

Запропонована схема теплопостачання дає економію в розмірі приблизно 181м³ біогазу за теплий період року.

Висновки

Складено тепловий баланс побутового біореактора в теплий період року. Результати розрахунків тепловтрат та теплонадходжень наведені у графічному вигляді. Запропонована конструкція біореактора дозволяє максимально використовувати сонячне випромінювання протягом доби. Визначений економічний ефект від запропонованої схеми теплопостачання.

1. *Биогазовые установки. Практическое пособие / Барбара Едер, Хайнц Шульц . – 1996 р. 2. СНиП 23-01-99 Строительная климатология. 3. <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1078.20553.0>. 4. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – М.: Колос, 1982. 5. Биомаса как источник энергии. Ред. С.Соуфер, О.Заборски, пер. с англ. – М.: Мир, 1985. 6. Фурдас Ю.В., Желих В.М., Оцінка теплового стану побутової біогазової установки // Науковий вісник НЛТУ України : “Збірник науково-технічних праць”. – Львів: РВВ НЛТУ України . – 2012. – Вип.22.4.*

УДК 662.997

В.М. Желих, А.В. Фечан*, Б.І. Пізнак
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання та вентиляції,
*кафедра електронних приладів

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ У ВИГОТОВЛЕННІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

© Желих В.М., Фечан А.В., Пізнак Б.І., 2013

Подано дослідження оптичних характеристик запропонованого полімерного сонячного колектора на основі тришарової стільникової полікарбонатної плити.

Ключові слова: сонячний колектор, світлопрозоре захищення, коефіцієнт світлопропускання, стільниковий полікарбонат.

The studies of the optical characteristics of proposed polymer solar collector based on the sandwich honeycomb polycarbonate plates are given.

Key words: solar collector, translucent cover, light transmission coefficient, cellular polycarbonate.

Актуальність роботи

Приріст потреби в енергії в останні десятиліття значно випереджає приріст її виробництва. Сьогодні близько 90% енергії виробляється шляхом спалювання органічних копалин – вугілля, нафти та газу, запаси яких не відновлюються. Крім того, для їх видобування використовуються щораз важкодоступніші родовища, що поступово підвищує їхню вартість. Це змушує звернути увагу на використання відновлюваних джерел енергії. Ще одним і не менш важливим аргументом на користь модернізації структури вітчизняної енергетики є невідпинна інтеграція України до Європи, що передбачає відмову від використання атомної енергії та широкий розвиток альтернативних джерел енергії. Одним з найпоширеніших і найдоступніших альтернативних енергоресурсів в Україні є сонячна енергія, найдоцільніший метод її використання – пряме перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію.

Основним елементом геліосистем є сонячний колектор (СК). Саме в абсорбері СК під впливом сонячного випромінювання відбувається перетворення сонячної енергії в теплову, у результаті абсорбер розігрівається, а циркулюючий по каналах рідкий теплоносіє відбирає отримане тепло. Найчастіше у світовій практиці використовуються плоскі сонячні колектори завдяки прийнятній ціні і простоті конструкції. Плоский колектор складається з елемента, що поглинає сонячне випромінювання, абсорбера, світлопрозорого покриття і теплоізолюючого шару, він здатен нагрівати воду до 70–80 °С.

Здебільшого для виготовлення плоских сонячних колекторів використовують скло – важкий та крихкий матеріал та дорогі метали і сплави, що істотно підвищує їхню ціну та питому масу. Тому вдосконалення СК і зниження їхньої ціни спрямоване на використання нових конструктивних матеріалів для виготовлення сонячних установок. Провідного значення набули полімерні матеріали, а саме: стільниковий полікарбонат. Перехід до полімерних матеріалів у конструкції СК забезпечує зниження їх ваги та зменшення вартості СК і геліосистеми, загалом, завдяки відмові від використання кольорових металів для виготовлення таких конструкцій.

Мета та задачі досліджень

Встановити оптичні характеристики полімерного СК на основі тришарової стільникової полікарбонатної плити.

Постановка задачі

Питання про можливість використання полімерних матеріалів у конструкції сонячного колектора розглядають світові дослідницькі центри та фірми-виробники [1]. У роботі [2] наведено сонячний колектор, зібраний у вигляді сендвіча з декількох прозорих коробок із полімерних матеріалів. У Норвегії [3] розроблено сонячні системи із застосуванням нового типу сонячних колекторів із конструкційних пластмас. У Голдені, Феніксі й Маямі протягом року на відкритих майданчиках вивчалися полімерні матеріали для використання в якості прозорого покриття в сонячних колекторах.

Як матеріал, придатний до використання в конструкції сонячних колекторів, найчастіше обирають полікарбонат.

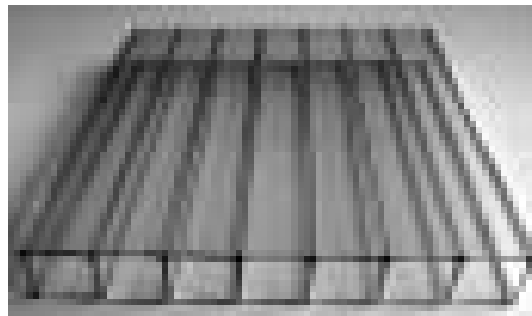


Рис. 1. Стільниковий полікарбонатний лист

Плита стільникового полікарбонату складається з двох паралельних листів із поперечними перегородками в цілісній єдиній структурі. Температурний діапазон експлуатації для полікарбонату: від -40 до +120 °С, що дозволяє використовувати його у “відкритих” системах. Максимальне термічне розширення (при $\Delta T = 80$ °С) дорівнює 2,5 мм/м. Світлопропускна здатність полімерів має велике значення щодо обрання їх для використання, як прозорого покриття сонячного колектора. Панелі полікарбонату мають світлопропускну здатність 70–85% залежно від їх товщини.

Панелі завтовшки 4–8 мм із найбільшою світлопропускною здатністю можуть бути обрані як прозоре покриття, оскільки в них більша світлопропускна здатність порівняно з панелями іншої товщини.

На рис.2 показана світлопропускна здатність стільникового полікарбонату залежно від довжини хвилі. Частина сонячного випромінювання, що не пройшла через прозоре покриття, буде відбиватися від поверхні матеріалу, а частина поглинатиметься в об’ємі і спричинятиме нагрівання

покриття. Отже, всю енергію сонця, яка не пройшла крізь покриття, вважати втраченою некоректно. Нагріваючись, матеріал випромінюватиме енергію в об'єм теплоізоляційного захистення, тим самим, передаючи її СК.

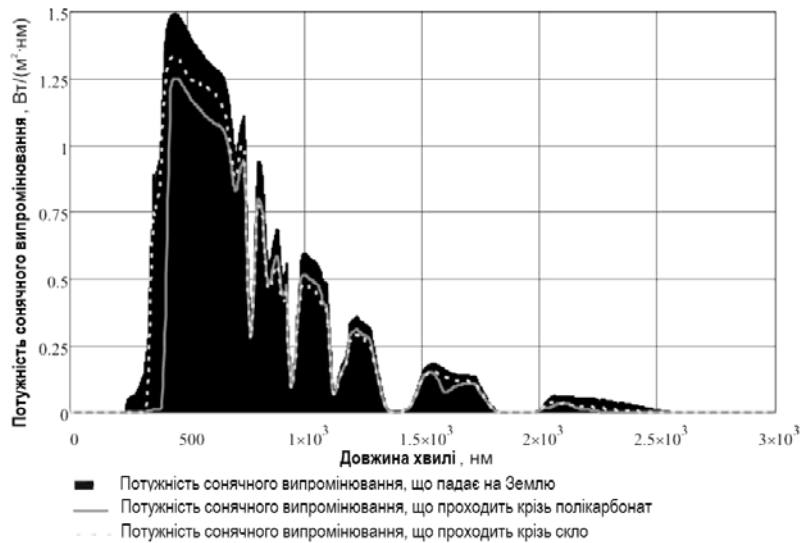


Рис. 2. Потужність сонячного випромінювання, що проходить через полікарбонат і силікатне скло залежно від довжини хвилі

