

СИСТЕМИ ДИМОВИДАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД: ВИДИ, ВИМОГИ, ПРИНЦИПИ РОБОТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто системи димовидалення будівель та споруд, як один із ключових елементів протипожежного захисту. Визначено основні види систем димовидалення, зокрема природні, механічні та комбіновані. Проаналізовано вимоги до їх проєктування та експлуатації відповідно до сучасних будівельних норм і стандартів пожежної безпеки. Окреслено принципи роботи таких систем, включаючи механізми видалення диму, вплив аеродинамічних параметрів на ефективність вентиляції та забезпечення шляхів евакуації. Отримані результати можуть бути корисними для інженерів, архітекторів і фахівців з пожежної безпеки.

Ключові слова: димовидалення, пожежна безпека, вентиляція, димові шахти, механічне димовидалення, природне димовидалення, комбіновані системи, евакуація, протидимний захист.

Abstract

The abstracts consider smoke exhaust systems in buildings as one of the key elements of fire protection. The main types of smoke exhaust systems are identified, including natural, mechanical, and combined. The requirements for their design and operation in accordance with modern building codes and fire safety standards are analyzed. The principles of operation of such systems are outlined, including smoke exhaust mechanisms, the influence of aerodynamic parameters on the efficiency of ventilation, and the provision of escape routes. The results obtained may be useful for engineers, architects, and fire safety specialists.

Keywords: smoke extraction, fire safety, ventilation, smoke shafts, mechanical smoke extraction, natural smoke extraction, combined systems, evacuation, smoke protection..

Вступ

Системи димовидалення є невід'ємною частиною протипожежного захисту будівель і споруд, забезпечуючи безпеку людей та мінімізуючи шкоду від пожежі. Вони сприяють видаленню диму, токсичних газів і продуктів горіння, що дозволяє знизити ризик отруєння, покращити видимість на шляхах евакуації та створити сприятливі умови для роботи рятувальних служб [1].

Ефективність димовидалення залежить від правильного вибору та проєктування системи відповідно до будівельних норм і стандартів пожежної безпеки. В сучасній будівельній практиці використовують різні типи систем димовидалення, зокрема природні, механічні та комбіновані, кожна з яких має свої особливості та сфери застосування [2].

Метою даної роботи є аналіз основних видів систем димовидалення, визначення вимог до їх проєктування та експлуатації, а також розгляд принципів їхньої роботи. Дослідження спрямоване на підвищення рівня безпеки будівель шляхом оптимізації систем димовидалення та їх ефективного впровадження в сучасне будівництво.

Результати дослідження

Головне завдання системи димовидалення – забезпечити евакуацію людей з будівлі, а саме – забезпечити незадимлюваність приміщень, коридорів і сходів. Під час пожежі найстрашніше зовсім не вогонь, а саме дим. Окис вуглецю або «чадний газ» у дозах 0,4% призводить до смерті. Лише за кілька хвилин впливу щільного шару диму людина втрачає свідомість. Отже, система протидимної вентиляції розв'язує два основні завдання: забезпечує незадимлюваність шляхів евакуації з будівлі та забезпечує доступ пожежних підрозділів до будівлі, що горить [1-3].

Система димовидалення – це витяжна і поєднана з нею припливна протидимна вентиляція. Нині наявність припливної протидимної вентиляції обов'язкова. Основне завдання припливної вентиляції – компенсувати обсяги повітря, що видаляються. Подача припливного повітря здійснюється тільки для евакуації людей [4].

Витяжна система протидимної вентиляції тільки з одного коридору видаляє від 18000 до 30000 м³/год повітря. Такий обсяг повітря можна порівняти із загальнообмінною вентиляцією офісної будівлі площею від 3000 м².

Згідно з нормативними документами систему витяжної протидимної вентиляції потрібно встановлювати в таких випадках [1, 3, 4, 5, 6]:

- з коридорів і холів будь-яких будівель понад 9 поверхів, крім виробничих;
- з коридорів у підвальних і цокольних поверхах будь-яких будівель, крім виробничих, де є приміщення з постійним перебуванням людей. Наприклад, димовидалення потрібне з коридору підвального поверху житлового будинку, де розташовані офіси або майстерні.
- з коридорів завдовжки понад 15 метрів без зовнішніх вікон, що відчиняються. Димовидалення з таких коридорів не потрібне в одноповерхових будівлях і виробничих будівлях з негорючими речовинами, а також димовидалення не потрібне, якщо у всіх приміщеннях цього коридору немає постійних робочих місць, а двері з приміщень виконані в димогазонепроникному виконанні.
- з атріумів і пасажів;
- зі складів зі стележним зберіганням заввишки понад 5,5 метрів, де зберігаються матеріали, що здатні горіти та займатися;
- з виробничих і складських приміщень, але тільки з постійним перебуванням людей, де використовуються матеріали, що здатні горіти та займатися. Слід пам'ятати, що під постійним перебуванням людей розуміється перебування в приміщенні понад 6 годин на добу або 2 години безперервно протягом доби.
- з виробничих і складських приміщень з постійним перебуванням людей, у дерев'яних будівлях, або будівлях з інших горючих матеріалів;
- з приміщень без зовнішніх вікон, що відчиняються, площею понад 50 м²: з масовим перебуванням людей (масовим перебуванням вважається перебування людей у приміщенні, коли на 1 м² вільної площі перебуває більш як 1 людина); з постійними робочими місцями, на яких використовуються або зберігаються горючі матеріали (архіви, читальні зали, книгосховища, виставки).
- з приміщень без зовнішніх вікон, що відчиняються, незалежно від площі: торговельних залів магазинів; офісів; гардеробних площею понад 200 м². Димовидалення не потрібне з торговельних залів, офісів, якщо приміщення менш як 800 м² розташоване на 1 поверсі житлового будинку або прибудоване до житлового будинку і має вихід одразу на вулицю, водночас від найвіддаленішого приміщення до виходу має бути не більш як 25 м.
- з автодорожніх і комунікаційних тунелів при їх з'єднанні з підземними поверхами будівлі.
- з будь-яких критих паркінгів для автомобілів, а також ізольованих рамп для в'їзду автомобілів на поверхи.

- з будь-яких приміщень, у яких є вихід на незадимлювані сходові клітки, незалежно від їхньої площі та наявності вікон, що відчиняються. Незадимлювана сходові клітка – це внутрішні сходи для евакуації людей під час пожежі в будівлях понад 9 поверхів (або висотою понад 28 метрів).

Основна мета припливної системи протидимної вентиляції – забезпечити вільне відкриття евакуаційних дверей. Подача повітря такої системи здійснюється в нижню частину приміщення, тобто в частину приміщення, нижчу за верхню відсічку дверного отвору. Як приплив для компенсації систем механічної протидимної вентиляції можуть бути використані [7]:

- зовнішні вікна в нижніх частинах приміщення з автоматичними приводами;
- отвори в зовнішніх стінах і шахти з клапанами;
- механічний підпір (за допомогою вентилятора).

Шахти з клапанами в припливній системі протидимної вентиляції застосовуються досить часто. Однак цей спосіб має одну складність – значні габарити шахти. У разі використання такої шахти, наприклад, на компенсацію димовидалення з коридору, ми отримуємо розмір повітропроводу щонайменше 1000х600 мм. Висота повітропроводу, що прокладається під стелею, а саме 600 мм ускладнить прокладання суміжних комунікацій і сильно опустить чистову стелю. Найзручніший, але трохи більш витратний спосіб димовидалення – це механічний підпір за допомогою вентилятора.

Розміри повітропроводів у цьому разі будуть істотно меншими, приблизно 800х400мм. Крім того, обмежень за швидкістю повітря в механічних системах протидимної вентиляції немає. Така система працює тільки в разі пожежі, тому не враховується в загальному балансі електроспоживання. У разі механічного підпору необхідно встановити вентилятор, обладнати його шафою автоматизації та частотним перетворювачем. Однак, це більш надійний варіант, ніж усі інші.

Слід пам'ятати, що не можна використовувати як приплив повітря відчинення зовнішніх дверей і воріт, тому що евакуаційні двері мають бути обладнані пристроями самозачинення. Це можливо тільки в разі атріумів і пасажів. Якщо, наприклад, як компенсацію використовувати звичайну загальнообмінну вентиляцію, то необхідно враховувати, що обсяги припливного повітря в загальнообмінній і протидимній вентиляції відрізняються на порядок. Тому таке рішення потребуватиме істотного збільшення вартості вентиляційного обладнання. Крім того, за такого рішення серйозно посиляться вимоги до системи вентиляції, оскільки вона має відповідати вимогам системи протидимної вентиляції [8].

Під час вибору типу витяжної системи протидимної вентиляції (між системами природного або механічного димовидалення) слід пам'ятати, що конструкція витяжної системи протидимної вентиляції безпосередньо залежить від поверховості будівлі. В одноповерхових будівлях допускається проєктувати систему природного димовидалення, використовуючи клапани, що самовідчиняються, у покрівлі та фрамугах. У будівлях, що мають більше одного поверху, необхідна система механічної протидимної вентиляції. Під час проєктування протидимної вентиляції необхідно конструктивно розділяти приміщення на димові зони, причому площа кожної зони не повинна перевищувати 3000 м². На кожну зону слід проєктувати окрему систему. Якщо цього не робити, то дим буде розтікатися по стелі величезного приміщення.

У системі природного димовидалення, як у будь-якій природній інженерній системі, є один великий мінус і один великий плюс. Плюс у тому, що система пасивна, тобто не потребує великих капітальних витрат, не споживає електроенергію і має мінімум робочих механізмів, які слід перевіряти й обслуговувати. А мінус – у забезпеченні стабільної роботи такої системи [1].

