

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ГЕЛІОСИСТЕМ

З інтенсивним розвитком сучасної енергетики виникають дві основні проблеми – обмеженість запасів традиційних енергоресурсів і охорона навколишнього середовища від зростаючих об'ємів викидів при спалюванні різних видів палив. Використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) сонця, вітру, землі, геотермальних вод, приливів та відливів і т.п., допомагають частково вирішувати ці проблеми.

Серед НВДЕ найбільшої уваги заслуговує сонячна енергія (СЕ). Вона має три основні переваги – ресурси її настільки великі, що здатні задовольнити зростаючі енергопотреби людства на доволі віддалену перспективу, її використання не має масштабних обмежень, пов'язаних з небезпекою порушення теплового балансу планети з послідуєчими змінами клімату і вона екологічно безпечна. Сонячна енергія може бути використана в різних сферах діяльності людини. Одним з напрямків її використання є теплопостачання будівель і споруд.

В основному в геліосистемах теплопостачання застосовується рідинний теплоносій, та, в ряді випадків доцільніше використовувати в якості теплоносія повітря. Геліосистеми повітряного теплопостачання (ГСПТ) в окремих випадках мають деякі переваги по відношенню до рідинних: більш високий коефіцієнт використання сонячної енергії; відсутність небезпеки розмерзання системи та затоплення обладнання; більш просте керування та більшою антикорозійною стійкістю. Найважливішим елементом ГСПТ є колектор сонячної енергії (КСЕ), адже саме цей елемент системи відповідає за перетворення енергії сонячного випромінювання на теплову, тому при конструюванні та виборі КСЕ стає питання забезпечення ряду вимог до приймача СЕ.

На базі аналізу умов експлуатації ГСПТ було розроблено набір вимог до конструкції КСЕ. По-перше, через невисоку теплову ефективність даних систем, вартість таких колекторів має бути якомога нижчою для задовільної рентабельності. По-друге геліоприймачі мають бути достатньо ефективними з тим, щоб зібране з них геліополе не займало великої площі. По-третє, установка колекторів повинна супроводжуватися мінімальними змінами в існуючій номенклатурі будівельних конструкцій, що використовуються при проектуванні нових будівель і тим більше при реконструкції систем опалення та вентиляції вже існуючих та експлуатованих споруд. І на кінець, вони повинні характеризуватися достатньою надійністю, високою ремонтпридатністю і простотою в експлуатації.

Сучасні повітряні КСЕ, що випускаються серійно, поділяються три типи принципово різних конструкцій. Перший – це конструкція геліоприймача типу «Стіни Тромба» для пасивних системи теплопостачання з природнім або вимушеним рухом повітря. Така конструкція найбільш притаманна країнам

Північної Америки, особливо в південній її частині, де КСЕ такого типу використовуються для опалення складів, ангарів, великих супермаркетів тощо. Основні виробники на 2013р. подібного обладнання – це «Conserval Engineering» (США) – 35500 м²/рік; «Your Solar Home» (США) – 15600 м²/рік; «Captasol» (Мексика) – 16000 м²/рік [1]. Основним недоліком такого рішення є інтеграція цих колекторів в будівельні конструкції та необхідність планування розміщення самих будівель на доволі відкритих територіях.

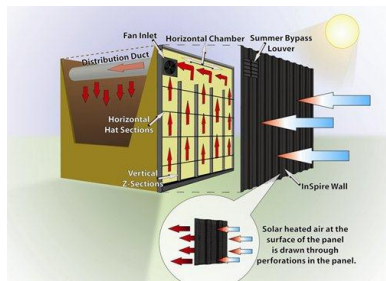


Рис.1. Загальний вигляд сучасної системи теплопостачання на основі «Стіни Тромба» виробництва компанії «АТАS» (США)

