

УДК 674.047

Озарків І.М., д-р техн. наук; проф., **Данчук М.І.**, асп.
НЛТУ України, м.Львів

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ГЕЛІОТЕРМІЧНИХ КОЛЕКТОРІВ СОНЯЧНИХ СУШИЛЬНИХ УСТАНОВОК

У роботі описані основні види конструкцій і аналіз геліотермічних установок і перспективи використання на території України.

Ключові слова: геліосистема, геліоколектор, розвиток, акумулювання, сонячна система.

Високі темпи росту витрат енергетичних ресурсів, а також вичерпання запасів традиційних видів палива (природного газу, кам'яного вугілля, торфу тощо) на сьогодні визначили основні шляхи заміни дефіцитних технічних видів енергії (пари, електроенергії) нетрадиційними та відновлюваними джерелами енергії (сонячною, вітровою й енергією геотермальних джерел).

Широке використання регенеративних носіїв енергії та використання безпечних для довкілля енергетичних технологій є суттєвим внеском до стабільного розвитку як держави в цілому, так і благополуччя окремих її громадян. Впровадження відновлювальних технологій може стати запорукою гарантії наступним поколінням високого рівня статків та життєвих стандартів.

Відновлювальна енергія – це такий вид енергії, постачання якої здійснюється з постійних джерел, які, відповідно до людських уявлень, вважаються невичерпними. У якості регенеративних джерел енергії можуть розглядатися: енергія сонячного світла і тепла, вітру, сила води, припливів та відпливів, а також теплова енергія Землі.

Вирішальним є той фактор, що під час використання таких тривалих джерел енергії не утворюється вуглекислий газ і не нагромаджуються радіоактивні атомні відходи. Енергія отримується під час постійних процесів, що відбуваються у природі і використовуються для технічних потреб. У фізичному сенсі енергія не відновлюється, а постійно отримується з названих джерел.

Людство впродовж свого цивілізаційного розвитку постійно зверталося до використання природної енергії – всім нам відомі вітряні та водяні млини, а також їхні більш осучаснені наступники – вітрогенератори та гідроелектростанції.

Повноцінне використання ж головного нашого джерела відновлювальної енергії – Сонця, завжди обмежувалося технологічним рівнем цивілізації. Останні досягнення науково-технічного прогресу в галузі приборкування сонячної енергії за останні 20-30 років зробили можливим її масштабне використання не лише з промисловою та науково-дослідницькою метою, а й на рівні побутового застосування – для вироблення кількості теплоти та отримання електроенергії.

У зв'язку з інтенсивним розвитком технологій сонячної енергетики, з'явилося безліч конструктивних рішень і варіантів геліосистем, що класифікуються за різними критеріями.

У даній класифікації наданий тільки укрупнений список часто використовуваних варіантів геліосистем, які можна застосувати в кліматичних умовах України.

Принцип роботи систем з природною циркуляцією теплоносія : розігрітий теплоносій спрямовується у верхню частину колектора, в результаті чого виникає різниця гідростатичних тисків.

А у системах з примусовою циркуляцією у контурі колекторного кола встановлюється малопотужний циркуляційний насос, що змушує циркулювати теплоносій. Його роботою керує спеціальний контролер. Споживана потужність насоса незрівнянно мала порівняно з тепловою енергією, що виробляється системою.

