

БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Безпека технологічних процесів визначається безпекою виробничого обладнання, сировини, матеріалів та технологічних операцій.

Безпека виробничого обладнання забезпечується: вибором принципів дії, конструктивних схем, використанням безпечних елементів конструкцій та конструкційних матеріалів, що відповідають тим технологічним операціям, що здійснюються за допомогою даного обладнання.

Технічні пристрої застосовуються для запобігання впливу на робітників небезпечних і шкідливих факторів. Їх можна розділити на: огорожувальні, блокувальні, запобіжні і засоби сигналізації (Технічний регламент знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затверджено Постановою КМУ № 1262 від 25 листопада 2009 р.) [5].

Огорожувальні пристрої являють собою фізичну перешкоду між людиною і небезпечним шкідливим фактором (кожухи, щити, екрани та ін.). На рис. 3.1 наведена схема встановлення захисного кожуху. До них відносять обмежувальні і захисні пристрої.

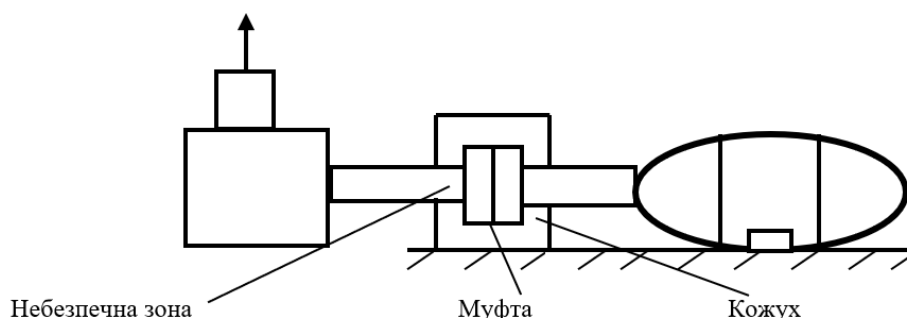


Рисунок 3.1 – Схема приводу димососа

За способом розміщення загородження може бути: стаціонарним, відкидні чи розсувні, знімні та переносні.

Стаціонарні огороження ізолюють небезпечні зони, механізми різних машин і окремі ділянки робочих місць. Всі приводні та передавальні механізми, робочі органи, якщо це можливо за технологією, розміщуються у корпусі машини. За конструктивним оформленням стаціонарне огороження виконується як невід'ємна частина машини.

Відкидні чи розсувні огороження (кожухи, футляри, кришки, дверцята тощо) використовуються для укриття робочих органів, систем приводу та інших механізмів, які вимагають частотої наладки, чистки, змащування та оглядів між плановими ремонтами машин і верстатів. Вони приєднуються до нерухомих частин машин (корпусів) за допомогою петель, завіс і можуть відкриватись без допомоги інструмента.

Знімні огороження використовують для укриття приводних, передавальних механізмів, які не потребують наладки, чистки та огляду під час всього міжремонтного періоду роботи обладнання. Такі огороження можуть

застосовуватися замість відкидних та розсувних, якщо останні не можна встановити на обладнанні через його конструктивні особливості. Знімні огороження закріплюються на машині або верстаті болтами, гвинтами і тощо; для того щоб їх зняти, потрібен інструмент.

Переносні (тимчасові) огороження використовують при ремонтах та налагодженні для захисту людини від випадкових доторкань до механізмів, що обертаються, до струмоведучих частин тощо. Їх застосовують на робочих місцях зварювальників, газорізальників для захисту від дії електричної дуги та ультрафіолетових променів.

Роботи на обладнанні, з якого знято огороження або воно несправне, забороняються.

Огороження не повинні втрачати своїх захисних властивостей під впливом виникаючих при експлуатації таких факторів: висока температура, вібрація, випромінювання.

Обмежувальні пристрої використовуються для обмеження дії небезпечних і шкідливих факторів. До них відносяться бар'єри, поруччя, обладнання для збереження і складування, тупикові пристрої (рис. 3.2), пристрої обмеження переміщення кранів та ін.

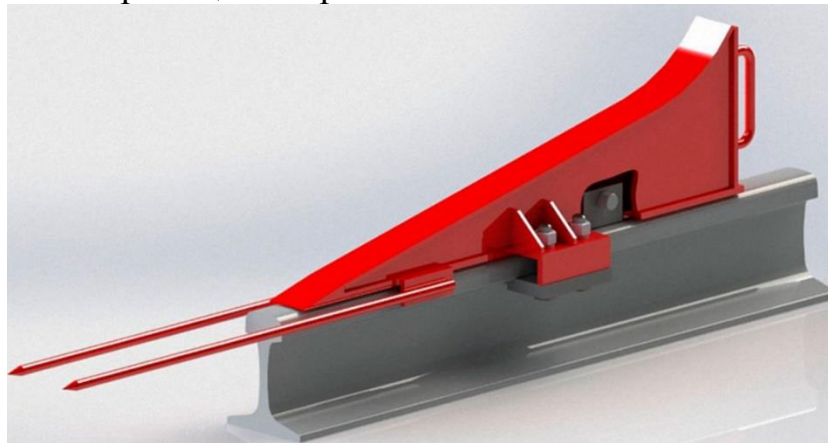


Рисунок 3.2 – Тупикові упори мостових та козлових кранів [6]

Бар'єри повинні витримувати припустиме навантаження і перевірятися на статичну і динамічну міцність із запасом 30-50%.

Тупиковий пристрій (упор) – пристрій, призначений для гасіння швидкості крана і запобігання його сходу з кінцевих ділянок кранового шляху в аварійних ситуаціях при відмові пристрою, що відключає або гальмує механізм пересування крана.

Тупикові упори повинні забезпечувати гарантовану зупинку крана за наступних параметрів, положень частин крана та вантажу, що забезпечують вплив на упори максимальних навантажень, які можуть виникнути при використанні крана за призначенням:

- швидкість пересування крана становить не більше 40 м/хв, якщо кран та рейковий шлях не обладнані засобами автоматичної зупинки, за наявності засобів автоматичної зупинки – 100% від номінальної паспортної швидкості;

- маса вантажу на гаку головного підйому відповідає номінальній вантажопідйомності крана, при цьому гачок знаходиться у верхньому положенні;
- кран зібраний та змонтований у максимальній комплектації, передбаченій експлуатаційними документами;
- для мостових кранів – гак з вантажем знаходиться в положенні мінімального підходу до осі рейкової нитки, для козлових кранів – над рейковою ниткою;
- для кранів стрілового типу – стріла знаходиться в положенні, паралельному рейковому шляху; значення спрямованої по ходу руху крана вітрового навантаження робочого стану та ухилу колії становлять максимальні величини, допустимі паспортними даними крана.

Металоконструкції тупикових пристроїв розрізняють трьох видів:

- ударні (випускаються у двох модифікаціях), рис. 3.3;
- безударні;
- комбіновані.



Рисунок 3.3 – Тупиковий упор ударного типу [6]

Інформаційні засоби безпеки для запобігання дії на робітників небезпечних і шкідливих факторів

До інформаційних засобів безпеки виробничих процесів та обладнання відносяться такі: сигналізація, сигнальне фарбування, знаки безпеки, контрольно-вимірвальні засоби [5].

Сигналізація попереджає обслуговуючий персонал про пуск і зупинку обладнання, порушення процесу і підвищення рівня отруйних і вибухонебезпечних газів у приміщеннях.

За функціональним призначенням сигналізація поділяється на:

- **попереджувальну**(запобіжну), яка попереджує про необхідність дотримання вимог безпеки, про регулювання руху транспортних засобів, тобто вона слугує для попередження працюючого про виникнення небезпеки;
- **аварійну**, яка сповіщає про виникнення небезпечного режиму роботи;
- **інформаційну** (інформує про вид і значення параметрів, що визначають безпеку);
- **оперативну**, для здійснення контролю виробничих процесів щодо заданих параметрів (тиску, температури тощо), вона застосовується в технологічних процесах, у випробувальних стендах, повідомляючи про включене, або включене обладнання, про досягнення заданих параметрів, а також для узгодження дій кількох працівників;
- **розпізнавальну** – призначена для виділення окремих видів обладнання, або найбільш небезпечних його зон, механізмів. Розпізнавальною сигналізацією є пофарбування у відповідні кольори балонів і трубопроводів, електричних проводок, кнопок і рукояток управління механізмами.

За принципом дії сигналізація поділяється на:

- кольорову (сигнальні кольори);
- світлову (миготливі чи світлові вогні);
- звукову (подача звукових сигналів);
- світло-звукову;
- одоризаційну (за запахом).

Звук сигналу повинний сильно відрізнятися від виробничого шуму. Звукові сигнали здійснюються за допомогою сирен, дзвоників, свистків і гудків.

Звукові сигнали – передаються різним числом і поєднанням звуків різної тривалості та передають певну інформацію:

- один довгий і три коротких – загальна тривога;
- один довгий і два коротких – пожежна тривога;
- один довгий і один короткий – хімічна тривога;
- ряд коротких – повітряна тривога;
- один короткий та один довгий – сигнал пильності;

Звукові сигнали також застосовуються для попередження досягнення ГДК, ліміту температури і тиску, а також для транспортних механізмів і небезпечних зон.

До пристроїв, що сигналізують, також відносяться різні контрольні прилади: показники, манометри, термометри, вольтметри та ін.

Знаки безпеки. Знаки безпеки з охорони праці є одним із різновидів засобів колективного захисту працівників, що призначені для профілактики впливу небезпечних виробничих факторів і виникнення аварій.

Порядок встановлення знаків безпеки визначається Технічним регламентом знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затвердженим постановою КМУ № 1262 від 25.11.2011 (далі – Технічний регламент) [5].

Додатково, вимоги щодо оформлення знаків містяться у ДСТУ 3864-1:2005 та ДСТУ 6309:2007 (у частині регулювання знаків протипожежної безпеки).

Знаки безпеки – це знаки, якими за допомогою графічних символів, кольорів, світлових або звукових сигналів, словесних або сигналів, поданих за допомогою рук, встановлюється заборона щодо вчинення небезпечних дій або дій, що можуть спричинити небезпеку, або дається вказівка щодо здійснення заходів безпеки і/або захисту здоров'я працівників на робочому місці.

Різні види знаків можна застосовувати одночасно, а саме, поєднувати світловий сигнал із звуковим або словесним чи подавати сигнал за допомогою рук разом із словесним.

Існують основні групи знаків: заборонні, попереджувальні, зобов'язальні, інформативні, рятувальні, знаки пожежної небезпеки

Заборонні знаки безпеки з охорони праці (рис.3.7) – знаки охорони праці, що утримують співробітників від здійснення певних дій. Знак має наноситись на плоску або об'ємну круглу табличку з темною піктограмою на білому фоні, край та діагональна відмітка – червоного кольору. Червоне забарвлення має становити не менше 35% поверхні знаку.



Рисунок 3.7 – Приклад заборонних знаків безпеки з охорони праці

Попереджувальні знаки з охорони праці (рис. 3.8) інформують співробітників про ймовірний ризик або небезпеку. Їх виготовляють у формі трикутника з темною піктограмою на жовтому фоні, край – чорний. Жовте

забарвлення має становити щонайменше 50% поверхні знаку. Можуть встановлюватися такі попереджувальні знаки безпеки: отруйні речовини, виробничий транспорт тощо.

Зобов'язальні знаки (приписні) (рис.3.9)– знаки, що примушують осіб до певних дій. Знак має бути круглим, з білою піктограмою на синьому фоні, при цьому синє забарвлення має становити щонайменше 50% поверхні знаку.

Інформативні знаки – знаки, що на відміну від заборонних знаків та знаків попередження надають додаткові вказівки (наприклад, знаки медичної допомоги, рис. 3.10).



Рисунок 3.8 – Приклад попереджувальних знаків безпеки з охорони праці



Рисунок 3.9 – Приклад зобов'язальних знаків безпеки з охорони праці



Рисунок 3.10 – Знаки медичної допомоги

Рятувальні знаки – схематичні зображення, на яких вказується маршрут до укриття і аварійних виходів, пункту медичної допомоги. Встановлюються у вигляді прямокутника або квадрата з білою піктограмою на зеленому фоні. Зелене забарвлення повинно становити щонайменше 50% поверхні зображення.



Рисунок 3.10 – Рятувальні знаки

Знаки пожежної безпеки – повинні мати прямокутну або квадратну форму з білою піктограмою на червоному фоні. Червоний колір безпеки повинен становити не менш як 50% загальної площі знака.

Вимоги стосовно встановлення знаків безпеки та їх кольорів. Для позначення небезпечних приміщень або зон на підприємстві знаки безпеки слід встановлювати на попередньо підготовленій рівній поверхні за допомогою самоклеючої плівки або просто прикріпляти їх на відповідну табличку. Знаки мають бути виготовлені із тонкого листового металу, деревини або пластмаси. Пристрої для закріплення знаків повинні бути пофарбовані у сірий або сріблясто-сірий колір.

Знаки повинні бути помітними. Для покращення візуалізації дозволяється виготовляти їх із додаванням люмінесцентних фарб,

світловідбивальних часток. Таблички, установлені на відкритому повітрі, повинні бути надійно захищені від впливу опадів, вітру та прямого сонячного світла. За потреби, знаки безпеки періодично оновлюють. При встановленні знаків безпеки слід враховувати кут зору людини з відповідного положення, а також можливості виникнення перешкод для видимих знаків на легкодоступному, достатньо освітленому місці або поблизу входу в зону небезпеки, або у безпосередній близькості до джерела небезпеки чи об'єкта, який позначається знаком безпеки. Знаки, що переважно призначені для застосування у темний час доби або в умовах поганої видимості, мають бути обладнані штучним освітленням. При цьому таке освітлення не повинно впливати на їхній колір та видимість у світлий час доби.

Колір безпеки	Вид знака	Зміст знака
Червоний	знак заборони	дії є небезпечними
	знак небезпеки або тривоги	стій! Зупинка! Аварійне вимикання! Евакуація!
	знак місця зберігання засобів пожежогасіння	тут розміщені матеріали і устаткування для пожежогасіння
Жовтий або оранжевий	попереджувальний знак	увага! Обережно! Сій!
Синій	зобов'язувальний знак	особливі вимоги щодо способу дій і поведінки. Необхідність використання засобів індивідуального захисту
Зелений	знак першої допомоги, рятувальний знак	тут розміщені двері, виходи, приміщення, шляхи пересування, пункти і засоби допомоги
	відсутність небезпеки	повернення до стану норми

Рисунок 3.11 – Кольори знаків безпеки

Знаки протипожежної безпеки і схеми евакуаційних або аварійних виходів обладнують автономними джерелами живлення на випадок виникнення перебоїв в енергопостачанні або несправностей основного джерела енергії, крім випадків, коли це не створює небезпеку. Світлові покажчики і лампи для освітлення сходів і зон виходів пішохідних тунелів приєднують до фаз нічного режиму зовнішнього освітлення.

Тимчасові знаки безпеки. Вимога щодо застосування знаків безпеки поширюється і на тимчасові роботи (тимчасові знаки безпеки). Відповідальна особа, яка керує роботами, повинна стежити за установленням знаків у місцях, де проводять роботи за нарядом-допуском: висотні, земляні роботи, підземні роботи, роботи на проїзній частині доріг, роботи з викорчування куців і пеньків у містах тощо. Після закінчення робіт тимчасові знаки знімаються.

ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСОБІВ З ПРОМИСЛОВОЇ САНІТАРІЇ

Вентиляція

У всіх виробничих та допоміжних приміщеннях необхідно передбачити вентиляцію. Під *вентиляцією* розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції — вилучити із приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже, тобто забезпечити в приміщеннях метеорологічні умови (температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря), що відповідають нормативним вимогам, а також виключити можливість вмісту в повітрі шкідливих речовин, які перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).

Вентиляція може бути природна, штучна (механічна) та суміщена (природна та штучна одночасно).

Необхідна чистота повітря у виробничих приміщеннях може бути досягнута шляхом:

- удосконалення технологічних процесів та устаткування, в результаті чого виключається або зменшується виділення шкідливих парів, газів та пилу в повітря виробничих приміщень;

- використання ефективної та надійної вентиляції.

Ефективність дії систем вентиляції та кондиціонування повітря залежить не тільки від забезпечення необхідного повітрообміну, але й від схеми організації повітрообміну, тобто вибору зони вилучення та подачі необхідної кількості повітря.

Схеми вентиляції визначаються:

- специфікою виробничого приміщення;
- характером шкідливостей;
- місцем їх виділення;
- кратністю повітрообміну.

У виробничих приміщеннях при проектуванні загальнообмінної вентиляції можлива організація повітрообміну за такими схемами: зверху вниз, знизу вверх, зверху вверх, знизу вниз, а також і за змішаними схемами (рис. 2.1).

Схеми зверху вниз та зверху вверх доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу від температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони нагрівається за рахунок повітря приміщення. Схему зверху вверх також застосовують, коли кратність повітрообміну не перевищує 5 і в приміщенні відсутні токсичні виділення. Схеми знизу вверх та знизу вниз рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища від температури внутрішнього повітря.

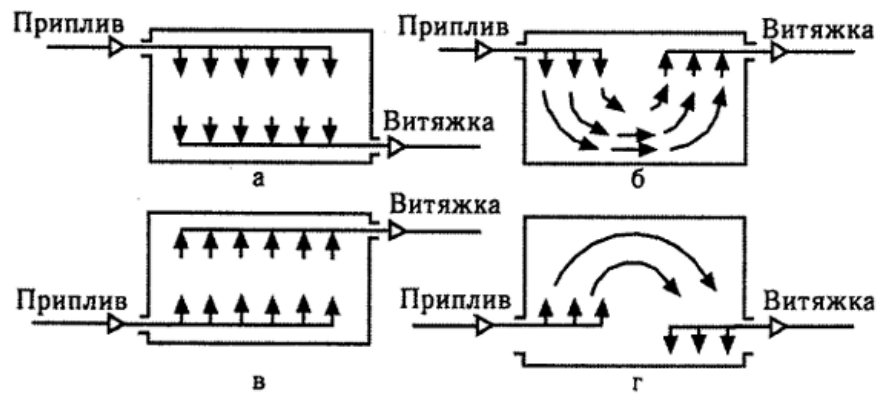


Схема організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції:
 а — зверху вниз; б — зверху вгору; в — знизу вгору; г — знизу вниз

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари з густиною, що перевищує густину повітря (наприклад пари кислот, бензину, гасу), то загальнообмінна вентиляція повинна забезпечити видалення 60% повітря з нижньої зони приміщення та 40% — з верхньої. Якщо густина газів менша за густину повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

Природна вентиляція може бути неорганізованою і організованою. При неорганізованій вентиляції невідомі об'єми повітря, що надходять та видаляються із приміщення, а сам повітрообмін залежить від випадкових чинників (напрямку та сили вітру, температури зовнішнього та внутрішнього повітря), а тому допускається тільки в окремих випадках (наприклад об'єм приміщення на одного працюючого становить більше 40 м^3) при наявності вікон або вікон та ліхтарів і відсутності шкідливих виділень і речовин з неприємним запахом.

Організована природна вентиляція називається *аерацією*. Для аерації в стінах будівлі роблять отвори для надходження зовнішнього повітря, а на даху чи у верхній частині будівлі встановлюють ліхтарі для виведення відпрацьованого повітря.

Аерація використовується в цехах (виробничих приміщеннях) із значними тепловиділеннями, якщо концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі не перевищує 30% ГДК в робочій зоні.

Для регулювання припливного зовнішнього повітря в одно- та двопрольотних приміщеннях в теплий період року в зовнішніх стінах роблять отвори, що розташовані на висоті 0,3—1,8 м над підлогою. Припливні отвори дозволяється розміщувати в два ряди і більше у поздовжніх стінах будівлі, які повинні бути вільні від надбудов. Як припливні отвори також використовуються ворота, розсувні стіни та отвори у підлозі приміщень. Отвори для припливу зовнішнього повітря в холодний період року роблять у зовнішніх стінах, розташовуючи низ отворів у цехах (приміщеннях) висотою менше 6 м на висоті не менше 3 м над підлогою, а в приміщеннях висотою більше 6 м — на висоті не менше 4 м над підлогою.

Для регулювання припливного зовнішнього повітря в багатопрольотних цехах (виробничих приміщеннях) роблять отвори в зовнішніх стінах і ліхтарі в "холодних" прольотах, які повинні чергуватися з "гарячими", враховуючи, що "холодні" прольоти відокремлюються від "гарячих" спущеними зверху перегородками, які не доходять до підлоги на 2—4 м.

Для видалення повітря з приміщення, що регулює приплив і витяжку (аерація) встановлюють незадувні аераційні та світлоаераційні ліхтарі та шахти різних конструкцій (рис. 2.2).

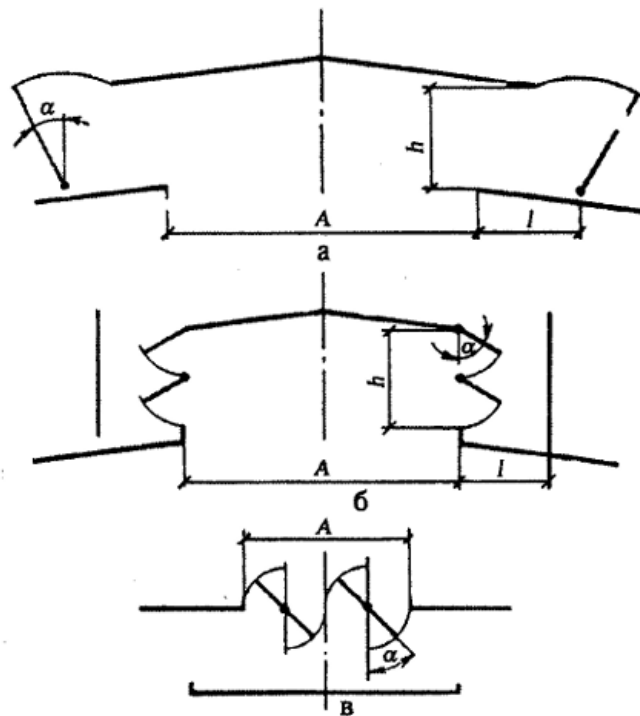


Рис. 2.2. Схеми незадувних аераційних ліхтарів:
а — КТИС; б — П-видного з вітрозахисними панелями; в — щілинного

Витяжні канали систем аерації доцільно розташовувати у внутрішніх цегляних стінах (мінімальний переріз каналів становить 130x140 мм); у спеціальних вентиляційних блоках; у вигляді приставних та підвісних каналів біля внутрішніх стін, перегородок та перекриттів. Мінімальна товщина перегородок у цегляних стінах між каналами одного призначення та зовнішніх стінок каналів становить 120 мм.

Штучна (механічна) вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрязабір у найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами.

При механічній вентиляції повітрообмін досягається за рахунок різниці тисків, які створюються вентилятором. Механічна вентиляція застосовується в тих випадках, коли тепловиділення в цеху (виробничому приміщенні) недостатні для постійного (протягом року) використання аерації, а також тоді, коли кількість або токсичність шкідливих речовин, які виділяються у повітря приміщення є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від зовнішніх метеорологічних умов.

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною. В свою чергу робоча вентиляція за місцем дії може бути загальнообмінною, місцевою, комбінованою.

Загальнообмінна вентиляція за напрямком потоку повітря може бути припливна, витяжна, припливно-витяжна.

Припливна вентиляція забезпечує подачу чистого зовнішнього повітря у виробничі приміщення. Вона може використовуватись у виробничих приміщеннях зі значними тепловиділеннями і малою концентрацією шкідливих речовин. У цьому випадку видалення забрудненого повітря здійснюється через фрамуги, дефлектори, вентиляційний жолоб.