За умов тривалої дії сонячного випромінювання важливе значення має стійкість матеріалу до ультрафіолетового випромінювання. Сучасні полікарбонатні панелі виготовляються зі спеціальним покриттям, що запобігає потраплянню ультрафіолетового випромінювання усередину структури панелі. Ультрафіолетові промені, які є найбільш руйнівними, практично, не проходять через ці захисні покриття. Пропускання променів у крайній частині інфрачервоної зони спектра мінімальне, внаслідок чого тепло, що його випромінює абсорбер сонячного колектора, залишається всередині колектора. Порівняно з традиційними покриттями тієї ж товщини теплові втрати через стільникові панелі з полікарбонату є значно нижчими, а теплова ізоляція набагато краща, що визначає економію палива й енергії. Стільникові панелі з полікарбонату мають високі механічні характеристики, такі як: твердість і стійкість до ударних навантажень за умов тривалого перебування в контакті з повітрям. Полікарбонат стійкий до дії багатьох хімічних речовин, зокрема мінеральні кислоти високої концентрації, до органічних кислот, нейтральних і кислих розчинів солей, жирів і парафінів, окрім метилового спирту.

На рис. 3 наведено відомі варіанти конструктивного оформлення полімерних сонячних колекторів [4].

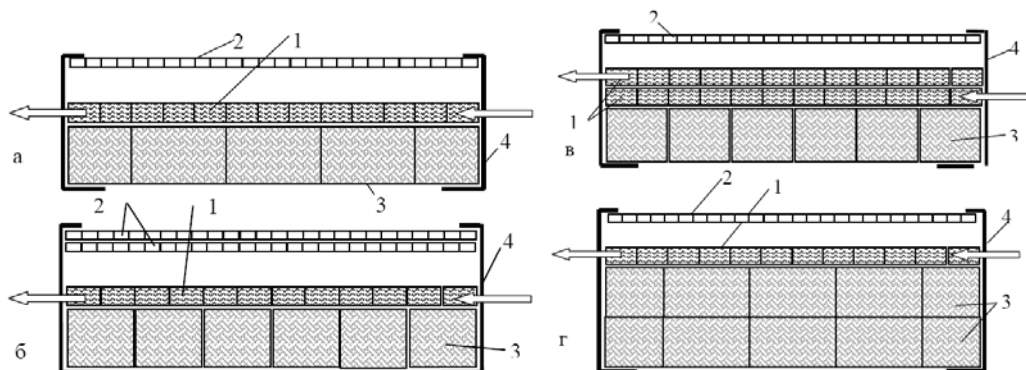


Рис. 3. Розробки концептуальних моделей полімерних сонячних колекторів: 1 – поглинач тепла; 2 – світлопрозоре покриття; 3 – теплова ізоляція; 4 – корпус; а – полімерний сонячний колектор; б – полімерний сонячний колектор із подвійним прозорим покриттям; в – полімерний сонячний колектор із подвійним абсорбером; г – полімерний сонячний колектор із збільшеним шаром ізоляції

У всіх полімерних модифікаціях сонячного колектора застосовується прозоре покриття із багатоканальної полікарбонатної плити товщиною 8 мм за наявної величини повітряного прошарку між абсорбером і нижньою поверхнею прозорого покриття 25мм. Для варіанта, наведеного на рис. 3б, відстань між прозорими покриттями дорівнює товщині багатоканальної плити прозорого покриття 8 мм; тут наведено два варіанти рішення: з подвоєним і потрійним прозорим покриттям сонячного колектора.

