

УДК 662.997; 621.383 : 535.215

І.В. Рузак,  
Луцький національний технічний університет

## ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

*В статті розглянуті основні напрямки використання сонячної енергії на території України. Показані принципи роботи плоских та вакуумних сонячних колекторів. Визначені переваги використання вакуумних сонячних колекторів.*

**Ключові слова:** сонячна енергія, плоскі сонячні колектори, вакуумні сонячні колектори, вакуумна трубка, геліосистема.

Клімат нашої планети визначає сонячна енергія. Потік її змінюється протягом року в залежності від широти місцевості й обумовлює різницю температур, вологості, тиску і вітру на Землі.

Україна розташована у Центрально-Східній Європі, у південно-східній частині Східноєвропейської рівнини.

Сонячна енергія, що реально надходить за три дні на територію України, перевищує енергію всього річного споживання електроенергії в нашій країні.

Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні (1235 кВт год/м) є достатньо високим і набагато вищим ніж наприклад в Німеччині - 1000 кВт год/м чи навіть Польщі - 1080 кВт год/м. Отже, ми маємо хороші можливості для ефективного використання теплоенергетичного обладнання на території України. «Ефективне використання» означає, що геліоустановка працюватиме з віддачею в 50% і більше, а це 9 місяців в південних областях України (з березня по листопад), і 7 місяців - в північних областях (з квітня по жовтень). Взимку ефективність роботи падає але не зникає. Отже і в умовах нашого клімату сонячні системи працюють цілорічно, правда тільки що з перемінною ефективністю.

Для оцінки енергетичного потенціалу сонячної енергії та обсягів заміщення традиційних паливно-енергетичних ресурсів проведено розподіл на три різновиди - загальний, технічний і доцільно-економічний.

Загальний потенціал - це максимально можлива кількість енергії, яку отримує якась конкретна область України.

Технічний потенціал - це частка енергії загального потенціалу, яку можна реалізувати за допомогою сучасних технічних засобів;

Доцільно-економічний потенціал - кількість енергії, яку доцільно використовувати з метою заміщення традиційних паливно-енергетичних

ресурсів, враховуючи при цьому такі фактори, як: економічний, екологічний, технічно-технологічні, соціальні та політичні.

Сонячна енергетика доступна в кожній точці нашої планети, це екологічно чисте джерело енергії, яке можна використовувати у великих масштабах без негативного впливу на оточуюче середовище. Вона є невичерпним джерелом енергії, яке буде доступне і через мільйон років.