Витяжна вентиляція може застосовуватись у виробничих приміщеннях, в яких відсутні шкідливі виділення і необхідна мала кратність повітрообміну, в допоміжних та побутових приміщеннях, складах.

Припливна вентиляція забезпечує подачу чистого зовнішнього повітря у виробничі приміщення. Вона може використовуватись у виробничих приміщеннях зі значними тепловиділеннями і малою концентрацією шкідливих речовин. У цьому випадку видалення забрудненого повітря здійснюється через фрамуги, дефлектори, вентиляційний жолоб.

Витяжна вентиляція може застосовуватись у виробничих приміщеннях, в яких відсутні шкідливі виділення і необхідна мала кратність повітрообміну, в допоміжних та побутових приміщеннях, складах.

Припливно-витяжна вентиляція застосовується у всіх приміщеннях, коли необхідно забезпечити підвищений і надійний обмін повітря. При такому виді вентиляції у виробничих приміщеннях з малими виділеннями шкідливих речовин доцільно створювати невеликий надлишковий тиск повітря, а у суміжних з ними приміщеннях зі значними виділеннями шкідливих речовин приплив повітря повинен складати 95% об'єму витяжки. А решта 5% припливного повітря надходить із суміжних, більш чистих приміщень.

У виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу витяжка, повинна бути на 10% більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

В системі припливно-витяжної вентиляції можливе використання не лише зовнішнього повітря, але й повітря самих приміщень після його очищення, тобто використання принципу рециркуляції. Рециркуляція здійснюється в холодний період року для економії тепла, що витрачається на підігрівання припливного зовнішнього повітря.

При використанні принципу рециркуляції необхідно дотримуватись таких вимог: кількість чистого зовнішнього повітря, що надійшло, повинно складати не менше 10% загальної кількості повітря, яке подається в приміщення; повітря, яке подається в приміщення, повинно містити шкідливих речовин 4 класу небезпеки не більше 30% ГДК цих речовин у повітрі робочої зони.

Рециркуляцію недоцільно використовувати у виробничих приміщеннях, у повітряному середовищі яких можуть бути отруйні суміші, неприємні запахи, мікроорганізми, що можуть спричинити захворювання або тоді, коли може різко збільшитись концентрація шкідливих та вибухонебезпечних парів, газів та пилу.

Системи місцевих відсмоктувачів та системи загальнообмінної витяжної вентиляції проектується окремо.

Місцева вентиляція забезпечує вентиляцію безпосередньо на робочих місцях. Вона може бути припливною і витяжною.

Місцева припливна вентиляція, при якій здійснюється концентрована подача припливного повітря заданих параметрів (температури, вологості, швидкості руху), виконується у вигляді повітряних душів, повітряних та повітряно-теплових завіс.

Повітряні душі використовуються, в основному, для нормалізації умов праці на постійних робочих місцях при тепловому опромінюванні працівників інтенсивністю $350 \text{ Дж} / \text{м}^2 \cdot \text{с}$ і більше. Їх можна також використовувати і для видалення газоподібних шкідливих речовин з робочої зони.

Повітряні та повітряно-теплові завіси призначені для запобігання надходження в приміщення значних мас холодного зовнішнього повітря при необхідності частого відкривання дверей чи воріт. Повітряна завіса створюється струменем повітря, що подається з вузької довгої щілини, під деяким кутом назустріч потоку холодного повітря. Канал із щілиною розміщують збоку чи знизу воріт (дверей).

Повітряні завіси також використовують в отворах огорож технологічного устаткування, як перешкоду виходу гарячого загазованого повітря в приміщенні, а також у інших випадках, коли необхідно перекрити повітряний потік через отвори.

Місцева витяжна вентиляція застосовується для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо у місцях їх виділення. Пристрої місцевої витяжної вентиляції (місцеві відсмоктувачі) умовно можна поділити на відсмоктувачі відкритого та закритого типів.

До місцевих відсмоктувачів відкритого типу належать витяжні зонти, всмоктувальні панелі, бортові відсмоктувачі.

Конструкція місцевих відсмоктувачів повинна забезпечити максимальне вловлювання шкідливих виділень при мінімальній кількості вилученого повітря. Крім того, вона не повинна бути громіздкою та заважати обслуговуючому персоналу працювати і наглядати за технологічним процесом.

Основними чинниками при виборі типу місцевого відсмоктувача є характеристики шкідливих виділень (температура, густина парів, токсичність), положення робітника при виконанні роботи, особливості технологічного процесу та устаткування.

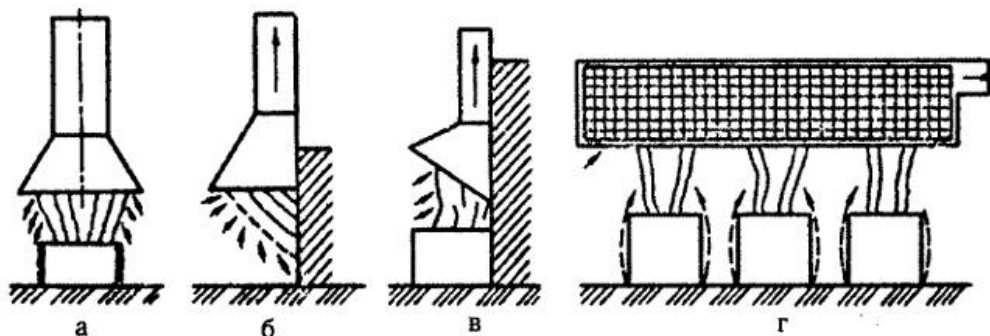


Рис. 2.12. Конструкція витяжних зонтів:

а, в — над тепловим джерелом; б — біля отвору печі; г — над декількома джерелами однакової полярності

Витяжні зонти передбачені для вловлювання потоків шкідливих речовин, які направлені вгору. Їх доцільно використовувати у випадку, коли джерело утворення пилу, парів та газів переміщується по площі робочого місця, як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах.

Всмоктувальні панелі встановлюють для локалізації шкідливих виділень, які захоплюються конвективними струменями, коли більш повне укриття джерела шкідливих виділень неможливе згідно умов технологічного процесу. Панелі розташовують збоку від джерела шкідливих виділень вертикально або похило. Відстань від панелі до джерела повинна бути не більшою за ширину джерела. Довжину панелі приймають в 1,2 рази більшою, ніж довжина джерела.

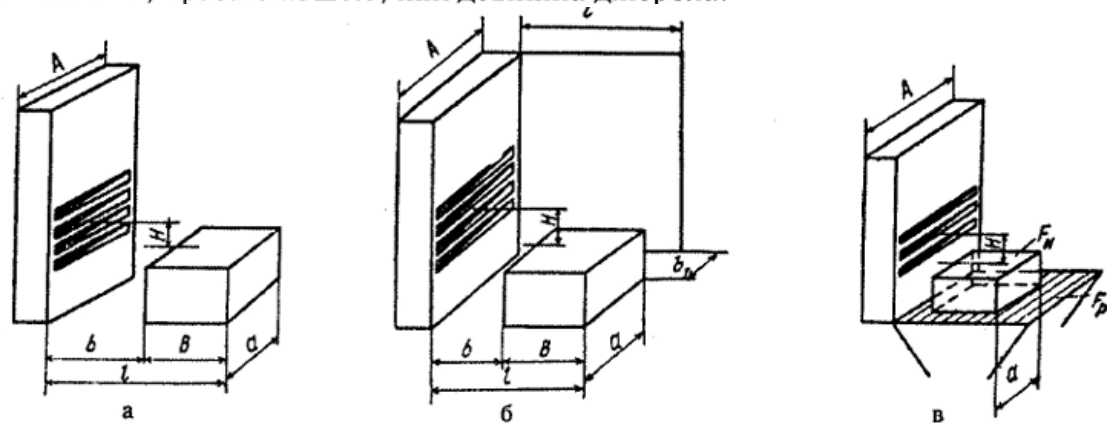


Рис. 2.13. Схеми всмоктувальних панелей:

а — односторонньої; б — з екраном; в — комбінованої з відсмоктувачем в сторону та вниз

Бортові відсмоктувачі застосовуються для виловлення шкідливих виділень з поверхні розчинів, коли за умов проходження технологічного процесу неможливе встановлення повного накриття. Особливо широке застосування бортові відсмоктувачі отримали для обладнання ванн (гальванічні, травильні) та інших ємкостей з токсичними рідинами. Бортові відсмоктувачі можуть проектуватись різних конструкцій: одно- та двобортові, бортові з передувом і перевернуті.

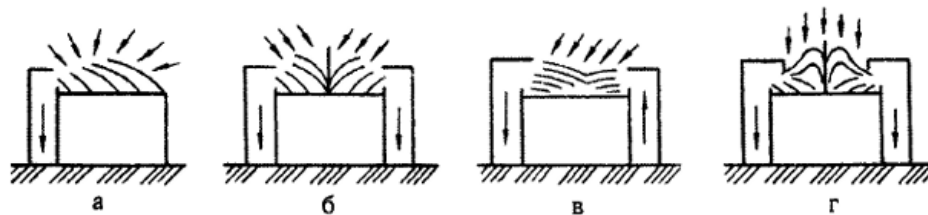


Рис. 2.14. Схеми бортових відсмоктувачів:

а — однобортові; б — двобортові; в — бортовий з передувом; г — перевернутий

Однобортові відсмоктувачі доцільно встановлювати на ваннах шириною до 0,7 м, на ваннах шириною 0,7—1 м — двобортові відсмоктувачі. При ширині ванни 1 м і більше необхідно встановлювати бортовий відсмоктувач з передувом.

Найбільш економічними є бортові відсмоктувачі з передувом та перевернуті бортові відсмоктувачі, а ефективними — двобортові відсмоктувачі.

До місцевих відсмоктувачів закритого типу належать витяжні шафи, кожухи, вітринні відсмоктувачі, кабіни.

Витяжні шафи — шафи, які представляють собою укриття з робочим отвором. Витяжні шафи бувають різної конструкції: з верхнім, нижнім та комбінованим вилученням повітря.

Кожухами-повітроприймачами або захисно-обезпилювальними кожухами обладнані верстати, на яких обробка матеріалів супроводжується інтенсивним пилевиділенням. Кожухи встановлюють на заточувальних та шліфувальних верстатах з абразивними кругами, на фрезерних та токарних верстатах при обробці крихких матеріалів, на деревообробних верстатах.

ВИРОБНИЧЕ ОСВІТЛЕННЯ

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла; суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двохстороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване — поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називаються освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень у темний період доби. Від того, наскільки кваліфіковано воно спроектоване залежить безпека праці та самопочуття працівників, продуктивність їхньої праці та якість продукції. Відомо, що раціонально виконане штучне освітлення приміщень при одній і тій же витраті електроенергії підвищує продуктивність праці на 15—20%. Разом з тим неправильно вибране та недостатнє освітлення робочих місць може бути причиною функціональних зорових порушень у працівників.

Величина освітленості (абсолютне її значення) нормується залежно від характеристики зорової роботи, тобто найменшого лінійного розміру об'єкта розпізнавання, контрасту між об'єктом розпізнавання і фоном, типу системи освітлення і джерел світла.

Освітленість робочої поверхні, що створюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого, має складати 10% від нормованої для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, які застосовуються для місцевого освітлення, при цьому слід приймати наступні найбільші і найменші значення освітленості: для газорозрядних ламп — 500 лк та 150 лк, для ламп розжарювання — 100 лк та 50 лк.

У виробничих приміщеннях, в яких виконуються роботи I—У розрядів, освітленість проходів та ділянок, де не проводяться роботи, має становити не менше 25% від освітленості, що створюється світильниками загального освітлення на робочих місцях, але не менше 75 лк при газорозрядних лампах та не менше 30 лк при лампах розжарювання.

При аварійному режимі найменша освітленість робочих поверхонь виробничих приміщень та території підприємств, які вимагають обслуговування, має становити 5% від освітленості, що нормується для робочого освітлення в системі загального освітлення, але не менше 2 лк всередині будівель і не менше 1 лк для території підприємств.

Евакуаційне освітлення має забезпечувати найменшу освітленість на підлозі основних проходів (чи на землі) та на сходах сходов: в приміщеннях — 0,5 лк, на відкритих територіях 0,2 лк.

Охоронне освітлення має забезпечувати освітленість 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині чи на рівні 0,5 м від землі на одній стороні вертикальної площини, перпендикулярної до лінії границі (межі).

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Проектування природного освітлення повинно починатись із визначення вихідних вимог до освітлення на основі детального вивчення технологічних, трудових чи інших функціональних процесів, що протікають у приміщеннях, а також кліматичних та світлокліматичних особливостей місця розташування будівлі. При цьому повинні бути визначені наступні вихідні дані: характеристика зорової роботи; наявність спеціальних вимог до природного освітлення (напрямок світлового потоку на робочу поверхню, рівномірність освітлення приміщення, рівень вертикальної освітленості тощо); географічне місце розташування; орієнтація будівлі стосовно сторін світу; напруженість та тривалість сонячної радіації; кількість опадів протягом року; напрямок пануючих вітрів і т. д.

На основі вихідних даних вибирається система освітлення, тип світлових отворів, тип та кількість шарів світлопропускаючого заповнення, розряди (підрозряди) зорових робіт і нормовані значення КПО, загальний коефіцієнт світлопропускання світлових отворів, необхідні сонцезахисні пристрої.

В південних областях України (Одеська, Миколаївська, Херсонська) та на Кримському півострові, що характеризуються значними рівнями сонячної радіації протягом року, основною вимогою стосовно проектування природного освітлення є захист приміщення від світлової та теплової дії інсоляції. В зв'язку зі значною кількістю сонячних днів протягом року та високою інтенсивністю прямого сонячного світла світлові отвори в приміщеннях, розташованих в цих районах країни повинні не лише виконувати сонцезахисні функції, а й трансформувати пряме сонячне світло для природного освітлення приміщень. Приклади раціональних схем верхнього природного освітлення, що суміщають обидві вище згадані функції наведені на рис. 3.4.

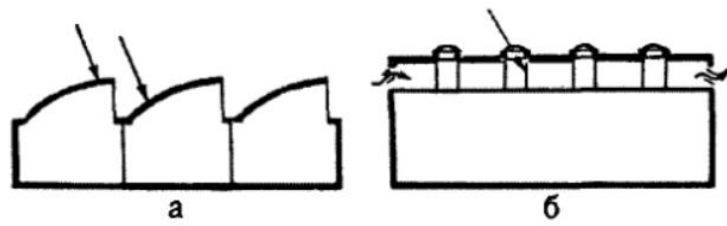


Рис. 3.4. Рациональні схеми верхнього природного освітлення для будівель південних районів:

а — будівля з ліхтарями типу "шед", зорієнтованими на північ; б — будівля з шахтними ліхтарями, шахти яких проходять через горище, що провітрюється

При боковому природному освітленні для забезпечення задовільного світлового та теплового режимів у будівлях, які розташовані в південних районах, як правило, використовують сонцезахисні пристрої (рис. 3.5) або скла. Обираючи сонцезахисний пристрій необхідно мати на увазі, що горизонтальним пристроям (рис. 3.5 а і б) надають перевагу при орієнтації вікон на південь. Вертикальні екрани (рис. 3.5 в) краще використовувати тоді, коли вікна зорієнтовані на захід чи схід (для захисту від низьких сонячних променів). Сонцезахисні пристрої у вигляді сот (рис. 3.5 г) варто використовувати при орієнтації вікон на південний захід чи південний схід, тобто тоді коли потрібний захист від високих і низьких променів Сонця.

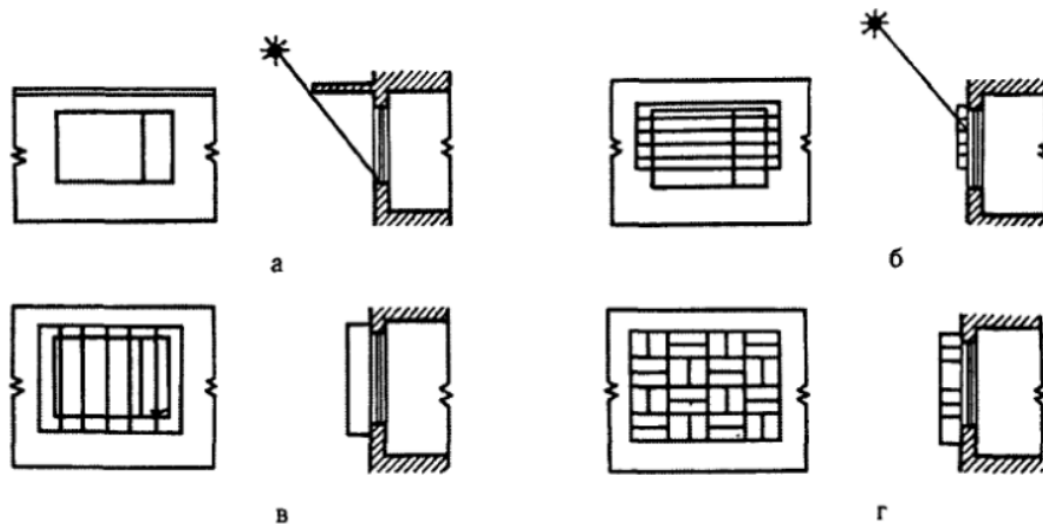


Рис. 3.5. Сонцезахисні пристрої:

а — горизонтальний коздрок; б — горизонтальні жалюзі; в — вертикальні екрани; г — сотовидні екрани

Слід зазначити, що нині досить широко для захисту від прямої дії сонячних променів застосовують регульовані жалюзі (вертикальні та горизонтальні) і напівпрозорі штори (для розсіювання світла), які встановлюються на вікна з внутрішньої сторони будівлі.

Основним завданням при проектуванні природного освітлення виробничих приміщень є вибір типу та визначення розміщення і сумарної площі світлових отворів, при яких у приміщеннях забезпечується необхідний світловий режим.

Вибір системи природного освітлення визначається, в основному, призначенням та прийнятим об'ємно-планувальним рішенням будівлі, характеристиками технологічного процесу та зорової роботи, що виконуються в приміщенні, а також географічним розташуванням будівлі та особливостями клімату. Верхнє та комбіноване освітлення доцільно застосовувати в одно- та двоповерхових (для верхнього поверху) промислових підприємствах. Бокове природне освітлення, застосовується в багатоповерхових будівлях, а також в одноповерхових, у яких відношення глибини приміщення до висоти вікон над умовною робочою поверхнею не перевищує 8.

При виборі світлових отворів необхідно врахувати, що поряд з основною функцією — пропускати природне світло в приміщення, вони повинні виконувати і іншу — захищати приміщення від негоди, надмірних втрат теплоти в холодний період і перегріву літом; забезпечувати аерацію приміщення. Окрім того, світлові отвори в зовнішніх стінах (вікна) повинні забезпечити можливість огляду зовнішнього простору.

При облаштуванні бокового освітлення в крайніх прольотах промислових будівель, як правило, ширина вікон не повинна перевищувати 4,8 м, а висота підвіконника повинна становити не менше 1,4 м.

В приміщеннях, що мають значну глибину (більше 18 м) площу вікон необхідно вибирати виходячи з мінімального КПО при сумісному освітленні, а вікна у зовнішніх стінах слід розташовувати в два яруси, причому нижній ярус вікон проектується із умов забезпечення зорового зв'язку з навколишнім простором, а верхній ярус — освітлення віддалених від вікон зон приміщення.

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

При проектуванні штучного освітлення необхідно вирішити наступне: вибрати систему освітлення, тип джерела світла, тип світильників, визначити розташування світлових приладів, виконати розрахунки штучного освітлення та визначити потужності світильників та ламп.

Вибір системи освітлення, в основному, визначається точністю виконуваних зорових робіт та особливостями виробничого обладнання. У виробничих приміщеннях при виконанні робіт I—IV розрядів використовується, як правило, комбінована система, освітлення, оскільки досягнення необхідної освітленості при загальній системі освітлення вимагає значних витрат електричної енергії і є недоцільним. З цієї ж точки зору слід надавати перевагу локалізованому загальному освітленню, в тому числі і в системі комбінованого, витримуючи при цьому допустимі норми нерівномірності освітлення. Система загального освітлення передбачається при технічній неможливості або недоцільності влаштування місцевого освітлення. В адміністративних та санітарно-побутових приміщеннях використовується система загального рівномірного освітлення, яка дає можливість більш рівномірно розподілити світлову енергію. Використання одного лише місцевого освітлення без загального не допускається.

У виробничих та допоміжних приміщеннях, які мають технологічне чи санітарно-технічне обладнання або виробничі ємкості, для ремонту чи огляду яких недостатньо загального або стаціонарного місцевого освітлення, слід передбачати переносне освітлення.

Вибір джерела світла. Як джерела штучного світла для виробничих приміщень, як правило, використовуються газорозрядні лампи низького (люмінесцентні), а також високого тиску (дугові ртутні, металогалогенні, натрієві, ксенонові). У випадку неможливості або техніко-економічної недоцільності застосування газорозрядних джерел світла використовуються лампи розжарювання, зокрема для освітлення приміщень з тимчасовим перебуванням людей, у вибухонебезпечних приміщеннях і т. ін.

Найчастіше для освітлення виробничих та адміністративних приміщень використовують люмінесцентні лампи, які енергетично є більш економічніші. Окрім того, вони за спектральними характеристиками максимально наближаються до природного світла, що важливо при використанні суміщеного освітлення. Якщо немає застережень стосовно спектрального складу випромінюваного світла, то найдоцільніше, з економічної точки зору застосовувати люмінесцентні лампи типу ЛБ, які мають найвищу світловіддачу.

Як джерела світла для загального освітлення виробничих приміщень зі значною висотою (механічні, механо-складальні, механо-ремонтні цехи тощо), як правило, використовуються газорозрядні лампи високого тиску типу ДРЛ (дугові ртутні), які характеризуються високою світловою віддачею при компактності джерела світла.

Застосування ксенонових ламп для освітлення всередині приміщень допускається, як виключення, тільки за узгодженням з Міністерством охорони здоров'я України.

Для місцевого освітлення робочих місць використовують люмінесцентні лампи або лампи розжарювання. Тип ламп для загального освітлення в системі комбінованого обирається незалежно від типу джерел світла місцевого освітлення.

Для аварійного та евакуаційного освітлення застосовуються лампи розжарювання та люмінесцентні лампи (в приміщеннях з мінімальною температурою повітря не нижче $+5^{\circ}\text{C}$ та за умови живлення ламп у всіх режимах змінним струмом напругою не менше 90% від номінальної). Не допускається застосовувати для аварійного та евакуаційного освітлення ксенонові, металогалогенні, натрієві лампи, а також лампи типу ДРЛ.

Вибір світильників та їх розміщення. Вибір світильника є одним із основних питань проектування штучного освітлення, від правильного вирішення якого залежать не лише якість та економічність, але й надійність та безпека роботи освітлювальної установки.

Вибір світильників проводиться з урахуванням певних вимог: світлотехнічних, пов'язаних з умовами середовища в приміщенні, економічних, естетичних і т. ін.

Світлотехнічні характеристики світильників визначаються, в основному, двома параметрами: відношенням потоку, що випромінюється світильником в нижню півсферу, до повного світлового потоку світильника та коефіцієнтом форми кривої сили світла.

