

Система вентиляції з глибокою утилізацією теплоти витяжного повітря

Дар'я Мамрикова, студентка¹ (ORCID: 0009-0006-5925-2175)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

АНОТАЦІЯ

Розглянуто принципи роботи систем, які дозволяють ефективно використовувати тепло, що зазвичай втрачається, для нагрівання припливного повітря. Описано роль фреону як робочого середовища у теплових насосах і проаналізовано деякі методи використання цієї системи в різних приміщеннях, включаючи зони з високим тепловим навантаженням. Такий підхід дозволяє значно знизити витрати енергії та покращити екологічні показники систем вентиляції, роблячи їх економічно вигідними та перспективними для використання у різних типах будівель.

Ключові слова: Система вентиляції, тепла утилізація, витяжне повітря, тепловий насос, енергоефективність, теплове навантаження, теплообмін.

1. ВСТУП

Системи вентиляції є важливими для підтримки комфортного мікроклімату, але традиційні підходи часто призводять до великих втрат теплової енергії [1]. Для покращення ефективності використовуються нові технології, зокрема системи вентиляції з глибокою утилізацією теплоти витяжного повітря. Ці системи за допомогою теплового насоса відбирають тепло з витяжного повітря, яке зазвичай викидається, і використовують його для нагрівання припливного холодного повітря. У цій роботі розглядаються принципи роботи таких систем, роль фреону у теплових насосах та методи їх використання в приміщеннях з високим тепловим навантаженням. Метою є аналіз енергоефективності та екологічних переваг цих технологій для сучасних будівель.

2. ПРИНЦИП РОБОТИ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ З ГЛИБОКОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛОТИ ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ

Система вентиляції з глибокою утилізацією теплоти витяжного повітря побудована на принципі відбору тепла з нагрітого витяжного повітря за допомогою теплового насоса. У традиційних системах вентиляції нагріте витяжне повітря викидається назовні, і значна частина теплової енергії втрачається. Однак тепловий насос дозволяє ефективно відбирати теплову енергію перед викидом повітря, охолоджуючи його. Отримане тепло використовується для нагрівання припливного холодного повітря. Це знижує потребу в додаткових джерелах тепла, таких як електричні або газові нагрівачі, що значно підвищує загальну енергоефективність системи. Таким чином, тепловий насос діє як ефективний механізм утилізації залишкової теплової енергії, яка зазвичай просто втрачалася б. Завдяки цьому система забезпечує комфортну температуру у приміщенні з мінімальними витратами енергії. Цей підхід є не лише енергоефективним, але й екологічно чистим, оскільки він зменшує споживання енергії та викиди парникових газів. Використання теплового насоса допомагає знизити експлуатаційні витрати, що робить систему економічно вигідною в довгостроковій перспективі.

3. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ПІСЛЯ РЕКУПЕРАТОРА

Використання теплового насоса після рекуператора є одним із ефективних варіантів підходу до глибокої утилізації тепла витяжного повітря. Рекуператори за своєю природою здатні передавати близько 40-60% теплової енергії від витяжного повітря до припливного, залежно від їх конструкції та умов експлуатації. Однак, навіть після цього процесу у витяжному повітрі залишається значна кількість тепла, яка може бути додатково використана. І саме тут на допомогу приходить тепловий насос. Після рекуператора тепловий насос виконує роль додаткового етапу утилізації тепла. Він відбирає залишкову теплову енергію з витяжного повітря, що дозволяє максимально ефективно використовувати всі можливі ресурси системи. Це тепло можна перетворити і направити назад у систему для підігріву припливного холодного повітря. Такий підхід значно підвищує енергоефективність вентиляційної системи. Наприклад, отримане тепловим насосом тепло може бути використане як переднагрівач у припливній установці. Переднагрівач виконує початкове підігрівання холодного припливного повітря до рівня, де його вже не потрібно додатково підігрівати за допомогою основного нагрівального елемента. Це дозволяє знизити навантаження на головну систему опалення або вентиляції та заощаджувати значну кількість електроенергії, яка б зазвичай витрачалася на повний цикл підігріву повітря. Завдяки такій комбінації рекуператора і теплового насоса можна значно знизити витрати енергії на опалення, що робить систему не тільки енергоефективною, але й екологічною. Крім того, використання цього підходу у вентиляційних системах дозволяє досягти суттєвої економії, оскільки зменшуються експлуатаційні витрати на електроенергію та інші ресурси, необхідні для підтримки комфортного мікроклімату в приміщенні.

