

УДК 620.97:697.329

## Системи сонячного теплопостачання інтегровані у світлопрозорі фасади будівель

В. М. Желих<sup>1</sup>, І. І. Венгрин<sup>2</sup>, С. П. Шаповал<sup>3</sup>, М. Є. Касинець<sup>4</sup>, Х. Р. Козак<sup>5</sup>, В. З. Пашкевич<sup>6</sup>

<sup>1</sup>д.т.н., проф., завідувач кафедри, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, [v\\_zhelykh@msn.com](mailto:v_zhelykh@msn.com), ORCID: 0000-0002-5063-5077

<sup>2</sup>асп., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, [iryndavenhryn@gmail.com](mailto:iryndavenhryn@gmail.com), ORCID: 0000-0002-2317-0913

<sup>3</sup>к.т.н., доц., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, [shapovalstepan@gmail.com](mailto:shapovalstepan@gmail.com), ORCID: 0000-0003-4985-0930

<sup>4</sup>к.т.н., асист., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, [Mariana.Y.Kasynets@lpnu.ua](mailto:Mariana.Y.Kasynets@lpnu.ua), ORCID: 0000-0002-7686-7482

<sup>5</sup>к.т.н., асист., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, [cr\\_i@ukr.net](mailto:cr_i@ukr.net)

<sup>6</sup>к.т.н., доц., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, [volodymyr.z.pashkevych@lpnu.ua](mailto:volodymyr.z.pashkevych@lpnu.ua), ORCID: 0000-0002-6849-652X

*Анотація. Обсяг традиційної паливної енергії є обмеженим. Тому для теперішнього та майбутнього покоління важливо ввести нові прогресивні ідеї стосовно альтернативних змін у паливно-енергетичному комплексі в призмі екологічної освіти. Питання енергоефективності поновлюваних видів палива в Україні є більш гострими, ніж у світі. Причиною цього є застарілі технології, вичерпання ресурсів, використання основних засобів для виробництва електроенергії та теплоти, що разом із низькою ефективністю використання палива призводить до значного викиду шкідливих речовин. Використання сонячної енергії в Україні зростає, її менш залежною від коливань цін на паливо. Відомо, що сонячні установки часто характеризуються складними структурами або низьким використанням цисного простору, вимагають складних електромеханічних систем та механізмів керування. У даний час існує значна кількість сонячних колекторів, які мають різні конструктивні та техніко-економічні показники. Основною проблемою подібних конструкцій є висока вартість. У статті описується аналіз ефективності розробленої авторами системи сонячного теплопостачання з вікнами-геліоколекторами, які містять металевий теплообмінник. У роботі представлені дані про зміни температури нагріву теплоносія у вікні сонячного колектора. Миттєва питома теплоємність накопичувального резервуара  $0,015 \text{ м}^3$  набуває тенденцію до зростання та коливається від 5 до  $563 \text{ Вт} / \text{м}^2$  в умовах постійного сонячного випромінювання  $900 \text{ Вт} / \text{м}^2$ . Ефективність використання вікна сонячного колектора досягла 62 % при інтенсивності випромінювання  $900 \text{ Вт} / \text{м}^2$  і з об'ємом акумуляторного резервуара  $V = 0,015 \text{ м}^3$  в сонячній системі теплопостачання.*

*Ключові слова: віконний геліоколектор, система сонячного теплопостачання, температура теплоносія, ефективність.*

**Вступ.** У 2015 році загальне виробництво енергії в країнах, що не є членами Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), вперше з 1998 року було нижчим, ніж виробництво енергії на Близькому Сході. Як наслідок, економічний розвиток енергетичної галузі України в значній мірі залежить від рівня забезпечення енергоносіями та рівня їхнього використання в промисловості. Низька ефективність функціонування та виробництва паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) призвела до того, що в Україні обсяг використання енергії постійно зростає та у 2-3 рази перевищує цей показник у зарубіжних країнах [1].

