

УДК 621

Герасимчук О.В.,  
Луцький національний технічний університет

## ЕКОНОМІЧНІСТЬ ЧИ НЕОБХІДНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РЕКУПЕРАТОРА

*В статті розглянуті основні переваги використання рекуператора, принципи вибору рекуператора, експлуатаційна вартість рекуператора, вартість робіт і будівельних матеріалів, вартість інсталяційних матеріалів*

**Ключові слова:** *рекуператор, "комфортні" умови, здоровий мікроклімат, вентиляційний вузол, звукові характеристики вентиляційного вузла, теплообмінник, компресія рекуператора, експлуатаційна вартість, вентиляційні канали, анемостати, забір і видалення повітря, інсталяційні матеріали.*

Ціни на енергію зростають з року в рік, що змушує нас шукати способів зменшення вартості обігріву будинків. При цьому не слід забувати про старі дерев'яні вікна, крізь нещільності яких взимку тягне холодом, — їх необхідно замінити на пластикові, алюмінієві або й надзвичайно щільні сучасні дерев'яні вікна. Результат — чудовий: вартість обігрівання різко знижується, з вікон у холодну вітряну погоду не дме.

Однак, виникає інша проблема — на шибках регулярно затримується "роса", стіни місцями зволожуються, у помешканнях панує неприємна задуха, і їх доводиться провітрювати, відкриваючи вікна. За порадами "фахівців", дехто встановлює у вікнах звичайні дефлектори, або й ще ліпше — монтує так звану мікровентиляцію. Звичайно, ситуація різко покращиться, — доки температура надворі не впаде нижче від нуля. Крізь встановлені дефлектори і розущільнені вікна знову повіє холодом. Що робити? Щойно встановлені дефлектори часто просто затуляють ватою та закривають вентиляційні решітки у ванній кімнаті (з них іноді так "тягне", що не можна спокійно вмиватися!). Але ж щільні вікна встановлювалися не для того, щоб знову платити за вивіювання тепла з будинку! Тож доведеться замкнутися в помешканні, як у термосі, в приємному теплі й водночас у неприємній задусі та з конденсатом на шибках нових вікон.

Через рік таких "комфортних" умов поза меблями можна виявити колонії плісняви і грибків, відшаровування фарби й тиньку, вологий затхлий запах. Отже, в ущільненому, як поліетиленовий пакет, помешканні утворюється мікроклімат, вкрай сприятливий для розвитку плісняви і грибків. Щоб позбутися цього "товариства", тепер потрібно витратити чимало коштів на

протигрибкові препарати або фарби. На жаль, ефективною такою "боротьбою" не назвеш: головний біль (а часом навіть отруєння) від хімікатів, а результат — мізерний, оскільки в ідеально ізольованому й ідеально відремонтованому (додамо: і протруєному хімікатами) помешканні через два-три місяці пліснява з'явиться знову.

У приміщеннях, позбавлених повітрообміну, створюються ідеальні умови для розвитку грибків. Вентиляційні решітки у ванних кімнатах в цій ситуації не допоможуть, адже традиційна гравітаційна вентиляція полягає не тільки у видаленні повітря через решітку у ванній кімнаті, а й у подачі такої ж кількості, наприклад, через нещільні вікна чи двері. Якщо одного з отворів бракує (у нашому прикладі — щілин у вікнах і дверях), то гравітаційна вентиляція не працюватиме.

Щоб уникнути зазначених негараздів, потрібно забезпечити повноцінний повітрообмін у помешканні, причому без втрат тепла. Оптимальним рішенням можна беззастережно вважати центральний вентиляційний вузол з відбором тепла — рекуператор. Встановлені у ньому вентилятори гарантують ефективний повітрообмін, теплообмінник передає енергію повітря, що видаляється з будинку, до повітря, що подається у будинок, без змішування цих потоків між собою.

Рекуператор забезпечує в будинку здоровий мікроклімат, при цьому — надзвичайно важливо! — суттєво знижуючи вартість обігрівання (від 40 до 70%) приміщень порівняно з обігріванням при використанні традиційної гравітаційної вентиляції. Рекуперація дає також змогу раз і назавжди позбутися плісняви і грибків, адже рівень вологості повітря і стін у приміщенні буде оптимальним для людини, але заниженим для розвитку грибків. Так, після встановлення вентиляційної системи, що базується на рекуператорі, та ущільнення решіток гравітаційної вентиляції і підвіконних дефлекторів у будинку площею 240 м<sup>2</sup> вартість обігрівання (зокрема придбання рідкого палива) знизилася з 1600 до майже 550 євро на рік.

