

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

УДК 697.9

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ
В РЕЖИМІ ПАСИВНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. О. Цуканов, О. В. Гайдейчук

Проаналізовано енергетичні витрати холодильного обладнання систем кондиціонування повітря, виявлено параметри, що визначають доцільність використання режиму пасивного охолодження, досліджено ефективність пасивного охолодження в системі кондиціонування повітря громадської будівлі для ґрунту та річкової води як низькотемпературне джерело, виявлено раціональні характеристики проміжного теплообмінника для режиму пасивного охолодження, для оцінювання ефективності системи використані техніко-економічні показники та техногенне навантаження на навколишнє середовище протягом життєвого циклу системи.

Проанализированы энергетические расходы холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха, выявлены параметры, которые определяют целесообразность использования режима пассивного охлаждения, исследована эффективность пассивного охлаждения в системе кондиционирования воздуха общественного здания для грунта и речной воды в качестве низкотемпературного источника, выявлены рациональные характеристики промежуточного теплообменника для режима пассивного охлаждения, для оценки эффективности системы использованы технико-экономические показатели и техногенная нагрузка на окружающую среду в течение жизненного цикла системы.

The power charges of refrigeration equipment of the air conditioning systems are analysed, parameters which determine expedience of the use of the passive cooling mode are exposed, efficiency of the passive cooling in the air conditioning systems of public building with soil and river water as a low temperature source is investigated, rational descriptions of intercooler for the mode of the passive cooling are exposed, for the estimation of efficiency of the system the economic indexes and technogenic loading on an environment during the life cycle of the system are used.

Вступ, постановка задачі

В зв'язку із посиленням вимог до комфортності приміщень активно поширюються системи кондиціонування повітря з використанням штучного холоду. Для виробництва холоду переважно використовуються парокомпресійні холодильні машини, що характеризуються значними витратами електричної енергії (25...40 % від виробленого холоду). Тому, для житлових та громадських будівель системи кондиціонування повітря є визначальним електричним навантаженням [1].

Для виробництва холоду можуть застосовуватись як холодильні машини з повітряними конденсаторами, так і реверсивні теплові насоси з використанням теплоти ґрунту та поверхневих або ґрунтових вод. Реверсивні теплові насоси дають змогу виробляти теплоту в холодний період і холод в теплий період року з високою енергетичною та екологічною ефективністю.

В теплий період року при малих потужностях системи кондиціонування по холоду може використовуватись пасивний режим. Це такий режим роботи системи, коли холод для споживача передається безпосередньо з контуру ґрунтового теплообмінника або від поверхневих чи ґрунтових вод через проміжний теплообмінник або без нього [2]. Така робота системи без використання холодильної машини дозволяє досягати високої енергоефективності.

Для оцінювання ефективності роботи системи може бути використаний техніко-економічний метод з грошовими показниками та метод оцінювання техногенного навантаження на навколишнє середовище в екологічних показниках Pt на основі програмного продукту SimaPro 7.3 [3].

Мета даної роботи – підвищення енергетичної та екологічної ефективності системи кондиціонування повітря будівлі за рахунок використання обґрунтованих режимів пасивного охолодження.

Основні дослідження

Для виявлення доцільності використання режиму пасивного охолодження для системи кондиціонування повітря громадської будівлі за умов використання ґрунту та поверхневих вод як низькотемпературне джерело (НД) для реверсивного теплового насоса враховано кліматичні дані про атмосферне повітря та поверхневі води, характерний розподіл холодильної потужності протягом теплого періоду року, енергетичні та вартісні характеристики встановленого обладнання тощо.

Для дослідження вибрана громадська будівля в м. Вінниці. Розрахункова холодильна потужність системи кондиціонування повітря складає 120 кВт. Для тепло-, холодопостачання будівлі використані реверсивні теплові насоси фірми СІАТ. Як НД вибрані два варіанти – ґрунтовий теплообмінник та річкова вода.