Актуальним питанням сьогодення є впровадження принципу енергоощадливості та раціонального використання енергоресурсів. Це буде гарантією збереження довкілля та збільшення економічного потенціалу України. Для України енергетична сфера є особливо важливою, оскільки саме вона в основному,

впливає на стан національної економіки [2...4].

**Актуальність дослідження.** Застосування сонячної енергії як альтернативного джерела енергії має важливе значення в ПЕК [5]. Важливим є те, що Україна знаходиться на широтах з достатнім сонячним випромінюванням для забезпечення електро- та теплопостачання споживачів. Застосування геліоустановок, убудованих у будівельні огороження на території України є одним з основних та раціональних рішень для зменшення енергоспоживання господарствами [6, 7].

**Останні дослідження та публікації.** Нашими попередніми дослідженнями проаналізовано, що у наш час раціонально переходити з традиційних видів енергії до альтернативних [8...10]. Підтвердженням цього є праці Д. Медоуза, у яких доведена пряма залежність використання енергоресурсів від функціонального зростання економіки з урахуванням стану енергобалансу планети Земля [11].

Можливість перетворення житлового будинку з неефективного в будинок «нуль» енергії описана в багатьох працях [12...14]. Рішення досягається за рахунок застосування економічно ефективних заходів підвищення енергоефективності й інтеграції сонячних енергетичних систем [15...17]. Однак, використання корисної площі вікна як частини будівельного огороження для теплопостачання енергоефективної будівлі, в даних працях не досліджувалось.

**Формулювання цілей статті.** Метою роботи є аналіз і експериментальні дослідження конструкції віконного геліоколектора із вбудованим металевим теплообмінником, як частини енергоефективної будівлі із світлопрозорим фасадом. Крім цього, важливо було встановити теплові характеристики віконного геліоколектора залежно від впливу на нього обраних чинників.

**Основна частина.** Дослідження експериментальної конструкції віконного геліоколектора як будівельного огороження із світлопрозорим фасадом проводилось у режимі граві-

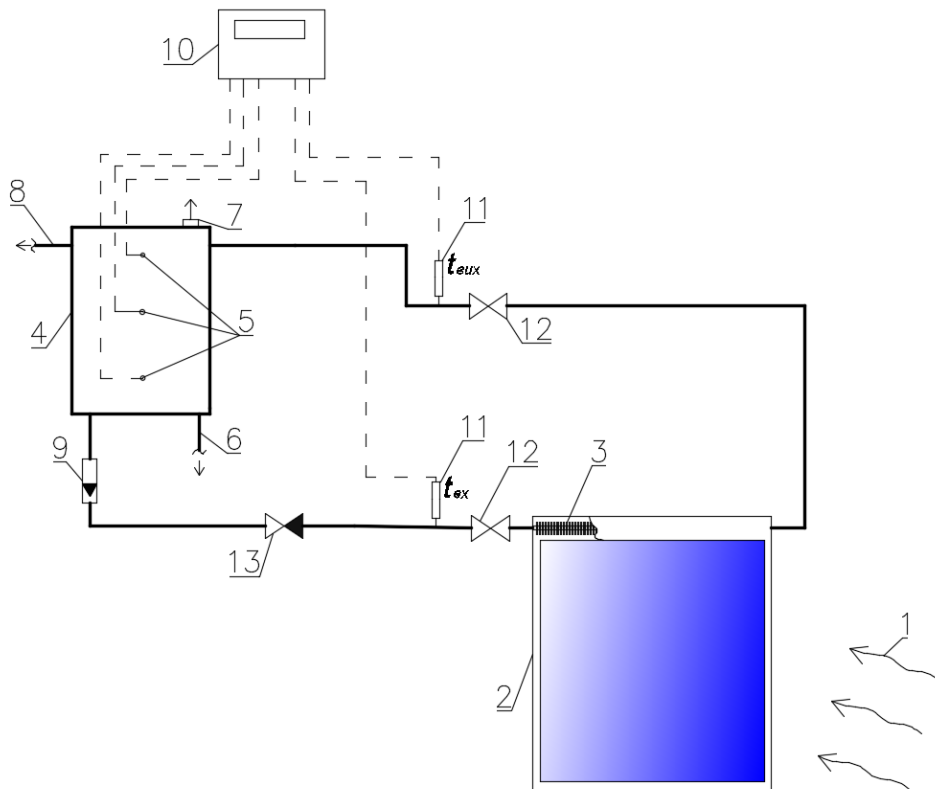
тації.

