середнього тиску діапазон робочого тиску в розподільній мережі визначають межами понад 12,1 бар та менше 34,5 бар;

с) системи низького тиску передбачають робочий тиск у розподільних трубопроводах, що не перевищує 12,1 бар.

Згідно зі стандартом [36], тонкорозпилена вода (ТРВ) – це диспергована вода, для якої показник $D_{v0,99}$ (діаметр крапель, що становлять 99 % від загального об'єму рідини) не перевищує 1000 мкм за мінімального розрахункового робочого тиску.

$D_{v0,99}$ (Volume Median Diameter 0.99) – це діаметр краплі, менший або рівний якому має 99 % від загального об'єму всіх крапель у хмарі розпилю.

Відповідно до [37] системи ТРВ поділяють на 3 класи:

– клас I належить до діапазону 100-200 мкм;

– клас II до діапазону 200-400 мкм;

– клас III до 400-1000 мкм.

Така класифікація наведена на рис. 6.6.

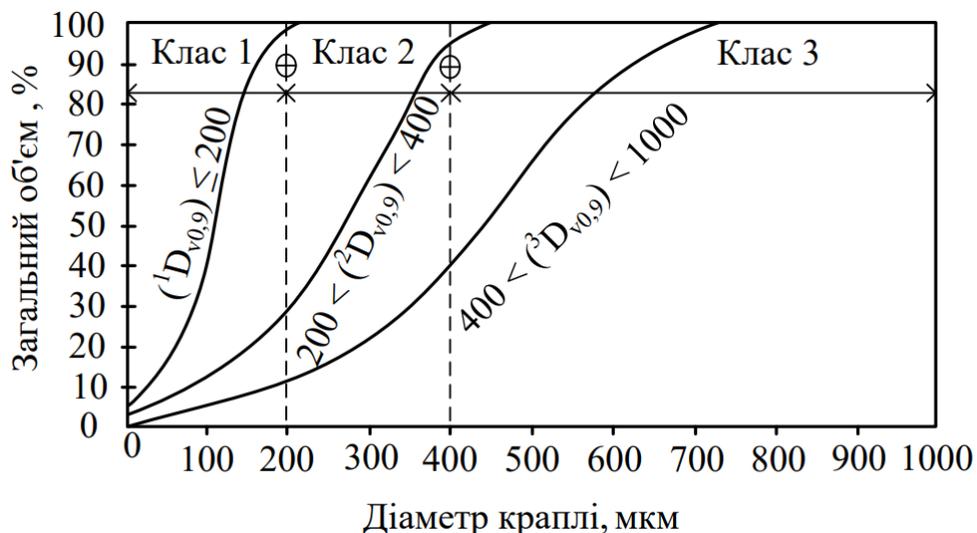


Рисунок 6.6 – Залежність розміру краплі води від об'ємно-фракційного розподілу та класифікації стандарту [37]

Наочним поясненням високої ефективності систем пожежогасіння тонкорозпиленою водою (ТРВ) за умови мінімальних витрат робочої рідини є дані, наведені в таблиці 6.1 [38].

Таблиця 6.1 – Залежність активної поверхні крапель від розміру крапель води

Діаметр крапель води, мм	Кількість крапель води, од	Площа поверхні крапель води, м ²
10	1,900	6
1	1,900,000	6
0,1	1,900,000,000	60
0,01	1,9E ¹²	600
зниження порядку величини		
x0,1	x1,000	x10

Системи пожежогасіння тонкорозпиленою водою спроектовані за аналогією з іншими автоматичними установками пожежогасіння, але мають свої особливості, пов'язані з високим тиском і зрошувачами спеціальної конструкції (рис. 6.7).



а)



б)

а) спринклерний, б) дренчерний

Рисунок 6.7 – Приклади технічної реалізації зрошувачів для автоматичних систем пожежогасіння тонкорозпиленою водою

Типова структура автоматичної системи пожежогасіння тонкорозпиленою водою містить такі основні елементи:

1. Джерело води:

- резервуар або підключення до водопроводу;
- вимоги до об'єму значно менші, ніж у класичних спринклерних системах (потрібно у 10-20 разів менше).

2. Насосна станція/генератор високого тиску:

- піднімає тиск до 80-200 бар (у високотискових системах);
- є середньо- та низькотискові системи (10-50 бар), які застосовують для менших приміщень.

3. Трубопровідна мережа:

- виконують зі звичайної або нержавіючої сталі;
- завдяки зменшенню витрат має менший діаметр труб, ніж у спринклерних системах, що спрощує монтаж.

4. Зрошувачі (форсунки):

- формують водяний туман;
- бувають відкритого (для дренчерних систем) і закритого типу (з тепловим замком, як у звичайних спринклерних зрошувачів).

5. Система управління:

- може містити пожежні сповіщувачі;
- система автоматично запускає насос або балон у разі виникнення пожежі;
- може мати ручне керування.

Розглянемо кілька прикладів технічної реалізації автоматичних систем пожежогасіння тонко розпиленою водою.

Система пожежогасіння тонкорозпиленою водою **Minifog EconAqua**.

Незважаючи на появу нових вогнегасних речовин, останнім часом проєктанти систем протипожежного захисту дедалі частіше пропонують використовувати саме воду. Сучасна технологія пожежогасіння тонкорозпиленою водою дозволяє використовувати значно менше води для локалізації загоряння. Як наслідок, мінімізуються пошкодження обладнання і матеріалів, розташованих у приміщенні, що підлягає захисту. У таких системах, на відміну від класичних спринклерних систем, де гасіння відбувається шляхом використання менш ефективних технологій змочування та охолодження горючих поверхонь, вода створює водяний туман (струмені розпиленої води із середньоарифметичним діаметром краплин не більше ніж 100 мкм), який набагато ефективніше поглинає тепло полум'я і заповнює весь простір у зоні гасіння. Дрібні краплини води мають істотну загальну площу поверхні і, відповідно, краще розсіюють і поглинають тепло, мають меншу швидкість осідання, забезпечують проникнення в усі технологічні отвори обладнання.

У проєктуванні та за функціонуванням система пожежогасіння тонкорозпиленою водою Minifog EconAqua подібна за принципом дії до класичної спринклерної системи. Система містить одну чи декілька зон гасіння, відповідні вузли керування та насосну станцію EconAqua.

Зони пожежогасіння. Здійснюють прокладання трубопровідної мережі та монтаж зрошувачів для гасіння тонкорозпиленою водою над площею, що підлягає захисту. Діапазон номінальних діаметрів труб, які використовують у системі, здебільшого становить 20-40 мм і є набагато меншим за ті діаметри, що застосовують у класичних спринклерних системах. В робочому стані трубопровідна мережа над зоною пожежогасіння заповнена водою під тиском (водозаповнена система) або стиснутим повітрям (суха система). Додаткове подавання забезпечують за допомогою жокей-насоса або компресора. У разі пожежі спрацьовують лише спринклерні зрошувачі, розташовані у безпосередній близькості від осередку пожежі. Це дозволяє загасити пожежу швидко з використанням малої кількості розпиленої води. Решта спринклерів залишаються закритими.

Вузли керування EsonAqua. Система пожежогасіння розділена за допомогою вузлів керування на окремі мокрі і сухі зони. Коли система готова до роботи, керування насосами, що підтримують тиск у системі пожежогасіння, здійснюють за допомогою цих вузлів. У разі виникнення пожежі, наприклад, після відкриття зрошувача, тиск у трубопроводах порушеної зони пожежогасіння досягає рівня, достатнього для відкриття відповідного вузла керування. Це ініціює процес гасіння. Одночасно відбувається надсилання сигналу тривоги та індикація тривожної зони.

Насосна станція EsonAqua. Крім елементів, що підтримують тиск в мережі зони пожежогасіння, насосна станція EsonAqua також містить модуль пожежної сигналізації, основний насос, джерело води, а також інші важливі компоненти, які забезпечують роботу системи пожежогасіння (рис. 5.8). Завдяки високій ефективності використання води простір, необхідний для насосної станції EsonAqua, на 80 % менший, ніж для відповідної класичної насосної станції. Головний сигнальний клапан підтверджує візуальну й акустичну тривогу в насосній станції EsonAqua.

Запуск насосів відбувається, якщо тиск у відповідному трубопроводі падає внаслідок спрацювання одного з вузлів керування.

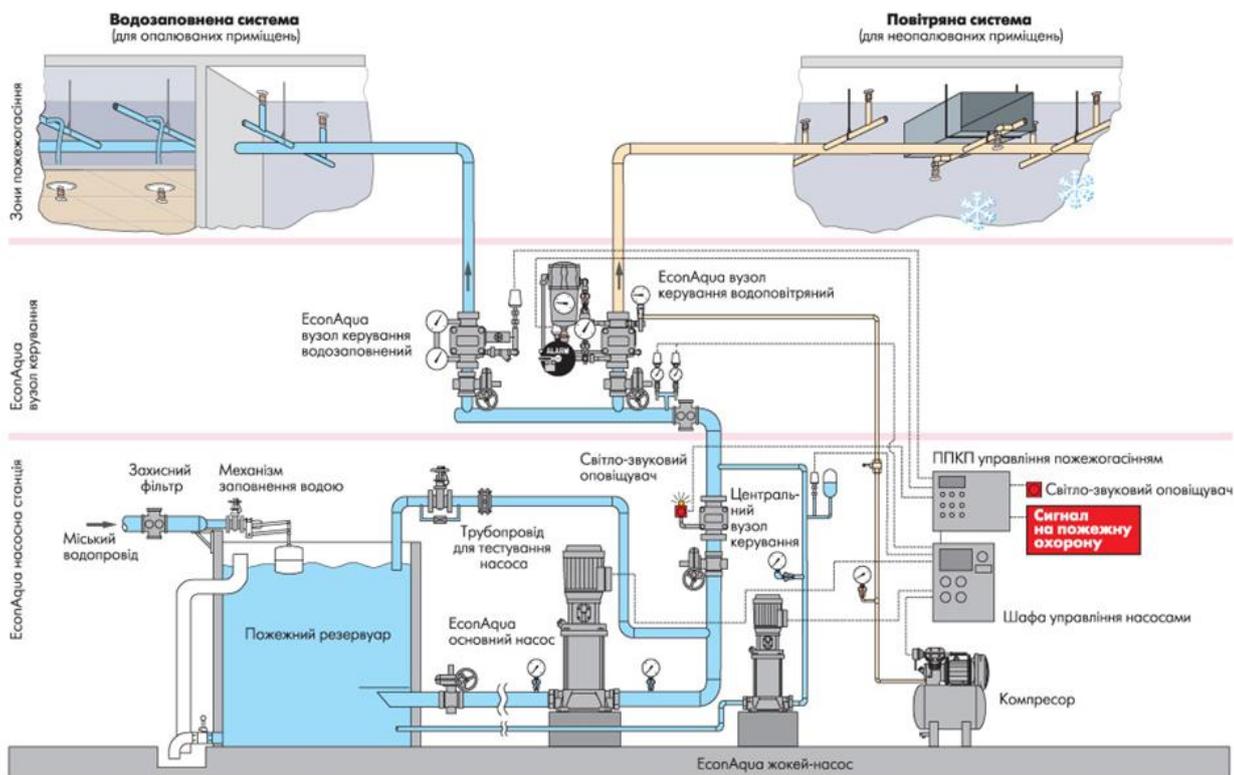


Рисунок 6.8 – Схема системи пожежогасіння тонкорозпиленою водою EsonAqua

Використання спринклерної системи пожежогасіння тонкорозпиленою водою EsonAqua буде оптимальним рішенням, тому що EsonAqua поєднує переваги традиційної спринклерної системи пожежогасіння з перевагами систем пожежогасіння високого тиску. Єдиним важливим критерієм під час

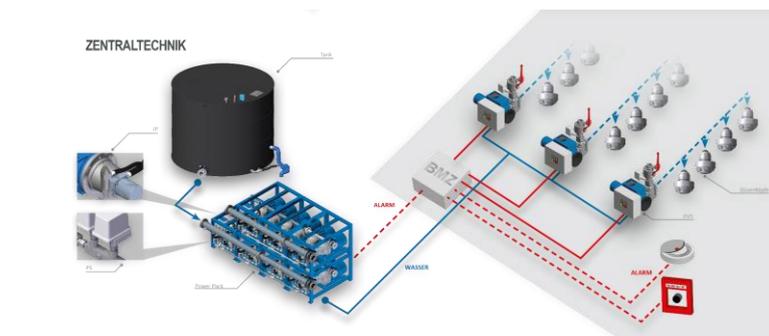
вибору серед альтернативних систем є загальна вартість системи. Крім прямих коштів, інвестованих в інсталяцію системи, вона передбачає кошти на спорудження приміщення насосної станції, вартість підведення електроживлення і трубопроводів водопостачання, вартість обслуговування системи.

Австрійська компанія **AQUASYS**, провідний виробник сучасних систем водяного туману під високим тиском, співпрацює з 16 компаніями-партнерами в Європі та 12 в Азії, на жаль Україна поки що відсутня в цьому переліку партнерів. Фахівці компанії пропонують наступні рішення щодо захисту приміщень центрів оброблення даних.

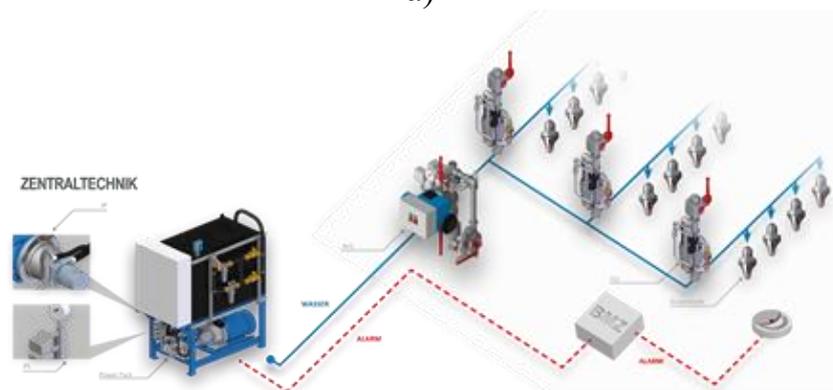
Компанія **AQUASYS** пропонує технічне рішення для цілеспрямованого та ефективного пожежогасіння в центрах оброблення даних. Системи з використанням технології водяного туману високого тиску (HPWM) потребують мінімальної кількості води. Відповідно, вони ідеально підходять для приміщень із дороговартісним обладнанням або специфічними умовами експлуатації, зокрема серверних кімнат, лабораторій, електронних панелей керування та архівів. В системах **AQUASYS** використовують лише високоякісні компоненти з нержавіючої сталі, що вимагає застосування надчистої води. Це забезпечує не тільки ефективне пожежогасіння, але й дає змогу людям безпечно залишати приміщення, а екстреним службам – доступ навіть під час пожежі. Під час різноманітних повномасштабних протипожежних випробувань система **AQUASYS** змогла продемонструвати свої високоефективні можливості пожежогасіння навіть за умови постійної роботи системи вентиляції.

Дренчерна система (рис. 6.9, а). має відкриті насадки, сухі труби розподільчої мережі. Активація відбувається при спрацюванні електричної збуджувальної системи. Мережа трубопроводів заповнюється водою до клапанів, що відповідають за свою зону (DVS). Коли через збуджувальну систему надходить сигнал тривоги, активується відповідний зонний клапан і випускає потік води до всіх насадків у цій зоні. Результуюче падіння тиску (сигналізація через реле тиску (PS)) автоматично запускає основні насоси, які забезпечують ефективне пожежогасіння для всієї секції.

У спринклерній системі (рис. 6.9, б) трубопроводи заповнюють водою під тиском до зрошувачів, закритих термоспусковими елементами. Встановлений резервний насос (JP) постійно підтримує цей тиск. Термоспускові елементи спрацьовують під час перевищення заданих температур і автоматично розпилюють водяний туман високого тиску (HDWN). Результуюче падіння тиску (сигналізація через реле тиску (PS)) автоматично запускає головні насоси, які забезпечують повну продуктивність системи водяного туману.



а)



б)

а – дренажна система; б – спринклерна система

Рисунок 6.9 – Структура системи водяного туману компанії AQUASYS

Ще один приклад технічної реалізації системи пожежогасіння тонко розпиленою водою – обладнання від компанії FOGTEC Brandschutz GmbH, яка була заснована в 1997 році і наразі реалізувала низку проєктів із захисту центрів оброблення даних таких компаній: Royal Bank of Scotland, NTT, Apple, Amazon, British Airways, Tesco, The Economist, British American Tobacco Group, Telecom Slovakia, Ministerio de Madrid, Bank of England.

Така система HPWM потребує лише близько 10-20 % об'єму води, необхідного для звичайної спринклерної системи, що гарантує мінімальні втрати внаслідок застосування води під час гасіння пожежі. Зазвичай передбачена можливість прямого доступу до місцевого водопостачання, що виключає необхідність спорудження дорогого резервуара для зберігання води. Водночас насосну систему легко розташувати у невеликих технічних приміщеннях. Ба більше, жодна інша вогнегасна речовина не здатна так швидко знизити температуру та частково видалити димові гази, що додатково обґрунтовує застосування водяного туману для приміщень із постійним або тимчасовим перебуванням людей.

Водяний туман під високим тиском є ефективною, екологічно чистою та стійкою альтернативою консервативному газовому пожежогасінню, а також спринклерній технології. За допомогою спеціальних насадок чиста вода тонко розпилюється під високим тиском понад 60 бар. Краплі туману, які утворюються внаслідок розпилення, мають середній діаметр 20-150 мкм і розподіляються в приміщенні аналогічно газу. Зменшення діаметра краплі значно збільшує поверхню теплообміну з вогнем. Це призводить до витіснення

атмосферного кисню безпосередньо біля джерела пожежі та зниження концентрації кисню на місцевому рівні, що зумовлює вдалу ліквідацію осередку пожежі. Водяний туман поширюється дуже швидко і не потребує попередньої сигналізації в зонах захисту, що дає змогу ефективно досягати навіть прихованих осередків займання. Водночас енергія випаровування забезпечує значно кращий ефект охолодження порівняно зі звичайною спринклерною технологією.

Вода розпилюється за допомогою спеціальних змінних форсунок, розташованих у корпусі насадки. Така конструкція дає змогу регулювати форму (кут) розпилення, швидкість потоку та розподіл крапель. Для активації дренчерної системи з відкритими форсунками використовують систему пожежної сигналізації. Окрім відкритих форсунок, застосовують автоматичні насадки, що активуються через скляну колбу, подібно до принципу дії звичайного спринклера. У цьому випадку розподільчу систему заповнюють водою або стисненим повітрям під надлишковим тиском (системи попередньої дії або повітряна система).

Насоси системи водяного туману (рис. 5.10, а) працюють під тиском від 60 до 140 бар. За нижчого тиску краплі будуть більшими і не зможуть досягти осередку пожежі через недостатнє прискорення. Насосні агрегати містять окремі насосні модулі. Насосні модулі доступні з витратою від 25 до 800 л/хв. Насосні агрегати мають електричний або дизельний двигун.

Секційні клапани доступні для різних типів систем для сухих і мокрих трубопроводів, для сухих зон із попереднім тиском і для систем попереднього спрацювання. Для систем, активація яких не залежить від скляної колби, можна використовувати практично всі типи систем виявлення пожежі. Шафи управління обладнані найсучаснішими контролерами і можуть бути приєднані до систем пожежної сигналізації. Всі трубопроводи в системі виготовлені з нержавіючої сталі, що відповідає міжнародним вимогам до систем пожежогасіння водяним туманом. Поперечний переріз труби становить від 10 до 50 мм.



а – насоси високого тиску; б – балони зі стиснутим азотом та очищеною водою

Рисунок 6.10 – Джерела енергії в системах водяного туману компанії FOGTEC Brandschutz GmbH

Також у системах водяного туману FOGTEC Brandschutz GmbH як джерело енергії можна використовувати балони під тиском (рис. 6.10, б). Така реалізація системи має структуру, схожу на системи газового пожежогасіння, і активується аналогічно. Вони забезпечують обмежену кількість води і є дешевшими, ніж насосні системи, призначені для невеликих об'єктів. Система містить окремі балони для води та азоту, які з'єднані азотним колектором. За умови спрацьовування всі водяні балони перебувають під тиском азоту. Вони активуються через зовнішню систему пожежної сигналізації або вручну. Робочий тиск у системі на початковому етапі становить 200 бар і постійно знижується під час спорожнення балона з азотом.

Отже, на основі досліджень [36, 39, 40] можна зазначити, що основними перевагами тонкорозпиленої води порівняно з іншими вогнегасними речовинами є:

- можливість гасіння практично всіх речовин і матеріалів, включно з пірофорними, за винятком тих, що реагують з водою з виділенням теплової енергії та горючих газів. Також вода демонструє високу ефективність у процесі гасіння пожеж класів А, В, С, F та електроустановок під напругою. Зокрема для підвищення ефективності пожежогасіння до води можна додавати спеціальні добавки;

- гасіння прихованих осередків вогню можливе завдяки тому, що струмінь має властивості «газоподібного тривимірного спрею» або «3D-ефекту»;

- критичною характеристикою системи пожежної безпеки є її здатність підтримувати життєдіяльність людей, які одночасно перебувають у зоні пожежі;

- засіб має підвищений охолоджуючий ефект, який полягає в тому, що дрібні краплі збільшують площу поверхні для максимально ефективного поглинання тепла;

- ефект витіснення кисню досягається завдяки миттєвому випаровуванню та розширенню дрібних крапель води, що призводить до зниження концентрації кисню навколо джерела займання.;

- зниження температури від 900 °C до 50 °C за 1 хвилину;

- засіб забезпечує захист людей, несучих та огорожувальних конструкцій, а також розташованих поруч горючих матеріалів від негативного впливу теплового випромінювання.;

- поглинання і видалення токсичних газів і диму в приміщеннях у разі виникнення пожежі;

- невелика кількість води для зберігання (економія до 90 %);

- незначний збиток від пролитої води;

- мінімальне споживання води, що особливо важливо для місць з обмеженим споживанням води;

- можливість застосовувати для гасіння пожеж архівів, музеїв, серверних, обладнання, що перебуває під напругою (за умови дотримання правил безпеки праці);

– ключовою перевагою тонкорозпиленої води є її екологічність. По-перше, її застосування дозволяє значно скоротити витрати води для гасіння пожежі, мінімізуючи водночас наслідки від проливання. По-друге, цей метод не руйнує озоновий шар і не сприяє глобальному потеплінню. По-третє, тонкорозпилена вода не утворює токсичних побічних продуктів під час горіння та не потребує складних процедур у процесі експлуатації.

РОЗДІЛ 7. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО (ПІННОГО) ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Проектування систем водяного (пінного) пожежогасіння є одним із найважливіших етапів створення ефективної системи протипожежного захисту будь-якого об'єкта. Саме на цьому етапі формують технічну основу безпеки будівлі, визначають структуру системи, її потужність, способи подавання вогнегасних речовин і взаємодію з іншими інженерними мережами. Від якості проектних рішень залежить не лише ефективність гасіння пожежі, а й збереження матеріальних цінностей, мінімізація збитків і, найголовніше, – безпека людей.

Ретельно розроблений проект дозволяє забезпечити своєчасне виявлення пожежі, оперативне реагування та подавання вогнегасної речовини в необхідному обсязі та напрямку. До того ж правильне проектування враховує особливості об'єкта – його призначення, площу, ступінь вогнестійкості конструкцій, категорію пожежної небезпеки, наявність та кількість людей, особливості процесів, що відбуваються на ньому.

Отже, проектування систем водяного (пінного) пожежогасіння – це не просто технічне завдання, а ключовий елемент комплексного підходу до забезпечення пожежної безпеки, який визначає ефективність усієї системи захисту впродовж усього життєвого циклу об'єкта.

7.1 Методика проектування систем пожежогасіння

Загальні вимоги до проектування систем водяного (пінного) пожежогасіння викладено у [41].

Процес проектування можливо поділити на кілька етапів.

