

УДК: 621.4:662.9

ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНОГО ОГОРОДЖЕННЯ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

НАКАШИДЗЕ Л.В*., канд техн наук, с.н.с.,
ГАБРИНЕЦЬ В.А**. д-р техн. наук, професор

*ORCID 0000-0003-3990-6718, Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, пр-т Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, Україна, 49050

**ORCID 0000-0002-6115-7162, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. ак. В. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, Україна, 49010

Анотація Метою роботи є визначення особливостей сумісного функціонування енергоактивних огороджень та теплових насосів в системах енергозабезпечення, в яких використовується енергія альтернативних джерел. При проектуванні інноваційних систем енергозабезпечення розглядається **методологічний** підхід, при якому послідовно проводиться порівняльний аналіз варіантів виконання таких систем. **Результатом** визначення засад побудови схемних рішень систем енергозабезпечення з енергоактивними огородженнями та тепловими насосами. **Наукова новизна** полягає в тому, що відповідно до запропонованого методологічного підходу пропонується враховувати функціональні зв'язки між конструктивними елементами системи енергозабезпечення. **Практична значимість** полягає в визначенні критеріїв раціонального сполучення комплектуючих елементів системи енергозабезпечення. Це дозволить оптимізувати склад системи енергозабезпечення, підвищити ефективність використання конструктивних елементів цієї системи.

Ключові слова: системи енергозабезпечення, енергія альтернативних джерел, варіанти схемних рішень, критерії, декомпозиція, оцінка ефективності функціонування

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭНЕРГОАКТИВНОГО ОГРАЖДЕНИЯ С ТЕПЛОМ НАСОСОМ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

НАКАШИДЗЕ Л.В*., канд техн наук, с.н.с.,
ГАБРИНЕЦЬ В.А**. д-р техн. наук, профессор

*ORCID 0000-0003-3990-6718, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, пр-т Гагарина, 72, г. Днепропетровск, Украина, 49050

**ORCID 0000-0002-6115-7162, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. ак. В. Лазаряна, 2, г. Днепропетровск, Украина, 49010

Аннотация. Целью работы является определение особенностей совместного функционирования энергоактивных ограждений и тепловых насосов в системах энергообеспечения, в которых используется энергия альтернативных источников. При проектировании инновационных систем энергообеспечения рассматривается **методологический подход**, при котором последовательно проводится сравнительный анализ вариантов исполнения таких систем. **Результатом** является возможность рационального построения схемных решений систем энергообеспечения с энергоактивными ограждениями и тепловыми насосами. **Научная новизна** заключается в том, что в соответствии с предложенным методологическим подходом предлагается учитывать функциональные связи между конструктивными элементами системы энергообеспечения. **Практическая значимость** заключается в определении критериев рационального сочетания комплектующих элементов системы энергообеспечения. Это позволит оптимизировать состав системы энергообеспечения, повысить эффективность использования конструктивных элементов этой системы.

Ключевые слова: системы энергообеспечения, энергия альтернативных источников, варианты схемных решений, критерии, декомпозиция, оценка эффективности функционирования

OPERATION ENERGY ACTIVE GUARD WITH HEAT PUMPS IN THE ENERGY SUPPLY SYSTEM

NAKASHYDZE L.V.*, PhD, senior scientific researcher,

GABRINETC V.A. **, doctor of techn. sciences, professor

*ORCID 0000-0003-3990-6718, Dnipropetrovs'k national university named after Oles Gonchar, Gagarina ave. 72, Dnipropetrovs'k, Ukraine, 49050

**ORCID 0000-0002-6115-7162, Dnipropetrovs'k national university of railway transport named after V. Lazaryan, Lazaryana str. 2, Dnipropetrovs'k, Ukraine, 49010

Abstract. The aim is to determine the characteristics of co-operation power-protections and heat pumps energy systems in all others use alternative sources of energy. In the design of innovative energy systems considered **methodological** approach, which has consistently carried out a comparative analysis of options for the implementation of such systems. The **result** of determining the principles of construction of power circuit design of power-fencing and heat pumps. **Scientific innovation** is that under the proposed methodological approach is proposed to consider the functional relationships between the structural elements of the power supply. The **practical importance** lies in determining the criteria of rational combination of component elements of the system power supply. This system will optimize energy structure, increase the efficiency of structural elements of the system.