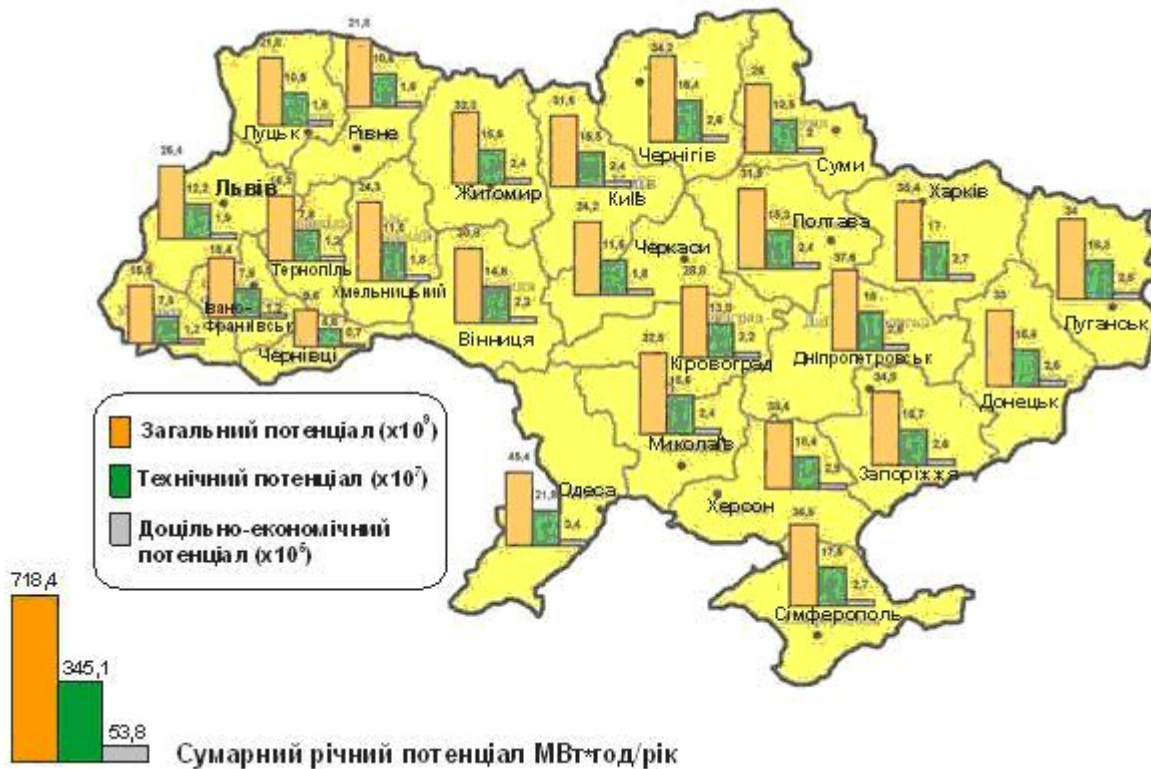


Рис.1. Потенціал сонячної енергії на території України

Основними напрямками використання сонячної енергії є: перетворення її в електричну енергію та отримання тепла шляхом абсорбції сонячного випромінювання.

Колектори бувають 2 видів: плоскі та вакуумні.

Плоскі – працюють на основі парникового ефекту, тобто випромінювання, що падає на поверхню сонячного колектора практично повністю пропускається склом. Плоский сонячний колектор є технічно досить простим пристроєм. Найбільш високотехнологічним елементом у його конструкції є поглинаюче покриття. Для підвищення ефективності роботи колектора необхідно, щоб покриття поглинало більшу частину енергії падаючих сонячних променів, а при нагріванні випромінювало як можна менше поглиненої енергії. Як покриття використовують звичайне або загартоване

скло, рідше полікарбонат. Для України, в літній сонячний день продуктивність плоских колекторів може досягати 50 літрів води, нагрітої до 50 - 60 °С з 1 м у день.

Іншим видом сонячних колекторів є колектори на основі вакуумних трубок. Їх принцип роботи наступний: нагрітий в колекторі теплоносієм протікаючи по нижньому змійовику бойлера віддає тепло воді. Бойлер працює акумулятором тепла. В сонячних системах використовується двоконтурний бойлер. Це такий бойлер який може одночасно нагрівати воду від двох джерел енергії. Його під'єднують до сонячної системи і газового котла. Коли недостатньо сонячного випромінювання і вода в бойлері не нагрівається до потрібної нам температури, тоді вмикається котел і догріває воду до заданої величини. Влітку котел вмикається рідко або взагалі не вмикається. Взимку, особливо в похмуру погоду, сонячна система просто не здатна підняти температуру води до 60 °С, але реально нагріє її до +30 °С - +40 °С, а догріє воду до потрібного рівня. Відтак в будь-яку пору року ми гарантовано матимемо гарячу воду.

На протязі року мінімальна геліосистема - 1 колектор (1,8 м геліополя), бак-акумулятор на 150 літрів - в середньому зможе виробити 1692 кВт год теплової енергії. Цього достатньо, щоб забезпечити гарячою водою ( 55 °С) сім'ю з 2 осіб.

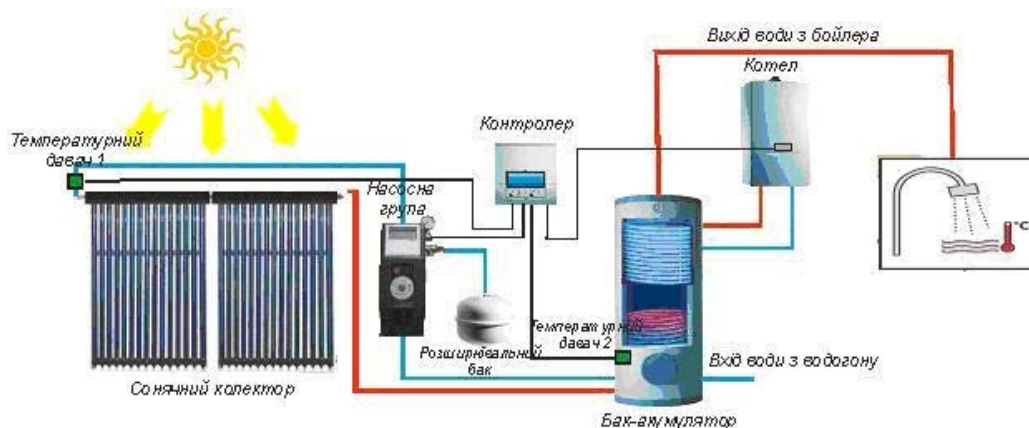


Рис.2. Принцип роботи

Якщо система більших розмірів (3 колектора, 300 літровий бак) і монтується на приватну садибу в якій проживають 4-6 осіб, то економія 18%-20% а термін окупності 6-7 років.

