

УДК:621.4

ГЕЛИКОЛЕКТОР-ЕНЕРГОАКТИВНЕ ОГОРОДЖЕННЯ ЯК ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ КЛІМАТИЗАЦІЇ СПОРУД

Накашидзе Л.В., *к.т.н., с.н.с.* ORCID 0000-0003-3990-6718

Шевченко М.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр-т Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49050

Анотація

Метою роботи є означення особливостей конструкції геліопристрою, призначеного не тільки ефективно перетворювати енергію відновлюваних джерел, а також перерозподіляти її для ефективного функціонування системи кліматизації (енергозабезпечення) споруди. **Методичний** підхід, покладений в основу конструктивного рішення базується на зменшенні теплових втрат завдяки наявності енергоактивного огородження при одночасному збільшенні технологічності та простоти монтажу. **Результати.** У системах енергозабезпечення пропонується використовувати конструкцію для перетворення відновлюваних джерел енергії – новий тип енергоактивного огородження. Основними конструктивними елементами енергоактивного огородження є несуча стіна, теплоізоляційний прошарок, зовнішній повітряний прошарок (у якому розташовані ламелі-абсорбери), а також зовнішній захисний прозорий теплоізоляційний прошарок. У запропонованій новій конструкції ламелі-абсорбери являють собою виконані з теплопровідного матеріалу труби, якими циркулює теплоносії. До них методами зварювання, паяння або механічним шляхом приєднані профільовані ребра. Такі профільовані ребра виконані з теплопровідного матеріалу і вкриті теплопоглинальним покриттям. Вони також приєднані (завдяки зварюванню або паянню, або механічним шляхом) до вертикальних або таких, що мають особливий профіль колекторів (залежно від вимог монтажу). Колектори являють собою труби, якими циркулює теплоносії. Особливістю таких колекторів є те, що мінімум один з них є подаючим, і мінімум один є зворотнім. **Наукова новизна** полягає в тому, що система енергозабезпечення з розробленим енергоактивним огородженням залежно від температури навколишнього середовища та рівня надходження сонячної радіації може функціонувати в трьох режимах. Режим холодного періоду має місце при незначному рівні або повній відсутності надходження сонячної радіації (ніч або хмарний день), коли температура в сезонному акумуляторі тепла вища за зовнішню температуру. Режим перехідного періоду року має місце при незначному рівні або повній відсутності надходження сонячної радіації (ніч або хмарний день), коли температура навколишнього середовища вища за температуру в сезонному акумуляторі тепла. Режим теплого періоду року має місце при достатньому рівні сонячної радіації, коли температура навколишнього середовища вища за температуру в сезонному акумуляторі тепла. **Практична значимість** впровадження запропонованого геліопристрою (енергоактивне огородження) сприяє економії традиційних енергоресурсів за рахунок раціонального використання сонячної енергії і може бути використано в новому будівництві і при реконструкції наявного житлового фонду.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії; енергоактивне огородження, геліопристрій; ламелі-абсорбери; повітряний прошарок; система кліматизації

ГЕЛИКОЛЛЕКТОР-ЭНЕРГОАКТИВНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ СТРОЕНИЙ

Накашидзе Л.В., *к.т.н., с.н.с.* ORCID 0000-0003-3990-6718

Шевченко М.В.

Днепроvский национальный университет имени Олеся Гончара
пр-т Гагарина, 72, г. Днепр, Украина, 49050

Аннотация

Целью работы является определение особенностей конструкции гелиоприбора, назначенного не только эффективно преобразовывать энергию возобновляемых источников, а также перераспределять ее для эффективного функционирования системы климатизации (энергообеспечения) сооружений. **Методический** подход, что лежит в основе конструктивного решения, базируется на уменьшении тепловых потерь благодаря наличию энергоактивного ограждения при одновременном увеличении технологичности и простоты монтажа. **Результаты.** В системах энергообеспечения предлагается использовать конструкцию для преобразования возобновляемых источников энергии – новый тип энергоактивного ограждения. Основными конструктивными элементами энергоактивного ограждения является несущая стена, теплоизоляционный слой, внешний воздушный слой (в котором расположены ламели-абсорберы), а также внешний

защитный прозрачный теплоизоляционный слой. В предложенной новой конструкции ламели-абсорберы являются сделанными из теплопроводного материала трубами, по которым циркулирует теплоноситель. К ним методами сварки, пайки или механическим путем присоединены профилированные ребра. Такие профилированные ребра сделаны из теплопроводного материала и покрыты теплопоглощающим покрытием. Они также присоединены (посредством сварки, пайки или механическим способом) к вертикальным или специфическим коллекторам (в зависимости от требований монтажа). Коллекторы являются трубами, по которым циркулирует теплоноситель. Особенностью таких коллекторов есть то, что минимум один из них является подающим, и минимум один – возвратным. **Научная новизна** состоит в том, что система энергообеспечения с разработанным энергоактивным ограждением в зависимости от температуры окружающей среды и уровня поступления солнечной радиации может функционировать в трех режимах. Режим холодного периода имеет место при незначительном уровне или полном отсутствии поступлений солнечной радиации (ночь или облачный день), когда температура в сезонном аккумуляторе тепла выше внешней температуры. Режим переходного периода года имеет место при незначительном уровне или полном отсутствии поступлений солнечной радиации (ночь или облачный день), когда температура окружающей среды выше температуры в сезонном аккумуляторе тепла. Режим теплого периода года имеет место при достаточном количестве солнечной радиации, когда температура окружающей среды выше температуры в сезонном аккумуляторе тепла. **Практическая значимость** внедрения предложенного гелиоприбора (энергоактивного ограждения) способствует экономии традиционных энергоресурсов за счет рационального использования солнечной энергии и может быть использовано в новом строительстве и при реконструкции существующего жилищного фонда.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергоактивное ограждение, гелиоприбор, ламели-абсорберы; воздушный слой, система климатизации

GELIOPROTECTOR–ENERGY ACTIVE FENCE AS AN ELEMENT OF BUILDINGS' CLIMATIZATION SYSTEM

Nakashydz L. V., PhD, senior scientific researcher, ORCID 0000-0003-3990-6718
Shevchenko M. V.