Запропонована модель комбінованого віконного геліоколектора має покращену конструкцію, оскільки сонячний колектор є суміщений з світлопрозорим огороженням будівлі, що дозволяє знизити вартість, підвищити ефективність та спростити конструкцію сонячного колектора.

Експериментальна принципова схема роботи віконного геліоколектора з запропонованою системою сонячного теплопостачання зображена на рис. 1.

Принцип роботи полягає в наступному: теплоносієм поступає у бак-акумулятор; при відкритті та налаштуванні запірно-регулювальної арматури вода надходить у віконний геліоколектор, нагрівається під дією сонячної енергії та за принципом природної конвекції рухається назад у бак-акумулятор у режимі гравітації.

Кожного разу перед початком експерименту систему заповнювали свіжою порцією води. Було видалене повітря із системи, перевірено герметичність системи при робочому тиску та справність вимірювальних приладів.



**Рис. 1. Схема експериментальної установки:**

- 3 – теплообмінник; 4 – бак-акумулятор; 5 – датчики температури; 6 – злив теплоносія; 7 – повітроспускний клапан;  
8 – трубопровід у напрямку до споживача; 9 – ротаметр; 10 – комплексний регулятор температури;  
11 – термометр; 12 – запірно-регулююча арматура; 13 – зворотний клапан

Інтенсивність сонячної радіації – це потік променистої енергії, що надходить на одиницю площі поверхні, яка проходить крізь будь-яку точку перпендикулярно до напрямку випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>. Тому, для експериментальних дослідів допустимо використовувати за лабораторних умов імітатор сонячного випромінювання.

У дослідженнях була використана інтенсивність потоку сонячної енергії  $I = 300 \text{ Вт/м}^2$  та  $I = 900 \text{ Вт/м}^2$  на площину колектора.

Цікавим етапом за вище описаних факторів у режимі гравітації було більш детально розглянути зміну температури нагріву в баці-акумуляторі та привести її до усередненої температури (рис. 2) при об'ємі бака-акумулятора  $0,015 \text{ м}^3$ .

Кількість миттєвої питомої теплової потуж-

ності, накопиченої в баці-акумуляторі комбінованої системи сонячного теплопостачання  $Q_{СК}$ , Вт/м<sup>2</sup>, можна визначити за формулою:

$$Q_{СК} = \frac{m \cdot c \cdot (T_{вх} - T_{вих})}{F_{СК} \cdot \Delta t}, \quad (1)$$

де  $m$  – маса теплоносія в баці-акумуляторі, кг;  $c$  – середня питома теплоємність теплоносія (за сталого тиску) при середньоарифметичній температурі теплоносіїв, Дж/(кг·К);  $T_{вих}$ ,  $T_{вх}$  – температури теплоносія на виході та вході сонячного колектора відповідно, К;  $F_{СК}$  – площа сонячного колектора, м<sup>2</sup>;  $\Delta t$  – час між проведеннями замірів, с.

Важливо за умов режиму гравітації дослідити миттєві значення питомої теплової енергії у віконному геліоколекторі, яка наведена рис. 3.

