

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦІЇ ТЕПЛА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджується енергоефективність припливно-витяжної системи вентиляції з вбудованим рекуператором у громадських будівлях. Обґрунтовується економічна та екологічна доцільність її застосування. Наведена порівняльна характеристика видів рекуператора. Виділені головні переваги та недоліки кожного з них. У висновку на основі аналізу констатується очевидна вигода застосування рекуператорів у системах вентиляції громадських будівель.

Ключові слова: рекуператор, теплообмін, громадські будівлі, енергозбереження, вентиляційні системи.

Abstract

The article examines the energy efficiency of the supply and exhaust ventilation system with a built-in heat exchanger in public buildings. The economic and ecological expediency of its application is substantiated. A comparative characteristic of the types of recuperator is given. The main advantages and disadvantages of each of them are highlighted. In conclusion, based on the analysis, the obvious benefit of using recuperators in the ventilation systems of public buildings is stated.

Keywords: recuperator, heat exchange, public buildings, energy saving, ventilation systems.

Вступ

Одним із найважливіших завдань проектування інженерних систем громадських будівель є створення в приміщеннях комфортного мікроклімату для постійного та тимчасового перебування людей. А у зв'язку зі стрибкоподібним зростанням цін на енергоносії всі країни світу прагнуть розробити більш економічний та ефективний метод використання теплової енергії. Одним із рішень цієї проблеми є використання вентиляційних систем із вбудованим рекуператором.

Рекуперація повітря – це процес теплообміну, під час якого відбирається теплова енергія від видаленого повітря та передається свіжому нагнітальному повітрю. При цьому сучасний рекупераційний теплообмінник дозволяє не допустити змішування припливного та видаленого повітря [1, 3, 6].

У зимову пору витягне повітря, проходячи через рекуператор, віддає більшу частину тепла холодному припливному повітрю, повертаючи тепло в приміщення. За аналогією відбувається рекуперація охолодження в спекотну погоду – теплі припливні маси нагрівають виведену «відпрацьовану» масу, і їх температура знижується [2, 4, 5].

У будь-якій громадській будівлі необхідно забезпечувати постійний нормований повітрообмін у приміщеннях. Припливно-витяжна вентиляція є досить енерговитратною, оскільки функціонує більшу частину доби. Вбудований рекуператор дозволяє економити до 30 % витраченої електроенергії. Слід зазначити, що особливістю приміщень громадських будівель є їх нерівномірна заповнюваність людьми за площею та за часом, що слід враховувати під час проектування в них системи вентиляції [7,8].

Результати дослідження

Рекуператор будь-якої конструкції є теплообмінником. Це пристрій із певним «посередником», який передає теплову енергію від припливного повітря до витяжного і навпаки, при цьому не дозволяючи повітряним потокам змішуватися між собою. Як правило, «посередником» виступають тонкі пластини з металу з доброю теплоємністю або рідина з низькою температурою кипіння (наприклад, фреон).

Також конструкція рекуператора передбачає наявність очищувальних пристроїв. Фільтри відіграють важливу роль у процесі теплообміну між повітряними потоками. Найчастіше їх виготовляють із пластику та спеціальних волокон, щоб такі елементи було легко мити. Більш сучасні моделі рекуператорів оснащують індикаторами, які визначають момент максимально допустимого забруднення фільтра.

Процес теплообміну може бути безперервним або періодичним залежно від виду використовуваного рекуператора. Крім того, між повітряними потоками також відбувається вологообмін, що дозволяє підтримувати в приміщенні комфортну для людини вологість протягом року, не вдаючись до використання додаткових пристроїв – зволожувачів повітря та інших. Для керування процесом і контролю якості подачі повітря використовується автоматизована система.

Існує кілька видів рекуператорів, а саме – пластинчастий, роторний, камерний, рекуператор із проміжним теплоносієм і теплові трубки. У таблиці 1 наведено порівняльну характеристику всіх видів.

Розміщувати рекуператор можна на виході вентиляційної магістралі або в одному блоці з вентилятором. Для невеликих громадських будівель із відносно простою за будовою вентиляційною системою буде достатньо одного приладу. Якщо ж мережа має складну розгалужену структуру та достатню довжину, то для ефективного теплообміну необхідно буде встановити кілька рекуператорів.

Для громадських просторів, що складаються лише з кількох приміщень, застосовують локальні рекуператори, які розміщують під вікнами. У таких рекуператорах передбачений вентилятор і пластинчастий теплообмінник. Для шумоізоляції використовують спеціальні матеріали. Автоматизований блок керування локальних рекуператорів зазвичай розміщують на внутрішній стіні. Конструкція приладу дозволяє забезпечувати повітрообмін у приміщеннях до 20–35 м² [9]

Більшість рекуператорів для побутових і напівпромислових потреб, які встановлюють у житлових будинках і громадських будівлях, працюють від однофазної електричної мережі зі стандартною напругою 220 вольт і частотою струму 50 герц [10].