Dnipro national university named after Oles Gonchar
Gagarina ave, 72, Dnipro, Ukraine, 49050

Summary

The aim is to define design features of gelioprotector, that is intended not only to convert efficiently renewable energy and to redistribute it for the effective functioning of the air-conditioning (power) structures. A **methodical** approach that is the basis of constructive solution is founded on reducing heat loss due to the energy active fence while increasing adaptability and ease of installation. **Results.** It is proposed to use a new type of energy active fences for the conversion of renewable energy in the power supply systems. The main structural elements of energy active fences are bearing wall, insulation layer, the outer layer of air (where are lamella-absorbers) and a transparent outer protective insulation layer. In proposed new construction lamella-absorbers are made of heat-conductive material of pipes, in which coolant circulates. To them profiled edges are attached by methods of welding, soldering or mechanically. Such profiled edges are made of heat-conductive material and covered by heat absorption covering. They are also connected (through welding or brazing, or mechanical means) to vertical or special profile collectors (depending on installation requirements). Collectors are the pipes, in which coolant circulates. The peculiarity of these collectors is that at least one of them is the pressure, and at least one is reversible. **Scientific novelty** is that the power supply system with the developed energy active fences can operate in three modes depending on the ambient temperature and the level of incoming solar radiation. Cold period mode occurs at insignificant levels or complete absence of incoming solar radiation (night or cloudy day), when the temperature in the seasonal heat accumulator is higher than the outside temperature. The transition mode occurs at insignificant levels or complete absence of incoming solar radiation (night or cloudy day), when the ambient temperature is higher than the temperature in the seasonal heat accumulator. Warm period mode occurs when sufficient solar radiation when the ambient temperature is higher than the temperature in the seasonal heat accumulator. **The practical significance** of the proposed gelioprotector (energy active fence) contributes to saving of traditional energy resources through rational consumption of solar energy and can be used in new construction and the renovation of existing housing stock.

Keywords: renewable energy; energy active fence, gelioprotector; lamella-absorbers; air layer; air-conditioning system

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Впровадження в системах енергозабезпечення нових інженерних конструктивних рішень, у яких передбачено комплексне використання енергії відновлювальних джерел (сонячна та геотермальна енергії, тепло навколишнього середовища та ін.), дозволить

розв'язати важливу проблему скорочення споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів для України. Це відповідає „Енергетичній стратегії України на період до 2030 р.” та іншим законодавчим документам. Нова редакція Директиви Європейського Союзу про енергетичну ефективність будівель вказує на заходи, впровадження яких дозволить наблизити сферу послуг

енергозабезпечення до вимог європейських країн. Найважливішим напрямом цих заходів є будівництво споруд із мінімальним споживанням енергії, що дозволить досягти високого рівня енергоефективності.

Наявні технології сонячного опалення та охолодження, що застосовуються в спорудах різного призначення, являють собою сформований ринок. Він розподіляється по-різному у більшості країн світу і продовжує зростати темпами близько 16 % на рік. В Європі відповідний обсяг ринку збільшився більш ніж в три рази за останній час. Незважаючи на ці досягнення, у країнах Європи в системах гарячого водопостачання та теплопостачання використання енергії сонячного випромінювання становить відносно невелику частку. Наприклад, у Німеччині в невеликих будівлях доля використання енергії сонячного випромінювання у вказаних вище системах не перевищує 15 % [1]. На цьому ринку починають домінувати вакуумні колектори, які на сьогодні є конструктивно і технологічно завершеними і придатними для масового виробництва; важливі виробничі майданчики вакуумних колекторів знаходяться в Європі, Туреччині, Бразилії, Китаї та Індії. Значну частку експортного ринку становлять комплексні геліоводопідігрівальні системи, а не сонячні колектори. Найбільшими експортерами таких систем є Австралія, Греція, США і Франція.

Конкуренцію даному напрямку складає підвищення енергоефективності систем енергозабезпечення за рахунок застосування пасивної складової. Між цими двома галузями недостатньо тісна співпраця, однак поширення систематичних проектних методологій, що застосовуються різними країнами, поліпшило можливості для проектування. Так, наприклад, вікна є важливою частиною пасивного обігріву будівель, а наявність вікон нового покоління з високою ефективністю (низька випромінювальна здатність, наповнення аргоном) впливає на зростання частки сонячної енергії в задоволенні потреб у теплопостачанні в будівельному секторі. Ще однією характеристикою пасивного конструювання є додавання внутрішньої маси до структури будівлі. Нові матеріали, що часто використовуються для більш ефективного збереження тепла, є легкодоступними; призначені для акумулювання тепла матеріали, у яких використовується теплота фазових перетворень (наприклад, парафін), і вважаються матеріалами майбутнього.

Економічні показники застосування енергії відновлюваних джерел залежать від відповідної конструкції інноваційної системи енергозабезпечення згідно з потребами в енергопослугах.