Для освітлення приміщень, стіни та стеля яких мають невисокі відбиваючі властивості доцільно застосовувати світильники прямого світла, (наприклад, ЛСП02, ЛСП13, ЛВП06), які, направляючи випромінювання ламп вниз на робочі поверхні, гарантують мінімальні втрати і найкраще використання світлового потоку. Однак слід мати на увазі, що світильники цього класу створюють різкі падаючі тіні від сторонніх предметів, що необхідно враховувати при їх розташуванні.

При освітленні виробничих приміщень, стіни та стеля яких мають високі відбиваючі властивості, доцільно використовувати світильники переважно прямого світла (наприклад, ЛСП06, ЛСП22, ПВЛМ — ДО). Деяке зменшення доли світлового потоку, що безпосередньо випромінюється у нижню півсферу, компенсується покращенням якості освітлення і в той же час мало впливає на енергетичну ефективність освітлювальної установки, оскільки такі світильники мають більш високий ККД в порівнянні з аналогічними світильниками прямого світла.

В адміністративно-конторських приміщеннях доцільно використовувати світильники розсіяного світла (наприклад, ЛСО05, ЛПО26М, ЛСО02), значна частина світлового потоку яких направляється на стіни і стелю і, відбиваючись від них, сприяє усуненню різких тіней, що за характером роботи бажано саме для таких приміщень.

В приміщеннях, де відношення висоти до площі досить велике, доцільно застосовувати світильники з концентрованою чи глибокою кривою сили світла (КСС), які направляють основну частину світлового потоку безпосередньо на робочі поверхні. В приміщеннях з великою площею та незначною висотою бажано застосувати світильники з широкою формою КСС, що дозволяє навіть при значних відстанях між світильниками забезпечити рівномірний розподіл освітленості на робочих площинах.

При загальному рівномірному освітленні для визначення найраціональнішого світильника в залежності від його КСС можна використовувати відношення відстані L між сусідніми світильниками (або рядами) до висоти h їхнього розташування над робочими поверхнями

Невідповідність світлотехнічних характеристик світильника розмірам та характеру обробки освітлюваного приміщення викликає зростання установленної потужності, зниження якості освітлення. В свою чергу, невідповідність конструктивного виконання світильника умовам середовища в приміщенні (агресивне, вологе, запилене пожежо-, вибухонебезпечне) знижує довговічність і надійність роботи освітлювальної установки, а в окремих випадках може спричинити пожежу чи вибух. Тому світильники повинні бути з необхідним ступенем захисту від умов зовнішнього середовища в місцях встановлення. Особливо жорсткі вимоги щодо цього стосуються світильників, які встановлюються у вибухо- та пожежонебезпечних приміщеннях.

В приміщеннях з нормальними умовами середовища (сухі опалювані приміщення), не пред'являється спеціальних вимог, тому рекомендується застосовувати світильники відкритого чи захищеного виконання. Світильники, що встановлюються у вологих та сирих приміщеннях можуть бути будь-якого виконання, однак патрон повинен мати корпус з ізоляційних вологостійких матеріалів.

В особливо сирих приміщеннях світильники повинні мати захист від бризок, а іноді й водяних струменів. При цьому корпус світильника та патрон повинні бути виконані з вологостійких матеріалів, а спосіб введення проводів повинен виключати можливість їх замикання між собою або з'єднання з металевими частинами.

В приміщеннях з хімічноактивним середовищем до світильників висуваються ті ж самі вимоги, але при цьому конструктивні елементи світильника та ізоляція проводів для його живлення не повинні змінювати своїх властивостей під впливом оточуючого середовища, тобто повинні вибиратись з урахуванням їх стійкості до хімічних речовин, що виділяються в приміщенні.

В жарких приміщеннях всі конструктивні елементи світильників та ізоляція проводів повинні мати необхідну теплостійкість.

В запилених приміщеннях, якщо пил не є легкозаймистим і не утворює з повітрям вибухонебезпечних концентрацій застосовують світильники відкритого і перекритого, пилозахищеного чи пилонепроникного виконання.

Відкриті світильники, як більш дешеві і з більшим ККД доцільно застосовувати в тих випадках, якщо пил локалізується в основному в нижній частині приміщення, не має властивостей пригорати до нагрітих частин світильника і не проводить електричний струм.

В пожежонебезпечних приміщеннях залежно від ступеня пожежонебезпеки, кількості, розміру та властивостей пилу можуть встановлюватись світильники різноманітного виконання. В пожежонебезпечних приміщеннях, в яких використовуються чи зберігаються горючі рідини з температурою спалаху парів вище 45 °С, виділяються волокна чи пил, що утворюють з повітрям легкозаймисті (але не вибухонебезпечні) суміші, дозволяється застосування світильників у повністю пилозахищеному чи повністю пилонепроникному виконанні.

В пожежонебезпечних приміщеннях, в яких знаходяться тверді чи волокнисті матеріали (дерево, тканини, папір), але виключається можливість утворення вибухонебезпечних сумішей, допускається будь-яке виконання світильників.

Особливі вимоги висуваються до світильників, що встановлюються у вибухонебезпечних приміщеннях. Залежно від ступеня вибухонебезпеки приміщення допускається застосування світильників у вибухонепроникному та вибухобезпечному виконанні, а також підвищеної надійності проти вибуху.

У вибухонебезпечних приміщеннях, в яких при нормальній експлуатації можливе виділення горючих газів чи парів, що утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші встановлюються світильники тільки у вибухонепроникному виконанні.

У вибухонебезпечних приміщеннях, в яких можливе утворення вибухонебезпечних концентрацій лише в аварійних режимах, або в яких при нормальній експлуатації можливе виділення горючого пилу чи волокон, що здатні утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші, допускається застосування світильників підвищеної надійності проти вибуху.

Висоту підвісу світильників з лампами розжарювання допускається зменшувати на 0,5 м в наступних випадках:

- при застосуванні ламп з колбою із матового скла;
- при одному загальному освітленні приміщень, освітленість яких за нормами становить менше ніж 50 лк;
- при освітленні приміщень, довжина яких не перевищує подвійної висоти підвісу світильників над підлогою;
- при освітленні приміщень з тимчасовим перебуванням людей.

Світильники місцевого освітлення розташовуються безпосередньо на робочих місцях або вбудовуються в технологічне обладнання.

Для місцевого освітлення на окремих технологічних операціях і на робочих місцях слід передбачати світильники з відбивачами, що не просвічуються і мають захисний кут не менше 30° . Відбивачі з захисним кутом від 10° до 30° допускається передбачати при розташуванні світильників нижче рівня очей працівників.

При улаштуванні місцевого освітлення для точних робіт з металевими та іншими блискучими поверхнями необхідно проектувати розташування світильників таким чином, щоб дзеркальне відображення світної поверхні світильника від робочої поверхні не співпадало з лінією зору працівника.

Світильники для ламп розжарювання та люмінесцентних ламп, які часто використовуються для штучного освітлення приміщень та робочих місць наведені на рис. 3.10 та 3.11.

Світильники для ламп розжарювання та люмінесцентних ламп, які часто використовуються для штучного освітлення приміщень та робочих місць наведені на рис. 3.10 та 3.11.

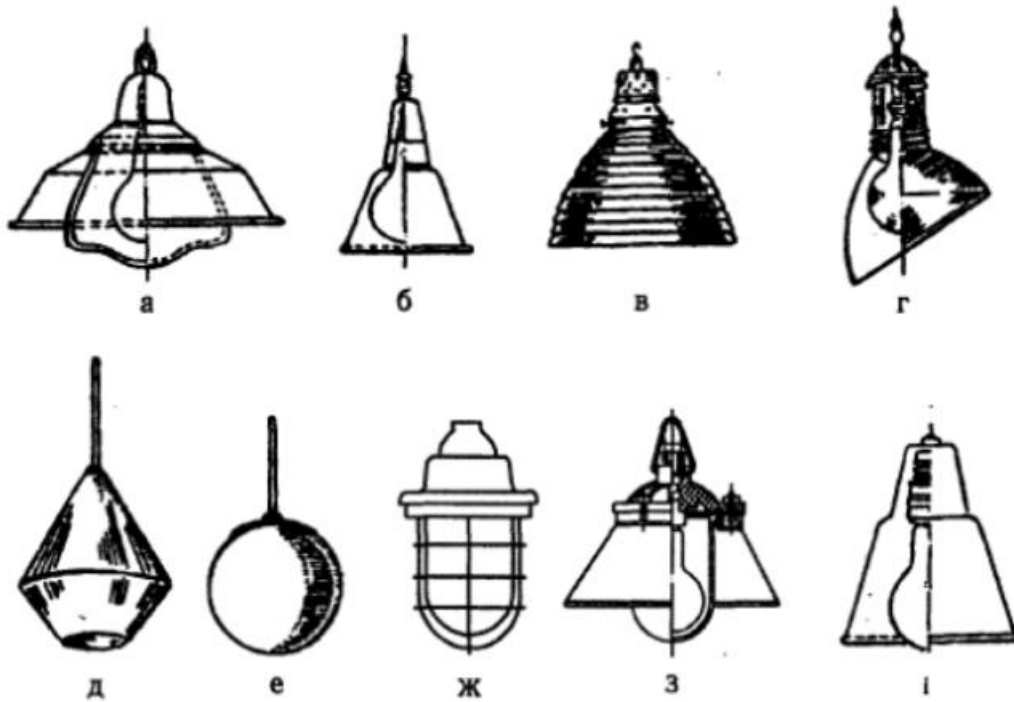


Рис. 3.10. Світильники для ламп розжарювання:
 а — "Універсаль" (У, УМ); б — глибоковипромінювач емальований (Гэ); в — глибоковипромінювач дзеркальний (Гз); г — кососвіт; д — люцета з суцільного скла (НСП-07); е — куля з молочного скла (ПО-02); ж — вибухонепроникний (ВЗГ); з — промисловий ушільнений (ПУ); і — місцевого освітлення "Альфа"

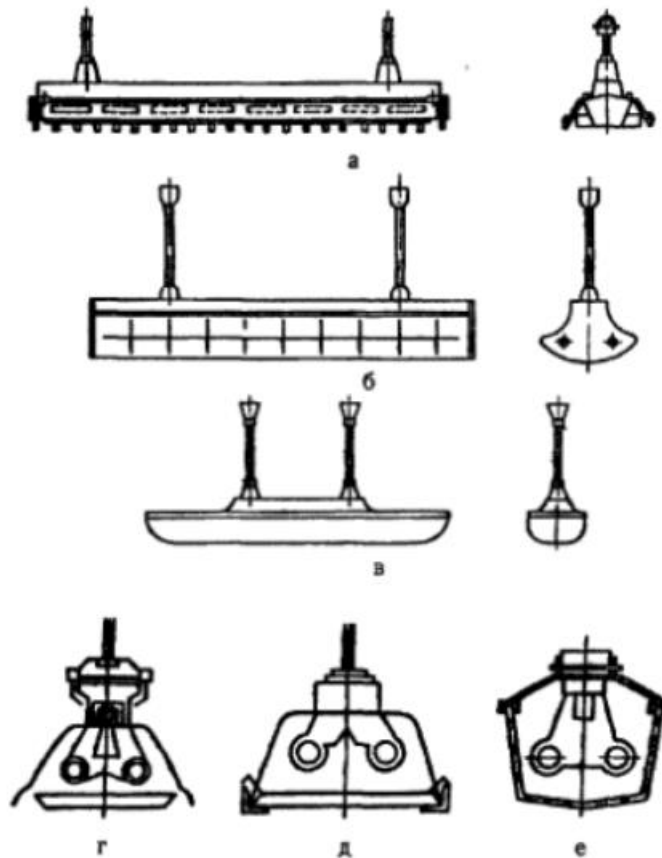


Рис. 3.11. Світильники для люмінесцентних ламп:
 а — ОД, ОДР, ОДО, ОДОР; б — ШЛД, ШОД; в — ПВЛ; г — ПВЛМ, ЛД; д — ЛСП02, ЛСП06; е — ПВЛП

Тема 3 ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЗВУКОВОГО ТИСКУ В РОЗРАХУНКОВИХ ТОЧКАХ

Розрахункові точки на території забудови вибирають за генеральним планом, а всередині будівель — за технологічним плануванням.

Для джерел, котрі випромінюють шум у навколишнє середовище, розрахункові точки вибираються на віддалі 2 м від площини вікон найближчих будівель, орієнтованих в бік джерел шуму, на висоті 1,2 м від поверхні землі.

Якщо шум випромінюється в приміщення або джерело шуму знаходиться в приміщенні з нормованим рівнем шуму, то розрахункові точки вибирають всередині приміщення.

Всередині приміщення вибирають одну або дві точки: на робочому місці, розташованому в зоні дії відбитого звуку, і в зоні дії відбитого та прямого звуку. В обох випадках розрахункові точки повинні бути розташовані на рівні вуха працівника (на висоті 1,2—1,5 м від підлоги).

Якщо джерела шуму та розрахункові точки розташовані на території (рис. 4.1), то очікувані рівні звукового тиску L , визначаються за формулою

$$L_i = L_{pi} - 20 \lg r_i + 10 \lg \frac{\Phi_i}{4\pi} - \frac{\beta_a r_i}{1000}, \text{ дБ},$$

- де L_{pi} — рівень звукової потужності розглядуваного джерела шуму, дБ;
 Φ_i — фактор спрямованості джерела шуму (безрозмірний);
 r_i — відстань від джерела шуму до розрахункової точки, м;
 i — номер джерела;
 β_a — затухання звуку в атмосфері, дБ/км, береться за табл. 4.1.

Затухання звуку в атмосфері

Середньгеометрична частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β_a , дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

П р и м і т к а: При відстані $r_i < 50$ м, затухання в атмосфері не враховується.

Фактор напрямленості Φ характеризує нерівномірність випромінювання джерела шуму в різних напрямках:

$$\Phi = \frac{P_r^2}{P_{r, \text{усер.}}^2},$$

де P_r — звуковий тиск на віддалі r від джерела шуму в певному напрямку, Па ($\text{Н}/\text{м}^2$);
 $P_{r, \text{усер.}}$ — звуковий тиск на віддалі r від джерела при рівномірному випромінюванні у всі сторони, Па ($\text{Н}/\text{м}^2$).

При розташуванні джерела з рівномірним випромінюванням на відбиваючій поверхні $\Phi = 2$. При розташуванні такого джерела біля двогранного кута $\Phi = 4$; поблизу тригранного кута $\Phi = 8$.

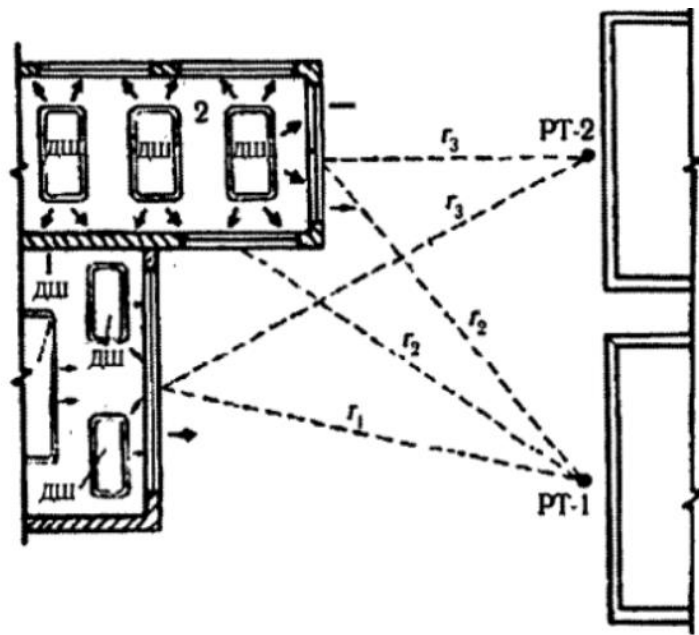
Якщо джерела шуму розташовані в будівлі, а розрахункові точки — на території і шум в атмосферу проникає через огорожувальні конструкції, то очікувані рівні звукового тиску визначаються для кожного елемента огороження (стіни, перекриття, вікна, двері, пройми тощо), через котрі проникає шум, за формулами

$$L_i = L_{p_{\text{сум}}} - \Delta L_{pi} - 20 \lg r_i - \frac{\beta_a r_i}{1000} - 5 \text{ дБ};$$

$$\Delta L_{pi} = 10 \lg B_{ш} - 10 \lg S_i + R_i \text{ дБ},$$

де $L_{p_{\text{сум}}} = 10 \lg \sum_{k=1}^m 10^{0,1L_{pk}}$ — сумарний октавний рівень звукової потужності всіх

джерел шуму, котрі знаходяться в розглядуваному приміщенні, дБ; визначається за табл.



1, 2 — номери приміщень з джерелами шуму; r — відстань від центра огороження, що випромінює шум, до розрахункової точки

Схема розміщення розрахункових точок РТ і джерел шуму ДШ.

Таблиця 4.2

Таблиця додавання рівнів звукової потужності або звукового тиску

Різниця двох додаваних рівнів	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка до більш високого рівня, необхідна для отримання сумарного рівня, дБ	3	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Користуючись таблицею, необхідно послідовно додавати рівні, починаючи з максимального. Спочатку визначають різницю двох додаваних рівнів, потім — добавку до більш високого з додаваних рівнів. Після цього добавку слід додати до більшого з додаваних рівнів;

L_{pk} — октавний рівень звукової потужності, випромінюваної кожним джерелом шуму, дБ;

m — загальна кількість джерел шуму в приміщенні;

ΔL_i — зниження рівня звукової потужності на шляху поширення звуку, дБ;

$V_{ш}$ — постійна приміщення з джерелами шуму.

Постійну приміщення V визначають множенням постійної приміщення на середньометричній частоті 1000 Гц (V_{1000}) на частотний множник μ ($V = V_{1000} \cdot \mu$). Постійна приміщення V_{1000} визначається за графіком (рис. 4.3). Вибір індекса прямої (а—г) при користуванні графіком здійснюється за табл. 4.3, а частотний множник — за табл. 4.4.

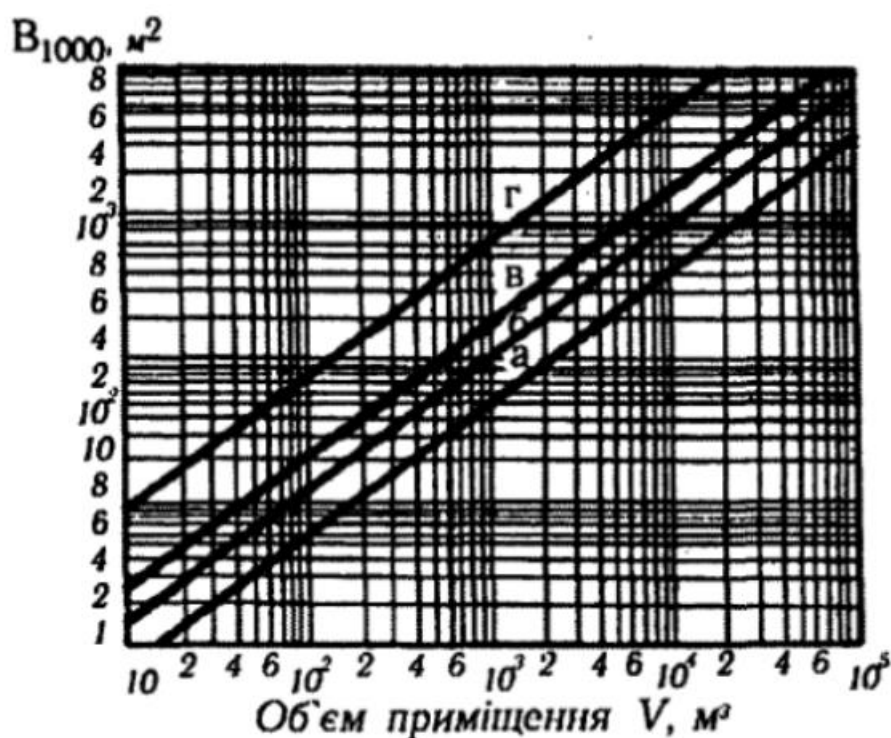


Рис. 4.3. Графік для визначення постійної приміщення B_{1000}

Таблиця 4.3

Вибір індекса прямої на рис. 4.3.

Опис приміщення	Індекс прямої на рис. 4.3
1	2
Без меблів, з невеликою кількістю людей (металообробні цехи, вентиляційні камери, генераторні, машинні зали, випробувальні стенди і т. п.). З жорсткими меблями або з невеликою кількістю людей і м'якими меблями (лабораторії, ткацькі та деревообробні цехи, кабінети і т. п.).	а б

З великою кількістю людей і м'якими меблями (робочі приміщення адміністративних споруд, конструкторські зали, аудиторії, ресторани, універмаги, приміщення аеропортів та зали очікування, номери готелів, шкільні класи, бібліотеки, житлові приміщення). Приміщення із звукопоглинальним облицюванням стелі та частини стін.	в г
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------

Частотний множник μ

Об'єм приміщення, m^3	Середньогометрична частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V \leq 200$	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
$V = 200 + 500$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$V > 500$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

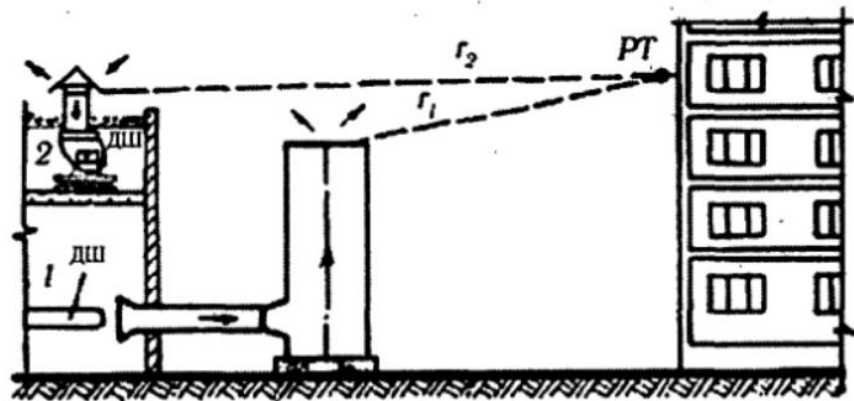


Рис. 4.4. Схема розташування розрахункової точки РТ і джерел шуму ДЖ:
1, 2 — номери джерел шуму; r — відстань від центру отвору, що випромінює шум, до розрахункової точки

Якщо джерела шуму розташовані в приміщенні, а розрахункові точки на території і шум поширюється по каналах та випромінюється в атмосферу через вихідні отвори (рис. 1 — 3), то очікувані рівні звукового тиску L_i від кожного джерела визначаються за формулою

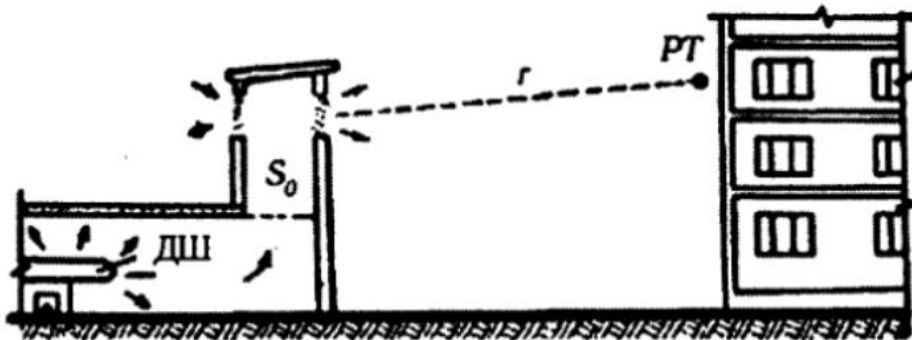


Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерел шуму ДШ:
 r — відстань від центру отвору, що випромінює шум, до розрахункової точки

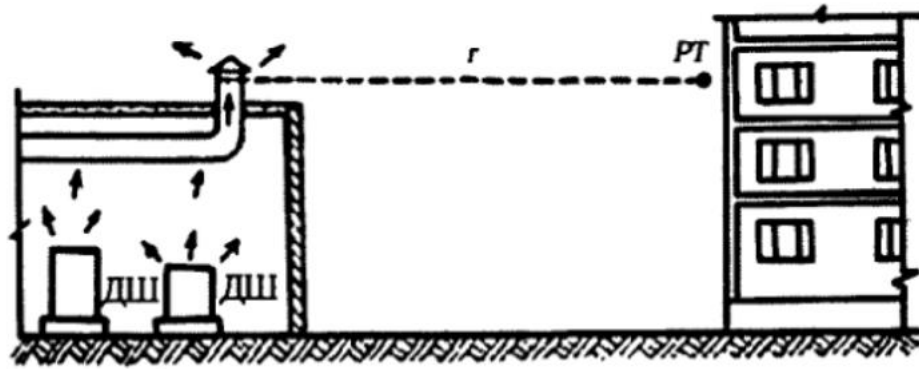


Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерел шуму ДШ:
 r — відстань від центру отвору, що випромінює шум, до розрахункової точки

$$L_i = L_{pi} - \Delta L_{pi} - 20 \lg r_i + 10 \lg \frac{\Phi_i}{4\pi} - \frac{\beta_a r_i}{1000}, \text{ дБ},$$

де L_{pi} — октавний рівень звукової потужності розглядуваного джерела шуму, дБ;
 ΔL_{pi} — зниження октавного рівня звукової потужності на шляху поширення шуму від джерела до вихідного отвору, дБ;

r_i — відстань від центру площини вихідного отвору до розрахункової точки, м;
 Φ — фактор напрямленості вихідного отвору: при відсутності даних $\Phi_i = 2$.