Keywords: energy supply systems, alternative energy sources, circuit solutions options, criteria, decomposition, performance assessment

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.

Використання альтернативних джерел енергії при вирішенні проблеми скорочення енергоспоживання є актуальним та багатограним. Широкомасштабне використання інноваційних технологій енергогенерування призводить до підвищення енергоефективності систем енергозабезпечення споруд. Тобто суттєве скорочення використання традиційних органічних енергоносіїв можливе за рахунок розвитку нових технологічних та технічних рішень. Відомо, що проблеми з енергозбереження вирішуються інженерними засобами, які спрямовані на підвищення показників термічного опору огорожувальних конструкцій будинків та підвищення коефіцієнту корисної дії встановленого в них устаткування та приладів [1]. В [2-5] (наші статті) розглянуто можливість використання в якості будівельної конструкції та, одночасно, перетворювача енергії альтернативних джерел – енергоактивне огороження. У порівнянні з розповсюдженими огорожувальними конструкціями (пасивними), ЕО дозволяють регульовано отримувати, перетворювати, перерозподіляти, зберігати та акумулювати енергію. Їх використання забезпечує позитивний енергетичний баланс між надходженням енергії від сонячного випромінювання й довілля та її втратами. Але для використання потенційних можливостей енергоактивного огороження необхідно простежувати можливість сумісного функціонування з іншими перетворювачами енергії альтернативних джерел, в першу чергу з тепловими насосами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, де є основи вирішення даної проблеми

Базове схемне рішення систем енергозабезпечення та кліматизації з використанням енергії альтернативних джерел, енергоактивних огорожень, сезонних теплових акумуляторів та теплових насосів має концептуальний характер. Використання виявлених, завдяки принципу

декомпозиції, закономірностей, сприяє доцільному вибору проектних рішень, виходячи з загальної міри технічної адаптації складових елементів системи енергозабезпечення (енергоактивне огороження, тепловий насос, тепловий акумулятор та ін.) до функціонування в загальній системі за різних умов. При розробці базового схемного рішення інноваційної систем енергозабезпечення та кліматизації споруда розглядалась як єдиний технічний комплекс у вигляді енергоактивного об'єкту. У зарубіжних аналогах для таких систем енергозабезпечення включають такі додаткові елементи, як „тепла підлога”, „теплі стіни”, нагрівальні панелі, фанкойли. На відміну від пропозицій, які надані авторами Д.Ситовим, А. Накорчевським, Juanico L., Globe S., Dropkin. D. [6, 7] та ін., обґрунтовано, що раціональним варіантом в таких системах енергозабезпечення є наявність енергоактивних огорожень.

В [2-5], які спрямовані на вирішення питань побудови енергоощадної системи енергозабезпечення та кліматизації будівель наведено аргументацію того, що на відміну від „пасивної” термоізоляції, енергоактивні огороження забезпечують тепловий захист споруди, сприймаючи, перетворюючи та перерозподіляючи енергію альтернативних джерел. Підкреслено, що використання інноваційної системи енергозабезпечення дозволить в 3 рази зменшити навантаження на систему кондиціонування, а енергію, отриману від відновлюваних джерел, використовувати на заміщення енерговитрат на гаряче водопостачання, а її надлишок – для накопичення в сезонному тепловому акумуляторі. На відміну від пропозицій А.Е. Денисова, Б.Х. Драганова, М.А. Сироватки, С.А. Герасимчук передбачено врахування особливостей комутації низькотемпературних систем, енергоактивних огорожень, теплових насосів. Також комплексно враховано особливості процесів теплообміну між елементами системи енергозабезпечення [8-10] та кліматизації, будівлею та навколишнім середовищем.

Це дозволить вибирати раціональний склад системи енергозабезпечення.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячена дана стаття

Аналіз доробок, які наявні у вітчизняних та закордонних джерелах дозволив виявити наступні питання, які не вирішені повною мірою:

- встановлення критеріїв визначення раціонального складу схемного рішення системи енергопостачання та кліматизації з застосуванням енергоактивних огорожень. Це необхідно для підвищення ефективності функціонування сонячних низькотемпературних систем при суміщенні таких конструктивних елементів як енергоактивні огороження, теплові насоси, теплові акумулятори, рекуператори тепла вентиляційних викидів повітря та ін.

- визначення можливості застосування для опалення повітря з температурою 35 °С, що може нагріватись за допомогою теплових насосів. При необхідності додатково підвищити ефективність системи енергопостачання пропонується за рахунок паралельного підключення підсистеми „тепла підлога” одночасно з тепловими насосами.

- формування підходів до використання різних режимів роботи теплового насоса в системах енергозабезпечення.

Вирішення цих питань дозволить сформувати концептуальний підхід до визначення складу та структури схемних рішень систем енергозабезпечення, в яких комплексно використовуються енергоактивні огороження, теплові насоси, теплові акумулятори та ін.

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

При формуванні схемного рішення систем енергозабезпечення в яких використовуються енергія альтернативних джерел, таких як сонячне випромінювання, тепло навколишнього середовища, рекупероване тепло вентиляційних викидів та ін., необхідно враховувати особливості сполучення різних конструктивних елементів. Завданням даного дослідження є виявлення варіантів схемних рішень, які передбачають ефективне сполучення таких конструктивних елементів як: енергоактивні огороження, теплових насосів, теплових акумуляторів та ін.

Викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Для створення ефективної системи енергопостачання та кліматизації доцільно застосовувати метод декомпозиції. Відповідно до цього методу вся система розглядається як ряд підсистеми. Далі підсистеми розбиваються на окремі елементи.

Пропонується використовувати методологічний підхід, в якому базовою є наступна послідовність операцій: визначення вихідних умов – декомпозиція – інформаційне забезпечення – синтез моделі – перевірка адекватності – уточнення (ідентифікація) моделі. Використання зазначеного методологічного підходу, сприяє визначенню та формуванню критеріїв раціонального використання енергоактивних огорожень, теплових насосів та ін. Методика базується на тому, що при проектуванні розробленої системи енергогенерації:

- встановлюються функціональні зв'язки між підсистемами та елементами підсистем з врахуванням її призначення;

- виділяються базові групи залежностей, які відображують її властивості (характеристики).

Взаємодія великої кількості підсистем у відкритій системі призводить до синергетичного ефекту.

В основу цих методичних рекомендацій покладено стандарт EN 442, який прийнятий в Європі. Відповідно до такого підходу визначено, що інноваційна система енергозабезпечення повинна мати декілька режимів функціонування.

Серед них так званий режим „м'якого тепла” з параметрами 35/55 °С є найбільш економічним та енергоощадним. Даний температурний режим дозволяє значно скоротити енергозатратність систем кліматизації споруд та ефективно використовувати тепловий насос, енергоактивні огороження. Пропонується в якості теплоносія використовувати повітря (в першу чергу тепло вентиляційних викидів) з температурою 35 °С. Це дозволить підвищити техніко-економічні показники функціонування системи вентиляції споруд.

Основною ідеєю при створенні базового схемного рішення є використання в системі енергозабезпечення енергоактивних огорожень, які сприймають сонячне випромінювання, що надходить на їх поверхню (переважно в теплу пору року), перетворюють його в тепло теплоносія, регулюють та перерозподіляють теплові потоки. Для кліматизації споруди в теплу пору року надлишкове тепло відводиться (при застосуванні теплового насосу) до ґрунтового теплового акумулятора. У холодну пору року, тобто в опалювальний сезон, накопичене тепло використовується для низькотемпературної системи енергозабезпечення безпосередньо через теплообмінник або за допомогою того ж теплового насосу.

Для утепленого за міжнародними стандартами житлового будинку організація гарячого водопостачання та опалення завдяки систем енергозабезпечення, основними конструктивними елементами якої є енергоактивні огороження та теплові насоси можливо за різними комбінаціями та взаємодіями. Серед них:

- система енергозабезпечення з одним контуром для приготування гарячої води з енергоактивним огороженням;

– система енергозабезпечення насосом з одним опалювальним контуром без змішувача та енергоактивними огороженнями для приготування гарячої води та функцією "natural cooling";

– система енергозабезпечення з одним контуром опалювання без змішувача, одним контуром опалювання із змішувачем та функцією гарячого водопостачання за допомогою енергоактивних огорожень та буферною ємністю контуру опалювання;

– система енергозабезпечення в якій передбачає наявність одного контуру опалювання без змішувача, двох контурів опалювання із змішувачем, енергоактивне огороження та буферну ємність контуру опалювання

– система енергозабезпечення, яке включає один контур опалювання без змішувача, два контури опалювання без змішувача, з приготуванням гарячої води, буферної ємності та функцією кондиціонування, та ін.

