

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРООБМІНУ В БУДІВЛЯХ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто принципи організації вентиляції в будівлях різного призначення з урахуванням вимог до повітряного режиму, мікроклімату та санітарно-гігієнічної безпеки. Проаналізовано вплив конструктивного виконання припливних і витяжних пристроїв на формування параметрів повітря у приміщенні та загальну ефективність повітрообміну. Наведено ключові положення вибору схем подачі та видалення повітря залежно від характеру шкідливих виділень, теплових надлишків, геометрії приміщень та призначення будівель. Особливу увагу приділено відмінностям у вентиляції житлових, громадських та промислових будівель, зокрема вибору раціональних схем розташування повітророзподільних пристроїв та умов їх ефективної експлуатації. Представлено основні конструктивні елементи припливних і витяжних систем та вимоги до їхнього розміщення, що забезпечують надійність, безпеку та стабільність роботи вентиляційних установок.

Ключові слова: вентиляція, повітрообмін, повітророзподіл, мікроклімат, припливна система, витяжна система, промислові будівлі, громадські будівлі, повітропроводи, вентиляційне обладнання.

Abstract

The paper considers the principles of organizing ventilation in buildings for various purposes, taking into account the requirements for air conditions, microclimate and sanitary and hygienic safety. The influence of the design of supply and exhaust devices on the formation of indoor air parameters and the overall efficiency of air exchange is analyzed. The key provisions for choosing air supply and exhaust schemes are given, depending on the nature of harmful emissions, heat surpluses, the geometry of the premises and the purpose of the buildings. Particular attention is paid to the differences in the ventilation of residential, public and industrial buildings, in particular the choice of rational schemes for the location of air distribution devices and the conditions for their effective operation. The main structural elements of supply and exhaust systems and requirements for their placement are presented, ensuring the reliability, safety and stability of the operation of ventilation units.

Keywords: ventilation, air exchange, air distribution, microclimate, supply system, exhaust system, industrial buildings, public buildings, air ducts, ventilation equipment.

Вступ

Ефективність вентиляції приміщення великою мірою залежить від правильного вибору та розташування пристроїв для подачі та видалення повітря. Насамперед розподіл параметрів повітря обсягом приміщення визначається конструктивним рішенням припливних пристроїв. Вплив витяжних пристроїв на швидкість руху та температуру повітря в приміщенні зазвичай незначний. У той же час, загальна ефективність вентиляції залежить від правильної організації витяжки повітря з приміщення.

Основні засади організації вентиляції [1]:

- 1) місцева витяжна вентиляція повинна локалізувати шкідливі виділення у місцях їх утворення, запобігаючи розповсюдженню їх по приміщеннях;
- 2) припливне повітря необхідно подавати так, щоб воно, надходячи в зону дихання людей, було чистим і мало температуру і швидкість руху відповідно до вимог санітарних норм;
- 3) загальнообмінна вентиляція повинна видаляти шкідливі виділення, що надходять до приміщення, забезпечуючи в зоні, що обслуговується, допустимі значення параметрів – температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та концентрації шкідливих речовин у ньому;
- 4) обсяги припливного та витяжного повітря повинні виключати з урахуванням повітряного режиму будівлі перетікання забрудненого повітря з приміщень із виділенням шкідливих речовин до інших приміщень.

Результати дослідження

Вибір повітророзподільних пристроїв та місця розташування їх у приміщенні залежить від призначення та габаритних розмірів приміщення, поєднання видів шкідливих виділень, вимог, що висуваються до повітряного середовища, розміщення в обсязі приміщення обладнання та робочих місць та інших умов. При цьому слід зважати на конструктивне будівельне рішення будівлі. Правильне рішення вентиляції визначає зручність монтажу та експлуатації систем вентиляції, доступність системи для ремонту, гарний зовнішній вигляд приміщення та, головне, високу ефективність повітрообміну. Вирішення питання подачі та видалення повітря залежить від конкретних умов.

