

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У статті запропоновано використання теплонасосних установок типу «повітря-вода» в системах вентиляції і кондиціонування повітря. Показано переваги такого рішення у порівнянні з традиційними системами забезпечення мікроклімату громадських будівель.

Ключові слова: повітря, вода, система, вентиляція, кондиціонування повітря, тепловий насос, кільцева система, енергоефективність, теплова потужність, холодопродуктивність

Постановка проблеми. Враховуючи обмежені власні запаси вуглеводневого палива, суттєве підвищення цін на імпортовані енергоносії, постійне зростання потреби в теплоті, підґрунтям енергетичної політики у галузі теплопостачання має стати енергозбереження у сфері споживання і докорінне підвищення енергоефективності у сфері генерації, транспорту та розподілу теплоти. Реалізація енергозберігаючих заходів у секторі споживання передбачає перехід на сучасні норми та стандарти у громадському будівництві, у першу чергу, у сфері будівництва та реконструкції житлового фонду, у всіх галузях промисловості.

Головним напрямом розвитку систем розподілу та споживання теплоти має стати зниження рівнів споживання природних палив за рахунок підвищення ефективності їх використання, розвитку систем теплопостачання на базі електричної енергії, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів, природних теплових ресурсів тощо [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У більшості приміщень громадських будівель під час експлуатації виділяються в навколишнє середовище різними джерелами значні теплонадлишки, які зазвичай безповоротно втрачаються шляхом відводу їх системами витяжної вентиляції в атмосферу. При влаштуванні систем водяних теплових насосів ці теплонадлишки можна використати – за рахунок цього експлуатаційні витрати можуть бути знижені до 20-40% в порівнянні з іншими опалювально-кліматичними системами. Джерелами внутрішньої теплової енергії будівлі можуть насамперед виступати :

- електросвітильники;
- офісні працівники, відвідувачі тощо;
- комп'ютерна та оргтехніка;
- технологічне обладнання та устаткування;
- сонячна радіація;

- повітря витяжних вентиляційних систем з механічним спонуканням.



Рис.1. Кільцева система

Існують також і інші джерела надлишкової теплоти в будівлі, проте вищевказані є найбільш значущими. При застосуванні системи WLHP вся ця теплота може бути відібрана в приміщеннях, які вимагають охолодження, і передана у приміщення, котрі потребують опалення. За рахунок цього можна досягти значного зменшення експлуатаційних витрат. Також відомі приклади використання внутрішньої енергії від технологічних систем будівлі (наприклад, господарського-побутового водовідведення) з постійною емісією теплоти. Система WLHP дозволяє, в свою чергу, включати в загальний водяний контур практично будь-якого споживача, одночасно впорядковуючи інженерні системи.

Формулювання мети статті. Обґрунтувати можливість застосування теплонасосних установок типу «повітря–вода» для утилізації надлишкової теплоти у приміщеннях громадських будівель з метою зменшення теплової потужності, а відповідно, і споживання органічного палива яке є основним джерелом теплоти будівлі.

Основна частина. Теплові насоси в системі WLHP функціонують як опалювально-кліматичні елементи, що створюють систему для утилізації теплової енергії (Heating Recovery System), яка в традиційних системах безповоротно видаляється в атмосферу. Система WLHP складається з індивідуальних агрегатів типу тепловий насос «вода/повітря», з'єднаних між собою замкнутим водяним контуром. Вода, що циркулює в цьому контурі,

виконує функцію теплоносія, а також перерозподіляє енергію між різними приміщеннями будівлі, будучи водночас джерелом т.зв. низькопотенційної теплоти. У нашому випадку чинна теза, що теплонадлишки у приміщеннях будівлі можна розглядати не чим іншим як низько потенційними джерелами теплоти.

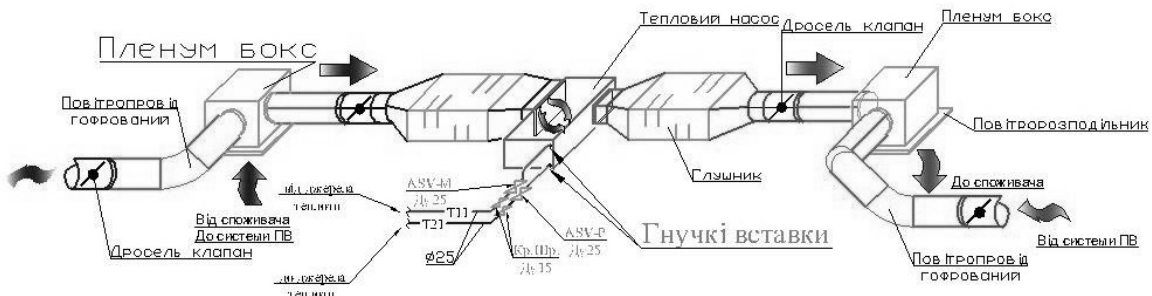


Рис. 2. Тепловий насос

Розглядаючи системи інженерного забезпечення мікроклімату громадської будівлі можна виділити три основні варіанти функціонування будівлі в залежності від періоду року:

1. В теплий період року приміщення будівлі потребують охолодження – надлишок теплоти відбирається тепловими насосами і передається, наприклад, за допомогою води, циркулюючій в замкнутому контурі, до зовнішньої системи охолодження (чиллеру, градирні тощо).

