МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П.Драгоманова
ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загально-технічних дисциплін та охорони праці

МАТЕРІАЛИ IV ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ: НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»

Частина ІІ

Київ, 27 листопада 2019 р.

КИЇВ – 2019

УДК 620.91: 621.31 (063)
Е90

Енергоефективність: наука, технології, застосування: Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Енергоефективність: наука, технології, застосування». Частина ІІ. Київ, 27 листопада 2019 р. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2019. – 68 с.

Друкується згідно з ухвалою Вченої ради
Інженерно-педагогічного факультету
НПУ імені М.П.Драгоманова,
протокол № 5 від 4 грудня 2019 р.

Збірник містить матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Енергоефективність: наука, технології, застосування». В рамках конференції розглянуто сучасний стан та перспективи використання енергоефективних технологій, раціонального використання енергії, технології отримання енергії з відновлювальних джерел та екологічні аспекти реалізації новітніх технологій.

Редакційна колегія:

А.В. Касперський – доктор педагогічних наук, професор, академік АНВШ України (голова, науковий редактор)

Ю.В. Немченко – кандидат педагогічних наук, доцент

Д.Е. Кільдеров – кандидат педагогічних наук, професор, декан Інженерно-педагогічного факультету

В.В. Шевченко - кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедрою загально-технічних дисциплін та охорони праці

Е.В. Компанець – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Н.М. Немченко – викладач інформатики та інформаційних технологій Боярського академічного ліцею «Гармонія» (технічний секретар)

Організаційний комітет висловлює подяку інформаційним партнерам конференції, які поширили інформацію про роботу конференції на сторінках своїх інформаційних ресурсів.

© НПУ імені М.П.Драгоманова, 2019
© Автори статей, 2019

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В РОБОЧІЙ ЗОНІ

Кротов П. В.
студент групи 1ФСОА
Немченко Ю. В.
кандидат педагогічних наук, доцент
НПУ імені М.П.Драгоманова

Вентиляція (від лат. ventilatio – провітрювання) – процес видалення відпрацьованого повітря з приміщення і заміна його зовнішнім. Вентиляція забезпечує сприятливі для здоров'я і самопочуття людини санітарно-гігієнічні умови та параметри повітряного середовища в приміщенні (температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря, хімічний та біологічний склад і чистоту від летючих механічних часток), що відповідають вимогам санітарних норм, призначенню будови та особливостям будівельних конструкцій, обмеженням щодо енерговитрат тощо.

Вентиляційні потреби

Головним чином розрізняють 4 типи вентиляції – природнім шляхом, примусовим видаленням відпрацьованого повітря, примусовим надходженням повітря ззовні і видаленням його зсередини, примусовим вентилюванням із рекуперацією теплової енергії.

В різних країнах санітарні та будівельні норми встановлюють різну норму повітрообміну на одну людину. Так, в Україні, та країнах СНД, згідно з чинними нормами, одна людина, що постійно перебуває в приміщенні і виконує легку роботу, потребує щонайменше 40 м³ свіжого повітря за годину для роботи в громадських приміщеннях, 30 м³ - для виробничих, тоді як більшості країн світу ця цифра не перевищує 30 м³/год. Норма повітрообміну на одну людину залежить також від вимог до комфорту у приміщенні та характеру діяльності. Наприклад, спортсмени під час змагання потребують більше свіжого повітря ніж глядачі.

Природна та штучна вентиляції повинні відповідати наступним санітарно-гігієнічним вимогам:

- створювати в робочій зоні приміщень нормовані метеорологічні умови праці (температуру, вологість і швидкість руху повітря);
- повністю усувати з приміщень шкідливі гази, пари, пил та аерозолі або розчиняти їх до гранично допустимих концентрацій;
- не вносити в приміщення забруднене повітря ззовні або шляхом засмоктування забрудненого повітря з суміжних приміщень;
- не створювати на робочих місцях протягів чи різкого охолодження;
- бути доступними для управління та ремонту під час експлуатації;
- не створювати під час експлуатації додаткових незручностей (наприклад, шуму, вібрацій, попадання дощу, снігу).