У деяких регіонах, наприклад, у південних частинах Китаю, сонячні водонагрівальні системи є конкурентоспроможними за своєю вартістю з традиційними системами. Сонячні водонагрівальні

системи зазвичай є більш конкурентоспроможними в регіонах з високим рівнем сонячного випромінювання, проте ця ситуація змінюється відносно опалення приміщень, пов'язаного зазвичай із більш високим загальним навантаженням теплопостачання. У більш холодних регіонах капітальні витрати можуть розподілятися протягом більш тривалого опалювального сезону, а сонячна теплова енергія може стати в такому випадку більш конкурентоспроможною.

Інвестиційні витрати на сонячні системи теплопостачання значною мірою відрізняються залежно від складності застосовуваної технології, а також ринкових умов у країні їх експлуатації. Витрати для інноваційних систем водопостачання змінюються в діапазоні від низьких показників у 83 у.о./м² до 1200 у.о./м² (для деяких систем опалення приміщень) [1, 2]. Нормована вартість тепла відображає широкий діапазон коливань інвестиційних витрат і залежить від більшого числа змінних величин, включаючи конкретний тип системи, інвестиційні витрати на дану систему, наявне в конкретному місці сонячне випромінювання, ефективність перетворення даної системи, оперативні витрати, стратегії використання системи і дисконтна ставка. Нормована вартість тепла для сонячних теплових систем з урахуванням широкого діапазону вихідних параметрів була розрахована в широко мінливих межах від 9 до 200 у.о./ГДж. Нормована вартість тепла знаходиться в межах від 30 у.о./ГДж до 50 у.о./ГДж в регіонах насамперед деяких районів Центральної і Південної Європи, і доходить майже до 90 у.о./ГДж в регіонах з меншим сонячним випромінюванням. За останнє десятиліття на кожні 50 % збільшення встановленої потужності сонячних нагрівачів води в Європі інвестиційні витрати скоротились на 20 %. Тенденція до зниження вартості систем енергозабезпечення досягається за рахунок використання більш дешевих матеріалів, більш ефективних виробничих процесів, масового виробництва і безпосереднього включення в конструкцію будівель колекторів в якості багатофункціональних будівельних компонентів і модульних систем, які легко встановлюються. Зниження вартості є ключовою проблемою, пов'язаною з тим, щоб пряма сонячна енергія стала більш вигідною в комерційному плані і змогла претендувати на більшу частку на світовому енергетичному ринку. Потенційне використання залежить від фактичних ресурсів і наявності відповідної технології [2, 3]. У той же час чинна нормативно-правова основа може значною мірою сприяти або стримувати поширення застосування прямої сонячної енергії. Мінімальні будівельні стандарти щодо орієнтації та ізоляції будівель можуть істотно зменшити енергетичну потребу будівель і підвищити частку пропозиції відновлюваної енергії без збільшення загального попиту. Транспарентні й оптимізовані адміністративні процедури, пов'язані зі

встановленням і підключенням джерела сонячної енергії до існуючих мережевих інфраструктур, можуть також знизити витрати на пряму сонячну енергію.

У багатьох країнах розвиток систем енергопостачання протягом десятиліть дав можливість забезпечувати дієвий і економічно ефективний розподіл електроенергії, газу і тепла, а також транспортування енергоносіїв для надання корисних енергетичних послуг кінцевим споживачам. Посилена інтеграція може призвести до того, що повний набір енергетичних послуг для великих і малих населених пунктів як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються, буде заснований на відновлювальних джерелах енергії [3]. Системи енергопостачання постійно розвиваються з метою збільшення ефективності технологій перетворення енергії відновлювальних джерел.

Для різних країн збільшення використання технологій відновлюваних джерел енергії може сприяти переорієнтації потоків іноземної валюти від імпорту енергоносіїв до імпорту товарів, які не можуть бути виготовлені на місцевому рівні, наприклад, високотехнологічні товари виробничо-технічного призначення.

Використання у спорудах комплексних систем енергозабезпечення, до складу яких входять теплові насоси, теплові акумулятори, енергоактивні огороження, є результатом пошуку шляхів найбільш економічних засобів енергозбереження та рекуперації енергетичних потоків об'єктів. Впровадження таких систем сприяє поширенню технічного забезпечення виробництва енергії безпосередньо на об'єкті. Такі системи здатні частково або повністю замінити енергію, що генерується традиційними засобами енергозабезпечення.

Реалізація методичних техніко-економічних рекомендацій і розробленого комплексу заходів ефективного використання відновлюваних джерел енергії дозволить ефективно модернізувати системи енергопостачання житлово-комунального фонду, споруд промислового та рекреаційного призначення. Це призведе при помірних фінансових затратах до значного ефекту енергозбереження, до створення нових робочих місць. Наслідком впровадження технологій використання відновлюваних джерел енергії (тобто енергії сонячного випромінювання, тепла навколишнього середовища та ін.) є покращення стану навколишнього середовища, забезпечення сталого розвитку України, зниження ризиків від зовнішнього постачання енергоносіїв. Перспективність такого напрямку обумовлена тим, що він за своїми результатами є актуальним для декількох суміжних галузей науки: будівництво, промислова теплотехніка, агрокомплекс, екологія. Тільки завдяки комплексному врахуванню технічних, технологічних, екологічних та ін. аспектів можна розв'язати господарську та науково-технічну

проблему скорочення споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, де закладені основи вирішення даної проблеми, на які спирається автор. Входження України в європейську зону зобов'язує до прийняття загальноєвропейських правил стосовно підвищення енергоефективності будівель і шляхів їх реалізації. Спрямованості на ефективне використання енергоресурсів сприяють інноваційні технічні рішення, розроблені іноземними та вітчизняними вченими. Серед них – інтелектуальна технологія EIB/KNX компанії „ЕкоПрог”, що дозволяє оптимізувати всі складові процесу енергозбереження.