Відповідно до режиму роботи та обраного схемного рішення відбувається вибір типу теплового насосу. При цьому особливу увагу необхідно приділяти конструктивним особливостям теплових насосів. Наприклад, такі аспекти:

– теплові насоси системи „повітря-вода”, „грунт-вода” мають потенціал цілорічного функціонування.

– повітряно-водяні теплові насоси доцільно використовувати в моноенергетичному режимі сумісно з електронагрівачем.

Гаряче водопостачання, яке є цілорічним, має особливості.

– цілорічно має один температурний рівень.

– при використанні теплового насосу необхідно наявність ємнісного водонагрівача та необхідно передбачити використання додаткової системи електронагрівання. При виборі ємнісного водонагрівача необхідно вибирати достатньо велику площу теплообмінника.

Теплові насоси спроможні функціонувати при температурах до -20°C . В холодну пору року вони забезпечують максимальну температуру нагрівального контуру.

Пропонується нове схемне рішення, яке представлено на рисунку 1.

Це схемне рішення з двома контурами опалювання з різними температурними профілями. Систему енергозабезпечення за таким схемним рішенням доцільно встановлювати в малоетажних будинках.

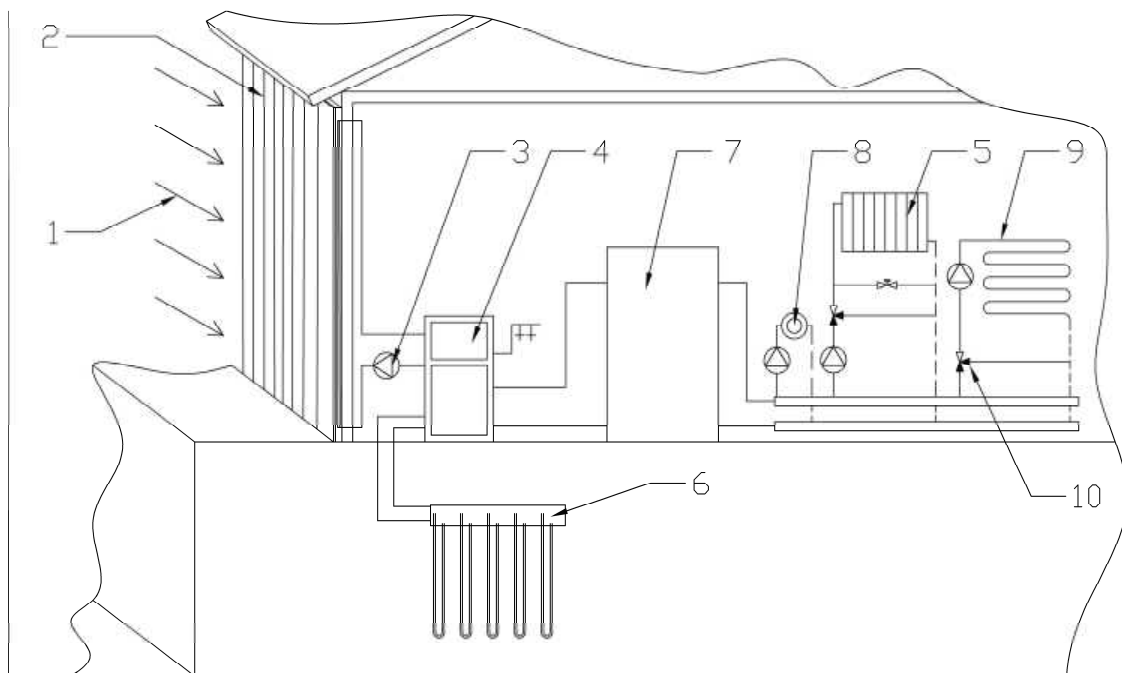


Рис. 1 – Схемне рішення з одним контуром опалювання без змішувача, одним контуром опалювання із змішувачем та функцією гарячого водопостачання за допомогою енергоактивних огорожень та буферною ємністю контуру опалювання / Schematics with one heating circuit without mixer, one heating circuit with mixer and hot water function using power-fences and buffer cylinder heating circuit