1. Спочатку в залежності від особливостей об'єкту здійснюють вибір вогнегасної речовини – вода, вода зі змочувачем, повітряно-механічна піна. Вибір (методу/системи) здійснюють на основі аналізу речовин і матеріалів, що використовують в приміщенні, що підлягає захисту, а також з урахуванням технологічних особливостей, притаманних цьому об'єкту.

2. Наступний крок – вибір типу системи за способом подавання вогнегасної речовини – спринклерна або дренчерна. Це залежить значною мірою від швидкості поширення вогню в приміщенні, що підлягає захисту. З огляду на рівномірне розміщення пожежного навантаження по всьому приміщенню, перевагу надають локальному способу гасіння, що забезпечує спринклерна розподільча мережа. Застосування дренчерної системи дозволяє використовувати об'ємний спосіб гасіння (у випадку використання повітряно-механічної піни), та забезпечує, водночас, подавання води по всій площі об'єкта.

Підходи до проектування систем водяного, водопінного та пінного пожежогасіння є уніфікованими. Однак існують певні відмінності, пов'язані з вимогами відповідних нормативних документів. Проектування спринклерних систем водяного пожежогасіння регулює нормативний документ [17], в якому

сформульовані як загальні вимоги до систем водяного гасіння, так і специфічні вимоги до спринклерних систем. Для проєктування дренчерних систем водяного пожежогасіння застосовують [42]. Проєктування систем пожежогасіння з використанням повітряно-механічної піни здійснюють за [17 та 43].

Застосування води зі змочувачем вимагає інтеграції в систему пожежогасіння дозувального пристрою для автоматичного дозування реагенту в потік води (у визначеній концентрації) та ємності для його зберігання.

Додавання змочувача до води суттєво підвищує її ефективність як вогнегасної речовини, особливо під час ліквідації загорянь матеріалів, які важко піддаються зволоженню. Змочувач – це поверхнево-активна речовина (ПАР), яка зменшує поверхневий натяг води, завдяки чому вода краще проникає в пори, щілини та волокна матеріалів.

Звичайна вода має високий поверхневий натяг (~ 72 мН/м), внаслідок чого краплі не змочують поверхню, а збігають з неї. Зниження поверхневого натягу води до 25-30 мН/м після додавання змочувача дозволяє ефективно зволожувати гідрофобні матеріали (деревину, тканини, вугілля, нафтопродукти тощо).

У разі використання повітряно-механічної піни як вогнегасної речовини, необхідно застосовувати пінні зрошувачі (спринклерні чи дренчерні) або генератори піни. А також ємність для зберігання піноутворювача та автоматичний дозуючий пристрій.

3. Визначається клас пожежної небезпеки приміщення. Для спринклерних систем водяного пожежогасіння – розділ 6, додатки А, В, С [17], для дренчерних систем водяного пожежогасіння – розділ 5 п.5.2 [44]:

- приміщення з низькою пожежною небезпекою (LN);
- приміщення з середнім ризиком виникнення пожежі (ОН);
- виробничі та складські приміщення з високою пожежною небезпекою (ННР та ННС).

4. Для обраного класу приміщення визначаємо вихідні дані, необхідні для виконання гідравлічного розрахунку:

4.1 Інтенсивність подавання.

4.2 Розрахункова площа.

Для спринклерних систем водяного пожежогасіння – таблиця 3 [17], для дренчерних систем п. 5.2 [42].

4.3 Гранично допустима площа захисту на один зрошувач, м².

4.4 Максимальна відстань між зрошувачами, м.

Для спринклерних систем водяного пожежогасіння вказані величини визначають за табл. 19 [17].

4.5 Розрахунок необхідної кількості зрошувачів.

Методика розрахунку ідентична розрахунку кількості пожежних сповіщувачів: вона враховує площу покриття одним зрошувачем та максимально допустиму відстань між зрошувачами.

4.6 Вибір схемного рішення (трасування трубопроводів).

Етап передбачає вибір конфігурації мережі (кільцевої чи тупикової) і подальше прокладання трубопроводів відповідно до нормативних вимог.

4.7 Вибір марки зрошувача.

Для систем водяного пожежогасіння у відповідності з таблицею 37 [17] обирають тип зрошувача та його номінальний К-фактор.

Вибір параметрів зрошувача типу СВ (ДВ) або СП (ДП) (вітчизняного виробництва) здійснюють у відповідності із довідниками або паспортними даними на зрошувачі.

5. Гідравлічний розрахунок мережі.

На цьому етапі визначають основні показники мережі – діаметри трубопроводів на всіх ділянках, витрати та напір, які повинен забезпечувати водоживлювач.

6. Вибір водоживлювача.

Після отримання результатів гідравлічного розрахунку обирають марку насоса, який буде здатний забезпечити розраховані показники.

Проектування водяних та пінних АСПГ здебільшого формалізоване, але виконання певних процедур іноді призводить до неоптимальних результатів. Під час вирішення таких завдань як вибір схеми розташування зрошувачів, топології розподільчої мережі, а також діаметрів гілок розподільного та живильного трубопроводів, можливе існування кількох альтернативних варіантів. Зазначені параметри визначають кінцеві значення потрібного напору та витрати вогнегасної речовини. Це, відповідно, формує вимоги до насосної станції протипожежного водопостачання – ключового елемента, від якого залежить ефективність пожежогасіння.

Приклад розрахунку спринклерної системи пожежогасіння

Потрібно розрахувати спринклерну систему для гасіння можливої пожежі в приміщенні цеху з виробництва штучного хутра з розмірами 36x24x9 м, і з відстанню від вузла управління (ЗПУ) до насосної станції 50 м. Середньорічна температура повітря у приміщенні 18 °С.

Розв'язання.

З огляду на те, що деревина є основним горючим матеріалом на об'єкті, воду обрано як головну вогнегасну речовину. Враховуючи, що об'єктом розгляду є виробниче приміщення, а обсяг деревини не перевищує змінної потреби, застосування води зі змочувачем визнано недоцільним.

Визначимо вихідні дані для розрахунку. За Додатком А державних норм [17] визначаємо, що деревообробний цех належить до групи ОНЗ приміщень за пожежною небезпекою, а відповідно до табл. 3, табл. 19 [17] визначаємо:

- інтенсивність подавання води $I = 5$ мм/хв;
- площа, що підлягає захисту одним зрошувачем $F_0 = 12$ м²;
- максимальна відстань між зрошувачами 4 м;
- площа для розрахунку витрати (для спринклерної системи) $F_p = 216$ м²;
- час роботи системи $t = 60$ хв.

Виконуємо розміщення зрошувачів і трасування трубопроводів, визначаємо місце розташування вузла управління (ЗПУ).

Визначення кількості зрошувачів та місця їх встановлення.

На першому етапі обираємо схему розміщення зрошувачів. Відповідно до [17] можна обрати стандартну або шахову схему розміщення (рис. 7.1).

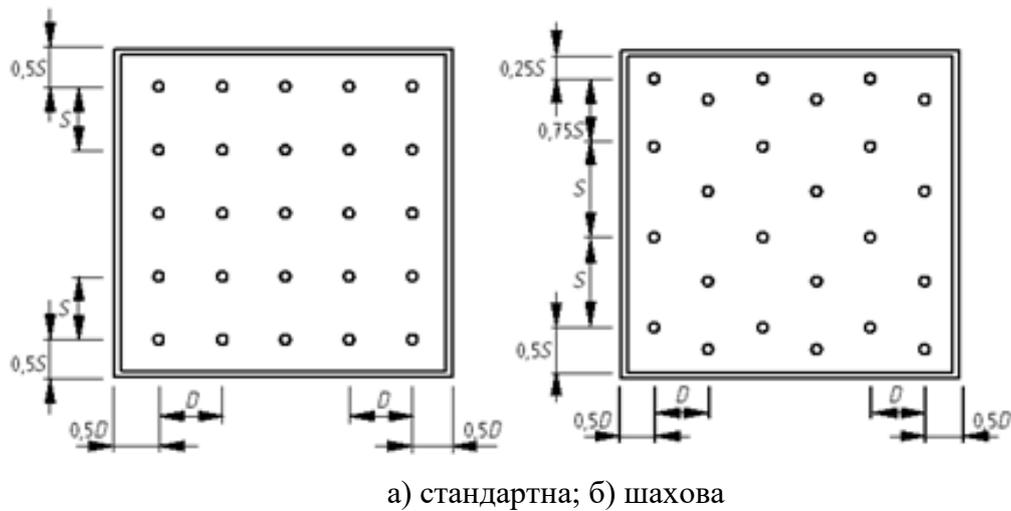


Рисунок 7.1 – Схеми розміщення зрошувачів в системах водяного (пінного) пожежогашіння

Більш розповсюдженою для приміщень прямокутної форми вважають стандартну схему.

Після вибору стандартної схеми для приміщення деревообробного цеху наносимо на план приміщення кутові зрошувачі відповідно до значень максимально припустимих відстаней від зрошувача до стіни.

Визначаємо L_1 і L_2 – відстані між кутовими зрошувачами:

$$L_1 = A - 2 \cdot b, \text{ м,}$$

$$L_2 = B - 2 \cdot b, \text{ м.}$$

Розраховуємо M – кількість проміжків між рядами зрошувачів:

$$M = L_1 / a, \text{ шт.}$$

Якщо, отримане значення M не ціле число, то для подальших розрахунків використовуємо збільшене до найближчого цілого числа значення і позначаємо M' .

Розраховуємо N – кількість проміжків між РС в ряду:

$$N = L_2 / a, \text{ шт.}$$

В разі нецілого N , змінюємо його значення у більший бік до найближчого цілого і позначаємо N' .

Знаходимо відстань між РС в ряду n :

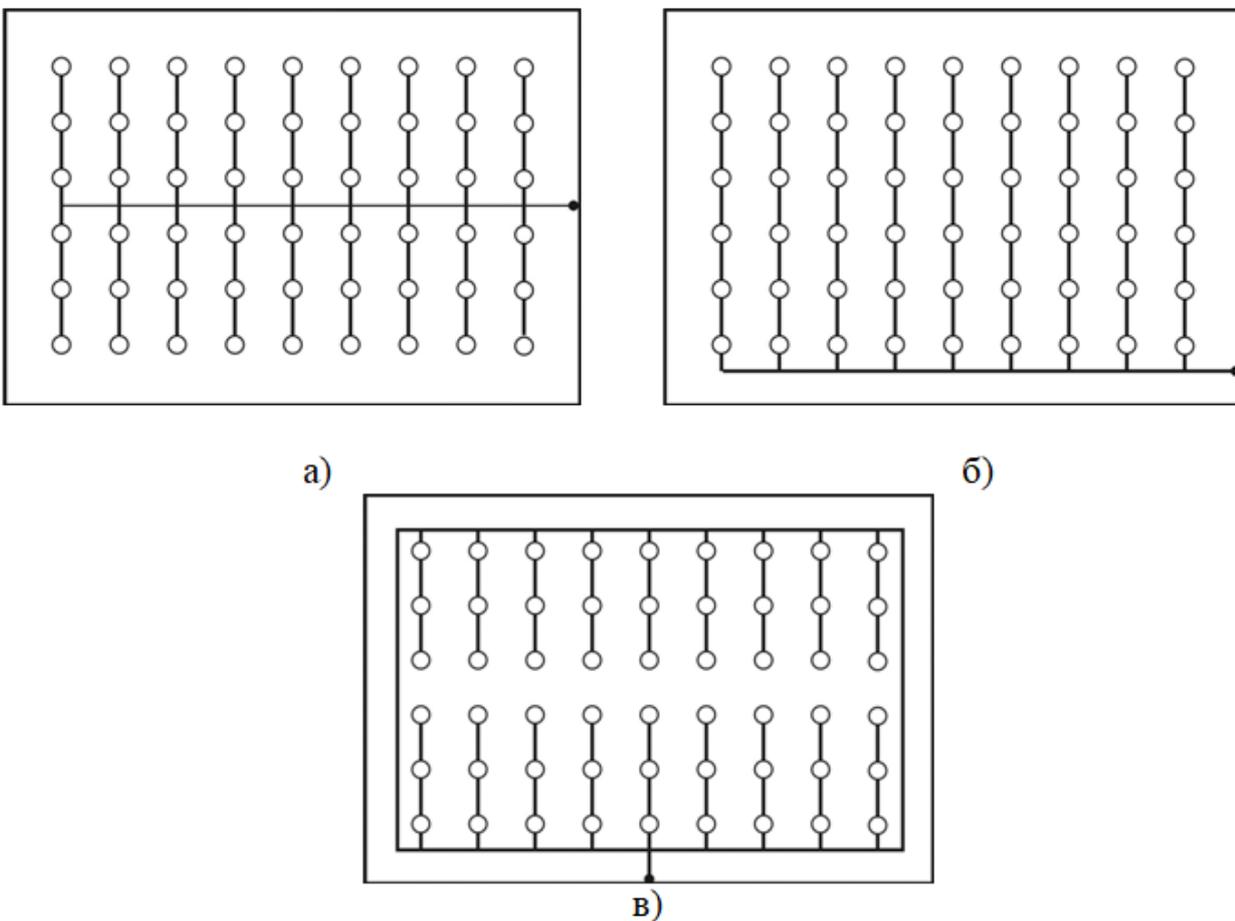
$$n = L_2 / N' , \text{ м.}$$

Знаходимо відстань між рядами m :

$$m = L_1 / M' , \text{ м.}$$

Для приміщення деревообробного цеху з розмірами 36x24x9 м кількість зрошувачів буде складати 12x6=72 шт.

Далі визначаємо топологію розподільчої мережі. Топологія розподільчої мережі може бути кільцевою або тупиковою, симетричною або несиметричною (рис. 6.2).



а) тупикова симетрична; б) тупикова несиметрична; в) кільцева

Рисунок 7.2 – Варіанти топології розподільчої мережі

За результатами розрахунку кількості зрошувачів та визначення топології трубопроводів, формуємо розподільчу мережу. Під час формування розподільчої мережі для полегшення гідравлічного розрахунку бажано обирати симетричний варіант.

Симетрична кільцева розподільча мережа є рекомендованим рішенням для зазначеного приміщення (рис. 7.3).

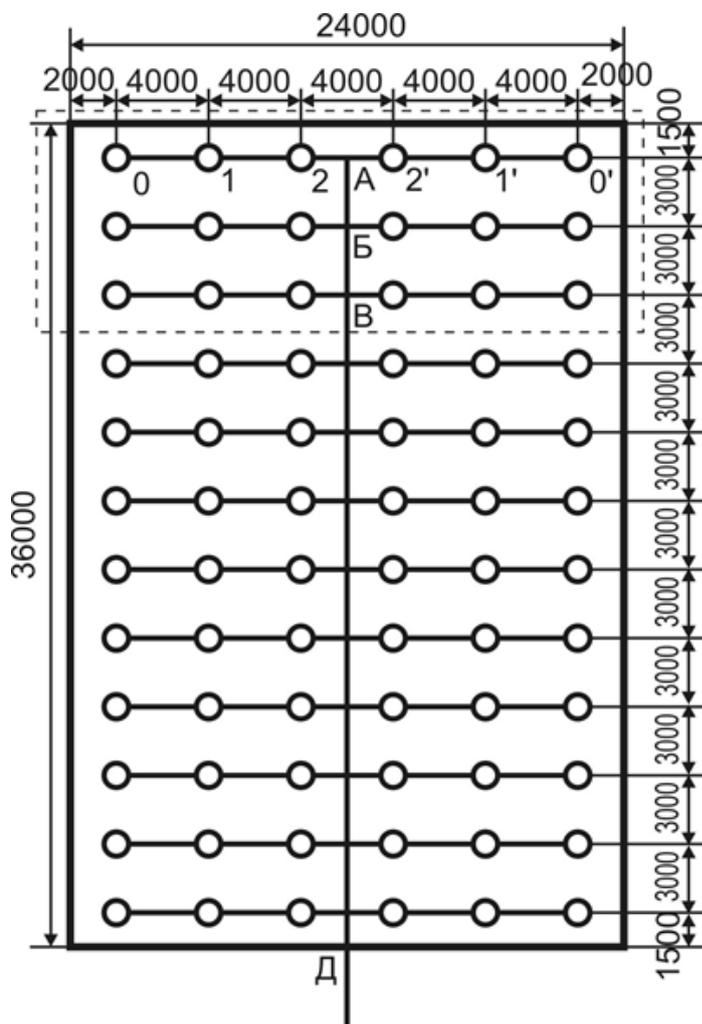


Рисунок 7.3 – Розрахункова схема спринклерної системи пожежогасіння

Вибір марки зрошувача слід здійснювати враховуючи його технічні характеристики.

Марку зрошувача обирають згідно з таблицею 37 [17].

Для класу пожежної небезпеки ОНЗ K -фактор зрошувача дорівнює 80.

Для зручності подальших розрахунків переведемо інтенсивність I та K -фактор у традиційні одиниці виміру.

$$[I] = \frac{\text{мм}}{\text{хв}} \cdot \frac{1}{60} = \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2},$$

$$I = \frac{5}{60} = 0,083 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}.$$

Розмірність K -фактора

$$[K] = \frac{л}{хв \cdot \sqrt{бар}}$$

Традиційна характеристика зрошувача – коефіцієнт витрат k , розмірність якого

$$[k] = \frac{л}{с \cdot \sqrt{м}}$$

Отже, для переводу К-фактора в коефіцієнт витрат виконаємо наступний перерахунок:

$$k = \frac{л}{хв \cdot \sqrt{бар}} \cdot \frac{1}{60 \cdot \sqrt{10}}$$

Таким чином маємо:

$$k = 80 \cdot \frac{1}{60 \cdot \sqrt{10}} = 0,43$$

Порядок виконання гідравлічного розрахунку системи водяного пожежогасіння аналогічний розрахунку водопровідних мереж. Розрахунок слід розпочинати з «диктуючої точки», яка є найбільш віддаленою від водоживильника і, відповідно, перебуває в найменш сприятливих умовах водопостачання. За умови забезпечення мінімальних припустимих гідравлічних показників у «диктуючій точці», необхідні параметри будуть гарантовано витримані в усіх інших точках, наближених до водоживильника. Для такого розрахунку за «диктуючу точку» прийнято місце розташування зрошувача «0».

На першому кроці визначаємо напір на 0-му зрошувачі:

$$H_0 = \left(\frac{I \cdot F_0}{k} \right)^2 = \left(\frac{0,083 \cdot 12}{0,43} \right)^2 = 5,36 \text{ м}$$

Всі дані для розрахунку напору були визначені на попередніх кроках.

Напір на «диктуючому» зрошувачі відповідно до вимог п. 13.4.4 [17] повинен відповідати умові

$$H_{\min} \leq H_0 \leq H_{\max}$$

В залежності від класу приміщення H_{\max} дорівнює:

- приміщення класу LH – 0.70 бар;
- приміщення класу OH – 0.35 бар;
- приміщення класу ННР і ННС – 0.50 бар.

В межах одного приміщення встановлюють зрошувачі одного типорозміру, тобто $k = \text{const}$.

Витрату вогнегасної речовини (ВГР) через 0-й зрошувач розраховують на основі поточного значення напору.

$$q_0 = k\sqrt{H_0} = 0,43\sqrt{5,36} = 1, \text{ л/с.}$$

Далі переходимо до ділянки 0-1 і визначаємо витрати на ній. Вся вогнегасна речовина, що проходить цією ділянкою, потраплятиме до зрошувача «0». Отже, можемо стверджувати, що

$$Q_{0-1} = q_0 = 1 \text{ л/с.}$$

Визначаємо діаметр трубопроводу на ділянці 0-1. Його величина буде залежати від витрат на ділянці:

$$d_{0-1} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{0-1} \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot v}} = 0,016, \text{ мм,}$$

де Q_{0-1} – витрата ВГР на ділянці 0-1, л/с;

v – швидкість руху води по трубопроводу.

Відповідно до [17] максимальна швидкість руху ВГР у трубах не повинна перевищувати 10 м/с. В розрахунках приймаємо середнє значення, а саме $v = 5$ м/с.

Таблиця 7.1 – Характеристики стандартних сталевих труб

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення k_1
Сталеві електрозварні (ГОСТ 10704)	15	18	2,0	0,0755
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,0
	50	57	3,0	99,50
	65	76	2,8	572,0
	65	76	3,0	554,6
	80	89	2,8	1429,0
	80	89	3,0	1393,6
	80	89	3,2	1356,7
	80	89	3,5	1304,4
	100	108	2,8	4322,0
	100	108	3,0	4231,0
	100	108	3,5	4013,2
100	114	2,8	5872,0	
100	114	3,0*	5757,0	

	100	114	4,0*	5205,9
	100	114	4,5*	4946,9
	125	133	3,2	13530,0
	125	133	3,5*	13190,0
	125	140	3,2	18070,0
	150	152	3,2	28690,0
	150	159	3,2	36920,0
	150	159	4,0	34880,0
	150	159	4,5	33662,6
	150	159	5,0*	32475,1
	150	159	5,5*	31321,8
	150	159	6,0*	30202,0
	200	219	4,0	209900,0
	200	219	6,0*	189429,1
	200	219	7,0*	179824,5
	200	219	8,0*	170619,5
	250	273	4,0*	711300,0
	250	273	5,0*	683012,1
	250	273	5,5*	669222,8
	250	273	6,0*	655661,0
	250	273	7,0*	629206,4
	250	273	8,0*	603625,9
	300	325	4,0*	1856000,0
	300	325	6,0*	1733721,0
	300	325	7,0*	1675266,0
	300	325	8,0*	1618423,0
	350	377	5,0*	4062000,0
Сталеві водогазопровідні (ГОСТ 3262)	15	21,3	2,5	0,18
	20	26,8	2,5	0,926
	25	33,5	2,8	3,65
	32	42,3	2,8	16,5
	40	48	3,0	34,5
	50	60	3,0	135,0
	65	75,5	3,2	517,0
	80	88,5	3,5	1262,0
	90	101	3,5	2725,0
	100	114	4,0	5205,0
	125	140	4,0	16940,0
	150	165	4,0	43000,0
Примітка. Труби, позначені відміткою *, застосовуються в мережах як внутрішнього, так і зовнішнього водопостачання.				

Отже за таблицю 6.1, приймаємо найближче більше стандартне значення діаметру – труби сталеві електрозварні $d_{0-1} = 20\text{мм}$, коефіцієнт втрат напору $k_1 = 0,75$.

Значення діаметру наносимо на розрахункову схему.

Далі переходимо до зрошувача «1» і визначаємо напір на ньому:

$$H_1 = H_0 + \frac{l_{0-1} \cdot Q_{0-1}^2}{k_1} = 5,36 + \frac{4 \cdot 1^2}{0,75} = 10,7 \text{ м,}$$

де l_{0-1} – довжина ділянки 0-1, м.

Витрати зі зрошувача «1»:

$$q_1 = k\sqrt{H_1} = 0,43\sqrt{10,7} = 1,41, \text{ л/с.}$$

Витрата на ділянці 1-2 дорівнює сумі витрат на попередній ділянці (в такому випадку «0-1») і витрат із останнього зрошувача (в цьому випадку «1»):

$$Q_{1-2} = Q_{0-1} + q_1 = 1 + 1,41 = 2,41, \text{ л/с.}$$

Визначаємо діаметр трубопроводу на ділянці 1-2:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,41 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,025.$$

Аналогічно ділянці «0-1» відповідно до табл. 6.1 приймаємо найближче більше стандартне значення – труби сталеві електрозварні $d_{0-1} = 25 \text{ мм}$, коефіцієнт втрат напору $k_1 = 3,44$.

Визначаємо напір у точці «2»:

$$H_2 = 10,7 + \frac{4 \cdot 2,41^2}{3,44} = 17,45 \text{ м.}$$

Витрата на ділянці «2-А» дорівнює сумі витрат на попередній ділянці (в такому випадку «1-2») і витрат із останнього зрошувача (в цьому випадку «2»). Витрата на попередній ділянці враховує суму всіх витрат до кінця відповідної гілки:

$$Q_{2-A} = Q_{1-2} + q_2 = 2,41 + 1,8 = 4,21, \text{ л/с.}$$

Визначаємо діаметр трубопроводу на ділянці «2-А»:

$$d_{2-A} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,21 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,033, \text{ м.}$$

Приймаємо найближче більше стандартне значення – труби сталеві електрозварні $d_{0-1} = 40\text{мм}$, коефіцієнт втрат напору $k_1 = 28,7$.

