

УДК 621.1.016

**Музичук В.І.****Музичук М.М.****Рябошапка В.Б.***(Вінницький національний аграрний університет)***ГЕЛІОСИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ  
ВАКУУМНИХ СОНЯЧНИХ ТРУБОК**

*Рассмотрена суть работы солнечных коллекторов, преимущества гелиосистем с вакуумными трубками.*

*Essence of work of sun collectors, advantages of heliosistem, is considered with vacuum tubes.*

***Вступ та основна частина***

Найбільш потужним джерелом енергії для людства є Сонце, яке буде світити ще щонайменше 3-4 мільярди років. Сонце є самим ефективним, надійним і стабільним джерелом енергії, в цьому немає сумнівів. Річна кількість сонячної енергії майже в 15 000 разів перевищує потреби населення нашої планети, проте лише незначна її частина використовується на господарські потреби [1].

Для перетворення сонячної енергії в теплову використовують сонячні колектори (геліосистеми). Сонячний колектор (геліоколектор) – це пристрій, який призначений для поглинання сонячної енергії, яка переноситься видимим та ближнім інфрачервоним випромінюванням та для подальшого її перетворення в теплову енергію, придатну для використання.

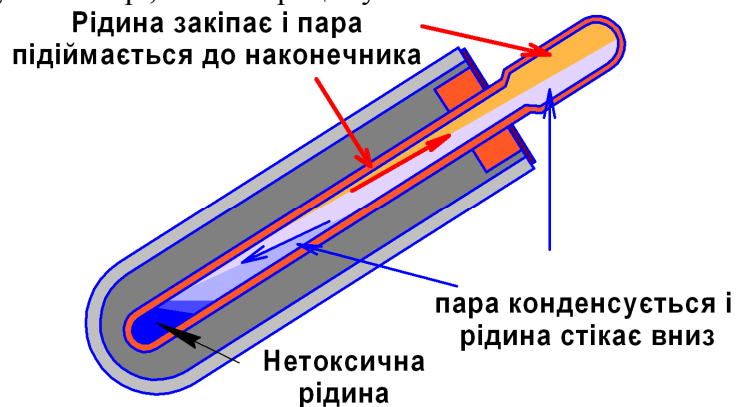
Сьогодні геліосистеми як установки для нагріву води в системі гарячого водозабезпечення і часткового підігріву теплоносія в системі опалення будинків все більш інтересує бережних і думаючих про майбутнє людей.

Наприклад: в м. Києві проводилося дослідження геліоустановки, де середня річна сонячна інтенсивність становить 3,1 кВт год. В день на 1 м<sup>2</sup> сонячний колектор із 25 вакуумних трубок (площа абсорбера 3,25 м<sup>2</sup>) вартістю 10000 грн. може в середньому виробити 10,08 кВт год. в сутки (36792 кВт год. в рік). Це в свою чергу дає можливість окупити вкладення в установку геліосистеми за 2-10 років, в залежності від використання традиційного постачальника тепла і тарифів на електроенергію [2].

Суть роботи сонячних колекторів доволі проста. Будь-який сонячний колектор, незалежно від його типу чи конструкції, перетворює енергію Сонця в теплову енергію для опалення, гарячого водопостачання, нагрівання басейну тощо. Втім, геліосистеми з використанням вискоелективних вакуумних сонячних трубок здатні працювати цілий рік на відміну від плоских геліоколекторів.

Вакуумна теплова трубка (рис. 1) виготовляється зі спеціального зміцненого боросилікатного скла. Зовнішня труба такого колектора є прозорою, а внутрішня - покрита високоякісним селективним покриттям, яке забезпечує максимальне поглинання сонячного тепла при мінімальному рівні рефлексії (тобто, мінімальному рівні відбиття сонячних променів назад у атмосферу). Для уникнення теплових втрат між зовнішньою та внутрішньою трубками передбачено вакуум. Для того, щоб підтримувати вакуум, застосовують баріевий газопоглинач, який в виробничих умовах підлягає впливу високих температур. Через це нижній край вакуумного термосу покривається шаром чистого барію, який поглинає СО, СО<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>O, що можуть виділятися з труби в процесі зберігання та експлуатації. Цей шар є дуже добрим візуальним детектором стану вакууму в

трубі геліоколектора. Тобто, коли вакуум порушується, бар'єрний шар зі сріблястого робиться білим. Такий індикаторний механізм дає можливість легко визначити, чи ціла труба в вакуумному сонячному колекторі, чи має тріщину.



