

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ВЕНТИЛЯЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ЖИТЛОВИХ ТА
ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ**

Методичні вказівки
до практичних занять, курсового проектування, виконання
атестаційних випускних робіт для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція»

Київ 2024

УДК 697.911

В84

Укладачі: Д.І. Вакуленко, асистент.

Рецензент В.О. Мілейковський, д-р. техн. наук, професор

Відповідальний за випуск К.М. Предун, д-р екон. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри теплогазопостачання та вентиляції, протокол № 12 від 22 лютого 2024 року.

В авторській редакції.

Вентиляційне обладнання житлових та громадських будівель / уклад.: В84 Вакуленко Д.І. – Київ: КНУБА, 2024. – 84 с.

Містять рекомендації до виконання практичних занять і курсового проектування з дисциплін «Вентиляція», «Кондиціонування повітря», «Зональні системи кондиціонування», та виконання атестаційних випускних робіт для всіх форм навчання. Наведені основні теоретичні положення, розрахункові залежності, довідкові матеріали та приклади розрахунку.

Призначено для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

© КНУБА, 2024

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Розділ 1. Вибір типу системи вентиляції будівель	5
1.1 Вентиляція житлових приміщень	6
1.1.1 Природна система вентиляції.....	7
1.1.2 Комбінована система вентиляції.....	12
1.1.3 Механічна припливно-витяжна система вентиляції з утилізацією теплоти витяжного повітря	13
1.2 Вентиляція громадських приміщень	20
1.2.1 Вимоги до улаштування систем вентиляції культурно- видовищних та розважальних заклад	26
1.2.2 Вимоги до улаштування систем вентиляції підприємств харчування (заклади ресторанного господарства).....	29
1.2.3 Вимоги до улаштування систем вентиляції спортивних та фізкультурно-оздоровчих споруд	30
1.2.4 Вимоги до улаштування систем вентиляції закладів освіти. 32	
1.2.5 Вимоги до улаштування систем вентиляції підприємств торгівлі.....	34
Розділ 2. Вентиляційне обладнання.....	35
2.1 Вентиляційні (повіротехнічні) установки.....	35
2.2 Вентилятори	35
2.3 Теплоутилізатори.....	38
2.4 Нагрівачі та охолоджувачі.....	45
2.5 Відведення дренажу	50
2.6 Фільтри	53
2.7 Клапани.....	64
2.8 Гнучкі вставки.....	66
2.9 Мережа повітропроводів.....	66
Список використаних та рекомендованих джерел	81
Додаток А. Приклад улаштування місцевої витяжної системи з УФ-фільтрами	83

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Вентиляція призначена для створення та підтримання нормованих параметрів повітря у приміщеннях будівель різного призначення. При виборі методів підтримання параметрів повітря у приміщенні треба насамперед враховувати виконання санітарно-гігієнічних та технологічних вимог. Крім цього, до вентиляційних систем, які вирішують завдання вентиляції, висувають будівельно-монтажні, архітектурні та експлуатаційні вимоги. **Вентиляційна система** – це сукупність пристроїв для обробки, транспортування, подачі та видалення повітря.

Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги включають:

- мінімальну потребу в обладнанні й устаткуванні (малі маса та габаритні розміри);
- ув'язка елементів систем вентиляції з інтер'єром приміщень;
- індустріальність і простота монтування;
- можливість поетапного і блокового будівництва (введення в експлуатацію вентиляційних систем на окремих поверхах і в приміщеннях, які обслуговуються одними системами);
- забезпечення вимог пожежної безпеки (наявність засобів для попередження розповсюдження диму та вогню вентиляційними повітропроводами і каналами по приміщенням будівлі, вентиляційним шахтам, тощо).

Основні експлуатаційні вимоги включають:

- зручність і простоту в обслуговуванні під час виконання робіт з ремонту і реконструкції систем;
- можливість забезпечення індивідуального регулювання температурно-вологісного режиму повітря в окремому приміщенні;
- максимальну експлуатацію вентиляційних систем в автоматичному режимі (мінімальні втручання обслуговуючого персоналу);
- централізацію розташування вентиляційного обладнання і устаткування, які потребують обслуговування;

- резервування роботи систем вентиляції шляхом керування роботою основного та резервного вентиляторів (при зупинці одного з них автоматично вмикається другий з продуктивністю не менше 50% загальної продуктивності системи по повітрю).

Вентиляційне обладнання – це повіротехнічне обладнання, встановлене в системах вентиляції та яке здійснює повітрообмін і оброблення повітря для підтримання в обслуговуваному приміщенні заданих (нормованих) параметрів повітряного середовища [1, с. 3].

Повіротехнічне обладнання – це технічні засоби, що забезпечують переміщення і необхідне оброблення припливного повітря або повітря, що видаляється. До повітряного обладнання зараховують вентиляційне обладнання для кондиціонування повітря, газоочисне і пиловловлювальне обладнання [1, с. 3].

РОЗДІЛ 1.

ВИБІР ТИПУ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ

Типи систем вентиляції вибирають з урахуванням різних чинників: призначення будівлі, її об'єму; характеру шкідливостей, які виділяються в навколишнє середовище; кліматичного району будівництва об'єкту, наявності вторинних теплових ресурсів; вимог до систем вентиляції. При цьому керуються відповідними будівельними нормами і правилами.

Основними принципами організації вентиляції є вибір типу повітрообміну, призначення системи, способу спонукання повітря, які враховують конструктивні особливості будівлі, яка проєктується.

В житлових та громадських будівлях можливе застосування:

- загальнообмінної вентиляції, яка повинна забезпечувати асиміляцію теплонадлишків та розбавлення шкідливостей до ГДК, а також видалення забрудненого повітря для підтримання нормованих параметрів повітря у приміщенні;
- місцевої припливної вентиляції для забезпечення нормованих параметрів повітря в обмеженому просторі приміщення, яке вентилується, або здійснення бар'єрної

функції для небажаних пересувань повітряних мас в останньому;

- місцевої витяжної вентиляції для видалення шкідливостей в місцях їх великої концентрації;
- природної вентиляції, яка забезпечується за рахунок різниці щільності зовнішнього та внутрішнього повітря (різниці температур), різниці тисків повітря, теплонадлишків в приміщеннях, дії вітру на огорожуючі конструкції будівлі;
- змішаної вентиляції (природна та механічна)

Складність прийнятого рішення вентиляції визначається з техніко-економічних міркувань. Забезпечення нормованих параметрів повітряного середовища повинно відбуватися за допомогою найбільш дешевих і простих концепцій. За цією ознакою способи створення і підтримки нормованих параметрів можна розташувати в такій послідовності: природна вентиляція; змішана (природна і механічна) вентиляція; механічна вентиляція (з рециркуляцією, з випарним охолодженням, з рекуперацією, тощо) тобто від простого і дешевого до складного і дорогого.

1.1 Вентиляція житлових приміщень

Вентиляція приміщень житлових будівель призначена для видалення надлишків теплоти, вологи, вуглекислого газу, які виділяються людьми, інших шкідливих виділень у результаті процесів приготування страв, тощо. За існуючими нормами [2, 3] в цих будівлях влаштовують витяжну вентиляцію з верхньої зони приміщень кухонь, санітарних вузлів, ванних і душових кімнат, а в деяких випадках - і житлових кімнат.

Приплив повітря в житлові приміщення забезпечується за рахунок перетікання повітря з однієї зони в іншу за рахунок різниці температур, тисків, відкривання дверей, вікон.

В якості повітропроводів в житлових приміщеннях в основному використовуються конструктивні елементи будівлі, такі як вентиляційні шахти з будівельних матеріалів розташовані у внутрішніх перегородках, які об'єднуються на горищі будівлі.

1.1.1 Природна система вентиляції

У більшості індивідуальних житлових будинків використовується найпростіша система вентиляції з природним спонуканням – так звана природна вентиляція. Такий тип вентиляції використовує природну тягу, в результаті якої відносно тепле повітря з приміщень будинку повітропроводами або каналами проходить до даху і виходить назовні через коникові або покрівельні пристрої для викиду повітря. Надходження повітря відбувається неорганізовано через квартирки і нещільності в зовнішніх огорожувальних конструкціях. Вентиляція передбачається з природним спонуканням, яка проєктується відповідно до вимог [3].

Вихідні канали природної вентиляції влаштовують у внутрішніх стінах (капітальних несучих) або можуть бути виконані приставними за відсутності внутрішніх капітальних стін. У середині зовнішніх стін канали влаштовувати заборонено через можливу конденсацію водяної пари, яка може з'явитися в каналі за рахунок перепадів температур ззовні та на внутрішній поверхні останнього, а під час замерзання та розмерзання вологи - до руйнування зовнішньої огорожуючої конструкції. Під час улаштування приставного каналу до зовнішньої стіни обов'язково між ним та стіною передбачається зазор не менше 5 см. Конструкції вентиляційних каналів зображено на рис. 1.1.

Мінімально допустимий розмір вентиляційних каналів у цегляних стінах $1/2 \times 1/2$ цеглини (140×140 мм). Відстань між суміжними каналами та між каналами і поверхнею стін повинна бути не менше $1/2$ цеглини (140 мм). Мінімальний розмір приставних повітропроводів із блоків або плит становить 100–150 мм. У приміщеннях із нормальною вологістю приставні канали виконують з гіпсошлякових або гіпсоволокнистих плит, а за підвищеної вологи – із шлакобетонних або бетонних плит товщиною 35–40 мм. У сучасних великопанельних будівлях вентиляційні канали виготовляють у вигляді спеціальних блоків або панелей із бетону, залізобетону тощо.

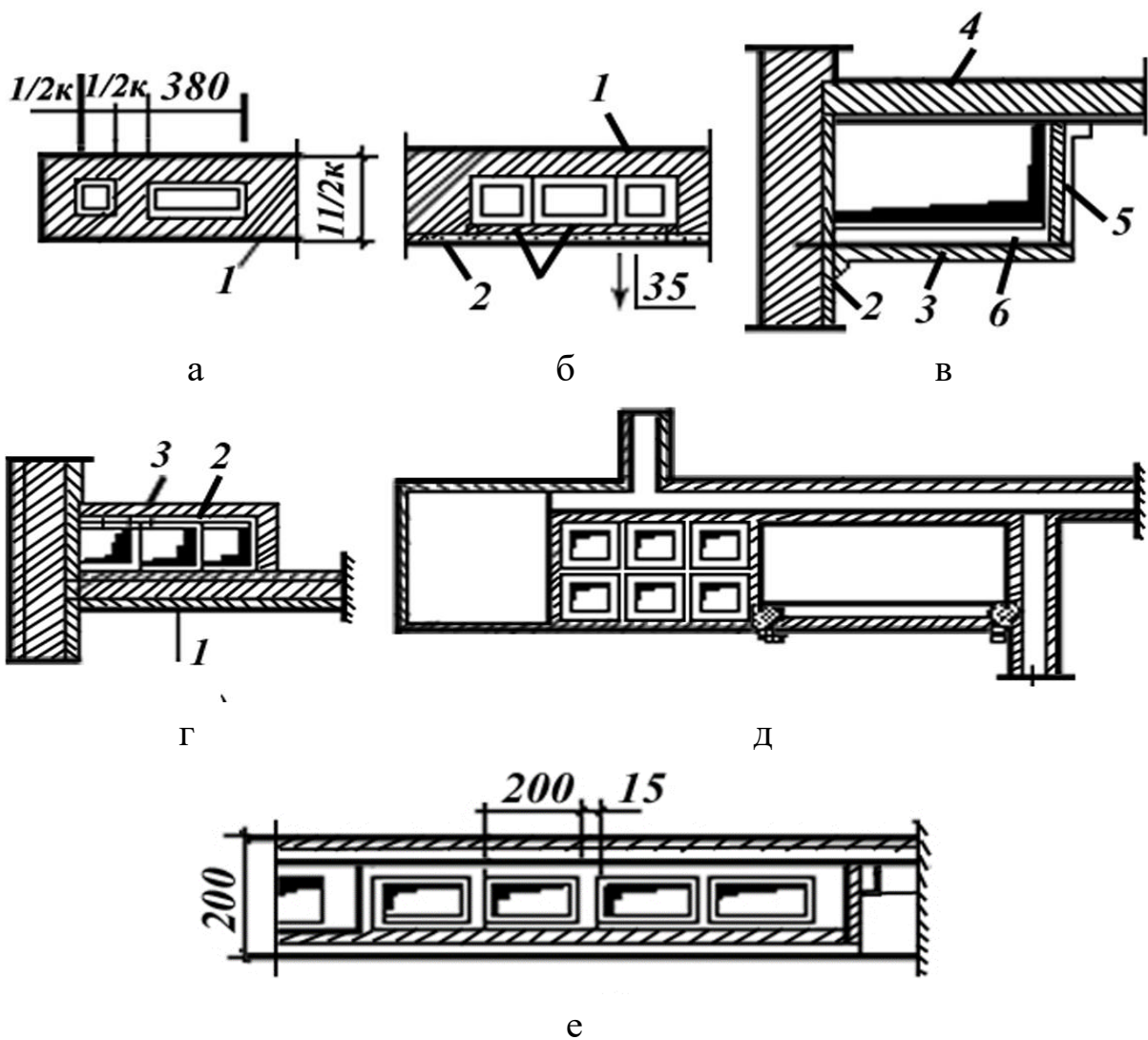


Рис. 1.1. Конструкції вентиляційних каналів і повітропроводів:
 а – у цегляних внутрішніх стінах; б – у борозні внутрішньої стіни під час закриванні плитами; в – підвісний повітропровід під стелею; г – приставні вертикальні канали; д – розташування каналів у внутрішніх стінах із вмонтованими шафами; е – канали з сухої штукатурки в перегородках;
 1 – цегляні стіни; 2 – штукатурка; 3 – гіпсошлякові плити; 4 – перекриття; 5 – сталева підвіска; 6 – кріплення розмірами 50×50×4 мм

Видалення повітря з приміщень кухонь і санвузлів багатоповерхових будівель відбувається з використанням збірних вертикальних або горизонтальних каналів – колекторів, до яких

приєднуються вихідні канали з окремих приміщень під стелею (рис. 1.2).

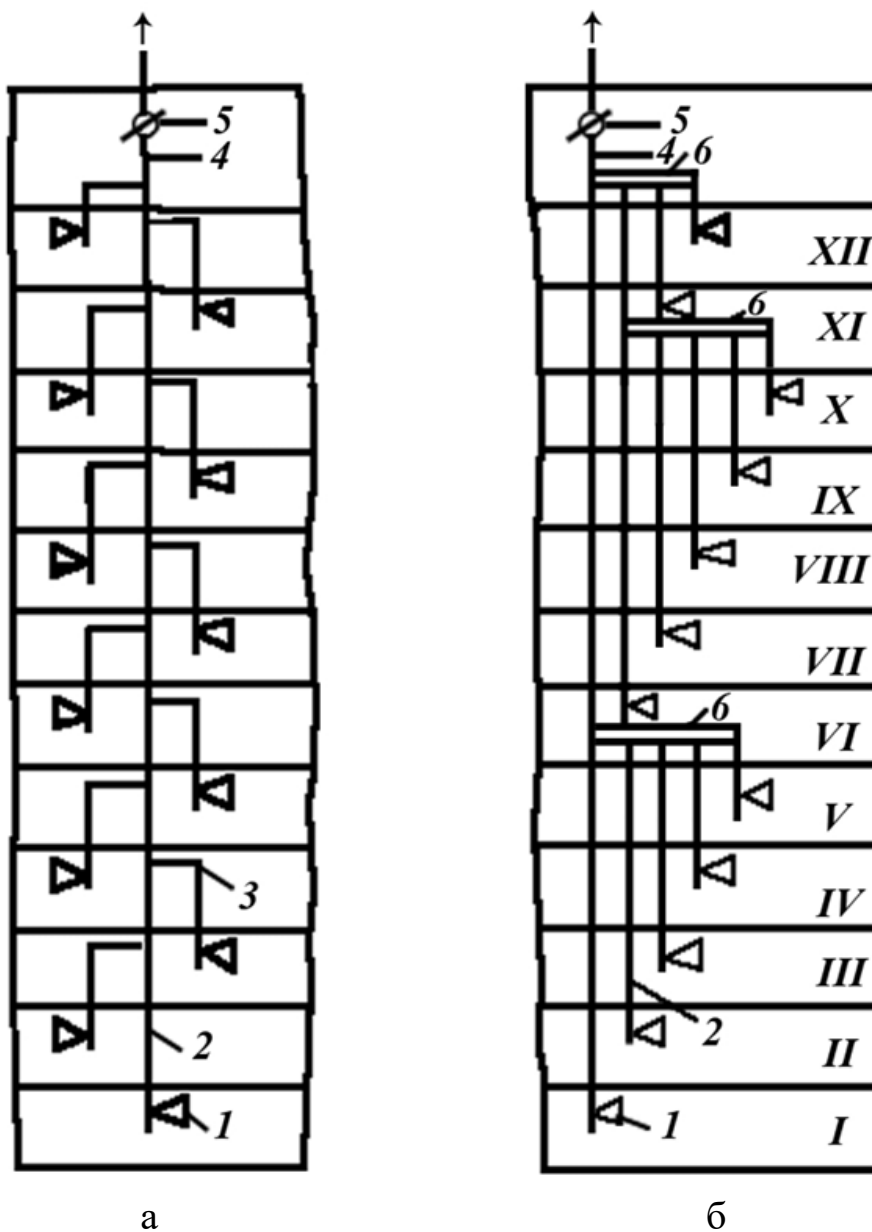


Рис. 1.2. Розташування каналів природної вентиляції багатоповерхових житлових і громадських будівель (схема):

а – система з вертикальним колектором; б – система з горизонтальним колектором;

1 – отвір для видалення повітря; 2 – вертикальний колектор; 3 – відгалуження від колектора; 4 – витяжна вентиляційна шахта; 5 – регулювальний клапан; 6 – горизонтальний колектор

Горизонтальні колектори виконують у вигляді підшивних каналів. Для будівель поверховістю до п'яти вентиляційні блоки

виготовляють з індивідуальними каналами для кожного поверху (рис. 1.2, б), а для будівель поверховістю більше п'яти вентиляційні блоки виготовляють із каналом супутником, що під'єднується до основної шахти (вертикального колектора) через один або більше поверхів (рис. 1.2, а). Використання каналів (рис. 1.2) дає можливість гарантування пожежної безпеки вентиляційних систем, звукоізоляцію та виконання санітарно-гігієнічних вимог.

Рух повітря здійснюється під дією сил (тяги), спричинених різницею температури повітря на виході та вході каналу (тепле повітря в приміщенні легше за холодне зовнішнє повітря). Природний гравітаційний тиск, що спонукає рух повітря розраховується за формулою:

$$\Delta p_g = (\rho_{ext} - \rho_{in}) \cdot g \cdot H, \text{ Па} \quad (1.1)$$

де ρ_{ext} – густина холодного зовнішнього повітря, кг/м^3 , що приймається за температури зовнішнього повітря $+5\text{ }^\circ\text{C}$ (за вищої температури виникає нестача повітрообміну); ρ_{in} – густина теплого повітря в приміщенні; $g = 9,80665\text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; H – висота між входом та виходом витяжного каналу, м.

Якщо навколо будинку ведеться будівництво більш високих об'єктів, будинок надбудовується або виростають високі дерева, то вітровий потік сильно збурюється, тоді аеродинамічні коефіцієнти можуть змінити знак. Відбувається задування системи вентиляції. Вона може припинити роботу або замість видалення почати подавати повітря. Оскільки витяжні решітки не призначені для подачі повітря, виникає висока ймовірність перевищення допустимої швидкості повітря в зоні обслуговування, появи протягів такої швидкості, що легкі предмети будуть скидатися зі столів.

Для стабілізації та посилення тяги встановлюють дефлектори, які перетворюють енергію вітру на додаткову тягу. У нашій країні в теплий період року (за потреби в більшому повітрообміні) швидкість вітру менша за її значення в холодний період року (за потреби у мінімальному повітрообміні). Тому виникає вихолодження приміщень.

Таким чином, дефлектори не можуть покращити роботу вентиляції опалюваних приміщень і застосовуються лише для провітрювання неопалюваних приміщень, наприклад, льохів та комор.

Коефіцієнт ефективності $\eta_{v,g}$ природної вентиляції, який характеризує відношення витрат енергії на переміщення повітря до наявного енергетичного потенціалу цього повітря, визначається за рис. 1.3.

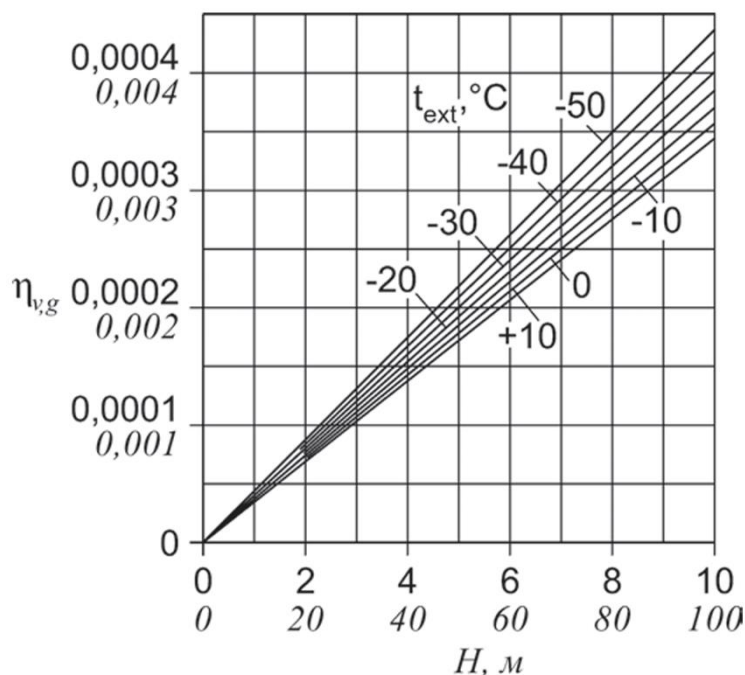


Рис. 1.3. Коефіцієнт ефективності природної вентиляції [4]

При висоті каналу до 100 м (до 33 поверхів), $\eta_{v,g} < 0,0044$ або 0,44 %. Для індивідуальних житлових будинків до трьох поверхів $\eta_{v,g} < 0,00044$ або 0,044 % - спостерігається практично нульова ефективність використання енергетичного потенціалу витяжного повітря.

Недоліки такого типу вентиляції:

- неконтрольований повітрообмін у приміщеннях – надлишковий у холодний період року, практично відсутній у теплий період року;
- можливість перекидання напрямку роботи системи вентиляції з утворенням неприпустимо високої швидкості повітря;

- відсутність фільтрації припливного повітря;
- можливий дискомфорт від холодного припливного повітря;
- обмежений радіус дії у плані та обмежена кількість відводів (поворотів), оскільки наявний тиск є незначним;
- завищені експлуатаційні витрати: збільшене навантаження на систему опалення у зв'язку з необхідністю підігрівання холодного припливного повітря.

1.1.2 Комбінована система вентиляції

Значно кращим варіантом вентиляції будинку є механічна витяжна вентиляція з побутовими каналними вентиляторами (рис. 8). Конструкція такої системи вентиляції аналогічна до системи вентиляції з природним спонуканням, але при цьому можливі горизонтальні ділянки різної протяжності з будь-якою кількістю відводів (поворотів). Рух повітря каналами здійснюється під дією вентилятора. Вентилятори обираються за таким принципом:

- санвузли – витяжні вентилятори, заблоковані з освітленням, зі зворотним клапаном та автоматикою на основі таймера затримки вимкнення;
- ванни та душові – витяжні вентилятори зі зворотним клапаном та автоматикою на основі датчика вологості;
- кухні – витяжні вентилятори зі зворотним клапаном та автоматикою на основі датчика вологості з можливістю примусового запуску.

Приплив повітря забезпечується за рахунок встановлення припливних клапанів у вікна або стіни будівлі.

Недоліки такого типу вентиляції:

- відсутність фільтрації припливного повітря;
- можливий дискомфорт від холодного припливного повітря;
- завищені експлуатаційні витрати: збільшене навантаження на систему опалення у зв'язку з необхідністю підігрівання холодного припливного повітря.

1.1.3 Механічна припливно-витяжна система вентиляції з утилізацією теплоти витяжного повітря

Механічна припливно-витяжна система вентиляції може бути децентралізованою, у вигляді стінових провітрювачів, або централізованою.

Децентралізовані системи вентиляції дозволяють підтримувати оптимальні умови мікроклімату без суттєвого втручання в інтер'єр приміщення. Такі установки мають ряд переваг [5]:

- дозволяють зменшити енергетичне навантаження систем охолодження та опалення без суттєвих фінансових затрат (помітно дешевші у порівнянні з центральними установками – на обох стадіях: улаштування й експлуатації);
- відсутнє втручання в інтер'єр приміщені (не потребують розгалуженої системи повітропроводів)
- індивідуальне регулювання за присутністю людини у приміщенні.

Децентралізовані системи вентиляції представлені різними типами вентиляційного обладнання на ринку України. Їх можна класифікувати за типом теплоутилізаторів – рекуператор та регенератор.

Рекуперативні установки стінового монтажу преставлені установками Prana та Breezy, Vents.

За даними виробника [6], обладнання Prana встановлюється в товщу стіни на висоті не менше 110 мм від стелі. Висока ефективність теплоутилізації (96%) забезпечується у них використанням мідного теплообмінника, який увесь час омивається з одного боку теплообмінних поверхонь припливним повітрям, а з іншого – витяжним потоком повітря (рис. 1.4). Недоліком системи є можливість замерзання. Тому в ній передбачено режим розморожування та недопущення замерзання, який слід вмикати вручну при зниженні температури нижче температури замерзання води, або якщо проблеми вже виникли. Також система має пасивний режим з природним рухом

повітря, який може використовуватися при різниці температури зовнішнього і внутрішнього повітря до 5 К.



Рис. 1.4. Принцип роботи установки Prana [6]

Рекуперативна установка Breezy (рис. 1.5) складається з телескопічного каналу встановленої паспортними даними довжини, що може бути, за потребою, вкорочена до фактичної товщини зовнішньої стіни. У середині каналу містяться фільтри, високоефективні вентилятори з ЕС двигунами, розділювачі потоків припливного та витяжного повітря, мідний високоефективний рекуператор (до 88 %) та електричні нагрівачі. Всередині приміщення установка закінчується багатофункціональною панеллю з керованими жалюзі для формування високоефективних припливних та витяжних струмин. Зовні отвір закритий ковпаком із сіткою для вловлення крупного пилу (>10 мкм).

Під час роботи установки Breezy (рис. 1.6) відбувається одночасне подавання відфільтрованого повітря з вулиці та видалення відпрацьованого з приміщення. Завдяки стіновому монтажу установки не потрібно передбачати додаткові отвори для забору або видалення повітря. При цьому зберігається баланс повітряних мас у приміщенні. Витяжне повітря передає своє тепло припливному повітрю взимку та прохолоду влітку без змішування потоків.



Рис. 1.5. Конструкція установки Breezy

У такий спосіб пристрій дозволяє підтримувати оптимальний рівень температури у приміщенні, зменшуючи витрати на опалення або кондиціонування повітря.



Рис. 1.6. Принцип роботи установки Breezy

Регенеративні стінові припливно-витяжні установки представлені провітрювачами Vents Twin Fresh, що мають «А» клас енергетичної ефективності й утилізують теплоту витяжного повітря в керамічному регенераторі. Twin Fresh складається з телескопічного каналу (загальна довжина якого регулюється за рахунок положення внутрішнього каналу в зовнішньому каналі) блоку вентилятора з шасі, а також зовнішнього вентиляційного ковпака. Всередині телескопа у внутрішній канал встановлені фільтри та керамічний акумулятор енергії (регенератор). Для нагнітання й витяжки повітря застосовується реверсивний осьовий вентилятор з ЕС-двигуном.

Це обладнання працює у реверсивному режимі – то на приплив, то на видалення повітря (рис. 1.7, рис. 1.8). Установки влаштовуються попарно і зблоковано між собою аби зберігати повітряний баланс повітря у квартирі.



Рис. 1.7. Принцип роботи установки Vents Twin Fresh [8]

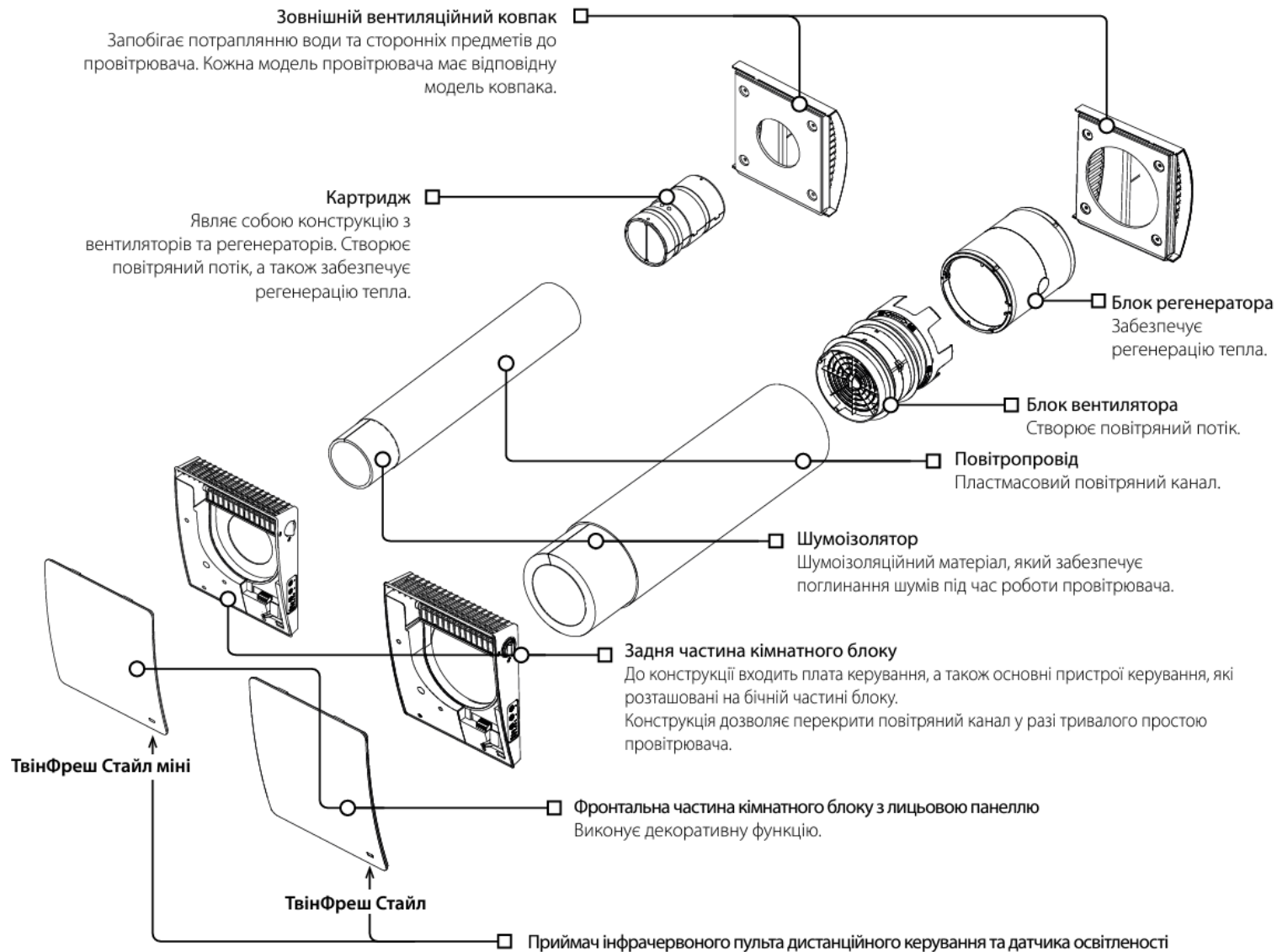


Рис. 1.8. Конструкція установки Vents Twin Fresh [8]

Центральна механічна система вентиляції передбачає використання припливно-витяжної установки з утилізацією теплоти (рис. 1.9), припливних та витяжних повітроводів, повітрозабірних пристроїв. Ці елементи системи забезпечують вентиляцію житлових приміщень. При цьому у санвузлах, ванних кімнатах та на кухнях встановлюються витяжні вентилятори зі зворотним клапаном та автоматикою на основі датчика вологості з можливістю примусового запуску останніх. Для збереження балансу повітряних мас припливно-витяжна загальнообмінна механічна система вентиляції зблокується з механічними місцевими витяжками.

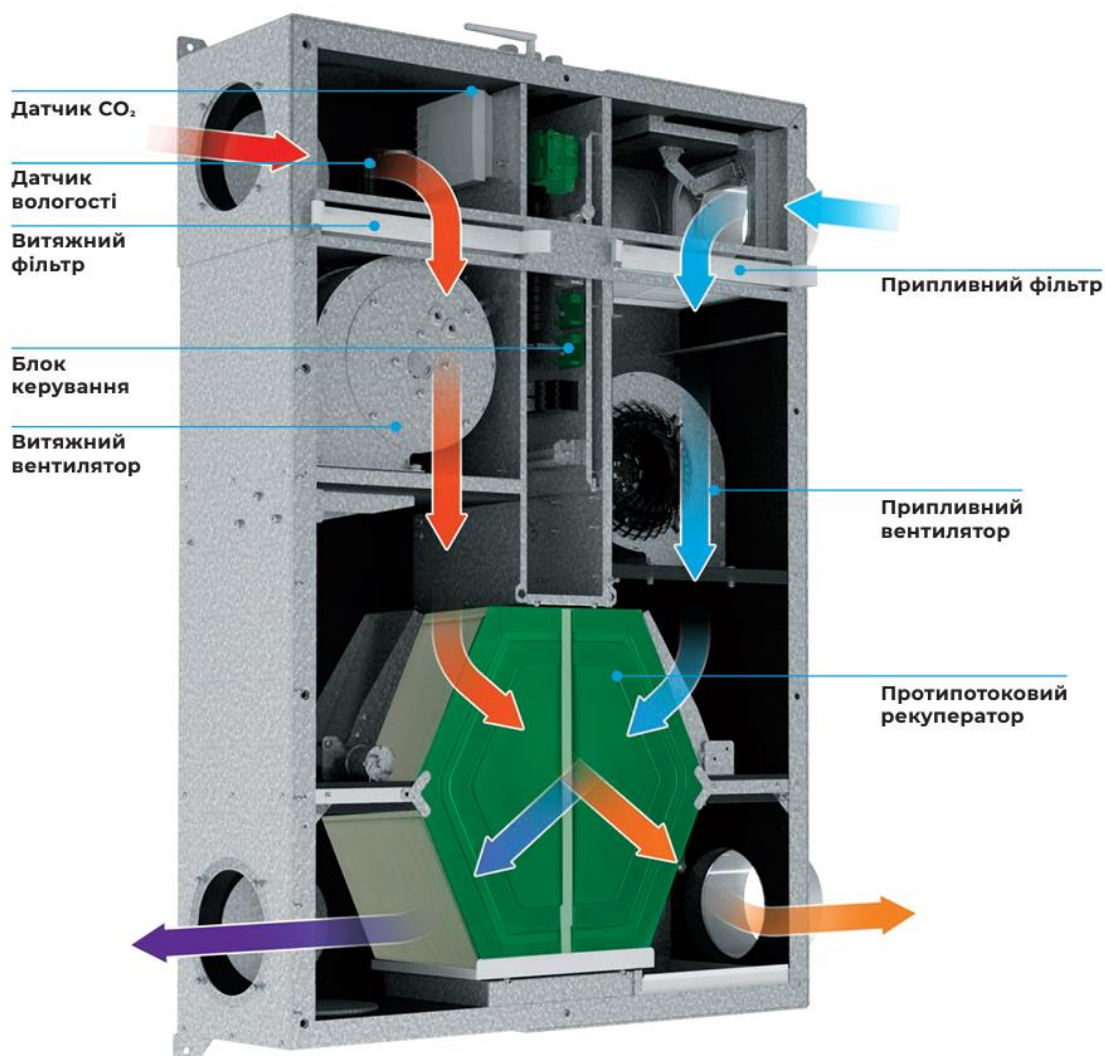


Рис. 1.9. Конструкція припливно-витяжної установки [9]

Переваги такої системи вентиляції:

- подається повітря з допустимою концентрацією шкідливих речовин і пилу та без підвищеної вологості;
- автоматично забезпечується необхідний повітрообмін;
- догрівається припливне повітря до температури приміщення;
- скорочується витрата теплоти в приміщеннях завдяки утилізації теплоти витяжного повітря;
- забезпечується захист від шуму;
- відсутня необхідність відкривання вікон в приміщеннях.

При виборі таких систем, спостерігається суттєвий економічний ефект під час тривалої експлуатації будинку з використанням припливно-витяжної вентиляції з утилізацією теплоти у порівнянні із природньою або змішаною вентиляцією. Проте, ці системи мають більші капіталовкладення на момент встановлення (рис. 1.10).

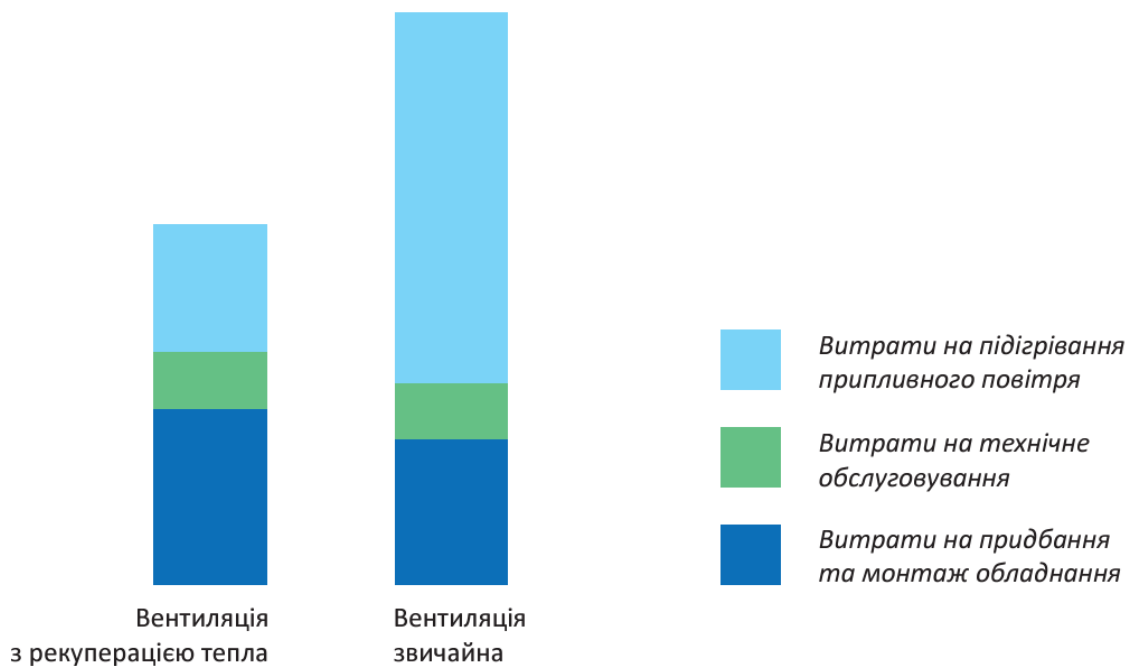


Рис. 1.10. Середні загальні витрати на вентиляцію за 5 років [4]

1.2 Вентиляція громадських приміщень

Існує ряд вимог до розташування вентиляційного обладнання. Воно може бути розташоване як у середині будівлі так і ззовні чи на покрівлі. Обладнання у громадських будівлях може бути

розташованим безпосередньо у приміщеннях, які воно обслуговує (за винятком вимог п. 7.9.2 [2, с. 51]), або у спеціальних кімнатах – вентиляційних камерах.

У громадських будівлях найчастіше застосовується обладнання систем вентиляції підлогового та підвісного типів. Тип обладнання залежить від кількості повітря, яку воно обробляє. Якщо витрата повітря не перевищує 5 тис. м³/год, то таке обладнання можна розташовувати у підвісних стелях. Однак, якщо воно розташовується у підвісній стелі коридору, то варто передбачити встановлення протипожежних нормально відкритих клапанів у місцях перетину повітроводами стін, які розділяють коридор і приміщення, що обслуговуються. Встановлення зазначених клапанів не вимагається у приміщеннях з дверима, клас вогнестійкості яких не нормується [2, с. 51].

Задля зменшення розповсюдження шуму та вібрації від вентиляційного обладнання, вентилятори систем вентиляції приєднуються до мережі повітроводів з використанням гнучких вставок, а установки підлогового типу встановлюють на віброопорах. У вентиляційних системах також встановлюють шумопоглиначі.

Повітряні та повітряно-телові завіси розташовують біля зовнішніх дверей, воріт та прорізів. Їх передбачають за наступних умов:

- у постійно відчинених прорізах зовнішніх стін приміщень, а також у воротах та прорізах зовнішніх стін, які не мають тамбурів і відкриваються більше п'яти разів або не менше ніж 40 хвилин за зміну, у районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря мінус 15 °С і нижче у найхолоднішу п'ятиденку забезпеченістю 0,92 згідно ДСТУ – Н Б В.1.1-27;
- біля зовнішніх дверей вестибюлів громадських та адміністративно- побутових будівель при кількості людей, які проходять через двері протягом 1 год – 400 осіб і більше;
- інші випадки застосування потребують обґрунтування (див. п. 7.7 [2, с. 48]).

Повітряно-теплові завіси поділяються на типи по способу встановлення (відкритого монтажу та скритого монтажу), напрямлення повітряного потоку (вертикальні та горизонтальні), за типом теплоносія (водяні, електричні, фреонові, без нагріву), за технічними характеристиками (промислові, для морозильних камер, для робочих вікон кіосків, павільйонів, для прорізів різних розмірів (ширина/висота), по типу виконання (для обертових дверей (вертикальні та горизонтальні), з ексклюзивним дизайном тощо)

Безпосередньо в обслуговуваному приміщенні встановлюють *кондиціонери-доводжувачі*, за допомогою яких оброблюють повітря у приміщенні для досягнення нормованих параметрів мікроклімату.

Доводжувач – це агрегат або прилад для доведення параметрів припливного повітря до необхідних значень для кожного приміщення чи зони [1, с. 25].