Чотири особи, що знаходяться у приміщенні, в процесі дихання та життєдіяльності продукують від 10 до 15 л вологи в добу, є джерелом тепла (~ 400 Вт) та виділяють CO_2. Концентрація в повітрі двоокису вуглецю у кількості 400–800 часток на мільйон (млн. – 1) – нормальний вміст, що сприяє бадьорому працездатному стану людини. У випадку концентрації 800–1200 млн. – 1 людина відчуває втрата уваги, сонливість та втома, а при перевищенні показника 1200 млн. – 1 людина втрачає працездатність і може зомліти.

Для забезпечення комфортного та санітарно-гігієнічно підтвердженого складу повітря треба досягати значних показників повітрообміну.

Наприклад, європейські норми передбачають мінімальну витрату повітря на одну людину 20 м^3/год. Приміщення для приготування їжі обладнане газовою плитою потребує щонайменше 70 м^3/год. надходження свіжого та видалення забрудненого повітря; у ванні (з туалетом чи без нього): 50 м^3/год.; в туалеті: 30 м^3/год.; в окремому приміщенні без вікон: 15 м^3/год. В пральні має бути забезпечено заміну кожної години двократного об'єму приміщення. Для будинку кратність повітрообміну має відповідати в середньому 0,3 – 0,8 загального об'єму на годину.

Прості арифметичні підрахунки покажуть, що вентиляція, що діє природнім чином (т. з. «гравітаційна вентиляція») з точки зору енерговитрат не може забезпечити такі показники повітрообміну у економічний спосіб. Гравітаційна вентиляція функціонує за рахунок дуже малого перепаду тиску від різниці у щільності повітря (об'ємної ваги) на різній висоті – геодезичні та температурні показники шарів повітря в верхній частині приміщення порівняно з рівнем припливного повітря (долі чи на рівні вікна). Це не сталі параметри – природня вентиляція залежить від погодних умов, напрямку вітру; вона дуже погано працює, коли різниця між температурою всередині приміщення та назовні має перепад менше 12°С; існує ризик виникнення зворотної тяги; природня вентиляція не контролює концентрацію CO_2 та дуже енерговитратна.

До прикладу, звичайна природня вентиляція з продуктивністю 150 м^3/год, що функціонує за умов температури назовні 0°С та всередині будинку 17°С, потребує для нагрівання теплової потужності 850 Вт, а за 24 години приміщення втратить 20,4 кВт·г теплової енергії. Фактично, природня вентиляція видаляє вже нагріте повітря, і за що вже заплачено. Це прямі втрати енергії. Рекуперація вентиляція за таких умов витрачає на роботу вентиляторів лише 35 Вт електричної потужності, тобто витрати енергії через роботу вентиляції складатимуть лише 0,84 кВт·г за добу.

Енергетичне марнотратство можна закидати й провітрюванню через вікна або відкриті двері. Приклад – інститут віконної техніки ift-Rosenheim, Німеччина, свого часу провів дослідження, що сучасне енергоефективне вікно стандартного розміру 1300х1200 мм з глибиною профільної системи 85 мм, з тришаровим заскленням, енергоефективним покриттям та двома камерами, одна з яких заповнена інертним газом, має показник коефіцієнту спротиву теплопередачі на рівні 1,1 м^2·К/Вт (справжній наукомісткий витвір сучасної технології енергозбереження!). Якщо таке вікно з поворотно-відкидною фурнітурою відкрити у режимі

слабкого провітрювання (щілина по периметру), то енерговтрати за рахунок цього збільшаться щонайменше у 40 разів; а в разі відкривання вікна в режимі посиленого повітрообміну (тобто з невеличким нахилом) – втрати тепла збільшуються в 1240 разів.

Рівень CO_2 – критичний показник якості повітря – не забезпечується та не контролюється природньою вентиляцією або провітрюванням. Окрім підтримання оптимальних показників температури та вологості, досконала система примусової вентиляції забезпечує здорову атмосферу для дихання та високе енергозбереження.

Не втрачає тепло

Сучасний енергоефективний будинок не можливий без примусової (механічної) вентиляції, більше за те – відсутність системи примусової вентиляції, обладнаної системою рекуперації теплової енергії, дискредитує саму ідею енергоефективності та нівелює інші недешеві заходи щодо утеплення будівлі, та завдає економічних збитків.

Одним із ефективних інженерних рішень є рекуперація – використання теплової енергії повітря, що видаляється з будинку чи споруди, для нагрівання свіжого повітря, що надходить з вулиці. Таким чином можна зберегти до 80-90% енергії, яка витрачається на опалення/охолодження повітря у теплоізольованій будівлі через вентиляцію та провітрювання. Вирахувано, що зменшення перепаду температури між подачею та відтоком повітря із будівлі лише на один градус Цельсію – це плюс 6% до енергозбереження.

В простій рекупераційній припливне повітря обмінюється тепловою енергією з тим, що видаляється, таким чином знижуючи до мінімуму перепад температур між цими повітряними масами. Рекуператори можуть бути виконані у стельовому, стіновому або підлоговому варіантах.

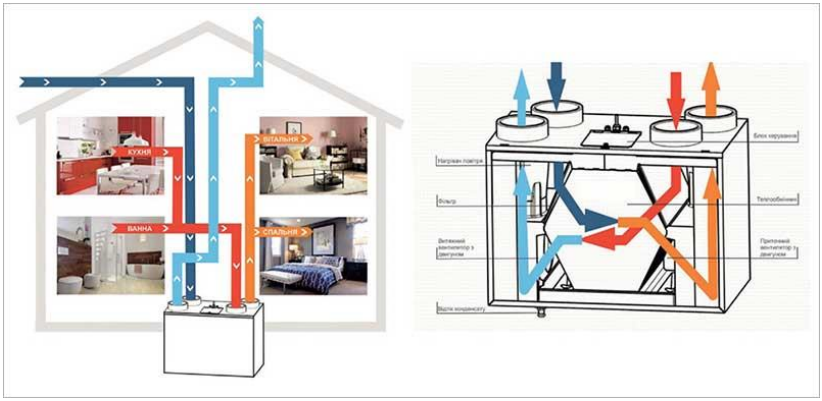


Рис.1. Принцип роботи примусової (механічної) системи вентиляції із рекуперацією тепла

Направду, сучасні рекуператори виконують дуже значний обсяг щодо автоматичного підтримання різних функцій повітрообміну та є ком-

плексним рішенням для забезпечення адекватної вентиляції будівлі. Це справжнє «серце» примусової вентиляційної системи, що забезпечує економію енергії та високий комфорт.

Один із прикладів - сучасний автоматичний рекуператор марки WANAS (Польща) моделей 345 та 350V

Автоматичний рекуператор видаляє запахи, контролює вологість, фільтрує від летючого пилу та біологічно очищує повітря, усуваючи ризик появи грибкової цвілі та розповсюдження патогенних бактерій та вірусів. Рекуператори обладнані високочастотними фільтрами класу G4 і M5. Вибір відповідного за потужністю пристрою впливає на ступінь енергоспоживання та комфортність. В даний час вимоги, яким повинен відповідати рекуператор, регулюються Директивою Європейського Парламенту 1254/2014. Основними з них є: мінімальна ефективність 73%, кожен пристрій повинен бути обладнаний байпасом, а енергетичний клас пристрою має відповідати рівням А чи А+.

Обладнаний автоматичним байпасом означає, що за рахунок керованого автоматикою перепуску повітря можливо контролювати задану температуру у приміщенні, використовуючи нічну прохолоду в літку, перепускаючи в будинок свіже повітря, що оминає теплообмінник. Така функція називається Free Cooling.