Зростання кількості ярусів прозорого покриття або абсорбера одночасно призводить до збільшення товщини СК і його ваги, тому рішення про конструктивне оформлення СК слід приймати з урахуванням цих міркувань. Також наведені СК виготовляються з окремих збірних елементів, що підвищує фінансові витрати під час виробництва і їх не можна використовувати як світлопрозорі захищення будівель.

Тому була запропонована конструкція полімерного СК на основі прозорої тришарової стільникової плити з теплоносієм – водою, зафарбованою в чорний колір (рис. 4).

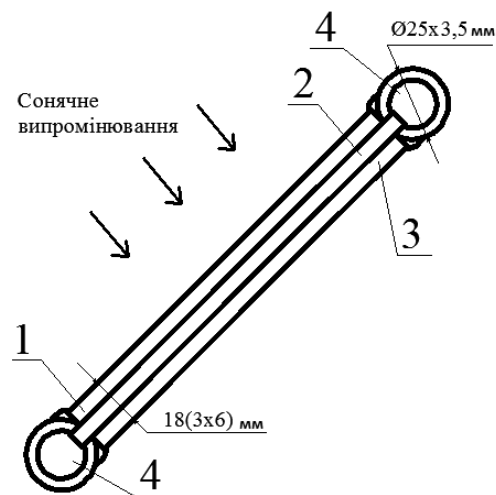


Рис. 4. Конструкція полімерного сонячного колектора:

1 – світлопрозоре захисне покриття; 2 – поглинач сонячної енергії;
3 – теплова ізоляція, 4 – трубопроводи для підведення і відведення теплоносія

Верхній шар плити виконує роль світлопрозорого захисного покриття, середній шар в якості поглинача сонячної енергії, по якому циркулює теплоносій, нижній шар виконує функцію теплової ізоляції. Поглинач сонячної енергії з'єднується з трубопроводами для підведення і відведення теплоносія. Таким чином СК являє собою єдину цілісну структуру, оскільки тришарова плита виготовляється методом екструзії і є нерозбірною. Завдяки тому, що плита стільникової полікарбонату є прозорою, а поглиначем випромінювання є зафарбована в чорний колір вода, такий сонячний колектор вмонтований в конструкцію даху, за потреби, можна використовувати як світлопрозоре захищення: попередньо спорожнивши СК від теплоносія.

Експериментальні дослідження

Воду зафарбовували за допомогою чорнила для струменевих принтерів фірми Canon, де застосовується метод випаровування краплини, що дозволяє стверджувати, що такий розчин буде стабільний при високій температурі, на відміну від чорнил інших фірм, в яких для друку застосовується метод п'єзострушування краплини.

Для того, щоб визначити, які спектри будуть отримані, досліджувалося світлопропускання крізь комірку, яка складається з полікарбонатної плити, в сотах якої знаходиться розчин світлопоглинаючої речовини. Дослідження проводились при двох концентраціях чорнила в дистильованій воді: 0,2 і 1 %; та двох типах чорнила: барвникових і пігментних. Знімалися спектральні характеристики пропускання сонячного випромінювання.

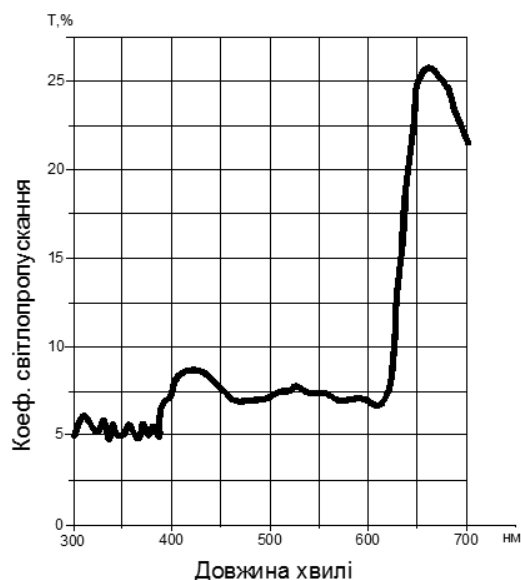


Рис. 5. Залежність коефіцієнта світлопропускання стільників, заповнених 0,2 % розчином барвникового чорнила від довжини хвиль випромінювання