2. В холодний період року слід компенсувати тепловтрати (приміщення будівлі необхідно опалювати) – відібрана від джерела енергії теплота має бути передана циркулюючій в замкнутому контурі воді і розподілена індивідуально в окремих приміщеннях в залежності від потреби за допомогою теплових насосів. У випадку перевищення тепловтрат від можливих теплонадходжень їх компенсація відбувається за допомогою традиційних теплогенеруючих установок або поновлювальних джерел.

3. У певні періоди року частину приміщень будівлі слід опалювати, а частина – потребує охолодження. У цей час теплові насоси абсорбують зайву теплоту і вона надходить до приміщень, які вимагають обігріву. Залежно від кількості надлишкової теплоти, яка може бути утилізована, при певній температурі зовнішнього повітря встановлюється стан рівноваги теплової системи. Це означає, що немає необхідності ні в догріванні, ні в охолодженні циркулюючої в контурі рідини.

Рівень теплової рівноваги досягається при температурі води в замкнутому контурі в межах близько $+(16...36) ^\circ\text{C}$. При нижчих значеннях температури (в холодний період року) тепла енергія надходить від додаткового джерела теплоти у водяний контур для того, щоб утримати її у вказаному вище діапазоні. В теплий період року надлишок теплоти видаляється з водного контуру за допомогою охолоджувачів – температура

не повинна перевищити $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такий діапазон температур для води в замкнутому контурі гарантує повну функціональність встановленого обладнання, що означає, що кожен тепловий насос в стані забезпечити надходження підігрітого або охолодженого повітря в кожне з приміщень, які обслуговуються даною системою.

Виконані розрахунки показали достатню ефективність пропонуваніх рішень – теплова потужність теплогенеруючої установки може бути зменшена до 50 % від потреби. Такий підхід до проектування став можливий у зв'язку з додаванням до зведеного балансу теплової потужності всіх компресорів теплових насосів. Варто зазначити, що завдяки цьому відбувається зменшення як капітальних, так і експлуатаційних витрат, а також викидів забруднюючих речовин – продуктів згоряння палива – в атмосферне повітря.

Джерелом холоду в такій системі можуть бути, наприклад, мокрі градирні закритого типу. Як правило, таке обладнання розташовують на даху будівель. З метою уникнення перенесення вібрації від агрегатів на несучі конструкції споруди слід виконати антивібраційний захист.

Градирні були підібрані на підставі суми розрахункових потужностей теплових насосів і споживаної електричної потужності теплових насосів. Так як дане устаткування встановлене зовні будинку, то для захисту від заморожування в холодний період року у замкнутому гідравлічному контурі необхідно використовувати водно-гліколеві розчини.

В якості такого обладнання можуть бути запропоновані теплові насоси типу GRN Ultra Quiet фірми Climate Master горизонтального виконання, з'єднані між собою водяним контуром зі сталевих труб на зварних з'єднаннях. Гідравлічна система обв'язки теплових насосів виконана як двотрубна система з магістральними стояками і контурами на кожному поверсі будівлі.

Приєднання окремих теплових насосів на кожному поверсі виконано по системі з попутним рухом води і додатковими регуляторами потоку при кожному тепловому насосі. Навіщо? Теплові насоси працюють в системах водяних контурів і вимагають ретельного регулювання витрати води. Це основна умова правильності роботи обладнання.

Як можна побачити, у стовпці «витрата» незалежно від температури надходить в тепловий насос води, є жорсткі діапазони роботи насоса залежно від витрати води. Агрегат не працюватиме при витраті води нижче 0,095 л/с. Занадто мала витрата призводить до зростання тиску конденсації хладону холодильного контуру до критичного рівня і аварійного вимкнення агрегату. Те ж саме відбувається при перевищенні витрати води понад 0,189 л/с. У цьому випадку відбувається падіння тиску конденсації хладону в холодильному контурі до небезпечно низького рівня і, відповідно, аварійне вимкнення агрегату.

Технічна характеристика тепловий насос типу «вода-повітря» GRH 012
виробництва Climate Master
(США)

GRH 012 ClimateMaster, Oklahoma, USA

| Температура води на подачу в тепловий насос | Витрата мін/сер/макс л/с | Охолодження температура повітря Вх: д 27 / ви ж: д 19 °С | | Опалення Температура повітря на вході в тепловий насос 20 °С | |
|---|--------------------------|--|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| | | Повна холодопотужність кВт | Енергетична ефективність EER, Вт/Вт | Теплова потужність кВт | Коефіцієнт перетворення COP, Вт/Вт |
| -5 | 0,095 | Не рекомендований діапазон | | 2,03 | 2,79 |
| | 0,145 | | | 2,03 | 2,79 |
| | 0,189 | | | 2,03 | 2,79 |
| 0 | 0,095 | 3,48 | 6,13 | 2,16 | 2,90 |
| | 0,145 | 3,60 | 6,69 | 2,23 | 2,98 |
| | 0,189 | 3,66 | 6,93 | 2,26 | 2,98 |
| 20 | 0,095 | 2,77 | 3,65 | 3,28 | 3,63 |
| | 0,145 | 2,89 | 3,97 | 3,39 | 3,69 |
| | 0,189 | 2,94 | 4,16 | 3,45 | 3,71 |
| 35 | 0,095 | 2,17 | 2,28 | Не рекомендований діапазон | |
| | 0,145 | 2,29 | 2,51 | | |
| | 0,189 | 2,34 | 2,62 | | |