Величина ΔL_{pi} визначається за формулами для наступних випадків, що найчастіше зустрічаються на практиці:

а) джерело випромінює шум безпосередньо в канал (рис. 4.4)

$$\Delta L_{pi} = \sum_{k=1}^m \Delta L_{pk}, \text{ дБ}, \quad (4.6)$$

де ΔL_{pk} — зниження октавного рівня звукової потужності в послідовно розташованих елементах траси (прямі ділянки, повороти, вихідні отвори, решітки тощо), що визначається за графіками та таблицями, дБ;

m — число елементів траси, в котрих враховується зниження рівнів звукової потужності;

б) джерела шуму розташовані в приміщенні, з якого шум проникає через вхідний отвір у канал і далі випромінюється в атмосферу через вихідні отвори (решітки) (рис. 4.5)

$$\Delta L_{Pi} = 10 \lg B_{ш} - 10 S_0 + \sum_{k=1}^m \Delta L_{Pk}, \text{ дБ}, \quad (4.7)$$

де S_0 — площа вхідного каналу (решітки) в приміщенні з джерелами шуму, м^2 ;
 $B_{ш}$ — постійна приміщення, в котрому знаходяться джерела шуму, м^2 ;

в) джерела шуму розташовані в приміщенні, з якого шум проникає в канал через стінки і потім випромінюється в атмосферу через вихідні отвори (рис. 4.6)

$$\Delta L_{Pi} = 10 \lg B_{ш} - 10 \lg S_{KAN} + R_{KAN} + 3 + \sum_{k=1}^m \Delta L_{Pk}, \text{ дБ}, \quad (4.8)$$

де S_{KAN} — площа зовнішньої поверхні стінок каналу (повітропроводу) в межах шумного приміщення, м^2 ;

R_{KAN} — звукоізолювальна здатність стінок каналу, дБ;

Якщо джерела розташовані в приміщенні і випромінюють шум безпосередньо в канал і далі через стінки каналу в атмосферу (рис. 4.7), то очікувані рівні звукового тиску L_i розраховуються за формулою 4.3. Зниження октавних рівнів звукової потужності на шляху поширення звуку Δp_i визначається за формулою

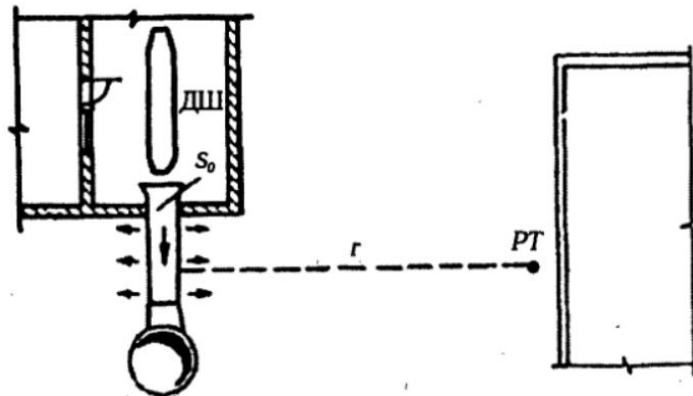


Рис. 4.7. Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерела шуму ДШ:
 r — відстань від центру випромінюючої поверхні до розрахункової точки; S_0 — площа перерізу каналу

Якщо джерела розташовані в приміщенні і випромінюють шум безпосередньо в канал і далі через стінки каналу в атмосферу (рис. 4.7), то очікувані рівні звукового тиску L_i розраховуються за формулою 4.3. Зниження октавних рівнів звукової потужності на шляху поширення звуку ΔL_{pi} визначається за формулою

$$\Delta L_{pi} = \Delta L'_{pi} - 10 \lg \frac{S_{KAN}}{S_0} + R_{KAN} - 10 \lg (1 + 10^{-0,1\Delta L}) + 3, \text{ дБ}, \quad (4.9)$$

де $\Delta L'_{pi}$ — зниження рівня звукової потужності на шляху поширення звуку між джерелами шуму та початковим перетином ділянки каналу, що випромінює шум в атмосферу, дБ; визначається за формулою 4.6;

S_0 — площа поперечного перетину каналу, m^2 ;

S_{KAN} — площа зовнішньої поверхні стінок каналу, m^2 ;

R_{KAN} — звукоізолювальна здатність стінок каналу, дБ;

ΔL — зниження рівня звукової потужності на розглядуваній ділянці каналу, дБ.

Якщо джерела шуму розташовані в суміжному з ізолюваним приміщенням, а шум проникає в ізолюване приміщення через огорожувальні конструкції (рис. 4.8), то очікувані рівні звукового тиску L_i в розрахунковій точці визначаються за формулами

$$L_i = L_{P_{сум}} - \Delta L_{pi} - 10 \lg B_i + 6, \text{ дБ}, \quad (4.10)$$

$$\Delta L_{pi} = 10 \lg B_{ш} - 10 \lg S_i + R_i, \text{ дБ}, \quad (4.11)$$

де $L_{P_{сум}} = 10 \lg \sum_{k=1}^m 10^{0,1L_{pk}}$ — загальний (сумарний) октавний рівень звукової потужності, випромінюваний всіма джерелами, що знаходяться в розглядуваному шумному приміщенні, дБ; визначається за табл. 4.2;

m — загальна кількість джерел у шумному приміщенні, що граничить з ізолюваним;

B_i і $B_{ш}$ — відповідно постійні ізолюваного і розглядуваного приміщень у даній октавній смузі частот, m^2 ;

S_i — площа розглядуваного огородження або елемента огородження, через котрі шум проникає в ізолюване приміщення, m^2 ;

R_i — звукоізолювальна здатність розглядуваного огородження або елемента огородження, через котрі шум проникає в ізолюване приміщення, дБ.

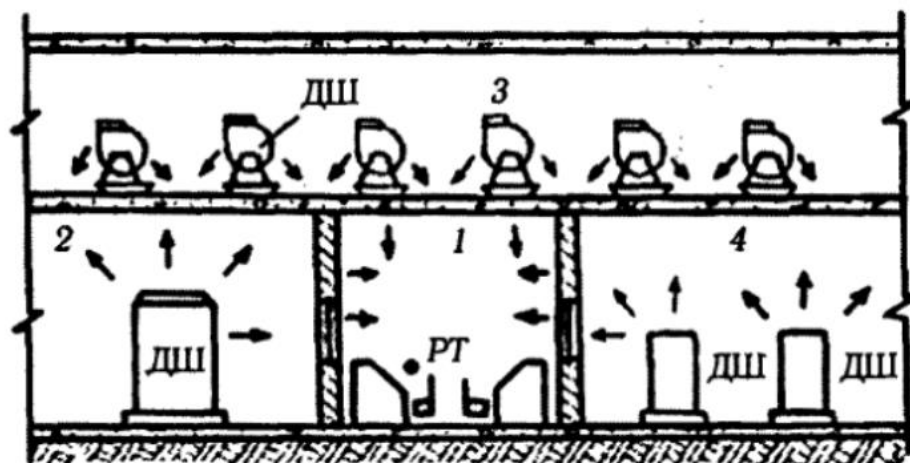


Рис. 4.8. Схема розміщення розрахункової точки РТ та джерел шуму ДШ:
1 — приміщення, що ізолюється; 2— 4 — приміщення з джерелами шуму

ПРОЄКТУВАННЯ ЗВУКОІЗОЛЬОВАНИХ КАБІН

З метою захисту від шуму обслуговуючого персоналу на виробничих ділянках з шумними технологічними процесами або з шумним обладнанням необхідно влаштовувати kabіни спостереження та дистанційного контролю. Використовуючи звукоізолювальні kabіни, можна забезпечити практично будь-яке необхідне зниження шуму.

Акустична kabіна — kabіна, що її використовують, коли потрібна звукоізолюваність, безшумність або приватність.

Кабіни виготовляються з цегли, бетону та інших будівельних матеріалів. Кабіни можуть бути збірними з металевих панелей. В приміщеннях з джерелами теплових випромінювань kabіни повинні також забезпечувати захист від цього шкідливого чинника.

Збірні звукоізолювальні kabіни встановлюються на гумових віброізоляторах. З метою зниження шуму, створюваного припливно-витяжною системою вентиляції, необхідно встановлювати глушники шуму з боку входу та виходу повітря.

Вікна повинні бути мінімальних розмірів з використанням товстого скла або з органічного скла. По периметру вікна необхідно герметизувати гумовими прокладками. При використанні подвійного скління між листами скла встановлюється звукоізолювальна прокладка по периметру вікна.

В дверях kabіни необхідно забезпечити щільність та герметичність по всьому периметру дверей. При умові високої необхідної ізоляції двері повинні бути подвійними.

В місцях прокладання технологічних комунікацій слід передбачати заходи щодо звукоізоляції.

Внутрішні поверхні kabіни личкуються звукопоглинальним матеріалом з максимальними коефіцієнтами звукопоглинання в діапазоні 250—2000 Гц.

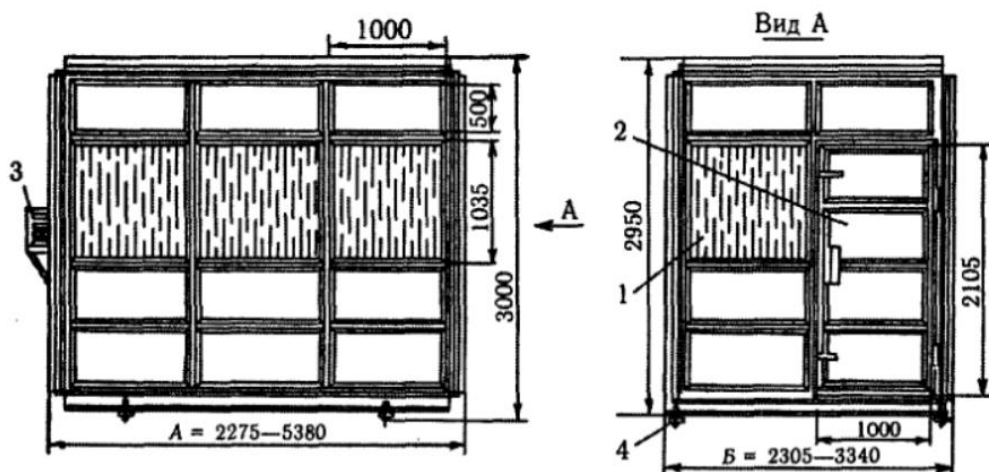
Згідно з ГОСТ 12.2.098-84 звукоізолювальні kabіни залежно від ступеня ізоляції від повітряного шуму поділяються на чотири класи

Ізоляція кабін від повітряного шуму, дБ

Клас кабіни	Середньогометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	25	30	35	40	45	50	50	45
2	15—24	20—29	25—34	30—39	35—44	40—49	40—49	35—44
3	5—14	10—19	15—24	20—29	25—34	30—39	30—39	25—34
4	0—4	0—9	5—14	10—19	15—24	20—29	20—29	15—24

КОНСТРУКЦІЇ ЗВУКІЗОЛЬОВАНИХ КАБІН

Кабіни зі збірних елементів кріпляться до нерозбірного або збірно-розбірного каркаса з металевих профілів. Такі кабінки відносяться до третього або четвертого класу за акустичною ефективністю. Кабінки п'яти типорозмірів збираються на загальному каркасі з уніфікованих модульних елементів. Каркас складається з основи та стінок (рис. 4.17).



Кабіна спостереження та дистанційного управління:
1 — вікно; 2 — двері; 3 — кондиціонер; 4 — опора віброізолююча

Основа зварена зі швелерів та кутників, на яких кріпляться дошки. До основи прикріплюються стінки кабінки, на котрих встановлюється стеля.

Кріплення здійснюються через гумові ущільнення. Стінки та двері виготовлені зі спеціальних профілів, які утворюють відсіки для встановлення звукоізолювальних елементів розміром 500x1000 мм і товщиною 50 мм, заповнених матами із супертонкого скловолокна. Внутрішня поверхня елементів перфорована. Кабіна встановлюється на віброізоляторах ОВ-31. З метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов у кабінці встановлюється кондиціонер.

Кабіна ТБІОТ-ЗКСЭ-1 (рис. 4.18) призначена для захисту від шуму двох операторів. До збірно-розбірного каркасу кріпляться звукоізолювальні елементи на основі мінерально-ватяних плит ППМ-80, загорнутих в склотканину. Вікна кабінки мають подвійне скління з товщиною скла 4 мм. На кришці кабінки є два люка для під'єднання до автономного кондиціонера.

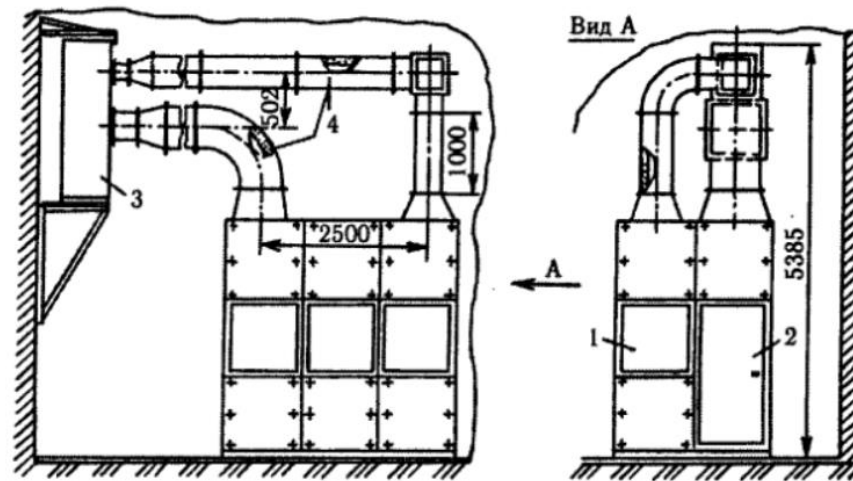


Рис. 4.18. Звукопоглинальна кабіна типу ТБИОТ-ЗКСЭ-1:
1 — вікно; 2 — двері; 3 — кондиціонер; 4 — повітроводи з глушниками шуму

Кабіни зі збірних панелей і блоків призначені для захисту від шуму персоналу, котрий обслуговує компресори, повітродувки, турбіни тощо (рис. 4.19). На каркасі кабіни, виготовленому зі швелерів, кріпляться звукоізолювальні щити зі звукопоглинальним матеріалом з внутрішньою перфорованою поверхнею. Скління вікон кабіни — подвійне. Віброізоляція здійснюється за допомогою віброізоляторів типу ОВ-31.

На даху кабіни на віброізоляторах встановлено вентилятор з глушником шуму.

Кабіна для захисту від шуму оператора стенда випробування двигунів наведена на рис. 4.20. Вона складається з чотирьох панелей, стелі та підлоги. Панелі та стеля виготовлені зі швелерної рами, до котрої із зовнішнього боку приварено сталевий лист. З внутрішнього боку кріпляться тонкі перфоровані листи. Простір між листами заповнюється мінерально-ватяними плитами ПП-80. Основа кабіни складається зі швелерної рами, до котрої приварено сталевий лист, на котрий нанесено протишумну мастику. Передбачені віброізоляція кабіни та її вентиляція.

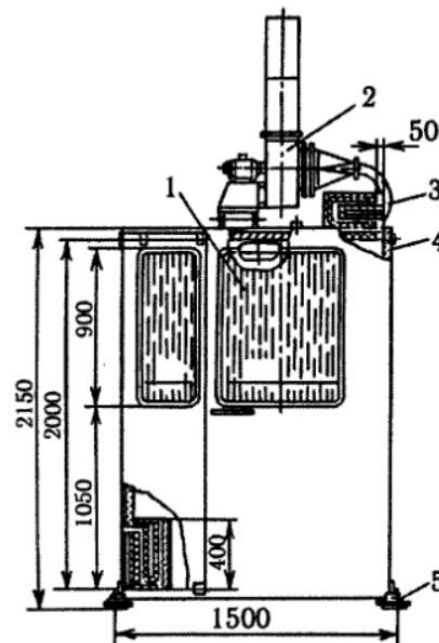


Рис. 4.19. Звукоізолювальна кабіна для захисту від шуму компресорів, повітродувок, турбін:
1 — вікно; 2 — вентилятор; 3 — глушник шуму; 4 — звукопоглинальний матеріал; 5 — віброізолятор

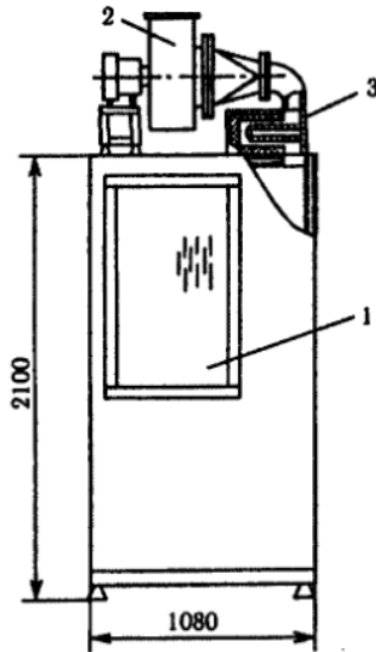
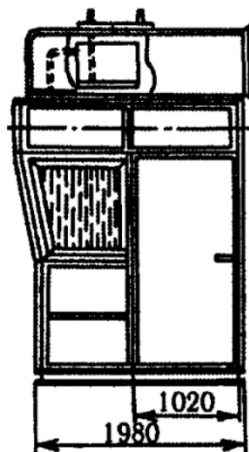


Рис. 4.20. Звукоізолювальна кабіна для захисту від шуму оператора стенда випробування двигунів:
1 — вікно, 2 — вентилятор, 3 — глушник шуму

Кабіна для захисту від шуму операторів компресорних та насосних станцій (рис. 4.21) складається з чотирьох стінок-панелей, даху та основи. Панелі та дах виготовлені з кутникових рам, котрі із зовнішнього боку обшиті сталевим листом товщиною 2 мм, а з внутрішнього боку — перфорованим листом товщиною 1 мм. Між листами розташовуються звукопоглинальні мати з базальтового волокна. Основа кабіни — дерев'яна, закрита лінолеумом.

Кабіна зі збірних панелей типу ТБИОТ-ЗКСП-3 (рис. 4.22) призначена для захисту від шуму операторів різання рулонів у металургійному виробництві і являє собою розбірну конструкцію, що складається з чотирьох стін-панелей, основи та даху.



Кабіна для захисту від шуму операторів компресорних та насосних станцій

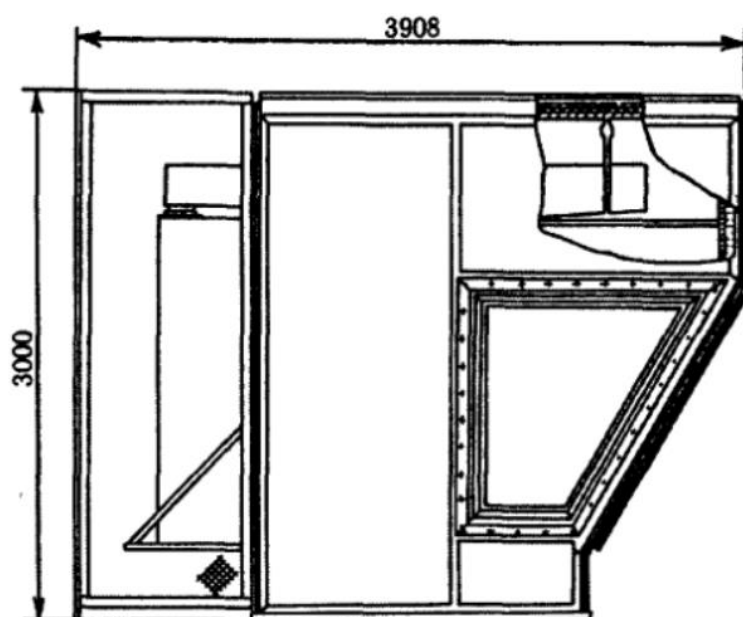


Рис. 4.22. Кабіна зі збірних панелей типу ТБИОТ-ЗКСП-3

Особливістю панелей та даху є те, що вони розділені на дві частини, одна з яких обшивається сталевими листами товщиною 2 мм і заповнюється піском, а друга — звукопоглинальними матами з базальтового волокна і закривається гіпсовими плитами типу АГШ. В основі як наповнювач також використовується пісок.

В кабіні зі збірних панелей ТБИОТ-ЗКСП-2 для захисту від шуму операторів технологічних процесів панелей також виконуються двошаровими: зовнішня сторона панелей — металеві листи товщиною 2 мм, а внутрішня виготовляється з акустичних гіпсових плит типу АГШ. Простір між листами та плитами заповнюється звукопоглинальними матами з базальтового волокна.

В табл. 4.18. наведено відомості щодо звукоізоляції кабін.

Таблиця 4.18

Звукоізоляція кабін, дБ

Тип кабін	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1. Зі збірних елементів (рис. 4.17)	21	20	23	31	32	32	35	31
2. ТБИОТ-ЗКСЭ-1 (рис. 4.18)	17	15	20	35	34	38	37	34
3. Зі збірних панелей (рис. 4.19)	14	17	25	30	33	37	40	44
4. Зі збірних панелей (рис. 4.20)	9	13	20	30	30	33	37	38
5. Зі збірних панелей (рис. 4.21)	8	16	21	29	22	21	24	29
6. ТБИОТ-ЗКСП-3 (рис. 4.22)	18	25	35	43	45	54	55	54
7. ТБИОТ-ЗКСП-2	16	24	32	41	43	46	47	47

Кабіни нерозбірної конструкції призначені для захисту операторів різних технологічних процесів від шуму, вібрації, тепло-, пило- та газовиділень. Вона являє собою зварену каркасну конструкцію зі сталевих листів, між якими знаходяться мінераловатяні плити. Для спостереження за технологічним процесом у трьох стінах кабіни розташовані вікна з подвійним склінням. У верхній частині кабіни знаходиться отвір з фланцем для під'єднання до цехової системи вентиляції.

