

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ АКУСТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглянуто основні джерела шуму в системах вентиляції та кондиціонування, а також методи його зниження. Запропоновано шляхи підвищення акустичної ефективності шляхом оптимізації конструктивних елементів, застосування шумопоглинаючих матеріалів та використання сучасних методів керування повітряними потоками.

Ключові слова: вентиляція і кондиціонування, акустика, джерела шуму, ефективна система вентиляції, вентиляційний шум, зниження шуму, акустична екологія, екоакустика.

Abstract

The second part discusses the main sources of noise in ventilation and air conditioning systems, as well as methods for reducing them. Ways to increase acoustic efficiency are proposed by optimizing structural elements, using noise-absorbing materials, and using modern methods of air flow control.

Keywords: ventilation and air conditioning, acoustics, noise sources, effective ventilation system, ventilation noise, noise reduction, acoustic ecology, ecoacoustics.

Вступ

Системи вентиляції та кондиціонування повітря (СВКП) відіграють ключову роль у забезпеченні комфортних умов у приміщеннях. Однак одним із значних недоліків цих систем є генерування шуму у таких системах. Шум у СВКП є важливим фактором, що впливає на комфортність перебування людей у приміщеннях. Надмірний рівень шуму знижує комфорт перебування в приміщеннях, а також негативно впливає на здоров'я людини. Зниження рівня шуму дозволяє покращити умови праці та проживання, що робить питання акустичної ефективності актуальним для сучасного будівництва, що виникає внаслідок роботи вентиляторів, компресорів, повітроводів та інших елементів. Метою цієї доповіді є вивчення основних джерел шуму в системах вентиляції та кондиціонування, а також розгляд ефективних шляхів зниження акустичного навантаження для досягнення комфортного акустичного середовища.

Результати дослідження

Основними джерелами шуму у СВКП є:

1. Робота вентиляторів та компресорів. Вентилятори та компресори є основними активними елементами вентиляційних систем, що створюють шум унаслідок механічних вібрацій та аеродинамічних ефектів [1]. Динамічне навантаження на лопаті вентилятора спричиняє низькочастотний шум, тоді як взаємодія повітряного потоку з елементами корпусу вентилятора може викликати високочастотні звуки.

2. Турбулентність потоку повітря в повітроводах. Нерівномірність руху повітряного потоку, особливо в місцях різкої зміни напрямку або звуження перерізу, спричиняє завихрення та турбулентні шуми. Особливо це актуально в системах із високими швидкостями потоку.

3. Вібрація конструктивних елементів. Вібрації можуть виникати через роботу механічних частин вентиляційної системи або через передавання коливань від вентиляторів, компресорів чи насосів [2]. Вони поширюються на повітроводи та інші конструктивні елементи, створюючи структурний шум.

4. Резонансні явища в повітроводах. Повітроводи можуть виступати як хвилеводи, що підсилюють певні частоти звуку. При певних розмірах та формах системи можуть утворюватися стоячі хвилі, що значно збільшують рівень шуму.

5. Аеродинамічний шум в решітках і дифузорах [2]. В місцях виходу повітря з вентиляційної системи, зокрема в вентиляційних решітках та дифузорах, може утворюватися додатковий шум через різкі перепади тиску і турбулентні процеси.

Особливості утворення та характеристики джерел шуму наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Джерела виникнення шуму в СВКП

Джерело шуму	Механізм утворення	Основні характеристики
Вентилятори та компресори	Механічні вібрації, аеродинамічні ефекти	Низькочастотний шум, залежність від обертів
Турбулентність повітряного потоку в повітроводах	Завихрення та нерівномірний розподіл швидкості повітря	Високочастотний шум, зростає при підвищенні швидкості потоку
Вібрації конструктивних елементів	Передача механічних коливань через кріплення та повітроводи	Структурний шум, поширюється через конструкції будівлі
Резонансні явища в повітроводах	Стоячі хвилі в повітроводах при певних розмірах і формах	Підсилення шуму на певних частотах
Аеродинамічний шум в решітках і дифузорах	Перепади тиску при виході повітря	Турбулентний шум, залежить від форми отвору

Для підвищення акустичної ефективності систем вентиляції та кондиціонування використовуються такі методи зниження шуму:

1. Оптимізація конструкції повітроводів (гладкі внутрішні поверхні, мінімізація кількості поворотів і розгалужень).