Спеціалістами компанії Dimplex розроблені системи теплозабезпечення з використанням енергозабезпечення на основі теплових насосних систем. Використання цих розробок дозволяє скоротити загальний об'єм газу в два рази. При цьому можуть використовуватись [4] теплові насоси різних розробників та виробників, наприклад теплові насоси Waterkotte (Німеччина), IDM (Австрія), NIBE (Швеція), Menergy (Canada) та ін.

Проблему підвищення ефективності витрат енергії на забезпечення оптимального теплового режиму різних споруд пропонується шляхом впровадження комплексного використання новітніх ресурсозберігаючих технологій у вигляді енергоактивних огорожень, теплових насосів, ґрунтових акумуляторів тепла та відновлювальних джерел енергії. Централізоване гаряче водопостачання, незважаючи на ряд позитивних переваг, має суттєві недоліки [4, 5]. Централізоване гаряче водозабезпечення має змінний характер витрати води, що негативно впливає на систему опалювання, є досить затратним і дотаційним.

Якісне теплозабезпечення є таким, що спроможне підтримувати необхідні комфортні умови в приміщеннях споживача [3]. На сьогодні стан більшості трубопроводів теплотрас, а особливо їх ізоляція, має незадовільний характер. Для забезпечення якісного опалення споруд необхідно регулювати вироблення теплової енергії. Теплове навантаження централізовано регулюється в основному двома способами: зміною температури або витрати теплоносія. Кожен із методів регулювання подавання тепла має свої переваги та недоліки залежно від гідравлічної характеристики системи.

Найбільш широке використання отримало якісне регулювання, тобто зміна температури теплоносія на джерелі при постійному розході залежить від температури зовнішнього середовища. У цей же час за кордоном частіше використовують кількісне регулювання. Обидва засоби регулювання легко автоматизуються, що дає можливість і дозволяє суттєво знизити теплові втрати [4, 5].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Ефективність конструктивного

рішення та використання в спорудах геліосистем (геліоколекторів, енергоактивних огорожень) обумовлюється рядом фізико-технічних факторів. Основними є теплотехнічні особливості наявних прошарків (у першу чергу повітряних) у конструкції геліоколектора–енергоактивного огороження.

Для врахування особливостей таких прошарків [1, 5, 6] доцільно враховувати наступні положення:

- за теплотехнічними властивостями ефективними є прошарки невеликої товщини;

- вибір товщини повітряного прошарку обумовлений співвідношенням між еквівалентним коефіцієнтом теплопровідності та коефіцієнтом теплопровідності матеріалу, який міг би заповнити такий прошарок.

- доцільно на етапі конструкторських робіт передбачити наявність в енергоактивному огороженні ряду прошарків малої товщини, ніж одного великого прошарку;

- повітряні прошарки доцільно розташовувати ближче до зовнішньої сторони конструкції, так як при цьому в холодну пору року зменшується кількість тепла, що передається випромінюванням;

- повітряні прошарки конструктивно повинні передбачати замкнуту конструкцію, що дозволяє не контактувати з навколишнім повітрям;

- енергоактивні огороження повинні передбачати примусовий розділ горизонтальними діафрагмами на окремі зони (на рівні міжповерхових перекриттів). Необхідно зважати на те, що більш часте розмежування прошарків недоцільно.

- для регулювання теплового потоку, який надходить від сонячного випромінювання доцільно використовувати додаткових прошарок, який виготовлений з матеріалу, що має коефіцієнт випромінювання не менше 0,96.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Розглядається нове рішення пристрою, що використовує сонячну енергію в системах опалення – геліоколектор-енергоактивне огороження. Цей пристрій призначений для збільшення коефіцієнта використання сонячної енергії та збільшення теплового опору базового огороження споруди.

Основним завданням є зменшення таких недоліків відомих пристроїв, як:

- низька надійність поворотного механізму;

- значна ціна конструкції;

- високий рівень втрат при транспортуванні надлишку отриманої теплової енергії до системи акумулювання;

- втрати теплової енергії на нагрів повітряного прошарку, у якому розташовані поворотні регулюючі елементи.

Завданням даної роботи є висвітлення особливостей конструкції геліоприслою

призначеного не тільки ефективно перетворювати енергію відновлюваних джерел, а також перерозподіляти її для ефективного функціонування системи енергозабезпечення споруди. В основу корисної моделі поставлена задача зменшення теплових втрат пристроєм при одночасному збільшенні технологічності її виробництва та простоти монтажу.