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ МІСЦЬ ПРОХОДЖЕННЯ КОМУНІКАЦІЙ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ КАБІН

Між звукоізолювальними кабінами спостереження та дистанційного керування і виробничими приміщеннями проходять технологічні комунікації (вентиляційні труби, труби опалення, трубки вимірювальних систем, шини, електропровідники та елементи інших пристроїв). Для них у стінах та перекриттях передбачаються спеціальні отвори. Якщо отвори не будуть надійно звукоізолювані, то шум з виробничого приміщення буде поширюватись у кабіну.

На рис. 4.23 показано схему звукоізоляції місць проходження комунікацій через стіну або перекриття. В огороженні виконується отвір, розмір котрого в 1,5—2 рази більший, ніж труба. Отвір окантовується металевим кутником. По обох боках на гвинтах або шпильках до нього під'єднують розрізні фланці. Порожнина, що утворилась, заповнюється звукопоглинальним або в'язкопружним матеріалом. Якщо здійснюється звукоізоляція струмонесучих шин, то прокладання і заповнення повинні бути електроізолювальними. Таке з'єднання забезпечує надійну звукоізоляцію і добре компенсує основні переміщення труб при коливаннях температури.

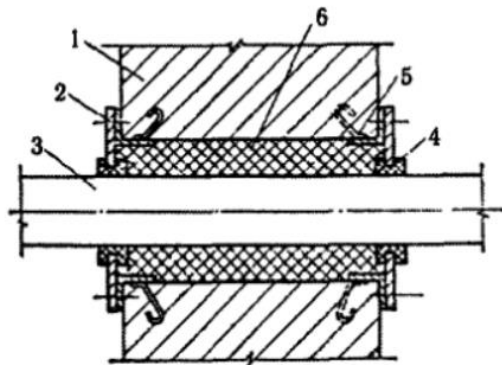


Рис. 4.23. Звукоізоляція проходу технологічних комунікацій через огороження:
1 — стіна або перекриття; 2 — розрізний фланець; 3 — елемент комунікації; 4 — еластична прокладка;
5 — окантування отвору; 6 — мінеральна вата

На рис. 4.24 показано звукоізолювальний пристрій для проводів або тонких манометричних трубок. Він дозволяє прокласти нові проводи або трубки, не вдаючись до розбирання конструкції. В отворі стіни або перекриття жорстко встановлюється металева коробка. Всередині її є шар звукопоглинального матеріалу, вкритого перфорованим листом. Між листами утворюється щілина, ширина якої залежить від кількості комунікацій. В цю

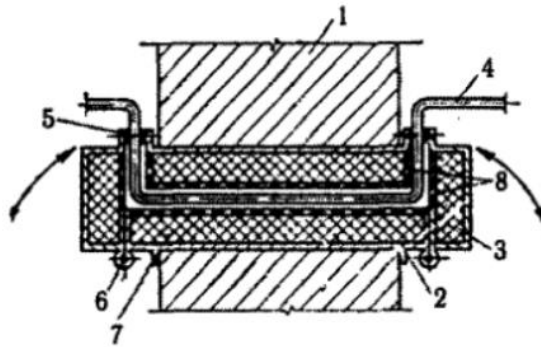


Рис. 4.24. Розбірний пристрій для проводів або мікрометричних трубок:
 1 — огороження; 2 — коробка; 3 — відкидні кришки; 4 — елемент ізольованої комунікації;
 5 — гумова прокладка; 6 — шарнір; 7 — звукопоглинальний матеріал; 8 — перфорований лист

щільну пропускають проводи або трубки. Дві кришки (по одній з кожного боку) встановлюються на петлях і можуть відкидатись під час монтажу. Після пропускання комунікацій кришки піднімають і прикручують до відкидних болтів. Кришки виготовляють з листа товщиною 6—8 мм і заповнюють всередині звукопоглиначем, закритим перфорованим листом. Між стіною та кришкою розташовують прокладки з губчастої гуми. Товщина шару звукопоглинального матеріалу в коробці та на кришках повинна бути не менше 100 мм.

Схема герметизованого проходу вентиляційної труби наведено на рис. 4.25.

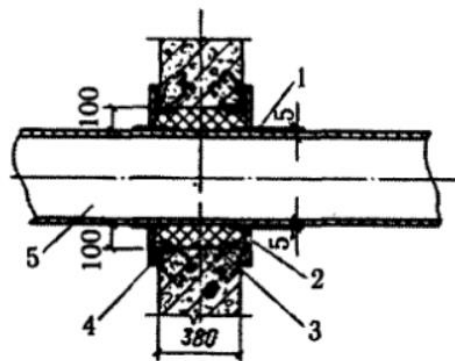


Рис. 4.25. Герметизований прохід вентиляційних труб через цегляну стіну:
 1 — ущільнення з м'якої гуми; 2 — металевий лист товщиною 4 мм; 3 — звукоізолювальний матеріал з ущільненням (повсть або мінерально-ватяні плити); 4 — металева рамка по периметру отвору; 5 — вентиляційна труба

Електричні проводи, труби та інші комунікації можна вводити в кабінку через спеціальні канали в підлозі цеху (рис. 4.26).

Вентиляція кабін здійснюється через отвори в щитах, закритих зовні глушниками шуму (рис. 4.27).

Кожух 3 глушника виготовляють з листової сталі розміром 700x700x150 мм. Рамка глушника 1 дерев'яна, перегородки 6 фанерні, внутрішні стінки глушника личкуються звукопоглинальними матами 4, 5 з міткала та мінеральної вати, приклеєними гарячим бітумом до кожуха.

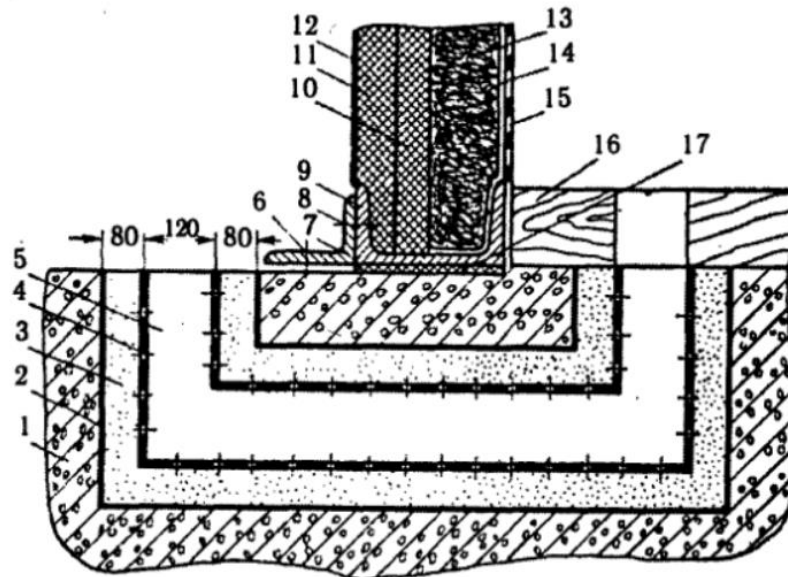


Рис. 4.26. Канал для введення труб та електропроводів:

1 — залізобетонне перекриття; 2 — металевий кожух; 3 — звукоізолювальна прокладка; 4 — перфороване личкування; 5 — канал; 6 — фундаментний болт; 7 — кутник; 8 — з'єднувальний болт; 9 — швелер; 10, 11 — деревинно-волокниста плита; 12 — зовнішнє личкування; 13 — мінеральна вата; 14 — тканина міткаль; 15 — перфороване личкування; 16 — шитова дерев'яна підлога кабіни; 17 — гумовий килимок

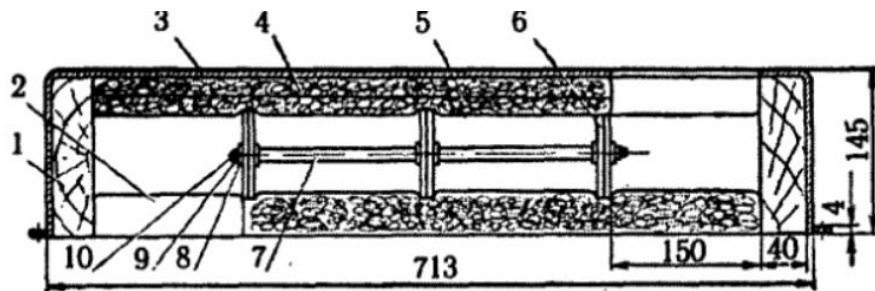


Рис. 4.27. Глушник шуму звукоізолювальної кабіни:

1 — дерев'яна рама; 2 — отвір для проходу повітря; 3 — металевий кожух глушника; 4, 5 — звукопоглинальний матеріал; 6 — перегородка; 7 — розпірна труба; 8 — шайба; 9 — гайка; 10 — стяжка

АКУСТИЧНА ОБРОБКА ПРИМІЩЕНЬ

Засоби звукопоглинання застосовуються для зниження шуму на робочих місцях, котрі знаходяться в приміщеннях з джерелами шуму або в приміщеннях без джерел шуму, куди він проникає з сусідніх шумних приміщень.

Як звукопоглинальні засоби використовують звукопоглинальні личкування та штучні звукопоглиначі, котрі застосовуються у випадках, коли необхідне зниження шуму ΔL_n в розрахункових точках перевищує 1—3 дБ не менше ніж в трьох октавних смугах частот або 5 дБ хоча б в одній зі смуг. Використання даних засобів в приміщенні називається акустичною обробкою.

Акустичний ефект звукопоглинального личкування та штучних звукопоглиначів базується на зниженні інтенсивності відбитого звуку. В зв'язку з цим зниження шуму в розрахунковій точці значною мірою буде залежати від її розташування в приміщенні, тобто від величини Q . В зоні відбитого звуку $\Delta L_A = 10\text{—}15$ дБА, а на робочих місцях в зоні прямого звуку $\Delta L_A = 3\text{—}6$ дБА. Максимально можливе зниження рівня звукового тиску в даній точці приміщення при його акустичній обробці $\Delta L_{max} = 10\lg(1 + Q)$. Величина Q залежить від форми приміщення.

ОСНОВНІ ВИМОГИ ЩОДО ВІБРОІЗОЛЯЦІЇ АГРЕГАТІВ

Віброізоляція агрегатів досягається встановленням їх на спеціальні віброізолятори (пружинні елементи, котрі мають невелику жорсткість), застосуванням гнучких елементів (вставок) в системах трубопроводів та комунікацій, з'єднаних з вібруючим обладнанням, застосуванням м'яких еластичних прокладок для трубопроводів та комунікацій в місцях проходу їх через огороження і в місцях кріплення до огорожувальних конструкцій.

Гнучкі вставки для повітропроводів слід монтувати так, щоб вони були якомога слабше натягнуті.

Гнучкі з'єднання трубопроводів у насосних установках необхідно передбачати на нагнітальній та всмоктувальній лініях, якомога ближче до насосної установки.

Як гнучкі вставки можна використовувати гумово-тканинні напірні рукави або рукави гумово-тканинні з металевими спіралями.

Для зниження вібрацій, що передаються на несучу конструкцію, застосовуються пружинні або гумові віброізолятори

Для агрегатів, що мають швидкість обертання менше 1800 хв^{-1} , слід застосовувати пружинні віброізолятори; при швидкості обертання понад 1800 хв^{-1} допускається застосування і гумових віброізоляторів. Однак термін експлуатації гумових віброізоляторів не перевищує трьох років. Сталеві (пружинні) віброізолятори довговічні і надійні, проте вони ефективні при віброізоляції низьких частот і недостатньо знижують передачу вібрацій більш високих частот (в чутному діапазоні).

Гумові віброізолятори мають велике внутрішнє тертя. Їх використовують у випадках, коли необхідно зменшити час затухання власних коливань та амплітуду коливань у резонансних режимах.

Пружний елемент гумового віброізолятора працює на стиснення або на зсув. Віброізоляція при роботі гумового елемента віброізолятора більш ефективна на зсув, ніж на стиснення, оскільки модуль пружності гуми на зсув значно менший, ніж модуль пружності на стиснення. Найпростішими віброізоляторами, в котрих гума працює на стиснення, є прокладки та суцільні килимки, які використовуються для захисту від високочастотної вібрації. З метою зниження жорсткості килимків у їхній конструкції передбачаються пази, виступи, отвори, розташовані в шаховій послідовності. Завдяки цьому гума починає працювати і на зсув. Килимки встановлюються під залізобетонні фундаменти та під опорні поверхні обладнання (рис. 5.2). Внаслідок низької жорсткості килимків вони забезпечують власну частоту від 10 Гц і вище. Застосовуються також віброізолятори, в котрих використовуються пружні властивості стисненого повітря. Пневмогумові віброізолятори прості за конструкцією і мають високі віброізолювальні властивості. Вони накладаються один на одного або розкладаються паралельно при встановленні важкого обладнання.

Для запобігання передачі високочастотних вібрацій необхідно застосовувати гумові прокладки товщиною 10—20 мм, котрі розташовуються між пружинами та несучою конструкцією.

Машини з динамічними навантаженнями (вентилятори, насоси, компресори тощо) слід жорстко монтувати на важкій бетонній плиті або металевій рамі, котра спирається на віброізолятори. Застосування важкої плити знижує амплітуду коливань агрегата, встановленого на віброізоляторах. Плита також забезпечує жорстке центрування з приводом і знижує розташування центра ваги установки, наближаючи його до центра жорсткості віброізоляторів.

ВИМОГИ ДО ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН

Погасити пожежу з фізичної точки зору означає припинити процес горіння у всіх його видах, тобто створити в зоні горіння умови, що виключають можливість продовження процесу горіння в будь-якій формі.

Відповідно до теплової теорії задача припинення горіння зводиться до зниження температури в зоні горіння до температури гасіння шляхом зміни теплової рівноваги в зоні горіння. Теплову рівновагу в зоні горіння можна змінити зниженням інтенсивності тепловиділення в зоні реакції нижче граничного значення, або підвищенням інтенсивності тепловіддачі, або одночасною зміною цих величин для досягнення температури гасіння в зоні реакції.

На практиці для припинення горіння використовують різні способи і засоби пожежогасіння.

Спосіб пожежогасіння - це тактичний прийом, що використовують для припинення горіння.

Засіб пожежогасіння - це речовина або пристрій, що використовують для припинення горіння на пожежі.

По домінуючому механізму припинення горіння можна виділити наступні способи гасіння:

1. Спосіб охолодження

1.1. охолодження зони горіння до температури меншої, ніж температура гасіння;

1.2. охолодження поверхні горючої речовини, що знаходиться в конденсованому стані, до температури меншої, ніж критична (для рідини у відкритому просторі - температура спалаху, для ТГМ - температура пиролізу).

2. Спосіб розведення

2.1. розведення зони горіння інертними розріджувачами;

2.2. розведення горючих рідин негорючими

3. Спосіб ізоляції

3.1. ізоляція горючої речовини від зони горіння;

3.2. ізоляція окислювача від зони горіння;

3.3. ізоляція зони горіння, як джерела запалювання, від горючої суміші

4. Спосіб хімічного гальмування реакції горіння (інгібування).

5. Механічне придушення полум'я сильним струменем води, порошку чи газу(зрив полум'я).;

6. Створення умов вогнеперешкоди, за яких полум'я не має можливості поширюватися.

Поняття способу пожежегасіння містить у собі не тільки механізм припинення горіння, але і тактичні особливості подачі вогнегасної речовини в зону горіння. **Розрізняють об'ємний і поверхневий способи гасіння.**

При виникненні горіння в умовах обмеженого повітрообміну можна використовувати спосіб об'ємного гасіння, при якому вогнегасні засоби подаються в об'єм, що захищається, і при цьому розбавляють горючу систему або витісняють окислювач (повітря) із приміщення або апарата.

При гасінні пожежі на відкритій місцевості застосування засобів об'ємного гасіння малоефективно і в даному випадку використовують переважно **поверхневий спосіб гасіння**, коли вогнегасна речовина подається на поверхню горючої речовини. Це можливо лише в тому випадку, якщо горюча речовина знаходиться в конденсованому стані (рідина або тверда речовина).

Основними засобами гасіння пожежі є вогнегасні речовини.

Під вогнегасними розуміють речовини, що можуть безпосередньо впливати на процес горіння і створювати умови для його припинення, або попереджати процес виникнення горіння.

Речовин, які здатні впливати на процес горіння досить багато, але не кожна з них використовують для гасіння пожеж. **Вогнегасні речовини повинні відповідати визначеним вимогам, до яких відносяться:**

- висока вогнегасна здатність при низькій витраті;
- екологічна безпека речовини і відсутність шкідливих побічних впливів при застосуванні як для людей, так і для технологічного обладнання;
- простота і зручність транспортування і подачі у середовище пожежі;
- можливість тривалого збереження без зміни властивостей;
- доступність і відносна необмеженість запасів;
- економічність (дешевина).

Іноді вогнегасні речовини відповідають не усім вимогам, але великі переваги **в деяких позиціях обумовлюють їхнє застосування в практиці пожежегасіння.** Наприклад, хладони, що інгібують процес горіння, екологічно досить небезпечні (негативно впливають на озоновий шар Землі), але висока вогнегасна ефективність обумовлює їхнє використання в системах пожежегасіння літаків, атомних станцій, ракетної техніки, об'єктів воєнної промисловості.

У пінному пожежегасінні досить широко використовують високоефективні плівкоутворювальні піноутворювачі, незважаючи на їхню високу вартість.

Застосовують такі вогнегасні речовини:

- воду;
- воду з добавками, які підвищують її вогнегасну здатність;
- водяну пару;

- повітряно-механічну піну;
- хімічну піни,
- інертні гази,
- вуглекислоту у газоподібному та снігоподібному стані,
- галоїдовуглеводневі суміші,
- вогнегасні порошки,
- пісок,
- флюси,
- комбіновані суміші (поєднання порошкових і пінних сумішей, водяно-галоїдовуглеводневі емульсії тощо).

Вода має найвищу теплоємність порівняно з іншими вогнегасними речовинами, а також дуже високу теплоту пароутворення. **Вона застосовується для гасіння горючих речовин у різних агрегатних станах. Речовина, яка горить, охолоджується до температури, за якої її горіння неможливе.**

Водяна пара, що утворюється при випаровуванні, розбавляє горюче середовище до вмісту в ньому 14-15 % кисню, в результаті чого горіння припиняється. Пара перешкоджає потраплянню кисню на поверхню, яка горить, за рахунок змочування речовини, що горить, водою, в результаті чого горіння припиняється.

Вода має високу термічну стійкість. Розкладення її на водень і кисень відбувається при температурах понад 1700°C. Тому гасіння водою більшості горючих матеріалів та рідин є безпечним, адже температура їх горіння не перевищує 1300°C.

Найбільший вогнегасний ефект спостерігається під час застосування води у дрібнодисперсному стані. Такою водою можна гасити навіть горючі рідини, оскільки туманоподібна хмара дрібнодисперсної води спричиняє ізолювальний ефект. Застосування розчинів змочувачів, які зменшують поверхневий натяг води, дає можливість зменшити її витрати на гасіння деяких матеріалів на 30-50%.

Вода добре проводить електричний струм. Це треба пам'ятати під час гасіння пожеж в електроустановках, що перебуває під напругою.

Піна - вогнегасна суміш, яка складається з бульбашок газу, замкнутих в тонкі оболонки (плівки) з рідини. Вогнегасні властивості піни визначаються її кратністю, стійкістю, дисперсністю і в'язкістю.

Кратність піни — відношення об'єму піни до об'єму її розчину, з якого вона утворена. Чим більша кратність, тим менша стійкість піни.

Стійкість піни - опірність руйнуванню. Дисперсність піни обернено пропорційна розміру бульбашок.

Стійкість піни тим більша, чим вища дисперсність, а підвищення кратності зменшує дисперсність. В'язкість збільшує стійкість піни, але погіршує розчинність у рідині, яка горить.

Піни застосовують для гасіння горючих рідин і твердих речовин.

Гасіння піною засноване на тому, що вона розпливається на поверхні рідини, яка горить, частково охолоджує її, утворює теплову ізоляцію поверхні речовини від притоку тепла із зони полум'я, перешкоджає доступу кисню повітря в зону горіння. Піни поділяють на хімічні та повітряно-механічні.

Повітряно-механічна піна утворюється за допомогою спеціальних технічних пристроїв із водних розчинів поверхнево-активних речовин (піноутворювачів). **Утворюють піну в ежекторних переносних приладах** — піногенераторах при розчині у воді піногенераторних порошків.

Хімічна піна утворюється при взаємодії карбонату або бікарбонату натрію з кислотою за наявності піноутворюючої речовини, яка являє собою емульсію двоокису вуглецю у водному розчині мінеральних солей. З техніко-економічних міркувань хімічну піну найбільш раціонально застосовувати при гасінні пожеж ЛЗР з температурою спалаху не меншою за 61°C.

Інертні гази застосовують для гасіння пожежі. До них відносяться: двоокис вуглецю, азот, аргон, а також димові або відпрацьовані гази. Інертні гази розбавляють повітря, знижують у ньому вміст кисню до концентрації, при якій припиняється горіння більшості горючих речовин. Крім того, маючи певну теплоємність, вони сприяють зниженню температури в зоні горіння і цим самим уповільнюють горіння.

Двоокис вуглецю використовують: для швидкого гасіння вогнищ в їх початковій стадії; при гасінні малих поверхонь ЛЗР і ГР, акумуляторних станцій, станцій та боксів для випробування двигунів, лабораторій і виробничих приміщень; при гасінні пожеж на складах ЛЗР, на електроустановках, які знаходяться під напругою, і т.ін.

Ефективність двоокису вуглецю полягає в тому, що він, витікаючи із замкнутих об'ємів (вогнегасників), де знаходиться в стані рідини, переходить у твердий стан у вигляді пластівців "снігу" з температурою мінус 73,5°C і при наступному нагріванні вмиє і переходить у газоподібний стан, займаючи об'єм в 500 раз більший, ніж рідина. Необхідну кількість CO₂ визначають розрахунком. Вогнегасна концентрація CO₂ при гасінні об'ємним методом приблизно складає 30 % при витратах 0,594 кг на 1 м³ приміщення.

Існує два основні методи гасіння пожеж за допомогою CO₂: об'ємний і поверхневий. Об'ємне гасіння здійснюється у замкнутих приміщеннях.

Вихід снігоподібного CO₂ з балона при температурі навколишнього середовища 20°C становить не менше 28% (з кілограма рідкого CO₂ може утворитися 280 г снігу та близько 500 л газу). Діоксид вуглецю не гасить тліючі матеріали, бо не має змочувальної здатності.

Галоїдовуглеводневі суміші використовують для гасіння різних пожеж. Серед них знаходять застосування тетрафтордібромметан (Фреон 114 В), трифторбромметан (Фреон 13 В), бромистий етил, бромистий метилен і розроблені на їхній основі вогнегасні суміші "3,5", "7", "4НД", "БФ" та інші. Вони мають малу інтенсивність подачі, а їхня велика густина дозволяє створювати вогнегасні струмені, які сприяють проникненню сумішей у полум'я і **удержуванню** їхньої пари в зоні горіння. Крім того, суміші мають добру змочуваність, а низька електропровідність дозволяє використовувати галоїдовуглеводневі суміші для гасіння електроустановок під напругою.