1 – сонячне випромінювання; 2 – енергоактивне огороження; 3 – насос; 4 – тепловий насос; 5 – батарея опалення; 6 – ґрунтовий акумулятор тепла; 7 – бак акумулятор; 8 – фанкоїл; 9 – тепла підлога; 10 – триходовий клапан 8 –тепла підлога / 1 - solar radiation; 2 - power-fencing; 3 - pump; 4 - heat pump; 5 - a radiator; 6 - battery soil heat; 7 - tank battery; 8 - fankoyil; 9 - tepla floor; 10 - three-way valve 8 -tepla floor

Основними конструктивним компонентами такої системи енергозабезпечення є тепловий насос із вбудованим ємнісним водонагрівачем, розподільчий колектор з одним опалювальним контуром без змішувача з одним контуром опалювання із змішувачем, буферна ємність контуру опалювання, енергоактивні огороження.

Оптимальний режим роботи теплового насосу 4 забезпечується вбудованим вторинним насосом. Передбачається наявність буферної ємності в контурі опалювання. При такому схемному рішенні системи енергозабезпечення можливе використання насосів в двох контурах опалювання з регулюванням за перепадом тисків.

При функціонуванні системи енергозабезпечення за схемним рішенням представленим на рис. 1 передбачені різні режими.

Одним з режимів передбачено опалення за допомогою теплового насосу. При цьому задіяно обидва контури опалювання. Первинний контур приймає участь в роботі системи енергозабезпечення в тому випадку коли фактична температура, яка виміряна на датчику температури буферної ємності первинного контуру опалювання знизиться нижче заданого значення налаштованого на контролері. За умови, температура зафіксована на контролері досягне певного значення вмикається тепловий насос 1 та вмонтований первинний насос.

Для ефективного функціонування системи енергозабезпечення в режимі опалення за допомогою теплового насосу вмикається вторинний контур. За допомогою теплового насосу 1 тепло подається в контур опалювання. Контролер теплового насосу 1 регулює температуру подавання теплоносія і. Завдяки підтриманню необхідних параметрів теплоносія, тим самим, підтримується режим роботи контурів опалювання. Вмонтований вторинний насос подає теплоносію через 3-ходовий перемикаючий клапан в буферну ємність первинного контуру опалювання або до вмонтованого ємнісного водонагрівача. Насоси обох контурів опалювання подають необхідну кількість води в систему енергозабезпечення. Витрата в контурі опалювання регулюється за допомогою терморегулюючих вентилів радіаторів або вентилів на розподільчій гребінці системи „тепла підлога” 9 або зовнішнім контролером контурів опалювання. Якщо фактична температура на датчику температури зворотної магістралі перевищить задане значення, налаштоване на контролері, то тепловий насос 1 та вмонтований вторинний насос вимикаються. Для компенсації різниці енергії в первинному та вторинному контурі паралельно контурам опалювання встановлена буферна ємність. Тепло, яке не використане в контурах опалювання накопичується в буферній ємності, яка є добовим акумулятором тепла 7. У випадку наявності надлишкового теплового потоку відбувається його перерозподіл до ґрунтового теплового акумулятора тепла. 6. Такі умови

експлуатації забезпечують тривалий термін роботи теплового насосу 1.

У випадку аварійного відключення електричного струму контури опалювання забезпечуються теплом від добового акумулятора тепла, тобто буферної ємності.

В системі енергозабезпечення представленій на рис. 1 передбачений режим підігріву гарячої води тепловим насосом.

Приготування гарячої води з використанням теплового насосу 1 є пріоритетним режимом відносно контурів опалювання.

Підігрів води до температури, яка необхідна споживачу починається за умови надходження сигналу, який надходить від вмонтованого датчика температури ємнісного водонагрівача та контролера. Наявність контролера обумовлюється необхідністю керування вмонтованим вторинним насосом в сполученні із вмонтованим 3-х ходовим перемикаючим клапаном, або насосом завантаження водонагрівача. Температура подавання підвищується контролером до значення, яке необхідне для отримання гарячої води.