Безумовно, проектувати й монтувати механічну вентиляцію з відбором тепла повинні досвідчені фахівці. На жаль, фірм з відповідним досвідом проектування і виконання рекуператорів за технологіями, які б гарантували тиху й надійну роботу таких систем, поки що небагато. Варто підкреслити, що на етапі проектування будинку рішення про відмову від будівництва стандартних вентиляційних коминів і їх заміну системою механічної вентиляції не потребує інвестиційних витрат. Згідно з нормами, в одному приміщенні не дозволяється застосовувати припливно-витяжну і гравітаційну вентиляції. Користування обома системами не тільки не відповідає нормам, але й перешкоджає роботі рекуператора через гравітаційну вентиляцію, і навпаки.

Монтаж ефективно функціонуючої системи вентиляції у будинку коштуватиме практично стільки ж, скільки й монтаж системи механічної вентиляції з відбором тепла. Проте розрахунок експлуатаційної вартості будинку (нижча вартість обігрівання, відсутність проблеми з надміром вологи і, як наслідок, з необхідністю в ремонтах) переконує у доцільності встановлення рекуператора. Варто також звернути увагу на той факт, що рекуператор є одним з обов'язкових елементів так званого пасивного будівництва, головною ідеєю якого є максимальне заощадження енергії і, як наслідок, максимальне зниження експлуатаційної вартості будинку.

Підбираючи вентиляційний вузол із рекуператором для власного будинку, слід керуватися кількома важливими принципами: рекуператор повинен працювати практично у постійному режимі, тому систему необхідно обладнати довговічними енергоощадними вентиляторами високого класу. З огляду на це не рекомендується вентиляційні вузли устатковувати звичайними, лопатевими бляшаними вентиляторами та, в домашніх умовах, металевими корпусами — вони характеризуються більшою теплопроничністю і гіршими акустичними властивостями та можливістю виникнення резонансу. Необхідно потурбуватися, щоб корпус рекуператора мав ефективну термічну й акустичну ізоляцію. Вентиляційний вузол високого класу позбавить господарів додаткових витрат на глушники шуму чи звукоізоляцію приміщення, в якому він буде встановлений (горище, гардероб, котельня). Крім того, високоефективні рекуператори повинні характеризуватися і добрими експлуатаційними характеристиками (наприклад, C90 на першій швидкості споживає лише 25 Вт).

Звукові характеристики вентиляційного вузла залежать від типу теплообмінника й матеріалу, з якого виготовлено корпус. Відомо, що рекуператори з обертовим теплообмінником працюють набагато голосніше від систем з перехресним обмінником. Не слід також забувати, що металевий корпус вузла й металевий (наприклад алюмінієвий) теплообмінник, стискаючись і розширюючись під впливом температурних змін, через деякий час можуть "розбавтатися" на з'єднаннях і почати резонувати, тобто просто деренчати, нервуючи мешканців будинку.

Підбираючи вентиляційний вузол, не варто керуватися лише відсотковою продуктивністю обладнання. Виробники найчастіше декларують теоретичну продуктивність для ідеальних умов, за мінімального потоку повітря через обмінник. Тому треба звернути увагу не лише на величину відбору тепла, що вказується виробником (переважно максимальну), а й на величини відбору в інших режимах роботи вузла, зазвичай наведених у вигляді кривої на графіку. В реальних умовах продуктивність вузла може бути набагато нижчою від значень

(високих), що подаються деякими виробниками. Крім того, підвищення продуктивності вузла може бути пов'язане з необхідністю у потужніших вентиляторах, які споживатимуть більше енергії. Зрозуміло, що такий вентиляційний вузол буде менш економічним, ніж вузол з меншим коефіцієнтом відбору тепла, але і з меншим споживанням електроенергії. Як правило, найбільш енергоощадними є рекуператори із протиточним обмінником.