При вирішенні питання подачі та видалення повітря повинні дотримуватися наступне [2, 3, 4]:

1) траєкторія подачі припливного повітря не повинна перетинати забруднені ділянки приміщення, забезпечуючи надходження в робочу зону, що обслуговується, чистого повітря;

2) при значних надлишках явного тепла в приміщенні припливне повітря в холодну пору року слід подавати з мінімально допустимою температурою, маючи на увазі його підігрів за рахунок надлишків тепла;

3) у теплий період року у всіх випадках краще подавати припливне повітря в робочу зону приміщень;

4) при вирішенні повітророздачі необхідна перевірка рівня температури та швидкості руху повітря на робочих місцях; при цьому слід враховувати взаємний вплив струменевих течій, стисненість струменів огорожами та технологічним обладнанням, властивість струменів настилатися на поверхні та збуджувати циркуляційні потоки;

5) при недоліках тепла у приміщенні та виконанні вентиляцією функцій системи опалення припливне повітря потрібно подавати в робочу зону приміщення.

Найбільш простим прикладом організації повітрообміну є вентиляція приміщень у житлових будинках, гуртожитках та готелях. За існуючими нормами в цих будинках влаштовують витяжну вентиляцію із верхньої зони приміщень кухонь, санітарних вузлів, ванних та душових кімнат, а в деяких випадках і житлових кімнат. Припливне повітря надходить неорганізовано через квартирки та нещільності в огороженнях. Регулювання вентиляції та збільшення повітрообміну здійснюють відкриванням вікон. У готелях підвищеної категорії рекомендується організовувати надходження повітря у верхню зону житлових приміщень номерів та видалення повітря з приміщень санітарних вузлів та ванних кімнат. В адміністративно будівлях об'ємом до 1500 м³ вентиляцію приміщень здійснюють у вигляді витяжки з їхньої верхньої зони з неорганізованим припливом через вікна [5].

У будинках більшого обсягу витяжку з верхньої зони приміщень компенсують припливом також у їхню верхню зону («зверху – вгору»). Витрата повітря, що подається в приміщення і видаляється з них, приймається таким чином, щоб унеможливити перетікання повітря з одних приміщень до інших. У громадських будинках (дитячі заклади, загальноосвітні школи, лікувально-профілактичні установи, вищі та середні навчальні заклади, магазини тощо) вентиляцію основних приміщень здійснюють також за схемою «зверху – вгору», тобто і припливні та витяжні отвори розміщують у верхній зоні приміщення.

У приміщеннях з високими вітражами за відсутності нагрівальних приладів під ними припливне повітря доцільно подавати через поздовжні щілини в підлозі під вікнами струменями, що настилаються. Припливне повітря можна подавати з боку однієї з торцевих стін приміщення або з боку двох торцевих стін назустріч один одному, що значно знижує швидкість руху повітря в зоні, що обслуговується. У цих же приміщеннях при гладкій стелі може бути організована подача припливного повітря струменями, що настилаються на стелю через плафони [6].

Схеми рішення вентиляції у залах глядачів театрів, кінотеатрів та клубів [1]:

1) у залах без балконів з кількістю місць до 400 подання повітря у верхню або середню за висотою зону приміщення;

2) у залах без балконів з кількістю місць більше 400 подача повітря у верхню зону приміщення горизонтальними зосередженими струменями через отвори в торцевій стіні або через ґрати або плафони у стелі, що направляють повітря вздовж стелі у бік сцени чи екрана;

3) за наявності балкона додатково передбачається приплив повітря через отвори в задній стіні під балконами у кількості, пропорційній кількості місць, розташованих у підбалконному просторі;

4) витяжка здійснюється через отвори у стелі або у верхній частині стін біля сцени чи екрана;

5) в холодний період року частина повітря, що видаляється, надходить на рециркуляцію.

У будинках підприємств комунального харчування схема вентиляції визначається призначенням приміщень. В обідніх та торгових залах повітря подають у верхню зону приміщень, а видаляють з верхньої зони та через отвори (роздавальні вікна, двері) у технологічні приміщення. У гарячих цехах (кухнях) та мийках повітря подають у робочу зону, а видаляють через місцеві відсмоктувачі та з верхньої зони.