Якщо фактичне значення на датчику температури ємнісного водонагрівача перевищить значення, яке налаштоване на контролері, то контролер через 3-ходовий перемикаючий клапан „опалення /гаряча вода” переведе подавання теплоносія на контур опалювання. Температура подавання можливо підвищити $> 60^{\circ}\text{C}$ за допомогою вмонтованого проточного нагрівача для теплоносія.

В системі енергозабезпечення на рис. 1 передбачено режим приготування гарячої води за допомогою енергоактивних огорожень. Енергоактивні огороження сприймають енергію сонячного випромінювання, рекупероване тепло вентиляційних викидів. Нагрівання ємнісного водонагрівача за допомогою теплової енергії отриманої від енергоактивних огорожень розпочинається у випадку, коли різниця температур між датчиком температури енергоактивного огороження та вмонтованим датчиком температури ємнісного водонагрівача перевищить різницю температур, налаштовану на контролері. Для цього контролер теплового насосу керує насосом контуру енергоактивного огороження. За умови, коли температура знизиться нижче значення різниці температур, то контролер знову вимкне насос контуру енергоактивного огороження.

Ефективність роботи системи енергозабезпечення та кліматизації будівель [11-13] залежить від належного вибору типу та режиму роботи теплових насосів при сполученні їх з низькотемпературними системами енергопостачання. Пропонуються режими роботи теплового насоса в системах енергозабезпечення споруд різного призначення при використанні енергоактивних огорожень в якості перетворювачів енергії альтернативних джерел: моновалентний режим; моноенергетичний режим; бівалентний змінний режим; бівалентний

паралельний режим; бівалентний напівпаралельний режим. Це призведе до підвищення ефективності функціонування теплового насосу в 1,5–2,5 рази.

Так, наприклад, у моновалентному режимі тепловий насос є єдиним теплогенератором для опалення та забезпечення гарячого водопостачання. Для цілорічного функціонування системи енергозабезпечення джерелом енергії, за відсутності, або нестабільності надходження енергії від альтернативних джерел, використовується енергія, акумульована в теплоакумуляторі. Надходження енергії в тепловий акумулятор забезпечується в теплу пору року завдяки енергоактивним огороженням. В моноенергетичному режимі підведення тепла забезпечується за допомогою двох теплогенераторів, які працюють на одному джерелі енергії. Тепловий насос комбінується з додатковим електричним підігрівом (в тому числі „тепла підлога”) для забезпечення необхідної кількості тепла при максимальному користуванні. При бівалентному змінному режимі роботи крім теплового насоса встановлюється другий теплогенератор, який працює на іншому джерелі енергії для забезпечення необхідного теплового навантаження. У таких випадках тепловий насос може забезпечити 60–70 % річної потужності опалення. В бівалентному паралельному режимі роботи крім теплового насоса встановлюється другий теплогенератор, який спрацює у при самих низьких температурах зовнішнього повітря. При бівалентному напівпаралельному режимі роботи у рамках заданого значення температури зовнішнього повітря, тепловий насос самостійно генерує необхідну кількість тепла. Якщо температура падає нижче цього рівня, підключається другий теплогенератор, який приймає на себе повне навантаження подачі тепла.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямку

Впровадження комплексного використання енергоактивних огорожень, теплових насосів, ґрунтових акумуляторів тепла та альтернативних джерел енергії дозволить вирішити проблему

підвищення в спорудах різного призначення ефективності систем енергозабезпечення. При цьому скорочується використання традиційних енергоносіїв в 2–3 рази в житлово-комунальному господарстві.

Реалізація методичних техніко-економічних рекомендацій та розробленого комплексу заходів дозволяє ефективно модернізувати системи енергопостачання житлово-комунального фонду, споруд промислового та рекреаційного призначення шляхом усебічного впровадження новітніх ресурсозберігаючих технологій. Це приводить при помірних фінансових затратах:

- до значного ефекту енергозбереження;
- до створення нових робочих місць;
- дозволить покращити стан навколишнього середовища;
- забезпечити сталий розвиток України та знизити ризики від нестабільного зовнішнього постачання енергоносіїв.

Перспективність впровадження результатів обумовлена тим, що за своїми результатами актуальна для декількох суміжних галузей: будівництво, промислова теплотехніка, агрокомплекс, екологія.