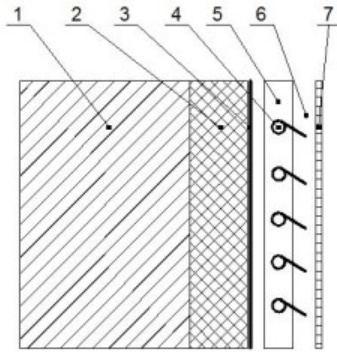
Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. У системах енергозабезпечення пропонується використовувати конструкцію для перетворення відновлюваних джерел енергії – новий тип енергоактивного огороження. Основними конструктивними елементами енергоактивного огороження є несуча стіна, теплоізоляційний прошарок, зовнішній повітряний прошарок (у якому розташовані ламелі-абсорбери), а також зовнішній захисний прозорий теплоізоляційний прошарок. На відміну від представлених в [6-13], у запропонованій новій конструкції ламелі-абсорбери являють собою виконані з теплопровідного матеріалу труби, якими циркулює теплоносій. До них методами зварювання, паянням або механічним шляхом приєднані профільовані ребра. Такі профільовані ребра виконані з теплопровідного матеріалу і вкриті теплопоглинальним покриттям. Вони також приєднані (завдяки зварюванню, або паянню, або механічним шляхом) до вертикальних або таких, що мають особливий профіль, колекторів (залежно від вимог монтажу). Колектори являють собою труби, якими циркулює теплоносій. Особливістю таких колекторів є те, що мінімум один з них є подаючим, і мінімум один є зворотнім. Конструктивно передбачається можливість:

- збільшення кількості сегментів вгору за рахунок використання з'єднань, нівелюючих лінійне розширення матеріалу колектора;

- перекриття потоку теплоносія в окремому сегменті. Таке регулювання можливе вручну або автоматично. При автоматичному регулюванні передбачено використання датчиків витoku, які можна встановити на верхньому (у парі з клапаном регулювання тиску) та нижньому фланці труб;

- від'єднання та зняття окремого сегменту енергоактивного огороження, чи ламелі-абсорбера (за умови її механічного кріплення до подаючого та зворотного колекторів) з можливістю зливання або наповнення їх теплоносієм, без припинення роботи всього огороження.

На рис. 1 зображено переріз геліоколектора–енергоактивного огороження (ЕО) для використання сонячної енергії.

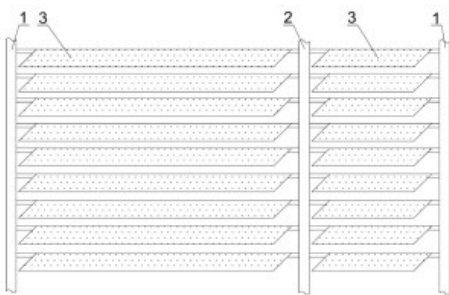


1 – несуча стіна, 2 – теплоізоляційний прошарок, 3 – прошарок відбивальної екранної ізоляції, яка одночасно виконує функції гідроізоляції і вітрозахисту, 4 – ламелі-абсорбери, 5 – колектори, 6 – повітряний прошарок, 7 – захисний прозорий прошарок

Рисунок 1 – Переріз геліоколектора-енергоактивного огорождення

Геліоколектор-енергоактивне огорождення (рис. 1) складається з несучої стіни 1 з високими теплопровідністю та теплоакумуючою властивістю (наприклад, залізобетон або цегла), теплоізоляційного шару з матеріалу пористої або стільникової структури 2, відбивальної екранної ізоляції, яка одночасно виконує функції гідроізоляції і вітрозахисту 3, ламелі-абсорбери 4 зроблені з теплопровідного матеріалу, що прикріплені до колекторів 5, якими циркулює теплоносій, які розташовані в зовнішньому повітряному прошарку 6, що прикривається прозорою теплоізоляцією 7.

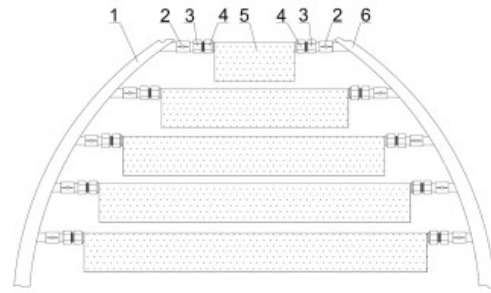
На рис. 2 зображено енергоактивне огорождення з кріпленням ламелей-абсорберів до колекторів методом зварювання або паяння.



1 – зворотній колектор, 2 – колектор подачі, 3 – ламелі-абсорбери

Рисунок 2 – Геліоколектор-енергоактивне огорождення з кріпленням ламелей-абсорберів до колекторів методом зварювання або паяння.

На рис. 3 зображено енергоактивне огорождення з кріпленням ламелей-абсорберів до колекторів особливого профілю механічним шляхом.

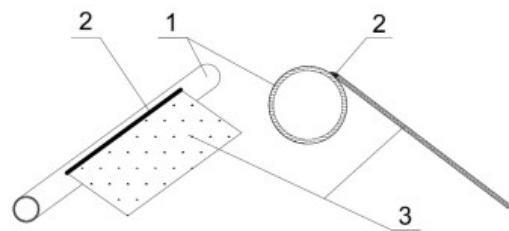


1 – подаючий колектор, 2 – запірна арматура, 3 – штуцер з накидною гайкою, 4 – цангові зажими для труб із зовнішньою різьбою, 5 – ламелі-абсорбери, 6 – зворотній колектор

Рисунок 3 – Енергоактивне огорождення з кріпленням ламелей-абсорберів до колекторів особливого профілю механічним шляхом.

Геліоколектор-енергоактивне огорождення може бути змонтовано з готових сегментів, виготовлених на виробництві, або збиратись на місці монтажу під конкретні умови за допомогою механічних кріплень (рис. 3). Спочатку встановлюються подаючі 1 та зворотні 6 колектори особливого профілю, у яких через певні проміжки встановлені штуцери з накидною гайкою 3 із використанням запірної арматури 2 або без неї, до яких через ущільнення приєднуються ламелі-абсорбери 5 необхідної довжини, до кінців яких приєднано цангові зажими для труб 4 із зовнішньою різьбою, відповідною різьбі накидної гайки штуцерів. Це дозволить обирати та встановлювати необхідний кут нахилу ламелі-абсорбера відносно до сонця, відповідно вимог монтажу.