Купівля та монтаж примусової вентиляції з рекуператором обходиться трохи дорожче звичайної, але дозволяє економити електроенергію на обігріві взимку та охолодженні будівлі влітку. До того ж обслуговування такої системи не потребує значних зусиль. Рекуперація є значно вигіднішою і в плані раціонального використання електроенергії, і в плані економії витрат. Її дешевизна співставляється з витратами на освітлення енергозберігаючими лампочками.

Прогрес ніколи не стоїть на місці, і вентиляційні системи з рекуператором розвивають далі, намагаючись усунути їхні недоліки та забезпечити новими можливостями. Так, з метою оптимального розподілу потоків виробники оснащують установки можливістю автоматичного регулювання положення міжканальних перегородок. У більш досконалих моделях передбачене також налаштування швидкісних режимів, індикація температурних показників і контроль ступеня забрудненості фільтрів із сигналізацією [11-14].

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика [1]

Вид рекуператора	Принцип роботи	ККД, %	Переваги	Недоліки
Пластинчастий	Теплообмін через перегородку між потоками	50–90	простота конструкції	ризик утворення конденсату
Роторний	Теплообмін через ротор, що обертається	75–85	висока ефективність	– ризик змішування потоків; – шум і вібрації
Камерний	Рухома заслінка змінює напрям потоків. Теплообмін через стінки	80–90	висока ефективність	наявність рухомих вузлів
Із проміжним теплоносієм	Теплообмін через замкнений трубчастий контур із циркулюючою по ньому водою	45–60	замкненість (повністю виключає змішування потоків)	низька ефективність
Теплові трубки	Тепло передає рідина з низькою температурою кипіння	50–70	простота конструкції	низька ефективність

Висновки

Підсумовуючи все вищесказане, необхідно відповісти на запитання: які переваги має система вентиляції з вбудованим рекуператором?

Ефективність.

Природне видалення повітря – це не завжди зручне рішення. Його нерентабельність полягає в залежності від обставин, умов навколишнього середовища, погоди, різниці температур. Система вентиляції з рекуператором – це завжди примусова система. Її відмінність полягає в наявності вентиляторів, здатних примусово переміщувати повітря. Більше того, йдеться про системи, здатні організувати рух повітряних потоків одразу в обох напрямках і створювати потрібні температури для комфортного перебування людини в приміщенні.

Вигідність.

Слід зазначити, що системи з рекуперацією здатні окупити свою вартість за рахунок економії на опаленні та електроенергії. Витрати на опалення будівлі будь-якого об'єму є досить значними. Встановлення та обслуговування вентиляційної системи з вбудованим рекуператором обійдеться ненабагато дорожче традиційної системи вентиляції, але економія в експлуатації досить швидко окупить цю різницю в ціні. У разі зношення недорогих елементів рекуператора їх можна замінити без негативних наслідків. Крім того, знижується навантаження на мережу.

Практичність.

Системи вентиляції з рекуперацією, як правило, малогабаритні, а отже, зручні під час монтажу. Розмістити таке обладнання можна в санвузлі, у шафі або вбудувати в стелю. Моделей сьогодні дуже багато, на будь-який смак.

Можливість керувати взаємодією припливу та відведення повітря.

Таким чином, можна зробити висновок, що установки з рекуперацією тепла дозволяють відмовитися від значної частини традиційного холодильного й опалювального обладнання, а отже скоротити витрати на обігрів будівлі в зимовий період і її охолодження влітку; покращити мікроклімат громадських просторів, забезпечуючи найбільш комфортні умови для постійного та тимчасового перебування людей; підвищити енергоефективність будівлі, що є вигідним як економічно, так і з міркувань охорони довкілля.

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 // ІІІ 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>.
10. Енергоефективні інженерні системи клімат-контролю приміщень ювелірного виробництва / Ободянська О.І., Мельник О.В. // ІV науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2025. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2025/paper/view/23768>.
11. Теоретичні засади та загальна концепція енергоефективного будівництва / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров // І науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11845>.
12. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будівель і споруд. Вентиляція і кондиціонування. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2008. – 26 с.

13. Енергоефективні будинки та споруди / О.І. Ободяньська, В.В. Грибик, А.Я. Панченко // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egau/egau2021/paper/view/14058>).

14. Енергоефективні системи вентиляції та кондиціювання повітря в будівлях: оптимізація витрат та забезпечення мікроклімату / О.І. Ободяньська, І.Ю. Кирилюк // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2025. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egau/egau2025/paper/view/26280>).

Ободяньська 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.

Шкробот Богдан Сергійович – студент групи СМ-22б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: bshkrobot1@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.

Shkrobot Bohdan – student group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com.