Другий тип – це аналог класичної конструкції плоского рідинного геліоколектора, де замість трубок для теплоносія облаштовані канали для проходження повітря в контакт з поглиначем сонячного випромінювання (абсорбером). Такі КСЕ використовуються, як правило, в активних системах теплопостачання, споруджуючи геліополя з колекторів, що розміщуються на дахах або спеціальних майданчиках неподалік будівель, які обслуговуються. Виробництво плоских повітряних КСЕ зосереджено в Європі, де ГСПТ використовуються для опалення приватних будинків, господарських приміщень і невеликих офісів, та індустріальних країнах Азії, використання ГСПТ в яких зосереджено для сушки сільськогосподарської продукції (фрукти, трави, зернові культури і т.д.). Лідируючими виробниками за 2013р. КСЕ другого типу є «Grammer Solar» (Німеччина) – 10000 м²/рік; «Sona» (Австрія) – 2000 м²/рік; «Kraftwork» (Індія) – 2600 м²/рік; «XNE Group» (Китай) – 10000 м²/рік; «OM Solar» (Японія) - 10000 м²/рік [1]. Недоліком таких КСЕ є їхня вартість (до 325€ за м² поглинаючої поверхні) та значна маса (до 34 кг на м² поглинаючої поверхні), що зумовлено конструкцією колекторів: металевий абсорбер, як правило, алюмінієвий чи мідний в металевому корпусі, покритий гартованим склом.

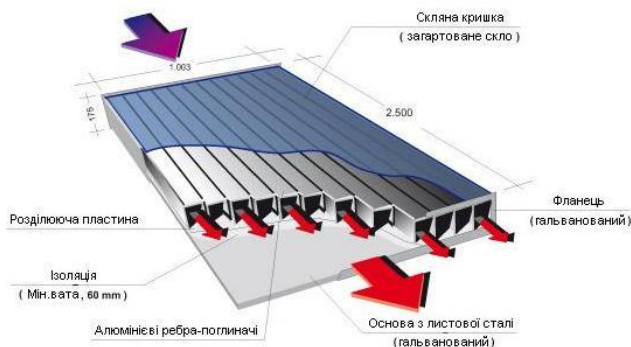
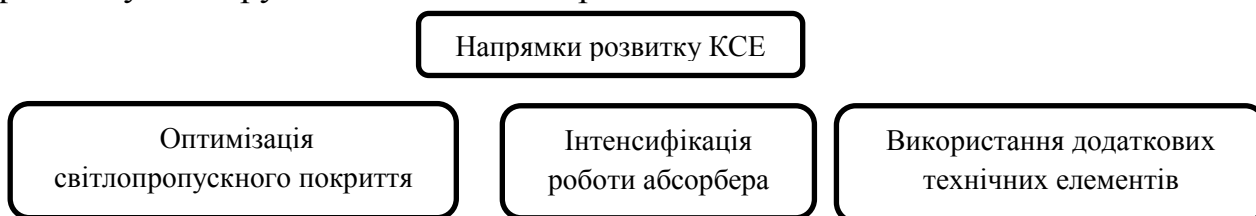


Рис.2. Загальний вигляд сучасного повітряного сонячного колектора на прикладі колектора Grammer JumboSolar

Третій тип – це комбіновані повітряні КСЕ з електричними сонячними панелями. Прилади такого типу мають дуже вузькі області застосування: на пересувних лабораторіях, віддалених від цивілізації спорудах та експериментальних автономних будинках. Основним виробником подібних приладів є данська компанія «SolarVenti» – 4500 м² за 2013 рік, а також у Російській Федерації фірма «New Polus», яка окрім звичайних рідинних геліоприймачів, випускає невелику кількість комбінованих повітряних КСЕ - близько 100 м²/рік [1]. Розглядати переваги чи недоліки таких КСЕ є недоцільно через мають дуже обмежене застосування.

З описаного вище витікає висновок, що для впровадження повітряних геліосистем в існуючі будівлі та господарства світова промисловість не випускає КСЕ, що відповідають набору вимог складеному вище. Це змусило авторів звернутися до патентних досліджень.

Після аналізу результатів патентних вишукувань виділено три напрямки розвитку конструкцій плоских повітряних КСЕ:



Розвиток світлопропускнуго покриття зводиться до більш ефективного збору сонячного випромінювання без добових змін кутів установки КСЕ. Наприклад, в [2] наведено прилад, світлопропускнуе покриття якого, окрім звичайного плоского скла, представляє собою набір фокусуючих скляних призм, які збільшують кількість прийнятого випромінювання. Недоліком такого рішення є ускладнена технологія виробництва скляних призм, що веде до збільшення вартості колектора. Крім того маса зростає, надійність зменшується.