У випадку використання однакового теплоносія в контурі НД і в контурі споживача холоду можливе безпосереднє з'єднання цих контурів для використання пасивного режиму охолодження. В розрахунках розглянуто також пасивний режим охолодження через поверхневий теплообмінник з певним температурним напором $\Delta t_{то}$ (рис. 1). Використання теплообмінника дозволяє зменшити гідравлічні розбалансування елементів системи, перенесення забруднень, вплив витікань теплоносія тощо.

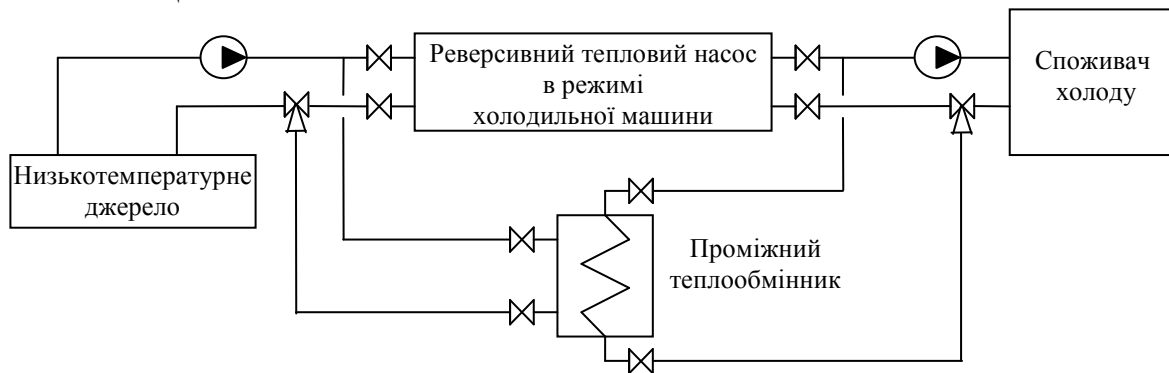


Рис. 1. Схема включення системи пасивного охолодження

В результаті проведених чисельних досліджень виявлено, що для умов м. Вінниці система пасивного охолодження працюватиме до 140 год. на рік при використанні НД – річкова вода та до 280 год. – при використанні ґрунтового теплообмінника. На цей час холодильний коефіцієнт системи холодопостачання збільшується в 10...15 разів.

У випадку роботи системи пасивного охолодження без проміжного теплообмінника річна економія електроенергії складає 4260 кВт-год./рік для НД – річкова вода та 12800 кВт-год./рік для НД – ґрунт. Результати розрахунків економічних показників системи з використанням проміжного теплообмінника показані на рис. 2.