Компресія рекуператора – це величина на яку покупець зазвичай не звертає уваги, хоча це одна з найважливіших характеристик рекуператора. Компресія на практиці означає силу, з якою рекуператор проштовхує повітря у вентиляційні канали та засмоктує повітря ззовні. Чим більша компресія, тим потужніший вузол. Якщо встановити вузол із надто малою компресією, то може виявитися, що функції навіювання і вивіювання повітря реалізуватимуться лише на анемостатах, розташованих неподалік вузла. Повітря не потраплятиме до розташованих далі дефлекторів і витяжок, наприклад на відстані 15-20 м від вузла (враховуючи довжину каналу подачі повітря). У цьому випадку потрібна консультація фахівця, який розрахує падіння тиску у вентиляційній системі будинку. Якщо обчислена величина складе, наприклад, 200 Па, а рекуператор "пропонує" компресію на рівні 150 Па або й нижче, то логічно, що система ніколи не функціонуватиме справно. На ринку є чимало дешевих рекуператорів з компресією нижче за 100 Па. На жаль, у більшості будинків таке обладнання не буде якісно працювати. Варто придбати вузол з більшою компресією, особливо якщо планується вмонтувати у систему ґрунтовий теплообмінник. Кращий вентиляційний вузол дасть змогу уникнути непотрібних витрат на встановлення додаткового вентилятора разом із управлінням до ГТО.

Дешевий рекуператор може коштувати нам набагато більше через необхідність купівлі дорогих фільтрів. Варто звернути увагу на ціну фільтрів та інші експлуатаційні витрати (рівень споживання електроенергії, доступність замінних частин тощо).

Чим потрібно керуватися у виборі всієї системи механічної вентиляції із відбором тепла? Деякі приватні забудовники вважають виконання проекту системи вентиляції зайвим, не вартим особливих витрат. Таку позицію часто підтримують і архітектори, які найчастіше уникають питань проектування вентиляції для приватного будинку, вважаючи, що поєднання декількох вентиляційних каналів з центральним вузлом не повинно завдавати клопотів і тому нема сенсу морочити собі голову! Така думка помилкова, адже бездоганність функціонування системи забезпечить тільки точний розрахунок опорів та рівнів падіння тиску у вентиляційних каналах. Розрахунки слід

доручити фахівцеві, досвідченому у проектуванні вентиляційних систем в індивідуальних будинках.

Чимало фірм пропонує для монтажу систем механічної вентиляції з відбором тепла дешеві неізолювані вентиляційні канали малих перетинів. На жаль, використання неізолюваних каналів значно посилює ризик виникнення конденсату, який, стікаючи на гіпсові стінки, що закривають ці канали, спричиняє їх загнивання зсередини. Це може призвести до необхідності капітального ремонту в будинку вже через два роки після вселення. Ізолювані канали цю проблему суттєво зменшують, крім того, вони є додатковим глушником шуму, що може виникнути у вентиляційній системі. Особливу увагу слід приділити визначеним у проекті діаметрам каналів. Застосування вузьких каналів спричиняє збільшення опорів системи, що є фактором збоїв у її роботі та значного посилення шуму із завузького анемостату, встановленого в кінці системи. Варто окремо зазначити, що гнучкі канали, дешевші від жорстких, — менш довговічні.

Пил на пластикових анемостатах осідає значно інтенсивніше, оскільки пластик електризується більше від металу внаслідок руху повітря. Виготовлені з алюмінію чи сталі та пофарбовані порошковим методом анемостати потребують очищення не надто часто.

Розташований на стіні повітрязабірний пристрій повинен бути стійким до атмосферних умов.

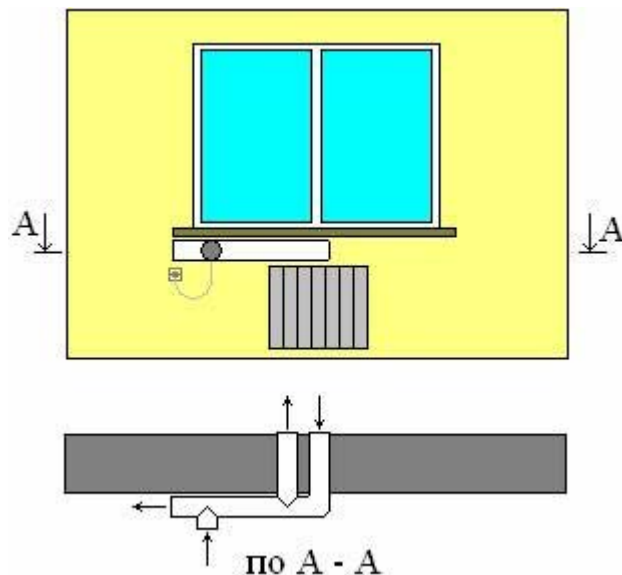


Рис. 1. Схема розміщення рекуператора на стіні

Ідеальним варіантом вважають алюмінієвий пристрій. Не менш ефективним буде і ґрунтовий повітрязабірний пристрій у формі ґрунтового теплообмінника — трубного або гравійного.

Проектування системи механічної вентиляції з відбором тепла на етапі проектування будинку — це економія часу і грошей.

Якщо вентиляційні канали проектуються для приєднання до рекуператора, — відпадає потреба у коминах гравітаційної вентиляції до ванної кімнати чи пральні, їхню функцію виконуватимуть канали механічної вентиляції. Вартість мурування одного комина, залежно від його розмірів і призначення, коливається від 5000 до понад 12000 PLN. А за 10-метровий ізольований вентиляційний канал доведеться сплатити, залежно від його перетину, близько 200-300 PLN. Розрахунок простий: непотрібність мурування коминів покриє майже 2/3 інвестиційної вартості механічної вентиляції!

Безумовно, для котла ЦО чи каміна необхідно залишити традиційні комини. Та водночас є нагода заощадити на всіх інших, стандартних каналах гравітаційної вентиляції.

Якщо попередньо не запланувати механічної вентиляції, — доведеться користуватися змурованими раніше традиційними коминами. Цей варіант дорогий і трудомісткий, оскільки часто у комині потрібно встановити додатковий вентиляційний канал, що захищатиме помешкання від навіювання пилу, що утворюються внаслідок окиснення залишків мулярського розчину в каналі комина.

Рішення про встановлення системи рекуператора, прийняте на етапі проектування будинку, дасть змогу залишити для вентиляційних каналів спеціальні отвори у перекриттях і стінах. Завдяки цьому можна заощадити не лише на допоміжних будівельних роботах (вибивання отворів у стінах і перекриттях або свердління перфоратором залізобетонних огорожувальних конструкцій), а й на будівельних матеріалах. Набагато простіше залишити щілину чи заглиблення у стіні під час мулярських робіт, ніж пізніше вибивати їх у готовому мурі.

Планування вентиляції на етапі проектування будинку дає змогу заощадити на прокладанні вентиляційних каналів (механічної вентиляції), максимально їх скоротивши. У вже існуючих будинках часто доводиться оминати каналами елементи перекриття, стін чи навіть цілих приміщень. Попереднє планування вентиляційної системи сприяє оптимальному скороченню довжини каналів, а отже зменшенню загальної вартості та тривалості монтажу.

### **Висновок**

Варто ще раз підкреслити, що спиратися лише на дані продуктивності, без врахування таких моментів, як рівень споживання електроенергії, вартість фільтрів та акустичні характеристики вузла, — помилка. Підбір відповідного вентиляційного вузла залежить не лише від кубатури будинку чи кількості

мешканців у ньому, а й від кількості додаткових пристроїв, які будуть приєднані до рекуператора. Тут йдеться, наприклад, про ґрунтовий теплообмінник (у трубному чи гравійному варіантах), про приєднання каміна чи приміщень спеціального призначення (для фітнесу, сауни, нетипової ванної кімнати, оранжереї чи басейну тощо), до яких висуваються специфічні вентиляційні вимоги. У деяких випадках потрібно встановити потужніший вентиляційний вузол або навіть виконати дві незалежні вентиляційні системи. Усі особливості можливостей і особливостей встановлення системи рекуперації здатні оцінити і врахувати лише фахівці.

### **Література**

1. 2001г, «Энергосбережение в зданиях», Киев, №1, стр. 14-16, Гершкович В.Ф., «Плесень на окнах. Германский урок».
2. 2004г, «Теплоэнергоэффективные технологии», Санкт-Петербург, № 2, стр.44-45, Барон В.Г., «Комнатный воздухотеплообменник».
3. 2005г, «С.О.К.», Киев, №3, стр.60-64, Барон В.Г., «Рекуперация тепла в современных системах вентиляции».
4. Диагностика технического состояния судовых теплообменных аппаратов., Киев, «Знание», 1980, Барон В.Г., Софийский И.Ю.
5. <http://teploobmen.boom.ru/Publications/REC/art3.htm>

### **Аннотация**

В статье рассмотрены основные преимущества использования рекуператора, принципы выбора рекуператора, эксплуатационная стоимость рекуператора, стоимость работ и строительных материалов, стоимость инсталляционных материалов.

### **Annotation**

The article describes the main advantages of heat recovery, heat recovery principles of choice, operating cost recuperator, and the cost of building materials, cost of installation materials.