Визначаємо гідравлічні показники зліва від точки «А» – вузлової точки гілки.

Напір зліва від точки «А» складає:

$$H_{A \text{ лів}} = 17,45 + \frac{2 \cdot 4,21^2}{28,7} = 18,7 \text{ м.}$$

Слід зазначити, що довжина ділянки «2-А» становить 2 метри, що дорівнює половині довжини типових ділянок між зрошувачами.

Враховуючи, що весь потік вогнегасної речовини, який надходить до точки «А» зліва, прямує виключно ділянкою «А-2», витрати на цих елементах є рівними. Тобто:

$$Q_{A \text{ лів}} = Q_{2-A} = 4,21, \text{ л/с.}$$

Оскільки ліва та права частини рядка «А» є симетричними, то можна записати:

$$H_{A \text{ прав}} = H_{A \text{ лів}} = 18,7, \text{ м,}$$

$$Q_{A \text{ прав}} = Q_{A \text{ лів}} = 4,21, \text{ л/с.}$$

Далі визначаємо гідравлічні показники в точці «А»:

$$H_A = H_{A \text{ прав}} = H_{A \text{ лів}} = 18,7, \text{ м,}$$

$$Q_A = Q_{A \text{ прав}} + Q_{A \text{ лів}} = 8,42, \text{ л/с.}$$

Характеристику рядка визначають для спрощення подальших обчислень:

$$\theta = \frac{Q_A^2}{H_A} = \frac{8,42^2}{18,7} = 3,8.$$

Орієнтовні витрати системи пожежогасіння визначають на підставі кількості та індивідуальної витрати зрошувачів, що спрацьовують у межах розрахункової площі (Fr), яка встановлює межі потенційного поширення пожежі та зону дієвого захисту, забезпечення якого покладено на відповідну систему. За таких умов, тобто за правильного виконання проєктних рішень, дотримання вимог монтажу та забезпечення належної експлуатації й технічного обслуговування системи, поширення пожежі за межі розрахункової площі не відбувається навіть за найкритичнішого сценарія її розвитку. Відповідно орієнтовну витрату системи визначаємо наступним чином:

$$Q_{CP} = F_p \cdot I = 216 \cdot 0,083 = 19,92, \text{ л/с.}$$

Це необхідно для визначення діаметра живильного трубопроводу, яким проходить весь об'єм вогнегасної речовини, що подає насос основного водоживильника:

$$d_{\text{жив}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 19,92 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,07, \text{ м.}$$

Приймаємо найближче більше стандартне значення – труби сталеві електроварні $d_{0-1} = 80$ мм, коефіцієнт втрат напору $k_1 = 1429$.

Подальші обчислення виконують для ділянок живильного трубопроводу. Витрати на ділянці «А-Б» становлять:

$$Q_{\text{А-Б}} = Q_{\text{А}} = 8,42, \text{ л/с.}$$

Напір в точці «Б» складає:

$$H_{\text{Б}} = 18,7 + \frac{3 \cdot 8,42^2}{1429} = 18,84, \text{ м.}$$

Витрати у вузловій точці «Б» визначаємо без розрахунку відповідної гілки. Оскільки всі зрошувальні рядки в межах розрахункової площі ідентичні, їхні гідравлічні характеристики також будуть однаковими. Відповідно, витрати з кожної гілки можна визначити за допомогою характеристики рядка:

$$Q_{\text{Б}} = \sqrt{\theta \cdot H_{\text{Б}}} = \sqrt{3,8 \cdot 18,84} = 8,46, \text{ л/с.}$$

Витрати на ділянці «Б-В»:

$$Q_{\text{Б-В}} = Q_{\text{А-Б}} + Q_{\text{Б}} = 8,42 + 8,46 = 16,88, \text{ л/с.}$$

Напір у точці «В»:

$$H_{\text{В}} = 18,84 + \frac{3 \cdot 16,88^2}{1429} = 19,43, \text{ м.}$$

Витрати в точці «В»:

$$Q_{\text{В}} = \sqrt{\theta \cdot H_{\text{В}}} = \sqrt{3,8 \cdot 19,43} = 8,59, \text{ л/с.}$$

Точка «В» – остання вузлова точка в межах розрахункової площі F_p . Тому наступна ділянка, яку розглядають під час розрахунку – ділянка «В-Д».

Витрати на ділянці «В-Д»:

$$Q_{B-D} = Q_{B-B} + Q_B = 16,59 + 8,59 = 25,39, \text{ л/с.}$$

Напір в точці «Д»:

$$H_D = 19,43 + \frac{27 \cdot 25,39^2}{1429} = 43,61, \text{ м.}$$

Оскільки від водоживильника (ВЖ) до точки «Д» відсутні витратні пристрої, то можна стверджувати, що витрати, які повинен забезпечувати ВЖ, дорівнюють

$$Q_{ВЖ} = Q_{B-D} = 25,39, \text{ л/с.}$$

На ділянці трубопроводу від водоживильника до точки вводу передбачено встановлення пожежних кран-комплектів, що потенційно може вплинути на загальні гідравлічні витрати системи.

Напір, який забезпечує водоживильник, не є постійним на ділянці до точки вводу в приміщення, оскільки на шляху руху вогнегасної речовини мають місце втрати напору, пов'язані з гідравлічним опором та впливом сили тяжіння. Тому визначаємо напір на водоживильному пристрої за наступною формулою:

$$H_{ВЖ} = H_1 + 1,2 \cdot \sum h_L + h_{КСП} + Z,$$

де H_1 – напір на першому («диктуючому») зрошувачі;

$h_{КСП}$ – втрати напору в контрольно-сигнальному пристрої (клапані);

Z – висота підйому вогнегасної речовини до зрошувачів;

$\sum h_L$ – сумарні лінійні втрати напору в мережі від 0-го зрошувача до водоживильника.

$$h_{РОЗП} = H_D - H_0 = 43,61 - 5,36 = 38,25 \text{ м,}$$

$$h_{СТ} = \frac{l_{СТ} \cdot Q_{ВЖ}^2}{k_1} = \frac{9 \cdot 25,39^2}{1429} = 4,06, \text{ м,}$$

$$h_{ПДВ} = \frac{l_{ПДВ} \cdot Q_{ВЖ}^2}{k_1} = \frac{50 \cdot 25,39^2}{1429} = 22,55, \text{ м.}$$

Таким чином

$$h_L = 38,25 + 4,06 + 22,55 = 64,86, \text{ м.}$$

Втрати напору в контрольно-сигнальному пристрої визначають наступним чином:

$$h_{КСП} = \xi \cdot Q_{ВЖ}^2.$$

де ζ – коефіцієнт втрат контрольно-сигнального клапану (обирають за табл. 7.2, за інформаційними матеріалами від виробників відповідного обладнання).

Таблиця 7.2 – Технічні характеристики контрольно-сигнальних пристроїв

Вузли керування	Тип клапана	Діаметр клапана, мм	Коефіцієнт втрат напору клапана ξ
Спринклерної системи водозаповненої згідно з ТУ 22-3867	ВС	100	$3,02 \cdot 10^{-3}$
		150	$8,68 \cdot 10^{-4}$
Те саме повітряної	ВС, ГД	100	$9,36 \cdot 10^{-3}$
		150	$2,27 \cdot 10^{-3}$
Те саме	ВС, КЗС	100	$7,17 \cdot 10^{-3}$
		150	$1,70 \cdot 10^{-3}$
Те саме повітряної та дренчерної систем згідно з ТУ 25-0958.0002	КЗУ	100	$2,13 \cdot 10^{-3}$
		150	$5,55 \cdot 10^{-4}$
Те саме	КЗМ	100	$3,31 \cdot 10^{-3}$
		150	$6,59 \cdot 10^{-4}$
Спринклерної та дренчерної систем	БКМ	100	$2,35 \cdot 10^{-3}$
		150	$7,70 \cdot 10^{-4}$
		200	$1,98 \cdot 10^{-4}$
Дренчерної системи згідно з ТУ 22-3863	ГД	65	$4,80 \cdot 10^{-2}$
		100	$6,34 \cdot 10^{-3}$
		150	$1,40 \cdot 10^{-3}$
Те саме	КЗС	65	$23,15 \cdot 10^{-3}$
		100	$4,15 \cdot 10^{-3}$
		150	$0,82 \cdot 10^{-3}$
Те саме згідно з ТУ 25.09.029	КПТА	25	$2,47 \cdot 10^{-1}$
		32	$8,65 \cdot 10^{-2}$
		40	$5,04 \cdot 10^{-2}$
		50	$1,83 \cdot 10^{-2}$
		65	$5,34 \cdot 10^{-3}$

Для приміщення із середньорічною температурою, що становить $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, та діаметром живильного трубопроводу 80 мм, обрано спринклерну водозаповнену систему з вузлом керування ВС-100 із коефіцієнтом втрат 80 мм. Тоді

$$h_{КСП} = 3,02 \cdot 10^{-3} \cdot 25,39^2 = 1,94 \text{ м} \cdot$$

Значення висоти підйому вогнегасної речовини до зрошувачів залежить від взаємного розташування насосної станції та приміщення, яке підлягає захисту.

У випадку, коли насосна станція та об'єкт захисту розташовані на одному рівні (рис. 6.4), значення Z приймають рівним висоті відповідного поверху.

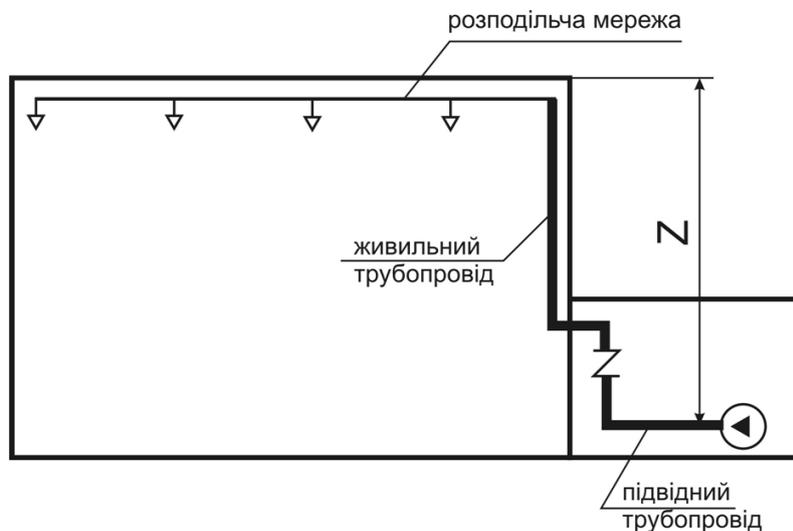


Рисунок 7.4 – Висота (Z) підйому вогнегасної речовини до зрошувачів за умови розташування приміщення, що підлягає захисту, та насосної станції пожежогасіння на одному поверсі.

Якщо насосна станція та приміщення, що підлягає захисту, розташовані на різних поверхах (рис. 6.5), значення Z визначають як суму висот всіх поверхів.

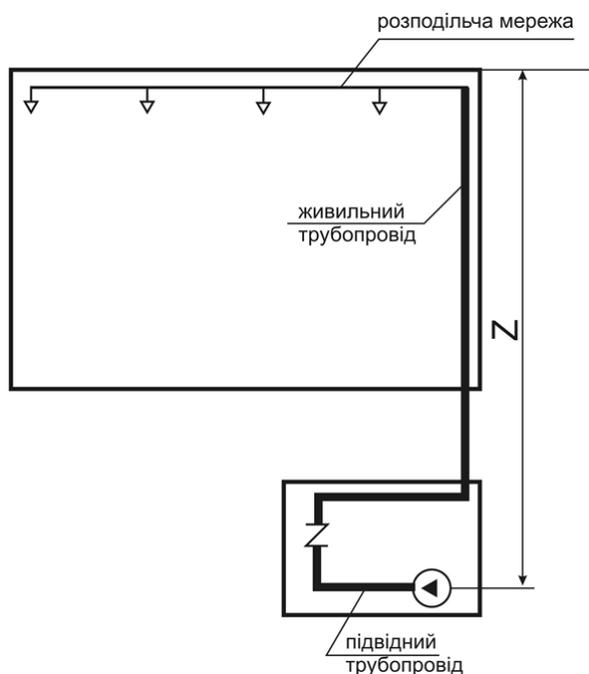


Рисунок 7.5 – Висота (Z) підйому вогнегасної речовини до зрошувачів за умови розташування приміщення, що підлягає захисту, та насосної станції пожежогасіння на різних поверхах

Таким чином загальний напір, який повинен забезпечувати ВЖ, становитиме:

$$H_{ВЖ} = 5,36 + 1,2 \cdot 64,86 + 1,94 + 9 = 96,25 \text{ м.}$$

Останній крок розрахунку системи пожежогасіння – вибір марки насоса, який здатний забезпечити наступні гідравлічні показники: витрата – не менше $Q_{ВЖ} = 25,39 \text{ л/с}$ та напір не менше $H_{ВЖ} = 96,25 \text{ м}$.

Розрахунок дренчерної системи водяного пожежогасіння.

Розрахунок виконують аналогічно розрахунку спринклерних систем водяного пожежогасіння. Відмінність розрахунку полягає в наступному: по-перше, інтенсивність подавання вогнегасної речовини обирають відповідно до вимог параграфів 6.2 та 6.3 [44]. По-друге, у зв'язку з одночасним спрацюванням усіх зрошувачів секції дренчерної системи, гідравлічні обчислення передбачають розрахунок параметрів для всього об'єкта захисту (всієї площі приміщення), на відміну від спринклерних систем, де розрахунок здійснюють для нормативної розрахункової площі. Приклад розрахункової схеми наведено на рис. 7.6.

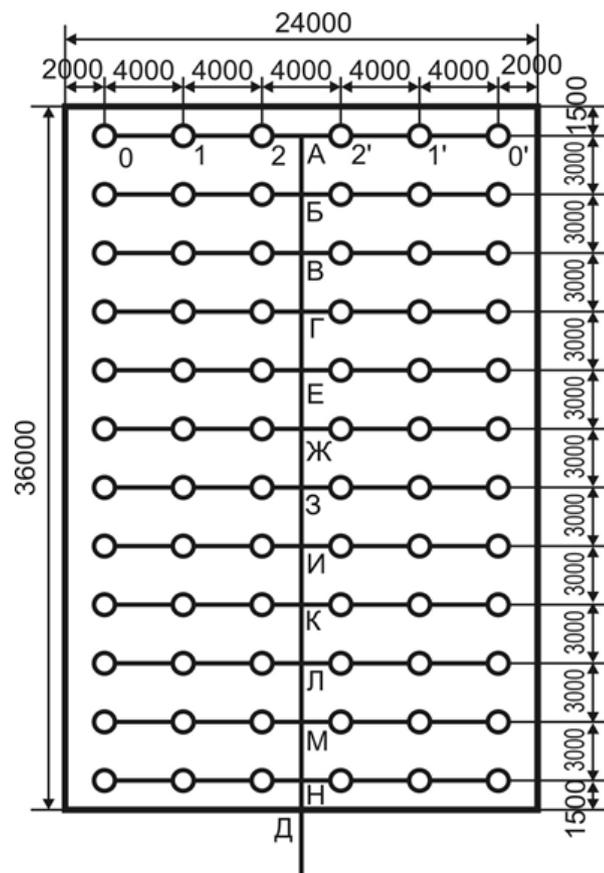


Рисунок 7.6 – Розрахункова схема дренченої системи пожежогасіння

Для наведеної розрахункової схеми після визначення гідравлічних показників диктуючої гілки «А» послідовно розраховують ділянки «А-Б», «Б-

В» і до «Н-Д». Решту розрахунків залишають такою ж, як і для спринклерних систем.

Розрахунок системи пожежогасіння водою зі змочувачем.

Розрахунок виконують аналогічно відповідним системам із застосуванням води або піни як вогнегасної речовини. Проте слід враховувати, що додавання змочувача підвищує ефективність вогнегасної дії ВГР. Отже, для успішного виконання функцій системи пожежогасіння достатньо меншого об'єму ВГР. Тому під час розрахунку нормативну інтенсивність подавання води зі змочувачем необхідно брати із коефіцієнтом 0,8.

Кінцевим етапом проектування автоматичної системи протипожежного захисту об'єкта є визначення необхідного обсягу фінансування для реалізації розроблених рішень. Результатом розрахунків, зроблених проектувальником, будуть показники, що вказують на кількість виробів, матеріалів та обладнання, необхідних для реалізації проєкту.

З метою систематизації та узагальнення результатів підсумкові показники слід занести до спеціалізованої таблиці (специфікації). Специфікація обладнання, виробів і матеріалів [45] – це текстовий проєктний документ, що визначає склад обладнання, виробів і матеріалів, і призначений для комплектування, підготовки і реалізації проєктних рішень.

Специфікація містить вичерпний перелік обладнання, виробів та матеріалів, що відповідають робочим кресленням основного комплекту. Специфікацію складають за розділами або підрозділами.

Специфікація не передбачає окремі види виробів і матеріали, номенклатуру та кількість яких визначає будівельно-монтажна організація, враховуючи чинні технологічні та виробничі норми.

У специфікації вказують:

– позиційні позначки обладнання, виробів, що передбачені робочими кресленнями відповідного основного комплекту;

– найменування обладнання, виробу, матеріалу, їх технічну характеристику відповідно до вимог стандартів, технічних умов та іншої технічної документації, а також інші необхідні відомості. Під час запису матеріалу вказують його умовну позначку, встановлену в стандарті чи іншому нормативному документі;

– тип, марку обладнання, виробу, позначення стандарту, технічних умов чи іншого документа, а також позначення опитувального аркуша;

– найменування заводу-виготовлювача обладнання (для імпортного обладнання країну, фірму);

– позначку одиниці виміру;

– кількість обладнання, виробів, матеріалів у прийнятих одиницях виміру;

– масу одиниці обладнання, виробу у кілограмах.

На підставі даних такої таблиці фахівцеві з економічних питань зручніше провести розрахунок вартості всієї системи. Для цього вартість кожної позиції, що наведена в таблиці, помножують на поточну ціну та підбивають загальний підсумок за всіма позиціями.

Більшість етапів та їхній зміст, як було зазначено вище, є типовими для різних об'єктів і можуть бути легко формалізовані з метою подальшої автоматизації процесу проектування та створення автоматизованого робочого місця інженера-проектувальника, наприклад, як це впроваджено для систем пожежної сигналізації в [46].

З метою спрощення формалізації процедури проектування загальну задачу поділяють на визначення параметрів розподільчої гілки, а також топології та гідравлічних параметрів живильного трубопроводу; такий підхід дає змогу мінімізувати капітальні витрати на систему.

Передумовами для розглянутих процедур є вже завершені етапи проектування системи пожежогасіння, які передбачають вибір вогнегасної речовини та спосіб її подавання, визначення рівня пожежної небезпеки об'єкта з подальшим встановленням вихідних параметрів системи, а також розташування зрошувачів.

Визначення параметрів розподільчої гілки передбачає виконання таких етапів:

1. Розрахування витрати з диктуючого зрошувача.
2. Оцінювання витрати ВГР з усіх зрошувачів гілки.
3. Розрахування діаметру трубопроводу та обрання найближчого за сортаментом;
4. Розрахування напору та витрати для всієї гілки.
5. Порівняння отриманого значення витрати для гілки зі значенням, розрахованим на другому кроці.
6. Якщо результат незадовільний, слід збільшити діаметр на один крок сортаменту та повторити перевірку. У разі задовільного результату можна перейти до розрахунку гідравлічних параметрів живильного трубопроводу.

Блок-схема алгоритму представлена на рис. 7.7.

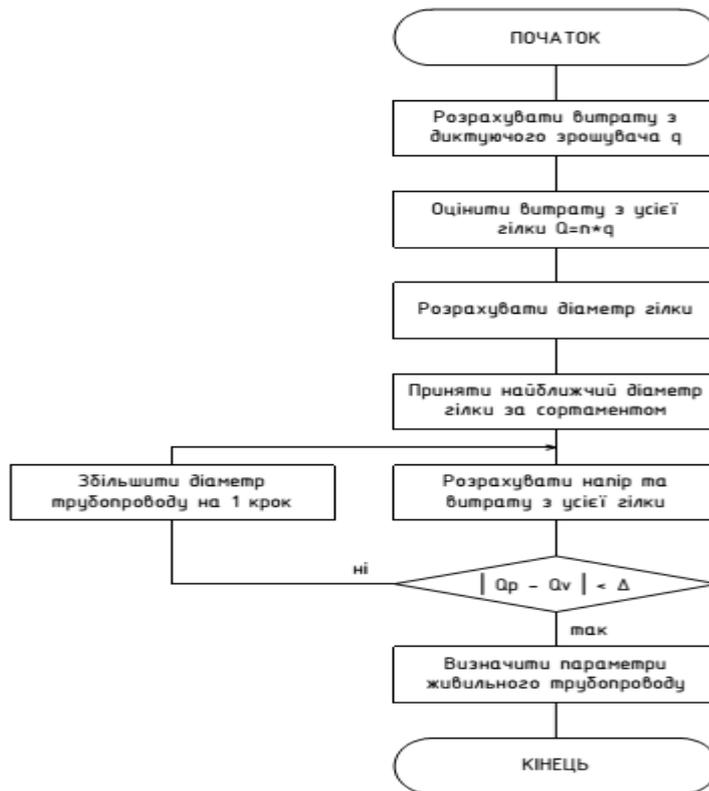


Рисунок 7.7 – Блок-схема алгоритму вибору діаметру розподільного трубопроводу системи водяного пожежогасіння

Визначення топології та параметрів живильного трубопроводу передбачає виконання таких етапів:

1. Здійснити розрахунок кількості зрошувачів, розташованих уздовж ширини приміщення.

2. Якщо кількість зрошувачів менша або дорівнює трьом, обирають тупикову мережу та прокладають живильний трубопровід уздовж довжини приміщення, потім визначають витрату і напір у трубопроводі.

3. Якщо кількість зрошувачів менше або дорівнює семи, обираємо тупикову симетричну мережу.

4. Якщо кількість зрошувачів парна, то загальна витрата є подвоєною сумою витрат зі зрошувачів однієї гілки, а напір у трубопроводі розраховують за стандартною формулою.

5. Якщо кількість зрошувачів непарна, то на живильному трубопроводі встановлюють додатковий зрошувач; тоді спочатку розраховують його напір, а потім – витрату.

6. За умови, що кількість зрошувачів не перевищує дванадцяти, застосовують кільцеву мережу. Інакше приміщення поділяють на менші зони захисту та повторюють процедуру з другого кроку.

7. Якщо кількість зрошувачів дорівнює восьми, кільце живильного трубопроводу прокладають між другим та третім, а також між шостим та сьомим зрошувачами, потім визначають витрату і напір у трубопроводі.

8. Коли кількість зрошувачів більша за вісім, то за парної кількості загальна витрата є подвоєною сумою витрат із зрошувачів однієї гілки.

9. За непарної кількості зрошувачів на живильному трубопроводі встановлюють додатковий зрошувач; тоді спочатку розраховують його напір, а потім – витрату.

Блок-схема алгоритму приведена на рис.7.8.