Використання ефективних систем кліматизації будівель із застосуванням енергії відновлюваних джерел при впровадженні теплового насоса та нових схемних рішень дозволяє поліпшити сталий розвиток комунально-житлового господарства. Покращення функціонування систем енергозабезпечення призводить до стабільності умов проживання громадян та стабілізації соціального устрою.

Запропоноване схемне рішення систем кліматизації будівель з застосуванням енергії відновлюваних джерел при впровадженні теплового насоса відповідає сучасному рівню світових досліджень та дозволяє при проектуванні значно покращити енергетичні показники та комфортність самих будівель. Воно є відкритим для майбутнього вдосконалення шляхом підключення більш енергоефективних складових цієї схеми енергозабезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ганжа А.Н. Анализ эффективности теплонасосной системы утилизации теплоты от компрессорной установки с учетом взаимного влияния эксплуатационных характеристик оборудования / А.Н. Ганжа, Э.Г. Братуга, О.В. Круглякова, В.Н. Подкопай, В.В. Чубарова // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. – №5 (111). – С. 14-20
2. Патент на корисну модель Україна № 201014333, МПК F24J2/50, E04B1/76, Енергоактивне огороження / В.О. Габринєць, Г.І. Зарівняк, С.О. Митрохов, Л.В. Накашідзе, від 25.07.2011, бюл. №14.
3. Габринєць В.О. Особливості побудови енергоактивних огорожень у складі систем енергозабезпечення на основі ВДЕ / В.О. Габринєць, В.Л. Марков, С.О. Митрохов, В.І. Зарівняк, Л.В. Накашідзе // Відновлювана енергетика №3. – К.: ІВЕ НАН України, 2010. – С.31-34.
4. Габринєць В.А. Энергоактивные ограждения в составе систем теплоснабжения, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии / В.А. Габринєць, Л.В. Накашідзе, Г.И. Заривняк, В.Л. Марков, С.А. Митрохов // Збірник наукових праць «Перспективні задачі інженерної науки». – Д.: GAUDEAMUS, 2009. – С.39-44.
5. Габринєць В.А. Основные элементы инновационной комплексной системы климатизации, с использованием энергии альтернативных источников / В.А. Габринєць, Л.В. Накашідзе // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного (устойчивого) развития: Сб. научн. трудов. – Вып. 68, Д.: ГВУЗІПГАСА, 2013. – С.240-243.

6. A Green New Deal for Europe: Towards green modernization in the face of crisis / P. Schepelmann, M. Stock, T. Koska etc. // Green European Foundation, 2009. – 87 p. – Режим доступа: http://cz.boell.org/sites/default/files/study_-_green_new_deal_for_europe_en.pdf
7. Friend G. *The Truth about Green Business* / G. Friend. – New Jersey: Pearson Education, 2009. – 240 p.
8. Ганжа Н.Г. Тепловое аккумулирование как способ повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения / Н. Г. Ганжа, А. В. Хименко // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2012. – №03 (97). С. 16-21.
9. Немировский И. А.. Энергоэффективность систем теплоснабжения / И. А. Немировский // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – №08 (102). – С. 25-30.
10. Унаспеков Б.А. Энергосбережение в тепловых пунктах жилых и общественных зданий. Ч. 1. Общая модель теплового пункта / Б.А. Унаспеков, К.О. Сабденов, М.Ж. Кокарев, М.В. Колобердин, Б.А. Игембаев // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321, № 4. – С.31-37.
11. Nußbicher J. Solar assisted heating system with seasonal duct heat store in Neckarsuim-Amorbach / Nußbicher J., Mangold D. // EuroSun. – 2004. – V. 14. – P.58-80.
12. Pahud Daniel. The design of a borehole thermal energy storage requires dynamic system simulation, especially for a system without heat pump / Pahud Daniel // SUPSI-DCT-LEE Laboratoria di Energia, Ecologia ed Economia. – 12/05/2002. – P. 66–81.
13. Spanish solar project inaugurated // Power Eng. Int. – 2003. – №2. – P.11.