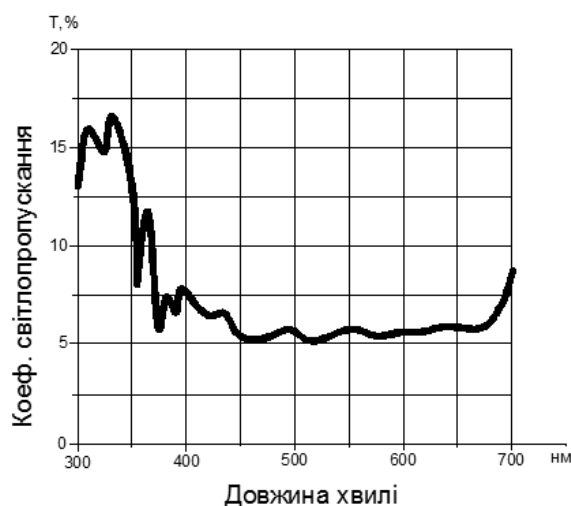


Рис. 6. Залежність коефіцієнта світлопропускання стільників, заповнених 0,2 % розчином пігментного чорнила від довжини хвиль випромінювання

На графіках наведені залежності інтенсивності пропускання випромінювання крізь комірку. Для випадку барвникового чорнила при концентрації 0,2% маємо досить низький коефіцієнт світлопропускання на рівні 7% в середньому у всій видимій області, однак у діапазоні довжин хвиль 650–700 нм спостерігається світлопропускання до 25 % від загальної кількості випромінювання.

Якщо ми аналізуватимемо пігментні чорнила при концентрації 0,2%, то побачимо, що максимальний коефіцієнт світлопропускання пігментних чорнил знаходиться в області 300–350 нм, що відповідає ультрафіолетовому випромінюванню, яке робить мінімальний внесок у загальну інтенсивність сонячного світла.

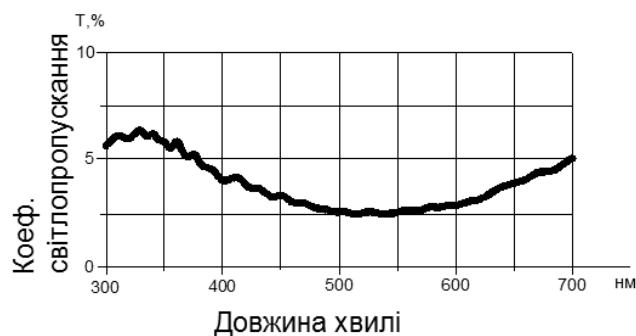


Рис. 7. Залежність коефіцієнта світлопропускання стільників, заповнених 1 % розчином барвникового чорнила від довжини хвиль випромінювання

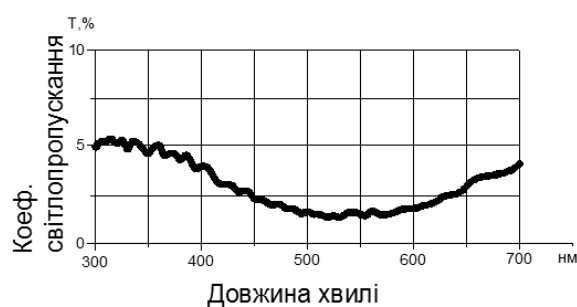


Рис. 8. Залежність коефіцієнта світлопропускання стільників, заповнених 1 % розчином пігментного чорнила від довжини хвиль випромінювання

Для випадку 1 % концентрації чорнила в дистильованій воді в обох випадках ми отримаємо коефіцієнт світлопропускання не більше ніж 6 %, а в середньому близько 4 % від загальної кількості випромінювання, тому практично 96 % випромінювання, яке потрапляє на наш матеріал буде ним поглинатись. Це цілком задовольняє умови створення сонячного колектора на основі світлопоглинаючих рідин.