**Рис.1. - Теплообмін в тепловій трубці сонячного колектора**

Абсорбування сонячного тепла проходить у мідній трубці, яка розташована всередині вакуумної труби. Спосіб передачі тепла від мідної трубки до головного теплопроводу сонячного колектора також простий. Мідна труба є порожнистою і містить всередині запатентовану неорганічну й зовсім нетоксичну рідину. При нагріванні ця рідина закипає і починає випаровуватися. Це відбувається навіть при мінусових температурах, оскільки в трубці, як ви пам'ятаєте, створено вакуум. Нагріта пара піднімається до верхнього наконечника (конденсатора) теплової трубки, де передає тепло теплоносію (антифризу), що циркулює в трубці теплопроводу. Потім пара конденсується й стікає вниз - процес починається знову.

Сонячний водонагрівач з вакуумними трубами показує задовільні результати навіть у хмарні дні, тому що труби сонячного колектора здатні поглинати енергію інфрачервоних променів, які проходять через хмари. Завдяки ізоляційним властивостям вакууму вплив вітру та низьких температур на роботу вакуумних трубчатих геліоколекторів абсолютно нівелюється у порівнянні з плоскими геліоколекторами. Системи на основі вакуумних сонячних колекторів успішно нагрівають воду, навіть коли на вулиці  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Труби геліоколектора мають круглу форму, завдяки чому кількість сонячної енергії, яка падає на сонячний колектор практично не змінюється протягом дня. Саме тому загальна кількість сонячного випромінювання, яке поглинає геліоколектор є значно більшою, якщо порівнювати таку систему з плоским сонячним колектором. Така форма труб забезпечує чудове поглинання енергії оскільки сонячні промені завжди падають на поверхню вакуумного сонячного колектора строго під прямим кутом, при цьому відбивання зводиться до мінімуму. Труби розміщуються в колекторі паралельно одна одній, кут їх нахилу відносно горизонту залежить від географічної широти місцевості, де встановлюється сонячна система опалення. Правильно орієнтовані трубки протягом дня пасивно рухаються за сонцем. Такий сонячний водонагрівач зовсім не вимагає обслуговування під час експлуатації.