Якщо система налічує 8 і більше колекторів та 500 літровий бак, а на території є басейн (особливо відкритий) або сонячна система крім підігріву води працює ще-й на підтримку опалення, то економія газу орієнтовно складе 23%-25%, а термін окупності 4 роки.

Тобто, чим більша потреба в гарячій воді та опалені тим менший термін окупності.

Геліосистеми з використанням вакуумних сонячних трубок здатні працювати цілий рік на відміну від плоских геліоколекторів.

Вакуумна теплова трубка виготовляється зі спеціального зміцненого боросилікатного скла. Зовнішня труба є прозорою, а внутрішня - покрита високоякісним селективним покриттям, яке забезпечує максимальне поглинання сонячного тепла при мінімальному рівні відбиття сонячних променів назад у атмосферу.

Для уникнення втрат тепла між зовнішньою та внутрішньою трубками передбачено вакуум. Для підтримки вакууму, застосовують бар'євий газопоглинач, який під час експлуатації часто підлягає впливу високих температур. Через це низ вакуумного термосу покривається шаром чистого барію, який поглинає гази  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  та  $\text{H}_2$ , що можуть виділятися з труби в процесі зберігання та експлуатації. Цей шар служить індикатором вакуумного статусу. Тобто, коли вакуум порушується, бар'євий шар зі сріблястого робиться білим. Це полегшує роботу монтажника при визначенні працездатності трубки.



Рис.3. Приклад роботи сонячної системи для гарячого водопостачання

Поглинання сонячного тепла проходить у мідній трубці, яка розташована всередині вакуумної труби. Мідна трубка є порожнистою і містить всередині певну неорганічну і нетоксичну рідину. При нагріванні ця рідина закипає і

починає випаровуватися. Це відбувається навіть при мінусових температурах, оскільки в трубці вакуум. Нагріта пара піднімається до верхнього наконечника (конденсатора) теплової трубки, де передає тепло теплоносію (антифризу), що циркулює в трубці теплопровода. Потім пара конденсується й стікає вниз - процес починається знову.

Сонячний водонагрівач з вакуумними трубами показує хороші результати навіть у хмарні дні, оскільки труби сонячного колектора здатні поглинати енергію інфрачервоних променів, які проходять через хмари. Системи на основі вакуумних сонячних колекторів успішно нагрівають воду, навіть коли на вулиці  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Сонячні колектори бажано розташовувати з південної сторони будівлі. Так досягається максимум ефективності.

Можливий каскадний варіант монтажу системи. Коли площа даху є невеликою одна частина колекторів розташовується на південній частині а друга на західній чи східній.



Рис.4. Вакуумна трубка

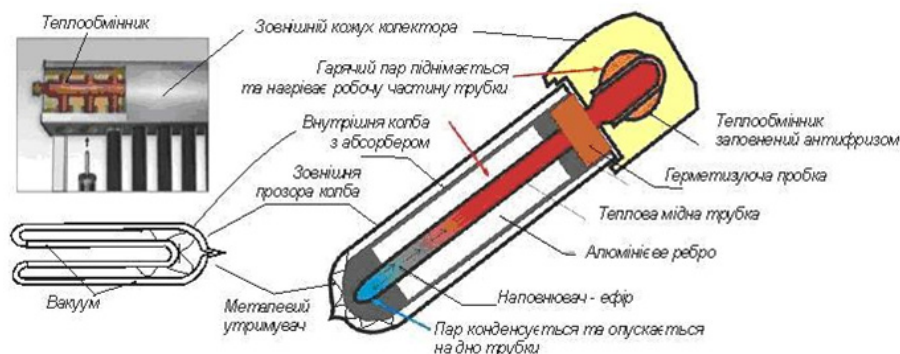


Рис.5. Принцип роботи вакуумної трубки

Монтаж колекторів проводиться як правило під тим же кутом який має і дах. Тобто монтаж відбувається паралельно покрівлі. Оптимальний кут нахилу

колектора відносно землі для України складає  $45^\circ$ . При такому розташуванні геліосистема однаково ефективно працює і зимою і літом. Якщо кут нахилу збільшувати до  $80^\circ$ , то це буде підвищувати ефективність системи у зимовий період. І навпаки, зменшуючи кут - збільшуємо ефективність у літній період.