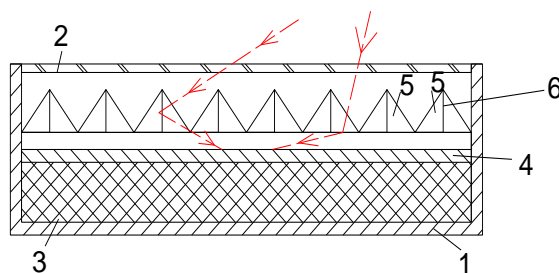


Рис.3. Фокусуючий колектор: 1-корпус; 2-первинне світлопрозоре покриття; 3-теплова ізоляція; 4-абсорбер; 5,6- грані скляних призм

Розробляючи абсорбери винахідники, в основному, не відходять від звичайного типу – металевого абсорбера, тим чи іншим методом розвиваючи його поверхню шляхом збільшення шорсткості та площі поверхні, що забезпечить вищу поглинаючу здатність, турбулізацію повітряного потоку та більшу площину контакту повітря з абсорбером. Так, в [3] наведено конструкцію, в якій абсорбер виконано із чорної металічної пластини, що

вигнута подібно плісированої тканини. Він розміщений горизонтально по діагоналі від нижнього кута під вхідними патрубками до верхнього кута корпусу над вихідними патрубками (Рис.3). В місцях перегинів абсорбер оснащений отворами для проходу повітря. В цьому рішенні використовується збільшена площа поверхні абсорбера, при чому при проході повітря через отвори в місцях перегинів пластини абсорбера він турбулізується. Вага та металоемність абсорбера збільшується, а необхідність селективних покриттів не зникає.

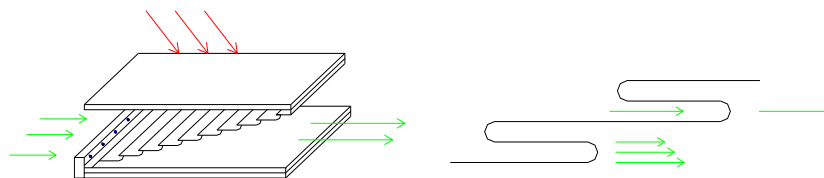


Рис.3. Колектор зі стрічковим абсорбером;

В роботі [4] абсорбер виконаний у вигляді чорної пластини робоча поверхня якої являє собою капілярну структуру (Рис.4). Виконання поверхні абсорбера у вигляді капілярної структури переслідує ціль збільшити степінь його чорноти і тим самим посилити поглинання випромінювання і в якійсь мірі турбулізувати потік омиваючого абсорбер повітря за рахунок збільшеної шорсткості поверхні абсорбера. Аналізуючи це рішення можна сказати, що затрати на виготовлення розвиненої капілярної структури набагато більші, ніж отримана вигода від збільшення ефективності КСЕ.

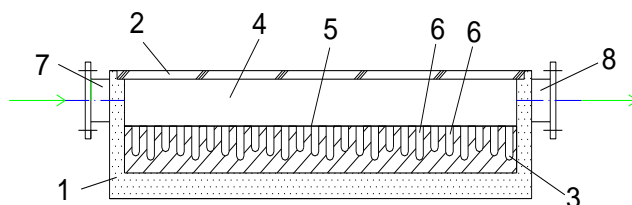


Рис.4. Колектор з капілярним абсорбером: 1-корпус; 2-світлопрозоре покриття; 3-капілярна структура; 4-вільний простір; 5-поверхня абсорбера; 6-поверхня абсорбера; 7,8-вхідний та вихідний патрубок

Збільшуючи ефективність КСЕ також вдаються до використання додаткових технічних елементів. Так, в [5] запропонований геліоприймач з концентратором, у фокусі якого розміщений випаровувач термосифону, який слугує абсорбером. Конденсатор цього термосифона, виконаний у вигляді плоского ребра слугує для нагріву повітря (Рис.5). Корпус покритий шаром теплоізоляції. До очевидних недоліків (з точки зору сформованих вище вимог) цього рішення потрібно віднести наявність концентратора, що здорожує та ускладнює конструкцію, а також термосифона. Термосифон працює по прямому термодинамічному циклу, на виконання якого витрачається певна кількість отриманої від сонця теплоти. Крім того в умовах нестабільності і нерівномірного в силу стохастичності кліматичних факторів надходження

сонячної енергії, ефективність термосифона також буде різна по часу, що робить роботу всієї системи погано прогнозованою та нестійкою.