Однак для створення сонячного колектора було вибрано саме пігментні чорнила, що пов'язано з тим, що так звані барвникові чорнила внаслідок довготривалої дії сонячного випромінювання можуть втрачати свої оптичні властивості, а саме: в них збільшуватиметься коефіцієнт

світлопропускання, особливо в довжинах червоного, жовто-червоного діапазону – це призведе до зменшення ККД нашого сонячного колектора і необхідності постійної заміни теплоносія.

У разі застосування пігментних чорнил, які побудовані на застосуванні нанорозмірних частинок сажі, а не барвників, коефіцієнт поглинання в часі буде практично незмінним. Це зумовлено тим, що наночастинки сажі не підлягають деградації під дією сонячного випромінювання.

Висновки

Встановлено графічні залежності коефіцієнта світлопропускання полімерного сонячного колектора від довжини хвилі сонячного випромінювання і концентрації розчину теплоносія.

1. *Durability of polymeric glazing materials for solar applications/ Michael Kohl [etc.] // Solar Energy. – 2005. – № 79. – P. 618–623.* 2. *Nielsen, J. E. Solar Collectors in plastic materials / J. E. Nielsen, E. Bezzel. – Solar Energy Laboratory, Danish Technological Institute, Duct Plate. - 1996.* 3. *Rekstad, J. Solar Collectors in plastic materials from Norway / J. Rekstad // SolarNor AS and General Electric Plastics. - 1997.* 4. *Дорошенко О.В., Костенюк В.В. (ОДАХ, Одеса) Концепція розвитку сонячних термічних перетворювачів із полімерних матеріалів.* 5. *Сухий М., Козлов Я., Сухий К., Бурмістр М. Перспективи розвитку сонячної енергетики з використанням полімерних колекторів // Вопросы химии и химической технологии, – №4. – 2009. –С. 243–254.* 6. *Желих В., Пізнак Б., Фечан А.: Патент на корисну модель № 55948 – Сонячний колектор.* 7. *Возняк О.Т., Желих В.М. Основи наукових досліджень у будівництві. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2003. – 173 с.*

УДК 697.92

В.М. Желих, Х.Р. Лесик

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання та вентиляції

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЕРМОСИФОННОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА В ПОМІРНОМУ КЛІМАТІ

© Желих В.М., Лесик Х.Р., 2013

Здійснено порівняльний аналіз технічних характеристик рідинних та повітряних сонячних колекторів. Запропоновано конструкцію термосифонного сонячного колектора для будинків котеджного типу. Наведено результати натурних експериментальних досліджень із визначення теплової ефективності геліоколектора з врахуванням режиму руху теплоносія та ступеня його нагрятості. Результати обчислень подані у графічному вигляді.

Ключові слова: термосифонний сонячний колектор, сонячна система, число Рейнольдса, повітряна система опалення.

The comparative analysis of liquid and air solar collectors is executed. Short classification over of existent air solar collectors is brought. The construction of domestic thermosiphon solar collector is offered. Presented the results of natural experimental investigations to define the thermal performance of solar collector, depending on the value of the number Re. RThe results of calculations are presented graphically.

Key words: thermosiphon solar collector, solar system, the Reynolds number, air heating system.

Актуальність роботи

На початковій стадії проектування сонячної енергозберігаючої системи надзвичайно важливим питанням є вибір робочого тіла для перенесення теплової енергії. Сьогодні в якості теплоносія