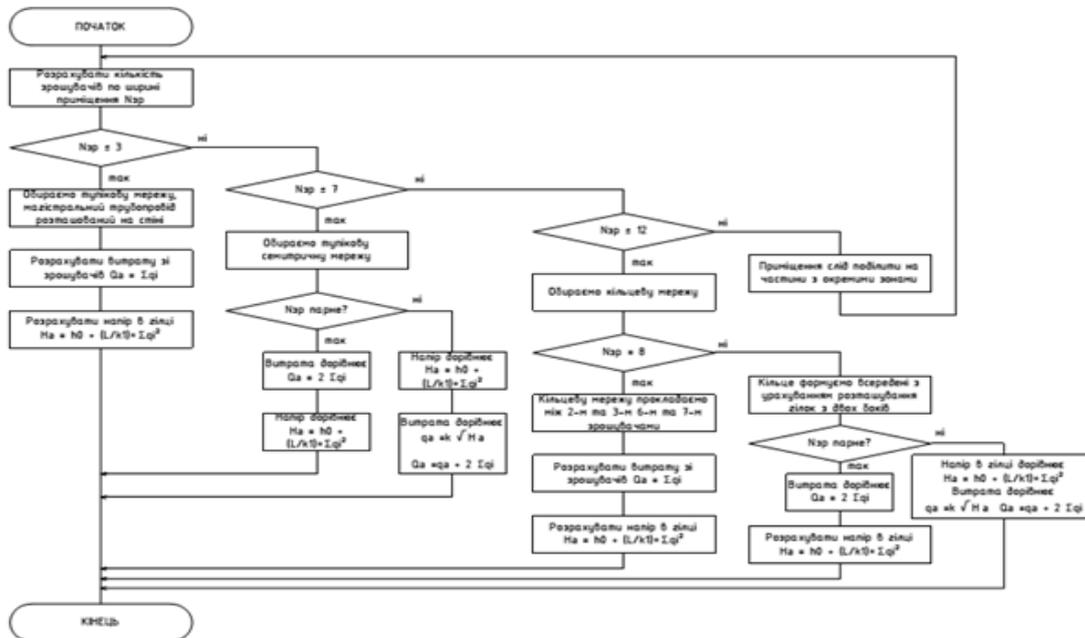


Рисунок 7.8 – Блок-схема алгоритму вибору топології трубопроводної мережі системи водяного пожежогасіння

Далі визначаємо потрібний діаметр підвідного трубопроводу та оцінюємо втрати напору на ділянці до насосної станції, якщо напір на насосі перевищує 5 атм, збільшуємо діаметр підвідного трубопроводу на крок сортаменту та виконуємо остаточний розрахунок гідравлічних параметрів.

Використання процедури формалізації розрахунку систем водяного пожежогасіння дозволить створити спеціалізовані програмні продукти для інженерів-проектувальників. Такий підхід значно прискорить процес проектування та зменшить супутні матеріальні витрати.

Отже, розрахунок систем водяного та пінного пожежогасіння є ключовим етапом проектування систем протипожежного захисту, від якого залежить їхня ефективність, надійність та економічність.

Під час розрахунку визначають основні параметри, що забезпечують необхідну інтенсивність, витрату вогнегасної речовини, напір, діаметри трубопроводів на всіх ділянках, витрати піноутворювача.

Коректне здійснення розрахунків гарантує, що система:

- забезпечує швидке виявлення та ліквідацію осередку пожежі у заданий час;
- забезпечує подавання достатньої кількості вогнегасної речовини до найвіддаленіших точок мережі;

- працює стабільно та не перевищує допустимі втрати тиску;
- відповідає нормативним вимогам ДБН, ДСТУ, EN або NFPA;
- забезпечує економічно обґрунтований вибір обладнання (зрошувачів, насосів, резервуарів, дозаторів піноутворювача тощо).

Таким чином, розрахунок систем водяного та пінного пожежогасіння – це не лише інженерна процедура, а комплексний процес забезпечення надійності протипожежного захисту, який поєднує технічну точність, дотримання норм та розуміння реальних умов експлуатації об'єкта.

7.2 Особливості проєктування дренчерних завіс

Загальний підхід до проєктування дренчерних завіс аналогічний підходу до проєктування водяних (пінних систем пожежогасіння) відповідно до вимог [17, 41, 42]. Оскільки елементи протипожежного захисту мають специфічну конструкцію та виконують конкретні функції, це зумовлює наявність особливих вимог під час проєктування дренчерних завіс.

На етапі вибору марки зрошувачів та їх розміщення, основним параметром, що впливає на ухвалення остаточного рішення, є витрата. Тому розглянемо питання визначення витрати дренчерних зрошувачів з урахуванням того, що завіса має забезпечувати нормативну витрату.

На відміну від застарілих нормативів, які визначали питому витрату $q_a \geq 1$ л/(с·м), чинні вимоги не містять прямої регламентації цього показника для дренчерних завіс. Проте це значення слугує орієнтиром, відповідно, інтенсивність зрошення має перевищувати $0,25$ л/(с·м²).

З метою підвищення ефективності використання дренчерних завіс під час їх формування часто виникає потреба збільшення їх ширини. Ширина водяної завіси може бути збільшена трьома способами за умови дотримання необхідного значення питомої витрати:

- 1) зниженням висоти установки зрошувача над підлогою (або відстані між зрошувачем і вертикальною площиною, що підлягає захисту);
- 2) збільшенням тиску подавання води (за умови збереження незмінної форми струменя зрошувача);
- 3) збільшенням кількості зрошувачів по ширині зони, що підлягає захисту (за незмінного тиску).

Збільшення ширини завіси за рахунок зниження висоти H установки зрошувача (або відстані між зрошувачем і вертикальною площиною, що підлягає захисту) можна забезпечити тільки за умови наявності відповідних епюр зрошення, математичних або графічних залежностей питомої витрати від H . Ця залежність для зрошувачів загального призначення зазвичай має гіперболічний характер, її найчастіше визначають експериментальним шляхом.

Нижченаведені міркування є основою для розрахунку збільшення ширини завіси за умови підвищення тиску подавання води.

Витрату зрошувача за розрахункового та нормативного (або необхідного) тиску визначають за допомогою таких виразів:

$$q_p = k\sqrt{P_p} . \quad (7.1)$$

$$q_i = k\sqrt{P_i} . \quad (7.2)$$

$$P_n = P_p \frac{q_n^2}{q_p^2} . \quad (7.3)$$

де P_p – розрахунковий тиск; q_p – витрата вогнегасної речовини за P_p ; q_i – нормативні (або необхідні) витрати; P_i – тиск, за якого забезпечують нормативне (або необхідне) значення витрат q_i . За такої умови приймемо наступні припущення:

- у заданому діапазоні тисків ($P_p \div P_n$) коефіцієнт продуктивності незмінний;
- приймаємо середню інтенсивність зрошення по ширині завіси незмінною (насправді інтенсивність розподілу води від осі зрошувача до країв завіси варіюється залежно від його типу);
- коефіцієнт використання води (який визначають як відношення маси води, що потрапляє в зону, що підлягає захисту, за одиницю часу, до загальної маси води, диспергованої зрошувачем за аналогічний час) є незмінним. За такої умови площу, що підлягає захисту, вважають постійною і концентрованою (наприклад, 12 м² за радіусу $R \approx 2$ м).

Збільшення ширини завіси за рахунок сукупної дії кількох зрошувачів можна забезпечити у двох випадках:

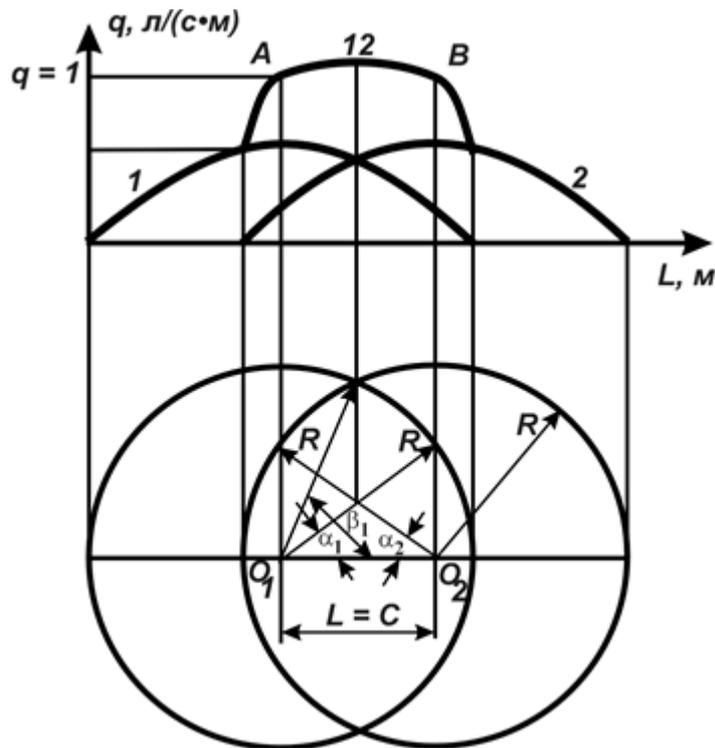
- а) за недостатньої інтенсивності зрошення кожним із зрошувачів у межах його площі зрошення ($C \leq R$);
- б) за умови забезпечення кожним із зрошувачів необхідної питомої витрати в межах ℓ ($C < 2R$).

Згідно з варіантом, представленим на рис. 7.9, якщо інтенсивність зрошення кожного зрошувача є недостатньою для досягнення $q \geq 1$ л/(см), відстань між зрошувачами повинна бути меншою за R . Причому чим більша інтенсивність зрошення, тим більше може бути відстань між зрошувачами. Водночас ширина завіси також збільшується.

За умови взаємного перекриття зрошуваної зони двома однотипними зрошувачами з радіусом дії $R \approx 2$ м, ширина завіси на межах дорівнює певній величині $\ell = C = AB$.

$$q = 4i(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) . \quad (7.4)$$

$$i = \frac{1}{4(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)} . \quad (7.5)$$



1,2 – епюри витрати кожного зрошувача; 12 – епюра питомої витрати за спільної дії; R – радіус зони зрошення із середньою інтенсивністю i ;
 C – відстань між зрошувачами; ℓ – ширина завіси; O_1, O_2 – центри кіл радіусом R

Рисунок 7.9 – Епюри питомої витрати за умови зрошення двома зрошувачами загального призначення з концентричним зрошенням за відстані між зрошувачами $C \leq R$

Проектування водяних завіс передбачає використання однотипних зрошувачів; відстань між ними, як правило, становить 1 м (що відповідає куту розпилення $\alpha = 60^\circ$).

Для забезпечення питомої витрати 1 л/(с·м) на ділянці із заданою довжиною лінії $C=AB$ інтенсивність зрошення кожним зрошувачем має бути не менше ніж $i \geq 0,144$ л/(с·м²), а витрату через кожен зрошувач слід розраховувати за відповідною формулою.

$$q = \frac{iF_{op}}{k}, \quad (7.6)$$

має бути не менш

$$q = \frac{0,144 \cdot 12}{0,8 \div 0,9} \approx 1,9 \div 2,2 \text{ л/с}, \quad (7.7)$$

де k – коефіцієнт використання води (відносна маса води, що диспергується зрошувачем і припадає на площу 12 м²).

Значення коефіцієнта використання води для конкретного типу зрошувача можна визначити, якщо відомі експериментальні значення витрати $Q_{\text{ЕКС}}$ та інтенсивності зрошення i :

$$k = \frac{iF_{op}}{Q_{\text{ЕКС}}} \quad (7.8)$$

Таким чином, під час проектування дренчерних завіс вибір марки зрошувача може бути здійснений за його епюрами зрошення, отриманими на підставі виразів (7.4) і (7.5), що відповідають певному набору значень тиску подавання вогнегасного засобу та висоти встановлення зрошувачів.

Враховуючи недостатність вихідних даних для проектування дренчерних завіс у чинних нормативних документах, доцільно визначити параметри розподільчої мережі для створення водяної завіси загального призначення.

Водяні завіси можуть виконувати окремо або в сукупності дві основні функції:

– екранування теплових потоків та токсичних продуктів горіння з метою унеможливлення поширення пожежі та її небезпечних факторів за межі водяних завіс;

– охолодження технологічного обладнання з метою унеможливлення нагрівання його конструкцій до гранично допустимих температур.

Розглянемо схему типової дренчерної завіси, рис. 7.10.

Основні параметри водяних завіс:

q_L – питома витрата водяної завіси – це витрата, що припадає на один погонний метр ширини завіси за одиницю часу;

L – ширину завіси визначають як фронтальну довжину зони захисту, на якій гарантовано забезпечують задане значення питомої витрати;

B – глибина завіси визначає перпендикулярну до фронту (ширини) відстань, на якій гарантовано забезпечена задана питома витрата вогнегасного засобу;

Sh – крок розміщення зрошувачів.

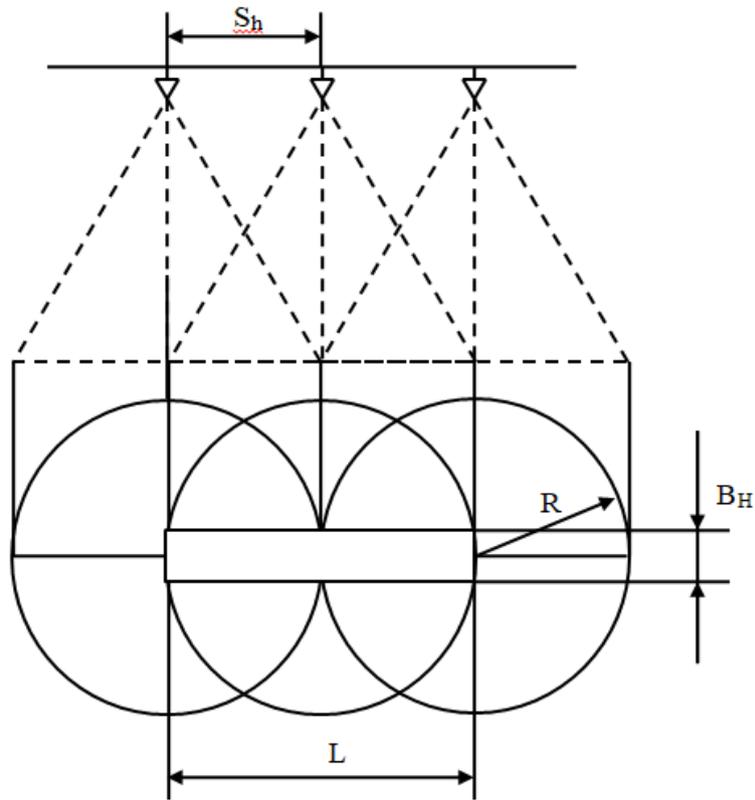


Рисунок 7.10 – Основні параметри водяної завіси

Для узагальнення розрахунків приймемо як ширину завіси найбільший розмір (діаметр) епюри зрошення $L = 2R$, а інтенсивність зрошення на площі, що підлягає захисту, одним зрошувачем, дорівнює середньому значенню.

Середня інтенсивність зрошення одним зрошувачем буде:

$$I_{CP} = \frac{K\sqrt{P}}{S}, \quad (7.9)$$

де I_{CP} – середня інтенсивність зрошення, $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$; K – коефіцієнт витрати зрошувача, $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{бар}^{-0,5}$; P – вільний натиск перед зрошувачем, бар; S – площа, що підлягає захисту, одним зрошувачем, м^2 .

На ділянці L питома витрата води становитиме:

$$q_L = \frac{I_{CP} \cdot L \cdot B_H \cdot n_{B3}}{L} = I_{CP} \cdot B_H \cdot n_{B3}, \quad (7.10)$$

де q_L – питома витрата води $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$, n_{B3} – кількість зрошувачів до створення водяної завіси ділянці L .

Нормативна питома витрата $q_{LN} = 1 \text{ л}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$.

Для створення водяної завіси, у якій значення питомої витрати q_{LH} в крайній точці становить не менше ніж нормативне значення $1 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, вона повинна зрошуватися відповідною кількістю зрошувачів:

$$n_R = \frac{q_{LH}}{q_L} = \frac{q_{LH}}{I_{CP} \cdot B_H} . \quad (7.11)$$

Тоді мінімальна кількість зрошувачів для створення водяної завіси з необхідною питомою витратою буде:

$$n_{B3_{\text{мин}}} = \frac{q_{LH}}{q_L} = \frac{q_{LH}}{I_{CP} \cdot B_H} . \quad (7.12)$$

Отримане значення необхідно округлити до найближчого більшого цілого значення. Крок розміщення зрошувачів дорівнюватиме:

$$n_{B3_{\text{мин}}} = \frac{2 \cdot R}{n_{B3_{\text{мин}}} - 1} . \quad (7.13)$$

Отже, використання такого підходу дозволить визначити кількість зрошувачів в дренчерній завісі за умови виконання нею покладених завдань – недопущення розповсюдження пожежі та продуктів горіння через проріз.

7.3 Порядок аналізу відповідності проєктних рішень вимогам нормативних документів установок водяного і пінного пожежогасіння

Задача, обернена до проєктування систем водяного (пінного) пожежогасіння, полягає в аналізі відповідності запропонованих проєктних рішень вимогам чинних нормативних документів. Такі експертні задачі вирішує фахівець (аудитор) проєктів автоматичних систем пожежогасіння.

1. Загальні вимоги до аналізу проєктних рішень.

Загальний підхід до аналізу проєктних рішень передбачає наступні етапи:

- Вивчення вхідних даних.
- Вивчення вимог нормативних документів щодо об'єкта.
- Здійснення перевірного гідравлічного розрахунку мережі.
- Висновки.

На першому етапі вивчають вхідні дані на об'єкт:

- Технічна та будівельна документація.
- Відомості про речовини та матеріали, що використовують на об'єкті.
- Топологія розподільчої мережі.
- Технічні характеристики зрошувачів.
- Діаметри трубопроводів мережі.
- Узли керування АУВПГ.
- Місце розташування насосної станції.
- Наявність додаткових пристроїв у розподільчій мережі.

Вивчення технічної та будівельної документації необхідно для з'ясування технологічних та конструктивних особливостей об'єкту, які можуть впливати на параметри установок пожежогасіння, вибір вогнегасної речовини та засіб гасіння.

Характеристики речовин та матеріалів за пожежною небезпекою визначають їхньою здатністю до займання, поширення горіння та його підтримання.

Основними характеристиками є:

а) горючість – здатність речовини або матеріалу до горіння;

б) температура займання – це мінімальна температура, за якої здатні утворюватися горючі пари, що можуть займатися від джерела запалювання, але швидкість їх утворення недостатня для підтримання стійкого горіння;

в) температура спалаху – це мінімальна температура матеріалу, за якої згідно зі встановленими умовами випробувань над його поверхнею утворюється пара, здатна спричинити спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння;

г) температура самозаймання – мінімальна температура, за якої речовина здатна до самозаймання без зовнішнього джерела запалювання;

д) пожежна небезпека – оцінювання ризику пожежі, яке залежить від горючості, займистості, вибухонебезпечності та інших властивостей матеріалу.

Ці характеристики використовують для класифікації матеріалів за класами пожежної небезпеки та для розроблення відповідних заходів протипожежного захисту.

Клас приміщення за пожежною небезпекою, для якого розрахована спринклерна система, визначають до початку проектних робіт.

Будівлі та приміщення, які підлягають захисту автоматичною спринклерною системою, мають бути класифіковані як об'єкти низької, середньої або високої пожежної небезпеки.

Клас приміщення залежить від його типу і характеристик пожежної навантаги. Приклади приміщень наведено у додатку А [17].

Якщо частини, які мають різні класи пожежної небезпеки, поєднані відкритими прорізами, то вимоги до приміщень із більш високим класом пожежної небезпеки слід застосовувати щонайменше для двох наступних рядів спринклерів у частині приміщення, що має нижчу пожежну небезпеку.

Будівлі та їхні частини, що підлягають захисту (за наявності одного або більше приміщень чи джерел пожежної небезпеки), необхідно класифікувати за відповідним класом пожежної небезпеки згідно з наведеними нижче положеннями.

а) Приміщення з низькою пожежною небезпекою ЛН

До цієї категорії належать приміщення з низькою пожежною навантагою (матеріали низької горючості), де площа відсіків не перевищує 126 м² і межа вогнестійкості становить мінімум 30 хв.

Приміщення з середньою пожежною небезпекою ОН

Це приміщення, де переробляють або виробляють горючі матеріали середньої горючості, з середньою характеристикою пожежної навантаги.

Приміщення середньої пожежної небезпеки (ОН) класифікують за чотирма групами:

- ОН1 – приміщення з середньою пожежною небезпекою групи 1;
- ОН2 – приміщення з середньою пожежною небезпекою групи 2;
- ОН3 – приміщення з середньою пожежною небезпекою групи 3;
- ОН4 – приміщення з середньою пожежною небезпекою групи 4.

Таблиця 7.3 – Максимальна висота складування для приміщень групи ОНЗ

Категорія матеріалів, продукції, яку зберігають на складі	Максимальна висота складування, м	
	Безстелажне або штабельне складування (ST-1)	Решта випадків (ST-2 - ST-6)
Категорія I	4,0	3,5
Категорія II	3,0	2,6
Категорія III	2,1	1,7
Категорія IV	1,2	1,2

Складування матеріалів передбачено в приміщеннях, що належать до груп СН1, СН2 та СН3, за умови виконання таких вимог:

- рівень захисту приміщення має відповідати мінімальним вимогам групи СН3;
- не допускається перевищення максимальної висоти складування згідно з таблицею 1;
- максимальна площа складування повинна становити 50 м² для будь-якого одиничного блока матеріалів, які зберігаються, а відстань навкруги блоків повинна становити не менше ніж 2,4 м.

б) Виробничі приміщення з високою пожежною небезпекою ННР

До виробничих приміщень із високою пожежною небезпекою належать приміщення, де використовують матеріали з високою горючістю, здатні спричинити і швидко поширювати інтенсивне горіння.

Приміщення класу ННР класифікують за чотирма групами:

- ННР1 – виробничі приміщення з високою пожежною небезпекою групи 1;
- ННР2 – виробничі приміщення з високою пожежною небезпекою групи 2;
- ННР3 – виробничі приміщення з високою пожежною небезпекою групи 3;
- ННР4 – виробничі приміщення з високою пожежною небезпекою групи 4.

Примітка. Приміщення групи ННР4, як правило, захищають дренчерними системами.

в) Складські приміщення з високою пожежною небезпекою ННС

До складських приміщень з високою пожежною небезпекою належать приміщення для складування виробів, де висота зберігання перевищує граничні значення, наведені в таблиці 7.3. Приміщення класу ННС класифікують за чотирма категоріями:

- ННS1 – складські приміщення з високою пожежною небезпекою категорії I;
- ННS2 – складські приміщення з високою пожежною небезпекою категорії II;
- ННS3 – складські приміщення з високою пожежною небезпекою категорії III;
- ННS4 – складські приміщення з високою пожежною небезпекою категорії IV.

Приклади об'єктів наведено у:

- Додаток В Методика визначення категорії матеріалів та продукції, яку зберігають на складі [17];
- Додаток С Абетковий показчик виробів, що зберігають на складі, і категорії [17].

Топологія розподільчої мережі дає можливість визначити схему установки (кільцева чи тупикова), місце з'єднання живильного трубопроводу з розподільчою мережею, що дозволяє визначити «диктуючий» зрошувач та розрахункову площу гасіння.

Розрахунковим (або диктуючим) зрошувачем (спринклером) називають елемент розподільчої мережі, який перебуває в найгірших умовах з погляду гідравлічних розрахунків. Для тупикової розподільчої мережі таким зрошувачем є елемент, максимально віддалений від точки вводу живильного трубопроводу.

Технічні характеристики зрошувачів необхідні для визначення мінімального напору та витрат на розрахунковому (диктуючому) зрошувачі, а також для проведення перевірного гідравлічного розрахунку мережі.

До основних технічних характеристик належать:

1 – робочий тиск: діапазон тиску, за якого система працює (наприклад, від 0,5 до 12 бар).

2 – розмір різьби: стандартний розмір для підключення до трубопроводу (наприклад, 1" або 1/2").

3 – температура спрацювання: температура, за якої спрацьовує тепловий замок (часто обирають залежно від температури навколишнього середовища, наприклад, (68 °C або 74 °C).

4 – К-фактор: показник, що визначає продуктивність зрошувача, тобто кількість води, яку він може розсіяти за одиницю часу за заданого тиску. Він залежить від діаметра вихідного отвору. Найбільш розповсюдженими є зрошувачі з К-фактором 57, 80, 115.

Також до інших характеристик належать:

5 – матеріал: латунь, сталь, пластик.

6 – тип кріплення: «розеткою вниз» (vertical) або «розеткою вгору» (upright).

7 – тип зрошувача: прихований або стандартний.

8 – колір: залежить від дизайну, наприклад, білий або хромований.

Відстань між зрошувачами, а також площу, яку захищає один зрошувач, визначають відповідно до таблиці 7.4 залежно від схеми їхнього розташування.