Вищеописаний аналіз роботи теплових насосів, що працюють в системі водного контуру, показує наскільки важливе забезпечення необхідної витрати води через теплообмінник. Для досягнення необхідної витрати обов'язковим є застосування ефективних регулюючих елементів. Наприклад, можуть бути запропоновані регулятори потоку типу Frese Alpha датського виробника Frese.

Для визначення ефективності пропонованих рішень щодо застосування теплових насосів в системах вентиляції та кондиціонування повітря нижче приведено результати техніко-економічного порівняння з аналогічними за функціональним призначенням системами.

Порівняльна характеристика вартості

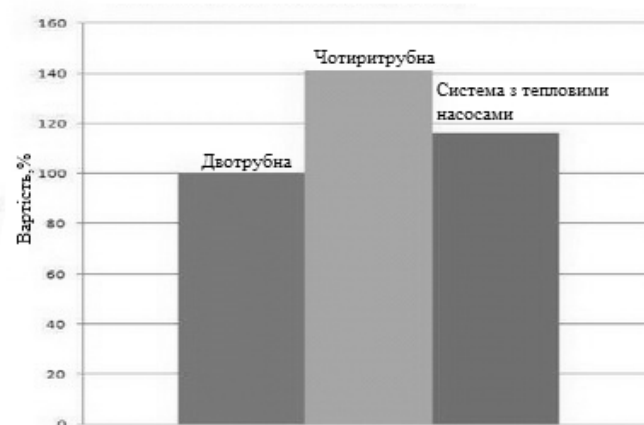


Рис.3. Порівняння вартості системи

Можна впевнитися, що інвестиційна вартість пристрою системи WLHP опинилася на близько 25 % нижче, ніж функціонально тотожної системи на 4-трубних фанкойлах.

Висновки. Загальні переваги системи WLHP:

1. Використання теплонадлишків будівлі шляхом перерозподілу їх в приміщеннях. Ця енергія безповоротно втрачається в інших опалювально-кліматизаційних системах.
2. Низькотемпературна опалювально - кліматизаційна система відповідає Директиві ЄС № 2002/91/ЄС . Це дає можливість присвоєння вищого енергетичного класу для будівлі , і це впливає звідси конкурентні можливості на ринку нерухомості.
3. Порівняно з системою заснованої на 4 - трубних фанкойлах або системою VAV зі змінною витратою повітря - система WLHP найбільш інвестиційно дешева. При цьому забезпечується повний незалежний температурний контроль в кожному приміщенні.
4. Значно менша встановлена теплова потужність додаткового джерела теплоти в порівнянні з традиційними системами .
5. Теплові насоси «вода/повітря» працюють з високою енергетичною ефективністю COP і EER , наслідком чого є менше споживання енергії і більш низькі експлуатаційні витрати.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – Схвалено роз-порядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р., №145-р.
2. *Мхитарян Н.М.* Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспектива.- К.: Наук думка ,2009. – 318стр
3. *Предун К.М.* Деякі аспекти реконструкції систем інженерного забезпечення житлових будинків // Енергозбереження в будівництві та архітектурі: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.1. – с.115...119.
4. *Хмара Д.О.* Проблеми продовження терміну експлуатації ядерних реакторів на українських АЕС // Нова тема. – 2010. – №2. – с.20...23.
5. ДБН 360-92*. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень / Мінбудархітектури України. – К., 1993. – 108 с.
6. *Колесник Є.С.* Потенціал енергозбереження в житловому фонді Ук-раїни // Энергосбережение. – 2011. – №11. – с. 6...9.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

К. М. Предун, И. О. Комаренко

В статье предложено использование теплонасосных установок типа «воздух-вода» в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Показаны преимущества такого решения по сравнению с традиционными системами обеспечения микроклимата общественных зданий.

Ключевые слова: воздух, вода, система, вентиляция, кондиционирование воздуха, тепловой насос, кольцевая система, энергоэффективность, тепловая мощность, холодопроизводительность.

THE INCREASING OF ENERGY EFFICIENCY IN SYSTEMS THAT MAINTENANCE THE MICROCLIMATE IN PUBLIC BUILDINGS

K. Predun, I. Komarenko

The article suggests the use of heat pump units such as "air-water" units in ventilation and air conditioning systems. The advantage of this solution compared to traditional systems of microclimate in public buildings.

Keywords: air, water system, ventilation, air conditioning, heat pump, the ring system, energy efficiency, thermal power, cooling capacity.