Оптимальний кут падіння сонячних променів -  $90^\circ$ . Якщо сонячне світло буде падати під кутом менше ніж  $30^\circ$ , то велика його кількість буде відбиватися.

Комплект геліосистеми включає в себе:

- трубчастий вакуумний колектор, який служить для перетворення енергії сонця в теплову корисну енергію та передачі її теплоносію. Бувають різних геометричних розмірів;

- бак-акумулятор - служить для накопичення та зберігання тепла. Баки бувають від 80 до 1000 літрів. Використовуються як правило двоконтурні баки. Інколи комбіновані, такі що одночасно працюють і на опалення і на гаряче водопостачання;

- насосна група - служить для циркуляції теплоносія. Насос керується термостатом і вмикається, як тільки температура сонячного колектора стане вищою ніж в бойлері. Потужність насосної групи складає 50 Вт;

- контролер - служить для контролю за станом геліосистеми та процесом нагріву від сонячних колекторів. Контролер регулює швидкість потоку теплоносія, вмикає-вимикає котел, захищає обладнання від перегріву;

- розширювальний бачок - служить для вирівнювання тиску в системі;

- теплоносій - служить для передачі тепла від колектора до бака-акумулятора з водою.



Рис.6 Приклади монтажу колекторів на різних типах покрівлі та в різних виконаннях по кількості та кутами нахилу

Для сонячних колекторів з селективним абсорбером існують стандартні правила підбору розміру установки:

- Споживання гарячої води складає в середньому 50 літрів на особу.
- 1 м потрібен для нагріву 80 літрів води на протязі дня.
- Бойлер повинен вміщати 50-70 літрів води на 1 м колектора або 80 літрів на людину.

Якщо притримуватись цих правил, типовий сонячний колектор зможе забезпечити 60%-70% річного споживання гарячої води в рік. Сонячні системи для нагріву гарячої води повинні бути якомога більш простими і не дуже великими.

### Висновки

Переваги систем із використанням трубок є висока теплова ефективність завдяки використанню сучасних методів передачі тепла та високоякісного поглинаючого покриття; широкий спектр роботи (оскільки здатна працювати при високій хмарності); кожна трубка працює незалежно одна від одної, що дає змогу продовжувати працювати колектору навіть у випадку фізичного пошкодження, оскільки теплоносій(антифриз) не затікає у середину трубки, а його доступ обмежується теплообмінником; мала вага колектора; трубка здатна витримувати морози в  $-35^{\circ}\text{C}$  завдяки вакууму.

Після року використання геліосистеми з мінімальним набором параметрів газу спалюється менше ніж минулого року орієнтовно на 10%-12%, зменшується кількість циклів ввімкнення-вимкнення котла (збільшується його ресурс експлуатації), менше працює циркуляційний насос. Приблизний термін окупності таких установок становить - 10-12 років.

### Література

1. Офіційний сайт компанії «Прогрес» <http://www.progress21.com.ua>
2. Офіційний сайт компанії «frankeko» <http://www.frankeko.com.ua>
3. Теплопостачання: Зб. нормативних і техн. матеріалів — Київ: ДП Укрархбудінформ, 2. — 352 с.
4. Офіційний сайт Київенерго <http://www.me-press.kiev.ua/>
5. Офіційний сайт Національної Академії Наук України <http://www.nas.gov.ua/>
6. Урядовий портал, Прес-служба Кабінету Міністрів України <http://www.kmu.gov.ua/>
7. Офіційний сайт ДП «Державтотранспндрпроект» <http://www.insat.org.ua/>

**Аннотация**

В статье рассмотрены основные направления использования солнечной энергии на территории Украины. Показаны принципы работы плоских и вакуумных солнечных коллекторов. Определены преимущества использования вакуумных солнечных коллекторов.

**Annotation**

The article covers the key areas of solar energy in Ukraine. The following principles of planar and vacuum solar collectors. The advantage of using vacuum solar collectors.