Таблиця 7.4 – Максимальна площа, яку захищає один спринклер, та максимальна відстань між спринклерами (окрім спринклерів із боковим розбризкуванням)

Клас	Максимальна площа, яку захищає один спринклер, м ²	Максимальна відстань, указана на рисунку 8, м		
		S і D у разі стандартної схеми розміщення	Шахова схема розміщення	
			S	D
LN	21,0	4,6	4,6	4,6
ОН	12,0	4,0	4,6	4,0
ННР і ННС	9,0	3,7	3,7	3,7

Визначення найбільш доцільного спринклерного зрошувача за К-фактором визначають згідно з таблицею 7.5.

Таблиця 7.5 – Типи спринклерів і значення К-фактора для різних класів пожежної небезпеки

Клас	Розрахункова інтенсивність зрошування, мм/хв	Тип спринклерів	Номінальний К-фактор
LN	2,25	Стандартні, розпилювальні, стельові, заглиблені, плоскоструменеві, приховані, сховані та з бічним розбризкуванням	57
ОН	5,0	Стандартні, розпилювальні, стельові, заглиблені, плоскоструменеві, приховані, сховані та з бічним розбризкуванням	80
ННР і ННС, дахові або стельові спринклери	Не більше ніж 10	Стандартні, розпилювальні	80 або 115
	Не менше ніж 10	Стандартні, розпилювальні	115
ННС, проміжні спринклери		Стандартні, розпилювальні та плоскоструменеві	80 або 115

Знання діаметрів підводного, живлячого трубопроводів та розподільчої мережі необхідно для визначення швидкості прямивання води і розчину піноутворювача в трубопроводах, водночас швидкість не повинна перевищувати більше 10 м/с.

Технічна документація на вузли керування системами водяного та

пінного пожежогасіння дає можливість при проведенні гідравлічного розрахунку визначити втрати напору на цьому вузлу та перевірити відповідність його діаметра. До того ж швидкість руху рідини у вузлу керування не повинна перевищувати 6 м/с.

Місце розташування насосної станції та вузлів керування дає вхідні данні для визначення лінійних втрат у підводному та живильному трубопроводах.

У приміщеннях, де передбачено захист спринклерними водозаповненими системами, згідно з ДСТУ [17], на живильних трубопроводах діаметром від 65 мм є можливим монтаж внутрішніх пожежних кранів із ручними та пінними пожежними стволами. Таким чином, встановлення додаткових пристроїв у розподільчій мережі може вплинути на початкові або проміжні розрахунки.

На другому етапі досліджують вимоги нормативної документації щодо об'єкта; водночас акцентують увагу не тільки на загальноприйнятих документах, а й на відомчих.

Третій етап передбачає розрахункову частину, за результатами якої формулюють висновки.

У висновках наведено стислий зміст виконаної роботи та оцінювання відповідності проєкту сучасним вимогам. Якщо під час здійснення перевірки було виявлено недоліки, необхідно зазначити шляхи їх усунення.

2. Проведення перевірконого розрахунку систем водяного та пінного пожежогасіння.

Послідовність проведення перевірконого розрахунку:

- визначення групи приміщення;
- визначення вхідних даних для перевірконого розрахунку;
- визначення «диктуючого» зрошувача та його параметрів;
- гідравлічний розрахунок мережі з визначенням потрібних параметрів.

2.1. Визначення вхідних даних для перевірконого розрахунку.

Для перевірконого розрахунку в залежності від класу приміщення за пожежною безпекою згідно з Таблицею 7.6 обираємо розрахункову інтенсивність зрошування I_0 та площу для розрахунку витрати води F_0 в залежності від типу встановленої системи.

Таблиця 7.6 – Вихідні дані для розрахунку систем для захисту класів ЛН, ОН і ННР

Клас	Розрахункова інтенсивність зрошування, мм/хв	Розрахункова площа для розрахунку, м ²	
		Водозаповнена система або система з системою попередньої дії	Повітряна або водоповітряна система
1	2	3	4
ЛН	2,25	84	Не допускається. Застосовувати як для класу ОН1
ОН1	5,0	72	90
ОН2	5,0	144	180

ОНЗ	5,0	216	270
ОН4	5,0	360	Не допускається. Застосовувати як для класу ННР1
ННР1	7,5	260	325
ННР2	10,0	260	325
ННР3	12,5	260	325
ННР4	Дренчерна система (див. Примітку)		

Примітка. Потрібне спеціальне обґрунтування.

Значення інтенсивності зрошення водою або піноутворювачем I_0 (мм/хв), площа, яку захищає один зрошувач F_0 (m^2), площа для розрахунку витрати води відстань між спринклерними зрошувачами a (м), час роботи установки t (хв), К-фактор ($л/хв \cdot бар^{0,5}$) є вихідними даними для подальших розрахунків.

Час роботи водяних установок впливає тільки на параметри зовнішнього водопостачання. Якщо зовнішня мережа (зовнішній протипожежний або господарчо-питний водопровід, водоймище тощо) забезпечує розрахункове подавання води у систему, то цей показник в подальших розрахунках не враховують. Тобто, якщо зовнішня мережа не забезпечує потрібної витрати, час роботи впливає на розрахункові параметри штучної водойми.

Для установок пінного пожежогасіння час роботи впливає на розрахунок необхідної кількості піноутворювача для стабільної роботи системи.

Площа для розрахунку витрат води F_p (m^2) необхідна для визначення кількості зрошувачів, які одночасно спрацюють, і визначення загальної кількості витрат вогнегасної речовини у системі.

Максимальна відстань між спринклерними зрошувачами a (м) необхідна для оцінювання правильності виконання трасування системи та розміщення зрошувачів у приміщенні, яке підлягає захисту.

Мінімальне значення інтенсивності зрошення водою або піноутворювачем I_0 ($л \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$) та площа, що підлягає захисту, одним зрошувачем F_0 (m^2) потрібні для визначення мінімального напору та витрат на зрошувачах.

2.2. Визначення «диктуючого» зрошувача та його параметрів.

Розрахунковим (або «диктуючим») називають зрошувач розподільчої мережі, який перебуває в найгірших умовах із погляду гідравліки, та завдяки якому досягають мінімально допустимі розрахункові параметри (витрата та напір). Для «тупикових» схем розподільчої мережі «диктуючим» є зрошувач, найбільш віддалений від точки вводу, для «кільцевих» схем – це, як правило, рівновіддалений зрошувач від точки вводу.

Після визначення розрахункового («диктуючого») зрошувача за значеннями інтенсивності зрошення водою або піноутворювачем I_0 ($л \cdot с^{-1} \cdot м^{-2}$) та площі, яку захищає один зрошувач F_0 (m^2), здійснюють розрахунок мінімального напору на цьому зрошувачі:

$$H_{дз} = (I_0 \times F_0 / k)^2 \text{ (м)}, \quad (7.14)$$

де $H_{ДЗ}$ – напір на «диктуючому» зрошувачі, м;

I_0 – мінімальна інтенсивність зрошення водою або піноутворювачем, $\text{л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$

F_0 – площа захисту одним зрошувачем, м^2

k – коефіцієнт витрат через зрошувач, розмірність $\text{л} \cdot \text{м}^{-0,5} \cdot \text{с}^{-1}$,

Очевидно, що розмірність інтенсивності зрошення, зазначена у формулі, не відповідає розмірності, наведеній у таблиці.

Щоб привести мінімальну інтенсивність до потрібної розмірності необхідно табличне значення I_0 поділити на 60.

$$I = \frac{\text{мм}}{\text{хв}} = \frac{10^6 \cdot \text{мм}^3}{60 \cdot \text{с} \cdot 10^6 \cdot \text{с} \cdot \text{мм}^2} = \frac{\text{л}}{60 \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2}$$

Щоб отримати k -коефіцієнт витрат через зрошувач в залежності від K -фактора до потрібної розмірності необхідно табличне значення K -фактора поділити на 60 та $10^{0,5}$.

$$k = \frac{\text{л}}{\text{хв} \cdot \sqrt{\text{бар}}} = \frac{\text{л}}{\text{хв} \cdot \sqrt{\text{бар}}} \cdot \frac{1}{60 \cdot \sqrt{10}} = \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \sqrt{\text{м}}}$$

Напір на «диктуючому» зрошувачі повинен відповідати умові

$$H_{\min} \leq H_{ДЗ} \leq H_{\max} \text{ (м)}, \quad (7.15)$$

де H_{\min} та H_{\max} – мінімально та максимально допустимі напори на зрошувачі. Їх визначають в залежності ДСТУ Б EN 12845:2011 від класу приміщень по пожежній небезпеці.

$$\begin{aligned} H_{\min} & \text{ для ЛН} - 0,7 \text{ бар (7 м вод.ст.)}, \\ H_{\min} & \text{ для ОН} - 0,35 \text{ бар (3,5 м вод.ст.)}, \\ H_{\min} & \text{ для ННР} - 0,5 \text{ бар (5 м вод.ст.)}, \\ H_{\max} & - 12 \text{ бар для всіх систем.} \end{aligned}$$

Якщо під час розрахунків отриманий напір на розрахунковому («диктуючому») зрошувачі менший за мінімально допустимий $H_{ДЗ} \leq H_{\min}$, то слід прийняти напір $H_{ДЗ} = H_{\min}$ та визначити витрату через цей розрахунковий зрошувач.

$$Q_{ДЗ} = k \sqrt{H_{\min}}, \text{ (л/с)}. \quad (7.16)$$

Якщо під час розрахунків отриманий напір на розрахунковому («диктуючому») зрошувачі перевищує максимальний $H_{ДЗ} \geq H_{\max}$, то слід змінити типорозмір зрошувача на більший та визначити його параметри.

2.3. Гідравлічний розрахунок мережі з визначенням потрібних параметрів.

Метою гідравлічного розрахунку є перевірка на відповідність геометричних розмірів мережі існуючим вимогам. До таких вимог належать:

– обмеження щодо максимально допустимого напору у мережі – не більше 120 метрів;

– обмеження щодо максимальної швидкості руху рідини у гідравлічній мережі – не більше 10 м/с.

– обмеження щодо максимальної швидкості руху рідини у вузлі керування – не більше 6 м/с.

Якщо швидкість на ділянці перевищує граничне значення (10 м/с), слід збільшити діаметр трубопроводу та повторити розрахунок.

Якщо швидкість на вузлі керування перевищує граничне значення (6 м/с), то необхідно збільшувати діаметр вузла керування та повторити розрахунок.

Згідно з вимогами [17] в межах одного приміщення необхідно встановлювати зрошувачі одного типорозміру, то коефіцієнт витрат через зрошувач k залишається незмінним та розрахункова витрата води або розчину піноутворювача через будь-який зрошувач (генератор) Q_n , л/с, буде визначена з виразу

$$Q_n = k\sqrt{H_n}, \text{ (л/с)}, \quad (7.17)$$

де H_n – вільний напір перед зрошувачем (генератором), м.

Сумарну витрату вогнегасної рідини визначають шляхом додавання витрат на внутрішній протипожежний водопровід та автоматичну установку пожежогасіння.

Необхідність підсумовування витрат води, розчину піноутворювача спринклерної та дренчерної установок визначають технологічними вимогами.

На плані приміщення (у масштабі), за аналогією з розміщенням ПС, перевіряють схему мережі пожежогасіння з вивченням топології трубопроводів мережі.

Послідовність перевірконого гідравлічного розрахунку полягає в наступному:

1. Визначають параметри «диктуючого» зрошувача згідно з (6.14) та (6.16);

2. Визначають витрати на ділянці, які складають суму витрат зі зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{(n-1)+n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i, \text{ (л/с)}. \quad (7.18)$$

3. Швидкість руху рідини на ділянці, яка залежить від діаметра трубопроводу та витрат на цій ділянці, розраховують за такою формулою:

$$v_{(n-1) \div n} = \frac{4 \cdot q_{(n-1) \div n} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot d_{(n-1) \div n}^2}, \text{ (м/с)}, \quad (7.19)$$

де $q_{(n-1) \div n}$ – витрата рідини у л/с на ділянці між $n-1$ -ю та n -ю точками мережі;
 $d_{(n-1) \div n}$ – діаметр у метрах на ділянці між $n-1$ -ю та n -ю точками мережі.

За умови, що швидкість на ділянці не перевищує 10 м/с, розраховують втрати напору.

4. Визначають напір у наступній точці мережі з розрахунком втрат напору на ділянці

$$H_n = H_{n-1} + \frac{l_{(n-1) \div n} \cdot q_{(n-1) \div n}^2}{k_1}, \text{ (м)}, \quad (7.20)$$

де H_{n-1} – напір на попередньому зрошувачі, м;

$q_{(n-1) \div n}$ – витрати вогнегасної речовини на ділянці, л/с;

$l_{(n-1) \div n}$ – довжина ділянки, м;

k_1 – питомий коефіцієнт втрати напору визначають за довідниками (наприклад за таблицею Б.7 додатку Б [51] для заданого діаметра трубопроводу);

5. Визначають витрату вогнегасної речовини у точці n (згідно з (7.17)).

$$Q_n = k \sqrt{H_n}, \text{ (л/с)}.$$

Розрахунок гілки до точки приєднання до трубопроводу виконують згідно з цим алгоритмом. Здійснення таких розрахунків доцільне за умови симетричного приєднання гілок до трубопроводу або їхнього приєднання тільки з одного боку. У разі несиметричного приєднання гілок до трубопроводу необхідно додатково розраховувати параметри меншої з гілок. Щоб отримати точні результати, нижче наведено методику розрахунку параметрів гілки (напору та витрат) у довільній точці на основі параметрів «диктуючого» зрошувача.

Зв'язок між витратою будь-якого зрошувача гілки та «диктуючим» зрошувачем у загальному вигляді визначають наступним чином:

$$Q_n = M_n Q_0, \text{ (л/с)}. \quad (7.21)$$

Залежність напору в будь-якій точці гілки від напору «диктуючого» зрошувача виглядає наступним чином:

$$H_n = M_n^2 H_0, \text{ (м)}, \quad (7.22)$$

де коефіцієнт M_n визначають за наступною формулою

$$M_n = \sqrt{M_{n-1}^2 + \left(\sum_{i=0}^{n-1} M_i\right)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{1_{(n-1) \div n}}} \cdot l_{(n-1) \div n}}, \quad (7.23)$$

де $M_0 = 1$;

$k_{1_{(n-1) \div n}}$ – питомий коефіцієнт втрати напору на ділянці $(n-1) \div n$ (визначають за довідниками, наприклад за таблицею Б.7 додатку Б [51] для заданого діаметра трубопроводу);

k – коефіцієнт витрат через зрошувач;

$l_{n-1) \div n}$ – довжина ділянки $n-1 \div n$.

Розглянемо несиметричну схему (рис. 7.11).

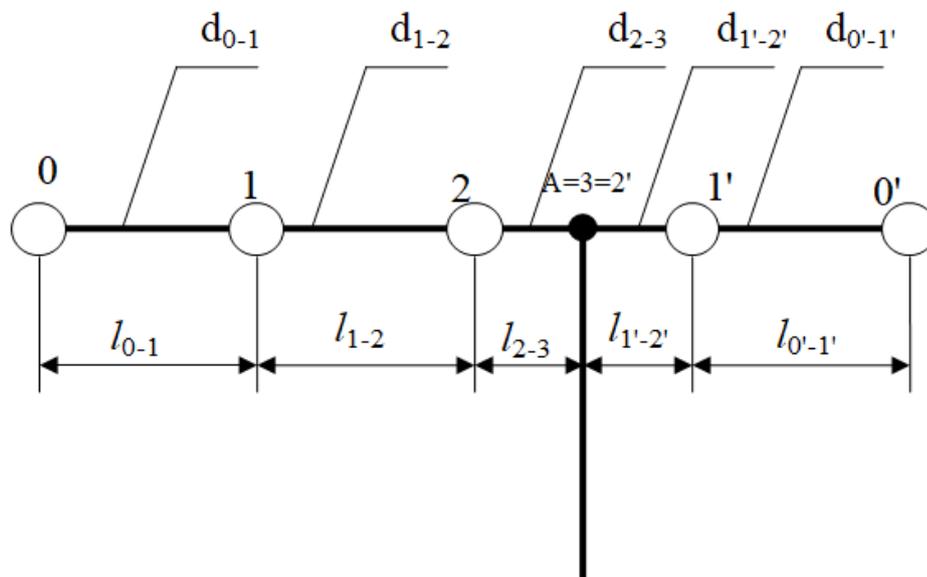


Рисунок 7.11 – Несиметрична схема розміщення зрошувачів

Для зручності використання формул загального призначення пронумеруємо зрошувачі окремо лівої частини гілки та окремо правої частини. Враховуючи структурні особливості, точка розгалуження А ділить гілку на дві частини: ліву та праву. У межах цієї схеми (або класифікації) лівій частині (або сегменту) від точки А присвоюють ідентифікатор 3, тоді як правій частині – ідентифікатор 2.

Зрошувач під індексом 0 (нуль) є диктуючим елементом системи. Для цього зрошувача характерна певна залежність між показниками витрати та напору.

$$Q_0 = k\sqrt{H_0}, \text{ (л/с).}$$

Витрати на ділянці 0-1 визначають за формулою (6.18). Вони складають суму витрат всіх зрошувачів, розташованих до цієї ділянки (або на цій ділянці та після неї, залежно від схеми розрахунку).

$$q_{0\div 1} = \sum_{0-1} Q_{0-1} = Q_0, (\text{л/с}).$$

Визначають швидкість руху рідини на ділянці 0-1 за формулою (7.19)

$$V_{0\div 1} = \frac{4 \cdot q_{0\div 1} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot d_{0\div 1}^2}, (\text{м/с}).$$

Напір у точці 1 можна записати

$$H_1 = M_1^2 H_0, (\text{м}).$$

А витрати будуть мати наступну залежність

$$Q_1 = M_1 Q_0, (\text{л/с}),$$

$$\text{де } M_1 = \sqrt{1 + \frac{l_{0-1} \cdot k^2}{k l_{0-1}}}.$$

Визначають витрати на ділянці 1-2 за формулою (6.18), які складають суму витрат зі зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{1\div 2} = \sum_1^2 Q_{1-2} = Q_0 + Q_1 = Q_0 \cdot (1 + M_1), (\text{л/с}).$$

Визначають швидкість руху рідини на ділянці 1-2 за формулою (6.19),

$$V_{1\div 2} = \frac{4 \cdot q_{1\div 2} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot d_{1\div 2}^2}, (\text{м/с}).$$

Напір у точці 2 буде визначений як

$$H_2 = M_2^2 H_0, (\text{м}).$$

Витрати у точці 2 будуть визначати як

$$Q_2 = M_2 Q_0, (\text{л/с}),$$

$$M_2 = \sqrt{M_1^2 + (1 + M_1)^2 \frac{l_{1-2} \cdot k^2}{k l_{1-2}}}.$$

Визначають витрати на ділянці 2-3(A) за формулою (6.18), які складають суму витрат зі зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{2-3(A)} = \sum_1^3 Q_{1-3} = Q_0 + Q_1 + Q_2 = Q_0 \cdot (1 + M_1 + M_2), (\text{л/с}).$$

Визначають швидкість руху рідини на ділянці 2-3(A) за формулою (6.19),

$$V_{2\div 3(A)} = \frac{4 \cdot q_{2\div 3(A)} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot d_{2\div 3(A)}^2}, \text{ (м/с)}.$$

Визначаємо напір у точці 3(A).

$$H_{3(A)} = M_3^3 H_0, \text{ (м)},$$

$$\text{де } M_3 = \sqrt{M_2^2 + (1 + M_1 + M_2)^2 \frac{l_{2-3} \cdot k^2}{k l_{2-3}}}.$$

Нерівномірність (або асиметрія) конфігурації гілок зумовлює відмінності в розподілі гідравлічних характеристик, а саме витрат і напорів. Згідно з фундаментальними законами гідравліки відомо, що в будь-якій заданій точці системи (або перерізі) повні гідравлічні напори є рівними (або ідентичними). Тому для подальшого розрахунку розглянутої схеми вірне наступне рівняння

$$H_A = H_{3(A)} = H_{2'(A)}, \text{ (м)}.$$

Для визначення параметрів правої частини гілки здійснюємо розрахунки, аналогічні тим, що були виконані для лівої частини.

$$Q_{0'} = k \sqrt{H_{0'}}, \text{ (л/с)}.$$

Для обчислення витрат на ділянці 0'-1' застосовують формулу (6.18), яка інтегрує сумарні витрати зрошувачів, що передують цій ділянці.

$$q_{0'\div 1'} = \sum_{0'}^1 Q_{0'-1'} = Q_{0'}, \text{ (л/с)}.$$

Визначають швидкість руху рідини на ділянці 0'-1' за формулою (6.19).

$$V_{0'\div 1'} = \frac{4 \cdot q_{0'\div 1'} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot d_{0'\div 1'}^2}, \text{ (м/с)}.$$

Напір у точці 1' можна записати

$$H_{1'} = M_1^2 H_{0'}, \text{ (м)}.$$

А витрати будуть мати наступну залежність

$$Q_{1'} = M_1 \cdot Q_{0'}, \text{ (л/с)}$$

$$\text{де } M_{1'} = \sqrt{1 + \frac{l_{0'-1'} \cdot k^2}{k l_{0'-1'}}}.$$

Визначають витрати на ділянці 1'-2'(A) за формулою (7.18), які складають суму витрат зі зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{1'-2'} = \sum_{1'}^2 Q_{1'-2'} = Q_{0'} + Q_{1'} = Q_{0'} \cdot (1 + M_{1'}), \text{ (л/с)}.$$

Тоді напір у точці 2'(A) буде визначений як

$$H_{2'(A)} = M_{2'}^2 H_{0'}, \text{ (м)},$$

$$\text{де } M_{2'} = \sqrt{M_{1'}^2 + (1 + M_{1'})^2 \frac{l_{1'-2'} \cdot k^2}{k l_{1'-2'}}}.$$

Оскільки справедливе рівняння

$$H_{3(A)} = H_{2'(A)}, \text{ (м)}.$$

то напір на зрошувачі 0' визначаємо як

$$H_{0'} = H_0 \cdot \frac{M_3^2}{M_{2'}^2}, \text{ (м)}.$$

Отримана залежність дозволяє однозначно встановити значення витрат між „диктуючим” зрошувачем та зрошувачами гілки протилежної частини.

У разі ідентичності (симетрії) гілок розподільчої мережі визначають характеристику рядка, яка є відношенням квадрата витрати в точці приєднання гілки до величини напору в цій самій точці.

$$\theta = \frac{Q_A^2}{H_A} \text{ – характеристика рядка.}$$

Далі здійснюють гідравлічний розрахунок мережі на розрахунковій площі.

Для дренчерних систем розрахунковою є площа всього приміщення, що підлягає захисту.

Розрахункову площу спринклерних систем визначають за таблицею 4 залежно від класу пожежної небезпеки приміщення.

Розраховуємо кількість зрошувачів (або гілок), які спрацювують на розрахунковій площі та залежать від двох факторів: розмірів приміщення і вимог до умов пожежогасіння.

Визначаємо кількість зрошувачів, які повинні спрацювати на розрахунковій площі:

$$N = \frac{F_p}{F_0}, \text{ шт.}, \quad (7.24)$$

де F_p – розрахункова площа (м^2);

F_0 – площа, що підлягає захисту одним зрошувачем (м^2).

У нашому випадку $F_p = 216 \text{ м}^2$ та $F_0 = 12 \text{ м}^2$.

З'ясуємо мінімально необхідну кількість зрошувачів для забезпечення захисту такого приміщення.

$$N = \frac{F_p}{F_0} = \frac{216}{12} = 18, \text{ шт.}$$

У результаті визначення кількості спрацьованих рядків, виконують подальші перевірені розрахунки.

У наступній точці розподільчої мережі (у місці приєднання чергової гілки) визначають напір та обчислюють витрату вогнегасної речовини.

$$H_N = H_{N-1} + \frac{l_{(N-1) \div N}}{k l_{(N-1) \div N}}, \text{ (м)},$$

де H_{N-1} – напір у точці приєднання попередньої гілки, м;

$q_{(N-1) \div N}$ – витрати вогнегасної речовини на ділянці між гілками, що приєднані до розподільчого трубопроводу, л/с;

$l_{(N-1) \div N}$ – довжина ділянки між гілками, що приєднані до розподільчого трубопроводу, м;

$k l$ – питомий коефіцієнт втрати напору визначають за довідниками (наприклад за таблицею Б.7 додатку Б [51] для заданого діаметра трубопроводу на ділянці, що підлягає розгляду).

Після встановлення величини напору в точці стику наступної гілки, подальший розрахунок витрати виконують відповідно до зазначеного алгоритму:

$$Q_N = \sqrt{\theta \cdot H_N}, \text{ л/с.}$$

Розрахунок розподільчої мережі за цим алгоритмом здійснюють до точки вводу.

Якщо мережа має кільцеву структуру, для її розрахунку застосовують метод послідовного наближення, який передбачає рух двома зустрічними потоками до вузла управління. З цією метою необхідно задати значення напору для кожного напрямку та послідовно визначити напори в розрахункових точках (ділянках) і витрати на розрахунковій площі.

Якщо мережа тупикова, то можливі наступні варіанти топології:

а) однакові рядки, розташовані тільки з одного боку живильного

трубопроводу;

б) неоднакові рядки, розташовані тільки з одного боку живильного трубопроводу;

в) рядки, розташовані з двох боків живильного трубопроводу однакові;

г) рядки, розташовані з двох боків живильного трубопроводу неоднакові.

Характеристики чергової контрольної точки для випадку «а» визначають аналогічно до розрахунків усередині рядка, водночас використовують сталу для всіх рядків характеристики V . Для випадку «б» кожний новий рядок необхідно розраховувати окремо. Для випадку «в» напір у точці приєднання до живильного трубопроводу двох ідентичних рядків приймають рівним напору одного з цих рядків (правого чи лівого, оскільки вони рівні між собою). Водночас витрату вогнегасної речовини визначають як суму витрат обох рядків: $Q^{прав} + Q^{лів}$. Для випадку «г» кожний із рядків необхідно розраховувати окремо. За напір приймають більше значення з двох отриманих величин, а загальну витрату вогнегасної речовини – як суму витрат обох рядків.

Витрату вогнегасної рідини Q , л/с, для спринклерної системи у внутрішньостелажному просторі визначають за формулою

$$Q = a \cdot b \cdot n \cdot q_n, \text{ л/с}, \quad (7.25)$$

де a – розрахункову довжину одночасно зрошуваної частини стелажа приймають рівною 15 м;

b – найбільша ширина сполучених стелажів, м;

n – кількість екранів;

q_n – інтенсивність зрошення.

Для спринклерної установки, розташованої під перекриттям у зоні стелажного збереження, інтенсивність зрошення необхідно приймати не менше $0,12 \text{ л/(сЧм}^2)$ з площею для розрахунку вогнегасної рідини 180 м^2 . Час роботи установки необхідно приймати відповідно до табл. Б.1 дод. Б.

Витрати напору у вузлах керування систем H_2 , м, визначають за формулою:

$$H_2 = \varepsilon Q^2, \quad (7.26)$$

де ε – коефіцієнт витрат напору у вузлі управління приймають за табл. Б.8 Додаток Б [51];

Q – розрахункова витрата води, розчину піноутворювача через вузол управління, л/с.

Обсяг розчину піноутворювача V_1 , м^3 , за об'ємного пожежогасіння визначають з виразу

$$V_1 = \frac{k_2 \cdot V}{k_3}, \quad (7.27)$$

де k_2 – коефіцієнт руйнації піни, приймають;

V – обсяг приміщення, що підлягає захисту, м^3 ;

k_3 – кратність піни.

Кількість одночасно працюючих генераторів піни n_1 визначають за формулою:

$$n_1 = \frac{V_1}{Q_d \cdot t}, \quad (7.28)$$

де Q_d – продуктивність одного генератора з утворення піни, $\text{м}^3/\text{хв}$;

t – тривалість роботи установки з піною середньої кратності, хв.;

Тривалість роботи установок пінного пожежогасіння з піною низкою кратності варто приймати:

15 хв. – для приміщень із кількістю твердих спалених матеріалів понад $200 \text{ кг}/\text{м}^2$ або пальними рідинами з температурою спалаху парів до 28°C ;

10 хв. – для приміщень із кількістю твердих спалених матеріалів до $200 \text{ кг}/\text{м}^2$ або пальними рідинами з температурою спалаху парів 28°C і вище.

Необхідний напір на насосі можна визначити за формулою:

$$H_H = H_1 + 1,2 \Sigma h + h_{\text{КСК}} + Z, \text{ м.вод.ст}, \quad (7.29)$$

де H_1 – напір у першого зрошувача;

$h_{\text{КСК}}$ – втрати напору в КСК;

Z – висота підйому води;

e h – сумарні втрати напору в мережі від 1-го зрошувача до КСК (визначають як різниця між напором перед КСК та H_1).

Загальний обсяг запасу вогнегасної рідини (двократний) визначають з урахуванням розрахункової витрати вогнегасної речовини установки, Q_p і нормативного часу її роботи за формулою:

$$W = 2 \cdot \frac{Q_T \cdot \tau_{\text{ГАС}} \cdot 60}{1000}, \text{ м}^3. \quad (7.30)$$

За результатами здійснених розрахунків роблять висновки щодо відповідності проєкту сучасним вимогам нормативної бази

Приклад розрахунку проєкту захисту приміщення з несиметричним розміщенням спринклерних зрошувачів

- 1) об'єкт – підприємство з виготовлення фотопаперу;
- 2) розміри виробничого приміщення – $35,2 \cdot 26,0 \cdot 6,0$;
- 3) відстань до точки вводу – 11 м ;
- 4) тип розподільчої мережі – тупікова;
- 5) кількість зрошувачів у гілці, відстань між ними – $7/3,7$;
- 6) кількість гілок та відстань між ними – $9/3,9$;
- 7) К-фактор зрошувача – 115 ;
- 8) відстань від стіни до розподільчого трубопровода – 10 м ;
- 9) діаметр гілки – 32 мм ;
- 10) діаметр розподільчого трубопровода – 100 мм .

Гідравлічний розрахунок розподільчої мережі з визначенням потрібних параметрів.

Зазначений об'єкт належить до групи ОНЗ із середнім ступенем пожежної небезпеки.

За таблицею 4 [17] визначають мінімальне значення інтенсивності зрошення водою $I_0 = 5(\text{мм хвил}^{-1})$, площа для розрахунку витрати води $F_p = 216 (\text{м}^2)$.

За таблицею 2 [17] визначають площу, що підлягає захисту, одним зрошувачем $F_0 = 12 (\text{м}^2)$, відстань між спринклерними зрошувачами $a = 4 (\text{м})$.

Площа для розрахунку витрат води $F_p (\text{м}^2)$ необхідна для визначення кількості зрошувачів, які одночасно спрацьовують, і визначення загальної кількості витрат вогнегасної речовини у системі.

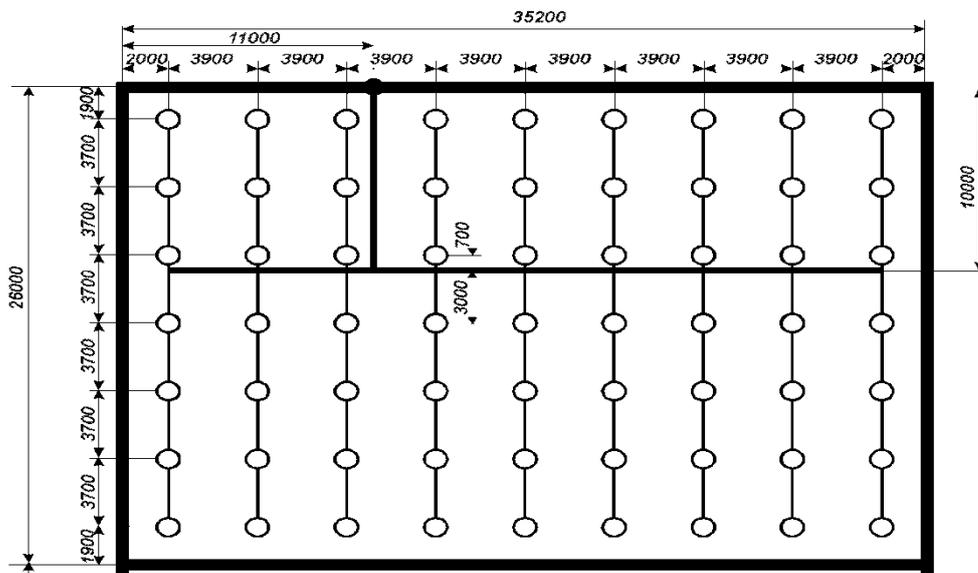


Рисунок 7.12 – Розподільча мережа в приміщенні, що підлягає захисту

Максимальна відстань між спринклерними зрошувачами $a (\text{м})$ необхідна для оцінювання правильності виконання трасування системи та розташування зрошувачів у приміщенні, що підлягає захисту.

Мінімальне значення інтенсивності зрошення водою та площа, що підлягає захисту одним зрошувачем $F_0 (\text{м}^2)$, потрібні для визначення мінімального напору та витрат на зрошувачах.

Номінальний коефіцієнт K (K -фактор) наведено в таблиці 3.

Для груп приміщень за пожежною небезпекою ОН номінальний K -фактор складає $80 \text{ л} \cdot \text{бар}^{-0,5} \cdot \text{хвил}^{-1}$.

«Диктуючим» є зрошувач розподільчої мережі, який розташований в найгірших (з точки зору гідравліки) умов, завдяки якому досягають мінімально допустимих розрахункових параметрів (витрати та напору). Для «тупикових» схем розподільчої мережі «диктуючим» є зрошувач, найбільш віддалений від точки вводу.

$$H_{ДЗ} = (I_0 \times F_0 / k)^2,$$

де $H_{ДЗ}$ – напір на «диктуючому» зрошувачі, м;

I_0 – мінімальна інтенсивність зрошення водою, $л \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$

F_0 – площа, що підлягає захисту одним зрошувачем, $м^2$

k – коефіцієнт витрат через зрошувач, розмірність $л \cdot м^{-0,5} \cdot с^{-1}$.

Для подальших розрахунків приведемо значення інтенсивності та K -фактору у відповідність розмірності.

У нашому випадку $I_0 = 5(\text{мм} \cdot \text{хвил}^{-1}) = 0,083(\text{л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1})$.

$k = 0,0053 \cdot K = 0,0053 \cdot 80 = 0,42 (\text{л} \cdot \text{м}^{-0,5} \cdot \text{с}^{-1})$.

$H_0 = (0,083 \cdot 12 / 0,42)^2 = 5,62 (\text{м})$.

Метою гідравлічного розрахунку є перевірка на відповідність геометричних розмірів мережі існуючим вимогам. До таких вимог належать:

– максимально допустимий напір у мережі обмежений і не повинен перевищувати 120 метрів;

$$H_{\min} \leq H_0 \leq H_{\max} \quad (\text{м})$$

$$3,5 \leq 5,62 \leq 120 \quad (\text{м})$$

– максимально допустима швидкість руху рідини в гідравлічній мережі обмежена і не повинна перевищувати 10 м/с.

Якщо швидкість на ділянці перевищує граничне значення (10 м/с), то необхідно збільшувати діаметр трубопроводу та повторити розрахунок.

Враховуючи вимоги щодо встановлення зрошувачів одного типорозміру в межах одного приміщення, коефіцієнт витрат через зрошувач k залишається незмінним. Відповідно, розрахункова витрата води або розчину піноутворювача через будь-який зрошувач (генератор) Q_n , л/с, буде визначений за таким виразом:

$$Q_n = k \sqrt{H_n}, \quad (\text{л/с}),$$

де H_n – вільний напір перед зрошувачем (генератором), м.

$$Q_0 = k \cdot \sqrt{H_0} = 0,42 \cdot \sqrt{5,62} = 1,0, \quad (\text{л/с}).$$

Визначають витрати на ділянці, які складають суму витрат зі зрошувачів до цієї ділянки

$$q_{(n-1) \div n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i, \quad (\text{л/с}),$$

$$q_{(0-1)} = Q_0 = 1,0, \quad (\text{л/с}).$$

Швидкість руху рідини на ділянці визначають на основі діаметра трубопроводу та витрат на цій ділянці; її розраховують за наступною формулою:

$$v_{(n-1) \div n} = \frac{4 \cdot q_{(n-1) \div n} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot d_{(n-1) \div n}^2}, \quad (\text{м/с}),$$

$$v_{(0-1)} = \frac{4 \cdot q_{0-1} \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot d_{0-1}^2} = \frac{4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 0.032^2} = 1.25, \quad (\text{м/с}).$$

де $q_{(n-1) \div n}$ – витрата рідини у л/с на ділянці між $n-1$ -ю та n -ю точками мережі;
 $d_{(n-1) \div n}$ – діаметр у метрах на ділянці між $n-1$ -ю та n -ю точками мережі.

Якщо швидкість на ділянці не перевищує 10 м/с, визначають геометричний коефіцієнт ділянки 0-1.

$$M_n = \sqrt{M_{n-1}^2 + \left(\sum_{i=0}^{n-1} M_i\right)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{1(n-1) \div n}} \cdot l_{(n-1) \div n}},$$

$$M_1 = \sqrt{M_0^2 + M_0^2 \cdot \frac{k^2}{k_{10-1}} \cdot l_{0-1}} = \sqrt{1^2 + 1^2 \cdot \frac{0.42^2}{13.97} \cdot 3.7} = 1.02.$$

У загальному вигляді зв'язок між витратою з будь-якого зрошувача гілки та «диктуючим» зрошувачем можна задати таким чином:

$$Q_n = M_n Q_0, \quad (\text{л/с}).$$

Залежність напору в будь-якій точці гілки від напору «диктуючого» зрошувача можна подати таким чином:

$$H_n = M_n^2 H_0, \quad (\text{м}).$$

Таким чином

$$Q_1 = M_1 Q_0 = 1.02 \cdot 1 = 1.02, \quad (\text{л/с}),$$

$$H_1 = M_1^2 H_0 = 1.02^2 \cdot 5.62 = 5.88 \quad (\text{м}).$$

Визначимо витрати на ділянці 1-2

$$q_{1-2} = q_{0-1} + Q_1 = 1 + 1.02 = 2.02, \quad (\text{л/с}).$$

Визначимо швидкість руху води на ділянці 1-2

$$v_{(1-2)} = \frac{4 \cdot q_{1-2} \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot d_{1-2}^2} = \frac{4 \cdot 2.02 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 0.032^2} = 2,52, (\text{м/с}).$$

Якщо швидкість на ділянці не перевищує 10 м/с, визначають геометричний коефіцієнт ділянки 1-2.

$$M_2 = \sqrt{M_1^2 + (M_0 + M_1)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{1-2}} \cdot l_{1-2}} = \sqrt{1.02^2 + (1+1.02)^2 \cdot \frac{0.42^2}{13.97} \cdot 3.7} = 1.11.$$

Визначаємо витрату та напір на 2-му зрошувачі

$$Q_2 = M_2 Q_0 = 1.11 \cdot 1 = 1.11, (\text{л/с}),$$

$$H_2 = M_2^2 H_0 = 1.11^2 \cdot 5,62 = 6,91, (\text{м}).$$

Визначимо витрати на ділянці 2-3

$$q_{2-3} = q_{1-2} + Q_2 = 2.02 + 1.11 = 3,13 (\text{л/с})$$

Визначимо швидкість руху води на ділянці 2-3

$$v_{2-3} = \frac{4 \cdot q_{2-3} \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot d_{2-3}^2} = \frac{4 \cdot 3,13 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 0.032^2} = 3,9, (\text{м/с}).$$

Для обраного діаметру визначаємо геометричний параметр ділянки 2-3 з урахуванням довжини.

$$M_3 = \sqrt{M_2^2 + (M_0 + M_1 + M_2)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{1-2-3}} \cdot l_{2-3}} = \sqrt{1.11^2 + (1+1.02+1.11)^2 \cdot \frac{0.42^2}{13.97} \cdot 3.7} = 1.3$$

Визначаємо витрату та напір на 3-му зрошувачі

$$Q_3 = M_3 Q_0 = 1.3 \cdot 1 = 1.3, (\text{л/с}),$$

$$H_3 = M_3^2 H_0 = 1.3^2 \cdot 5,62 = 9,54, (\text{м}).$$

Визначимо витрати на ділянці 3-4(A)

$$q_{3-4(A)} = q_{2-3} + Q_3 = 3,13 + 1.3 = 4,43, (\text{л/с}).$$

Визначимо швидкість руху води на ділянці 3-4(A)

$$v_{3-4(A)} = \frac{4 \cdot q_{3-4(A)} \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot d_{3-4(A)}^2} = \frac{4 \cdot 4,43 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 0.032^2} = 5,52, \text{ (м/с)}.$$

Якщо швидкість на ділянці не перевищує 10 м/с, визначають геометричний коефіцієнт ділянки 3-4(А).

$$M_4 = \sqrt{M_3^2 + (M_0 + M_1 + M_2 + M_3)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{13-4(A)}} \cdot l_{3-4(A)}} =$$

$$= \sqrt{1.3^2 + (1 + 1.02 + 1.11 + 1.3)^2 \cdot \frac{0.42^2}{13.97} \cdot 3.0} = 1.57$$

Напір в точці 4(А) правої частини гілки буде мати наступне значення

$$H_{4(A)} = M_4^2 H_0 = 1.57^2 \cdot 5,62 = 13,87, \text{ (м)}$$

Оскільки ліва частина гілки також має три зрошувачі та однакові відстані між ними, можна зробити висновок, що

$$M_1 = M_{1'}$$

$$M_2 = M_{2'}$$

Визначаємо геометричний параметр $M_{3'}$,

$$M_{3'} = \sqrt{M_{2'}^2 + (M_{0'} + M_{1'} + M_{2'})^2 \cdot \frac{k^2}{k_{1'2'-3'}} \cdot l_{2'-3'}} =$$

$$= \sqrt{1.11^2 + (1 + 1.02 + 1.11)^2 \cdot \frac{0.42^2}{13.97} \cdot 0.7} = 1.15.$$

Оскільки напір у точці А, яка є загальною як для правої, так і для лівої гілки, повинна бути виконана умова

$$H_{A(4)} = H_{A(3')}.$$

Таким чином

$$M_4^2 \cdot H_0 = M_{3'}^2 \cdot H_0$$

Тобто, ми можемо знайти напір у точці 0'.

$$H_0' = H_0 \cdot \frac{M_4^2}{M_3^2} = 5,62 \cdot \frac{1,57^2}{1,15^2} = 10,47, \text{ (м)}.$$

Визначаємо витрати через зрошувачі 0', 1', 2'.

$$Q_0 = k \cdot \sqrt{H_0'} = 0,42 \cdot \sqrt{10,47} = 1,36, \text{ (л/с)},$$

$$Q_1 = M_1 \cdot Q_0 = 1,02 \cdot 1,36 = 1,39, \text{ (л/с)},$$

$$Q_2 = M_2 \cdot Q_0 = 1,11 \cdot 1,36 = 1,51, \text{ (л/с)}.$$

Перевіряємо швидкість руху на ділянці 1'-2'.

$$q_{1'-2'} = q_{0'-1'} + Q_1 = 1,36 + 1,39 = 2,75, \text{ (л/с)},$$

$$v_{(1'-2')} = \frac{4 \cdot q_{1'-2'} \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot d_{1'-2'}^2} = \frac{4 \cdot 2,75 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,032^2} = 3,42, \text{ (м/с)},$$

Перевіряємо швидкість руху на ділянці 2'-3'.

$$q_{2'-3'} = q_{1'-2'} + Q_2 = 2,75 + 1,51 = 4,26, \text{ (л/с)},$$

$$v_{(2'-3')} = \frac{4 \cdot q_{2'-3'} \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot d_{2'-3'}^2} = \frac{4 \cdot 4,26 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,032^2} = 5,3, \text{ (м/с)}.$$

Загальна витрата в точці А буде складати

$$Q_A = q_{3-4} + q_{2'-3'} = 4,43 + 4,26 = 8,69, \text{ (л/с)}.$$

Визначаємо характеристику рядка

$$\theta = \frac{Q_A^2}{H_A} = \frac{8,69^2}{13,87} = 5,44.$$

Визначимо витрати вогнегасної речовини на ділянці А-Б

$$q_{(A-B)} = Q_A = 8,69, \text{ (л/с)}.$$

Визначимо швидкість руху води на ділянці А-Б

$$v_{(A-B)} = \frac{4 \cdot q_{(A-B)}}{3,14 \cdot d_{A-B}^2} = \frac{4 \cdot 8,69 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,1^2} = 1,11, \text{ (м/с)}.$$

Визначимо напір у точці Б

$$H_B = H_A + \frac{l_{A-B} \cdot q_{A-B}^2}{k_{1A-B}} = 13,87 + \frac{3,7 \cdot 8,69^2}{4322} = 13,93 (м)$$

Визначимо витрату вогнегасної речовини у точці Б

$$Q_B = \sqrt{\theta \cdot H_B} = \sqrt{5,44 \cdot 13,93} = 8,71, (л/с).$$

Визначимо витрати на ділянці Б-В

$$q_{B-B} = q_{A-B} + Q_B = 8,69 + 8,71 = 17,4, (л/с).$$

Визначимо напір у точці В

$$H_B = H_B + \frac{l_{B-B} \cdot q_{B-B}^2}{k_{1B-B}} = 13,93 + \frac{3,7 \cdot 17,4^2}{4322} = 14,19, (м).$$

Визначимо витрату вогнегасної речовини у точці В

$$Q_B = \sqrt{\theta \cdot H_B} = \sqrt{5,44 \cdot 14,19} = 8,79, (л/с).$$

Визначимо витрати на ділянці В-ввід

$$q_{B-ввiд} = q_{B-B} + Q_B = 17,4 + 8,79 = 26,19, (л/с).$$

Визначимо швидкість руху води на ділянці В-ввід

$$v_{B-ввiд} = \frac{4 \cdot q_{B-ввiд} \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot d_{B-ввiд}^2} = \frac{4 \cdot 26,19 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,1^2} = 3,33, (м/с).$$

Визначимо напір у точці вводу

$$H_{ввoд} = H_B + \frac{l_{B-ввoд} \cdot q_{B-ввoд}^2}{k_{B-ввoд}} = 14,19 + \frac{23,5 \cdot 26,19^2}{4322} = 17,92, (м).$$

ВИСНОВКИ

Після аналізу проєкту стає очевидним, що його виконано з помилками.

Після перевірки гідравлічної мережі з'ясовано, що вона задовольняє вимоги нормативних документів за умови використання зрошувача з К-фактором 80.

РОЗДІЛ 8. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО (ПІННОГО) ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Системи водяного та пінного пожежогасіння є одними з найнадійніших і найпоширеніших засобів активного протипожежного захисту, здатних ефективно локалізувати та ліквідувати пожежі на об'єктах будь-якого функціонального призначення. Їхня ефективність безпосередньо залежить не лише від технічних характеристик обладнання, безпомилкового його вибору на етапі проектування, але й від правильності експлуатації, що передбачає обслуговування, регулярні перевірки технічного стану, випробування та своєчасний ремонт.

Актуальність цього питання зумовлена тим, що у сучасних умовах зростає кількість складних технологічних об'єктів, де пожежа може призвести не тільки до матеріальних збитків, але й до значних екологічних та соціальних наслідків. Несправність або неправильна робота систем пожежогасіння у критичний момент може коштувати життя людей та спричинити катастрофічні руйнування.

Правильна експлуатація водяних і пінних систем забезпечує:

- постійну готовність обладнання до дії в будь-який час;
- збереження проектних характеристик (тиску, витрати, кратності піни);
- раціональне використання води й піноутворювачів;
- продовження терміну служби основних вузлів і агрегатів;
- відповідність вимогам чинних нормативних документів і правил пожежної безпеки.

Основним документом, що регламентує технічне обслуговування автоматичних систем водяного (пінного) пожежогасіння є [47].

Відповідно до вимог [50] всі системи протипожежного захисту і автоматичні системи водяного (пінного) пожежогасіння, зокрема, мають підтримуватися у працездатному стані. Відповідно до [47] підтримання експлуатаційної придатності систем протипожежного захисту (СПЗ) поділяють на такі етапи:

- підготовка до експлуатації СПЗ;
- експлуатація СПЗ;
- продовження строку експлуатації СПЗ;
- виведення з експлуатації СПЗ.

Підтримання експлуатаційної придатності СПЗ забезпечують шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на запобігання несправностям СПЗ та підтримання їх у працездатному стані.

Керівник об'єкту, де експлуатують СПЗ, зобов'язаний:

- забезпечувати дотримання вимог [47] у частині підтримання експлуатаційної придатності та регламентів робіт із технічного обслуговування (ТО);

- призначити організаційно-розпорядчим актом осіб із числа інженерно-технічного персоналу, на яких буде покладено обов'язки з підтримання запроєктованого режиму роботи СПЗ;

– організовувати навчання технічного персоналу та забезпечувати контроль за виконанням покладених на нього обов'язків;

– залучати до забезпечення технічного обслуговування СПЗ суб'єктів господарювання, які мають право на провадження такого виду господарської діяльності;

– необхідно забезпечити розроблення, зберігання, ведення та актуалізацію документації СПЗ протягом усього терміну експлуатації системи.

Роботи з ТО СПЗ здійснюють суб'єкти господарювання, які отримали ліцензію на провадження господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення, у частині підтримання експлуатаційної придатності відповідних систем згідно з Ліцензійними умовами провадження господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення, затвердженими [48].

На етапі експлуатації СПЗ забезпечують виконання:

– запроєктованого режиму роботи СПЗ;

– технічного обслуговування СПЗ;

– перевірок працездатності СПЗ;

– ремонту, модернізації (технічного переобладнання) СПЗ.

Запроєктований режим – організаційні і технічні заходи, спрямовані на підтримання алгоритмів роботи СПЗ, передбачені проєктною документацією.

Запроєктований режим роботи СПЗ забезпечує керівник об'єкту, де експлуатують СПЗ, або відповідальною особою шляхом дотримання під час експлуатації проєктних рішень, зокрема щодо алгоритмів спрацювання СПЗ ТО, проведення технічним персоналом візуального огляду систем та їх компонентів, здійснення контролю дотримання робочих характеристик СПЗ з використанням засобів контролю та індикації у складі СПЗ, контролю дотримання строків ТО, перевірки працездатності або випробування СПЗ протягом строку їх експлуатації.

Періодичність робіт із забезпечення запроєктованого режиму роботи СПЗ визначають регламентом робіт із ТО. Строки проведення робіт визначають планом-графіком робіт із ТО СПЗ з урахуванням вимог [47].

Під час експлуатації СПЗ в запроєктованому режимі забезпечують:

– цілодобове чергування у приміщенні пожежного поста технічного персоналу;

– наявність у приміщенні пожежного поста документації СПЗ та ТО та ознайомлення з нею чергового персоналу;

– відповідність приміщення пожежного поста нормативним вимогам щодо наявності природного, робочого та аварійного освітлення, відносної вологості та температури, справності стаціонарного телефонного зв'язку;

– відповідні умови навколишнього середовища в місцях розташування компонентів СПЗ, які визначені технічною документацією;

– ведення експлуатаційного журналу, а також реєстрація всіх подій, що відбуваються у процесі функціонування СПЗ та ТО;

– контроль строків проведення ТО СПЗ;

– проведення належних регламентних робіт після виникнення несправності, пожежі або інших подій, що можуть негативно вплинути на роботу СПЗ;

– недопущення реалізації на об'єкті заходів, що унеможливають або уповільнюють поширення небезпечних чинників пожежі до спринклерних зрошувачів;

– дотримання строків проведення робіт, визначених планом-графіком робіт із ТО СПЗ;

– наявність методик проведення перевірок СПЗ;

– забезпечення реконструкції СПЗ в разі зміни призначення, категорії за вибухопожежною та пожежною безпекою приміщень, конфігурації складування, перепланування будинку;

– з'ясування обставин, що призвели до аварійних ситуацій, пов'язаних із функціонуванням СПЗ, пожеж, які виникли на об'єкті.

Припинення роботи СПЗ можливе лише після переконання, що спрацювання було хибним. Також заборонено припинення подавання вогнегасної речовини до секції (зони) пожежогасіння, яка спрацювала внаслідок пожежі, протягом нормативного (проектного) часу роботи АСПГ, крім випадків коли рішення про припинення подавання вогнегасної речовини ухвалив уповноважений орган.

Забезпечення запроєктованого режиму роботи АСПГ передбачає:

– підтримання працездатного стану водоживильників, джерел електропостачання, імпульсних пристроїв, приводів насосів, резервуарів (модулів) з вогнегасними речовинами та стисненим газом, вузлів керування, пінозмішувачів, розподільчих мереж, запірної арматури, патрубків для підключення протипожежної техніки, сигналізаторів тиску та потоку рідин, пристроїв оповіщення, шаф управління насосами, пристроїв дистанційного та місцевого керування, компонентів сигналізації та індикації стану систем;

– забезпечення зберігання на об'єкті резерву зрошувачів (спринклерних, дренчерних) для заміни тих, які спрацювали, або пошкоджених у кількості не менше ніж: 6 штук для секцій ЛН, 24 штуки для секцій ОН, 36 штук для секцій ННР і ННС;

– забезпечення зберігання резервного запасу піноутворювача в кількості не менше ніж 100 % розрахункової проектною кількості, крім випадків, визначених законодавством, у сфері пожежної безпеки;

– поновлення резерву зрошувачів, резервуарів (модулів), запасу вогнегасних речовин після їх використання;

– розроблення документації системи управління технологією складування виробів і товарів;

– забезпечення захисту компонентів від фізичного впливу навколишнього середовища та механічних пошкоджень, а також дотримання нормативної відстані від них до виробів на складі, товарів, технологічного та інженерного обладнання;

– утримання запірної арматури на трубопроводах систем у положенні, що забезпечує безперешкодне подавання вогнегасної речовини до

водоживильника, в самому водоживильнику, до пінозмішувача, вузлів керування, по живильному трубопроводу, до секцій пожежогасіння та зрошувачів;

– утримання в робочому положенні запірної арматури, закриття якої може перешкодити правильній роботі пристроїв сигналізації та індикації.

Забезпечення запроєктованого режиму роботи автоматичних систем пожежогасіння із застосуванням швидкореагуючих спринклерів раннього виявлення пожежі (ESFR) здійснюють з урахуванням документації системи управління технологією складування виробів і товарів у складських приміщеннях і будівлях, яка повинна містити задокументовані процедури щодо:

– оцінювання категорій пожежної небезпечності виробів та товарів, які надходять на зберігання (згідно з [17]), можливості їх сумісного зберігання (згідно з [49]) та відповідності категорії проєктним рішенням;

– перевірки дотримання конфігурації та обмежень щодо складування, їх відповідності проєктним рішенням та вимогам, здійснюють періодично, але не рідше одного разу на тиждень [17];

– інформування персоналу, задіяного в замовленні, прийомі, транспортуванні, обліку товарів, про особливості конфігурації складування, наявність обмеження щодо категорії пожежної небезпеки виробів і товарів, наявність обмеження щодо складування та сумісного зберігання;

– забезпечення фіксації невідповідностей, їх усунення та вжиття запобіжних заходів. У разі встановлення суттєвих невідповідностей керівник, який експлуатує СПЗ, зобов'язаний повідомити уповноважений орган та страховика про застосовані запобіжні заходи відповідно до [17].

Для проведення ТО СПЗ керівник об'єкту, що експлуатує СПЗ, має або укласти договір про ТО СПЗ із суб'єктом господарювання, який відповідає вимогам [48], або створити власний підрозділ з проведення ТО СПЗ з проходженням процедури отримання дозволу на виконання цих робіт з виконанням вимог [48].

Періодичність проведення робіт із ТО СПЗ визначає регламент робіт із ТО. Строки проведення робіт із ТО СПЗ визначає план-графік робіт із ТО СПЗ (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Приклад плану-графіку робіт з технічного обслуговування системи протипожежного захисту

№	Вид робіт	Періодичність	Відповідальний	Примітка
1	Зовнішній огляд пожежних насосів, перевірка тиску та рівня мастила	Щоденно	Черговий механік	В журналі чергування
3	Контроль стану водяних/пінних резервуарів, рівня води, наявності піноутворювача	1 раз на тиждень	Технік ВГС	Відмітка у журналі
4	Перевірка цілісності дренчерних і спринклерних головок, відсутності механічних	1 раз на місяць	Слюсар ОВіК	Вибірковий огляд

№	Вид робіт	Періодичність	Відповідальний	Примітка
	пошкоджень			
5	Тестовий запуск пожежних насосів під навантаженням	1 раз на місяць	Головний механік	З протоколом випробування
7	Перевірка дозувальних пристроїв піноутворювача (інжектори, пропорціонатори)	1 раз на квартал	Інженер ВГС	
8	Повне випробування системи водяного/пінного пожежогасіння з подаванням розчину	1 раз на півріччя	Комісія (служба ВГС + ОП)	Акт випробування
9	Перевірка автоматичних клапанів, зворотних засувок, запірної арматури	1 раз на півріччя	Слюсар ВГС	
10	Плановий ремонт і заміна несправних вузлів (насоси, арматура, сигналізація)	За необхідністю	Служба експлуатації	
11	Загальна перевірка системи, складання акта готовності	1 раз на рік	Комісія підприємства	До перевірки ДСНС

Після завершення робіт із ТО СПЗ організація, що здійснює ТО, перевіряє їх належне функціонування щодо виконаних робіт та, за потреби, проводить відповідні роботи з налагодження, результати яких оформлюють відповідним актом.

Якщо автоматична система водяного, пінного пожежогасіння, окрему секцію або напрямок пожежогасіння переводять в режим неповної працездатності для проведення ремонту чи технічного обслуговування, керівник, який відповідає за експлуатацію СПЗ, або уповноважена особа повинні додатково вжити таких заходів:

- забезпечити працездатність частини секції шляхом встановлення ремонтних засувок для перекриття подавання вогнегасної речовини до ділянок, які перебувають у непрацездатному стані;
- роботи з відновлення функціональності секцій, що забезпечують протипожежний захист виробничого приміщення, а також заходи з налагодження чи демонтажу головної запірної засувки, сигнального або зворотного клапана, за умови значних змін чи необхідності від'єднання трубопроводу номінальним діаметром понад 40 мм, виконують виключно під час простою технологічного обладнання, розташованого в цьому приміщенні;
- відключити насос, який перебуває в стані несправності (або аварійному стані), від системи за допомогою наявних засувок;
- відновлювати, за можливості, у нічний час працездатність частин секції за допомогою заглушок і пробок трубопроводу;
- переконатися у відсутності ознак пожежі в усіх частинах об'єкта перед повним або частковим відключенням системи;
- поінформувати користувачів окремих приміщень, будівель (які мають спільні спринклерні системи/секції та є суміжними або взаємно

пожежонебезпечними) про непрацездатність системи пожежогасіння та відсутність води в системі.

Спринклерні зрошувачі, які спрацювали, необхідно замінити зрошувачами відповідного типу з відповідною температурою спрацювання та відновити працездатний стан системи.

Спринклерні зрошувачі, які не спрацювали та розташовані поряд із зоною, де відбулося спрацювання, необхідно перевірити щодо пошкоджень унаслідок теплового впливу або інших чинників і за необхідності замінити.

Якщо система протидимного захисту (СПДЗ) перебуває в режимі неповної працездатності, керівник об'єкта, який відповідає за експлуатацію СПЗ, або уповноважена особа повинні додатково вжити таких заходів:

- за наявності технічної можливості слід забезпечити працездатність системи загалом, за винятком ремонтів ділянок;
- за наявності технічної можливості забезпечити функціонування резервного обладнання під час ремонту, модернізації вентиляторів, двигунів;
- під час виконання ремонту одного з компонентів системи слід забезпечити функціонування інших її компонентів.

Якщо компоненти системи протипожежного захисту (СПЗ) працюють у режимі неповної працездатності, керівник об'єкта, який відповідає за експлуатацію СПЗ, або уповноважена особа повинні додатково вжити таких заходів:

- необхідно підтримувати в працездатному стані якомога більшу кількість компонентів системи протипожежного захисту (СПЗ).

Забезпечення запроєктованого режиму роботи систем пожежогасіння передбачає щотижневі і щомісячні роботи.

Щотижнево слід здійснювати перевірки та записи:

- показів всіх манометрів, які показують тиск вогнегасної речовини та повітря, встановлених на секціях, магістральних трубопроводах і пневмобаках, правильність показів зважувальних приладів. Зокрема, максимально допустиме падіння тиску у трубопроводах повітряних, водоповітряних і секцій із системою попередньої дії становить не більше 0,1 МПа (1,0 бар) за тиждень;

- рівня води в резервуарах окремого користування, розташованих вище рівня землі, річках, каналах, озерах, контейнерах для зберігання води (зокрема в баках для заливання насосів та пневмобаках), а також рівень піноутворювача у відповідних ємностях;

- правильності положення всіх основних запірних засувок, а також здійснювати випробування оповіщувача з водяним приводом. Зокрема кожен такий оповіщувач має подавати звуковий сигнал тривалістю не менше ніж 30 с.

Випробування автоматичного запускання насосів. За умови такого випробування необхідно:

- перевірити рівень палива та моторної оливи в дизельних двигунах;
- зменшити тиск води на пусковий пристрій, імітуючи таким чином умови автоматичного запускання;
- під час запускання насоса перевірити та записати значення тиску, за якого відбувся запуск;

– перевірити тиск мастила у дизельних насосах, а також витрату охолоджувальної води через відкриту систему охолодження.

– випробування автоматичного запуску насосів потрібно розпочинати в місцях їхнього встановлення та здійснювати зупинку за допомогою пристроїв, які змонтовані ззовні;

– функціональне випробування автоматичних і ручних пристроїв пуску насосів для піноутворювача.

Необхідно здійснювати перевірку повторного запуску дизельного двигуна одразу після завершення тестування запуску насоса. Під час цього тесту слід:

– запустити двигун і забезпечити його роботу протягом 20 хвилин (або іншого проміжку часу, рекомендованого постачальником/виробником обладнання). Після завершення цього етапу слід зупинити двигун та одразу перезапустити його за допомогою кнопки ручного запуску (випробування ручного запуску);

– здійснити перевірку рівня води в первинному контурі закритої системи охолодження;

– виконати перевірку справності системи кабельного електропідігріву та місцевого підігріву, призначених для запобігання замерзанню води в системі.

Під час здійснення випробувань потрібно контролювати тиск мастила (за наявності манометрів), температуру двигунів і витрату охолоджувальної рідини. Необхідно перевіряти шланги подавання мастила та здійснювати загальний огляд щодо відсутності протікання палива, охолоджувальної рідини і витоків вихлопних газів.

Щомісячні роботи передбачають перевірку рівня і густини електроліту в усіх свинцево-кислотних акумуляторах (зокрема в акумуляторах стартера дизельного двигуна та акумуляторах, що живлять щит керування). Якщо густина електроліту низька, то необхідно перевіряти зарядний пристрій акумуляторів і, якщо він працює нормально, потрібно замінити несправний акумулятор (несправні акумулятори).

Заходи щодо забезпечення технічного обслуговування автоматичних систем водяного (пінного) пожежогасіння.

Щомісячні роботи:

– перевірка об'єкта щодо виявлення та можливого впливу будь-яких змін конструкції, кількості наявних осіб, конфігурації складування, опалення, освітлення, обладнання тощо в будівлі на класифікацію за небезпечністю або будову змонтованої системи із застосуванням швидкореагуючих спринклерів раннього виявлення пожежі (ESFR);

– візуальна перевірка насадків-розпилювачів для контролю відсутності перепон, які можуть впливати на їхню термічну чутливість та карту зрошування;

– гідравлічне випробування. Кожну групу насосів у складі змонтованої системи потрібно випробувати в умовах повного навантаження (за допомогою стаціонарно встановленого патрубку для випробування трубопроводу, приєднаного до напірного патрубка насоса після запірною клапана, встановленого на виході з насоса). Група насосів має забезпечувати величини

тиску/витрати, зазначені на паспортній табличці або ж необхідну витрату системи у разі одночасної роботи декількох насосних установок;

- функціональне випробування вентилів для поповнення, що розташовані на резервуарах для зберігання води, з метою визначення правильності їх роботи;

- перевірка забруднення сіткових фільтрів, що розташовані перед насосом і в системі. У випадках, коли сіткові фільтри засмічено продуктами корозії, визначити та усунути джерело корозійного руйнування;

- перевірка трубопроводів і трубних підвісок з метою виявлення корозійного руйнування та механічних пошкоджень. Трубопроводи необхідно перевірити щодо наявності підключень для електричного заземлення. Використання трубопровідних систем для заземлення електрообладнання заборонено. Підключення для заземлення електрообладнання необхідно усунути, а заземлення виконати альтернативними засобами;

- зовнішній огляд балонів і резервуарів для зберігання води з метою виявлення ознак пошкодження або несанкціонованого змінювання конструкції.

- перевірка наявної кількості води з метою підтвердження, що ця кількість або забезпечений тиск не відрізняються від належної величини більш ніж на 5 %. Пристрої, які мають більші втрати, підлягають заміні або перезарядженню;

- перевірка дистанційного передавання сигналів тривоги. Перевірити передавання і надходження електричних сигналів; цілісність системи. Необхідно здійснити візуальний огляд системи для виявлення витоків;

- перевірка положення вентиля трубопроводу паливоподавання від паливного баку до двигуна насоса з дизельним приводом, дизельної електростанції, передбаченої для забезпечення резервного електропостачання;

- перевірка рівня палива паливного бака насоса з дизельним приводом, дизельної електростанції. Рівень палива повинен забезпечувати роботу системи протягом нормативного часу. Для систем порошкового пожежогасіння перевірити на наявність пошкоджень трубопроводів і робоче положення клапанів;

- прочистка трубопроводів стиснутим повітрям, азотом тощо;

- перевірка наявності захисних кришок на розпилювачах для подавання порошку;

- перевірка кількості газу для витискання порошку, шляхом показів тиску або маси;

- перевірка кількості порошку;

- перевірка системи пуску.

Щоквартальні роботи:

- перевірка вазелінових покриттів в приміщеннях із можливим осадженням аерозолі. За необхідності потрібно видалити існуючі покриття та нанести подвійний шар вазеліну на спринклери (зокрема ті, що мають багатофункціональні клапани) та розпилювачі. Для спринклерів із скляною колбою покриття наносять лише на корпус і вилку. Слід звертати особливу

увагу на спринклери, встановлені в камерах аерозольного фарбування, де може виникати необхідність частішого очищення та/або профілактичних заходів;

– перевірка трубопроводів та їх кріплення на наявність корозії і, за необхідності, здійснення фарбування. За необхідності, потрібно поновлювати захисне (фарбове) покриття на трубопроводах, зокрема на різьбових кінцях оцинкованих трубопроводів і кріплень. Залежно від жорсткості умов експлуатації поновлювати захисне (фарбове) покриття з інтервалом від 1 року до 5 років. За необхідності потрібно відновлювати ізоляцію трубопроводів. Перевіряти трубопровід на наявність точок з'єднання з метою створення електричного заземлення. Використання трубопроводів спринклерних систем як заземлювачів для електрообладнання є неприпустимим. Виявлені з'єднання з електричним заземленням необхідно демонтувати та впровадити альтернативні методи заземлення. Передбачено спільне тестування кожного водоживильника та відповідного вузла керування системи. У разі встановлення насоса (насосів) у системі водопостачання необхідно забезпечити автоматичний початок подавання води. Крім того, тиск, який створює насос за умови певної витрати, повинен відповідати проєктному значенню або бути не меншим за нього;

– перевірка правильності роботи резервного електропостачання, яке забезпечують дизель-генератори;

– перевірка роботи всіх запірних засувок, що регулюють потік води до насадків-розпилувачів для підтвердження їх справності, потім забезпечити їх надійне закріплення у правильному положенні. Цю перевірку виконувати, зокрема, для запірних засувок на всіх водоживильниках, на сигнальному клапані (клапанах), а також для всіх зональних або інших додаткових запірних засувок;

– перевірка правильності роботи сигналізаторів потоку (реле потоку та/або сигналізаторів тиску) шляхом відкриття клапана. Це необхідно для перевірки витрати води та підтвердження, що сигнал тривоги функціонує відповідно до проєкту;

– перевірка автоматичного запуску резервного насоса системи водопостачання у випадку недосягнення основним насосом робочих параметрів;

– перевірка кількості та стану запасних частин, призначених для резерву.

Роботи, які виконують один раз на 6 місяців:

– перевірка згідно з інструкціями постачальника рухомих частин повітряних сигнальних клапанів, а також усіх акселераторів та експаустерів повітряних секцій і додаткових вузлів. Водоповітряні секції не перевіряють цим методом. Їх функціональність контролюють двічі на рік під час зміни їх робочого стану (вода/повітря);

– функціональне тестування дозатора піноутворювача з використанням води, але без використання піноутворювача (якщо така необхідність зазначена виробником);

– перевірка електричної частини сигналу передавання інформації до пожежно-рятувального підрозділу та на пульта централізованого пожежного спостереження.

Щорічні роботи:

– вимірювання фактичної витрати, яку забезпечує автоматичний насос. Усі насоси системи водопостачання секції перевірити в режимі повної потужності (шляхом приєднання трубопроводу для виконання випробувань до лінії подавання води насосом нижче зворотного клапана подавального патрубку насоса), за такої умови значення тиску та витрати мають відповідати значенням, указаним на фірмовій табличці. Належним чином враховувати втрати тиску у підвідному трубопроводі та клапанах між водоживильником і кожним вузлом керування;

– перевірка витрати за відсутності встановленого насоса. Усі водоживильники секції підлягають випробуванню в умовах забезпечення повної витрати. Випробування здійснюють шляхом приєднання трубопроводу для виконання тестів до водоживильника перед вузлом керування. Параметри (витрата/тиск) мають відповідати встановленим вимогам. Потрібно враховувати відповідні похибки на втрати тиску в розподільному трубопроводі та клапанах;

– перевірка дизельного двигуна на несправність запускання шляхом активації системи автоматичного пуску в умовах перекритого постачання палива. Процедура передбачає реалізацію шести циклів, кожен із яких вимагає не менше ніж 15 секунд (с) запуску двигуна та перерву не більше ніж 15 с або не менше ніж 10 с. Після завершення шести циклів пуску має спрацювати сигнал тривоги про невдалу спробу пуску. Потім слід відновити постачання палива та забезпечити запуск двигуна за допомогою системи ручного керування;

– перевірка правильності роботи поплавкових клапанів на резервуарах для зберігання води;

– перевірка фільтрів, розташованих у всмоктувальних камерах насосів. Відстійні камери та вмонтовані в них фільтри підлягають перевірці та, за потреби, очищенню.

Перевірку працездатності та випробування АСПГ здійснюють за участю органу з інспектування (третьої сторони).

Процедури гідравлічних випробувань автоматичних систем водяного (пінного) з підривом та без підриву клапану описані в розділах 2 та 3.

Для пінних систем пожежогасіння виконувати:

– випробування з визначення показників якості піноутворювача. Під час перевірок необхідно:

– визначити: тип піноутворювача;

– питому вагу;

– рН;

– вміст нерозчинних твердих частинок/осаду;

– стійкість піни;

– кратність піни;

– показник розтікання (поверхнею циклогексану) з метою оцінювання плівкоутворювальної здатності (тільки для плівкоутворювальних піноутворювачів);

– випробування з визначення проміжку часу до повторного займання з використанням етилового спирту (тільки для піноутворювачів типу «AR»).