На рис. 4 зображено ламелі-абсорбери з кріпленням ламелі до труби методом зварювання та паяння.



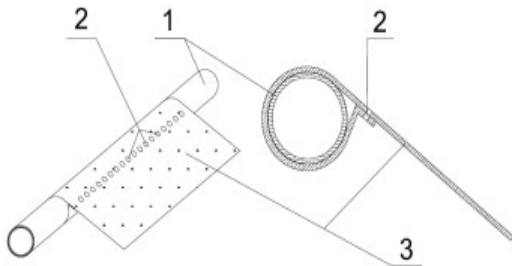
1 – труба із теплопровідного матеріалу, 2 – теплопоглинальне покриття, 3 – профільовані ребра з тонкого теплопровідного матеріалу

Рисунок 4 – ламелі-абсорбери з кріпленням ламелі до труби методом зварювання та паяння

Ламелі-абсорбери (рис. 4) – це профільовані ребра з тонкого теплопровідного матеріалу 3, що мають певні теплофізичні властивості. Ребра вкриті

теплопоглинальним покриттям і приварені або припаяні до труб із теплопровідного матеріалу 1 вкритих теплопоглинальним покриттям, якими циркулює теплоносій.

На рис. 5 зображено ламелі-абсорбери з кріпленням ламелі до труби механічним шляхом.



1 – труба із теплопровідного матеріалу, 2 теплопоглинальне покриття, 3 – профільовані ребра з тонкого теплопровідного матеріалу

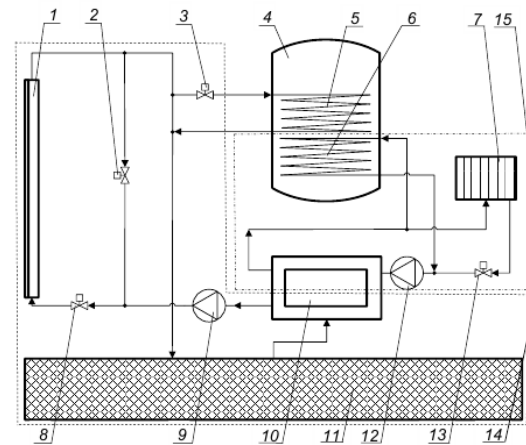
Рисунок 5 – ламелі-абсорбери з кріпленням ламелі до труби механічним шляхом

У разі збірки енергоактивного огороження на місці монтажу, під конкретні умови, можливою є збірка ламелей-абсорберів необхідної довжини (рис. 5). Для цього використовуються труби з теплопровідного матеріалу необхідної довжини, на кінцях яких закріплюються цангові зажими з зовнішньою різьбою. На поверхню труб одягаються профільовані ребра з тонкого теплопровідного матеріалу 3, вкриті теплопоглинальним покриттям, що щільно облягають поверхню труби, і мають консоль із завідомо просіченими отворами для механічного кріплення за допомогою заклепок, болтового з'єднання або інших механічних способів з'єднання поверхонь, що забезпечують щільний тепловий контакт поверхонь труб і ребер.

Можливості енергоактивного огороження, що пропонується, можуть бути реалізовані за допомогою системи енергозабезпечення при комплексному використанні теплової помпи, акумулятора тепла та інтелектуального блоку керування.

Приклад схеми системи енергозабезпечення будівлі за допомогою енергоактивного огороження зображений на рис. 6.

Внутрішній об'єм приміщення захищений від довкілля енергоактивним огороженням 1. Клапан байпасу 2 та клапан подачі теплоносія на енергоактивне огороження 8 дозволяє в холодний період уникнути циркуляції теплоносія через енергоактивне огороження, що відбувається за допомогою циркуляційного насосу 9, низькотемпературного контуру 14, і запобігає втратам енергії акумуляованої в сезонному акумуляторі тепла 11.



1 – енергоактивне огороження, 2 – клапан байпасу, 3 – клапан, 4 – бойлер непрямого нагріву, 5, 6 – теплообмінник, 7 – елемент системи опалення, 8 – клапан подачі теплоносія на енергоактивне огороження, 9 – циркуляційний насос, 10 – тепловий насос, 11 – сезонний акумулятор тепла, 12 – циркуляційний насос, 13 – клапан, 14 – низькотемпературний контур, 15 – високотемпературний контур

Рисунок 6 – Схема кліматизації з енергоактивним огороженням

Схема містить двоконтурний бойлер непрямого нагріву 4, де контур із теплообмінником 5, що працює в теплий період, регулюється клапаном 3, а контур з теплообмінником 6, що працює в перехідний та холодний періоди, регулюється включенням теплового насосу 10, що підігріває теплоносій, який циркулює у високотемпературному контурі 15 за допомогою циркуляційного насосу 12. Клапаном 13 регулюється подача теплоносія на систему опалення.

Система енергозабезпечення будівлі залежно від температури навколишнього середовища та рівня надходження сонячної радіації на енергоактивне огороження може працювати в трьох режимах, які відповідають наявній порі року.