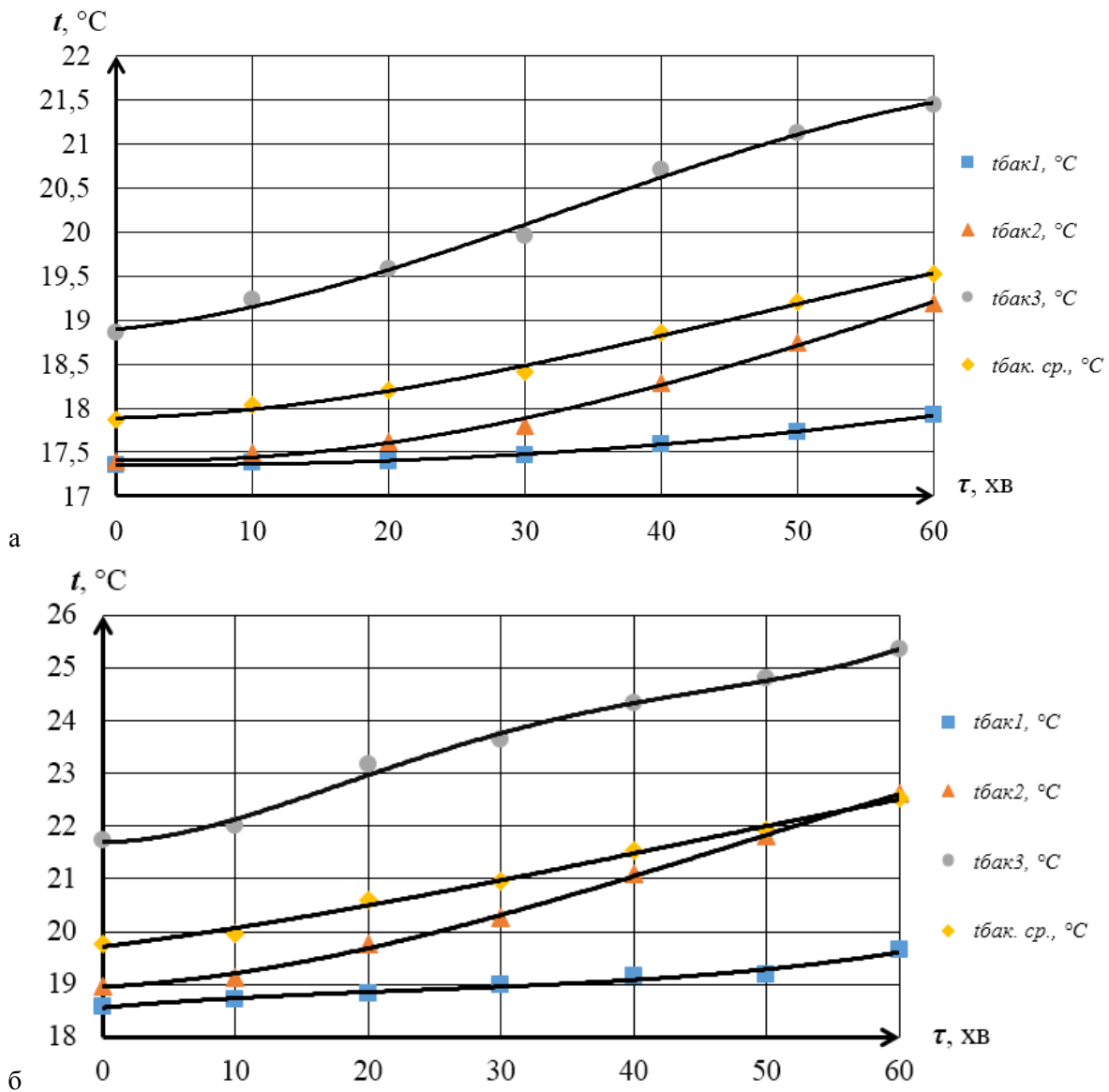


Рис. 2. Зміна температури нагріву теплоносія  $t$ , °C в баці – акумуляторі за інтенсивності випромінювання: а)  $300 \text{ Вт/м}^2$  та б)  $900 \text{ Вт/м}^2$  впродовж експерименту в режимі гравітації

Миттєва питома теплова потужність за об'єму бака акумулятора  $0.015 \text{ м}^3$  набуває тенденції до зростання, що може бути пов'язано з розігрівом системи. Зміна миттєвої питомої теплової потужності за таких параметрів відбувалась від  $5$  до  $563 \text{ Вт/м}^2$  за умов постійного сонячного випромінювання  $900 \text{ Вт/м}^2$ .