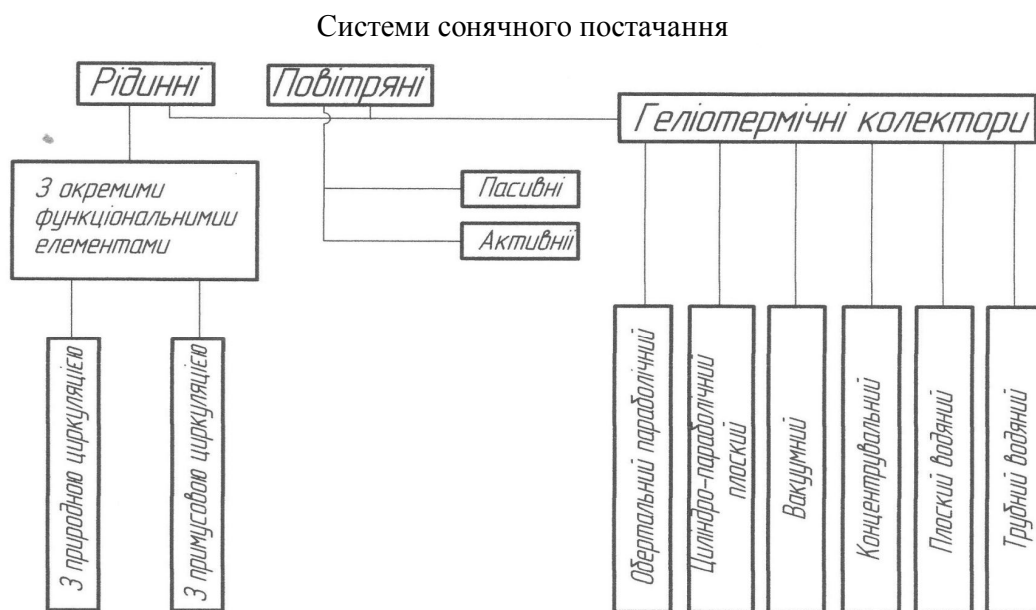


Рис.1. Укрупнена схема варіантів геліосистем

Геліосистеми як із природною, так і з примусовою циркуляцією теплоносія одержали широке поширення, але ключовими факторами при виборі системи є: можлива температура повітря у найхолодніший період року і кількість ясних сонячних днів. На всій території України рекомендується використовувати геліосистеми з примусовою циркуляцією теплоносія, тому що досить велика кількість хмарних днів приводить до значного зниження ефективності систем з природною циркуляцією (на 30%), а низькі температури в зимовий період року змушують впроваджувати заходи по захисту від замерзання, що буває неможливо з погляду надійності.

В пасивних геліоустановках здійснюється пряма подача сонячних променів без регулювання або з частковим регулюванням дії променів у бік зменшення густини променевого потоку. Таке вирішення є найбільш простим і дешевим, але теплопостачання є не рівномірним і неповним.

В активних системах сонячна енергія направляється на спеціальні пристрої, де ця енергія перетворюється у теплову із розрахунковими температурними параметрами, коли із спеціальних пристроїв – термоколекторів теплова енергія систематично подається до сушарок або до акумуляторів.

Найбільш поширеними на сьогодні є такі конструкції геліотермічних колекторів - параболічний обертальний, циліндро-параболічний, плоский, вакуумний, концентрувальний і плоский водяний.

Параболоподібні колектори, які за допомогою фотоелементів повертаються за траєкторією руху Сонця, дозволяють досягати температури 300...1000°C, а напівпараболічні – 80...120°C. Але колектори-поглиначі випромінювання такого типу є дуже дорогі, оскільки вимагають використання спеціальних автоматичних систем слідування. Плоскі повітряні колектори забезпечують температуру повітря 20...60°C, а плоский водяний – 40...80°C.

Просте одинарне заскління геліоколектора дозволяє вловлювати також розсіяне сонячне випромінювання і забезпечує рівень температури 50...60°C. Простота конструкції, добрі економічні і технічні показники геліотермічного плоского колектора і підбір відповідного матеріалу для зміщення спектру випромінювання в області спектра 5...15 мкм дозволяє використати такий колектор в сонячній сушарці.

Плоскі колектори через свою універсальність, надійність та свою невибагливість до слідування за їхнім станом та експлуатаційними умовами мають достатньо високу ефективність (наприклад, коефіцієнт корисної дії сучасних плоских колекторів ККД=50%, більш застарілих – ККД=20...40%).

Плоскі сонячні колектори є найбільш поширеним типом сонячних колекторів. Слід зазначити, що в результаті тривалого вдосконалення колектори даного типу, по всій видимості, практично досягли найбільш оптимальних показників ефективності, терміну експлуатації та вартості.

Плоский колектор являє собою рамну конструкцію, в якій з одного боку знаходиться одинарне або подвійне заскління, а з другого – поглинач сонячної енергії. У зимовий період його встановлюють таким чином, щоб сонячні промені падали на нього під прямим кутом. Влітку нахил колектора по відношенню до сонячних променів залежить від географічної широти. Сонячні промені, що проникають через скло, завдяки повітряному прошарку між поверхнями нагрівають його. Основна перевага плоского колектора полягає в тому, що він поглинає пряме і розсіяне сонячне випромінювання.

ККД колекторів без врахування нелінійних, тобто випадкових втрат тепла можна розрахувати за даною формулою.

$$n_{ef} = A_{погл.покр.} \cdot F_{ef.пов.} - \frac{K \cdot \Delta T}{E_{випр.}} = n_0 - \frac{K \cdot \Delta T}{E_{випр.}}$$

де η_0 – добуток оптичного ККД, тобто ($A_{\text{погл}} \cdot D_{\text{скла}}$) і коефіцієнта ефективності поглинаючої панелі колектора;

$A_{\text{погл. покр.}}$ – коефіцієнт поглинання сприймаючої сонячне випромінювання покриття (поверхні) геліоколектора;

$D_{\text{скла}}$ – коефіцієнт транспарентності, тобто прозорості (пропускання) скла або плівки;

$F_{\text{еф. пов.}}$ – коефіцієнт ефективності поглинаючої поверхні

($F_{\text{еф. пов.}} = F_{\text{опр}} / F$, де $F_{\text{опр}}$ – площа опроміненої поверхні, м^2);

K – добуток загального коефіцієнта теплових втрат колектора і коефіцієнта ефективності поглинаючої поверхні панелі при нульовій швидкості вітру, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

ΔT – різниця між середньою температурою теплоносія в колекторі та температурою зовнішнього (навколишнього) середовища; E – густина потоку сонячного випромінювання, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Чим нижча температура, до якої потрібно нагріти, тим вищий ККД геліоколектора.