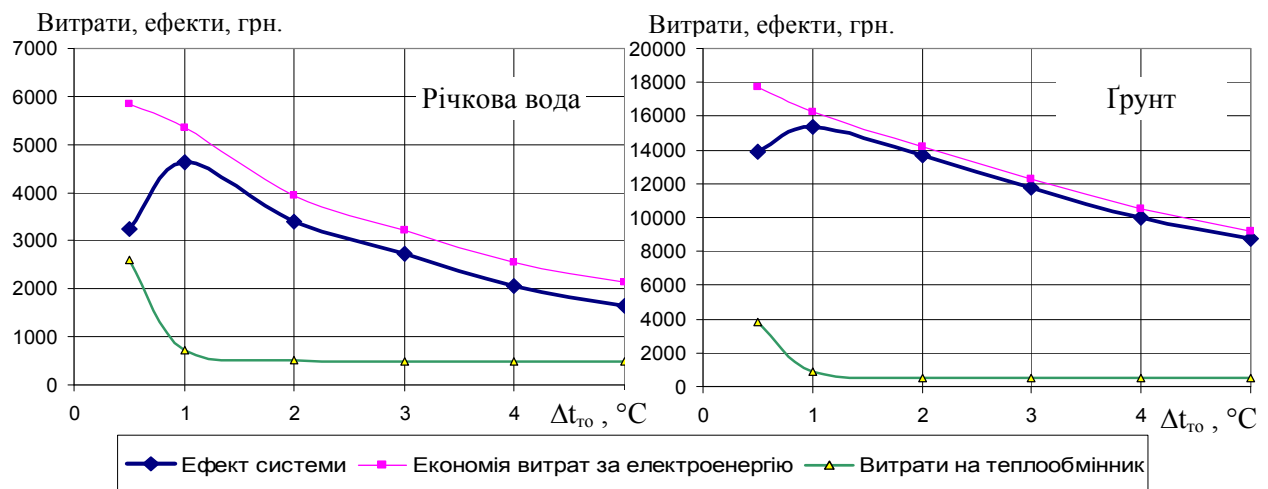


Рис. 2. Економічна ефективність системи пасивного охолодження в залежності від температурного напору проміжного теплообмінника $\Delta t_{то}$

Розрахунки ефективності в екологічних показниках Pt з використанням SimaPro показали аналогічні результати. Максимальна ефективність також досягається при температурному напорі $\Delta t_{\text{то}} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$, зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище для такого варіанта системи пасивного охолодження складає біля 6 kPt для НД – річкова вода і 16 kPt для ґрунту.

Аналізуючи результати наведені на рис. 2, можна відмітити, що найбільш раціональним є варіант з температурним напором проміжного теплообмінника $\Delta t_{\text{то}} = 1 \dots 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Для менших напорів суттєво зростає маса та габарити теплообмінника.

Системи пасивного охолодження більш ефективні при використанні ґрунтових теплообмінників, але їх застосування для потужних по холоду об'єктів обмежене через використання великих площ для влаштування сітки свердловин та значних витрат на свердловини [4].

Використана в роботі методика оцінювання ефективності системи холодопостачання дозволяє обмежену кількість раціональних варіантів побудови системи. Для остаточного прийняття рішення щодо вибору оптимального варіанту необхідно провести детальні розрахунки системи та її економічних, енергетичних та екологічних показників.

Висновки

- Системи кондиціонування повітря громадських будівель з використанням штучного холоду є визначальним електричним навантаженням будівлі.
- При використанні реверсивних теплових насосів з річковою водою чи ґрунтом як НД є можливість об'єднання функцій тепло- і холодопостачання та використання функції пасивного охолодження в теплий період року. В результаті проведення числових досліджень виявлено, що для м. Вінниці система пасивного охолодження може працювати до 140 год. на рік при використанні річкової води та до 280 год. на рік при використанні ґрунту як НД. Річна економія електроенергії складає, відповідно, 4260 та 12800 кВт-год./рік. При цьому холодильний коефіцієнт системи охолодження зростає в 10...15 разів.
- За умов використання проміжного теплообмінника в системі пасивного охолодження за економічними та екологічними розрахунками раціональним температурним напором теплообмінника є $1 \dots 2 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Остаточний вибір варіанта системи теплохолодопостачання будівлі повинен відбуватись після детальних розрахунків енергетичних, екологічних та економічних показників системи.

Використана література

1. Краснов Ю. С. Системы вентиляции и кондиционирования / Ю. С. Краснов, А. П. Борисоглебская, А. В. Антипов. – М. : Термокул, 2004. – 372 с.
2. Пассивное кондиционирование. Режим доступа: <http://www.ecogroup.com.ua/spravochnik/sistemy-ventilyatsii-i-konditsionirovaniya/passivnoe-konditsionirovanie>
3. Степанов Д. В. Методи оцінки ефективності системи з врахуванням техногенного навантаження на навколишнє середовище протягом життєвого циклу системи / Д. В. Степанов, С. Й. Ткаченко, Л. А. Боднар. // Вісник НУВГП. – 2010. – № 2. – С. 168-174.
4. Степанов Д. В. Суміщення теплохолодильних машин та електронагрівника в схемі джерела теплохолодопостачання / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, А. А. Керн. // Енергетика та електрифікація. – 2011. – № 6. – С. 49-52.

Степанов Д. В. – к.т.н., доц., доцент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету.

Степанова Н. Д. – к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету;

Цуканов О. О. – студент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету;

Гайдейчук О. В. – студент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету.