

УДК 628.854: 725.23

## ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕКУПЕРАТОРА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Павленко В. М., Ткаченко Д. О.

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета.** Визначення енергоефективності використання рекуператора теплоти для забезпечення комфортних умов праці в офісних приміщеннях.

**Методика.** Використані сучасні методи досліджень з метою порівняння ефективності застосування пластинчастого рекуператора для енергозаощадження вентиляційних систем.

**Результати.** Використання припливно-витяжних рекуператорів дозволяє заощадити витрати енергоресурсів на нагрів повітря всередині офісних приміщень під час опалювального сезону.

**Наукова новизна.** Розроблено режими роботи вентиляції офісних приміщень з використанням рекуператора теплоти для забезпечення комфортних умов праці.

**Практична значимість.** Використання рекуператорів в системах вентиляції спільно з іншими методами, що підвищують енергоефективність, дозволить заощадити від 50 до 80% теплоти офісних приміщень, що в свою чергу забезпечує комфортні умови праці.

**Ключові слова:** енергоефективність, енергозберігаючі технології, тепло утилізатори, системи життєзабезпечення, рекуператор

Однією з основних характеристик енергетичної ефективності будівель прийнято вважати питомі витрати енергії на системи опалення та вентиляції приміщень в рік. На жаль, ми значно відстаємо від більшості європейських країн з даних показників. Зниження питомої витрати енергії на системи опалення та вентиляції можна прогнозувати. Недостатнє використання в масовому будівництві сучасних енергозберігаючих технологій призводить до великих витрат на енергоресурси.

### **Постановка завдання**

Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в офісних приміщеннях, завданням дослідження є оцінювання ефективності використання рекуператора теплоти для підвищення комфортних умов праці.

### **Результати досліджень**

Згідно з діючими нормами, приміщення для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях мають

забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та рухливості повітря відповідно до норм та правил [1].

Відповідно до [2] в офісних приміщеннях температура повітря повинна становити 22-25°C, відносна вологість повітря – 40-60%, швидкість руху повітря – не більше 0,1 м/с. Під час перевищення припустимих значень робочий день співробітників повинен бути скорочений мінімум на 10%.

Для підтримання допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних і негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження або штучної іонізації, кондиціонування повітря. В Україні відсутні затверджені на законодавчому рівні гранично допустимі норми вмісту вуглекислого газу в повітрі для житлових, офісних та громадських споруд. Проте, враховуючи його вплив на працівників, а саме суттєве зниження їх працездатності, роботодавцям варто приділяти цьому питанню увагу та вживати заходи профілактики.

Окрім цього, наслідком сучасного технічного прогресу є зростання з кожним роком енергоспоживання та збільшення навантаження на кабелі, що в свою чергу призводить до збільшення напруженості електромагнітних полів, несприятлива дія яких може призвести до погіршення стану здоров'я працівників. Таким чином, роботодавцям варто пам'ятати, що причиною зниження працездатності офісних працівників дуже часто є саме незадовільні параметри мікроклімату.

Одним з високотехнологічних агрегатів, які забезпечують енергозбереження, є рекуперативні теплообмінники, використання яких представляє великий практичний інтерес як найбільш доступний засіб впровадження енергозберігаючих технологій при реконструкції систем вентиляції. Застосування рекуперативного теплообмінника при цьому можливе без заміни основних вузлів існуючої вентиляційної системи. В залежності від конструктивного виконання вони поділяються на пластинчаті, роторні, рециркуляційні водяні рекуператори [3].

Вентиляційний рекуператор – це пристрій, у якому тепле повітря, що видаляється з приміщення, нагріває холодне, що надходить з вулиці. Розрізняють рекуператори з пластинчастими мідними або алюмінієвими теплообмінниками (ккд 65-80%) та з регенеративними керамічними (ккд 75-91%). Недоліком пластинчастих теплообмінників є складність виготовлення, відповідно, більша ціна, а регенеративних – мала продуктивність. У літній час використання рекуператора зменшить необхідність

встановлення кондиціонера, або від 2 до 5 разів знизить витрати електроенергії при його роботі. В зимовий – значно зменшить енерговитрати на опалення приміщень [4].

На рис. 1 зображено температурний рух повітря в рекуператорі.

