

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

Розглянуто ефективність використання теплового насоса у системах вентиляції з метою утилізації теплоти вентиляційних викидів без врахування витрат теплоти на опалення об'єкта вентиляції. Проведено термодинамічний аналіз теплонасосної схеми вентиляції з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря, а також теплонасосної схеми вентиляції з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря за певних заданих умов навколишнього середовища та інших параметрів, які впливають на коефіцієнт використання зовнішньої енергії на теплонасосну систему вентиляції.

Ключові слова: тепловий насос; вентиляція; коефіцієнт використання зовнішньої енергії.

Abstract

We considered the efficiency of using the heat pump in ventilation systems with the aim of utilization of the heat supply of ventilation emissions without heat consumption for heating the ventilation object. Thermodynamic analysis of the heat pump system of ventilation with partial recirculation of exhaust air, heat pump heating scheme with heat recuperator and recirculation of exhaust air under certain given ambient conditions was made. Parameters which affect the coefficient of external energy use for heat pump ventilation system were analyzed.

Keywords: heat pump; ventilation; coefficient of use external energy use.

Одним з найефективніших об'єктів для застосування теплонасосних технологій є системи вентиляції промислових, громадських та житлових приміщень. Завдяки малій різниці температур припливного та відпрацьованого повітря досягається висока енергетична ефективність використання теплових насосів (ТН) в системах вентиляції при помірних температурах навколишнього повітря. Вентиляційне повітря в сучасних будівлях скидається або засмоктуються вентиляторами. Така система циркуляції повітря дозволяє не тільки використовувати ТН, але і теплообмінники для безпосереднього нагрівання свіжого повітря вентиляційними викидами (відпрацьоване повітря скидається з температурою близькою до 20 °С – ТН при такій температурі нижнього джерела теплоти матиме коефіцієнт трансформації теплоти між 3 і 4). Таким чином, великі перспективи має впровадження теплонасосно-рекуперативних систем вентиляції, в яких кінцевий енергетичний ефект визначається поєднанням рекуператора-утилізатора теплоти відпрацьованого повітря і ТН [1, 2].

Однак, при пониженьні температури зовнішнього повітря ефективність простих теплонасосних схем вентиляції суттєво зменшується, що обумовлює застосування більш складних схем. Однією з таких систем є теплонасосно-рекуператорна схема вентиляції з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря [3].

На рис. 1 зображена схема теплонасосної системи (ТНС) вентиляції з використанням рециркуляції відпрацьованого повітря. Із рис. 1 видно, що потік відпрацьованого повітря після об'єкту вентиляції розділяється на два потоки: одна частина повітря, підмішується у камері змішування до припливного повітря і направляєється в конденсатор ТН, а інша частина повітря направляєється на випарник ТН.

У випадках, коли повітря, що видаляється з приміщення, має досить високу температуру і не має у своєму складі шкідливих речовин, частина його у зимовий період не викидається назовні, а після очищення підмішується до припливного повітря для його підігріву, і отримана суміш подається у приміщення. Рециркуляція також широко застосовується при охолодженні повітря у літній період [4].

Цим досягається економія вартості установки й експлуатації, оскільки зменшуються затрати на нагрів навколишнього повітря.

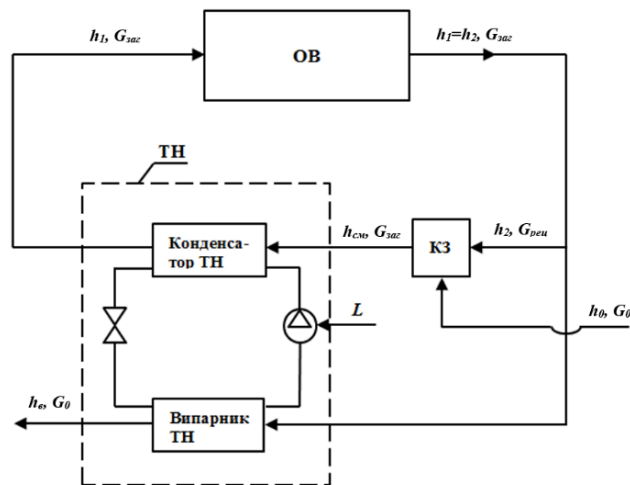


Рис. 1. Схема теплонасосної системи вентиляції з використанням рециркуляції відпрацьованого повітря: ОВ – об’єкт вентиляції; ТН – тепловий насос; КЗ – камера змішування; L – робота приводу компресора теплового насоса.

Із рис. 2 видно, що потік відпрацьованого повітря після об’єкту вентиляції розділяється на два потоки: одна частина повітря, підмішується у камері змішування до припливного і направляєється в конденсатор ТН, а інша направляєється на рекуператор-утилізатор і на випарник ТН. Завдяки рекуператору теплота повітря, що залишає приміщення, передається свіжому повітрю, яке надходить з навколишнього середовища. Економія енергії, що витрачається на нагрів припливного повітря у холодний період року, може сягати 60–85 % (порівняно із звичайною припливною установкою). Термодинамічний аналіз цієї схеми дозволив визначити залежності коефіцієнта рециркуляції від параметрів зовнішнього повітря для підтримання заданих температурно-вологісних умов в середині приміщенні.