Крім цього, було проаналізовано коефіцієнт корисної дії як сонячного колектора, так і в системі сонячного теплопостачання за накопиченням теплової енергії. Графік ефективності системи сонячного теплопостачання за накопиченням теплової енергії наведена на рис. 4. За інтенсивності сонячного випромінювання  $300 \text{ Вт/м}^2$  ефективність досягла  $\approx 52 \%$ .

Ефективність сонячного колектора  $\eta_{СК}$  за інтенсивності випромінювання  $I = 900 \text{ Вт/м}^2$  та об'єму бака-акумулятора  $V = 0,015 \text{ м}^3$  в системі досягає  $62 \%$  (рис. 5).

**Висновки.** Використання сонячної

енергетики в Україні зробить її менш залежною від економічних коливань встановлених ринкових цін щодо традиційної енергетики.

Варто звернути увагу на те, що територіальні та кліматичні умови України в цілому сприяють освоєнню цього виду альтернативного джерела енергії, тому цей напрямок розвитку має бути пріоритетним у модернізації базової платформи виробничо-економічної сфери усіх видів галузей інфраструктури держави. Показано, що територія України має достатній потенціал використання відновлюваних джерел енергії як за кількістю, так і за можливістю впровадження їх у систему енергозабезпечення країни. Встановлено, що запропонована конструкція віконного геліоколектора з металевим теплообмінником досягає ефективності  $52 \%$  за накопиченням теплової енергії при інтенсивності випромінювання  $300 \text{ Вт/м}^2$  та  $62 \%$  в сонячному колекторі при інтенсивності випромінювання  $900 \text{ Вт/м}^2$ .

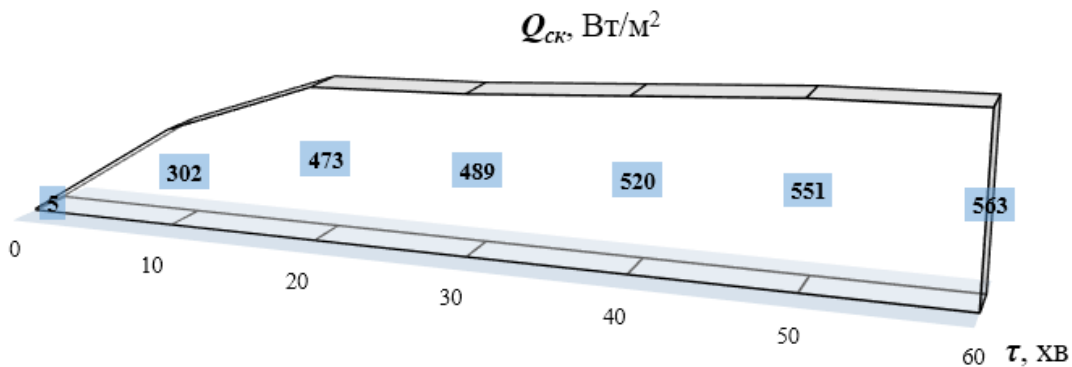


Рис. 3. Зміна миттєвої питомої теплової потужності віконного геліоколектора  $Q_{СК}, \text{ Вт/м}^2$  за умов інтенсивності випромінювання  $900 \text{ Вт/м}^2$  протягом експерименту в режимі гравітації