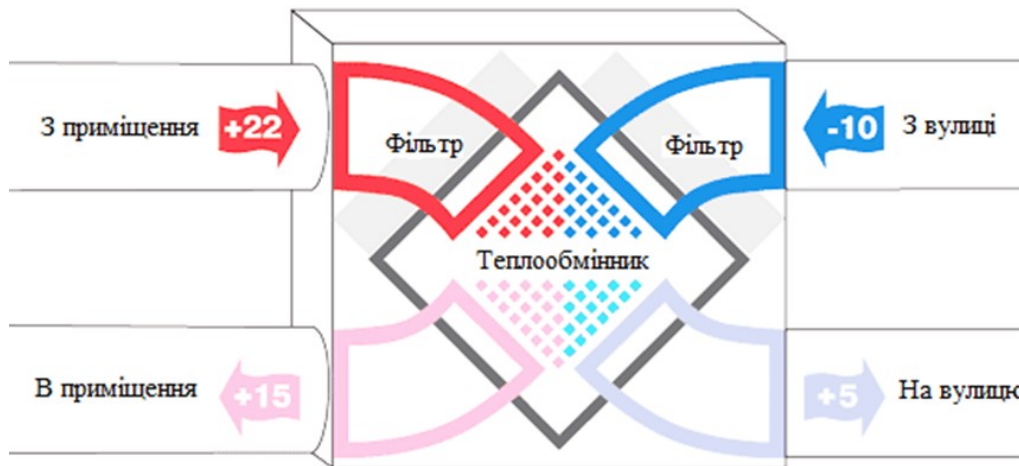


Рис. 1. Температура і рух повітря в рекуператорі

Теплообмін в рекуператорі здійснюється безперервним чином через стінку, що розділяє теплоносії. Пластинчастий рекуператор – один з видів рекуператорів повітря. Є самим популярним, в силу простоти своєї конструкції і функціонування. Вони передають тепло завдяки своїм пластинам, які в свою чергу нагріваються від проходження через них теплого повітря з приміщення і віддають це тепло повітрю приточування. При цьому повітряні потоки в пластинчастих рекуператорах повністю герметичні відносно один одного. Тобто вони не змішують повітря передаючи тепло через металеві пластини. Найпопулярніші матеріали для пластинчастих рекуператорів – алюміній, пластик, нержавіюча сталь і папір.

На рис. 2 зображено схему ефективності застосування рекуперації.



Рис. 2. Ефективність застосування рекуперації

Для підвищення ефективності роботи пластинчастого рекуператора вентиляційного повітря необхідно використовувати його максимальні можливості для повернення тепла відпрацьованого повітря при оптимальних режимах функціонування [5].

Розглянемо систему вентиляції, з витратою 750 м<sup>3</sup>/год. Розрахунки проведемо для опалювального періоду в м Київ. Умовимося, що тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря нижче + 8 °С – -6,9 °С становить 223 днів. Розрахуємо необхідну середню теплову потужність: Для того, щоб нагріти повітря з вулиці до комфортної температури в 20 °С, буде потрібно:

$$N = G \cdot G_p \cdot \rho_{(в-хвд)} \cdot (t_{вн} - t_{сп}) = 750 \cdot 3600 \cdot 1,005 \cdot 1,247 \cdot [20 - (-6,9)] = 7,023 \text{ кВт},$$

де  $G$  – витрата повітря (м<sup>3</sup>/год.);

$t_{вн}$  – комфортна температура повітря приміщення;

$t_{сп}$  – мінімальна температура повітря з вулиці.

Дана кількість теплоти за одиницю часу можна передати приточування декількома способами:

- нагрівання припливного повітря електричним нагрівачем;
- нагрівання припливного теплоносія видаляється через рекуператор, з додатковим нагріванням електричним нагрівачем;
- нагрівання вуличного повітря в водяному теплообмінному апараті тощо.

Розрахунок 1. Припливне повітря нагріваємо електричним нагрівачем. Вартість електроенергії в м Київ  $S = 1,68$  грн/(кВт\*год.). Вентиляція працює цілодобово, протягом 223 днів опалювального періоду, сума грошових коштів, в цьому випадку буде дорівнює:

$$C_1 = S \cdot 24 \cdot N \cdot n = 1,68 \cdot 24 \cdot 7,023 \cdot 223 = 63146 \text{ грн / (опал.період)},$$

де  $S$  – ціна на електроенергію (кВт\*год.);

$n$  – дні опалювального періоду.

Розрахунок 2. Сучасні рекуператори здійснюють передачу теплоти з високою ефективністю. Нехай повітря нагрівається рекуператором до 60% від необхідної теплоти. Звідси випливає, що електричний нагрівач витрачає потужність:

$$N_{(ел.нагр)} = Q - Q_{(рек)} = 7,023 \cdot 0,6 = 2,81 \text{ кВт},$$

де  $Q$  – кількість електроенергії для нагріву повітря з вулиці в приміщення(кВт);

$Q_{(рек)}$  – нагрів повітря рекуператором (%).

За умови, що вентиляція буде працювати на всьому проміжку опалювального періоду, отримуємо суму за електроенергію:

$$Ц_2 = S * 24 * N_{(ел.нагр)} * n = 1.68 * 24 * 2.81 * 223 = 25265 \text{ грн / (опал.період)}$$

Розрахунок 3. Для нагріву вуличного повітря використовується нагрівання вуличного повітря в водяному теплообмінному апараті. Орієнтовна вартість тепла від технічної гарячої води за 1 Гкал в місті Києві:

$$S_{z.g} = 834 \text{ грн. / гкал, } K_{кал} = 4,184 \text{ кДж}$$

Для нагріву нам буде потрібно наступна кількість тепла:

$$Q_{z.g} = \frac{N \cdot n \cdot 24 \cdot 3600}{S_{z.g} \cdot 106} = \frac{7.023 \cdot 223 \cdot 24 \cdot 3600}{4.184 \cdot 106} = 30.51 \text{ Гкал}$$