2. Використання звукопоглинаючих матеріалів (акустичні панелі, гнучкі вставки). Обгортання повітроводів та інших елементів системи звукоізоляційними матеріалами допомагає зменшити передачу шуму в приміщення. Акустична ефективність таких кожухів може становити 10-15 дБ на низьких та 30-40 дБ на високих частотах [4].

3. Застосування шумоглушників (рефлекторні, камерні, глушники з пористими вставками). Спеціальні шумоглушники, встановлені в повітроводах, ефективно знижують рівень аеродинамічного шуму. Вони можуть бути різних типів та конструкцій, що дозволяє підібрати оптимальний варіант для конкретної системи [5].

4. Регулювання швидкості повітряного потоку (оптимізація продуктивності вентиляторів, використання дифузорів). Зниження швидкості повітря в системі зменшує турбулентність і, відповідно, шум. Цього можна досягти шляхом збільшення перерізу повітроводів або використанням регуляторів швидкості [6].

5. Антивібраційні заходи (гумові амортизатори, ізоляційні прокладки, демпферні підвіси).

6. Регулярне обслуговування. Своєчасне технічне обслуговування та балансування системи дозволяє уникнути додаткових джерел шуму, таких як вібрації або зношені деталі

Висновки

Підвищення акустичної ефективності вентиляційних систем є комплексним завданням, що включає оптимізацію конструкції повітроводів, використання сучасних шумопоглинаючих матеріалів і впровадження ефективних методів управління повітряними потоками. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку нових матеріалів і технологій для зниження шуму в системах вентиляції та кондиціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вентилювання приміщень: навчальний посібник. С.С. Жуковський, О.Т. Возняк, О.М. Довбуш, З.С. Люльчак. Львів: «Львівська політехніка», 2017, 476 с.

2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування К.: Міністерство будівництва, архітектури та житловокомунального господарства України, 2012 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
3. Шумоглушник для вентиляції: тиша і комфорт у вашому домі // Вебсайт OVIK. URL: <https://ovik.com.ua/shumoglushnik-dlya-ventilyacziyi-tisha-i-komfort-u-vashomu-domi/>
4. Зниження шуму систем вентиляції та кондиціонування // Вебсайт ACOUSTIC TRAFFIC. URL: <http://acoustic.ua/recommendations/453>
5. Про високий ККД вентиляторів та ефективність вентиляційних систем// Вебсайт ПЛАНЕТА КЛІМАТУ. URL: <http://planetaklimata.com.ua/ua/articles/?msg=2337>
6. Ратушняк Г.С., Степанковський Р.В. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2015. 112 с

Олег Олегович Горюн – доктор філософії, асистент кафедри інженерних систем в будівництві, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Вінницький національний технічний університет, Україна, м. Вінниця, e-mail: oleggoriun@vntu.edu.ua.

Скуйбіда Ярина Євгенівна — студентка групи СМ-236 факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yarynaskuibida@gmail.com.

Пастух Дмитро Олександрович — студент групи СМ-236 факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: pastuhd48@gmail.com.

Oleh Horiun — PhD, assistant of the department of engineering systems in construction, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : oleggoriun@vntu.edu.ua.

Skuibida Yaryna Yevhenivna — student of the Sm-23b group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yarynaskuibida@gmail.com.

Pastukh Dmytro Oleksandrovych — student of the Sm-23b group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pastuhd48@gmail.com.