Природне димовидалення не потребує системи компенсації. Розрахунок системи природного димовидалення виконують залежно від форми приміщення, виду пожежного навантаження (що саме горить), площі та можливого розташування осередку пожежі. Система природного димовидалення використовується тільки в одноповерхових будівлях: складах, торгових центрах складського типу, виробничих цехах. Устаткування такої системи в будівлях поверховістю більше одного заборонено [9].

Механічна система димовидалення працює від витяжного вентилятора. Зазвичай вентилятори димовидалення бувають двох типів – даховий і пристінний. Даховий вентилятор димовидалення встановлюється поверх шахти димовидалення на покрівлі та видаляє дим з усіх поверхів будівлі, викидаючи вертикально вгору. Складність встановлення такого вентилятора полягає в складності конструкції монтажної рами. Даховий вентилятор призначений для встановлення на шахту і має розташовуватися на висоті 2 метри від покрівлі. Якщо покрівля виконана тільки з негорючих матеріалів, то даховий вентилятор можна розташовувати на меншій висоті. Найпростіше рішення для розміщення вентиляторів димовидалення на покрівлі – це осьові дахові вентилятори або каналні вентилятори димовидалення. Вони ніяк не впливають на гідроізоляцію покрівлі та не потребують встановлення додаткових шахт і рам [3].

Повітроводи систем протидимної вентиляції можна виконувати з будь-якого виду сталі, але з вогнезахисним покриттям. Можна використовувати як зварні, так і фальцеві та спіральні-навивні повітропроводи з єдиною вимогою: товщина листа сталі має бути не меншою за 0,8 мм. Пристінний вентилятор, на відміну від дахового, є локальним, тобто може працювати на конкретний поверх, і викидати продукти горіння через решітку на фасаді будівлі. Це дає змогу не прокладати повітропроводи через усі поверхи на покрівлю і не обладнати витяжну шахту. Вентилятор розміщується на зовнішній стіні поверху, або з вулиці, або всередині приміщення [4].

Для димовидалення з парковок, великих торгових площ, пристінні вентилятори, швидше за все, не підійдуть. Максимальна витрата повітря, що видаляється, становить 35000 – 38000 м³/год. Однак для димовидалення з коридорів, невеликих офісних і торгових приміщень це чудове рішення.

Алгоритм запуску системи димовидалення такий: пожежна система димовидалення має вмикатися від трьох незалежних сигналів: від кнопки «Пожежа» з пульта охорони; від кнопки «Пожежа», встановленої в коридорах на шляхах евакуації; від спрацьовування двох і більше пожежних датчиків в одній конкретній зоні (на одному поверсі).

Порядок запуску систем димовидалення проводиться в такому порядку [1, 4]:

- увімкнення системи від одного з 3 незалежних сигналів;
- звукове оповіщення людей про пожежну тривогу;
- вимкнення систем загальнообмінної вентиляції, кондиціонування та повітряно-теплових завіс;
- спуск ліфта на 1 поверх будівлі та відкриття дверей;

- запуск вентилятора і відкриття клапанів витяжної протидимної вентиляції;
- запуск вентилятора і відкриття клапанів припливної протидимної вентиляції (через 20–30 секунд після витяжної).

Основна проблема системи димовидалення – це її розмір і вартість. Однак існує низка заходів, які можуть компенсувати систему димовидалення, тобто виключають вимогу щодо її встановлення. Найпростіше рішення – обґрунтувати відсутність систем димовидалення розрахунком пожежних ризиків. Слід враховувати, що такий розрахунок не може поширюватися на багатоквартирні будинки, дитячі установи та медичні стаціонари. Для будь-яких приміщень площею до 200 м² можна обладнати систему автоматичного пожежогасіння. Зокрема можливе обладнання модульною системою. Для торгових залів, офісів і коридорів понад 15м можна додати в приміщення рекреації із зовнішніми вікнами, що відчиняються. Для приміщень виставок, архівів, майстерень і книгосховищ можна обґрунтувати відмову від системи димовидалення відсутністю постійних робочих місць згідно з проектом архітектурних рішень [5].

Висновки

Системи димовидалення відіграють ключову роль у забезпеченні пожежної безпеки будівель, сприяючи швидкому видаленню диму та токсичних продуктів горіння, що значно підвищує безпеку евакуації та ефективність роботи рятувальних служб. Аналіз існуючих видів систем димовидалення дозволив виокремити природні, механічні та комбіновані системи, кожна з яких має свої переваги та сфери застосування. Визначено, що ефективність їхньої роботи залежить від правильного проектування, відповідності будівельним нормам та інтеграції з іншими інженерними системами будівлі. Дотримання сучасних вимог до проектування та експлуатації систем димовидалення, використання автоматизованих технологій управління дозволяє значно підвищити їхню ефективність та надійність. Подальші дослідження в цій галузі мають бути спрямовані на вдосконалення технологій димовидалення та підвищення їхньої енергоефективності.

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. Налагодження 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.

Дубіняк Владислав Валерійович – студент групи СМ-216 факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: vladdubinak2004@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.

Vladyslav Dubinyak – student group SM-21b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vladdubinak2004@gmail.com.