Якщо протокол випробувань піноутворювача не містить висновку про те, що він пройшов випробування з отриманням позитивного результату, то такий піноутворювач потрібно негайно замінити аналогічним, який успішно пройшов випробування та визнаний придатним до застосування;

– випробування дозатора піноутворювача та пов'язаних із ним фітингів. Випробування здійснюють за мінімальною та максимальною розрахунковою витратою, передбаченою проектом системи. За можливості, зазначені випробування здійснюють з використанням замітника піноутворювача, що відповідає екологічним вимогам;

– випробування з подаванням вогнегасної речовини;

– випробування резервуарів для зберігання піноутворювача та компонентів, які постійно контактують з піноутворювачем, потрібно здійснювати з метою виявлення ознак зовнішніх дефектів, наприклад, витоків і забруднень на ущільнювальних елементах. Слід перевіряти цілісність пристроїв пароізоляції пінозливів, які розташовані на резервуарах, а також розривних мембран систем пожежогасіння «підшаровим» способом.

З періодичністю *один раз на 10 років* необхідно очищати та оглядати зсередини всі резервуари для зберігання води. За необхідності, ці процедури також застосовують до всіх елементів, які до них приєднано. Чищення резервуарів, як правило, потребує зливання з них води. Однак можуть бути прийнятними інші рішення, що забезпечують економію водних ресурсів.

Кожні 25 років передбачена перевірка трубопроводів і спринклерних зрошувачів. Слід ретельно промити трубопроводи і здійснити їх гідравлічні випробування, зокрема:

– трубопровід секції (крім відкритого трубопроводу дренажної системи) підлягає гідравлічним випробуванням тривалістю не менше 2 годин. Тиск, який використовують, має бути не менше 15 бар або в 1,5 раза вищим за максимально можливий для системи (вимірювання здійснюють на клапанах керування секцією), залежно від того, яке значення більше;

– передбачено випробування відкритого трубопроводу дренажної системи шляхом повного виливання водної вогнегасної речовини або із застосуванням закритих зрошувачів. Якщо умови навколишнього середовища не дають змоги здійснити гідравлічні випробування, то трубопровід необхідно піддати пневматичному випробуванню тиском не менше ніж 25 бар протягом не менше ніж 24 години. Лише за сприятливих умов навколишнього середовища здійснюють гідравлічне випробування.

Перевірити трубопроводи зсередини та ззовні. Потрібно перевіряти принаймні 1 м довжини розподільного трубопроводу на кожні 100 спринклерних зрошувачів. Перевіряти дві ділянки трубопроводу кожного діаметра завдовжки принаймні 1 м.

Усі дефекти, які можуть негативно вплинути на роботу системи, необхідно усунути.

У водозаповнених системах перевіряти принаймні одну спринклерну секцію на будівлю. Якщо в одній будівлі встановлено кілька вузлів керування водозаповненими секціями, то перевіряти лише 10 % від їх кількості. У разі використання повітряних систем, скорочення обсягу секцій, що підлягають контролю, є неприпустимим. Кількість зрошувачів, яку необхідно демонтувати та перевірити, наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2. – Кількість зрошувачів, які підлягають перевірці

Загальна кількість встановлених спринклерів	Кількість спринклерів, які підлягають перевірці
до 5 000	20
від 5000 до 10 000	40
від 10000 до 20 000	60
від 20000 до 30 000	80
понад 30000	100

Стан зрошувачів слід оцінювати за наступними показниками:

- працездатність;
- температура спрацювання;
- зміна К-фактора;
- наявність перешкод для розпилювання води;
- засмічення;
- термічна чутливість.

Отже, підбиваючи підсумки, можна зробити висновки, що ефективність систем водяного та пінного пожежогасіння безпосередньо залежить від організації їхньої експлуатації. Підтримка постійної технічної готовності обладнання до експлуатації забезпечують виключно шляхом систематичного обслуговування, виконання регламентних робіт та оперативного усунення виявлених дефектів.

Правильна експлуатація передбачає регулярні перевірки насосних станцій, резервуарів, дозувальних пристроїв, спринклерних і дренчерних зрошувачів, трубопроводів, а також систем управління та сигналізації. Особливу увагу слід приділяти стану піноутворювачів та умовам їх зберігання, оскільки саме від цього залежить якість сформованої піни та її ефективність як вогнегасної речовини.

Забезпечення належного технічного обслуговування не лише продовжує термін служби обладнання, але й гарантує виконання ним проєктних параметрів під час пожежі. До того ж своєчасні профілактичні заходи знижують ризик відмови системи в критичний момент та сприяють збереженню життя людей, матеріальних цінностей і безпеки виробничих процесів.

Отже, експлуатація систем водяного та пінного пожежогасіння є невід’ємною складовою процесу забезпечення пожежної безпеки об’єкта. Вона вимагає високої дисципліни, відповідальності персоналу й суворого дотримання нормативних вимог. Лише за таких умов можна досягти головної

мети – забезпечення надійного та ефективного протипожежного захисту протягом усього періоду експлуатації.

Особливості застосування систем автоматичного пожежогасіння в умовах воєнного стану в Україні

Застосування систем автоматичного пожежогасіння особливо важливе у воєнний час внаслідок обстрілів і техногенних ризиків, що підвищує ймовірність масштабних пожеж. З огляду на те, що пожежно-рятувальні служби не завжди можуть оперативно прибути через бойові дії чи зруйновану інфраструктуру, така автоматична система часто стає єдиною реальною можливістю врятувати об'єкт.

Ключові особливості та виклики застосування систем автоматичного пожежогасіння в умовах воєнного стану:

- ризик фізичного ушкодження обладнання. Обстріли, удари уламками, вібрації та пожежі від ворожих влучань можуть пошкодити трубопроводи, балони, електроніку та насосні вузли. Наслідок: втрата герметичності магістралей, витoki робочої речовини, неможливість запуску системи;

- перебої й втрата зовнішнього живлення. Часті відключення електроенергії; можливі пошкодження ліній. Наслідок: відсутність можливості автоматичного запуску, блокування електронних клапанів, втрата контролю;

- проблеми з водопостачанням та тиском виникають внаслідок пошкодження зовнішніх мереж або обмеженого подавання води. У таких умовах спринклерні та дренчерні системи можуть не забезпечити необхідний дебіт або тиск;

- підвищена ймовірність одночасних аварій, таких як пожежа, руйнування інженерних мереж та необхідність евакуації персоналу, створює складні сценарії, що потребують інтегрованих рішень;

- обмежений доступ до техобслуговування та запчастин. Логістика ускладнена, складно швидко замінити пошкоджені вузли або здійснити капітальний ремонт;

- хибні спрацьовування та небезпека для персоналу. Вибухи, спалахи, зварювання можуть викликати хибні пуски – особливо для газових і дренчерних систем. Некоректний автоматичний випуск газу або подавання води може становити ризик для евакуйованих людей або пошкодити обладнання (серверні);

- системи мають бути автономними та підтримувати локальні сценарії реагування. Вони повинні вміти функціонувати незалежно, без зв'язку з центральними службами і забезпечувати локальні режими захисту, зокрема локальний пуск та локальну сигналізацію;

- фізична та кібербезпека є критичними аспектами. Існує ризик навмисного виведення систем з ладу, що вимагає застосування антивандальних заходів. Також необхідний надійний захист мереж керування для запобігання дистанційному саботажу або передаванню фальшивих команд;

- екологічні та безпекові обмеження вимагають контролю за використанням газових вогнегасних агентів. В умовах воєнного стану складно

гарантувати своєчасну та повну евакуацію приміщень до моменту їх випуску (скидання).

– пінні і порошкові системи можуть ускладнити роботу об'єктів після спрацьовування.

Практичні рекомендації – проєктування та експлуатація

1. Архітектурно-технічні рішення:

– необхідно забезпечити резервування живлення шляхом використання акумуляторних батарей (АКБ) або джерел безперебійного живлення (UPS) з розрахунком на період від 24 до 72 годин. Як додатковий резервний захід також слід передбачити механічні (ручні або пневматичні) приводи клапанів;

– необхідно впровадити подвійні канали управління, що поєднують дротовий зв'язок із резервними каналами, такими як радіо, GSM або локальна PLC-логіка, для забезпечення надійності системи;

– необхідне секціонування системи, що передбачає поділ на автономні зони з власними насосами або балонами. Це забезпечує стійкість системи: пошкодження однієї ділянки не призведе до виходу з ладу всієї системи пожежогасіння;

– фізичний захист обладнання: розміщення насосних, балонних вузлів у захищених (підземних/укріплених) приміщеннях або броньованих шафах;

– запасні джерела гасіння: мобільні комплекти (мобільні балони, переносні генератори, модулі спринклера) які можна швидко розгорнути.

2. Вибір типу системи:

– спринклерні та дренчерні системи є базовим рішенням для багатьох об'єктів, проте вони потребують гарантованого водопостачання;

– газові (інертні) системи є ефективними для захисту серверних приміщень та архівів. Однак перед їхнім запуском необхідно гарантувати відсутність людей у зоні дії, а у воєнний час – ретельно перевіряти процедури евакуації;

– порошкові та аерозольні системи підходять для відкритих чи промислових зон; мають мінімальні вимоги до інфраструктури, але утворюють шар агресивного пилу на поверхні обладнання після застосування;

– мобільні установки (наприклад, мобільні генератори, балони чи аерозолі) є корисними для використання на тимчасових або пошкоджених об'єктах.

3. Налаштування алгоритмів і захист від хибних спрацьовувань:

– комбінація сповіщувачів. Підтвердження тривоги відбувається шляхом одночасного спрацьовування різних типів датчиків, наприклад, димового та температурного, або димового та полум'яного;

– логіка «підтвердження/відкладення» передбачає таку послідовність дій: наприклад, після реєстрації першого сигналу про задимлення вмикається оповіщення персоналу для перевірки ситуації. Якщо підтвердження тривоги відсутнє або ж спрацьовує другий сповіщувач, система автоматично запускає механізм пожежогасіння. У критичних зонах може бути застосований жорсткий сценарій із мінімальною затримкою пуску;

– управління системою передбачає використання режимів «військовий» та «мирний». Ці режими забезпечують можливість оперативного зниження чутливості або зміни алгоритмів роботи системи для зменшення кількості хибних тривог.

4. Підтримка та логістика

– наявність запасних частин (клапани, форсунки, запірна арматура, електроніка) з локальним зберіганням;

– мобільні бригади швидкого реагування з інструментами для тимчасового ремонту/ізоляції пошкоджень;

– план заміни обладнання/модернізації з пріоритетом для критичних об'єктів (лікарні, енергетика).

5. Безпека людей:

– перед застосуванням систем пожежогасіння на основі газу, піни чи аерозолів необхідно впевнитися у відсутності людей у зоні спрацьовування. Також має бути забезпечено розроблення та впровадження локальних сценаріїв евакуації;

– необхідно передбачити блокування автоматичного режиму активації систем пожежогасіння в тих зонах, де люди потенційно можуть бути змушені залишатися (наприклад, в укриттях). Для таких об'єктів доцільно запровадити альтернативні методи протипожежного захисту, зокрема: системи локального виявлення займання; можливість виключно ручного запуску вогнегасної речовини.

ВИСНОВКИ

Аналіз історичного розвитку систем водяного та пінного пожежогасіння свідчить про їхню еволюцію: від простих спринклерних установок із ручним керуванням до повністю автоматизованих систем. Сучасні системи здатні оперативно виявляти та ліквідовувати пожежу на початковій стадії, а також самостійно визначати необхідний об'єм піноутворювача, який надходить в потік води від насоса-підвищувача до розподільчої мережі.

Вивчення видів автоматичних систем пожежогасіння – спринклерних або дренчерних – дало змогу глибше усвідомити особливості їх конструкції, принципів роботи та галузей ефективного використання. Кожна з цих систем має власні технічні переваги, обмеження та сферу доцільного застосування. Ці параметри залежать від категорії приміщення за пожежною небезпекою, типу горючих матеріалів, архітектурно-планувальних рішень, а також вимог до безперервності технологічного процесу.

Спринклерні системи пожежогасіння є найбільш розповсюдженим типом установок, їх застосовують переважно для захисту будівель з відносно незначною пожежною навантагою. Ознакою цих систем є локалізація осередку пожежі: вода надходить лише через ті зрошувачі (спринклери), які реагують на підвищену температуру. Такий підхід забезпечує мінімальну витрату води, запобігає затопленню приміщень і дає змогу швидко знизити температуру та інтенсивність горіння.

Залежно від умов експлуатації спринклерні системи можуть бути водозаповненими, повітряними, водоповітряними або з попередньою дією. Водозаповнені системи ефективні в приміщеннях з температурою вище точки замерзання води, тоді як повітряні – у неопалюваних зонах, де існує ризик замерзання.

Дренчерні системи пожежогасіння застосовують там, де необхідно одночасно подати воду або піну на велику площу, – наприклад, у резервуарних парках, складських приміщеннях із високим ступенем пожежної небезпеки, а також на виробництвах нафтопродуктів чи хімічних речовин. Основна особливість дренчерних систем: усі зрошувачі відкриті, а система подає воду через них після активації спонукальної системи. До того ж вони можуть утворювати суцільну водяну завісу, яка ефективно захищає конструкції від нагрівання та запобігає розповсюдженню пожежі й продуктів горіння у сусідні приміщення (відсіки).

Для більш якісного опанування матеріалу навчального посібника був здійснений аналіз будови, принципів роботи та взаємодії основних підсистем (водозабезпечення, управління, сигналізації, зрошувачів тощо), який підтвердив ефективність гасіння, значною мірою залежить від узгодженості гідравлічних параметрів і надійності елементів керування.

Окрему увагу приділено системам пінного пожежогасіння, які залишаються незамінними під час гасіння пожеж рідких горючих речовин (нафтопродуктів, розчинників тощо). Розглянуто основні властивості сучасних

піноутворювачів, методи їх дозування, а також вимоги до зрошувачів і систем подавання піни відповідно до сучасних стандартів.

У розділі про перспективи розвитку систем розглянуто напрямки, що базуються на використанні тонкорозпиленої води, автоматизованих робототехнічних установок та інтелектуальних систем керування. Ці технології забезпечують економію ресурсів, мінімізацію шкоди від води та високу ефективність гасіння складних пожеж.

Особливе значення має проектування та експлуатація систем згідно з вимогами чинних нормативних документів (ДБН В.2.5-56:2014, ДСТУ 8828:2019, ДСТУ СЕН/TS 14972:2016 тощо), що гарантує надійність, безпечність і довговічність роботи установок.

Таким чином, оптимальний вибір типу автоматичної системи пожежогасіння має базуватися на результатах оцінювання пожежного ризику об'єкта, характеру можливого займання, температурних умов експлуатації та вимог чинних нормативних документів, зокрема ДБН В.2.5-56:2014, ДСТУ EN 12845:2019 тощо. Правильний підхід до проектування в поєднанні з якісним технічним обслуговуванням забезпечує ефективну роботу цих систем. Лише комплексне врахування цих чинників дозволяє створити ефективну, надійну й економічно обґрунтовану систему протипожежного захисту, що відповідає сучасним вимогам безпеки та сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 4 місяці 2025 року [Текст] / ДСНС України. – Київ : ДСНС, 2025. – 20 с.
2. Про забезпечення ведення обліку пожеж та їх наслідків : наказ ДСНС України від 16 серпня 2017 р. № 445 [Текст] : (із змінами, внесеними наказом ДСНС від 7 лютого 2023 р. № 109) / ДСНС України. – Київ, 2017. – 8 с.
3. ДСТУ EN 12845:2016 „Стаціонарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування” [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016.
4. ДСТУ EN 12845:2016 „Стаціонарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування” [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016.
5. Міністерство внутрішніх справ України. Про затвердження Правил підтримання експлуатаційної придатності (обслуговування) систем протипожежного захисту будинків, будівель, споруд та їх частин : Наказ № 136 від 28.02.2025 [Електронний ресурс] / МВС України. – Київ, 2025. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0402-25> (дата звернення: 19.10.2025).
6. Вузол керування водяним пожежогасінням Minimax NAV NMX URL: <https://fire-stop.com.ua/ua/water/control-unit/minimax-nav-nmx.html>
7. E & E3 Alarm Check Valves URL: <https://www.reliablesprinkler.com/product/e-e3-alarm-check-valves-with-e3-trim/>
8. Вузол управління WEFLO F1511 водозаповнений URL: <https://ufpsys.com/ru/pro-duct/uzel-upravleniya-weflo-f1511-vodozapolnennyiy/>
9. Model J-1 Alarm Check Valve URL: <https://www.vikinggroupinc.com/model-j-1-alarm-check-valve>
10. AV-1-300 Alarm Check Valve URL: https://www.tyco-fire.com/products-and-solutions/valves-devices-and-components/wet-system-valves-and-components/av-1-300_fis/av-1-300-alarm-check-valve#technicalspec
11. Safex Alarm Valve Model No. FAVB 100(150)R-UL URL: <https://vistaartrade.com/pro-ducts/14634/safex-alarm-valve-model-no-favb-100150r-ul>
12. Rapidrop SM-RDAVB080AF URL: <https://politex.com.ua/vodosignalnyy-klapan-s-obvyazkoy-rapidrop-dn80-3>
13. Minimax TAV TMX URL: <https://fire-stop.com.ua/ua/water/control-unit/minimax-tav-tmx.html>
14. Tyco DPV-1 URL: https://www.tyco-fire.com/products-and-solutions/valves-devices-and-components/dry-system-valves/dpv1_fis/dpv-1-pre-trim-dry-pipe-valve
15. Reliable Model D URL: <https://ufpsys.com/product/vuzol-keruvannya-model-d-reliable-vodopovitryaniy-sprinklerniy>
16. Reliable DDX URL: <https://www.reliablesprinkler.com/product/ddx-lp-dry-pipe-valve-system>

17. ДСТУ EN 12845:2016 „Стаціонарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування” [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016.

18. Міністерство внутрішніх справ України. Про затвердження Правил підтримання експлуатаційної придатності (обслуговування) систем протипожежного захисту будинків, будівель, споруд та їх частин : Наказ № 136 від 28.02.2025 [Електронний ресурс] / МВС України. – Київ, 2025. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0402-25> (дата звернення: 19.10.2025).

19. Вузол керування водяним пожежогасінням Minimax NAV NMX URL: <https://fire-stop.com.ua/ua/water/control-unit/minimax-nav-nmx.html>

20. E & E3 Alarm Check Valves URL: <https://www.reliablesprinkler.com/product/e-e3-alarm-check-valves-with-e3-trim/>

21. Вузол управління WEFLO F1511 водозаповнений URL: <https://ufpsys.com/ru/product/uzel-upravleniya-weflo-f1511-vodozapolnennyiy/>

22. Model J-1 Alarm Check Valve URL: <https://www.vikinggroupinc.com/model-j-1-alarm-check-valve>

23. AV-1-300 Alarm Check Valve URL: https://www.tyco-fire.com/products-and-solutions/valves-devices-and-components/wet-system-valves-and-components/av-1-300_fis/av-1-300-alarm-check-valve#technicalspec

24. Safex Alarm Valve Model No. FAVB 100(150)R-UL URL: <https://vistaartrade.com/products/14634/safex-alarm-valve-model-no-favb-100150r-ul>

25. Rapidrop SM-RDAVB080AF URL: <https://politex.com.ua/vodosignalnyy-klapan-s-obvyazkoy-rapidrop-dn80-3>

26. Minimax TAV TMX URL: <https://fire-stop.com.ua/ua/water/control-unit/minimax-tav-tmx.html>

27. Tyco DPV-1 URL: https://www.tyco-fire.com/products-and-solutions/valves-devices-and-components/dry-system-valves/dpv1_fis/dpv-1-pre-trim-dry-pipe-valve

28. Reliable Model D URL: <https://ufpsys.com/product/vuzol-keruvannya-model-d-reliable-vodopovitryaniy-sprinklerniy>

29. Reliable DDX URL: <https://www.reliablesprinkler.com/product/ddx-lp-dry-pipe-valve-system>

30. Пожежна безпека. Піноутворювачі для гасіння пожеж. Настанови щодо поводження з вогнегасними речовинами, використовуваними у стаціонарних системах пінного пожежогасіння : ДСТУ 8615:2016. – [Чинний від 01.07.2017]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 17 с. – (Національні стандарти України).

31. Стаціонарні системи пожежогасіння. Компоненти для спринклерних та дренчерних систем. Частина 1. Спринклери (EN 12259-1:1999 + A1:2001 + A2:2006, IDT) [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2015. – 27 с.

32. Засоби дозування та генерування, зберігання, методи випробувань, настанови, піноутворювач, показники якості, умови експлуатації, утилізування,

фізико-хімічні властивості : звіт про НДР [Текст] / вик. (Т. М. Скоробагатько, В.О. Боровіков, А. І. Кодрик, О. М. Тітенко, О.І. Мороз, І.Г. Стилик керівника та співавт.); № держ. реєстр. 01021U108453. – Київ, 2025. – 330 с. : 21 рис., 26 табл., 6 дод., 62 джерела.

33. Стационарні системи пожежогасіння. Системи пінного пожежогасіння. Частина 1. Вимоги до компонентів та методи їх випробування (EN 13565-1:2003 + A1:2007, IDT) [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. – 56 с.

34. Пожежна безпека. Вогнегасні речовини — піноутворювачі. Частина 3. Вимоги до піноутворювачів, призначених для гасіння водонерозчинних горючих рідин поданою на поверхню піною низької кратності (EN 1568-3:2008, MOD) [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 47 с.

35. Дубінін Д. П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2021. – № 1(33). – С. 15–29. Д. П. Дубінін Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 1(33) С. 15-29.

36. NFPA 750. Standard on Water Mist Fire Protection Systems [Текст]. – Quincy (MA) : NFPA, 2023. – 86 с.

37. Santangelo P. E., Tartarini P. Fire Control and Suppression by Water-Mist Systems // The Open Thermodynamics Journal. 2010. V. 4. P. 167–184. doi: 10.2174/1874396X01004010167

38. Kutti R. Advantages of Water Fog Use as a Fire Extinguisher // AARMS. 2015. V. 14. № 2. P. 259–264. URL: https://www.researchgate.net/publication/322869120_Advantages_of_Water_Fog_Use_as_a_Fire_Extinguisher

39. CEN/TS 14972:2011. Fixed firefighting systems — Watermist systems — Design and installation [Текст]. – Brussels : CEN, 2011. – 64 с.

40. Стационарні системи пожежогасіння. Системи пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проектування та монтування (CEN/TS 14972:2011, IDT) [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. – 78 с.

41. ДБН В.2.6-56:2014 «Системи протипожежного захисту».

42. ДСТУ CEN 14816 Стационарні системи пожежогасіння. Дренчерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування

43. ДСТУ Б EN 13565-2 «Стационарні системи пожежогасіння. Системи пінного пожежогасіння. Частина 2. Проектування, монтування та технічне обслуговування»

44. ДСТУ CEN 14816:2013 Стационарні системи пожежогасіння. Дренчерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування.

45. ДСТУ Б А.2.4-10:2009 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів

46. Антошкін О.А., Нешпор О.В. Розробка засобу автоматизації проектування шлейфів пожежної сигналізації з оптимізованим складом//

Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2023. Харків, НУЦЗУ – №1 (37). – С. 203-218. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/18146>

47. Про затвердження Правил підтримання експлуатаційної придатності (обслуговування) систем протипожежного захисту будинків, будівель, споруд та їх частин : наказ МВС України від 28 лютого 2025 р. № 136 [Текст] / МВС України. – Київ, 2025. – 15 с.

48. Деякі питання ліцензування господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення : постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2016 р. № 852 [Електронний ресурс] / КМУ. – Київ, 2016. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/852-2016-%D0%BF>

49. Пожежна безпека. Загальні положення [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 24 с.

50. Правила пожежної безпеки в Україні (зі змінами): наказ МВС України від 30 грудня 2014 р. № 1417 [Текст] / МВС України. – Київ, 2015. – 120 с.

51. ДБН В.2.5-13-98* Пожежна автоматика будівель та споруд [Текст] / Нац. стандарт України. – Київ : Держбуд України, 2000. – 62 с.

Навчальне видання

Антошкін Олексій Анатолійович
Бондаренко Сергій Миколайович
Дерев'янка Олександр Анатолійович
Дурєєв В'ячеслав Олександрович
Мурін Михайло Миколайович
Олійник Володимир Вікторович

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ТА ПІННОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Навчальний посібник

Формат 60x84 1/16. Ум.друк.арк. 12,7.