4. РОЛЬ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ В СИСТЕМІ

Фреон виконує функцію проміжного теплоносія, який переносить теплову енергію з одного середовища до іншого. У системі вентиляції з глибокою утилізацією теплоти витяжного повітря, фреон забезпечує перенесення

тепла від витяжного повітря до припливного. Цикл роботи фреону включає кілька стадій. На першому етапі фреон в газоподібному стані поглинає теплову енергію з витяжного повітря в випарнику. Після цього фреон стискається компресором, що підвищує його температуру. Це дозволяє підняти тепловий потенціал і забезпечити більш ефективну передачу тепла. На наступному етапі, фреон, який перебуває під високим тиском і температурою, потрапляє в конденсатор. У конденсаторі він віддає теплову енергію припливному холодному повітрю, охолоджуючись та конденсуючись до рідкого стану. Після цього фреон через розширювальний клапан повертається до випарника, і цикл повторюється. Завдяки використанню фреону як робочого середовища, система теплового насоса може ефективно працювати навіть при низьких температурах зовнішнього середовища, забезпечуючи стабільний та надійний теплообмін. Такий процес дозволяє мінімізувати втрати енергії та досягти високої ефективності при утилізації тепла витяжного повітря. Крім того, фреон, на відміну від інших теплоносіїв, володіє високою термодинамічною стабільністю та ефективністю при низьких температурах кипіння, що робить його ідеальним вибором для теплових насосів. Правильний вибір типу фреону також впливає на загальну екологічність системи, оскільки сучасні холодоагенти мають нижчий вплив на озоновий шар та зменшують парниковий ефект, що додає ще одну екологічну перевагу таких систем вентиляції.

5. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ В ПРИМІЩЕННЯХ З ВИСОКИМ ТЕПЛОВИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Метод глибокої утилізації теплоти витяжного повітря особливо ефективний у приміщеннях з високим тепловим навантаженням, де у процесі експлуатації виділяється велика кількість тепла. До таких приміщень можуть належати виробничі цехи, де відбуваються інтенсивні технологічні процеси, які генерують значну кількість теплової енергії, наприклад, у металургійній, харчовій або хімічній промисловості. У таких середовищах видаляється значна кількість нагрітого повітря, яке традиційно просто викидається назовні, втрачаючи потенційну енергію. Застосування теплових насосів у таких випадках дозволяє ефективно відбирати тепло з видаляемого повітря та використовувати його в інших зонах або приміщеннях, де теплове навантаження низьке або відсутнє. Наприклад, тепло, зібране з витяжного повітря з виробничого цеху, можна перенаправити для нагрівання офісних приміщень, складів, побутових приміщень або інших зон, де немає інтенсивного тепловиділення. Цей метод дозволяє балансувати теплові потоки в різних типах приміщень, забезпечуючи комфортні умови у зонах, де відсутні надлишки тепла. Це знижує потребу в додаткових джерелах енергії для опалення приміщень із низьким теплонадходженням і дозволяє ефективніше використовувати ресурси. Крім виробничих цехів, даний підхід також може бути застосований у спортивних спорудах, торгових центрах, адміністративних будівлях, лікарнях та інших великих об'єктах, де є різні типи приміщень з різним тепловим балансом. Наприклад, тепло від витяжного повітря зі спортивної зали або басейну можна використовувати для підігріву допоміжних або побутових приміщень. Завдяки такому комплексному підходу, система не тільки оптимізує розподіл тепла, але й значно зменшує споживання енергії, що робить її

ефективною та екологічною. Утилізація тепла з різних зон приміщення дозволяє зменшити навантаження на загальну систему опалення, знизити витрати на енергоресурси та забезпечити більш стабільний і комфортний мікроклімат у всіх частинах будівлі.

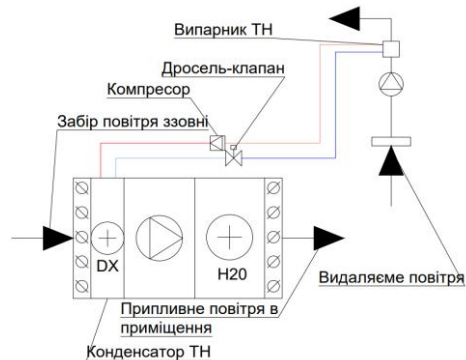


Рисунок 1. Приклад припливної камери, переднагрівач якої – тепловий насос, який працює за рахунок видаляючої теплоти

6. ВИСНОВОК

Система вентиляції з глибокою утилізацією теплоти витяжного повітря за допомогою теплового насоса є ефективним інструментом для зниження енергоспоживання та підвищення екологічності сучасних будівель. Використання тепла, яке зазвичай втрачається, для підігріву припливного повітря дозволяє зменшити потребу в додаткових джерелах енергії, знижуючи експлуатаційні витрати та позитивно впливаючи на довкілля. Застосування теплових насосів після рекуператора дозволяє максимально використовувати залишкове тепло, а правильний вибір фреону як робочого середовища забезпечує стабільну роботу системи навіть за низьких температур. Даний метод особливо ефективний у приміщеннях з високим тепловим навантаженням, таких як виробничі цехи, і може бути адаптований для різних типів будівель.

Список літератури

- [1] ДСТУ CEN/TR 16798-6:2017 Енергоефективність будівель. Вентиляція будівель. Частина 6. Роз'яснення вимог EN 16798-5-1 та EN 16798-5-2. Методи розрахунку потреби в енергії для систем вентиляції та кондиціонування повітря (Модулі M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8) (CEN/TR 16798-6:2017, IDT). Чинні від 2017-12-15. К: ДП «УкрНДНЦ». 145 с.

ⁱ Робота виконана під керівництвом к.т.н., доц. Павла Пасічника