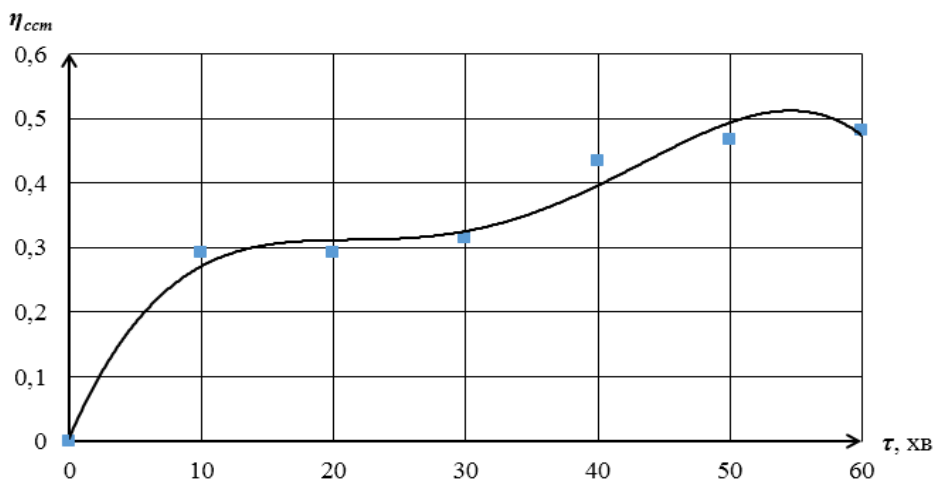


Рис. 4. Зміна коефіцієнта корисної дії в системі сонячного теплопостачання  $\eta_{ССТ}$  за накопиченням теплової енергії та за інтенсивності випромінювання  $300 \text{ Вт/м}^2$  впродовж експерименту в режимі гравітації

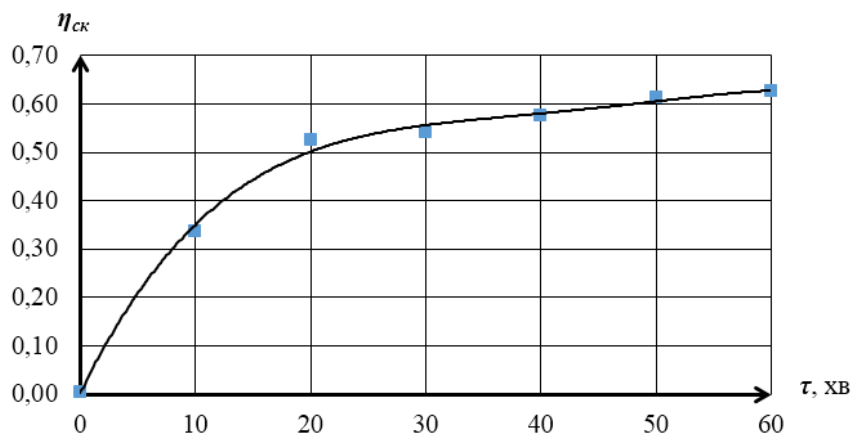


Рис. 5. Зміна коефіцієнта корисної дії сонячного колектора (віконного геліоколектора)  $\eta_{СК}$  за інтенсивності випромінювання  $900 \text{ Вт/м}^2$  впродовж експерименту в режимі гравітації