Якщо обладнання створює шум при роботі вище допустимого рівня для обслуговуваного приміщення або, якщо умови технологічного процесу не дозволяють його розташувати в цьому приміщенні, то обладнання встановлюють у вентиляційних камерах.

Вентиляційна камера – це приміщення спеціального призначення, що відповідає вимогам вибухо-пожежної та пожежної безпеки (категорія визначається за п. 7.10.2, п. 7.10.3 [2, с. 53]), призначене для розміщення вентиляційного обладнання. Такі приміщення повинні мати вихід назовні (для забору та видалення повітря), у сходові клітини, коридори та приміщення, що обслуговуються. Вентиляційні камери заборонено улаштовувати під житловими кімнатами, аудиторіями та класами навчальних закладів, глядацькими залами кінотеатрів, театрів та клубів, операційними та палатами хворих у лікувальних закладах, студіями звукозапису та іншими приміщеннями з високими вимогами до рівня гучності проникного шуму.

Необхідною вимогою до розміщення обладнання у вентиляційних камерах є забезпечення можливості проведення ремонту, монтажу і спостереження за роботою вентиляційних

установок. При перетині повітроводами стін вентиляційної камери варто встановлювати протипожежні клапани.

Зауважимо, що обладнання витяжних систем, які видаляють повітря з різким або неприємним запахом (з туалетів, курильних кімнат тощо), не допускається розміщувати у спільній вентиляційній камері з припливним обладнанням. Також не допускається встановлювати в одній венткамері обладнання, які обслуговує житлові приміщення, з обладнанням припливних систем, що обслуговують виробничі та складські приміщення, приміщення громадського призначення, а також з обладнанням будь-яких витяжних систем.

Вентиляційне обладнання, що розташовується ззовні будівлі чи на покрівлі має відповідати ряду вимог:

- 1) мати відповідне кліматичне виконання за ГОСТ 15150;
- 2) мати відповідне механічне виконання за ГОСТ 30631;
- 3) відповідати загальному архітектурному рішенню будівлі;
- 4) бути огороженим для захисту від доступу сторонніх осіб та механічних пошкоджень від представників фауни (птахів, гризунів тощо).

Розміщення повітроводів

Повітроводи систем вентиляції рекомендується розміщувати якомога ближче до стелі. Задля протидії появи конденсату повітроводи, що транспортують охолоджене повітря, прокладають в тепловій ізоляції. Також ізолюють повітроводи, які прокладають ззовні будівлі та забори повітря до припливних та припливно-витяжних установок. Товщина ізоляції визначається розрахунком.

Забирання зовнішнього повітря

Забирання зовнішнього повітря слід здійснювати із якомога більш чистих зон і менш нагрітого повітря у теплий період року. У випадку відсутності подібних зон рекомендується використання зелених конструкцій, наприклад, зелені покриття, стіни або тераси. Не слід розташовувати пристрій для забирання зовнішнього повітря там, де можливий зворотний потік викидного повітря або вплив іншого забруднюючого фактору, наприклад, повітря з неприємним запахом.

Місце забирання зовнішнього повітря не допускається розташовувати на відстані ближче ніж 8 м по горизонталі від сміттєзбірника, зони паркування автомобілів (для трьох або більшої кількості авто), проїздів, зон вантаження, вентиляційних отворів каналізації, верхівок димових труб та інших подібних джерел забруднення та утворення неприємного запаху. Повітрозабір не допускається розміщувати на фасаді будівлі, що виходить на жваву вулицю. Якщо це неможливо, то приймальний отвір повітрозабірника повинен бути якомога вище від землі.

Низ отвору приймального пристрою зовнішнього повітря слід розташовувати на висоті не менше ніж 1 м від рівня стійкого снігового покрыву, який визначають згідно з даними гідрометеостанцій або за розрахунком та не нижче 2 м від рівня землі. Низ отвору приймального пристрою зовнішнього повітря, розташованого на даху або покритті будівлі, повинен бути на висоті в **1,5 рази** більшій від максимально можливої висоти снігового покрыву. Ця висота може бути зменшена, якщо застосовані засоби захисту від снігового покрыву, наприклад, заслін від снігу.

Висотну будівлю слід поділяти на окремі зони вентиляції, які обмежені заданою максимальною висотою. Відстань по вертикалі D_{max} між найнижчим і найвищим отворами приймальних пристроїв зовнішнього повітря в одній і тій же зоні не повинна перевищувати наступного значення:

$$D_{max} = 600 / (t_{in} - t_{ext}), \text{ м} \quad (1.2)$$

де D_{max} – відстань по вертикалі, м; t_{in} – температура внутрішнього повітря, °С; t_{ext} – зовнішня температура для холодного періоду року в найхолоднішу п'ятиденку забезпеченістю 0,92, згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27, °С.

В інших випадках для запобігання впливу тяги слід передбачати відсічні повітряні клапани або подібні пристрої.

Викид витяжного повітря

Викид назовні витяжного повітря слід здійснювати так, щоб унеможливити загрозу для здоров'я людей, чи шкоду для будівлі або навколишнього середовища. При розташуванні місць викиду повітря слід враховувати характеристики (якість) витяжного повітря, що залежать від типу приміщення та умов його використання. Викид повітря назовні здійснюють, як правило, у найвищому місці даху вертикально вгору.

Висоту вентиляційної труби системи витяжної природної вентиляції, що розташована на відстані, яка дорівнює або більша за висоту суцільної конструкції, яка виступає над покрівлею, слід приймати:

- не менше ніж 0,5 м над плоскою покрівлею;
- не менше ніж 0,5 м над гребенем даху або парапетом - при розташуванні вентиляційного каналу на відстані до 1,5 м від гребеня або парапету;
- не нижче гребеня даху або парапету - при розташуванні вентиляційного каналу на відстані від 1,5 до 3 м від гребеня або парапету;
- не нижче за лінію, що проведена від гребеня донизу під кутом 10° до горизонту – при розташуванні вентиляційного каналу від гребеня на відстані більше 3 м.

Вентиляційну трубу системи витяжної природної вентиляції слід виводити вище покрівлі найбільш високої будівлі, до якої прибудована будівля з природною системою вентиляції.

Для систем механічної вентиляції допускається викид витяжного повітря назовні через пристрій, розташований у стіні будівлі з приміщень, де головними джерелами забруднення є матеріали конструкції будівлі, меблі тощо, а також люди (окрім туалету, курильні тощо), за таких умов:

- відстань між пристроєм для викиду витяжного повітря та сусідньою будівлею не менше ніж 8 м;
- відстань між пристроєм для викиду витяжного повітря та пристроєм для забору зовнішнього повітря на одній стіні не

менше ніж 2 м (як правило, пристрій для викиду витяжного повітря слід розташовувати вище повітрозабірника);

- витрата викидного повітря не більше ніж 0,5 м³/с;
- швидкість повітря в пристрої для викиду витяжного повітря не менше ніж 5 м/с.

У всіх інших випадках пристрої для викиду витяжного повітря слід розташовувати на даху.

Низ пристрою для викиду витяжного повітря, що розташований на даху або покритті будівлі, повинен бути на висоті в 1,5 раза більше від максимально можливої висоти снігового покриву. Цю висоту допускається зменшувати, якщо застосовані засоби захисту від снігового покриву, наприклад, заслін від снігу.

1.2.1 Вимоги до улаштування систем вентиляції культурно-видовищних та розважальних закладів

У районах із розрахунковою зовнішньою температурою середньої найбільш холодної п'ятиденки мінус 15 °С і нижче в прорізах для завантаження складів об'ємних декорацій слід передбачати встановлення повітряних чи повітряно-теплових завіс із забиранням повітря з верхніх зон складу.

У багатозальних кінотеатрах із загальною місткістю до 800 місць, слід передбачати обслуговування однією припливною системою вентиляції декількох зал із встановленням вогнезатримуючих клапанів, при цьому за розрахунком для кожної зали необхідно проектувати установку зонального підігрівання повітря (доводжувач).

За умови забезпечення в залах нормованих параметрів повітряного середовища (температура, вологість, рівень концентрації забруднюючих речовин – CO₂) засобами вентиляції, основна система загальнообмінної вентиляції повинна бути прийнята з рециркуляцією повітря.

У режимі повної рециркуляції система припливної вентиляції працює тільки в період, необхідний для підігрівання повітря в залах перед початком першого сеансу [10, с. 48]. Режим повної рециркуляції

заборонено використовувати під час перебування людей у приміщеннях.

За загальної місткості зал для глядачів кінотеатрів 600 місць і більше слід, для фойє та вестибюлів, передбачати зональне підігрівання припливного повітря

У залах для глядачів кінотеатрів місткістю до 800 місць подавання повітря слід здійснювати компактними струменями з максимальною швидкістю, яка регламентується допустимим рівнем шуму в залах і нормованою рухомістю повітря в робочій зоні.

У просторі зали для глядачів, швидкість руху повітря на рівні 1,5 м у зоні найближчих сидінь, не повинна перевищувати 0,5 м/с, а рівень шуму від струменя повітря, що виходить, - не більше 25 дБА.

Системи припливно-витяжної вентиляції слід передбачати окремими для приміщень комплексу для глядачів та клубного комплексу, приміщень обслуговування сцени (естради), а також адміністративно-господарських приміщень.

У кінотеатрах з безперервним кінопоказом, у дозвіллевих клубних закладах за місцем проживання вказаний розподіл систем допускається не передбачати.

Самостійні припливні системи вентиляції слід передбачати для приміщень:

- зали для глядачів;
- вестибюля, фойє, кулуарів, музею;
- тиристорних;
- світлопроекційних, світлоапаратних, звукоапаратних, апаратної звукорежисера, кабін для диктора та перекладачів;
- артистичних вбиралень, репетиційних та тренажерних залів, кімнат для занять артистів і музикантів, творчого персоналу та художнього керівництва, приміщень адміністративно-господарських, для роботи гуртків, технічного зв'язку та радіомовлення, виробничих майстерень.

У залах для глядачів театрів, клубних закладів з глибинною колосниковою сценою, кількість повітря, що видаляється, повинна становити 90 % припливного (включаючи рециркуляцію) для

забезпечення 10 % підпору в залі; через сцену слід видаляти не більше 17 % загального об'єму повітря, що видаляється із зали.

При проектуванні зали для глядачів і сцени, необхідно передбачати влаштування витяжної вентиляції з природним спонуканням. У витяжних шахтах необхідно встановлювати утеплені клапани з дистанційним керуванням і піддони з відведенням конденсату з них. При цьому, необхідно передбачати заходи, що виключають можливість неорганізованого надходження зовнішнього повітря до залів через витяжні шахти.

Самостійні витяжні системи слід передбачати для приміщень:

- санітарних вузлів;
- трюму;
- підсобних при буфетах;
- світлопроекційної, світлоапаратної, звукоапаратної, апаратної звукорежисера, кабін диктора та перекладачів;
- майстерень;
- складів.

ДБН В.2.2-16:2019 визначає окремі системи витяжної вентиляції кімнат для куріння і допускає поєднувати їх із вентиляцією із санітарних вузлів, проте на сьогодні куріння в громадських місцях заборонено. Тому подібні приміщення не проектуються.

При проектуванні клубних закладів за місцем проживання, допускається передбачати тільки природну витяжку з усіх приміщень, крім зали для глядачів, кінопроекційної.

У проекційних слід передбачати окремі витяжні та припливні вентиляційні системи. До витяжних систем дозволяється приєднувати витяжні канали приміщень перемотувальних і кабін перекладача.

Приміщення для розташування вентиляційного обладнання, обладнання систем кондиціонування повітря, компресорних, холодильних установок не слід розміщувати безпосередньо за огорожувальними конструкціями зали для глядачів [10, с. 49]. Це ж стосується будь-яких інших приміщень, де генерується шум.

1.2.2 Вимоги до улаштування систем вентиляції підприємств харчування (заклади ресторанного господарства)

Системи вентиляції у підприємствах харчування (закладах ресторанного господарства (РГ)), які вбудовані в будинки іншого призначення або прибудовані до них повинні проектуватися роздільними з відповідними системами цих будинків [11, с. 41].

Викиди витяжних систем підприємства харчування (закладу РГ), яке вбудовано у житловий будинок або прибудовано до нього, мають розміщуватися над дахом житлового будинку.

Технологічне обладнання із значними тепло- і вологовиділеннями повинно оснащуватися *відсмоктувачами*, обслуговуваними місцевими системами вентиляції, які слід проектувати окремо від загально-обмінних.

Відсмоктувач – це кінцевий елемент системи, що забирає повітря, що містить забруднюючі речовини безпосередньо у місці їх виділення.

Місцеві витяжні системи від технологічного обладнання повинні бути оснащені фільтрами для уловлювання жирів. За цією умовою рекомендується утилізація теплоти витяжного повітря. Однак, досвід експлуатації подібних систем показує, що замість очищення або їх заміни, їх утилізують без заміни на новий. Після цього система залишається працездатною лише протягом кількох місяців. Тому у багатьох проєктах утилізацію теплоти не виконують, що призводить до суттєвого зниження енергоефективності будівлі.

Над обладнання із значними тепловиділеннями встановлюють **витяжні зонти** – відсмоктувачі, що встановлюють безпосередньо над джерелами виділення шкідливостей.

Системи витяжної вентиляції повинні проектуватися самостійними для [11, с. 42]:

- приміщення для відвідувачів (за винятком туалетів і умивальних);
- гарячих цехів і мийних;

- місцевих відсмоктувачі, які вбудовані у технологічне обладнання;
- виробничих (за винятком гарячих цехів і мийних), складських (за винятком охолоджуваних камер) приміщень;
- адміністративних приміщень;
- туалетів, умивальних і душових;
- охолоджуваних камер для зберігання овочів і фруктів;
- охолоджуваних камер для зберігання харчових відходів.

Повітря має подаватися до приміщень для відвідувачів і до виробничих приміщень окремими припливними системами.

При проєктуванні системи кондиціонування застосовують центральні і місцеві кондиціонери з охолодженням припливного і рециркуляційного повітря. Рециркуляція допускається лише в межах одного приміщення. При цьому обмін повітря в обідній залі, а також в гарячому і кондитерському цехах має визначатися з урахуванням подавання у приміщення охолодженого повітря.

Місцеві кондиціонери мають застосовуватися у холодний період року для підігріву повітря.

Тамбури входів в приміщення для відвідувачів з кількістю місць в залах 100 і більше слід проєктувати з тепловими завісами. Відповідно до завдання на проєктування теплові завіси можуть проєктуватися на інших входах [11, с. 44].

Для монтажу, ремонту і технічного огляду вентиляційного обладнання необхідно передбачати монтажні прорізи, пересувні і стаціонарні підйомно-транспортні засоби, ревізійні лючки, пристрої для збору конденсату та аварійного зливу води, або іншої речовини з теплообмінників вентиляційного обладнання.

1.2.3 Вимоги до улаштування систем вентиляції спортивних та фізкультурно-оздоровчих споруд

Самостійні системи припливної та витяжної вентиляції з механічним спонуканням слід передбачати для [12, с. 62]:

- спортивних залів, залів для підготовчих занять у басейнах і приміщень фізкультурно-оздоровчих занять;

- залів ванн басейнів (у тому числі для оздоровчого плавання та навчання плаванню) і залів веслувальних басейнів;
- душових, роздягалень для осіб, які займаються; масажних і приміщень для відпочинку тих, хто займається у басейнах;
- службових приміщень для адміністративного та інженерно-технічного персоналу, інструкторсько-тренерського складу, побутових приміщень для робітників;
- стрілецьких галерей з вогневими зонами критих тирів і стрілецьких галерей напіввідкритих тирів, що мають стінку з бійницями;
- хлораторних і складів хлору;
- технічних приміщень (насосно-фільтрувальних, бойлерних та ін.).

У приміщеннях для фізкультурно-оздоровчих занять, вбудованих у житлові будинки, допускається природна вентиляція з неорганізованим припливом.

Систему витяжної вентиляції із санітарних вузлів допускається об'єднувати з системою витяжної вентиляції із душових.

Видаляння повітря із зальних приміщень, за винятком залів ванн басейнів, слід передбачати витяжними системами з природним спонуканням.

У малих населених пунктах, житлових районах і в сільській місцевості спортивні зали без місць для глядачів або за їх кількості не більше 100 допускається проектувати з природною припливно-витяжною вентиляцією з забезпеченням однократного повітрообміну за годину.

У системах повітряного опалення зальних приміщень, суміщених з вентиляцією та кондиціонуванням повітря, допускається застосування рециркуляції повітря. При цьому об'єм зовнішнього повітря, яке подається, не повинен бути меншим зазначеного у таблиці 23 [12 с. 59].

У спортивних залах місткістю більше 800 глядачів і критих ковзанках з місцями для глядачів слід передбачати самостійні системи

повітророзподілу для зони розміщення місць для глядачів і для зони перебування тих, хто займається (змагається).

Організація повітрообміну в критих і напіввідкритих тирах повинна передбачати подавання припливного повітря у верхню зону стрілецької галереї з боку торцевої стіни (позаду стрілецьких місць) по всій її ширині. Видаляння повітря в критих тирах слід передбачати під стелею вогневої зони (за 4-6 м попереду лінії вогню) в об'ємі 2/3 загальної кількості повітря, що видаляється, і з нижньої зони (із розташуванням витяжних отворів з обох бічних сторін за 2 м від лінії вогню) в об'ємі 1/3.

У напіввідкритих тирах за наявності стіни, що відокремлює стрілецькі місця від вогневої зони, видалення повітря слід передбачати з верхньої і нижньої зон безпосередньо біля стіни. В разі влаштування проміжних вогневих рубежів, витяжка повинна передбачатися перед кожною лінією вогню окремо з забезпеченням можливості переключення зон витяжки.

Вентиляцію приміщень хлораторних і складів хлору передбачається періодичної дії. Видаляння повітря здійснюється з двох зон: верхньої - в об'ємі 1/3 і нижньої - 2/3 загального об'єму витяжки.

Вентиляційні агрегати необхідно розміщувати поза цими приміщеннями. Керування агрегатами слід здійснювати дистанційно від пускових пристроїв, які встановлюються безпосередньо біля входу до приміщення.

Вентиляція манежу повинна бути організована таким чином, щоб запобігати конденсації пари через високу вологість, що виникає під час роботи великої кількості коней [12, с. 82].

У стайнях, як правило, передбачається природна вентиляція і виключається можливість появи протягів, тому за коридорної системи одні ворота розраховуються на 20-25 коней [12, с. 84].

1.2.4 Вимоги до улаштування систем вентиляції закладів освіти

Приплив зовнішнього повітря в навчальні приміщення і витяжку з них слід передбачати припливно-витяжними установками з використанням теплоти витяжного повітря для підігріву припливного повітря. Тобто із застосуванням засобів (рекуператори, регенератори, проміжні теплообмінники) та методів (рециркуляція) утилізації теплоти.

Допускається передбачати подавання зовнішнього повітря через верхні фрамуги вікон [13, с. 32]:

- у навчальні приміщення з кількістю місць до 20 включно;
- у навчальні приміщення з кількістю місць до 30 включно, якщо заклад освіти проектується для районів, де нормативна (ДБН В.2.5-67 і ДСТУ-Н Б В.1.1-27) температура зовнішнього повітря взимку за параметрами Б становить мінус 18 °С і вище;
- у закладах загальної середньої освіти з кількістю учнів до 150 осіб.

У разі подавання в навчальні приміщення зовнішнього повітря через верхні фрамуги вікон, витяжна вентиляція з них повинна проектуватися з природним спонуканням без дефлекторів з розрахунку однократного обміну за годину.

Окремі системи витяжної вентиляції слід передбачати для таких приміщень (груп приміщень): лекційних аудиторій, лабораторій, навчальних майстерень, залів курсового та дипломного проектування, читальних залів, актових залів, фізкультурно-спортивних залів, басейнів, тирів, їдальні, медпункту, кіноапаратної, санітарних вузлів. Витяжні системи від приміщень приготування їжі і загальних туалетів мають проектуватися з повітропроводів класу "Щ". Викид повітря від цих приміщень має бути організований вище покрівлі найвищої в радіусі 50 м будівлі.

Видаляння повітря з витяжних шаф допускається передбачати загальною системою з одного або кількох приміщень за умови забезпечення вибухопожежобезпеки.

При проектуванні опалення та вентиляції фізкультурно-спортивних та актових залів, а також приміщень їдальні слід

відповідно керуватись нормами проєктування або відповідними розділами даних методичних вказівок.

Вентиляцію виробничих приміщень слід проєктувати також згідно з нормами технологічного проєктування.

1.2.5 Вимоги до улаштування систем вентиляції підприємств торгівлі

У підприємствах торгівлі населених пунктів із розрахунковою температурою холодного періоду року (параметри Б) нижче мінус 15 °С необхідно проєктувати повітряно-теплові завіси у випадках:

- на входах для покупців у магазинах, торгівельна площа яких перевищує 150 м²;
- на входах для покупців у ринках торгівельною площею більше 600 м²;
- на воротах розвантажувальних приміщень продовольчих магазинів торговельною площею більше 1500 м²;
- на воротах розвантажувальних приміщень непродовольчих магазинів торговельною площею більше 2500 м²;
- за наявності постійних робітників у безпосередній близькості від вхідного прорізу;
- завданням на проєктування в інших випадках.