При певних умовах, коли температура зовні є більшою, чим задана в приміщені, так само реалізується функція з байпасом, котра називається Free Heating. В централізованих рекуператорах застосовуються малошумні економічні вентилятори з регульованими двигунами постійного струму (ЕС), що призводить до дуже низького споживання енергії. На подачу 100 м^3/год. припливного повітря в будівлю ними споживається менше 20 Вт.

Рекуператори WANAS обладнані захистом теплообмінника від обмерзання, та стандартно мають додаткове обладнання попереднього нагрівача повітря.

Сучасна рекуперативна система вентиляції забезпечує якісне повітря у будівлі або приміщенні, що сприяє довготривалій працездатності та здоров'ю працівників.

Альтернативою системам з централізованою вентиляцією та рекуперацією виступають окремі децентралізовані рекуператори, що встановлюються через зовнішню стіну.

Облаштування повітропроводів вентиляційної системи

Сучасні вимоги до вентиляційних систем наразі дуже високі і не обмежуються лише характеристиками енергоспоживання. Серед них – вимоги по дизайну, тобто можливість облаштування прихованих систем вентиляції – у стінах та стелях, де вихідні пристрої мають привабливий вигляд. Це водночас висуває високі вимоги щодо надійності повітропроводів та їх довготривалої експлуатації без ревізії та демонтажу для очищення. Додатково – повітропроводи мають пригнічувати розвиток патогенної мікрофлори, поглинати шум від руху повітря у вентканалах, мати високі протипожежні характеристики, малу здатність втрачати тепло тощо.

Цим вимогам вповні відповідають двошарові напівжорсткі повітропроводи для вентиляційних систем Navy-Flex, що використовуються для транспортування повітря в системах вентиляції та рекуперації. Труби характеризуються дуже високою гнучкістю, завдяки чому можна довільно формувати трасу їхнього прокладання, згинати з дуже малим радіусом і адаптувати до умов монтажу без використання додаткових з'єднувачів та фітингів. Проте серія має зручні ущільнені з'єднувачі та розподільчі коробки.

Конструкція повітропроводів системи Navy-Flex, що виготовляються в широкому діапазоні діаметрів (від 50 до 200 мм), забезпечує механічну міцність на стискання понад 450 н, що дозволяє прокладати їх в бетонних конструкціях під час будівельних робіт. Подвійна конструкція стінок труб з частково закритими повітряними пустотами забезпечує високу шумо- та теплоізоляцію.

Повітропроводи Navy Vent Silver відповідають вимогам, що висуваються до матеріалів, які контактують з харчовими продуктами. Антибактеріальний шар, який імплементовано у внутрішню поверхню, містить срібло в своїй полімерній матриці, та є подібним до того, який використовується в холодильних і медичних установках.

Антистатичні повітропроводи Navy Vent White мають внутрішній антистатичний шар що зменшує нашарування пилу в повітропроводах, а також дозволяє отримати високу швидкість потоку повітря при низьких втратах тиску, що сприяє низькому енергоспоживанню всієї системи вентиляції з рекуперацією. Це також полегшує очищення труб, якщо в цьому виникне потреба.

Висновок

Досконала з точки зору енергоефективності система вентиляції, що забезпечує якісне, чисте, здорове повітря у приміщенні – це реальність. Реалізувати таку систему можна лише за умови спільного застосування всіх відомих методів – примусової вентиляції з розвиненою автоматикою, з рекуперацією, з очищенням повітря, з допоміжними пристроями контролю за хімічним складом повітря та вмістом діоксиду вуглецю, із зволожувачами та осушувачами. Тільки комплексна реалізація примусової вентиляційної системи дозволяє досягнути справжньої енергоефективності.

Інформаційні джерела:

1. С. Шовкопляс, В. Борщ [https://aw-therm.com.ua/sistemi-ventilyacii-z-rekuperaciyeyu/] "Вентиляція з рекуперацією – важлива складова сучасного будинку".
2. https://prana.org.ua/room-ventilation\
3. https://pidruchniki.com
4. http://www.klimatvdomi.com
5. https://uk.wikipedia.org