При організації повітрообміну в приміщеннях промислових будівель можливе застосування таких схем [8]:

а) «знизу – вгору» – при одночасному виділенні тепла та пилу, у цьому випадку повітря подають у робочу зону приміщення, а видаляють із верхньої зони;

б) «згори – вниз» – при виділенні газів, пар летких рідин (спиртів, ацетону, толуолу тощо) або пилу, а також при одночасному виділенні пилу та газів; у цих випадках повітря подають розосереджено у верхню зону, а видаляють місцевою витяжною вентиляцією з робочої зони приміщення та системою загальнообмінної вентиляції з його нижньої зони (можливе часткове провітрювання верхньої зони);

в) «згори – вгору» – у виробничих приміщеннях при одночасному виділенні тепла, вологи та зварювального аерозолі, а також у допоміжних виробничих будинках при боротьбі з теплонадлишками; зазвичай у цих випадках повітря подають у верхню зону приміщення та видаляють з його верхньої зони;

г) «знизу – вгору і вниз» – у виробничих приміщеннях при виділенні парів і газів з різними щільностями і неприпустимість їх скупчення у верхній зоні через небезпеку вибуху або отруєння людей (малярні цехи, акумуляторні і т. д.); у цьому випадку подачу припливного повітря здійснюють у робочу зону, а загальнообмінну витяжку - з верхньої та нижньої зон;

д) «згори та знизу – вгору» — у приміщеннях з одночасним виділенням тепла та вологи або з виділенням тільки вологи при надходженні пари в повітря приміщення через нещільності виробничої апаратури та комунікацій, з відкритих поверхонь рідин у ваннах та зі змочених поверхонь підлоги; у цих випадках повітря подають у дві зони — робочу та верхню, а видаляють із верхньої зони. При цьому для запобігання туманоутворенню та краплі зі стелі припливне повітря, що подається у верхню зону, дещо перегрівають у порівнянні з повітрям, що подається в робочу зону.

У житлових будинках влаштовують витяжні каналні системи природної вентиляції. Зовнішнє підігріте повітря можна подавати в приміщення житлових будинків системами повітряного опалення; зовнішнє не підігріте повітря надходить у приміщення через квартирки, що відкриваються, і фрамуги, нещільності в будівельних огороженнях і спеціальні припливні отвори (підвіконні щілини). Радіус дії каналних систем природної вентиляції рекомендується приймати не більше 8 м. В одну систему можна поєднувати витяжні канали однойменних або близьких за призначенням приміщень будівлі. Вентиляційні системи квартир, гуртожитків та готелів не можна поєднувати з вентиляційними системами дитячих, торгових та інших установ, вбудованих у той самий будинок. Витяжні канали приміщень санітарних вузлів поєднують у самостійну систему вентиляції. У будинках з кількістю поверхів до п'яти не допускається приєднувати до одного витяжного каналу приміщення, що розташовані на різних поверхах. У будинках з числом поверхів понад п'ять допускається об'єднання окремих вертикальних витяжних каналів з кожних чотирьох-шістьох поверхів в один збірний магістральний горизонтальний або вертикальний канал за схемою. Це правило відноситься також до громадських та комунальних будівель [3].

У будинках громадського та комунального призначення можливе застосування природної та механічної вентиляції. Вентиляційні установки цих будівель при великій кількості об'єднують у вентиляційні центри. Окремі припливні установки можуть бути розміщені і на поверхах будівлі, що обслуговується. Витяжні центри мають у своєму розпорядженні, як правило, на технічних поверхах або на горищах.

У громадських будинках не допускається об'єднання горизонтальними каналами витяжних отворів кількох приміщень. Не допускається приєднання витяжних отворів приміщень санітарних вузлів та витяжних отворів інших приміщень до одного каналу або однієї шахти [4].

Промислові будівлі мають системи вентиляції зі своїми специфічними особливостями влаштування та розміщення. Способи вентиляції та кількість вентиляційних установок на підприємствах залежать від характеру технологічного процесу, потужності підприємства, а також його економічної значимості. У промислових будинках можливе розміщення вентиляційного обладнання у виробничих приміщеннях або зовні будівлі – на стінах (на кронштейнах) або покрівлі, але у будь-якому випадку мають бути забезпечені зручне обслуговування вентиляційного обладнання та захист його від

можливої конденсації вологи. Всередині будівлі вентиляційне обладнання встановлюють у вентиляційних камерах, іноді допускається встановлення його безпосередньо в приміщенні, що обслуговується. При проектуванні систем вентиляції слід прагнути до найменшої довжини повітроводів, яка визначається їх радіусом дії [5].