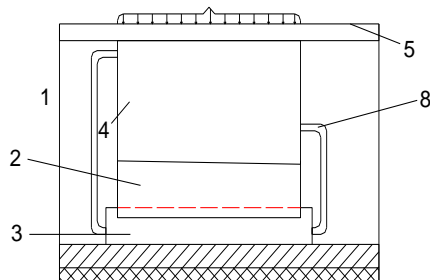


Рис.5. Колектор з термосифоном: 1- корпус, 2- концентратор, 3- поглинач, 4 – радіатор-конденсатор, 5- світлопрозоре покриття, 8 – трубопроводи

Доволі ефективним з теплотехнічної точки зору виглядає рішення [6]. В цьому рішенні абсорбер, виконаний у вигляді чорних кульок, розміщених всередині сітчастої оболонки. Сама оболонка закріплена у внутрішньому просторі корпуса так, що впускний патрубок нагнітає повітря під сітчасту оболонку з кульками, потім повітря проходить крізь неї між кульками і виходить через впускний патрубок, розміщений під оболонкою (рис.6). Повітря, проходячи через оболонку, створює всередині неї «киплячий шар» з кульок. Відомо, що теплообмін в «киплячому шарі» достатньо інтенсивний, але на жаль він характеризується великим аеродинамічним опором, що ставить під питання можливість широкого використання таких геліоприймачів.

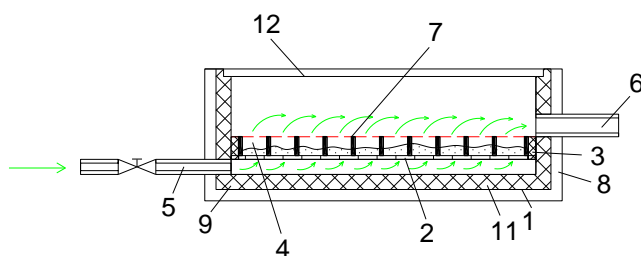


Рис.5. Колектор з «киплячим шаром»: 1-корпус, 2,7-обмежуюча сітка, 3-кулькова засипка, 4-вільний простір, 5,6 – вхідний та вихідний патрубок, 12-скляне покриття

Наведений короткий огляд відомих конструкцій показує, що жодна з них не відповідає сформульованим вимогам для використання у діючих системах повітряного опалення, через ті чи інші види. Для конструкцій характерна одна загальна вада – велика вага та велика вартість, через використання металевих елементів в конструкціях КСЕ.

Отже, безсумнівно перспективним напрямком розвитку повітряних геліосистем є пошук нових матеріалів для виготовлення колекторів. Зважаючи на проблеми в теплоенергетиці країни просто необхідно шукати всі можливі шляхи використання сонячної енергії, зокрема, сучасний технологічний спурт у виробництві неметалевих матеріалів дає нові можливості у геліотехніці для її

здешевлення та більшої пристосованості до реалій України. Повітряні ж геліосистеми можуть стати гарним початком у глобальному впровадженню сонячних систем через свою надійність, непримхливість, вартість, простоту експлуатації та довговічність.

Література

- 1.Офіційний сайт міжнародного агентства маркетингу геліотехніки: www.solrico.com.
2. Добрундашвили З.Ш. Солнечный тепловой коллектор. А.С. №1346913 Б.И. №39, 1987.
3. Пластинчатый солнечный воздухонагреватель. Патент США №4471761. Изобретения в СССР и за рубежом. Выпуск 96, №5, 1985.
4. Данилов М.П., Ветвицкий М.Л. Воздухонагреватель. А.С. №1315755, Б.И. №21, 1987.
5. Супрун А.В., Стронский Л.Н. Солнечный воздухонагреватель. А.С. №1474394. Изобретения в СССР и за рубежом. Выпуск 99, №7, 1989.
6. Солнечный нагреватель. Заявка Франции №2622961. Изобретения в СССР и за рубежом, выпуск 99, №12, 1989