### Література

1. Кицкай Л. І. Енергоефективність в Україні: аналіз, проблеми та шляхи підвищення / Л. І. Кицкай // Інноваційна економіка. – 2013. – № 3. – С. 32-37.
2. Загрози енергетичній безпеці України в умовах посилення конкуренції на глобальному та регіональному ринках енергетичних ресурсів: аналіз. доп. / А. Ю. Сменковський, С.Б. Воронцов, С. В. Бегун, А. А. Сидоренко. – Київ : НІСД, 2012. – 136 с.
3. Екологічні проблеми України: реферат. Дата оновлення: 03.05.2012. URL: <http://ua.textreferat.com/referat-5292-1.html>.
4. Сонячна енергетика: теорія та практика. / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 340 с.
5. Булгакова М. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація. / М. Булгакова, М. Приступа. – Рівне: видавець О. Зень, 2011 р. – 56 с.
6. Енергетична стратегія України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”. – Чинні від 18.08.2017. – Київ: Кабінет Міністрів України, 2017. – 73 с.
7. Шаповал С. П. Ефективність комбінованої системи сонячного теплопостачання за умов західної орієнтації / С.П. Шаповал, О.О. Савченко, І.І. Венгрин // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: наук.-техн. зб. / Вінницький національний технічний університет. – 2015. – Вип. 19. – №2. – с. 147-152.
8. Shapoval S. The efficiency of the solar collector in gravity mode in the southern orientation / S. Shapoval, I. Venhryn // 5th International youth science forum “Litteries et artibus”. Proceedings, Lviv, November 26–28, 2015. – Lviv Polytechnic Publishing House. – P.124-126.
9. Желих В. М. Потенціал промислової енергії в Україні та її використання для низькотемпературних сонячних колекторів / В. М. Желих, С. П. Шаповал, І. І. Венгрин. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 80 с.
10. Shapoval S. Prospects for the use of solar energy in Ukraine / S. Shapoval, I. Venhryn // Young Scientist. – 2014. – № 7. – P. 21-24
11. Медоуз Д. Х. Пределы роста. 30 лет спустя. / Д. Х. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Л. Медоуз. – Москва: Лаборатория знаний, 2017.
12. Ali Al Ajmi. Achieving annual and monthly net-zero energy of existing building in hot climate / Ali Al Ajmi, Hosny Abou-Ziyan, Adel Ghoneim // Applied Energy. – 2016. – №165. – P. 511–521.
13. Kannan N. Solar energy for future world / N. Kannan, D. Vakeesan // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – №62. – P. 1092–1105.
14. Krishna M. P. A review on analysis and development of solar flat plate collector / M. P. Krishna, C. Rajesh. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – №67. – P. 641–650.
15. Овсянникова І. Геліоколектор гарячого водопостачання і вентиляції / І. М. Овсянникова, І. А. Немровський, А. М. Ганжа // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2014. – № 13(1056). – С. 103–107.
16. Mejdí Hazami. Thermal Performance of a Solar Heat Storage Accumulator Used For Greenhouses Conditioning / Mejdí Hazami, Sami Kooli, Meriam Lazaar, Abdelhamid Farhat, Ali Belghith // American J. of Environmental Sciences, 2005. – № 1 (4). – P. 270-277.
17. Войтюк С. Д. Питання екології відновлюваних джерел енергії / С. Д. Войтюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 144, Ч.1. – С. 117-125.

## References

1. Kytskai L. I. "Enerhoefektivnist v Ukraini: analiz, problemi ta shliakhy pidvyshchennia." *Innovatsiina ekonomika*, no. 3, 2013.
2. Smenkovskiy A. Yu., Vorontsov S. B., Behun S. V., Sydorenko A. A. *Zahrozy enerhetychnii bezpetsi Ukrainy v umovakh posylennia konkurentsii na hlobalnomu ta rehionalnomu rynkakh enerhetychnykh resursiv: analit. dop.* NISD, 2012.
3. "Ekolohichni problemy Ukrainy: referat." <http://ua.textreferat.com/referat-5292-1.html>.
4. Mysak J. S., Vozniak O. T., Datsko O. S., Sapoval S. P. *Soniachna enerhetuka: teopriya ta praktyka.* Lvivska politekhnika, 2014.
5. Bulhakova M., Prystupa M. *Enerhozberezhennia v Ukraini: pravovi aspekty i praktychna realizatsiia.* Vydavets O. Zen, 2011.
6. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku "Bezpeka, enerhoefektivnist, konkurentospromozhnist." *Kabinet Ministriv Ukrainy*, 2017.
7. Shapoval S. P., Savchenko O. O., Venhryn I. I. "Efektivnist kombinovanoi systemy soniachnogo teplopостачання za umov zakhidnoi orientatsii." *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruksii v budivnytstvi: Naukovo-tekhnichniy zbirnyk*, Vol. 19, Iss. 2, Vinnytsia national technical university. – 2015, pp. 147-152.
8. Shapoval S., Venhryn I. "The efficiency of the solar collector in gravity mode in the southern orientation." *5th International youth science forum "Litteries et artibus". Proceedings, Lviv, November 26–28, 2015*, Polytechnic Publishing House. – pp.124-126.
9. Zhelykh V. M., Shapoval S. P., Venhryn I. I. *Potensial promenytoi enerhii v Ukraini ta ii vykorystannia dlia nyzkotemperaturnykh soniachnykh kolektoriv.* Lvivska politekhnika, 2014.
10. Shapoval S., Venhryn I. "Prospects for the use of solar energy in Ukraine." *Young Scientist*, no. 7, 2014.
11. Medouz D. Kh., Randers J., Medouz D. L. *Predely rosta. 30 let spustia.* Laboratoriia znaniy, 2017.
12. Ali Al Ajmi, Hosny Abou-Ziyan, Adel Ghoneim "Achieving annual and monthly net-zero energy of existing building in hot climate." *Applied Energy*, no. 165, 2016, pp. 511–521.
13. Kannan N., Vakeesan D, Kannan N. "Solar energy for future world." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 62, 2016, pp. 1092–1105.
14. Krishna M. P., Rajesh C. "A review on analysis and development of solar flat plate collector." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 67, 2017, pp. 641–650.
15. Ovsiannykova I., Nemrovskiy I. A., Hanzha A. M. "Heliokolektor hariachoho vodopostachання i ventyliatsii." *Visnyk NTU «KHPI»*, no. 13(1056), 2014.
16. Mejdj Hazami, Sami Kooli, Meriam Lazaar, Abdelhamid Farhat, Ali Belghith. "Thermal Performance of a Solar Heat Storage Accumulator Used For Greenhouses Conditioning." *American J. of Environmental Sciences*, no. 1 (4), 2005, pp. 270-277.
17. Voitiuk S. D. "Pytannia ekolohii vidnovliuvanykh dzherel enerhii." *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, Vol. 144, ch.1, 2010.