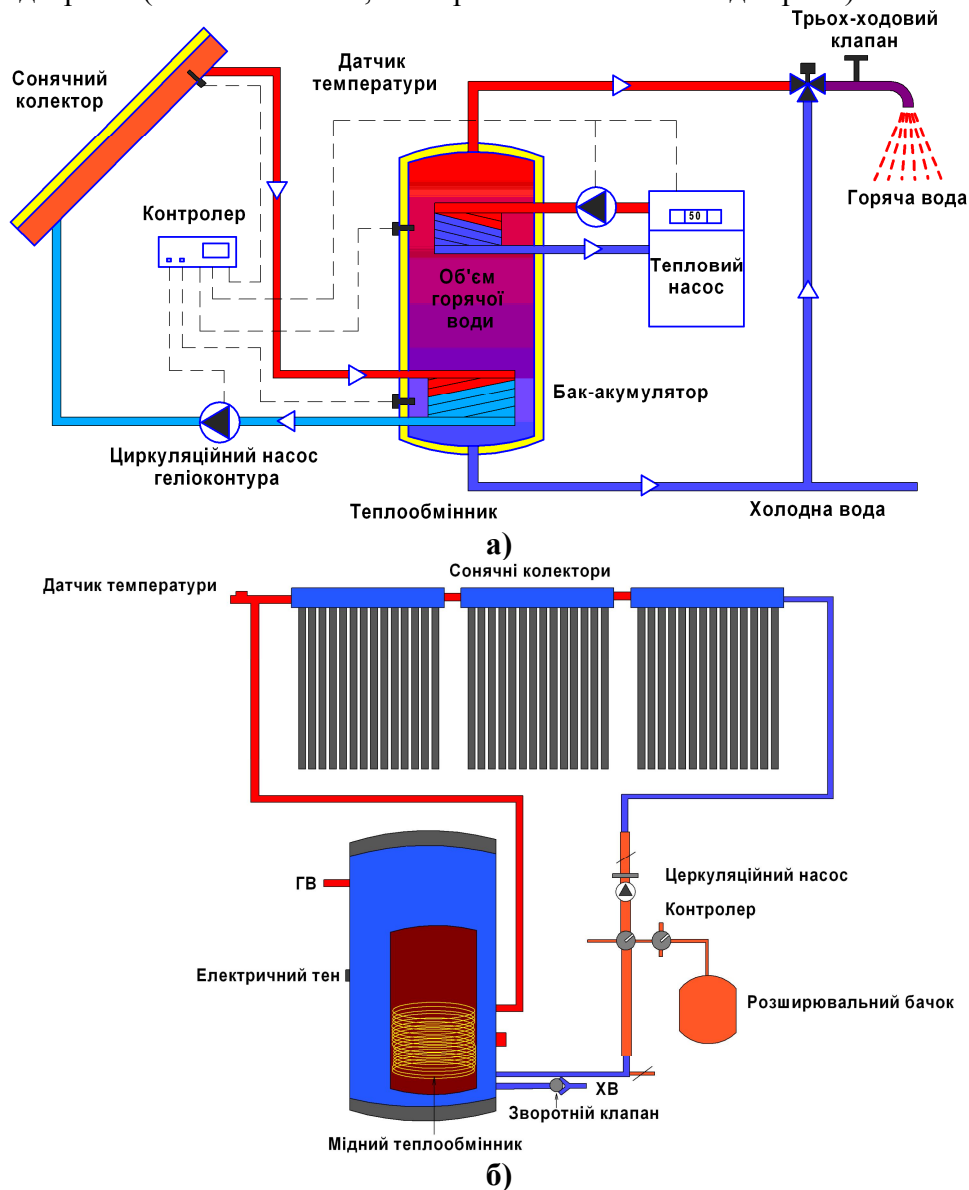
Сонячна система також є простою у ремонті: якщо виникне така потреба, вакуумну трубку можна легко поміняти, не зупиняючи при цьому сонячний колектор. При необхідності трубки можна додавати (при недостатці тепла) чи частково знімати (якщо тепло поглинається в надлишку), зменшуючи геліополе, що, зауважте, абсолютно неможливо в геліосистемах з плоскими колекторами.

Геліоколектори відмінно справляються з завданням забезпечення будинку гарячою водою, підігрівом басейнів, теплиць, працюють в системах вентиляції, кондиціонування та опалення будівель.

Геліосистема складається з таких основних частин (рис.2 а, б):

- вакуумний сонячний колектор;

- насосний вузол для перекачки теплоносія від геліоколектора до бака акумулятора;
- контролер, який керує роботою геліосистеми;
- бак акумулятор гарячої води;
- піковий догрівач (тепловий насос, електричний тен чи інше джерело).



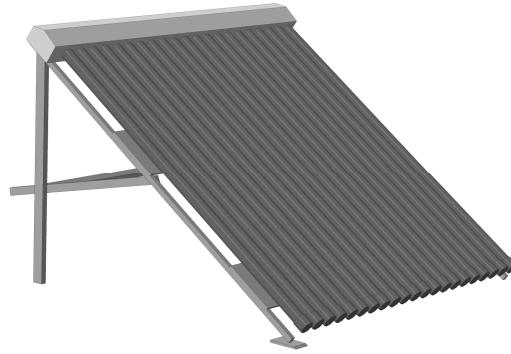
**Рис. 2. - Схеми геліосистем**

Сонячні колектори здатні забезпечити безкоштовною тепловою енергією з квітня по жовтень. В інший період року вони дають частину теплової енергії, іншу частину забезпечує піковий догрівач: електричний тен, тепловий насос чи газовий котел.