Режим холодного періоду має місце при незначному рівні або повній відсутності надходження сонячної радіації (ніч або хмарний день), коли температура в сезонному акумуляторі тепла вища за зовнішню температуру. Система енергозабезпечення знаходиться в наступному стані. У низькотемпературному контурі 14 клапани 8 та 3 перекриті, енергоактивне огороження 1 та теплообмінник 5 не функціонують. Теплоносій циркулює за допомогою насосу 9, та подається по байпасу через відкритий клапан 2, нагрівається в акумуляторі тепла 11 і віддає енергію в тепловому насосі 10. У високотемпературному контурі 15 йде циркуляція теплоносія за допомогою насосу 12. Завдяки відкритому клапану 13, працює система

опалення 7. Теплоносій підігріває воду в бойлері 4 через теплообмінник 6.

Режим перехідного періоду року має місце при незначному рівні або повній відсутності надходження сонячної радіації (ніч або хмарний день), коли температура навколишнього середовища вища за температуру в сезонному акумуляторі тепла. Система енергозабезпечення знаходиться в наступному стані. У низькотемпературному контурі 14 клапани 2 та 3 перекриті. Теплоносій циркулює за допомогою насосу 9, та подається через відкритий клапан 8, нагрівається в енергоактивному огороженні 1 і віддає енергію в тепловому насосі 10 та акумуляторі тепла 11. У високотемпературному контурі 15 теплоносій циркулює за допомогою насосу 12. За необхідності згідно з [3] через відкритий клапан 13 може працювати система опалення 7. Теплоносій підігріває воду в бойлері 4 через теплообмінник 6.

Режим теплового періоду року має місце при достатньому рівні сонячної радіації коли температура навколишнього середовища вища за температуру в сезонному акумуляторі тепла. Система енергозабезпечення знаходиться в наступному стані. У низькотемпературному контурі 14 клапан 2 перекрито. Теплоносій циркулює за допомогою насосу 9, та подається через відкритий клапан 8, нагрівається в енергоактивному огороженні 1 і підігріває воду в бойлері 4 через теплообмінник 5, залишок енергії надходить до акумулятору тепла 11. У високотемпературному контурі 15 циркуляція теплоносія не відбувається. Тепловий насос 10 і циркуляційний насос 12 вимкнені. Клапан 13 закритий, система опалення 7 та теплообмінник 6 не працюють.

Геліоколектор–енергоактивне огороження, що пропонується, сприяє економії традиційних енергоресурсів за рахунок раціонального використання сонячної енергії і може бути використано в новому будівництві і при реконструкції наявного житлового фонду.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямку. Для прогнозування ефективності перерозподілу теплових потоків в спорудах з енергоактивними огороженнями необхідним є врахування того, що:

– наявний теплоізоляційний прошарок на активній поверхні не повинне ускладнювати процес перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію (яка використовується для створення умов, що відповідають вимогам нормативних документів);

– процеси теплопередавання в енергоактивному огороженні мають особливості порівняно з конструктивними огороженнями споруд.

Одночасно з цим буде забезпечено низький рівень теплових втрат в спорудах.

Ці фактори доцільно використовувати при проектуванні нової конструкції енергоактивного огороження. При цьому важливим фактором є те,

що стає можливим врахувати ефективність суміщення форм елементів енергоактивного огороження. З'являється можливість оптимізувати технологічні заходи, що дозволяють регулювати мікроклімат приміщення за умови мінімізації енергоспоживання за рахунок раціонального перерозподілу теплових потоків і т.д.

При використанні енергоактивних огорожень, у яких теплові потоки оптимізовані, можливо з мінімальними економічними витратами скоротити енергоспоживання будівель на опалення, кондиціонування та гаряче водопостачання в 3 рази. Це має важливе значення при виконанні цільових програм спрямованих на енерго- і ресурсозбереження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Габрінець В.О. Формування схемних рішень системи акліматизації споруд в робочому середовищі альтернативних джерел енергії: монографія / В.О. Габрінець, Л.В. Накашидзе, Г.І. Сокол, О.Л. Марченко, Т.В. Гільорме. – Дніпро: ДНУ імені Олеса Гончара, ТОВ „АКЦЕНТ ПП”, 2016. – 150 с.

2. Габрінець В.О. Особливості побудови енергоактивних огорожень у складі систем енергозабезпечення на основі ВДЕ / В.О. Габрінець, Л.В. Накашидзе, В.Л. Марков, С.О. Митрохов, Г.І. Зарівняк // Відновлювана енергетика. – №3. – Київ: ІВЕ НАН України, 2010. – С.31-34.

3. Заявка на корисну модель № u 201601390, Україна, МПК F24G 2/50, E04B 1/76 Енергоактивне огороження / Л. В. Накашидзе, М.В. Шевченко, В. О. Габрінець (Україна), заявл. 16.02.2016.

4. Мхитарян Н.М. Геліоенергетика. Системи, технологии, применение / Н.М. Мхитарян. – Київ: Наукова думка, 2002. – 290 с.

5. Накашидзе Л.В. Некоторые особенности теплообмена в энергоактивных ограждающих конструкциях / Л.В. Накашидзе // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. Сб. научн. трудов. – Вып. 69. – Днепропетровск, ГВУЗПГАСА, 2013. – С.36-39

6. Накашидзе Л.В. Основні вимоги до енергоактивних огорожень / Л.В. Накашидзе // Відновлювана енергетика. – №1. – Київ: ІВЕ НАН України, 2013. – С.48-51.

7. Накашидзе Л.В. Основные элементы инновационной комплексной системы климатизации с использованием энергии альтернативных источников / Л.В. Накашидзе, В.А. Габрінец // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного (устойчивого) развития: Сб. научн. трудов. – Вып. 68. – Днепропетровск, ГВУЗПГАСА, 2013. – С. 240-243.

