

КОНЦЕПЦІЯ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА КАНАЛІЗАЦІЙНОЇ РЕКУПЕРАЦІЇ

¹ТОВ «ГЕФЕСТ», Україна

²Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Демонструються основні положення роботи концептуальної комбінованої системи гарячого водопостачання. Система представляє собою комплексне поєднання сучасних засобів накопичення та перетворення альтернативних чистих джерел енергії, а саме: сонячної енергії та вод, що надходять від будинку до каналізаційних стоків.

Постановка проблеми. Протягом останніх років проблематика енергозбереження вийшла на передній план серед інших технічних питань, що активно вирішуються спеціалістами різних галузевих напрямків як на місцевому, так і на державному рівні. При цьому об'єкти будівельного та житлово-комунального секторів представляють першочерговий інтерес в даному питанні у зв'язку з високим рівнем споживання енергетичних ресурсів, що витрачаються при їх створенні та подальшій експлуатації.

Досить важливим стає вирішення задач енергоефективності та енергозбереження у будівництві та архітектурі, якщо взяти до уваги той факт, що більшість будівель та споруд уже зведені й так чи інакше експлуатуються вже багато років, а новобудов по відношенню до перших зовсім небагато. В той же час впровадження більшості з сучасних досить дієвих заходів з енергоефективності передбачає, що їх застосовуватимуть ще на етапі проектування та будівництва.

Відтак особливо актуальною стає розробка технологій та концепцій, впровадження яких дасть можливість покращити показники енергоспоживання не лише новобудов, але й старих будинків, зокрема масової забудови, що дозволить багаторазово реалізовувати типові ефективні технічні рішення, швидко досягаючи масштабного економічного ефекту.

Огляд галузевого стану. На сьогоднішній день великого розповсюдження як серед спеціалістів будівельного профілю, так і серед широких верств населення, набули ідеї покращення ізоляційних властивосте теплової оболонки будівель та характеристик внутрішніх та зовнішніх інженерних мереж. Останньому слід завдячувати активній імплементації Державної програми підтримки модернізації інженерних систем будівель. У відповідності до неї Україна зобов'язується дотримуватись директив Європейського Союзу 2010/30/ЄС, 2010/31/ЄС та 2006/32/ЄС, орієнтованих на обов'язкові заходи з системного обліку спожитої енергії, комплексне впровадження заходів з термомодернізації, а також на ефективне використання

енергоресурсів [1, 2, 3]. Окрім того, триває інтенсивна розробка нових будівельних норм та стандартів, що на законодавчому рівні сприятимуть поглибленню ідей енергоефективності у проектуванні конструктивних та інженерних систем будівель та споруд за європейським зразком. Так, наказом Міністерства економіки України з 2016 року країна має здійснити повний перехід на європейські та міжнародні стандарти з застосуванням «методу обкладинки» при їх гармонізації. При цьому великі зусилля вкладаються Європейським Союзом у популяризацію часткового заміщення енергоспоживання у будівельному й житлово-комунальному секторах за допомогою альтернативних джерел енергії. Відтак, чималий інтерес представляє розробка принципів та концепцій інтеграції альтернативних джерел енергії у класичні схеми інженерних системи.

Основна частина. Одну з таких концепцій запропоновано спеціалістами компанії «Гефест» для впровадження в секторі гарячого водопостачання.

Принцип роботи системи полягає у наступному (див. рис. 1.):

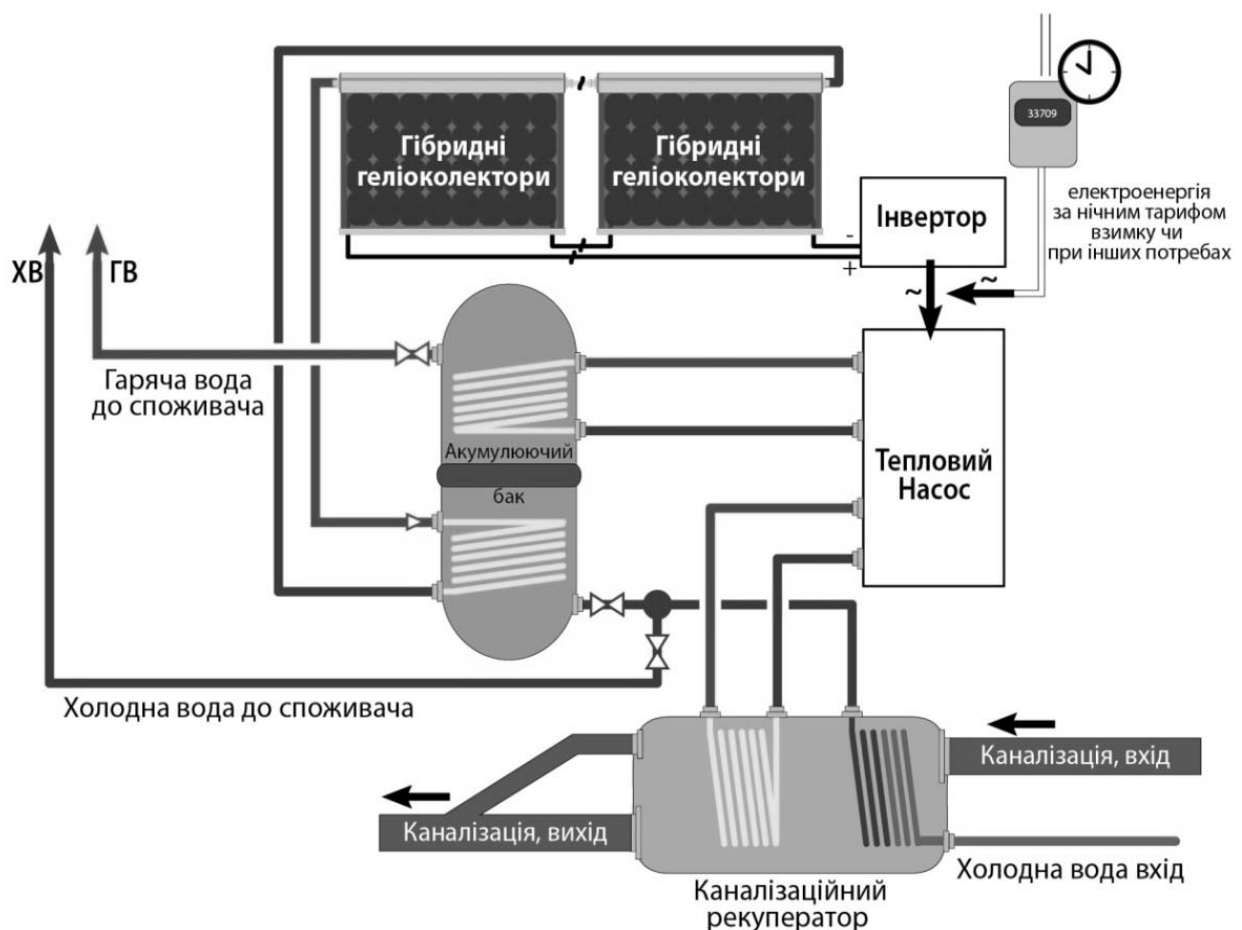


Рис. 1. Принципова схема підключень в комбінованій системі

1. Холодна вода, що надходить з мережі холодного водопостачання (ХВ), на початковому етапі проходить через каналізаційний рекуператор, який дозволяє незначною мірою підняти її температуру (на 8-10° C).

2. Підігріта у каналізаційному рекуператорі вода подається безпосередньо до споживачів, а також до акумуляюючого баку, який накопичує теплову

енергію за допомогою нагрівальної частини гібридних сонячних колекторів та вторинного контура теплового насосу (ТН).

3. При цьому первинний контур теплового насосу розміщується у каналізаційному рекуператорі й також відбирає теплову енергію з каналізаційних вод.

4. Живлення ТН частково відбувається за рахунок електричної енергії, яка надходить через інвертор від гібридних геліоколекторів. Решту обсягу живлення ТН пропонується покривати за рахунок центральної електромережі (за нічним тарифом).

5. Підігріта у акумулюючому баці вода подається безпосередньо до споживача в якості гарячого водопостачання.

Система пристосована для різних режимів використання альтернативних джерел енергії при різних температурних коливаннях в різні пори року. Особливості функціонування системи описані нижче:

1. Сонячна енергія використовується для підігріву води від гібридних сонячних колекторів, звідки й надходить теплова енергія.

2. Отримана від геліоколекторів електрична енергія використовується для підвищення температури води в баці-акумуляторі в демісезонний період часу.

3. При цьому в нічний час та холодні періоди року використовується ТН для рекуперації тепла стоків. Тобто, первинний контур ТН використовує енергію каналізаційних стоків будівлі, догріваючи мережеву холодну воду з 5-8° С до 16-18° С, що в свою чергу додає можливість досягти економії витрат гарячої води до 24-26%.

4. Також тепло стічних вод використовується для попереднього догріву мережевої холодної води, що зменшує витрати акумульованої гарячої води.

5. Для приготування більш високотемпературної води, особливо в осінньо-весінній період використовується ТН, який працює на енергії електричної частини сонячних батарей та (або) за нічними мультисезонними тарифами, в разі малої кількості сонячної енергії. При цьому живленням ТН від центральної електромережі є в 4 рази ефективніше за підготовку ГВ за допомогою електричного нагріву.

Важливим аспектом роботи системи є зменшення витрат ГВ при підвищенні температури ХВ, яка подається, за рахунок рекуперації тепла стоків на подачу ХВ.

Однак, у літньому режимі, при температурі ХВ, яка надходить з мережі з температурою вище 16° С, рекуперація стоків на ХВ малоефективна. Відтак тепло стоків майже повністю сприймається первинним контуром ТН в нічний час для максимальної підготовки ГВ за нічним тарифом, а також для максимальної підготовки ГВ в погоду зі слабкою сонячною радіацією.

Специфіка обслуговування каналізаційного рекуператора. Очищення резервуару каналізаційного рекуператора має здійснюватися щонайменше один або два рази на рік механічним способом. Доступ до резервуару каналізаційного рекуператора має забезпечуватися через ревізійні люки. При значному зниженні продуктивності роботи каналізаційного рекуператора слід здійснювати хімічне очищення один або два рази на рік. Точна періодичність

чисток має визначатися хімічним та механічним складом місцевої води та власне каналізаційних стоків.

Необхідність здійснення планової чистки каналізаційного рекуператора виникає при такому рівні робочого забруднення, при якому продуктивність теплопередачі у резервуарі зменшується на 30 % від початкових показників. Найбільший вплив складає склад і характер відкладень, а не характеристики матеріалів рекуператора. Загальний строк експлуатації каналізаційного рекуператора – не менше 30 років.

При стандартних умовах ревізійні люки розміщуються в верхній частині резервуару каналізаційного рекуператора, а також у подаючих-відвідних каналізаційних трубах (каналах). Каналізаційний рекуператор не чинить жодного негативного впливу на каналізаційну систему.

Примітка 1. Щодо пікового споживання. Зазвичай використовується пряма логіка розрахунків пікових навантажень без врахування інерційності системи, крайній варіант якої має в своєму складі акумуляційну ємність обсягом 12 000 л, яка без проблем перекриває пікове споживання. Є ще один аспект зменшення споживання гарячої води, в тому числі пікового – це рекуперативний підігрів холодної води. При рекуперації тепла за допомогою каналізаційного рекуператора варто враховувати в розрахунках, що саме рекуператор являється демпферно-акумуляційною ємністю. Демпферно-акумуляційна ємність використовується саме для того, аби не скидати тепло каналізаційних стоків у пікові часи водоспоживання до повної рекуперації тепла. Що означає для теплового насосу: ТН в піковий час водоспоживання рекуперує тепло стоків з температурою 18-25° С, що при номінальній паспортній тепловій потужності ТН за умовами В0/W50 в 50 кВт дає в реальності до 100 кВт теплової потужності.

З урахуванням одночасної рекуперації частини тепла стоків в підігрів холодної води та заздалегіть підготованого в теплових акумуляторах запасу в 12 000 літрів ГВ пікове споживання в літній період однозначно перекривається повністю. Для розуміння повного «об'ємного» балансу енергії варто аналізувати алгоритм приготування ГВ в наступному ключі. Кількість теплової енергії, яка входить в будинок у вигляді сум потоків ГВ+ХВ менше або рівнозначне кількості теплової енергії, яка відходить з будинку з каналізаційними стоками.

Система працює на два аспекти:

1. Скинути в каналізацію зі стоками тепла не більше, ніж поступає з холодною водою. Якщо це виходить, то витрати енергії на приготування ГВ рівні 1 – КПД системи, зазвичай це 0.25-0.3 (25-30%), що в літній час перекривається гібридними сонячними колекторами.

2. Технічна та економічна доцільність виготовлення каналізаційного рекуператора являється оптимальними при рекуперації не більше 70-80% обсягу теплових каналізаційних стоків, тому при розрахунках споживання системою потужностей варто розраховувати не енергію нагріву ГВ, а енергію, що є необхідною для теплового насосу на теплову трансформацію низькотемпературного обсягу тепла у високотемпературний, за відніманням

теплової енергії сонячних колекторів.

В запропонованій схемі, середній по року COP ТН = 5 при підготовці ГВ. Існує режим пікового нагріву ХВ за допомогою ТН. В цьому режимі в піковий час розбору води ТН нагріває не бойлер ГВ, а проточний потік ХВ до 20-25°C! Це дає COP ТН 12-15! Тобто, тепла потужність 50 кВт-ного ТН стає рівною 150 кВт! А витрати гарячої води з бака – акумулятора зменшуються в 2 рази. Все це регулюється автоматикою.

Примітка 2. Щодо знезараження води або бактеріологічного захисту. Без ознайомлення з висновками аналізів води в конкретних випадках певних регіонів / будівель – не вбачається потреби у розгляді питання щодо додаткового знезараження води на етапі погодження концепції комбінованої системи, створеної для ефективного використання енергії для забезпечення ГВП в житлових приміщеннях при нагріванні в межах будинку води, яка поставляється поставником холодної питної води.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Нажаль неможливо в межах огляду концепції надати всі розрахунки та графіки можливих режимів роботи системи, так як система адаптивна до декількох варіативних режимів. Однак, при виконанні проектної документації реального об'єкту, доцільне виконання усіх розрахунки та побудова графіків не менш як трьох основних робочих режимів комбінованої системи ЕЕГВП. Для попередньої оцінки варто враховувати всього один основний аспект: Система рекуперує не менш як 70% тепла стоків. В будь-якому випадку витрати на ГВП будуть зменшені приблизно на цю величину.

Потужність ТН в даному випадку обрана оптимальна (питання окупності) для повного заміщення ГВП влітку та часткового / повного заміщення взимку.

Передбачається доопрацювання використання даної системи ГВП для покриття обсягу споживання в разі недостатньої продуктивності системи в конкретних випадках під конкретні проекти. Можливе виконання розрахунків повного річного заміщення підготовки ГВП збільшенням потужності ТН та гібридних колекторів, але подібне рішення матиме більші терміни окупності та відповідно меншу економічну доцільність.

Література

1. Директива 2010/30/ЄС «Про вказування за допомогою маркування та стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів енергоспоживчими продуктами».
2. Директива 2010/31/ЄС «Про енергоефективність будівель (EPBD)».
3. Директива 2006/32/ЄС «Про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичні послуги (з 25.10.2012 EED 2012/27/ЄС Про енергоефективність)».
4. Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування / А. Максимов, І. Вахович, Т. Гутніченко та інші / Асоціація міст України – К., ТОВ «ПІДПРИЄМСТВО «ВІ ЕН ЕЙ», 2015. – 184 с.

**КОНЦЕПЦИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ
И КАНАЛИЗАЦИОННОЙ РЕКУПЕРАЦИИ**

Мачулко А. С., Кобзар И. Г., Скочко В. И.

В работе демонстрируются основные положения работы концептуальной комбинированной системы горячего водоснабжения. Система представляет собой комплексное сочетание современных средств накопления и преобразования альтернативных чистых источников энергии, а именно: солнечной энергии и тепловой энергии вод, поступающих из здания в канализационные стоки.

**THE CONCEPT OF COMBINED ENERGY EFFICIENT HOT WATER
SUPPLY USING SOLAR ENERGY AND SEWAGE RECUPERATION**

Anatoly Machulko, Igor Kobzar, Volodymyr Skochko

This article demonstrates the basic provisions of work of the conceptual combined hot water supply system. System represents a complex mix of modern means of accumulation and transformation of alternative clean energy sources, namely solar energy and thermal energy of water coming out of the building in the sewage sludges.