Вогнегасні порошки використовують для гасіння пожеж лужних металів, алюмінійорганічних та інших металоорганічних сполук. До них відносять: хлориди лужних та лужноземельних металів, двовуглекислу та вуглекислу соду, кремній, амофос, поташ тощо.

В останній час для гасіння великих пожеж нафтопродуктів застосовують вогнегасні порошки в комбінації з повітряно-механічною піною. Найчастіше застосовують двовуглекислу соду в суміші з невеликою кількістю кремнезему, тальку й інфузорної землі.

Вогнегасна дія порошків полягає в тому, що вони охолоджують зону горіння за рахунок втрати тепла на нагрівання і розкладання солей, уповільнюють реакцію горіння завдяки двоокису вуглецю, що виділяється при цьому, й ізолюють горючу речовину від зони горіння. Для ліквідації осередків горіння, які виникають під час займання невеликих об'ємів горючих речовин, застосовують також азбестові покривала і т. ін.

Практично всі вогнегасні речовини характеризуються комплексною дією на процес горіння. Наприклад, вода може охолоджувати, ізолювати та розбавляти речовини, що горять; піна ізолює й охолоджує; газові засоби пожежогасіння одночасно діють як інгібітори й розбавляють горючі речовини; порошки гальмують хімічні реакції й ізолюють зону горіння в разі утворення стійкої порошкової хмари. **Однак припинення горіння досягається одним із застосовуваних способів, тоді як інші тільки сприяють цьому. Це визначається співвідношенням властивостей вогнегасної речовини та матеріалу, що горить.**

Для кожної вогнегасної речовини існує домінуюча властивість. Для води - це охолодження, для піни - ізоляція осередку горіння, для порошку - гальмування реакції горіння, для діоксиду вуглецю - розбавлення газової та конденсованої фаз (твердої, рідкої) неоднорідної фізико-хімічної системи негорючим газом

Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі й визначається:

- властивостями та агрегатним станом речовин, що горять;
- параметрами пожежі (площею горіння, інтенсивністю горіння, температурою тощо);
- видом пожежі (в закритих приміщеннях та будівлях, на відкритому просторі);
- умовами тепло- й газообміну на пожежі;
- наявністю та кількістю вогнегасних засобів;
- вогнегасною здатністю щодо гасіння речовин і матеріалів;
- ефективністю способу гасіння пожежі.

Визначаючи способи пожежогасіння, розраховують на досягнення максимального ефекту за мінімальних витрат вогнегасних речовин.

ЗАСОБИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

До них відносяться пересувні установки (пожежні автомобілі), стаціонарні установки і первинні засоби пожежогасіння.

Стаціонарні установки призначені для гасіння пожежі в початковій стадії без участі людей. Вони можуть бути як автоматичні, так і з дистанційним управлінням. До них відносяться пожежні водопроводи високого тиску (для подачі води від гідрантів до місця пожежі) і низького тиску (воду до місця пожежі подають пожежні автонасоси та мотопомпи).

Автоматичне гасіння пожежі здійснюється спринклерними і дренчерними установками.

Спринклерна установка монтується під перекриттям з мережі водопровідних труб з угвинченими для розбризкування води спринклерними головками, що мають легкоплавку діафрагму (замок). При певній температурі діафрагма розтоплюється, і вода або піна під тиском виходить з отвору головки.

Дренчерні установки відрізняються конструкцією головок, які постійно відкриті і приводяться в дію відкриванням спеціальної засувки ручної або автоматичної дії (рис. 2).

Для гасіння пожеж застосовують також різні **газові стаціонарні** установки, що заряджаються рідким двоокисом вуглецю, азотом, аргоном, хладонами та іншими вогнегасними речовинами.

Проектування протипожежних систем – важливий процес, від якого залежить надійність функціонування обладнання і рівень пожежної безпеки. Для забезпечення належного рівня безпеки приміщень будь-якого типу, необхідна установка сучасних та ефективних протипожежних систем. Однак починається все з проекту.

Проектування – процес тривалий. **Він включає в себе:**

- проведення розрахунків;
- визначення місць прокладки кабелів;
- визначення місць встановлення обладнання;
- визначення тривалості автономної роботи.

Фахівці готують детальні креслення, а також здійснюється підбір обладнання, відповідного типу приміщення, складається специфікація.

Кінцевий підсумок проектування – детальні і точні креслення, на яких відображені датчики та інші прилади, схема прокладки кабелів.

Проектування включає в себе послідовних етапів. В першу чергу фахівець оцінює територію або приміщення, в якому буде встановлена система. На даному етапі профільний фахівець:

- оглядає об'єкт;
- вивчає і аналізує особливості планування будівлі;
- оцінює конструкційні особливості.

6.1 Системи протипожежного захисту поділяються на:

- а) системи пожежної сигналізації;
- б) автоматичні системи пожежогасіння;
- в) автономні системи пожежогасіння локального застосування;
- г) системи оповіщення про пожежу та управління евакуюванням;
- д) системи протидимного захисту;
- е) системи централізованого пожежного спостереження;
- ж) системи диспетчизації СПЗ.

Також до СПЗ належать:

- и) блискавкозахист;
- к) ліфти пожежні;
- л) пожежні кран-комплекти;
- м) протипожежні двері, клапани, ворота, завіси (екрани) тощо.

Система пожежної сигналізації (СПС) – комплекс технічних засобів, призначений для виявлення ознак горіння, формування сигналів про виникнення пожежі та технічний стан цих засобів, а також для передавання сигналів на інші виконавчі пристрої без втручання людини.

Основним завданням СПС є виявлення пожежі та передавання сигналів на запуск інших систем протипожежного захисту (системи протидимного захисту, системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей тощо), а також інших інженерних систем та устаткування будівлі (відключення загальнообмінної вентиляції, переведення ліфтів в режим «пожежа» тощо).

7.2.1 Системи пожежної сигналізації повинні:

- а) виявляти ознаки пожежі на ранній стадії;
- б) передавати тривожні сповіщення до пристроїв передавання пожежної тривоги та попередження про несправність;
- в) формувати сигнали управління для систем протипожежного захисту та іншого інженерного обладнання, що задіяне при пожежі;
- г) сигналізувати про виявлену несправність, яка може негативно впливати на нормальну роботу СПС.

7.2.2 При побудові, проектуванні, монтуванні, перевірці відповідності і технічному обслуговуванні систем пожежної сигналізації необхідно керуватися вимогами ДСТУ-Н CEN/TS 54-14 та цих будівельних норм.

7.2.3 Системи пожежної сигналізації не повинні:

- а) підпадати під несприятливий вплив інших систем незалежно від того, з'єднані вони з ними чи ні;
- б) виходити з ладу (частково або повністю) через вплив на них вогню або явища, для виявлення якого вони призначені, до того, як вогонь чи це явище було виявлено.
- в) реагувати на інші явища, не пов'язані з виявленням пожежі.

1.3. Показники якості систем пожежної сигналізації

Все різноманіття систем, установок і пристроїв пожежної сигналізації можна класифікувати за наступними ознаками:

- критерієм формування вихідних сигналів ("Пожежа", "Несправність" та інш.);
- видом пожежного сповіщувача;
- способом передачі сигналів від пожежного сповіщувача;
- способом опиту пожежних сповіщувачів;
- конструктивними особливостями.

Ця класифікація не виключає можливості її розширення за рахунок цілого ряду інших ознак, які також будуть впливати на найважливіші характеристики систем, установок і пристроїв пожежної сигналізації.

До систем пожежної сигналізації пред'являються наступні основні вимоги:

- безпека роботи;
- достовірність повідомлень, які формуються засобами виявлення пожежі, а також приймаються та формуються засобами обробки інформації повідомлень та засобами управління;
- простота конструктивного виконання;
- підвищена надійність роботи;
- зручність обслуговування;
- економічність і ефективність;
- автоматичне самотестування елементів системи.

Системи пожежної сигналізації та їхні елементи характеризуються рядом параметрів, за якими здійснюється порівняння пристроїв для вибору оптимального варіанту при рішенні задачі з захисту конкретного об'єкта.

До показників якості технічних засобів, якими повинен характеризуватися будь-який пристрій пожежної сигналізації, згідно з вимогами ГОСТ 4.188-85, відносяться:

1. Показники призначення (інерційність спрацьовування, поріг спрацьовування, час спрацьовування, діапазон живильних напружень, контрольована площа або максимальна дальність дії, вихідний електричний опір, чутливість, перешкодозахищеність, вихідний сигнал спрацьовування, робочі умови за кліматичними та механічними впливами, габаритні розміри);

2. Показники надійності (середнє напрацювання на відмову, встановлене безвідмовне напрацювання, встановлений строк служби, ймовірність безвідмовної роботи, ймовірність виникнення відмови, середній строк служби, встановлений строк зберігання, середній час поновлення працездатного стану);

3. Показники економного використання матеріалів, енергії (споживана потужність у черговому режимі та режимі "Тривога", питома споживана потужність, маса);

4. Ергономічні й естетичні показники (показник відповідності технічного засобу можливостям органів зору людини, показник чистоти виконання контурів та сполуки, показник ретельності покриття та оброблень, показник чіткості виконання фірмових знаків, показників, упаковки);

5. Показники технологічності (питома матеріалоемність, питома енергоемність);

6. Показники транспортабельності (стійкість до транспортної тряски, стійкість до впливу навколишнього середовища під час транспортування);

8. Показники стандартизації та уніфікації (коефіцієнт використання за типорозмірами, коефіцієнт повторюваності);

9. Патентно-правові показники (показник патентної чистоти, показник патентного захисту);

10. Показники безпеки (електричний опір ізоляції струмоведучих частин з якими можливо зіткнення людини, електрична міцність ізоляції струмоведучих частин, пожежонебезпечне виконання продукції);

11. Економічні показники (вартість продукції);

12. Якісні характеристики (наявність контролю працездатності, багаторазовість дії, можливість живлення від резервного джерела з автоматичним переходом від основного на резервне живлення й назад без видачі тривожного сповіщення, можливість підключення виносного індикатора).

2.1. Класифікація пожежних сповіщувачів

Згідно з термінологією, пожежний сповіщувач - це елемент системи пожежної сигналізації, призначений для виявлення пожежі за її первинними ознаками і надання про неї інформації, придатної для подальшої передачі.

Пожежний сповіщувач перетворює зміну контрольованої первинної ознаки пожежі, в електричний сигнал, здійснює його первинну обробку і передає сповіщення про пожежу або несправність по лінії зв'язку на приймально-контрольний прилад.

Пожежні сповіщувачі класифікують за наступними ознаками.

1) За способом приведення в дію:

- **ручні** пожежні сповіщувачі - з ручним способом приведення в дію;
- **автоматичні** пожежні сповіщувачі, які реагують на чинники, що супроводжують пожежі (первинні ознаки пожежі - температура, дим, полум'я).

2) За видом контрольованої ознаки пожежі:

- **тепові** - автоматичні пожежні сповіщувачі, які реагують на певне значення температури і (або) швидкість її зростання;
- **димові** - автоматичні пожежні сповіщувачі, які реагують на аерозольні продукти горіння;
- **полум'я** - автоматичні пожежні сповіщувачі, що реагують на електромагнітне випромінювання полум'я;
- **комбіновані** - автоматичні сповіщувачі, що реагують на декілька ознак пожежі, наприклад, на температуру і аерозольні продукти горіння, на температуру і електромагнітне випромінювання полум'я.

3) За видом порога спрацьовування:

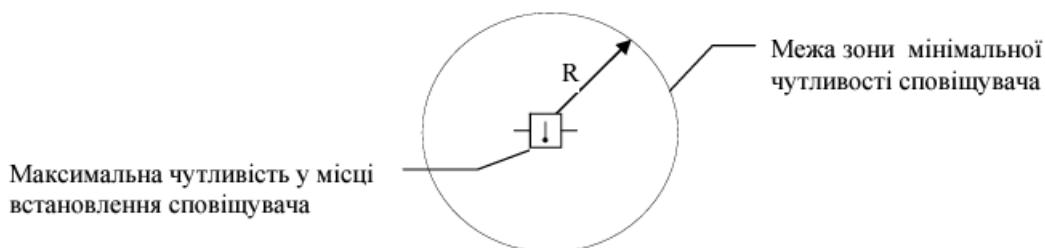
- **максимальні** - такі, що спрацьовують при досягненні та перевищенні параметром, що контролюється, певного (порогового) значення;
- **диференціальні** - реагують на швидкість зміни параметра, що контролюється; спрацьовують при досягненні та перевищенні певного (порогового) значення швидкості зміни параметра, що контролюється (наприклад, швидкість зміни температури);
- **максимально-диференціальні** - реагують як на досягнення контрольованим параметром певного значення, так і на швидкість зміни параметра, що контролюється (температури).

4) За способом формування сигналу:

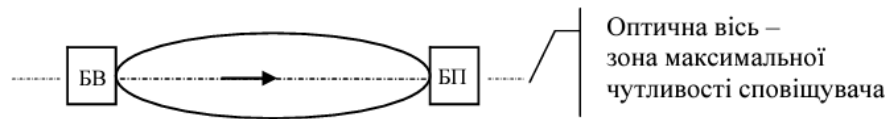
- **пасивні (дискретні)** - при спрацьованні таких сповіщувачів на їх виході з'являється сигнал у вигляді розмикання або замикання електричних контактів, включеного в шлейф сигналізації (зміна R);
- **активні (аналогові)** - на виході сповіщувачів з'являється сигнал у вигляді зміни величини струму або напруги, що генерується сповіщувачем.

5) За видом зони, що контролюється:

- **точкові** - контролюють певну площу, при цьому максимальна чутливість забезпечується при виявленні ознак пожежі в місці (точці) установки сповіщувача, а мінімально допустима чутливість - на кордоні зони, що контролюється, яка являє собою коло, в центрі якого встановлений пожежний сповіщувач:



- **лінійні** - контролюють появу ознак пожежі вздовж зони, що являє собою довгасту смугу, при цьому максимальна чутливість забезпечується вздовж лінії, що проходить через середину цієї смуги, а мінімально допустима - на її кордоні:



- **об'ємні** - контролюють певний об'єм, при цьому їх чутливість практично не залежить від місця появи ознак пожежі, що контролюються в об'ємі, який захищається.

б) За видом опиту приймально-контрольними приладами:

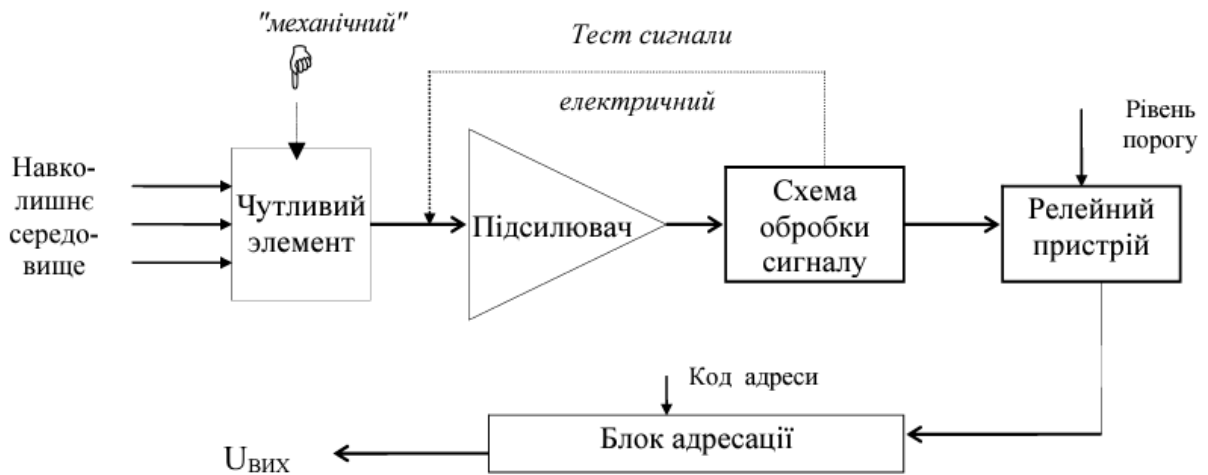
- **ПС неадресовані** - сповіщувачі, за інформацією від яких в системі неможливо судити, від якого конкретно сповіщувача вона надійшла (неможлива ідентифікація місця виникнення пожежі);

- **ПС адресовані** - сповіщувачі, в яких передбачена можливість установки для кожного з них індивідуального коду (адреси), що передається на ПКП та дозволяє судити про стан середовища в приміщенні та власну працездатність сповіщувача.

2.2. Узагальнена структурна схема пожежних сповіщувачів

Незважаючи на велику різноманітність марок пожежних сповіщувачів (лише у 1998 році на Україні було сертифіковано понад 120 пожежних сповіщувачів відчизняних та закордонних виробників) їх загальна побудова укладається в одну структуру.

У загальному вигляді структурна схема пожежного сповіщувача може бути представлена у вигляді:



Чутливий елемент є аналоговим перетворювачем параметра, що контролюється, в електричний сигнал, який заздалегідь посилюється і попадає на схему обробки сигналу, де відбувається формування сигналу "Пожежа" і передача його на релейний пристрій (РП). Сформований сигнал поступає в шлейф пожежної сигналізації і лінію зв'язку, якщо код адреси, що формується блоком адресації сповіщувача, співпадає з кодом, що передається з приймальної станції. Схема обробки сигналу забезпечує фільтрацію сигналів пожежі і перешкоди.

2.3. Технічні характеристики пожежних сповіщувачів

Пожежний сповіщувач як елемент системи пожежної сигналізації характеризується різними технічними характеристиками, які дозволяють оцінити і вірно експлуатувати різні типи пожежних сповіщувачів (ГОСТ 27990-88 "Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Общие технические

Серед цих показників у практиці проектування та експлуатації систем пожежної сигналізації частіше за інші використовуються наступні:

- поріг спрацювання - мінімальна величина контрольованого параметра (або швидкість його зміни), при якій спрацює сповіщувач;
- контрольована площа (максимальна дальність дії) – площа, на якій встановлюється один сповіщувач, або відстань між блоками лінійних сповіщувачів;
- інерційність спрацювання, с:
 - а) за відчизняними стандартами - час від моменту досягнення контрольованим параметром пожежі величини порога спрацювання чутливого елемента пожежного сповіщувача до моменту видачі ним сигналу "Пожежа";
 - б) за європейськими стандартами – час від початку впливу контрольованого параметра пожежі на чутливий елемент пожежного сповіщувача до моменту видачі ним сигналу "Пожежа";
- діапазон напруг живлення;
- споживана потужність у черговому режимі і режимі "Тривога", Вт;
- габаритні розміри, мм;
- маса, кг;
- робочі умови застосування за кліматичними впливами;
- клас захисту сповіщувача.

Технічні характеристики сповіщувачів визначають їх якість. Врахування технічних характеристик дозволяє вибрати і порівняти різні зразки обладнання, якісно виконати проектні роботи та провести експертизу проекту системи пожежної автоматики.

У найменуванні десятків моделей пожежних сповіщувачів, які продовжують застосовуватися на об'єктах України, присутня аббревіатура повної назви сповіщувача:

ТРВ - термореле вибухозахищене;

МДПИ - максимально-диференціальний пожежний сповіщувач;

ДПС - датчик пожежної сигналізації;

ИДФ - сповіщувач димовий фотоелектричний;

РИД - радіоізотопний сповіщувач диму;

ДИП - димовий сповіщувач пожежний і т.д.

Цей же підхід використовується в найменуванні деяких моделей ПС і зараз:

ИДПЛ - сповіщувач димовий пожежний лінійний;

СПИН - сигналізатор пожеж і порушень;

СПД, ИД, ИТ і т.п., таких відомих виробників України, як "Сігма", "Меридіан" і інших.

Разом з тим деякі сповіщувачі для спрощення запам'ятовування мають так звану торгову марку, наприклад, "Аметист", "Фотон", "Эхо" та інші.

Але, згідно з галузевим стандартом ОСТ 25 829-78 "Средства технические автоматической охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Условные обозначения", пожежні сповіщувачі маркуються наступним чином.

Марка сповіщувача складається з трьох знакових груп:

I) аббревіатура від слів "сповіщувач пожежний" – ИП (рос), крім того є ИО і ИОП;

II) трьозначне число.

Для **пожежних сповіщувачів** перша цифра в маркуванні означає вигляд пожежного сповіщувача, тобто характеризує функціональне призначення технічних засобів по відношенню до потоку інформації й область застосування технічних засобів:

1 – тепловий пожежний сповіщувач;

2 – димовий пожежний сповіщувач;

3 – сповіщувач полум'я (світловий);

4 – датчик виявлення газоподібних продуктів горіння;

5 – ручний.

Друга і третя цифри позначають принцип роботи ПС.

III) однозначне число або буква - модифікація ПС.

Наприклад, ИП-103-1: 1 - тепловий сповіщувач, 03 - робота заснована на лінійному розширенні матеріалу (використовується деформація біметалічного чутливого елемента), 1 - номер розробки даного типу технічних засобів.

Частіше зустрічаються види сповіщувачів виробників держав СНГ, позначення маркування яких, за ОСТ 25 829-78, розшифровується наступним чином.

Для **охоронно-пожежних сповіщувачів** перша цифра другого елемента визначає вигляд зони виявлення:

1 – крапковий;

2 – лінійний;

3 – поверхневий;

4 – об'ємний.

Дві останні цифри другого елемента позначають принцип дії (для комбінованих сповіщувачів - чотири цифри, що поєднують по дві цифри позначення принципу дії):

а) **Для пожежних сповіщувачів:**

- 01 – з використанням залежності електричного опору елементів від температури;
- 02 – з використанням термо-ЕДС;
- 03 – з використанням лінійного розширення елементів;
- 04 – з використанням плавких і вставок, що згорають;
- 05 – з використанням залежності магнітної індукції від температури;
- 06 – з використанням ефекту Холу;
- 07 – з використанням об'ємного розширення (рідини, газу);
- 08 – з використанням сегнетоелектриків;
- 09 – з використанням залежності модуля пружності від температури;
- 10 – з використанням резонансно-акустичних методів контролю температури;
- 11 – радіоізотопний;
- 12 – оптично-електронний;
- 13-28 – резерв;
- 29 – ультрафіолетовий;
- 30 – інфрачервоний;
- 31 – термобарометричний;
- 32 – з використанням матеріалів, які змінюють оптичну провідність від температури;
- 33 – аероіонний;
- 34 – термошумовий.

б) **Для охоронно-пожежних сповіщувачів:**

- 01 – електроконтактний;
- 02 – магнітоконтактний;
- 03 – ударно-контактний;
- 04 – п'єзоелектричний;
- 05 – ємнісний;
- 06 – індуктивний;
- 07 – радіохвильовий;
- 08 – ультразвуковий;
- 09 – оптично-електронний;
- 10 – безконтактний магнітокерований.

Третій елемент (цифра або цифра і буква) означає модель або модифікацію сповіщувача. Перша модернізація (модифікація) сповіщувача позначається буквою А.

3. ТЕПЛОВІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ

На зміну технічно застарілим тепловим пожежним сповіщувачам (ТПС) типу АТИМ, ДТЛ, ТРВ-2, ДПС-038, МДПИ-028 та іншим прийшли більш досконалі засоби раннього викриття пожежі.

Розглянемо принципи побудови і основи роботи теплових пожежних сповіщувачів і сповіщувачів полум'я.

3.1. Загальні відомості про теплові пожежні сповіщувачі

Відомо, що під час пожежі над її осередком утворюється тепло, що розповсюджується за допомогою повітряних потоків, теплопровідності середовища та випромінювання.

Всі теплові сповіщувачі спрацьовують при перевищенні певного максимального значення температури, або певного значення швидкості зростання температури середовища, що контролюється.