Існують сонячні колектори трьох типів:

- вакуумні з тепловими трубами типу “Heat pipe”;
- вакуумні з тепловими трубами надвисокої теплопровідності;
- вакуумні з тепловими трубами типу-U.

Конструкція вакуумного сонячного колектора з тепловими трубами типу “Heat pipe” показана на рис. 3.



**Рис. 3. Сонячний колектор з тепловими трубами типу “Heat pipe”**

В сонячних системах з замкнутим контуром, як правило, використовується теплообмінник, який може розміщуватися як всередині, так і ззовні бака-акумулятора гарячої води. Сонячний водонагрівач з незамкненим контуром часто використовується в теплих кліматичних зонах, де не має небезпеки замерзання. Сонячні колектори з тепловими трубами типу “Heat pipe” підходять як для закритих, так і відкритих геліосистем, так як має функції контролю тиску, температури та захист від замерзання.

Сонячні водонагрівачі з тепловими трубами типу “Heat pipe” не мають вмонтованого бака-акумулятора, та теплопровід геліоколектора вміщує досить малу кількість теплоносія (близько 2 л для сонячного колектора з 30 труб). Для того щоб теплоносій циркулював від колектора до акумулюючої ємкості та назад, необхідно використати циркуляційний насос. Циркуляційним насосом геліосистеми, як правило, керує контролер з датчиками. Швидкість потоку, необхідна для роботи більшості сонячних систем, не перевищує 2 л/хв., тому достатньо циркуляційного насоса малої потужності. Більш потужні циркуляційні насоси потрібні лише у випадку об’єднання декількох геліоколекторів в один контур, чи коли геліонасос повинен компенсувати втрати напору теплоносія.

Сонячні колектори здатні витримувати тиск теплоносія до 0,6 МПа. Перепад тиску при малій швидкості потоку незначний, всього 700 Па при швидкості 3,3 л/хв, для теплопроводу на 20 труб, тому це не є вагомим критерієм при виборі потужності циркуляційного насоса.

### **Висновок**

Проаналізувавши вище сказане можна зробити висновок. Переваги сонячних колекторів з вакуумними тепловими трубами типу “Heat pipe” полягають в тому, що їх внутрішня труба надійно захищена від втрат тепла. Це означає, що тепло відразу ж після поглинання віддається воді теплозбірника геліоколектора та не надходить в оточуюче середовище. Такі теплоізоляційні властивості сонячних колекторів складають ключову різницю між сонячними колекторами з вакуумними трубками та плоскими. А оскільки ефективність передачі тепла тепловими трубами дуже висока, то сонячний водонагрівач з тепловими трубами типу “Heat pipe” має високу теплопродуктивність цілий рік.

### **Література**

1. Зурьян А. *Анатомия гелиосистемы // Альтернативні джерела енергії.* – 2010. - № 9/10. – С. 24-29.
2. Зурьян А. *Место под солнцем, или экономическое обоснование целесообразности использования солнечной энергии по сравнению с традиционными источниками энергии в устройствах для нагрева воды // Альтернативні джерела енергії.* – 2010. - № 5/6. – С. 26-28.
3. А. И. Капранов *Рекомендации по применению жидкостных солнечных коллекторов.* ВИНТИ, 2008. – 115 с.
4. *Солнечный душ // Наука и жизнь, 2009 №1, с. 131-138.*
5. Hottel, H. C. and Whillier, A.: "Evaluation of Flat-Plate Solar Collector Performance," *Trans. of the Conference on the Use of Solar Energy - The Scientific Basis, Vol. 2, Tucson, AZ, Oct. 31- Nov. 1, 2009, p 74 - 104.*