REFERENCES

1. Ganzha A.N., Bratuta E.G., Kruglyakova O.V., Podkopay V.N. and Chubarova V.V. *Analiz effektivnosti teplonasosnoy sistemy utilizatsii teploty ot kompressornoy ustanovki s uchetom vzaimnogo vliyaniya ekspluatatsionnykh kharakteristik oborudovaniya* [Analysis of the efficiency of the heat pump system heat recovery from the compressor unit, taking into account the mutual influence of system performance]. *Energoberezhniye. Energetika. Energoaudit* [Energy saving. Energetics. Energy audit]. 2013. no 5 (111). pp. 14-20. (in Russian).
2. Patent na korisnu model Ukraina № 201014333, MPK F24J2/50, E04B1/76, Energoaktivne ogorodzhennya / V.O. Gabrinets, G.I. Zarivnyak, S.O. Mitrohov, L.V. Nakashidze, vid 25.07.2011, byul. 14.
3. Gabrinets V.O., Markov V.L., Mitrohov S.O., Zarivnyak V.I., Nakashidze L.V. (2010) *Osoblivosti pobudovi energoaktivnih ogorodzen u skladi sistem energozabezpechennya na osnovi VDE*. Vidnovlyuvana energetika. 3. – K.: IVE NAN Ukraini. pp.31-34.
4. Gabrinets V.A., Nakashidze L.V., Zarivnyak G.I., Markov V.L., Mitrohov S.A. (2009) *Energoaktivnyie ograzhdeniya v sostave sistem teplosnabzheniya, ispolzuyuschih netraditsionnyie vozobnovlyaemyie istochniki energii*. Zbirnik naukovih prats «Perspektivni zadachi inzhenernoi nauki». D.: GAUDEAMUS. pp.39-44.
5. Gabrinets V.A., Nakashidze L.V. (2013) *Osnovnyie elementy innovatsionnoy kompleksnoy sistemy klimatizatsii, s ispolzovaniem energii alternativnyih istochnikov*. Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie. Seriya: Sozdanie vysokotekhnologicheskikh ekokompleksov v Ukraine na osnove kontseptsii sbalansirovannogo (ustoychivogo) razvitiya: Sb. nauchn. trudov. 68. D.: GVUZPGASA. pp.240-243.
6. Schepelmann P., Stock M., Koska T. etc. *A Green New Deal for Europe: Towards green modernization in the face of crisis*. Green European Foundation. 2009, 87 p. Available at: http://cz.boell.org/sites/default/files/study_-_green_new_deal_for_europe_en.pdf
7. Friend G. *The Truth about Green Business*. New Jersey: Pearson Education, 2009, 240 p.
8. Ganzha N.G. and Khimenko A.V. *Teplovoe akumulirovaniye kak sposob povysheniya energeticheskoy effektivnosti sistem teplosnabzheniya* [Thermal accumulation as a way to improve the energy efficiency of heating systems]. *Energoberezhniye. Energetika. Energoaudit* [Energy saving. Energetics. Energy audit]. 2012. no 3(97). pp. 16-21.
9. Nemirovskiy I. A.. *Energoeffektivnost sistem teplosnabzheniya* [Energy efficiency of heating systems]. *Energoberezhniye. Energetika. Energoaudit* [Energy saving. Energetics. Energy audit]. 2012. no 8(102). pp. 25-30. (in Russian).
10. Unaspekov B.A., Sabdenov K.O., Kokarev M.Zh., Koloberdin M.V. and Igembaev B.A. *Energoberezhnie v teplovyih punktah zhilyih i obschestvennyih zdaniy. Ch. 1. Obschaya model teplovogo punkta* [Energy saving in the thermal areas of residential and public buildings. Part 1. General model of the substation]. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta* [News of The Tomsk Polytechnic University]. 2012. vol. 321, no 4. pp.31-37. (in Russian).
11. Nußbicher J. Mangold D. *Solar assisted heating system with seasonal duct heat store in Neckarsuim-Amorbach*. EuroSun. 2004, no. 14. pp.58-80.
12. Pahud Daniel. *The design of a borehole thermal energy storage requires dynamic system simulation, especially for a system without heat pump*. SUPSI-DCT-LEE Laboratoria di Energia, Ecologia ed Economia. 12/05/2002, pp. 66–81.
13. *Spanish solar project inaugurated* Power Eng. Int. 2003. no 2. p.11.

Статья поступила в редколлегию 12.08.2016