Приточні установки складаються з наступних елементів [7]:

- 1) повітроприймальних пристроїв для забору зовнішнього повітря;
- 2) припливної камери, в якій розміщуються вентилятор з електродвигуном та установки для відповідної обробки повітря (фільтри для очищення зовнішнього повітря від пилу, калорифери для нагрівання повітря, пристрої для охолодження та зволоження повітря);
- 3) мережі повітроводів, якими припливне повітря від вентилятора направляється у вентилявані приміщення;
- 4) припливні отвори чи насадок, якими повітря надходить у приміщення;
- 5) жалюзійних та декоративних решіток чи сіток, що встановлюються на виході повітря з припливних отворів;
- 6) регулюючих пристроїв (дросель-клапанів або засувок), що розташовуються в повітроприймальних отворах та на відгалуженнях повітроводів.

Витяжні установки складаються з наступних елементів [9]:

- 1) витяжних отворів, з жалюзійними решітками або сітками;
- 2) місцевих відсмоктувачів різної конструкції;
- 3) повітроводів, якими повітря, що видаляється з приміщень, рухається у витяжну камеру або до вентилятора;
- 4) витяжної камери, в якій встановлюються вентилятор із електродвигуном, або вентилятора з електродвигуном, встановленими без камери;
- 5) пристроїв для очищення повітря, що викидається в атмосферу або повертається на рециркуляцію;
- 6) витяжну шахту для видалення повітря в атмосферу;
- 7) регулювальних пристроїв.

Висновки

Ефективність вентиляції будівель різного призначення значною мірою визначається правильним вибором схем подачі та видалення повітря, раціональним розміщенням повіторозподільних пристроїв і урахуванням характеру шкідливих виділень, теплових надлишків та планувальних рішень приміщень. Організація повітрообміну повинна забезпечувати надходження чистого повітря в зону дихання людей, локалізацію шкідливостей у місцях їх утворення та підтримання параметрів мікроклімату в допустимих межах. Аналіз типових схем вентиляції житлових, громадських та промислових будівель показує, що вибір способу подачі повітря («зверху – вгору», «знизу – вгору», «згори – вниз» тощо) залежить від специфіки технологічних процесів, теплових і вологісних навантажень, а також вимог до санітарної безпеки.

Раціональне проектування вентиляційних систем передбачає оптимізацію траєкторії руху струменів, уникнення перетікання забрудненого повітря між приміщеннями, забезпечення зручності монтажу та обслуговування обладнання і мінімізацію довжини повітроводів. Правильно спроектовані припливні та витяжні установки, у поєднанні з місцевими відсмоктувачами та вентиляційними центрами, дозволяють підтримувати стабільний повітряний режим, підвищувати енергоефективність будівель та гарантувати безпечні умови праці і перебування людей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов А. П. Основи вентиляційних систем / А. П. Попов, О. В. Кравченко. – Харків: ХНАМГ, 2015. – 152 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 71 с.
3. Системи управління вентиляцією. Новітні рішення / ред. П. М. Руденко. – Львів: «Теплоенергопром», 2018. – 198 с.
4. Шульга М.О. Вентиляція та кондиціонування повітря. Навчальний посібник. / М.О. Шульга, І.П. Юхно. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 148 с.
5. Джеджула В.В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів: навчальний посібник / Джеджула В.В. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 71 с.
6. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплопостачання та вентиляції: навчальний посібник / Слободян Н.М., Панкевич О.Д., Ободянська О.І. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 102 с.

7. Пусконаладжувальні роботи в інженерних системах / О.І. Ободянська // ЛІІІ науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20526/17023>.

8. Огляд систем вентиляції повітря громадських будівель / О.І. Ободянська, Г.О. Меньшиков // Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція “Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи” (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/view/8620/7192>.

9. Налаштування та експлуатація систем вентиляції / Ободянська О.І., Дубіняк В.В.// Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/view/22487>.

Ободянська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Гарбузюк Емілія Федорівна – здобувачка групи ТГ-25м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: eye.em6989@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Harbuziuk Emiliia – student group TG-25 of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa National Technical University, e-mail: eye.em6989@gmail.com.