Системи вентиляції магазинів, вбудованих у будівлі іншого призначення або прибудовані до них, слід проєктувати окремими від систем вентиляції цих будівель [14].

Якщо продаж продовольчих і непродовольчих товарів передбачається в різних залах одного магазину, системи вентиляції цих залів мають бути роздільними. У залах, де продаються товари побутової хімії, рециркуляція не допускається [14].

В огорожувальних конструкціях охолоджуваних камер не допускається прокладання трубопроводів водопроводу та каналізації, коробів вентиляції та електрокабелів.

РОЗДІЛ 2. ВЕНТИЛЯЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ

Система вентиляції конструктивно складається з повіротехнічного обладнання, мережі повітроводів (прямих та фасонних деталей), регулюючих та протипожежних клапанів, засобів поглинання шуму, пристроїв забору та викиду повітря/

2.1 Вентиляційні (повіротехнічні) установки

Повіротехнічна установка складається з повітряних клапанів (заслінок), фільтрів, секції рециркуляції, теплоутилізатора витяжного повітря, секцій нагріву та/або охолодження, гнучких вставок та самого вентилятора (рис. 2.1).

Типи повіротехнічних установок:

- Припливні установки – подають оброблене свіже повітря в приміщення.
- Витяжні установки – видаляють оброблене (місцеві установки видалення повітря від жируловлювачів, пилоловлювачів) чи не оброблене повітря з приміщення.
- Припливно-витяжні установки – агрегати, що виконують обробку та подачу чи видалення повітря з приміщення можуть містити у своєму складі теплоутилізатори різних видів та/або секції рециркуляції повітря.

2.2 Вентилятори

Вентилятор – це обертальна лопаткова машина, що збільшує питому енергію повітря або інших газів, викликає безперервний їх потік при відносному максимальному стисненні, що не перевершує 1,3 [1, с. 4]. У системах вентиляції і кондиціонування повітря використовують переважно два типи вентиляторів - радіальні (відцентрові) і аксіальні (осьові). Вентилятори бувають з плавним (ЕС двигун) або ступінчатим (АС двигун з регулятором обертів) регулюванням витрати повітря.

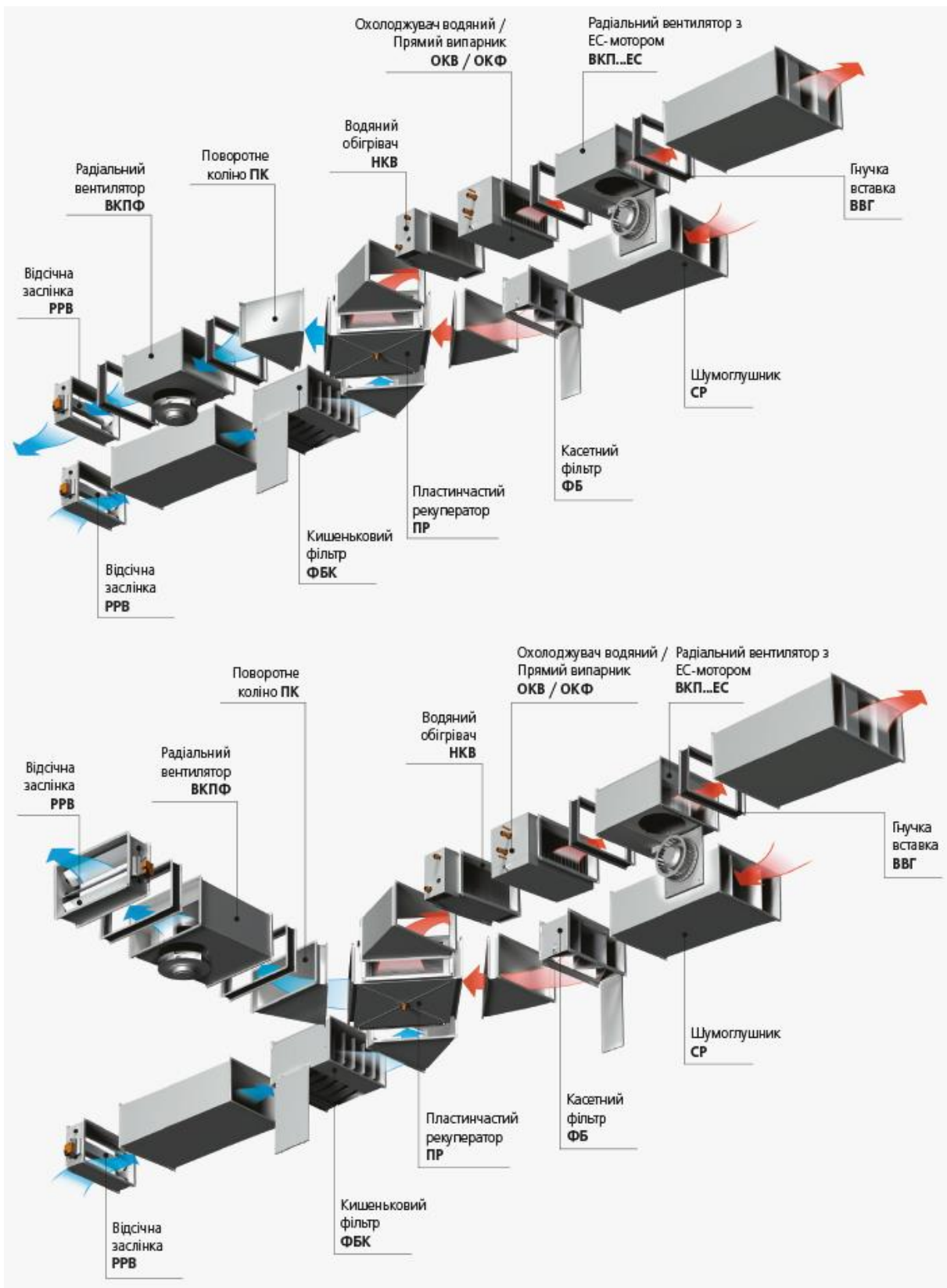


Рис. 2.1. Секції припливно-витяжної установки

Радіальний вентилятор – це вентилятор, у якому напрямок меридіональної швидкості потоку газу на вході у робоче колесо є паралельним, а на виході з робочого колеса — перпендикулярним до осі його обертання (рис. 2.2) [1, с. 4]. Радіальні вентилятори бувають з рагликовим корпусом або прямоотечійний.



Рис. 2.2. Радіальні вентилятори

Примітка. У залежності від конструкції робочого колеса вентилятори можуть бути одnobічного чи двобічного всмоктування.

Осьовий вентилятор – це вентилятор, у якому напрямок меридіональної швидкості потоку газу на вході і виході з робочого колеса є паралельним до осі його обертання (рис. 2.3).

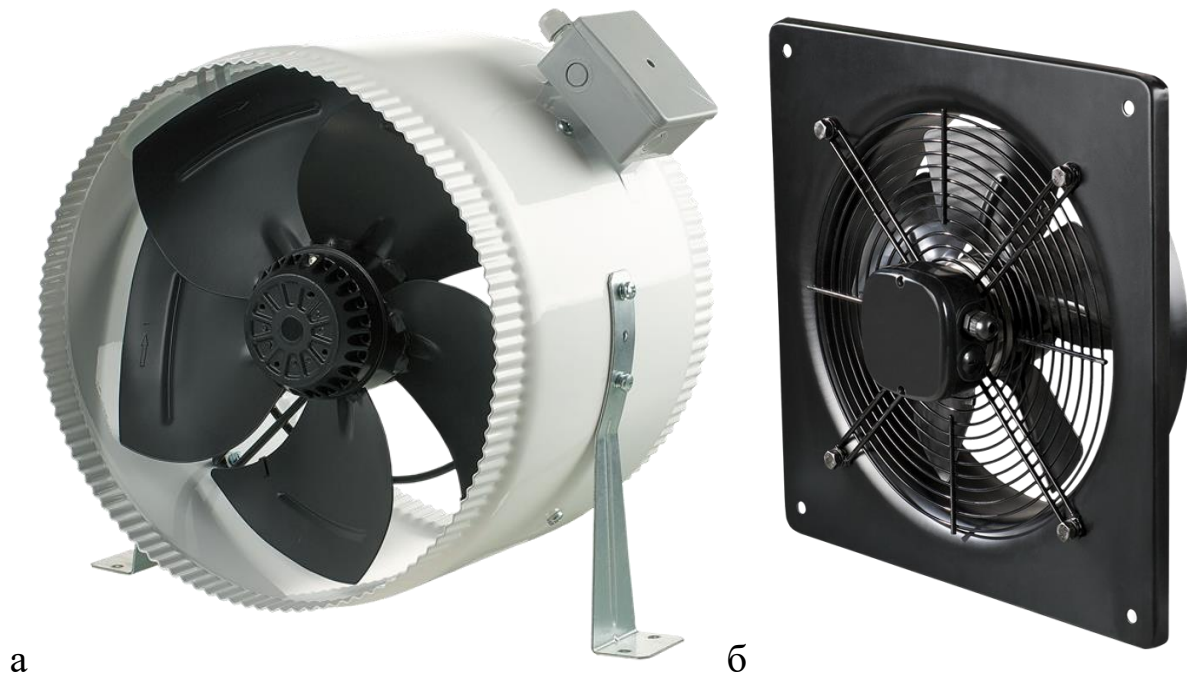


Рис. 2.3. Осьовий вентилятор:
а – каналного типу; б – настінного типу.

2.3 Теплоутилізатори

Теплоутилізатор – це теплообмінний апарат для утилізації надлишків теплоти чи холоду від технологічного процесу або викидного повітря з метою їх подальшого використання для нагрівання або охолодження повітря [1, с.13].

Теплоутилізатори бувають:

- 1) рекуперативні (теплообмін крізь роздільну стінку);
- 2) регенеративні (почергове омивання твердого тіла потоками);
- 3) з проміжним теплоносієм (два рекуперативних теплообмінники, поєднані контуром проміжного теплоносія);
- 4) контактні (безпосередній контакт повітря з проміжним теплоносієм – водою);
- 5) з тепловими трубами (два повітряні канали поєднані тепловими трубами, в яких за рахунок природного випаровування та конденсації холодоагента відбувається інтенсивний теплообмін).

Ефективність теплоутилізатора.

Температурний коефіцієнт ефективності теплоутилізатора визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \quad (2.1)$$

де t_1, t_2, t_3 – температури, що приймаються залежно від схеми встановлення рекуператора в установці, °С (рис. 2.4).

Найбільшу ефективність утилізатор теплоти має у холодний період року. У теплий період року в системах без охолодження в утилізаторі теплоти відбувається нагрів припливного повітря за рахунок різниці температур витяжного і припливного повітря. У такому випадку варто передбачати байпасування у вентиляційній установці. Якщо в приміщенні передбачено систему кондиціонування, і повітря, що видаляється з приміщення має меншу температуру ніж зовнішнє, то в теплоутилізаторі відбуватиметься утилізація холоду витяжного повітря.

Найбільш популярні в Україні компоновання установок з відповідними модифікаціями формули (3) подано у Табл. 2.1 та Табл. 2.2.

Рекуперативні теплоутилізатори найчастіше застосовуються у сучасних системах вентиляції. Вони поділяються на протитечійні кожухотрубні (рис. 1.4) та перехреснотечійні пластинчасті рекуператори (рис. 1.5, рис. 1.8). У *протитечійному рекуператорі* потоки повітря рухаються один на зустріч одному, при цьому вони є розділеними теплопередаючою поверхнею, через яку відбувається утилізація теплоти. *Пластинчастий рекуператор перехреснотечійний* (рис. 2.4) характеризується хрестоподібним рухом повітря крізь канали теплопередаючої поверхні.

Рекуператори застосовуються у випадках, коли потоки повітря повинні бути розділені, наприклад, якщо видаляється повітря, яке містить шкідливі домішки або запахи. Повітря, що проходить крізь рекуператор, не повинно містити твердих, волокнистих, агресивних та

вибухонебезпечних домішок, що можуть його пошкодити або знищити.

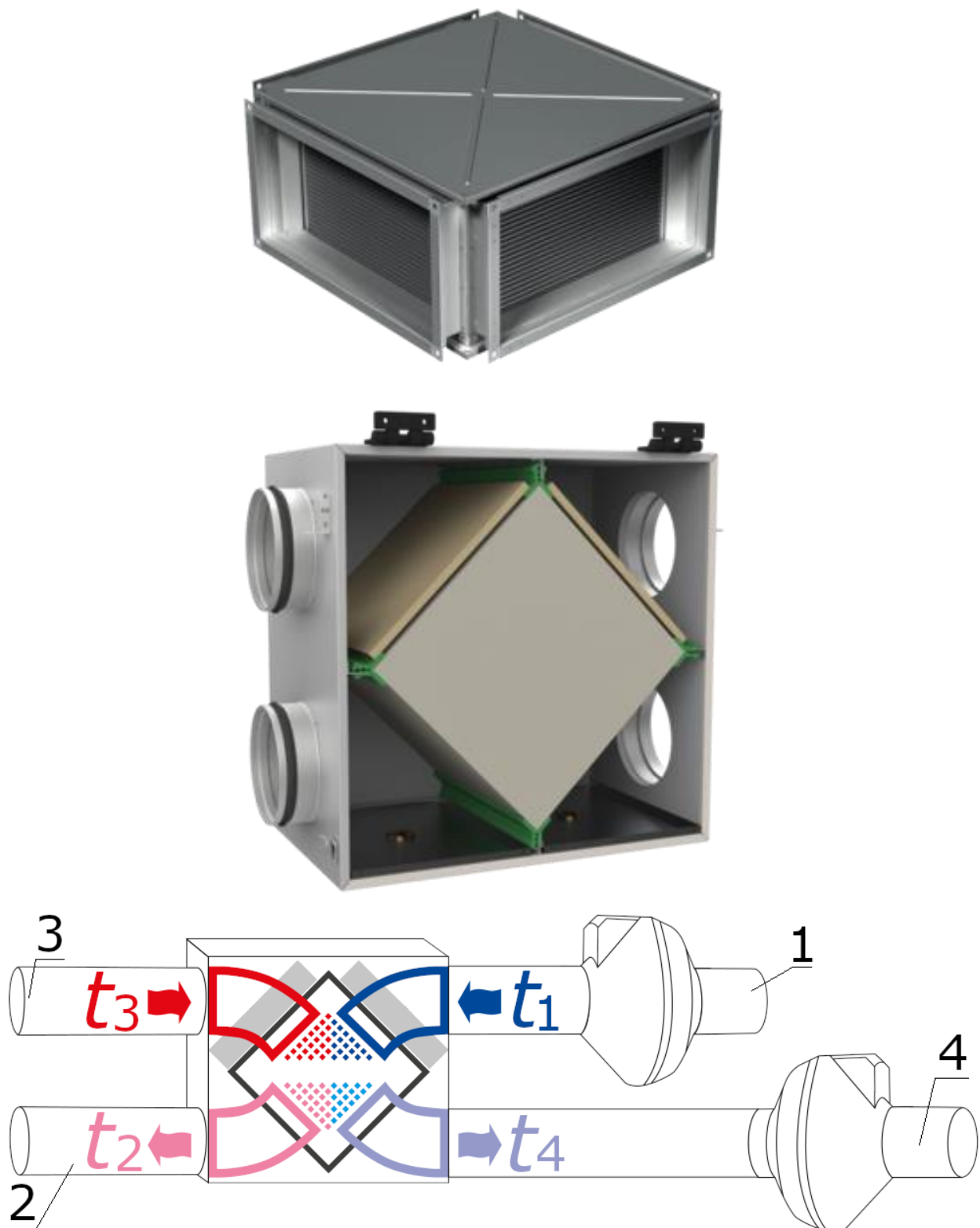


Рис. 2.4. Пластиначасті рекуператори:

1 – припливне повітря до рекуператора; 2 – витяжне повітря після рекуператора; 3 – витяжне повітря до рекуператора; 4 – витяжне повітря після рекуператора.

**Температурний коефіцієнт ефективності теплоутилізатора
типових компоновок припливно-витяжних установок без охолодження**

Схема установки	Температурний коефіцієнт ефективності, ϵ	
	Теплий період року	Холодний період року
1	2	3
	<p>Не ефективний</p> $\frac{t_{in} - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$	<p>Ефективний</p> $\frac{t_{in} - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$
	<p>Не ефективний</p> $\frac{t_{in} - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$ <p>$t_{in} = t_2$</p>	<p>Ефективний</p> $\frac{t_2 - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$
	<p>Не ефективний</p> $\frac{t_{in} - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$ <p>$t_{ext} = t_1$</p> <p>$t_{in} = t_2$</p>	<p>Ефективний</p> $\frac{t_2 - t_1}{t_l - t_1}$

**Температурний коефіцієнт ефективності теплоутилізатора
типових компоновок припливно-витяжних установок з охолодженням**

Схема установки	Температурний коефіцієнт ефективності, ϵ	
	Теплий період року	Холодний період року
1	2	3
	Ефективний $\frac{t_{ext} - t_{in}}{t_{ext} - t_l}$	Ефективний $\frac{t_{in} - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$
	Ефективний $\frac{t_{ext} - t_2}{t_{ext} - t_l}$	Ефективний $\frac{t_2 - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$
	Ефективний $\frac{t_1 - t_2}{t_{ext} - t_l}$ $t_{ext} = t_1$	Ефективний $\frac{t_2 - t_{ext}}{t_l - t_{ext}}$

Основними характеристиками пластинчастих рекуператорів є їхня ефективність, а також опір у системі повітропроводів.

Роторні теплоутилізатори (рис. 2.5) належать до класу регенеративних теплообмінників. Широке застосування ці апарати отримали в системах припливно-витяжної вентиляції.

У роторних теплоутилізаторах передача тепла від витяжного повітря припливному здійснюється за допомогою рухомої матриці з різними типами покриттів. Регенерація залежить від різниці температур зовнішнього і витяжного повітря.



Рис. 2.5. Роторні теплоутилізатори

У роторному теплообміннику можливі перетікання газу з боку потоку високого тиску до потоку з нижчим тиском (2-3% від загального потоку), що обумовлено наявністю необхідного прорізу між обертовим ротором і елементами корпусу. Частково ці перетікання вдається мінімізувати за допомогою щіткового ущільнення, розташованого по обіду ротора.

Повністю ізолювати вихідні та вхідні потоки неможливо технічно. Але таке завдання не ставлять, тому що змішується всього близько 5%.

Роторні теплообмінники обладнані електроприводом зі змінною швидкістю обертання. Електропривод підтримує максимальну ефективність та регулювання ступеня енергоутилізації.

Матриця роторного теплоутилізатора складається з двох шарів алюмінієвої фольги, гладкого та гофрованого, по черзі нанесених один на одного. Ефективність регенерації буде змінюватися в залежності від висоти гофрованої стрічки, а також швидкості обертання колеса. Зниження теплообмінних площ і швидкість обертання в 10 об/хв дозволяє знизити енергоспоживання на 80%.

Пристрій має циліндричну форму й корпус з оцинкованої сталі. До складу конструкції також входять приводний механізм з ременем для обертання, осьові підшипники, датчик, який контролює обертання ротора, ущільнювальна стрічка для ізолювання повітряних потоків. У роботу ротор приводиться внаслідок використання клинопасової передачі. Якщо регенератор працює при високих температурах, електродвигун встановлюють поза корпусом теплообмінника, а замість ремня застосовують ланцюг.

Конструктивне виконання роторних регенераторів може бути горизонтальним або вертикальним.

Випускається декілька модифікацій рекуператорів:

Стандартне виконання механізму — передбачає поділ регенератора на 4, 6, 8 або 12 секторних частин. Подібні рекуператори використовуються при видаленні зайвої теплоти відпрацьованого повітря і є представниками конденсаційних роторів, які переносять вологу в тих випадках, коли відпрацьовані повітряні маси нижче температури, так званої «точки роси». При цьому матриця основного ротора намотується з алюмінію, стійкого до впливу морської води;

Високотемпературні — теплообмінники призначені для видалення явної теплоти повітряних потоків з температурою, що досягає значень +250 градусів;

Ентальпійні — застосовуються при видаленні повної теплової енергії з додатковим здійсненням передачі вологи.

Покриття матеріалу роторного барабана може бути різним. За цією ознакою виділяють рекуператори:

- **конденсаційного типу**, у яких ротор являє собою алюмінієвий барабан без покриття і переносить в основному теплову енергію повітря. Водночас він практично не переміщує енергію, яка міститься у волозі повітряного потоку.
- у **роторних рекуператорів гігроскопічного типу** стільники алюмінієвого барабана покривають гігроскопічним покриттям з сорбційними властивостями. Барабан обертаючись збирає вологу, і переносить її з одного потоку в інший. Таким чином утилізується волога і прихована теплота повітря.
- **рекуператори сорбційного типу** — пристрої, де ефективність ентальпійного рекуператора збільшують за допомогою інноваційного сорбенту — силікагелю. У нього велика площа поверхні — $800 \text{ м}^2 / \text{г.}$, і через це у силікагелю висока здатність вбирати вологу.
- **Роторні рекуператори з епоксидним покриттям.** Покриття застосовують для захисту алюмінієвого барабана від руйнівних впливів хімічних сполук, які знаходяться в повітрі. Це може бути високий вміст хлору в повітрі басейнів, підвищена концентрація солі в морському повітрі, руйнівні пари в хімічному виробництві тощо.
- **З антибактеріальним покриттям** на барабані, яке ефективно протидіє понад шестистам видам мікроорганізмів. Його наносять зазвичай на ентальпійні ротори або з епоксидним покриттям.

2.4 Нагрівачі та охолоджувачі

Повітронагрівач – це теплообмінний апарат для нагрівання повітря, яке проходить через нього, за рахунок використання теплоти зовнішніх джерел [1, с.11]. *Повітронагрівачі класифікуються:*

- за типом теплоносія: водяні, електричні, холодоагентові;
- за конструкцією теплообмінної поверхні з боку повітря: трубки гладкі, трубки поребрені;
- за характером руху теплоносія у трубках: одноходові, багатоходові;

- за матеріалом трубок і поребрення: сталеві, мідні, алюмінієві та їх сполучення;
- за типом поребрення трубок поверхні теплообміну: платівкове, спірально-навівне, спірально-накатне та ін.;
- за числом рядів трубок у напрямі руху повітря: однорядні, багаторядні.

Найчастіше застосовують водяні та електричні калорифери у системах вентиляції (рис. 2.6, рис. 2.7).



Рис. 2.6. Водяний калорифер (повітронагрівач)

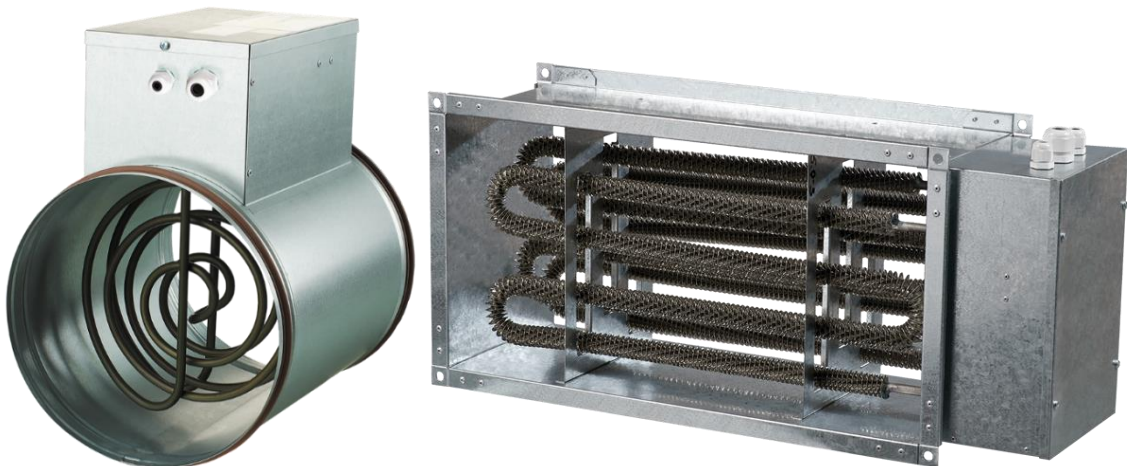


Рис. 2.7. Електричний калорифер (повітронагрівач)

Застереження від обмерзання калориферів

Причини обмерзання:

- мала швидкість руху теплоносія (до 0,2 м/с);
- перевищення фактичної витрати повітря у порівнянні з розрахунковою;

- забруднення труб теплообмінного апарату;
- некоректна робота утеплюючого клапану.

Заходи запобігання обмерзанню:

- передбачати установлення циркуляційного насоса у вузлі об'язки повітрянагрівача (рис. 2.8);
- запас тепловіддаючої поверхні не більше 10%;
- калорифер з горизонтальними тепловіддаючими трубами має розташовуватись точно горизонтально; з вертикальними – точно вертикально;
- схема руху теплоносія і повітря має бути «прямопливно-перехресна»
- у верхніх точках трубопроводів обв'язки калориферів встановлювати спускники повітря;
- передбачати автоматичний захист теплоносія від обмерзання;
- швидкість руху теплоносія більше 0,2 м/с.

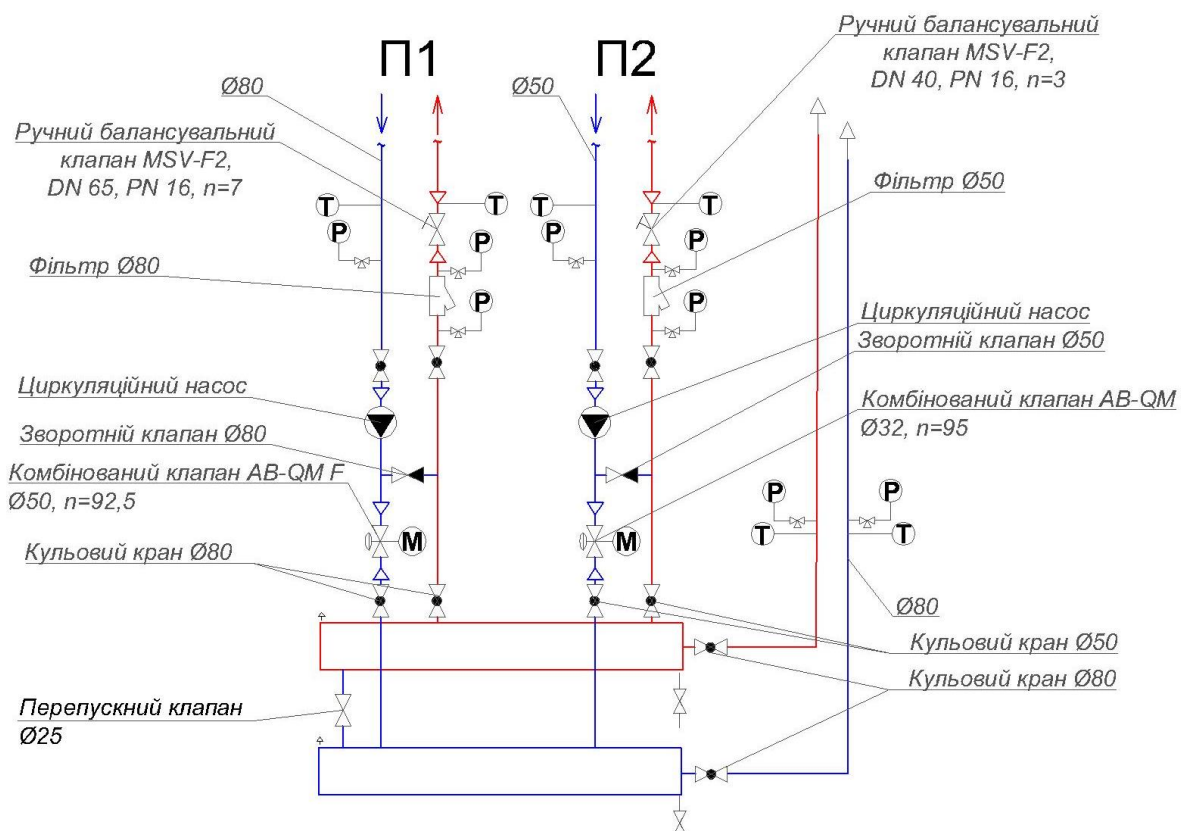


Рис. 2.8. Принципова схема обв'язки водяних калориферів вентиляційних установок

Розрахунок калорифера

1. Визначаємо потрібну потужність калорифера для нагріву припливного повітря за формулою:

$$Q = L \cdot \rho \cdot C_{air} \cdot (t_{in} - t_{ext}), \text{ Вт} \quad (2.2)$$

де L – об'ємна витрата припливного повітря, $\text{м}^3/\text{с}$; ρ – густина зовнішнього повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$; C_{air} – питома теплоємність повітря, $C_{air} = 1005 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$; t_{in} – температура повітря, що подається у приміщення, $^\circ\text{C}$; t_{ext} – температура повітря найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 розрахункового міста, $^\circ\text{C}$.

2. Визначаємо масову витрату теплоносія водяного калорифера:

$$W = Q / (C_w \cdot (t_r - t_o)), \text{ кг/с} \quad (2.3)$$

де C_w – питома теплоємність води, $C_w = 4190 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$; t_r – температура гарячого теплоносія, $^\circ\text{C}$; t_o – температура охолодженого теплоносія, $^\circ\text{C}$.

3. Знаючи витрату теплоносія, можна підібрати перетин труби під'єднання водяного теплообмінника з урахування рекомендованого діапазону швидкостей у межах 0,25-1,5 м/с.

4. Живий перетин секції калорифера підбирається з урахуванням рекомендованої швидкості руху повітряного потоку у межах 2,5-3,0 м/с.

Повітроохолоджувач – це теплообмінний апарат для зниження температури повітря, а також для зниження вологовмісту повітря за рахунок використання холоду зовнішніх джерел [1, с.11]. Повітроохолоджувачі бувають водяні та холодоагентові (рис. 2.9).

Вони відрізняються типом холодоносія – вода, водяний розчин (вода-пропіленгліколь, вода-етиленгліколь) або холодоагент (наприклад, R-410A або R-32). Труби, по яким рухається вода або її розчин, виготовляються зі сталі. Труби, по яким рухається холодоагент, виготовляють з мідної труби перетином 6,35 мм, 9,52 мм,

12,7 мм, 15,88 мм, 19,05 мм та 22,23 мм. І мідні, і сталеві труби прокладаються у тепловій ізоляції, товщина якої визначається розрахунком.

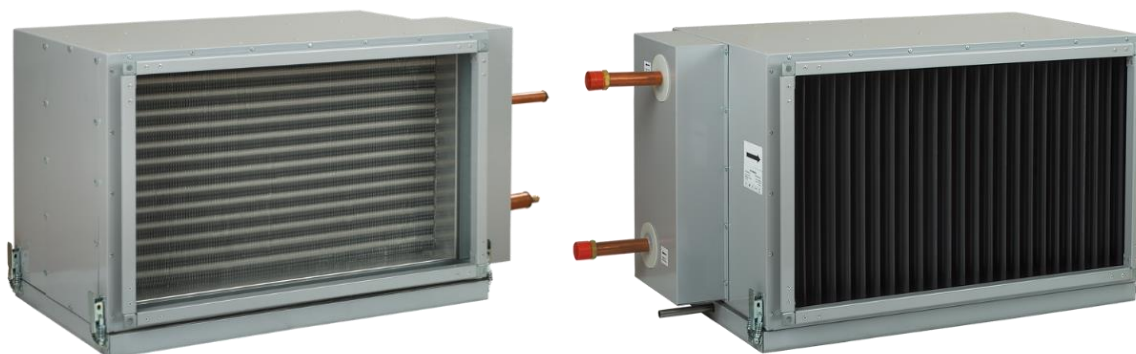


Рис. 2.9. Холодоагентовий та водяний повітроохолоджувачі

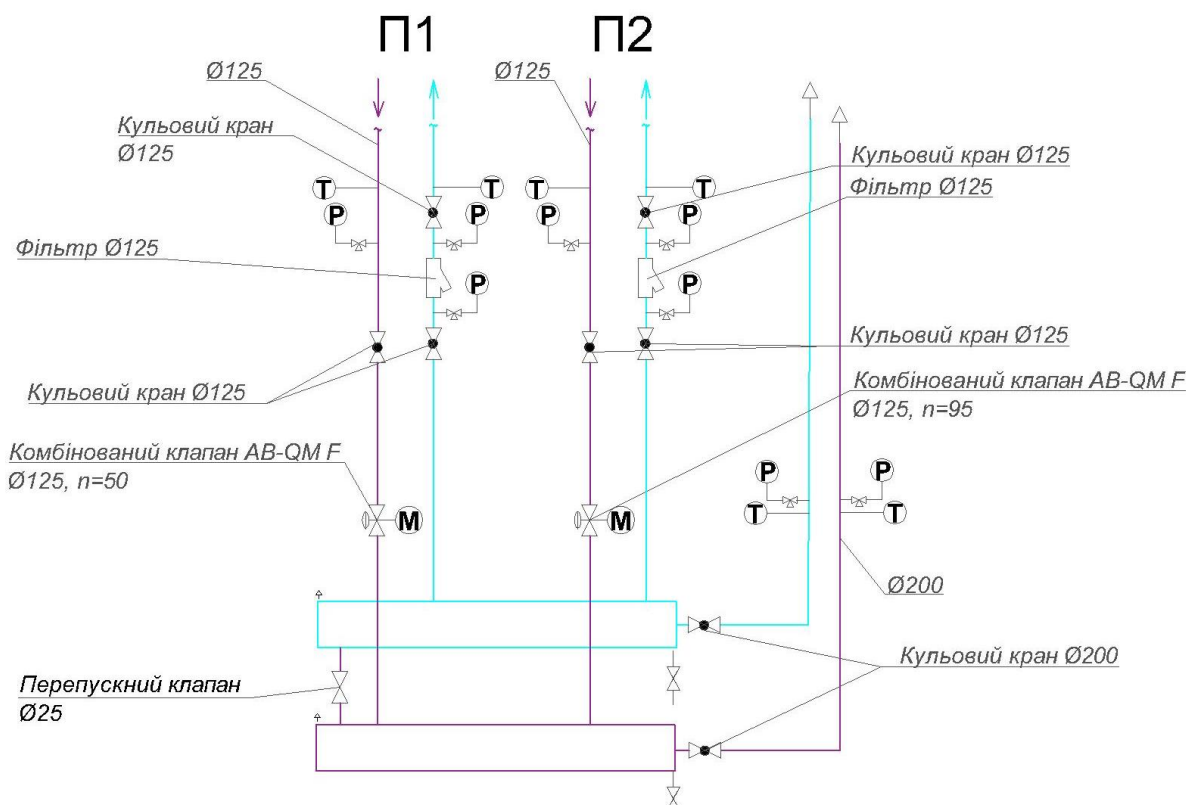


Рис. 2.10. Принципова схема обв'язки водяних повітроохолоджувачів вентиляційних установок

В процесі охолодження повітря на трубках повітроохолоджувача виникає конденсат. Аби конденсат не потрапляв з повітрям до мережі повітроводів улаштовують краплевловлювачі. Від краплевловлювачів дренаж відводиться до системи водовідведення.

2.5 Відведення дренажу

Важливою вимогою до улаштування систем вентиляції є відведення дренажу від роторних регенераторів та секцій охолодження повітря. Для збору конденсату в конструкціях вентиляційних установок влаштовують піддони.

При відведенні конденсату від вентиляційної установки він проходить через зливний патрубок гнучкою трубою з ПВХ через з'єднувальну муфту та потрапляє в сифон (рис. 2.11) з механічним замикальним пристроєм, який не пропускає запахів із каналізації після висихання гідрозатвора (рис. 2.12).

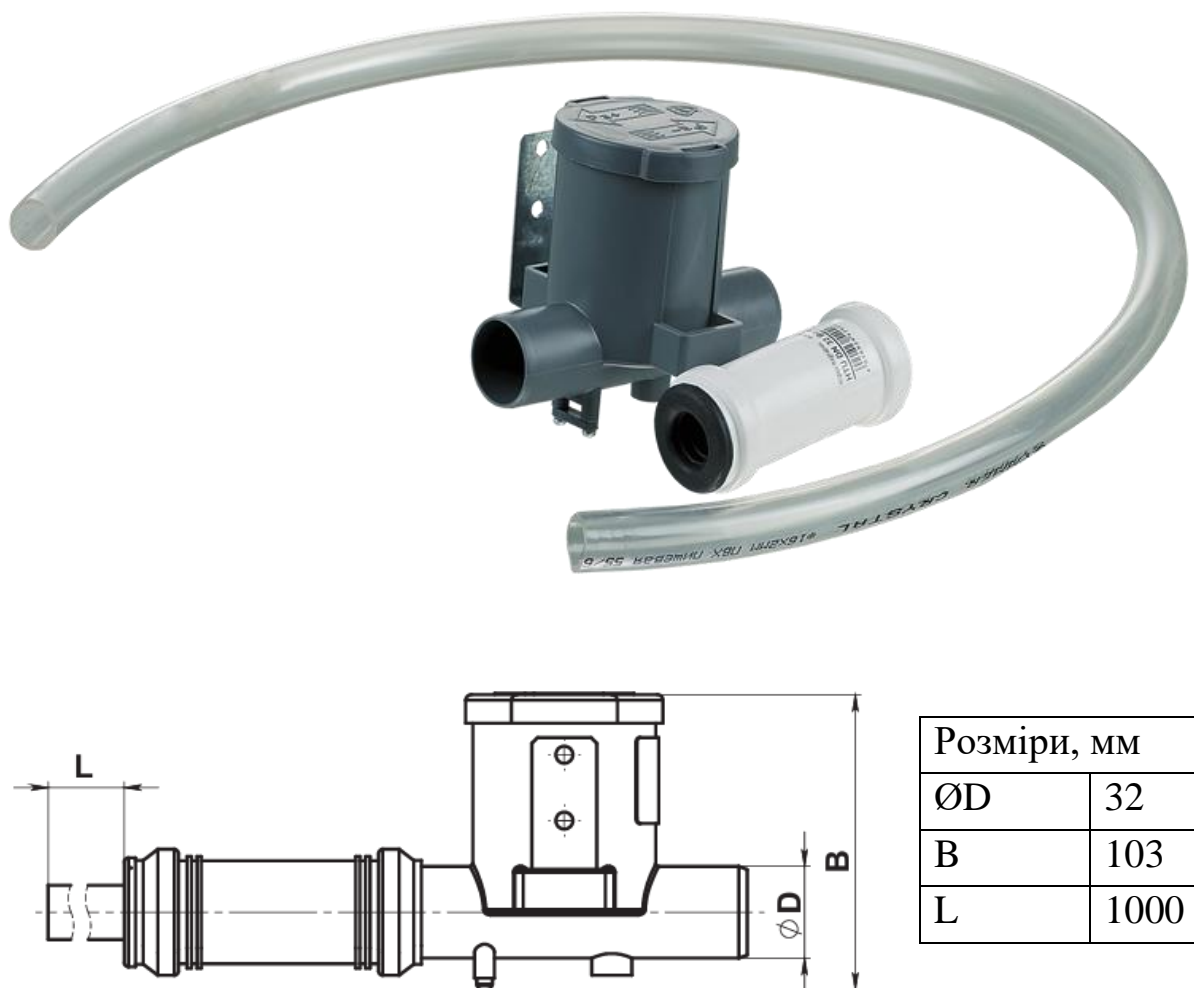


Рис. 2.11. Комплект під'єднання сифона

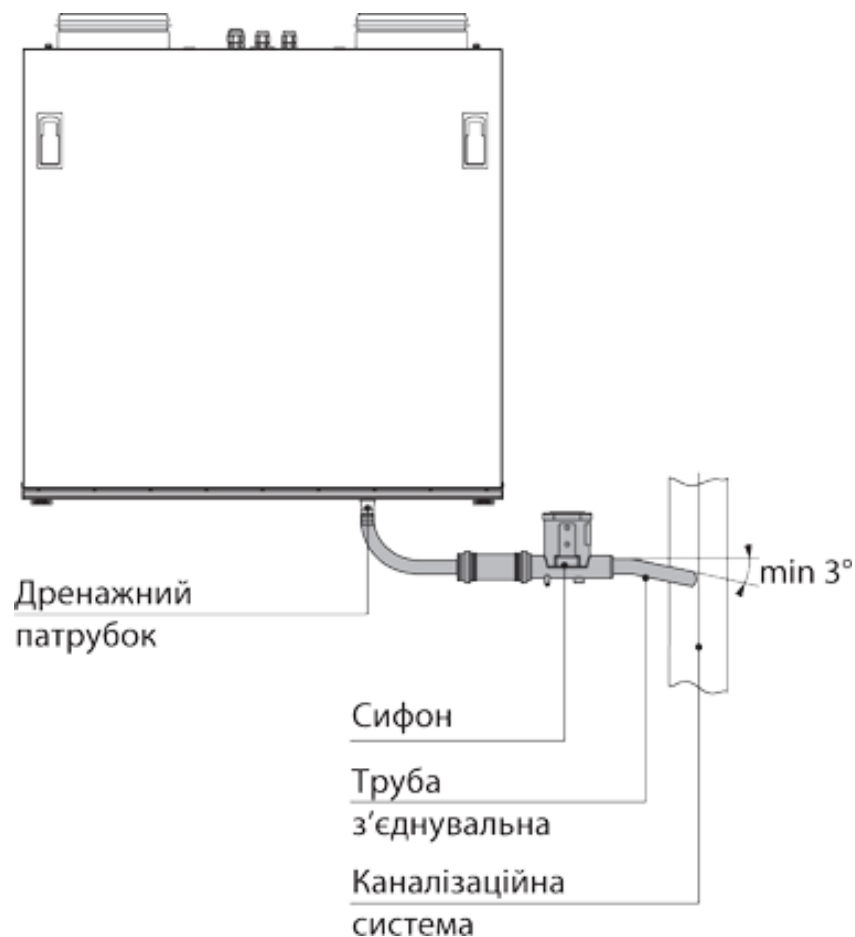


Рис. 2.12. Приклад відведення конденсату із застосуванням сифона

Дренажні труби прокладають вздовж стін у штрабах із ухилом 2‰ у бік приєднання до системи водовідведення. Існують випадки, коли дренажні траси є занадто довгими або на їх шляху знаходяться перепони різних типів (дверний або віконний отвір, балка, тощо) – то у такому випадку варто встановлювати дренажний насос. (рис. 2.13). Дренажний насос – це гідравлічна машина, призначена для відкачування та зливання конденсату від обладнання в системах вентиляції та кондиціонування..

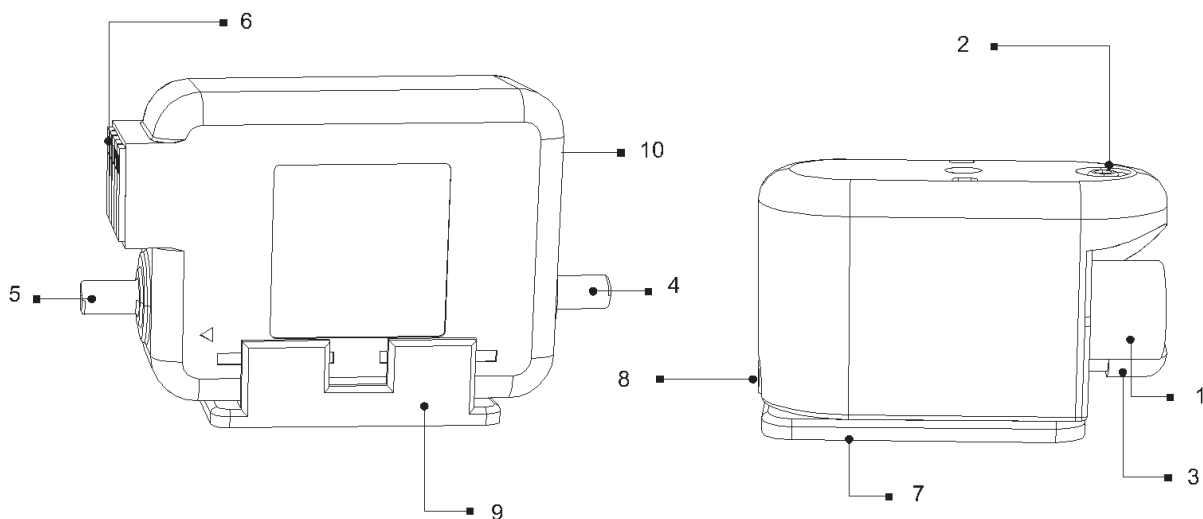


Рис. 2.13. Конструкція дренажного насоса:

1 – вхід для конденсату; 2 – штуцер для забору повітря для трубки Ø 4x6; 3 – штуцер для зливання конденсату; 4, 8 – штуцер для з'єднувальної трубки Ø 4x6; 5 – штуцер для трубки відведення конденсату; 6 – знімний клемник; 7 – пластина кріплення; 9 – фіксатор помпи; 10 – гніздо для знімного електрокабелю.

2.6 Фільтри

Фільтр – це пристрій для очищення повітря від завислих частинок. Фільтри класифікують за призначенням й ефективністю на фільтри загального призначення (фільтри грубого і тонкого очищення) та фільтри, які забезпечують спеціальні вимоги до чистоти повітря, в тому числі для чистих приміщень (фільтри високої ефективності і фільтри вельми високої ефективності). Європейською комісією зі стандартизації CEN фільтри грубого очищення (course dust filters) позначаються буквою G, фільтри тонкого очищення (fine dust filters) – буквою F, фільтри високої ефективності HEPA (High Efficiency Particulate Air) – буквою H і фільтри вельми високої ефективності ULPA (Ultra Low Penetration Air) – буквою U.

Кожна з перерахованих чотирьох груп, у свою чергу, ділиться на декілька класів згідно з визначеннями, які наведені у Європейських стандартах EN 779 і EN 1822 [16]. Клас фільтра – це характеристика ефективності фільтра, яка виражена умовним позначенням. Перша група фільтрів розділена на 4 класи від G1 до G4, друга – на 5 класів від F5 до F9, третя – на 5 класів від H10 до H14 і четверта – на 3 класи від U15 до U17. Класифікація повітряних фільтрів за різними стандартами, їх експлуатаційні характеристики і область використання наведені в табл. 3.5 [15].

Основними характеристиками фільтра є:

- номінальна продуктивність (номінальна витрата повітря) – продуктивність фільтра, при якій його характеристики визначаються виробником;
- аеродинамічний опір (перепад тиску на фільтрі) – різниця повних тисків до і після фільтру при визначеній продуктивності фільтра;
- початковий аеродинамічний опір – аеродинамічний опір незабрудненого фільтра при номінальній продуктивності;
- кінцевий аеродинамічний опір – аеродинамічний опір фільтра, при якому він підлягає заміні чи регенерації. Кінцевий аеродинамічний опір фільтра визначає його виробник.;

- пиломісткість – маса пилу, що зловлена фільтром і накопичена в ньому при досягненні значення кінцевого аеродинамічного опору;
- коефіцієнт прискоку (проникливість) – процентне відношення концентрації частинок після фільтру до концентрації частинок до фільтру;
- ефективність (ф. 2.4) – процентне відношення різниці концентрації частинок до і після фільтру до концентрації частинок до фільтру.

$$\eta = 100 \cdot (q_{\text{п}} - q_{\text{к}}) / q_{\text{п}}, \% \quad (2.4)$$

де $q_{\text{п}}$, $q_{\text{к}}$ – концентрації пилу в повітрі до і після фільтру відповідно, мг/м³.

Якщо в системі вентиляції встановлено декілька фільтрів, то їх сумарна ефективність може бути визначена за формулою:

$$\eta = 100 - (100 - \eta_1) \cdot (100 - \eta_2) \cdot \dots \cdot (100 - \eta_n), \quad (2.5)$$

де η_1 , η_2 , η_n – ступені очищення у першому, другому та n-му фільтрі відповідно, %.

Стандарт [16] рекомендує наступні значення кінцевого аеродинамічного опору: 250 Па – для фільтрів грубого очищення; 450 Па – для фільтрів тонкого очищення; 650 Па – для фільтрів високої і вельми високої ефективності. Європейські виробники фільтрів рекомендують міняти, чистити фільтри, коли перепад тиску на ньому виросте у два-три рази порівняно з початковим падінням тиску.

Для кожної групи фільтрів стандартами встановлені спеціальні методи випробувань, які призначені для визначення класу фільтра та інших характеристик на підприємстві-виробнику. Загальна класифікація повітряних фільтрів у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Класифікація фільтрів

Тип	Клас			Ефективність очищення, %				Експлуатаційна характеристика фільтрів (види уловлювальних аерозолей)	Рекомендація щодо використання
	DIN 24184	EN 779	EN 1822	ДСТУ 3186-95	EN 779	EN 779	EN 1822		
	DIN 24185			A*	A*	E*	O*		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Грубого очищення	EU 1	G 1	–	≤60	≤65	–	–	Крупний (>10 мкм) пил; іскри від сварки; цементний і волокнистий пил; жирові пари; пісок	Фільтр з низькими вимогами до чистоти повітря
	EU 2	G 2	–	60-70	65-80	<20	–	Дрібнозернистий пісок; кам'яновугільний пил; літаюча зола; текстильні волокна	При великій забрудненості повітря, при експлуатації компресорів, холодильних машин; фільтри попереднього очищення в установках ВП і КП.
	EU 4	G 4	–	80-90	90-95	35-45	–	Молочний порошок; возгони оксиду цинку; масляний аерозоль; туман; дрібний пил (>5 мкм)	
	EU 4	G 4	–	80-90	90-95	35-45	–	Молочний порошок; возгони оксиду цинку; масляний аерозоль; туман; дрібний пил	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тонкого очищення	EU 5	F5	–	90-95	–	45-60	<20	Пил барвників; силікозонебезпечні пили; конденсаційний пил кислот; лужні тумани	Очищення циклового повітря газотурбінних агрегатів; фільтри другого ступеня очищення (доочищення); для лікарняних палат, адміністративних будинків, готелів, виробництва продуктів харчування, ліків, м'ясо-молочної промисловості
	EU 6	F6	–	95-97	–	60-80	30	Бактерії; природний туман; смоляний туман; аерозолі хімічних барвників; пил при шліфовці	
	EU 7	F7	–	97-98	–	80-90	45	Пил від вагонок; літаюча зола; возгони заліза; борошняний пил	
	EU 8	F8	–	98-99	–	90-95	60	Масляний туман; звичайний атмосферний пил; агретований цинковий пил; порошкова фарба (полімерна)	
	EU 9	F9	–	99,8	–	95-98	75	Зварювальний дим; аерозолі при спаюванні; мілкий атмосферний пил; возгони мартенівських печей	

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Високоєфективне (HEPA)	–	–	H10	–	–	–	85	Дим сірчаних сполук; квітковий пігмент; нафтовий гар; оксиди свинцю; рідкі аерозолі; радіонукліди; тютюновий дим; лужні тумани	Багатоступінчате очищення повітря в якості «фінішних» фільтрів: для вирішення проблем сангігієни і мікроклімату для систем вентиляції в формації, операційних, АЕС, бродильних і т. д.
	–	–	H11	–	–	–	95		
	–	–	H12	–	–	–	99,5		
	–	–	H13	–	–	–	99,95		
	–	–	H14	–	–	–	99,995		
Дуже високе (ULPA)	–	–	U15	–	–	–	99,9995	Віруси, дими: всі види атмосферного пилу	Фільтри для кінцевого очищення повітря в приміщеннях з найвищими вимогами до чистоти повітря
	–	–	U16	–	–	–	99,99995		
	–	–	U17	–	–	–	99,999995		

*Методики випробування: А – на синтетичному (штучному) пилу з медіанним розміром частин – 5 мкм; Е – на атмосферному пилу з медіанним розміром частинок – 1-3 мкм; О – на найбільш проникливих частинках, або масляному тумані – 0,3 мкм.

При проєктуванні вентиляції громадських і житлових будівель у промислових зонах та населених пунктах навколо гірничо-видобувної промисловості варто враховувати наявність промислового пилу у зовнішньому повітрі, що потребує використання фільтрів відповідного класу (згідно Табл. 2.3) у системах вентиляції та кондиціонування повітря.

Для чистих приміщень також застосовують спеціальні **HEPA-бокси** (рис. 2.14). Високоєфективне очищення в таких системах відбувається безпосередньо перед подачею повітря у приміщення а не у самій установці.

Особливості даного виду фільтрів:

- Рівномірний розподіл повітряного потоку через фільтрувальну вставку;
- Компактний дизайн;
- Висока експлуатаційна безпека;
- трубка для подачі тестового аерозолю (перевірка концентрації);
- корпус для HEPA фільтрів класів E11 до H14, оснащений сухим (зі спіненим пінополіуретаном, плоским і U-подібним профілем).



Рис. 2.14. Бокс із HEPA фільтром

За конструктивними особливостями фільтри поділяються на сухі (кишенькові та коміркові, рис. 2.15), електростатичні, ультрафіолетові та гідро фільтри.

Кишеньковий фільтр – це повітряний фільтр з нерухомо вмонтованим фільтрувальним матеріалом у формі глибоких кишень [1, с.13-14].

Комірковий фільтр – повітряний фільтр, фільтрувальним елементом якого є одна чи декілька змінних комірок, з фільтрувальним матеріалом нерухомо закріплених в установчій рамі [1, с.14].



Рис. 2.15. Кишеньковий та комірковий фільтри

Для кухонь, кондитерських та гарячих цехів закладів харчування варто застосовувати електростатичні (рис. 2.16) або ультрафіолетові (рис. 2.,17) фільтри для боротьби з жиром, масляними випаровуванням, кіптяви та диму. Гідрофільтри (рис. 2.18) застосовуються у випадку використання обладнання з відкритим вогнем, наприклад, печей і грилів.

Електростатичний фільтр – повітряний фільтр, функціональним елементом якого є діелектричний фільтрувальний матеріал, розміщений у електростатичному полі [1, с.15].

Принцип роботи електростатичного фільтра. Повітря подається зовнішнім вентилятором через алюмінієвий сітчастий перед-фільтр, який затримує великі забруднюючі частки. Далі повітря подається в основний фільтр, де створюється сильне електричне поле. У іонізуючій

секції фільтра частки набувають електричного заряду. Заряджені частки потрапляють в збиральну (колекторну) секцію фільтра, яка складається з ряду паралельних пластин. Ці пластини притягують і збирають частки розміром до 0,01 мікрона. Після цього повітря виходить очищеним. Теплота такого повітря може бути енергоефективно використана в утилізаторах з проміжним теплоносієм.



Рис. 2.16. Електростатичний фільтр

Ультрафіолетовий фільтр (рис. 2.17) – це модуль, який оснащений УФ-С+Оз (Ультрафіолет + Озон) лампами з високою потужністю для боротьби з жирами та запахами у повітрі вентиляційних витяжних систем. Рама такого модуля виготовляється із нержавіючої сталі, конструкція модуля є водонепроникною, стійкою до температур 45-50 °С, жирів та олій. Його встановлюють після фільтра грубого очищення та жируловлювача у каналі місцевих витяжних систем від кухонного обладнання (Додаток А).

Окрім закладів харчування, ультрафіолетові фільтри знайшли своє застосування у медичних закладах та лабораторіях, оскільки

ультрафіолетове випромінювання виконує функцію знезараження повітря та вбиває ряд бактерій і вірусів.

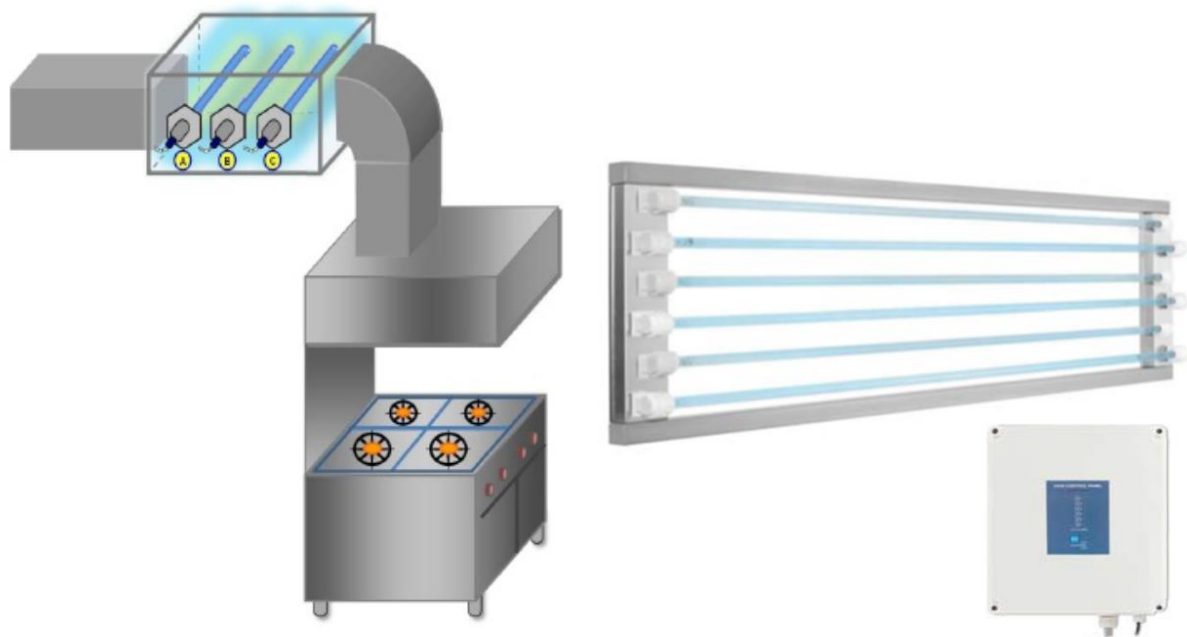


Рис. 2.17. Ультрафіолетовий фільтр

Гідрофільтр – вискоєфективний водяний насадний фільтр із системою замкнутої циркуляції охолоджуючої води в контурі високого тиску (рис. 2.18), що виконує функцію іскрогасіння, охолоджує та очищує повітря від полум'я, сажі, дьогтю, жиру, запаху і диму.

Основне завдання гідрофільтра – максимально ефективно виключити загоряння та подальші пожежі в системах витяжних повітроводів підприємств громадського харчування, запобігти зайвій задимленості, закопченості, відкладенню жиру на стінках повітроводів. Вологе очищення та охолодження повітря проводиться за допомогою водяної завіси, а у фільтрах відбувається механічне очищення (рис. 2.19).



Рис. 2.18. Гідрофільтр «SIGOV» [17]

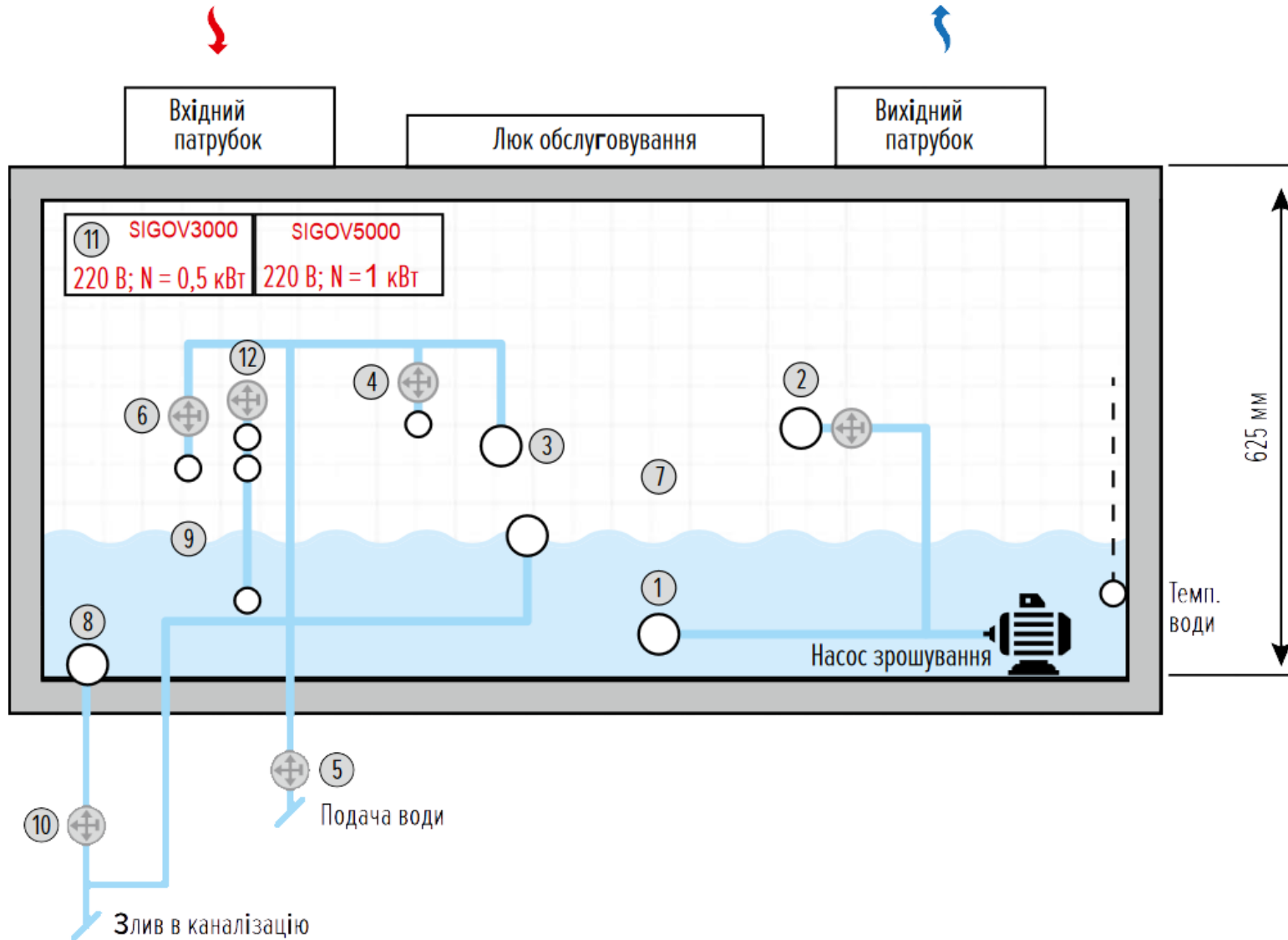


Рис. 2.19. Принципова схема роботи гідрофільтра «SIGOV» [17]

Експлікація до рис. 2.19:

- 1 – всмоктуючий патрубок насосу;
- 2 – нагнітаючий патрубок;
- 3 – клапан заповнення системи з поплавковим механізмом;
- 4 – кран із примусовим підживленням системи (аварійне охолодження);
- 5 – кран під'єднання ХВП;
- 6 – клапан соленоїдний охолодження;
- 7 – верхній перелив;
- 8 – нижній злив;
- 9 – візуальний рівень;
- 10 – кран промивки;
- 11 – щит автоматики;
- 12 – кран-злив без пінного миючого засобу.

2.7 Клапани

1. Повітряний клапан – це пристрій, який забезпечує регулювання витрати повітря (рис. 2.20, рис. 2.21) [1, с.21]. Вони бувають з ручним та автоматичним регулюванням. Автоматичне регулювання витрати повітря забезпечується за рахунок встановлення електроприводів (рис. 2.22).

1.1. Повітряна заслінка – пристрій, який змінює площу перерізу і регулює витрату повітря, що проходить через нього (рис. 2.20). Заслінки бувають поворотними та такими, що переміщуються перпендикулярно до потоку повітря [1, с.23].

1.2. Дросель-клапан – це пристрій для перекриття повітроводу, який має поворотний елемент, відповідний до перерізу повітроводу (рис. 2.21) [1, с.23].

2. Зворотній клапан – це клапан призначений для перекриття повітряного потоку в круглих та прямокутних повітропроводах та запобігання рухові повітря у зворотному напрямку при вимкненому вентиляторі (рис. 2.23). Пластина клапана відкривається тиском, який створюється потоком повітря.



Рис. 2.20. Повітряні клапани



Рис. 2.21. Дросель-клапан з гумовим ущільнювачем

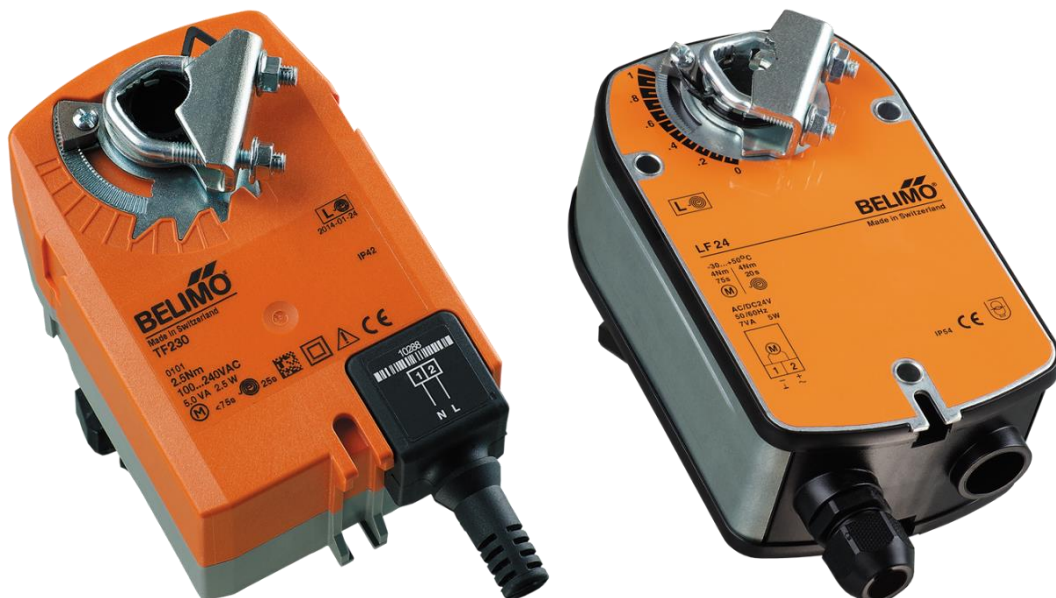


Рис. 2.22. Приводи повітряних клапанів (заслінок)

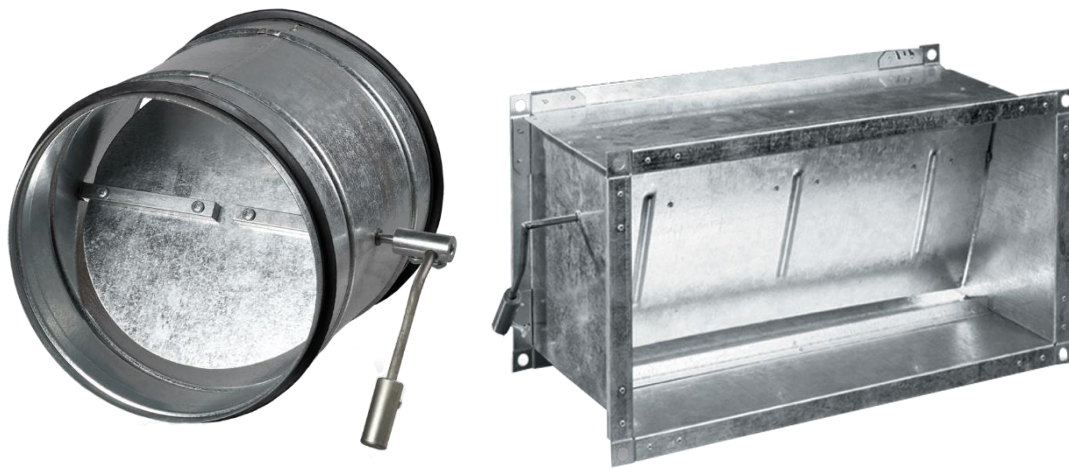


Рис. 2.23. Клапан зворотній гравітаційний

2.8 Гнучкі вставки

Гнучкі вставки призначені для уникнення передавання вібрації від вентиляторів або вентиляційних установок до повітропроводу, а також для часткової компенсації температурної деформації у трасі повітропроводу. Гнучкі вставки являють собою два фланці, з'єднані між собою віброізолювальним матеріалом. Гнучкі вставки бувають круглого та прямокутного перерізів (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Гнучкі вставки прямокутного та круглого перерізів

2.9 Мережа повітропроводів

Повітроводи бувають круглого та прямокутного перерізів, пластиковими та металевими. Мережа повітропроводів складається з

прямих ділянок повітроводів та фасонних елементів (рис. 2.25). Рекомендують компонувати мережу повітроводів з уніфікованих стандартних деталей та вузлів відгалужень.

Експлікація елементів на рис. 2.5:

1. Прямі ділянки (круглого і прямокутного перерізів);
2. Відвід круглого перерізу 90° С;
3. Відвід прямокутного перерізу 90° С;
4. Перехід з прямокутного перерізу на круглий;
5. Перехід з прямокутного перерізу на прямокутний односторонній;
6. Перехід з круглого перерізу на круглий односторонній;
7. Ніпель внутрішній;
8. Муфта;
9. Врізка-сідло;
10. Заглушка;
11. Трійник круглий;
12. Хрестовина;
13. Врізка круглого перерізу;
14. Трійник прямокутного перерізу;
15. Гусак прямокутного перерізу;
16. Врізка;
17. Заглушка прямокутного перерізу;
18. Перехід з прямокутного перерізу на круглий;
19. Перехід центральний з круглого перерізу на круглий.

Повітроводи круглого перетину

Круглий перетин – це оптимальна форма повітроводу з найменшим периметром перерізом за даної його площі. Аеродинамічний опір повітряному потоку є мінімальним і, відповідно, має місце мінімальний рівень шуму. Круглі повітроводи особливо вигідно використовувати при створенні протяжних вентиляційних магістралей. Широко застосовуються у житлових, громадських та промислових об'єктах при монтажі повітророзподільної мережі системи вентиляції.

Види круглих повітроводів: прямошовні і спірально-навивні.

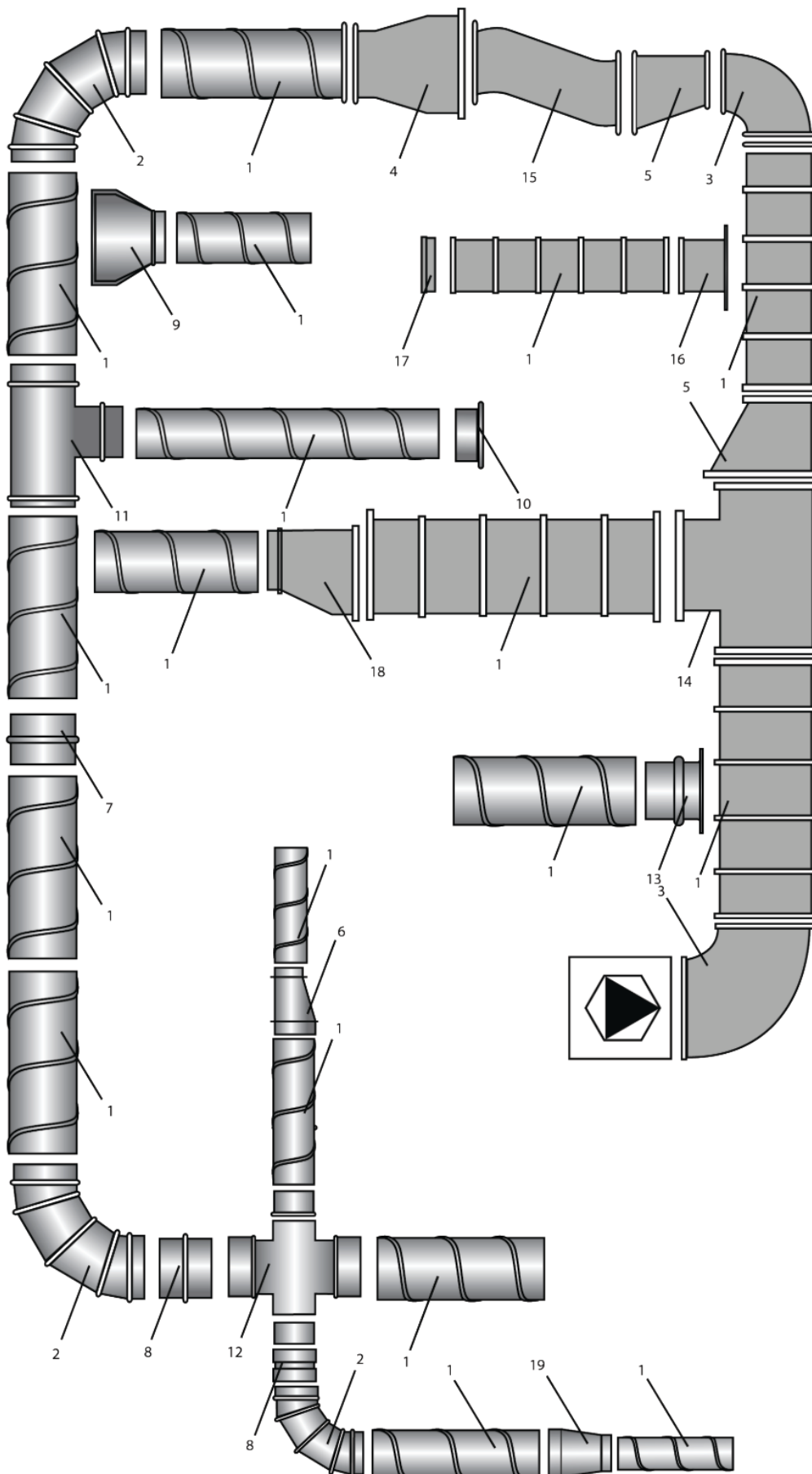


Рис. 2.25. Монтажна схема мережі повітроводів

Стандартні розміри круглих повітроводів

Стандартний діаметр повітровода	Товщина металу
100	0,5
125	
150 або 160	
200	
250	
280	0,6
315	
355	
400	
450	
500	
560	
630	0,7
710	
800	
900	
1000	1,0
1250	
1400	
1600	1,2

Переваги:

- Гарна герметичність;
- Висока міцність (круглі повітроводи добре тримають форму при впливі зовнішніх навантажень та при різких перепадах тиску);
- Висока економія електроенергії завдяки низькій втраті тиску у вентиляційній системі;
- Мінімальна кількість кріплення (вимагає менше матеріалу для ущільнення);
- Легка вага та невеликі габарити (монтаж можна здійснювати силами двох працівників);

- Високі терміни експлуатації;
- Економія на купівлі матеріалів для теплової та протипожежної ізоляції за рахунок менших розмірів повітроводу та менших периметрів круглого перерізу.













	- Пряма ділянка		- Дросель-клапан
	- Відвід 90°		- Зонт покрівельний
	- Трійник		- Зворотній клапан
	- Перехід центральний		- Глушник шуму
	- Перехід односторонній		- Трійник Y-подібний
	- Утка		- Ніпель
	- Заглушка		- Муфта
	- Врізка		- Врізка-седло
	- Відвід 15°-60°		
	- Хрестовина		

Рис. 2.26. Умовні позначення на схемах елементів круглих повітроводів

Повітроводи прямокутного перетину

Прямокутний перетин – оптимальний варіант при обмеженій висоті або ширині місця для прокладання мережі повітроводів. Вони легко встановлюються у запідвісному просторі відносно невеликої висоти або глибини, що дозволяє зберегти максимально можливу висоту приміщення або прокласти повітроводи у вузьких шахтах.

Таблиця 2.5

Стандартні розміри прямокутних повітроводів

Стандартний діаметр повітровода	Товщина металу
100x100, 150x100, 150x150, 200x100, 200x150, 200x200, 250x100, 250x150, 250x200, 250x250	0,5
300x100, 300x150, 300x200, 300x250, 300x300, 350x150, 350x200, 350x250, 350x300, 350x350, 400x150, 400x200, 400x250, 400x300, 400x350, 400x400, 450x150, 450x200, 450x250, 450x300, 450x350, 450x400, 450x450, 500x200, 500x250, 500x300, 500x350, 500x400, 500x450, 500x500, 550x200, 550x250, 550x300, 550x350, 550x400, 550x450, 550x500, 550x550, 600x200, 600x250, 600x300, 600x350, 600x400, 600x450, 600x500, 600x550, 600x600, 650x250, 650x300, 650x350, 650x400, 650x450, 650x500, 650x550, 650x600, 650x650, 700x250, 700x300, 700x350, 700x400, 700x450, 700x500, 700x550, 700x600, 700x650, 700x700, 800x300, 800x350, 800x400, 800x450, 800x500, 800x550, 800x600, 800x650, 800x700, 800x750, 800x800, 850x300, 850x350, 850x400, 850x450, 850x500, 850x550, 850x600, 850x650, 850x700, 850x750, 850x800, 850x850, 900x300, 900x350, 900x400, 900x450, 900x500, 900x550, 900x600, 900x650, 900x700, 900x750, 900x800, 900x850, 900x900, 1000x350, 1000x400, 1000x450, 1000x500, 1000x550, 1000x600, 1000x650, 1000x700, 1000x750, 1000x800, 1000x850, 1000x900, 1000x950, 1000x1000	0,7
Більша сторона від 1250 мм до 2000 мм	0,9

Застосування:

- будинки громадського призначення;
- будівлі промислового призначення;
- житлові приміщення.

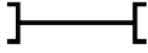



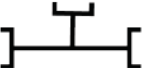

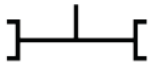







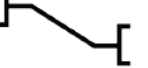
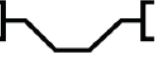





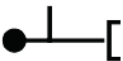
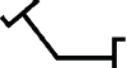
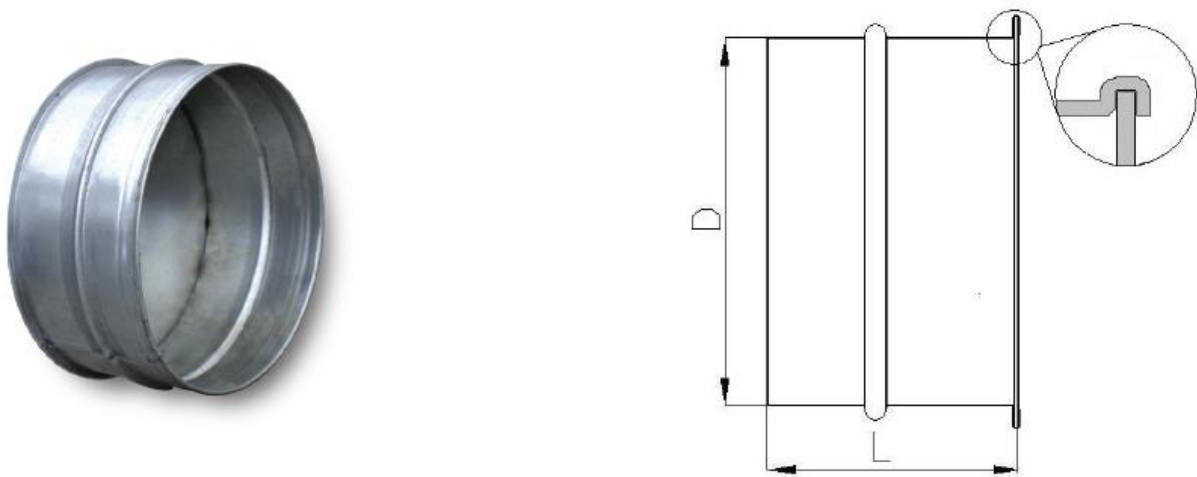
	- Повітровід		- Дросель-клапан
	- Відвід 90°		- Зонт
	- Врізка прямокутного перерізу		- Хрестовина з прямокутними врізками
	- Врізка круглого перерізу		- Хрестовина з круглими врізками
	- Перехід рівносторонній		- Хрестовина з прямокутними та круглими врізками
	- Перехід односторонній		- Гравітаційний клапан
	- Перекрутка		- Шумоглушник
	- Утка		- Подвійна утка
	- Заглушка		- Фланець
	- Врізка		- Трійник "Штани"
	- Трійник "Орел"		- Трійник заглушений
	- Відвід 45°		

Рис. 2.27. Умовні позначення на схемах елементів прямокутних повітроводів

Заглушки

Заглушка використовується для перекриття вентиляційного каналу в кінці гілки, щоб повітря не витікало та не затікало у неї. Заглушки також встановлюють тимчасово, якщо не закінчено монтування повітроводів для захисту від проникнення небажаних елементів та пилу. Таким чином, заглушка підвищує безпеку функціонування систем вентиляції та запобігає забрудненню ще не до кінця змонтованих її повітроводів.

Монтаж заглушок можливий на внутрішніх та зовнішніх повітроводах, що проходять фасадом будівлі.



Заглушка, D, мм	Довжина, L, мм
до 630 мм	100
більше 630	150

Рис. 2.28. Заглушка круглого перерізу

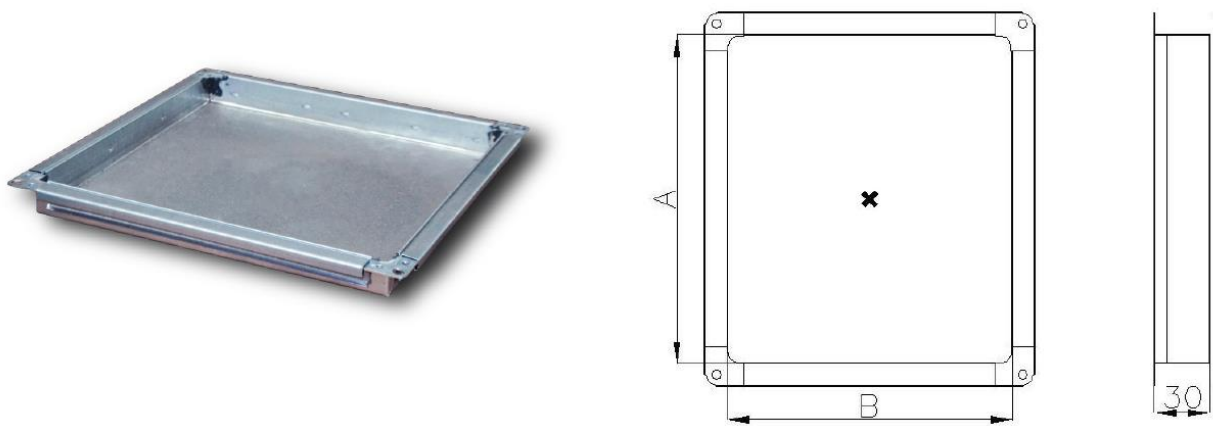


Рис. 2.29. Заглушка прямокутного перерізу

Врізка

Врізка – це аналог трійника, але на відміну від останнього вона займає менше місця та має меншу металоємність. Бувають врізки прямі (рис. 40, рис. 41) та врізки сідла (рис. 42).

Врізка-сідло використовується для приєднання повітроводу круглого перерізу до аналогічного повітроводу. Застосовується врізка-сідло в системах вентиляції та монтується у приміщеннях виробничо-складського чи офісного призначення.

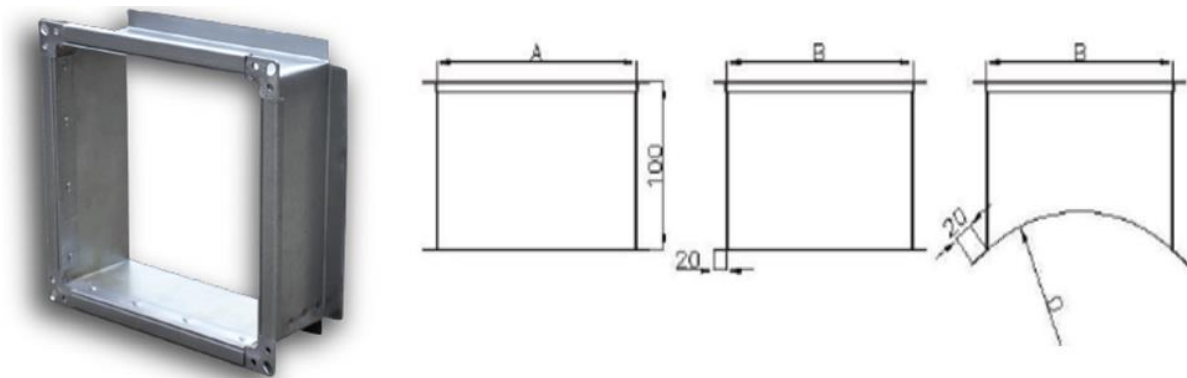


Рис. 2.30. Врізка пряма прямокутного перерізу



Врізка, D, мм	Довжина, L, мм
до 630 мм	100
більше 630	150

Рис. 2.31. Врізка пряма круглого перерізу

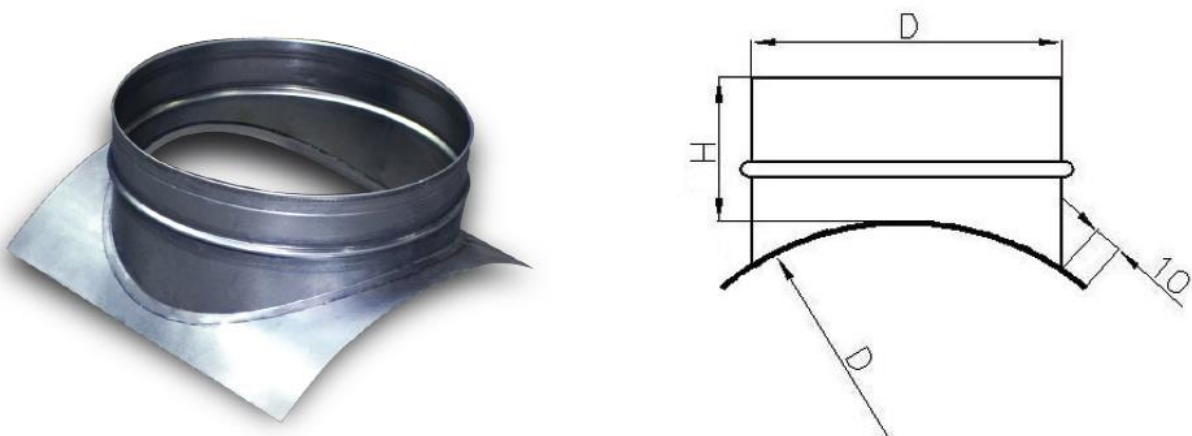


Рис. 2.32. Врізка-сідло круглого перерізу

Трійник

Трійник призначений для розгалуження лінії повітроводів одного потоку повітря на два або для об'єднання двох потоків в один.