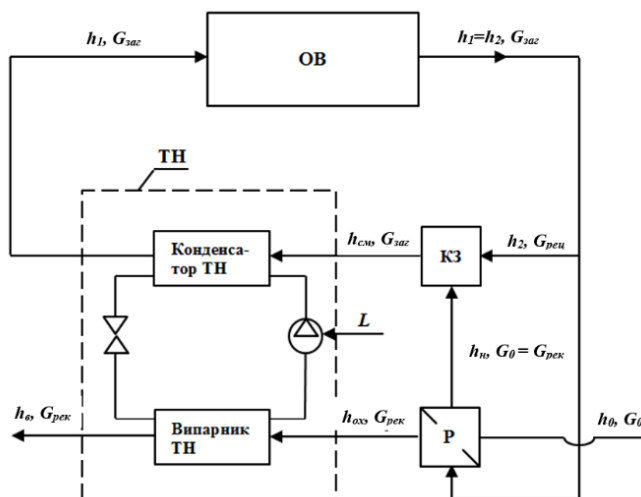


Рис. 2. Схема ТНС вентиляції з використанням рекуператора теплоти та рециркуляції відпрацьованого повітря: ОВ – об’єкт вентиляції; ТН – тепловий насос; P – рекуператор; КЗ – камера змішування; L – робота приводу компресора теплового насоса.

На рис. 3 показана залежність коефіцієнта використання зовнішньої енергії від температури навколишнього середовища. З залежності видно, що ТНС вентиляції з використанням рекуператора

теплоти та рециркуляції відпрацьованого повітря характеризується меншими затратами зовнішньої енергії порівняно з варіантом схеми ТНС вентиляції з використанням рециркуляції відпрацьованого повітря. Також видно, що затрати зовнішньої енергії зменшуються зі збільшенням коефіцієнта рекуперації та зростають зі збільшенням температури навколишнього середовища.

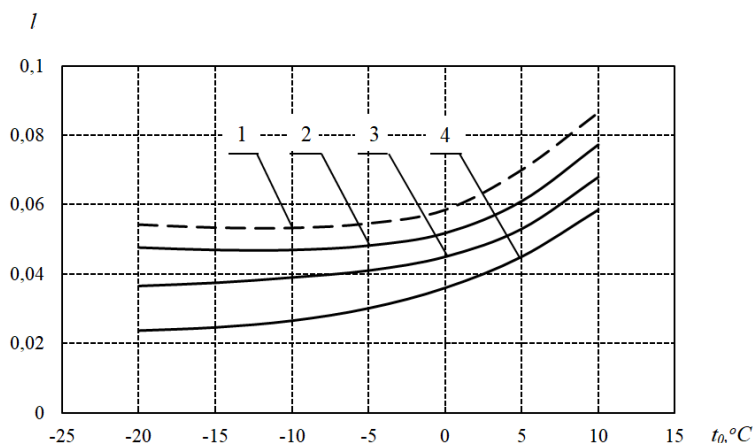


Рис. 3. Залежність коефіцієнта використання зовнішньої енергії від температури навколишнього середовища при $\phi = 50\%$: 1 – $n_p = 0$; 2 – $n_p = 0,2$; 3 – $n_p = 0,4$; 4 – $n_p = 0,6$.

Розрахунки затрат зовнішньої енергії на привід вищенаведених схем дозволили зробити наступні висновки:

1. Для підтримання заданих температурно-вологісних умов в середині приміщення в умовах рециркуляції необхідно змінювати коефіцієнт рециркуляції в залежності від температури і відносної вологості зовнішнього атмосферного повітря.

2. Використання рекуператора в схемі з рециркуляцією відпрацьованого повітря дозволяє додатково знизити питомі затрати зовнішньої енергії на ТНС вентиляції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Безродний М.К. Енергетична ефективність системи вентиляції з використанням рекуператора та теплового насоса / М. К. Безродний, М. А. Галан // 36. «Техническая теплофизика и промышленная теплотехника», Дніпропетровськ. – 2011. – №3. – С. 5–13.
2. Гершкович В. Ф. Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами / В. Ф. Гершкович. – К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП “Энергомимум”, 2009. – 60 с.
3. Безродний М.К. Енергетична ефективність теплонасосної системи вентиляції з рекуператором теплоти і рециркуляцією відпрацьованого повітря / М. К. Безродний, М. А. Галан // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2011. – № 2. – С. 16–19.
4. Безродний М.К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних систем / М.К. Безродний, Н. О. Притула // Монографія НТУУ «КПІ». – 2016. – С. 272.

Безродний Михайло Костянтинович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: m.bezrodny@kpi.ua

Притула Наталя Олександрівна — канд. техн. наук, асистент кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: npritula@ukr.net

Цвєткова Марія Олександрівна — студентка групи ТП-61М, факультет теплоенергетичний кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: gobovamaria@gmail.com

Bezrodny Mykhailo K. — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: m.bezrodny@kpi.ua

Prytula Natalia O. — candidate of technical sciences, assistant of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: npritula@ukr.net

Tsvetkova Maria O. — student group TP-61M, Faculty of Heat and Power Engineering, Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: gobovamaria@gmail.com