Теплові пожежні сповіщувачі реагують на теплову енергію, що звільняється під час пожежі. Вимірювання температури повітря здійснюється, як правило, за допомогою напівпровідникових термочутливих елементів. У випадку, якщо температура підіймається вище за встановлене діючим стандартом значення (поріг спрацьовування), сповіщувач видає сигнал пожежі.

Крім максимальних ТПС, які спрацьовують при перевищенні порогового значення температури навколишнього середовища (рис. 3.1), існують сповіщувачі, які додатково реагують на підвищення певного значення швидкості підвищення температури. Вони називаються диференціальними тепловими пожежними сповіщувачами (рис. 3.2).

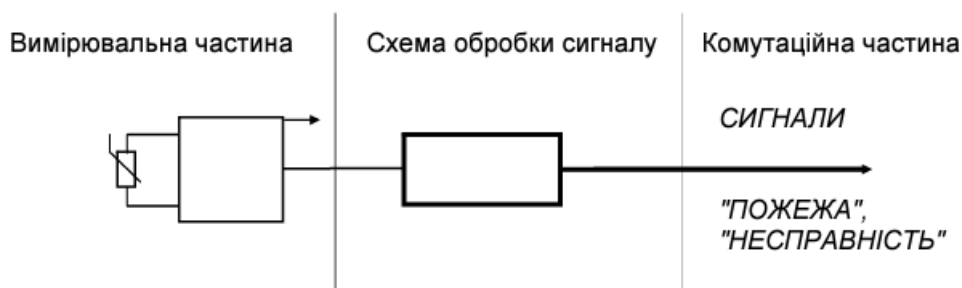


Рис. 3.1 - Принцип функціонування максимального теплового пожежного сповіщувача

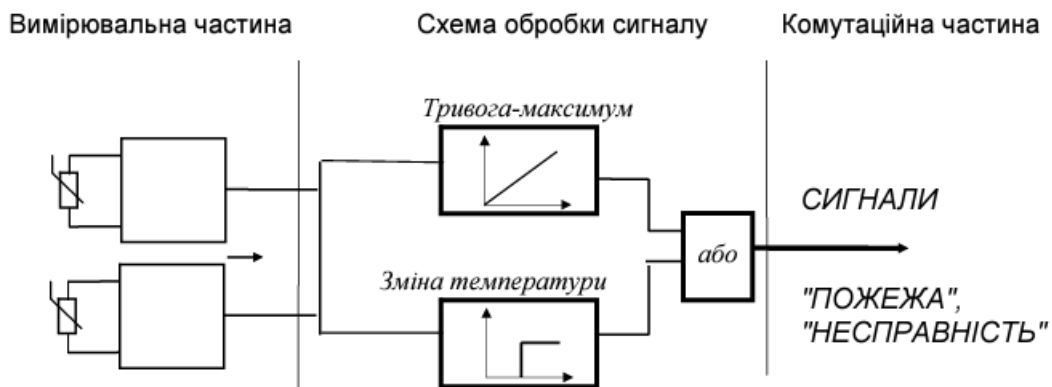


Рис. 3.2 - Принцип функціонування диференціального теплового пожежного сповіщувача

Диференціальні ТПС відрізняються більшою чутливістю.

При використанні в умовах зі швидкими коливаннями температури навколишнього середовища максимальні ТПС мають велику стійкість до помилкових спрацьовувань.

Застосування ТПС: теплові пожежні сповіщувачі встановлюють в тих випадках, коли умови навколишнього середовища і наявність помилкових ознак виключають застосування димових пожежних сповіщувачів і сповіщувачів полум'я. За вимогами нормативних документів не встановлюють в приміщеннях з високими стелями.

3.2. Принципи побудови диференціальних пожежних сповіщувачів

Диференціальні теплові пожежні сповіщувачі набули значного поширення завдяки функціональній здатності реагувати на швидкість зміни температури. Це надто важливо у тих випадках, коли за нормальних умов температура у приміщенні може змінюватися в широкому діапазоні, що може мати місце в наступних випадках:

- приміщення не опалюються та експлуатуються в кліматичних умовах зі значними сезонними коливаннями температур;
- виробництва, в яких є технологічні процеси, які передбачають зміну температури в широких межах;
- виробничі площі, в яких передбачається можливість швидкого перепрофілювання існуючого виробництва.

Основним способом реалізації диференціальних сповіщувачів є використання двох чутливих елементів, що мають різні постійні часу. При цьому інші параметри чутливих елементів повинні бути ідентичними.

Реалізація таких чутливих елементів досягається шляхом часткової термоізоляції одного з двох або половини зо всіх чутливих елементів сповіщувача.

Принцип роботи диференціального пожежного сповіщувача в узагальненому вигляді легко зрозуміти за допомогою рис.3.3.

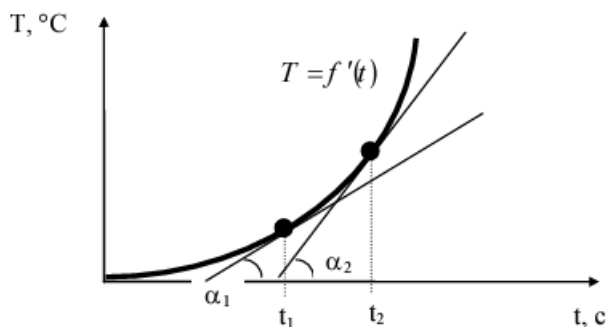


Рис. 3.3 – До пояснення роботи диференціального пожежного сповіщувача

На початковому етапі розвитку пожежі швидкість зміни температури незначна. Аналітично швидкість підняття температури у момент часу t_1 можна визначити як похідну $f'(t)$, а графічно інтерпретується тангенсом кута α_1 , під яким нахилена дотична.

З розвитком пожежі збільшується швидкість зростання температури, а значить зростає кут нахилу дотичної. Порогове значення похідної закладено до електронної або іншої схеми релейного елемента сповіщувача.

Диференціальні теплові пожежні сповіщувачі (ТПСД) за способом утворення сигналу бувають двох типів:

- які реалізують різницю сигналів двох термочутливих елементів з різною інерційністю;
- які реалізують похідну сигналу одного термочутливого елемента.

3.3. Приклади технічної реалізації теплових диференціальних пожежних сповіщувачів

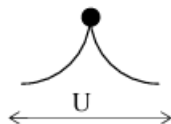
Враховуючи велике різноманіття пожежних сповіщувачів, зокрема теплових, розглянемо принципи дії, які є базовими для інших сповіщувачів.

Сповіщувач ДПС-038

Сповіщувач заснований на використанні ефекту Зеєбека: в електричному ланцюгу, що складається з послідовно сполучених електричних провідників, виникає термо-ЕДС, якщо в місцях контактів різна температура.

Термопара диференціального сповіщувача ДПС-038 має наступне схематичне зображення:

Хромель-копельова термопара



Якщо з'єднати послідовно дві термопари в батарею, то напруга на їх виході буде дорівнювати сумі або різниці напруг, в залежності від полярності з'єднання термопар:

Основним елементом диференціального пожежного сповіщувача ДПС-038 є батарея з 25 термопар, включених в одній полярності, і 25 термопар, включених в протилежній полярності, які забезпечені тонкими теплоприймачами. За умови, що характеристики термопар приблизно однакові, знаходяться при одній температурі, обидві батареї виробляють рівні термо-ЕДС і напруга на виході сповіщувача, з урахуванням (2.3), дорівнює нулю. Аналогічні умови виникають при повільному зростанні температури в приміщенні, що захищається (рис. 3.4, а). При швидкому збільшенні температури в місці установки сповіщувача термопари з теплоприймачами прогріваються швидше та на їх виході виникає більша термо-ЕДС, з якої і складається вихідна напруга сповіщувача (рис. 3.4, б).

У графічному вигляді це можна інтерпретувати таким чином:

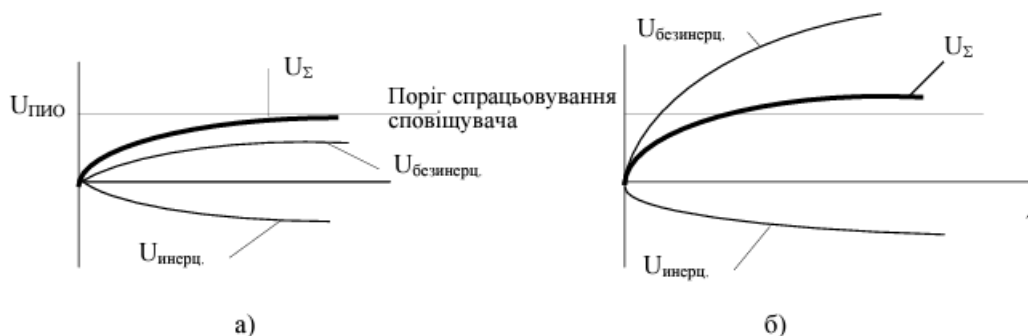


Рис. 3.4 – Реакція чутливого елемента ДПС-038 на повільне (а) та швидке (б) підвищення температури середовища

У сповіщувачі відсутній пристрій, що виконує функції релейного елемента. Для цього використовується високочутливе поляризоване реле з підгончними катушками опорів, які знаходяться в проміжному виконавчому органі ПІО-017. До одного ПІО-017 можуть підключатися до 10 сповіщувачів ДПС-038.

4. ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ ПОЛУМ'Я

Відомо, що нагріті тіла випромінюють світлові хвилі не тільки у діапазоні, який ми бачимо, але ще й в ультрафіолетовому та інфрачервоному діапазоні. Довжина хвилі випромінювання, що виникає при пожежі, включає в себе весь спектр від короткохвильового ультрафіолетового до довгохвильового інфрачервоного, включаючи видимий діапазон.

Найбільш поширені типи пожежних сповіщувачів полум'я технічно реалізовані таким чином, що вони реагують на ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання від полум'я, що виникає при пожежі. ПС полум'я спрацьовують при виявленні вихідного від пожежі випромінювання. Сповіщувачі полум'я, що застосовуються на об'єктах України, чутливі до інфрачервоного (ІЧ) або ультрафіолетового (УФ) випромінювання, яке виникає при пожежі. Сповіщувачі, які спрацьовують при виникненні випромінювання у видимому спектрі (0,35–0,8 мкм), застосовуються дуже рідко.

Пожежний сповіщувач полум'я – автоматичний пожежний сповіщувач, який

реагує на електромагнітне випромінювання полум'я (СИ-1, ДПІД, ИП-329-2 "Аметист", ИП-П, ИОП409-1 "Фотон-1", НФ-24Е та інш.).

Фізичні принципи, які використовуються у сповіщувачах полум'я дозволяють значно швидше, ніж за допомогою сповіщувачів інших типів, виявляти пожежі, які відразу при виникненні утворюють відкрите полум'я, наприклад, при горінні рідин або газів. Відстань до пожежі не впливає істотно на час виявлення пожежі у приміщенні.

Однак сповіщувачі полум'я не підходять для виявлення тліючих пожеж. Це обумовлено тим, що при сильному димоутворенні світлове випромінювання осередку пожежі дуже сильно розсіюється та вбирається частками диму.

Сповіщувачі полум'я застосовуються для охорони стаціонарних об'єктів, наприклад, дозуючих і розливних машин, об'єктів типу ангарів для літаків, бурових веж і т.інш., або в комбінації з іншими типами сповіщувачів.

Пожежні сповіщувачі, які реагують на інфрачервоне випромінювання полум'я, працюють в діапазоні хвиль $4,15 \div 4,55$ мкм. Ультрафіолетові сповіщувачі використовують діапазон між 0,185 і 0,245 мікрон (рис. 4.1). Цей діапазон спектральної чутливості пожежних сповіщувачів полум'я розташований за межами звичайного сонячного світла. Тому ультрафіолетові сповіщувачі нечутливі до денного світла. З метою підвищення перешкодозахищеності, додатково інфрачервоні сповіщувачі аналізують частоту мерехтіння вогню.

У якості чутливого елемента у сповіщувачах полум'я використовуються лічильники фотонів, газорозрядні індикатори, напівпровідникові фоторезистори, чутливі до випромінювання полум'я у згаданих вище спектральних діапазонах:

- лічильник фотонів СИ-4Ф зі світлозахисністю до 10000 лк;
- фоторезистор ФСД-Г2;
- перетворювач випромінювання ФМ-611, який представляє собою комбінацію кремнієвого фотодіода на основі PbSe і інфрачервоного світлодіода, що дозволяє працювати у діапазоні спектральної чутливості у межах від 2 до 4 мкм;
- індикатор фотонів ИФ-1;
- фототранзистор ФТГ-4 з довгохвильовою межею $\lambda = 1,8$ мкм.

Основними перевагами сповіщувачів полум'я є швидкодія, незалежність часу спрацьовування від спрямованості повітряних потоків у приміщенні, що захищається, перепадів температури, висоти стелі та перекриття, об'єму та конфігурації приміщення. Але разом з цим для них існує проблема забезпечення потрібної перешкодозахищеності від прямого та відбитого випромінювання різних джерел освітлення, випромінювання нагрітих частин обладнання, грозових розрядів, технологічного та ремонтного устаткування.

4.1. Інфрачервоні сповіщувачі полум'я

Принцип функціонування: ІЧ-сповіщувач полум'я реагує на інфрачервону частину світлового спектра, яка найбільш характерна для відкритого полум'я. Це випромінювання після фільтрації за допомогою оптоелектричного перетворювача перетворюється на електричні сигнали.

У зв'язку з тим, що в даному діапазоні частот є також інші джерела випромінювання (сонце, обігрівальні прилади), сповіщувач виконує аналіз частоти мерехтіння вогню, як другого критерія наявності пожежі. Активний частотний фільтр виконує фільтрацію характерної частоти мерехтіння, а лічильник визначає частоту імпульсів за одиницю часу. При збігу обох умов (типової довжини хвилі і частоти мерехтіння) сповіщувач видає сигнал пожежі.

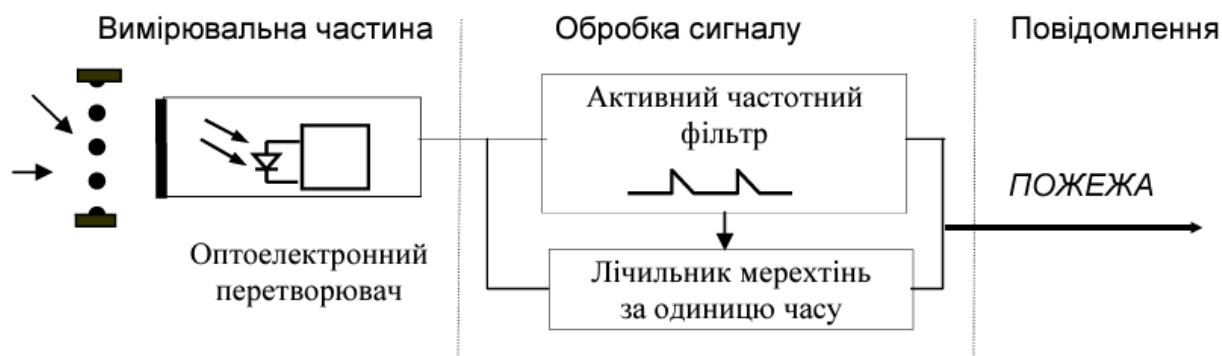


Рис. 4.2 - Структурна схема сповіщувача полум'я ІЧ типу

Наявність модуляції випромінювання полум'я є його важливою характеристикою, яка викликана фізико-хімічними особливостями процесів горіння. Максимальна частота мерехтіння полум'я знаходиться в залежності від площі поверхні матеріалу або речовини, що горить. Із зростанням цієї площі частота пульсацій, як правило, збільшується. Практично частота мерехтіння полум'я знаходиться в діапазоні 25-115 Гц. Амплітуда пульсацій залежить від умов горіння і виду речовини, що горить. Глибина модуляції складає біля 30-40 %.

Галузь застосування: ІЧ-сповіщувачі можуть виявляти відкрите полум'я пожежі, як з димоутворюванням, так і без нього. Вони встановлюються в тих місцях, де зберігаються або переробляються матеріали, що легко запалюються.

Помилкові ознаки: у зоні виявлення ІЧ-сповіщувача забороняється розташовувати пристрої розжарювання.

4.2. Ультрафіолетові сповіщувачі полум'я

УФ-сповіщувачі полум'я реагують на ультрафіолетову частину електромагнітного випромінювання полум'я. Однак, саме ця частина спектра світла, яка попадає на землю, відфільтровується земною атмосферою. Завдяки цьому сповіщувачі не реагують на звичайне денне світло.



Рис. 4.3 - Структурна схема сповіщувача полум'я УФ типу

Звичайним прикладом чутливого елемента є фотоелектрична газорозрядна трубка з холодним катодом (на зразок лічильника Гейгера-Мюллера), що реагує на УФ-випромінювання в межах вузької зони спектра (1,85–2,35 мкм).

УФ-сповіщувач здатний самостійно здійснювати контроль за високою напругою на датчику. Кількість розрядних імпульсів відповідає силі УФ-випромінювання.

УФ-сповіщувачі реагують на горіння рідин (наприклад, спирту), газу (наприклад, водню) і металів, які горять без димоутворення. Вони встановлюються в місцях зберігання або переробки речовин, які легко займаються.

Помилкові ознаки: робота газо- і електрозварювання; ртутні або газорозрядні лампи; фотоспалах; рентгенівське- і гамма-випромінювання можуть навіть на великій відстані спричинити помилкове спрацювання сповіщувача.

Перешкоди: густий дим, пил або водяна пара на території, що контролюється сповіщувачем можуть перешкоджати проходженню УФ-випромінювання. Забруднення поверхні сповіщувача (сажа, бруд, жир і т.інш.) перешкоджає попаданню УФ-випромінювання на сповіщувач, зменшує його чутливість.

5. ДИМОВІ ОПТИЧНО-ЕЛЕКТРОННІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ

5.1. Принципи побудови оптично-електронних сповіщувачів і оцінка міри задимлення

У початковій стадії розвитку пожежі має місце процес повільного горіння з виділенням великої кількості диму. При розвитку пожежі у закритих приміщеннях з нестачею кисню процес горіння деяких речовин може тривати декілька годин, заповнюючи приміщення димом задовго до помітного підвищення температури та виникнення полум'я.

Дим - це сукупність твердих часток, зважених в повітрі або іншому газоподібному середовищу. На початковій стадії пожежі частки малі (до $0,1 \div 1,0$ мкм). Рухаючись, вони стикаються одна з одною та злипаються. При цьому середній розмір їх збільшується. Видимий дим - це частки розміром від $0,4$ мкм і більше. Подальше зростання часток при слабких теплових потоках від малих вогнищ пожежі звичайно припиняється.

Димові пожежні сповіщувачі, що застосовуються для виявлення диму, використовують два методи: оптично-електронний і радіоізотопний.

Перевагою радіоізотопних димових пожежних сповіщувачів є здатність реагувати на частки диму розмірами від $0,1$ до $1,0$ мкм – проти $0,5 \div 10$ мкм для оптично-електронних димових пожежних сповіщувачів. Це значно збільшує межі можливого використання радіоізотопних сповіщувачів – від виявлення тліючих пожеж піролізу до пожеж з відкритим полум'ям.

Оптично-електронний метод є основою роботи переважної більшості існуючих моделей димових ПС. Метод полягає в аналізі стану середовища в місці встановлення ПС шляхом зондування локального об'єму робочої камери ПС за допомогою оптичного променя. В алгоритм роботи ПС закладається один з двох критеріїв "прийняття рішення" про пожежу в приміщенні, що захищається:

- світловий потік, що пройшов через контрольну ділянку менше допустимої величини;

- світловий потік на контрольній ділянці перевищує допустиму величину.

При побудові сповіщувачів, що реалізують перший алгоритм, вимірюванню підлягає світловий потік, що пройшов через ділянку, яка контролюється, а при реалізації другого алгоритму - величина розсіяного потоку.

Якщо джерело і приймач зондувального променя розташовані на малій відстані один від одного, то ПС контролює стан середовища в точці і називається точковим.

Розсіяння, відбиття і поглинання світла аерозолями (до яких відноситься і дим) залежить від розміру, форми і природи часток аерозоллю, а також від довжини хвилі падаючого світла. Якщо світловий промінь, який проходить через аерозоль спостерігати під деяким кутом на темному фоні, то наявність часток легко виявити по розсіяному світлу. При цьому відомо, що світловий потік, розсіяний дрібними частками має переважно блакитне забарвлення, а той, що пройшов через це середовище - переважно червоне. З розсіянням світла малими частками пов'язаний і інший ефект - поляризація світла.

Розсіяння світла відбувається при взаємодії електромагнітних хвиль з електронами розсіюючої речовини. Падаючі хвилі викликають періодичні коливання в системі електронів, що випускають повторні хвилі, які і складають неухвалене випромінювання. До нього також входять дифрагована, заломлена і відображена складові, що мають велике значення при розсіянні світла макроскопічними частками.

Існує два шляхи розгляду явищ що, відбуваються при зондуванні простору оптичним променем: представлення електронів в розсіюючій речовині як елемента, що є джерелом світлового потоку, і застосування теорії електромагнітного поля. Перший шлях описується теорією Релея і справедливий для частини інфрачервоної ділянки спектра (коли $\alpha \ll 1$). Другий шлях є більш загальним і описується теорією Мі, яка була розроблена у 1908 році.

З теорії Мі витікає, що кутовий розподіл інтенсивності розсіяного світла (індикатриса розсіювання) описується надзвичайно складною функцією, і зі збільшенням розміру часток ця складність зростає. Розподіл залежить також від довжини хвилі, але при $r/\lambda = \text{const}$ (r – радіус частки) індикатриса розсіяння також постійна.

Оптично-електронні сповіщувачі контролюють стан середовища шляхом просвічування його джерелом світла й оцінки світлового потоку, що пройшов через нього або відбився від часток диму. З метою забезпечення захисту сповіщувачів від перешкод, які викликають помилкові спрацьовування, для просвічування середовища використовують інфрачервоні модульовані коливання.

Цей же принцип використовують і лінійні димові ПС, але джерело і приймач світла знаходяться в різних блоках, встановлених один навпроти одного на відстані до 100-200 м (типу ИДПЛ, СПИН, КВАНТ, ДОП, ФЭУП та інш.).

Оптично-електронний сповіщувач, заснований на виявленні зміни інтенсивності відбитого (розсіяного) світлового потоку частками диму, має структурну схему, що наведено на рис. 5.1.

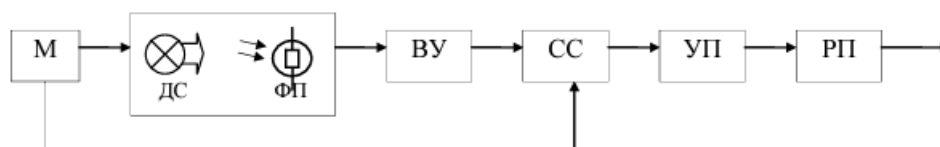


Рис. 5.1 - Структурна схема оптично-електронного сповіщувача:

М - модулятор; ДС - джерело зондуючого світлового променя;
 ФП - фотоприймач; ВУ - виборчий підсилювач; СЗ - схема збігу;
 УП - підсилювач потужності; РП - релейний пристрій

При аналізі параметрів димових ПС для їх оцінки використовується така характеристика диму, як щільність, оскільки вона характеризує концентрацію диму.

Результати вимірювання щільності диму виражають в одиницях ослаблення світла або оптичної щільності.