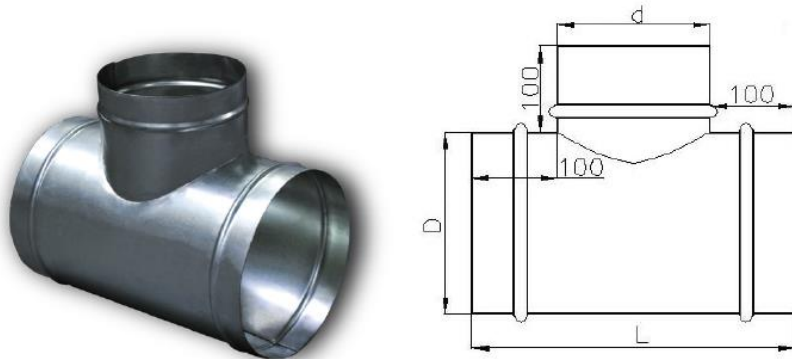


Рис. 2.33. Трійник прямий круглого перерізу



Рис. 2.34. Трійник під кутом 45°

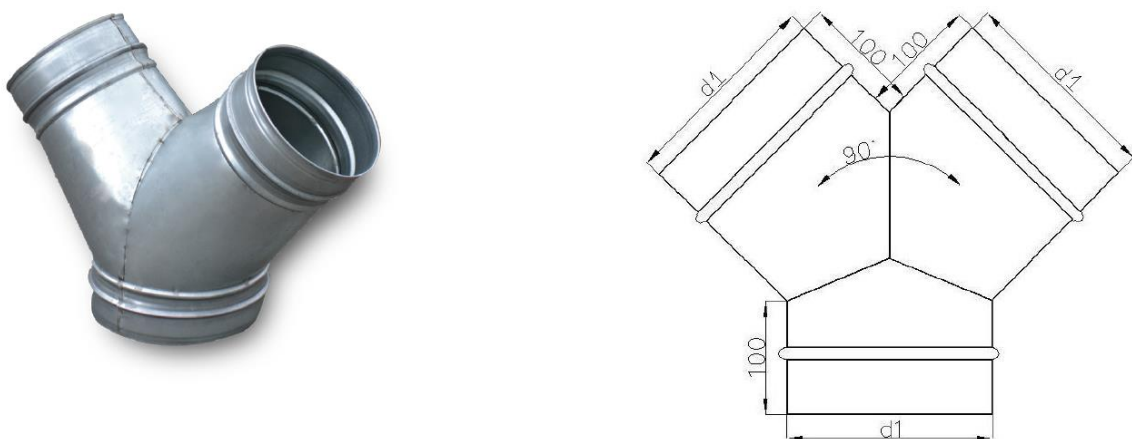


Рис. 2.35. Трійник Y-подібний з рівними діаметрами відгалужень

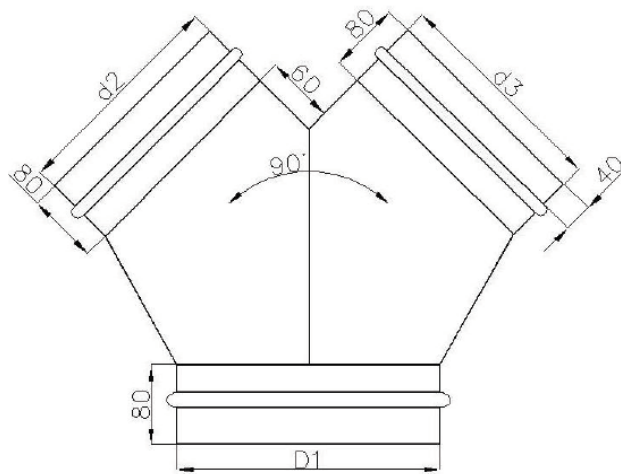


Рис. 2.36. Трійник Y-подібний з різними діаметрами відгалуджень

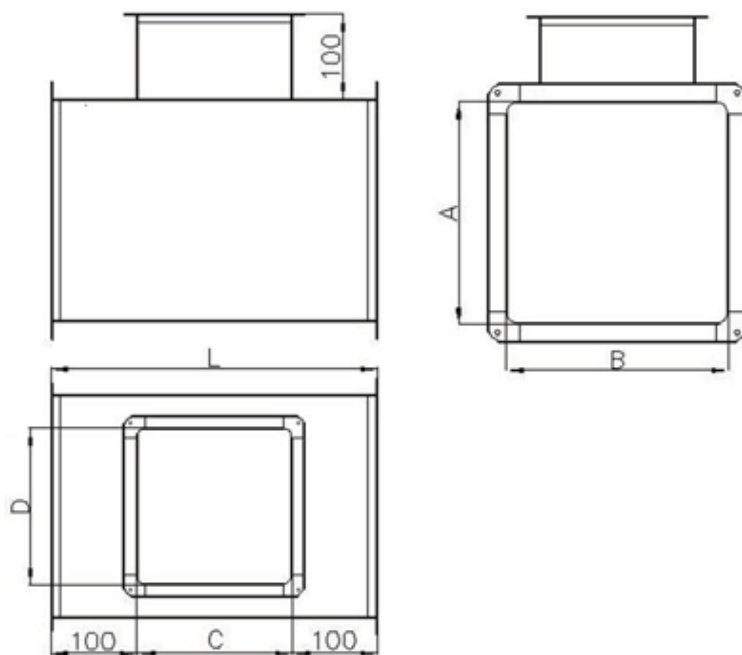


Рис. 2.37. Трійник прямий прямокутного перерізу

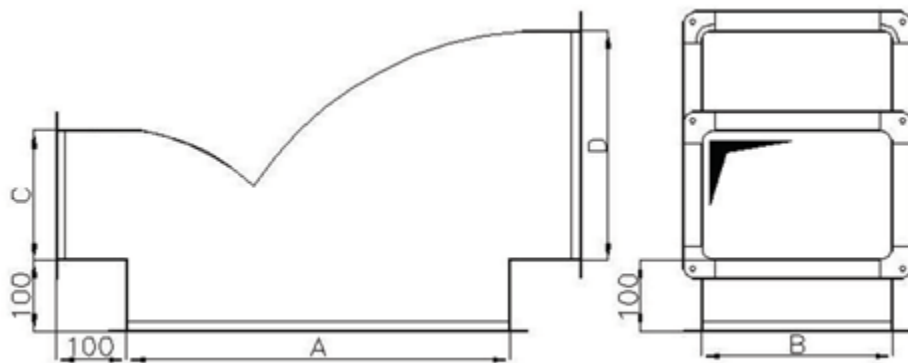


Рис. 2.38. Трійник типу «Орел»

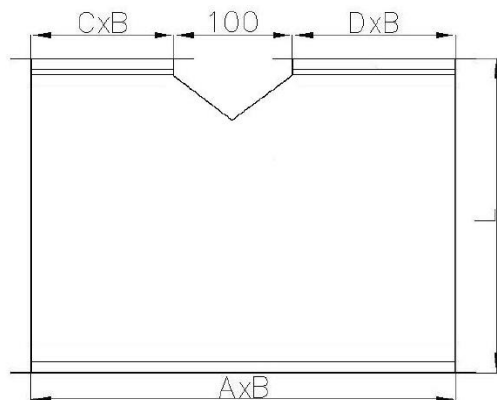


Рис. 2.39. Трійник типу «Штани»

Хрестовина

Хрестовина – фасонний виріб для розгалуження потоку у трьох напрямках або об'єднання трьох гілок системи вентиляції.

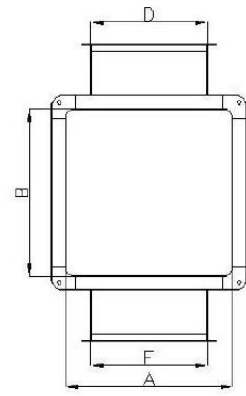
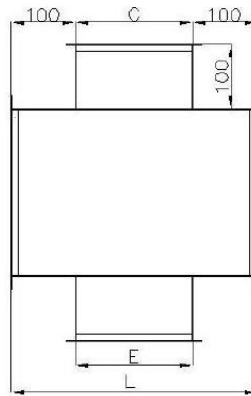


Рис. 2.40. Хрестовина пряма прямокутного перерізу

Відводи 90°, 45°, 30°

Сегментний відвід круглого перерізу призначений для плавного перенаправлення потоку повітря.

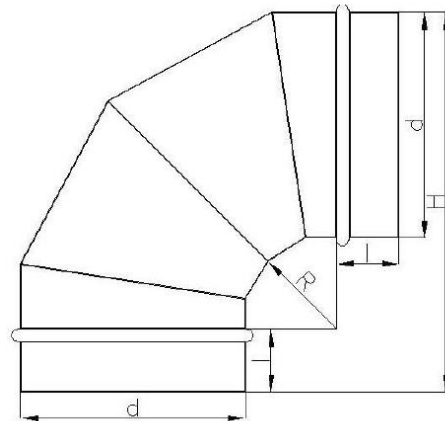


Рис. 2.41. Відвід 90° сегментний круглого перерізу

Діаметр d, мм	R, мм	H, мм	L, мм
100	65	205	40
125	100	275	50
150	110	310	50
160	115	325	50
200	120	370	50
250	130	430	50
280	140	470	50

315	160	525	50
355	180	585	50
400	190	640	50
450	200	700	50
500	210	760	50
560	220	830	50
630	230	910	50
710	250	1030	70
800	260	1130	70
900	280	1250	70
1000	290	1360	70
1100	320	1490	70
1250	380	1700	70

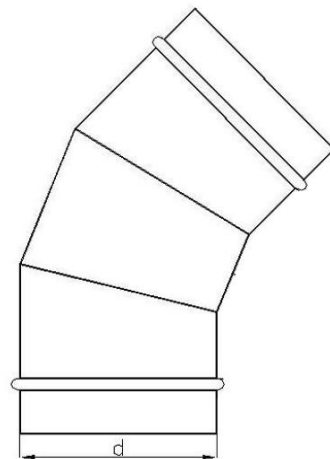


Рис. 2.42. Відвід 60°, 45° сегментний круглого перерізу

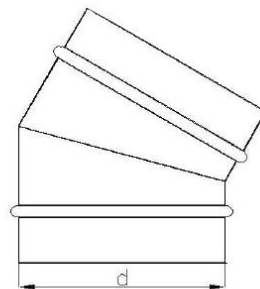


Рис. 2.43. Відвід 30°, 15° сегментний круглого перерізу

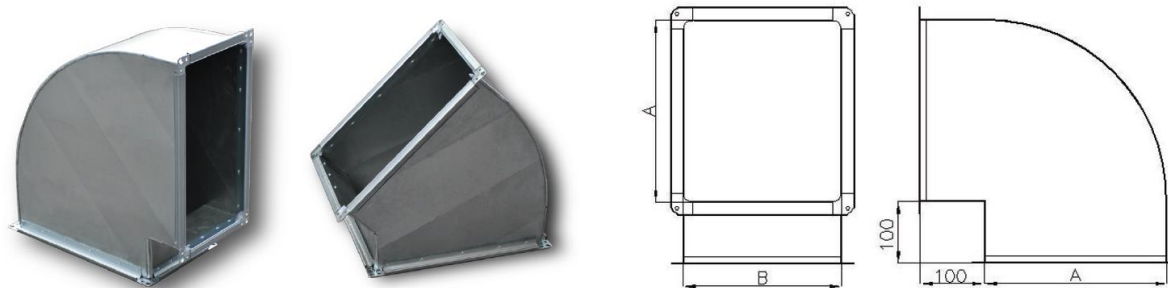


Рис. 2.44. Відвід 90° прямокутного перерізу

Відвід 60°, 45°		Відвід 30°, 15°	
Діаметр d, мм	R, мм	Діаметр d, мм	R, мм
100	70	100	70
125	130	125	100
150	150	150	100
160	160	160	100
200	190	200	100
250	220	250	100
280	230	280	100
315	250	315	100
355	260	355	100
400	280	400	100
450	290	450	100
500	300	500	100
560	305	560	100
630	310	630	100
710	335	710	150
800	350	800	150
900	360	900	150
1000	380	1000	150
1100	380	1100	150
1250	380	1250	150

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 2264-93. Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції. Терміни та визначення. [Чинний від 1995-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 1994. – 48 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинні від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 149 с.
3. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинні від 2019-01-12]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 39 с.
4. Мілейковський В. О. Вентиляція індивідуального житлового будинку: навч. посібник / В. О. Мілейковський, Л. М. Котелков. – Дніпро: «Середняк Т. К.», 2018. – 156 с.
5. Моделювання ефективності теплоутилізації регенеративного провітрювача за різними підходами / Д.І. Вакуленко [та ін.] // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2022. – №41. – с. 32-38. DOI: <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2022.41.32-38>.
6. Офіційний центр продажів Prana в Україні [Електронний ресурс] / Рекуператори – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://prana.com.ua/ua/>. / (дата звернення: 09.01.2024). – Назва з екрана.
7. Офіційний сайт децентралізованої системи вентиляції freeAir 100. bluMartin [Електронний ресурс] / Рекуператори – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://blumartin.de/wohnraumluftung-freeair-dezentral-mit-waermerueckgewinnung/>. / (дата звернення: 09.01.2024). – Назва з екрана.
8. Офіційний сайт компанії Вентс [Електронний ресурс] / Серія Вентс ТвінФреш Стайл – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://vents.ua/series/twinfresh-style/>. / (дата звернення: 09.01.2024). – Назва з екрана.
9. Офіційний сайт компанії Вентс [Електронний ресурс] / Серія Вентс Уні Макс – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://vents.ua/series/uni-max/>. / (дата звернення: 09.01.2024). – Назва з екрана.
10. ДБН В.2.2-16:2019 Культурно-видовищні та дозвілльві заклади. [Чинні від 2019-11-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 93 с.

11. ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). [Чинні від 2010-09-01]. – К.: Мінрегіон України, 2009.- 83 с.
12. ДБН В.2.2-13-2003 Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Зі Зміною № 1. [Чинні від 2010-07-15]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 102 с.
13. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. [Чинні від 2018-09-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 57 с.
14. ДБН В.2.2-23:2009 Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. Зі Зміною № 1. [Чинні від 2019-08-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 60 с.
15. Щесюк О. В. Медична кондиціонуюча техніка: навч. посіб. / О. В. Щесюк, Ю. Г. Щербак; ЧДУ ім. Петра Могили. – Миколаїв: Видавництво ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. – 123 с.
16. ДСТУ 3186-95 (ГОСТ 30342-96). Системи вентиляційні. Методи випробувань повітряних фільтрів. [Чинний від 1997- 08-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 58 с.
17. Офіційний сайт компанії SIGOV [Електронний ресурс] / Гідрофільтр SIGOV – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://sigov.com.ua/gidro/index.html>. / (дата звернення: 09.01.2024). – Назва з екрана.

ДОДАТОК А ПРИКЛАД УЛАШТУВАННЯ МІСЦЕВОЇ ВИТЯЖНОЇ СИСТЕМИ З УФ-ФІЛЬТРАМИ

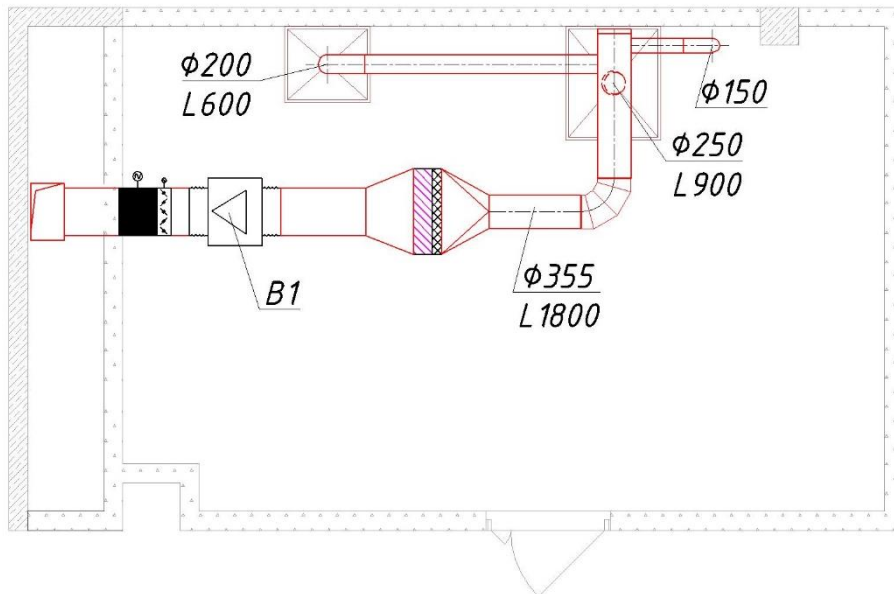


Рис. А1. Фрагмент плану поверху.
Місцева витяжна система з УФ-фільтрами

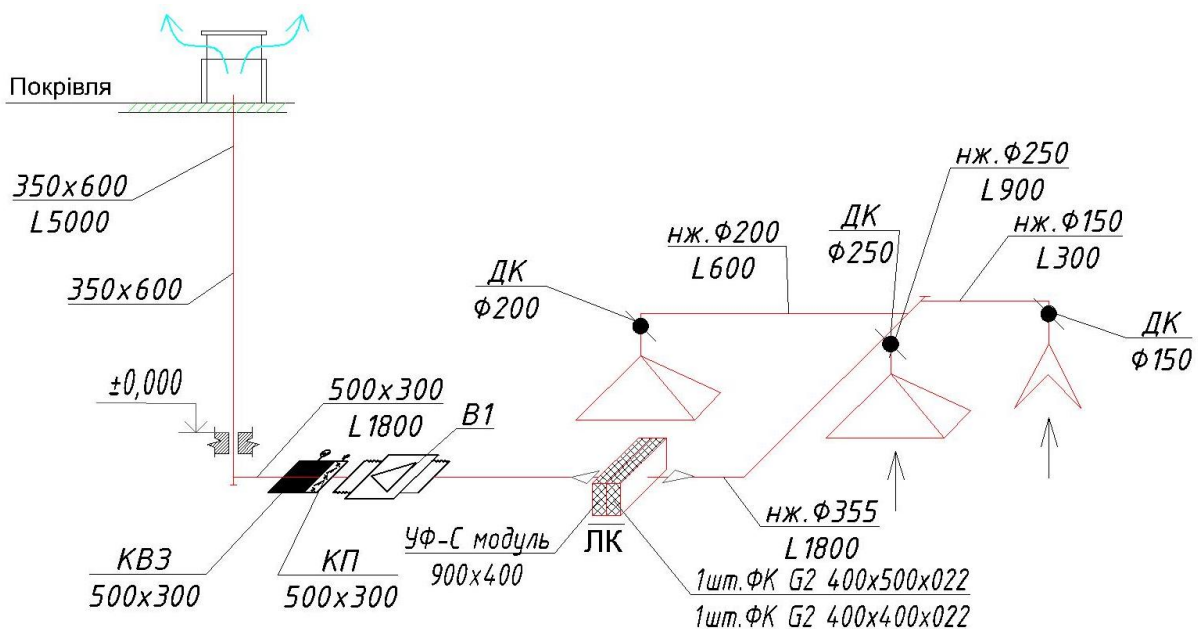


Рис. А2. Аксонометрична схема
місцевої витяжної системи з УФ-фільтрами

Навчально-методичне видання

ПІДБІР І РОЗМІЩЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ЖИТЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Методичні вказівки

до до практичних занять, курсового проєктування, виконання
атестаційних випускних робіт для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Укладачі: **ВАКУЛЕНКО** Дар'я Ігорівна

Комп'ютерне верстання *Д.І. Вакуленко*