При роботі вентиляції і теплообмінного апарату впродовж опалювального періоду року сума грошових коштів за теплоту технічної води:

$$Ц_3 = S_{(z.g)} \cdot Q_{(z.g)} = 834 \cdot 30.51 = 25445 \text{ грн / (опал.період)}$$

Результати розрахунків витрат на підігрів припливного повітря за опалювальний період року наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

#### Результати розрахунків

Електричний нагрівач	Електричний нагрівач + рекуператор	Водяний нагрівач
63146 грн./(опал. період)	25265 грн./(опал. період)	25445 грн./(опал. період)

#### Висновки

Застосування рекуператорів спільно з іншими методами, що підвищують енергоефективність, дозволить заощадити від 50 до 80% теплоти, що виходить з приміщення разом з витяжним повітрям. Ефективність енергозберігаючих технологій різко підвищується з використанням автоматичної системи регулювання клімат-контролю в приміщенні.

## Список використаних джерел

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Затверд. наказом Мінрегіонбуду від 25.01.2013 р. № 24.
2. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
3. Рекуперация воздуха: мода или необходимость? / Журнал АВОК «Вентиляция. Отопление. Кондиционирование», № 2, 2002.
4. Гершкович В. Ф. Плесень на окнах. Германский урок / Теплоэнергоэффективные технологии – Санкт-Петербург, 2004. – № 2, с. 44-45.
5. Назаров В. І. Побутові та автомобільні кондиціонери: довідник / В. І. Назаров, В. І. Рижинко. – М.: Видавництво Онікс, 2006. – 32 с.

## References

1. DBN V.2.5-67:2013 *Opalennia, ventyliatsiia ta kondytsionuvannia* [Heating, ventilation and air conditioning] Zatverd. nakazom Minrehionbudu vid 25.01.2013 r. No. 24. [in Ukrainian].
2. DSN 3.3.6.042-99 *Sanitarni normy mikroklimatu vyrobnychykh prymishchen* [Sanitary norms of the microclimate of industrial premises] [in Ukrainian].
3. *Rekuperatsiya vozdukha: moda yly neobkhodymost?* [Air recuperation: a fashion or necessity?] Zhurnal AVOK «Ventilyatsiya. Otoplenye. Kondytsyonirovaniye», No. 2, 2002. [in Russian].
4. Hershkovych, V.F. (2004). *Plesen na oknakh. Hermanskyi urok*. [Energy saving in buildings] *Teploenergoeffektivnyye tekhnolohyy*, Sankt-Peterburh, No. 2, pp. 44-45. [in Russian].
5. Nazarov, V.I. (2006). *Pobutovi ta avtomobilni kondytsionery: dovidnyk* [Household and automobile conditioners] Moscow: Oniks Publ. – 32 p. [in Ukrainian].

**Оценка эффективности использования рекуператора в системе вентиляции офисных помещений****Павленко В. Н., Ткаченко Д. А.***Киевский национальный университет технологий и дизайна***Цель.** *Определение энергоэффективности использования рекуператора тепла для обеспечения комфортных условий труда в офисных помещениях.***Методика.** *Использованы современные методы исследований с целью сравнения эффективности применения пластинчатого рекуператора для энергосбережения вентиляционных систем.***Результаты.** *Использование приточно-вытяжных рекуператоров позволяет сэкономить затраты энергоресурсов на нагрев воздуха внутри офисных помещений во время отопительного сезона.***Научная новизна.** *Разработаны режимы работы вентиляции офисных помещений с использованием рекуператора тепла для обеспечения комфортных условий труда.***Практическая значимость.** *Использование рекуператоров в системах вентиляции совместно с другими методами, повышающие энергоэффективность, позволит сэкономить от 50 до 80% теплоты офисных помещений, в свою очередь обеспечивает комфортные условия труда.***Ключевые слова:** *энергоэффективность, энергосберегающие технологии, тепло утилизаторы, системы жизнеобеспечения, рекуператор*

*Evaluation of efficiency of use of receiver in ventilation systems of office accommodation*

**Pavlenko V. M., Tkachenko D. O.**

*Kiev National University of Technology and Design*

**Purpose.** *Determining the energy efficiency of using the heat recuperator to provide comfortable working conditions in the office space.*

**Methodology.** *Modern methods of research are used to compare the efficiency of the use of a plate recuperator for energy saving of ventilation systems.*

**Findings.** *The use of inflow and extractor recuperators can save energy costs on heating the air inside the office space during the heating season.*

**Originality.** *The working conditions of ventilation of office premises with use of heat recuperator are developed for providing comfortable working conditions.*

**Practical value.** *Using recuperators in ventilation systems, along with other methods that increase energy efficiency, will save from 50 to 80% of the heat of office space, which in turn provides comfortable working conditions.*

**Keywords:** *energy efficiency, energy saving technologies, heat utilizers, life support systems, recuperator*