ОСЛАБЛЕННЯ СВІТЛА являє собою ступінь ослаблення світлового променя при його проходженні через задимлену атмосферу. Якщо інтенсивність паралельно

ОПТИЧНА ЩІЛЬНІСТЬ. Ослаблення світла при проходженні через дим підкоряється логарифмічному закону. Якщо при проходженні через перший шар диму товщиною 1 м інтенсивність паралельних променів знижується на 50 %, то при проходженні через другий шар такої ж товщини зниження інтенсивності буде становити 50 % від зниження інтенсивності в першому шарі, тобто 25 %, а при проходженні через третій шар - 50 % від інтенсивності у другому шарі. Ця залежність відома з робіт Ламберта до оптики як "закон поглинання". Він може бути виражений математично і застосований для визначення оптичної щільності диму як десятковий логарифм відношення інтенсивності променів світла в повітрі до їх інтенсивності після проходження шару диму товщиною x :

$$OD_x = \lg\left(\frac{I_0}{I_x}\right) \quad (5.4)$$

Обидві оцінки пов'язані між собою співвідношенням:

$$OD_x = 2 - \lg(100 - S_x). \quad (5.5)$$

Оптично-електронні сповіщувачі відрізняються підвищеною вологостійкістю, вібраційною стійкістю, стійкістю до значних електромагнітних перешкод, що знижує імовірність помилкових спрацьовувань, володіють високою чутливістю і малою інерційністю, тому їх використовують на об'єктах з великою вартістю обладнання і матеріалів. Разом з тим для них нормується максимальна швидкість потоків повітря у місцях їх встановлення.

5.2. Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю розсіяного світла

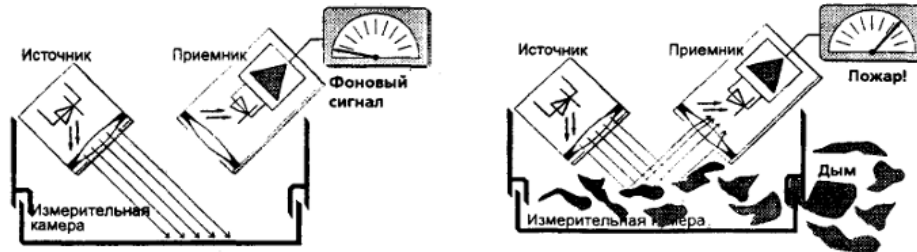
Оптичний сповіщувач містить темну вимірювальну камеру, яка сполучається із зовнішнім середовищем (рис. 5.2). У ній встановлене інфрачервоне джерело світла (інфрачервоний світлодіод) і відокремлений від нього екраном фотодіод.

Світло від інфрачервоного світлодіода прямує у вимірювальну камеру. У звичайному стані промінь світла практично повністю поглинається стінками камери і майже не вловлюється приймальною оптикою. На пристрій обробки подається лише невеликий фоновий сигнал.



При попаданні часток диму у вимірювальну камеру ними розсіюється промінь світла (ефект Тіндаля), яке вловлюється приймальною оптикою.

Сигнал, що поступає від фотоелемента, підсилюється і аналізується. Якщо концентрація диму перевищує порогову величину, то сповіщувач формує сигнал "Пожежа".



Застосування: оптичний димовий сповіщувач, який діє за принципом контролю розсіяного світла, застосовується в системах раннього виявлення пожеж Він реагує на наявність пожежі ще на ранній стадії її виникнення (тліючі пожежі). Не виявляє горіння газу або спирту.

Помилкові ознаки: причиною помилкового спрацювання даного оптичного сповіщувача можуть послужити частки пилу або водяної пари.

Прикладом технічного рішення відчизняного виробника є димовий пожежний сповіщувач СПД-1 (КП "СИГМА" м. Чернівці). Сповіщувач стійкий до впливу електромагнітного поля та може забезпечувати включення зовнішнього пристрою оптичної сигналізації.

Сповіщувач, однак, добре працює і у двопровідному шлейфі, і у чотирьохпроводному шлейфі сигналізації (рис. 5.4).

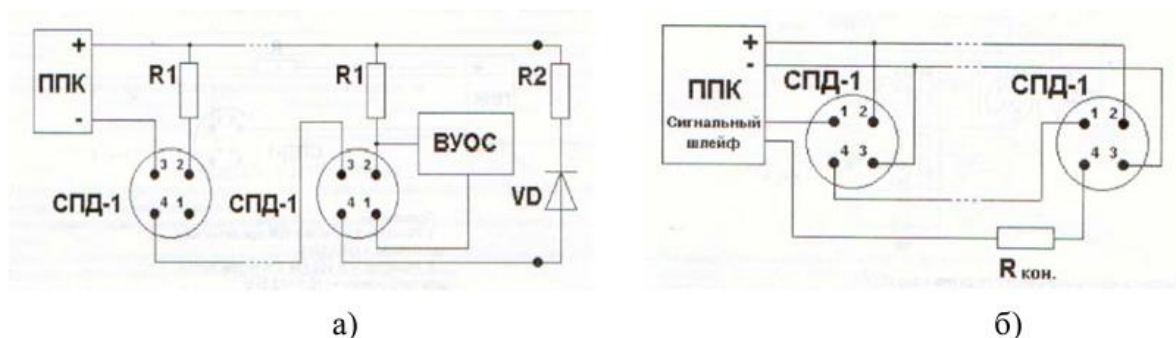


Рис. 5.4 – Схеми підключення СПД-1:

а) при двохпроводному шлейфі; б) при чотирьох проводному шлейфі

Різні модифікації сповіщувача дозволяють формувати вихідний сигнал безконтактним або контактним способом, що значно розширює перелік приймально-контрольних приладів, з якими спроможний працювати СПД-1. Характеристики сповіщувача відповідають європейським стандартам. Чутливість – 0,05-0,2 дБ/м, інерційність не перевищує 5 сек, а діапазон живильних напруг у різних модифікаціях сповіщувача - від 10,5 до 27 В.

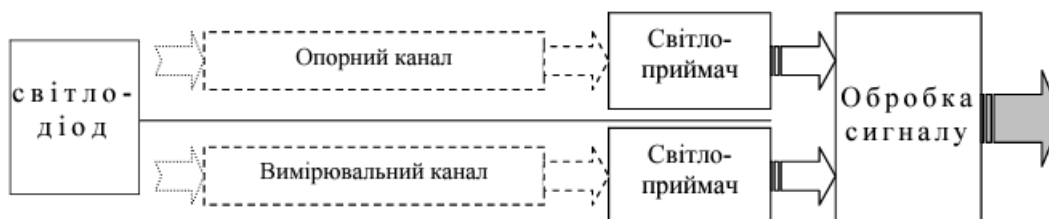
5.3. Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю світла, що проходить

Принцип функціонування: промінь світла від світлодіода розділяється на два промені, один з яких прямує в герметично закритий опорний канал, а другий - у вимірювальний канал, в якому здійснюється постійний контроль поступаючого зовні повітря на наявність часток диму. Обидва промені світла вимірюються за допомогою світлоприймачів, посилюються і зазнають цифрової обробки. Значення, отримані від опорного вимірювального каналу, служать для компенсації впливу коливань температури, процесів старіння, забруднення і самоконтролю функціонування сповіщувача. При цьому визначаються наступні параметри:

- середнє значення сигналу, що вимірюється;
- швидкість наростання сигналу;
- швидкість зміни сигналу;
- корекція дрейфу.

Отримані параметри оцінюються за допомогою вирішувальної системи з використанням принципів розмитої логіки.

Промінь світла від інфрачервоного світлодіода прямує в обидва канали. У звичайному стані обидва промені світла повністю попадають на приймальну оптику:



Частки диму при попаданні у вимірювальний канал перешкоджають проходженню променя світла, в той час як в опорному каналі сила світла залишається незмінною. Схеми світлоприймачів вимірюють кількість попадаючого на них світла. Система обробки оцінює отриману різницю, і якщо концентрація диму перевищує порогову величину, то сповіщувач формує сигнал пожежі.

Сповіщувач з принципом контролю світла, що проходить, однаково швидко реагує на всі типи часток диму (дрібні, великі, світлі або темні). Завдяки цьому має високу стійкість до різного роду перешкод, що разом з використанням принципів розмитої логіки дозволяє звести до мінімуму кількість помилкових спрацьовувань.

Помилкові ознаки: причиною помилкового спрацьовування оптичного сповіщувача можуть послужити частки пилу або водяної пари.

6. ДИМОВІ РАДІОІЗОТОПНІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ

6.1. Принципи побудови і робота радіоізотопних димових ПС

Робота димових радіоізотопних пожежних сповіщувачів (ДРПС), таких як, наприклад, КИ-1, РИД-1, ИП-211 "РИД-6М", ДІО-31 "POLON", SM 141/84 "Dicon 300", SS-750 та інш., заснована на зміні електричних параметрів радіоізотопної камери, за допомогою якої і виявляється дим.

Найбільше поширення на сьогоднішній день отримали двокамерні радіоізотопні сповіщувачі, які складаються з відкритої і закритої камер та електронної схеми, яка контролює вихідні параметри камер (рис. 6.1).

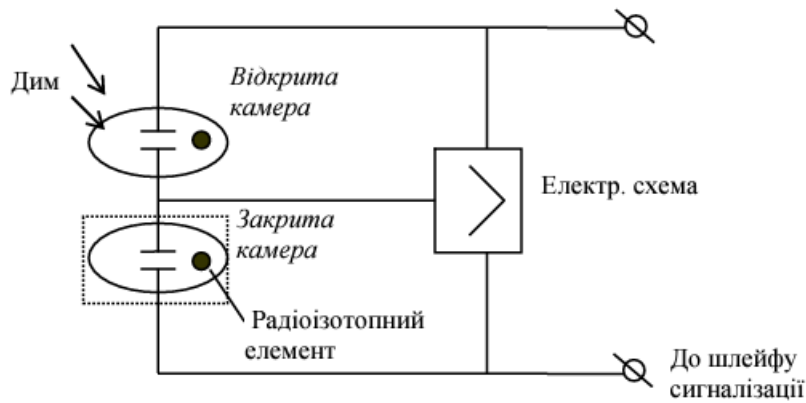


Рис. 6.1 – Пристрій типового димового радіоізотопного сповіщувача

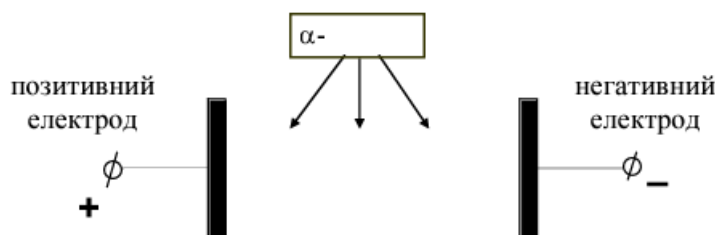
Відкрита радіоізотопна камера є чутливим елементом сповіщувача і визначає його основні характеристики.

У якості джерела випромінювання в ДРПС використовуються радіоактивні елементи типу Плутоній-239 (Pu-239), Америцій-241 (Am-241) та Радон-226 (Ra-226), які є джерелом альфа-частинок. Перевагою джерел α -випромінювання є мала довжина вільного пробігу α -частки у повітрі (не перевищує двох десятків сантиметрів), а звичайний папір є для них суттєвою перешкодою.

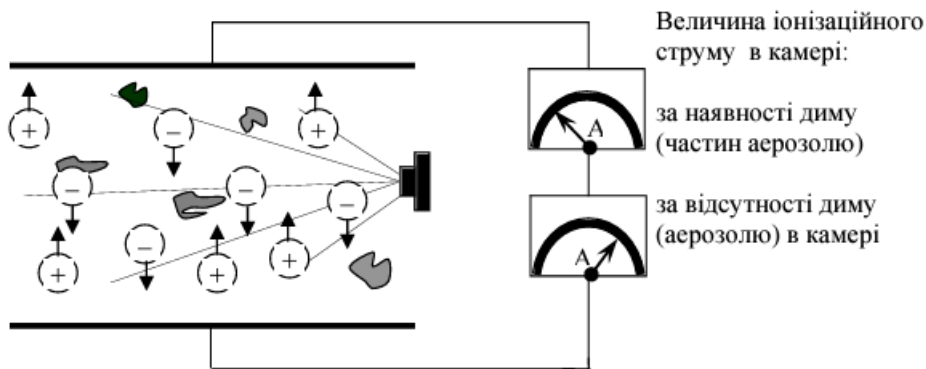
У основі роботи радіоізотопних сповіщувачів лежить явище іонізації. Альфа-частки, які випромінюються, розщеплюють молекули газу (повітря), що знаходяться в камері, на електрони і позитивно заряджені іони.

У найпростішому вигляді чутливий елемент ДРПС складається з трьох основних елементів:

У найпростішому вигляді чутливий елемент ДРПС складається з трьох основних елементів:



Частки диму, попадаючи у вимірювальну камеру, зменшують ступінь іонізації газу в камері за рахунок поглинання α -випромінювання та збільшення рівня рекомбінації іонів та електронів у нейтральну систему. Частки диму мають велику масу, рух іонів сповільнюється, що зменшує струм, який протікає. Саме ця величина і вимірюється. При падінні струму нижче встановленого порогового значення видається сигнал тривоги.



До електродів, які створюють радіоізотопну камеру, прикладається напруга U . Наявність заряджених часток між електродами іонізаційної камери обумовлює деяку провідність цієї камери, і між електродами тече електричний струм. Це так званий "іонізаційний струм". Позитивно заряджені іони переміщуються до негативного електрода, а негативні електрони рухаються до позитивного електрода.

При попаданні в камеру диму відбувається зниження ступеня іонізації газу (повітря). Поява продуктів горіння погіршує умови іонізації, в зв'язку з цим внутрішній опір камери збільшується. Значення іонізаційного струму при цьому визначається законом Ома у вигляді:

$$I_0 = \frac{2 \cdot e \cdot S_n \cdot k}{h} \cdot \sqrt{\frac{N_0 \cdot U}{\alpha}}, \quad (6.1)$$

де U - напруга між електродами камери;
 e - заряд іонів;
 S_n - площа поверхні пластин камери;
 k - коефіцієнт рухливості іонів;
 h - відстань між пластинами-електродами;
 N_0 - кількість пар іонів в одиницю часу;
 α - коефіцієнт рекомбінації іонів.

Для заданої конструкції іонізаційної камери і постійної напруги на електродах іонізаційний струм залежить від показників k , α , N .

Поява продуктів горіння в міжелектродному просторі спричиняє гальмування іонів, що визначається як:

$$S = L / L_0, \quad (6.2)$$

де L_0 - довжина пробігу α -частинок в повітрі при нормальному тиску і температурі;

L - довжина пробігу α -частинок в газі, що аналізується.

За формулами (6.1) і (6.2) визначено, що при $h \ll L$ струм насичення прямо пропорційний відносній здатності до гальмування.

Аерозолі, які попадають в іонізаційну камеру, збільшують швидкість рекомбінації іонів і в сукупності з гальмуванням, виникаючим при з'єднанні іонів з більш важкими частками аерозолів, зменшують іонізаційний струм. На рис. 6.2 крива 1 відповідає черговому режиму, а крива 2 - режиму при появі аерозолів.

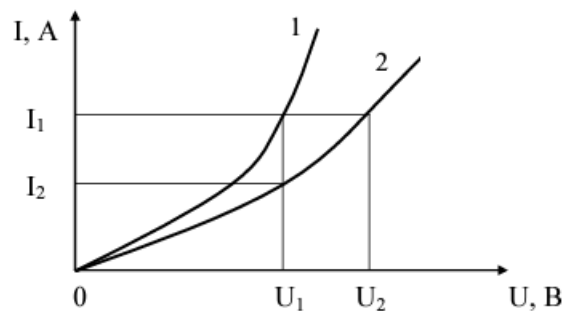


Рис. 6.2 – Способи виявлення пожежі за допомогою іонізаційної камери:
 1 – характеристика камери в черговому режимі сповіщувача;
 2 – характеристика камери при появі диму

Наявність продуктів горіння в повітрі може бути виявлена за зміною струму з I_1 до I_2 при постійній напрузі або за зміною напруги з U_1 до U_2 для підтримки постійного струму I_1 .

Фізична суть явищ, що відбуваються в радіоізотопній камері і описуються даною вольтамперною характеристикою, пояснюється процесами рекомбінації іонів (утворення нейтральних молекул з іонізованого газу при зіткненні його часток).

Вольтамперна характеристика (рис. 6.3) радіоізотопної камери, отримана при постійній інтенсивності випромінювання радіоактивного елемента, показує наявність трьох основних ділянок.

Вольтамперна характеристика (рис. 6.3) радіоізотопної камери, отримана при постійній інтенсивності випромінювання радіоактивного елемента, показує наявність трьох основних ділянок.

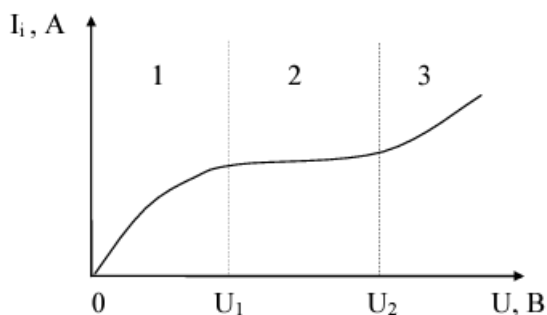
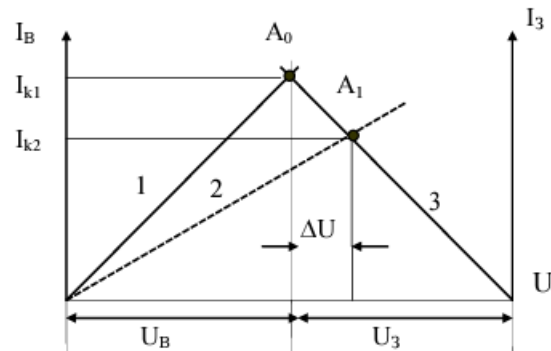


Рис. 6.3 - Вольтамперна характеристика радіоізотопної камери

При збільшенні напруги на електродах іонізаційної камери від 0 до U_1 відбувається збільшення іонізаційного струму I_i в ланцюзі (ділянка 1). На цій ділянці важливе значення для рекомбінації має швидкість руху іонів, що залежить від величини напруги. Зі збільшенням напруги меншає число іонів, що рекомбінують. При досить високій напрузі (ділянка 2) імовірність зіткнення іонів стає настільки малою, що практично можна вважати, що іони, які утворюються, досягають електродів, і подальше підвищення напруги не спричиняє збільшення струму. Настає насичення. При подальшому підвищенні напруги відбувається різке збільшення струму, що пояснюється дією не тільки зовнішньої іонізації (від радіоактивного джерела), але і повторним процесом іонізації під дією ударів швидких електронів та іонів о нейтральні молекули (ділянка 3).

При роботі сповіщувача до відкритої камери вільно поступають продукти горіння, а закрита камера призначена для компенсації впливу навколишнього середовища (температури і тиску). За відсутності диму зміна параметрів навколишнього середовища відбувається поступово, і компенсаційна камера змінює свої параметри аналогічно вимірювальній камері. При попаданні до вимірювальної камери диму на керуючому електроді відбувається зміна напруги внаслідок зміни іонізаційного струму. Електронна вимірювальна схема перетворює цю зміну напруги на сигнал тривоги.

У графічному вигляді роботу радіоізотопного ДПС можна проілюструвати наступним чином:



Сума падінь напруги на камерах дорівнює прикладеній напрузі $U_B + U_3 = U$. Через обидві камери у черговому режимі роботи сповіщувача тече однаковий струм I . Показані залежності характеризують два стани сповіщувача: у черговому режимі (крива 1 – вимірювальна камера, 3 – компенсаційна) і при спрацюванні під час пожежі (крива 2). Крива 3 відображає характеристику компенсаційної камери порівняння (закритої). Для неї напруга на координатах графіка нанесена справа наліво (I_3).

Оскільки характеристики обох камер симетричні, то вплив на них навколишнього середовища (тиску, температури) викликає однакові зміни їх параметрів, внаслідок чого положення точки перетину кривих 1 і 3 (A_0) залишається без зміни.

При попаданні продуктів горіння у вимірювальну камеру її характеристика змінюється (крива 2 пересувається правіше відносно первинної і виходить нова точка перетину). При цьому струм через камеру знижується до I_{k2} , падіння напруги на вимірювальній камері підвищується на ΔU , а падіння напруги на компенсаційно-порівняльній камері відповідно меншає на ΔU .

6.2. Загальні вимоги до радіоізотопних пожежних сповіщувачів

Перед установкою сповіщувачів необхідно перевірити їх дієздатність від джерела диму.

Монтаж сповіщувачів на об'єкті повинен виконуватися за заздалегідь розробленим проектом з урахуванням вимог, викладених в технічному описі та інструкції з експлуатації.

До зберігання, експлуатації і роботи з сповіщувачами пред'являються спеціальні вимоги.

При роботі з ДРПС необхідно дотримуватися заходів безпеки щодо роботи з

радіоізотопними приладами в частині їх зберігання, встановлення, експлуатації і профілактики. Забороняється проводити їх розкриття.

До роботи допускаються фахівці, які мають дозвіл на виконання таких робіт від органів санітарного нагляду. Всі операції з чутливим елементом повинні виконуватися в спеціально обладнаних приміщеннях.

Непридатні для подальшого використання радіоактивні джерела і сповіщувачі з чутливими елементами, які не підлягають відновленню і ремонту, є радіоактивними відходами, тому враховуються окремо від звичайних відходів і підлягають здачі на спеціальні пункти збору. Порядок передачі радіоактивних відходів на пункти збору повинен бути узгоджений з місцевими органами санітарного нагляду.

Основні вимоги до радіоізотопних сповіщувачів визначаються ГОСТ 22522-91 "Извещатели радиоизотопные пожарные. Общие технические условия". Норми безпеки та правила роботи з джерелами радіоактивного випромінювання визначаються НРБУ-97 "Нормы радиационной безопасности Украины" та "Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87".

8.5. Резервне джерело живлення установки пожежної сигналізації

Для електроапаратури систем пожежної автоматики можна використати наступні джерела електроенергії: хімічні гальванічні елементи, акумулятори; термоелектричні – термогенератори; фотоелектричні сонячні батареї.

Хімічні джерела струму характеризують наступні параметри: э.д.с.; внутрішній опір; ємність; енергія; к.п.д. електрохімічний і енергетичний; саморозряд; вага і об'єм; питома енергія по вазі і по об'єму; термін служби; працездатність при різних температурах і вологості.

Автономні джерела живлення повинні забезпечувати:

- заданий струм при встановлених межах вимірювання напруження;
- задане число годин роботи у вказаному режимі без зміни джерел живлення;
- мінімальна вага і об'єм;
- нормальну роботу пристрою при заданих змінах температури і вологості.

Якщо ємності одного акумулятора (елемента) недостатньо, то утворюють батарею з декількох паралельно з'єднаних акумуляторів (елементів). При цьому необхідно, щоб напруження окремих джерел струму були однакові (ємності можуть бути і різні), інакше піде урівнювальний струм, який значно зменшить ємність батареї. Великий урівнювальний струм може привести до псування джерел струму. Ємність батареї дорівнює сумі ємностей джерел струму, що входять в їх склад. При послідовному з'єднанні напруження батареї дорівнює сумі напружень окремих акумуляторів (елементів), а ємність її дорівнюється найменшій ємності джерела, що входить до складу батареї. Не треба утворювати групи з акумуляторів різних типів. Для забезпечення нормальної роботи, хімічних джерел струму необхідно суворо дотримуватися спеціальних інструкцій по їх експлуатації.