8. Накашидзе Л.В. Теплотехнічні особливості побудови енергоактивного огороження / Л.В. Накашидзе // Відновлювана енергетика. – №2. – Київ: ІВЕ НАН України, 2013. – С. 49-53

9. Накашидзе Л.В. Улучшение эксплуатационных характеристик сооружений при использовании энергии альтернативных источников / Л.В. Накашидзе //

Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2014. – №23. – С. 84-89.

10. Патент на корисну модель 61489, Україна МПК F24G 2/50, E04B 1/76 Енергоактивне огородження / В.О. Габринець, Г.І. Зарівняк, С.О. Митрохов, Л.В. Накашидзе (Україна), № u201014333; Заявл. 30.11.2010, Видача патенту 25.07.2011, бюл. №14.

11. Ртищева А.С. Методы моделирования теплоэнергетических процессов: Методические материалы / А.С. Ртищева. – Ульяновск: Типография УЛГТ, 2007. – 328с.

12. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективное высотное здание [Электронный ресурс] / Ю.А. Табунщиков, Н.В. Шилкин, М.М. Бродач // АВОК. – 2002. – №3. – Режим доступа: <http://www.abok.ru.html>.

13. Фокин В.М. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена / В.М. Фокин, Г.П. Бойков, Ю.В. Видин. – Москва: Издательство "Машиностроение-1", 2005. – 192 с.

REFERENCES

1. Gabrinets V.O., Nakashydz L.V., Sokol G.I., Marchenko O.L. and Giljorme T.V.. *Formuvannya shemnyh rishen systemy klimatyzatsii sporud v robochomu seredovyschi* [Formation of scheme solutions of climatization systems in working environment of alternative energy sources]. Dnipro: DNU, TOV "Akcent PP", 2016, 150 p.

2. Gabrinets V.O., Nakashydz L.V., Markov V.L., Mitrohov S.O. and Zarivniak G.I. *Osoblyvosti pobudovy energoaktyvnyh ogorodzhen u skladi system energozabezpechennya na osnovi VDE* [Peculiarities of energy active fences' construction in energy supply systems based on renewable energy sources] // Vidnovluvana energetyka [Renewable energy]. IVE NAN, Kyiv, 2010, no 3, pp. 31-34.

3. *Zayavka na korysnu model № u 201601390, Ukraina, MPK F24G 2/50, E04B 1/76 Energoaktyvne ogorodzheniya* [Application to the useful model № u 201601390, Україна, МПК F24G 2/50, E04B 1/76 Energy active fence] 16.02.2016.

4. Mhitaryan N.M. *Gelioenergetica. Systemy, tehnologiyi, primeneniye* [Solar energy. Systems, technologies, use]. Kyiv, Naukova dumka, 2002, 290 p.

5. Nakashydz L.V. *Nekotoryje osobennosti teploobmena v energoaktyvnyh ograzhdajuzshih konstrukcyjah* [Some features of heat exchange in energy active fences] // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie [Construction, materials

science, mechanical engineering]. PDABA. Dnipropetrovsk, 2013, no. 69, pp. 36-39

6. Nakashydz L.V. *Osnovni vymogy do energoaktyvnyh ogorodzhen* [Basic requests for energy active fences] // Vidnovluvana energetyka [Renewable energy]. IVE NAN, Kyiv, 2013, no 1, pp. 48-51.

7. Nakashydz L.V. and Gabrinets V.O. *Osnovnyje element innovacionnoj kompleksnoj sistemy klimatyzatsii s ispolzovanijem energiji alternativnyh istochnikov* [Main elements of innovative complex climatization system with the use of renewable energy sources] // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie [Construction, materials science, mechanical engineering]. PDABA. Dnipropetrovsk, 2013, no. 68, pp. 240-243.

8. Nakashydz L.V. *Teplotekhnichni osoblyvosti pobudovy energoaktyvnoho ogorodzhenia* [Heat features of energy active fence's construction] // Vidnovluvana energetyka [Renewable energy]. IVE NAN, Kyiv, 2013, no 2, pp. 49-53

9. Nakashydz L.V. *Uluchsheniye ekspluatatsionnyh harakterystyk sooruzhenij pri ispolzovaniji energiji alternativnyh istochnikov* [Improvement of working characteristics of buildings while using energy of alternative sources] // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal "Alternativnaja energija i ekologija" [International scientific journal "Alternative energy and ecology"], 2014, no 23, pp. 84-89.

10. *Patent na korysnu model 61489, Ukraina MPK F24G 2/50, E04B 1/76 Energoaktyvne ogorodzhenia № u201014333* [Patent 61489, Ukraine MPK F24G 2/50, E04B 1/76 Energy active fence]; 25.07.2011, №14.

11. Rtsizheva A.S. *Metody modelirovanija teploenergeticheskikh processov* [Modelling methods of heat energetic processes]. Ulyanovsk: Tipografija UIGT, 2007, 328 p.

12. Tabunshchikov Yu.A., Shylkin N.V. and Brodach M.M. *Energoeffektivnoje vysotnoje zdaniye* [Energy active high building] // АВОК, 2002, no 3. Access mode: <http://www.abok.ru.html>.

13. Fokin V.M., Bojkov G.P. and Vidin Yu.V. *Osnovy energosberezheniya v voprosah teploobmena* [The basis in questions of heat exchange]. Moskva: Izdatelstvo "Mashynostrojenije-1", 2005, 192 p.

Рецензенти: д.т.н., проф. Дронь М.М.,
д.т.н., проф. Сокол Г.І.

Стаття надійшла до редколегії 20.04.2017