Наприклад, тільки через застосування більш ефективного поглинаючого покриття (високоселективного), у хмарну погоду, різниця в ефективності сонячних колекторів може досягати 45%.

Необхідно відзначити, що ККД геліоколектора є нестабільним і буде залежати від кліматичних умов експлуатації (тобто географічної широти місцевості) та моменту часу його експлуатації. Зокрема, для території України, тобто на географічній широті $40...60^\circ$ геліосистеми дозволяють стабільно нагрівати повітря і воду до 50°C .

Клімат нашої планети визначає сонячна енергія. Потік її досить істотно змінюється протягом року в залежності від широти місцевості й обумовлює кліматичну зональність - різницю температур, вологості, тиску і вітру на Землі. Але досить цікавим є такий факт: кількість сонячної енергії, що потрапляє на Землю протягом дня в десятки тисяч разів більше, ніж споживається населенням всієї Землі.

Згідно останніх десяти років метеорологічних спостережень, на Україну припадає 100-200 сонячних днів в році, в залежності від регіону.

Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 м^2 поверхні, на території України знаходиться в межах: від $1000 \text{ кВт год}/\text{м}^2$ до $1400 \text{ кВт год}/\text{м}^2$. Щоб приблизно зорієнтуватись про що йдеться мова, то можна ці цифри охарактеризувати так - сонячна енергія, що реально надходить за три дні на територію України, перевищує енергію всього річного споживання електроенергії в нашій країні.

Констатуємо факт, що середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні ($1235 \text{ кВт год}/\text{м}^2$), що відповідає енергоємності приблизно 100 літрів дизельного палива або 100 м^3 природного газу, є достатньо високим і набагато вищим ніж наприклад в Німеччині - $1000 \text{ кВт год}/\text{м}^2$ чи навіть Польщі - $1080 \text{ кВт год}/\text{м}^2$. Отже, ми маємо хороші можливості для ефективного використання теплоенергетичного обладнання на території України.

Термін «ефективне використання» означає, що геліоустановка

працюватиме з віддачею в 60% 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 цілий рік, правда, - з дещо перемінною ефективністю.

Залежно від потреб у гарячій воді чи опаленні, визначається необхідна кількість сонячних колекторів, що поєднуються в групи і працюють у єдиній системі.

Колектор є елементом системи і не може ефективно функціонувати, якщо неправильно підібране інше устаткування і комплектуючі. Якість монтажу, а також кількість колекторів, обрана для конкретної системи, значно впливає на ефективність і надійність роботи сонячних колекторів і системи у цілому.

Оскільки на території України, значною мірою, сонячне випромінювання складається з розсіяного (на 40-60% в середньому за рік), необхідно використовувати сонячні колектори з високоселективним покриттям поглинаючої панелі.

Від ефективності сонячного колектора в значній мірі залежить ефективність роботи всієї системи. Чим більше сонячної енергії поглине геліоколектор і чим менше він її втратить, тим ефективніше буде працювати система.

Усі принципи конструювання сонячних колекторів зводяться до забезпечення максимального поглинання сонячної енергії і максимальному зниженню теплових втрат. Максимальне поглинання сонячної енергії здійснюється у відкритих колекторах (без скла), які використовуються тільки для нагрівання води у відкритих басейнах у теплий і сонячний період року, а наймінімальніші теплові втрати у вакуумних колекторах. Але згадані колектори мають ряд суттєвих недоліків, що обмежують повсюдне їх використання.

Незважаючи на розмаїття сонячних колекторів, найбільше поширення одержали плоскі колектори через свою універсальність, надійність і невибагливість. Також дані геліоколектори мають досить високу ефективність.

Згідно з українською енергетичною стратегією до 2030 р., частку альтернативної енергетики на загальному енергобалансі країни буде доведено до 20 %. Основними та найбільш ефективними напрямками відновлюваної енергетики в Україні є: вітроенергетика, сонячна енергетика, біоенергетика, гідроенергетика, геотермальна енергетика.

За відновлюваними джерелами енергії – майбутнє. Вони чисті, безпечні для клімату і, практично, невичерпні.

Література

1. Застосування сонячної енергії у житловому господарстві та деревообробці: Наукове видання /Озарків І.М., Мисак Й.С., Криницький Г.Т., Максимів В.М., Копій Л.І., Соколовський І.А., Озарків О.І., Козар В.С. – Львів: НВФ «Українські технології», 2012.-338с.

2. Озарків І.М., Мисак Й.М., Копинець З.П. Використання сонячної енергії в промисловості: Навч.посібник, - Львів: НВФ «Українські технології», 2008.-276с.

Рецензент – д.т.н., професор Білонога Ю.Л.