УДК 620.97:697.329

## Системы солнечного теплоснабжения интегрированные в светопрозрачные фасады зданий

В. М. Желих<sup>1</sup>, И. И. Венгрин<sup>2</sup>, С. П. Шаповал<sup>3</sup>, М. Є. Касинець<sup>4</sup>, Х. Р. Козак<sup>5</sup>, В. З. Пашкевич<sup>6</sup>

<sup>1</sup>д.т.н., проф. Национальный университет «Львовская политехника», м. Львів, Україна, [v\\_zhelykh@msn.com](mailto:v_zhelykh@msn.com),  
ORCID: 0000-0002-5063-5077

<sup>2</sup>асп. Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина, [iryana.venhryn@gmail.com](mailto:iryana.venhryn@gmail.com),  
ORCID: 0000-0002-2317-0913

<sup>3</sup>к.т.н., доц. Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина, [shapovalstepan@gmail.com](mailto:shapovalstepan@gmail.com),  
ORCID: 0000-0003-4985-0930

<sup>4</sup>к.т.н., ассист. Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина, [Mariana.Y.Kasynets@lpnu.ua](mailto:Mariana.Y.Kasynets@lpnu.ua),  
ORCID: 0000-0002-7686-7482

<sup>5</sup>к.т.н., ассист. Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина, [cr\\_i@ukr.net](mailto:cr_i@ukr.net)

<sup>6</sup>к.т.н., доц. Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина, [volodymyr.z.pashkevych@lpnu.ua](mailto:volodymyr.z.pashkevych@lpnu.ua),  
ORCID: 0000-0002-6849-652X

*Аннотация. Объем традиционной топливной энергии является ограниченным. Поэтому для нынешнего и будущего поколений важно внедрять новые прогрессивные идеи относительно альтернативных изменений в топливно-энергетическом комплексе в призму экологического образования. Вопросы энергоэффективности альтернативных видов топлива в Украине более острые, чем в мире. Причинами этого являются устаревшие технологии,*



истощение ресурсов, использование основных средств для производства электроэнергии и теплоты, которые вместе с низкой топливной экономичностью приводят к значительным выбросам вредных веществ. Использование солнечной энергии в Украине сделает её менее зависимой от колебаний цен на топливо. Известно, что солнечные установки часто характеризуются сложными структурами или низким использованием полезного пространства, требуют сложных электромеханических систем и механизмов управления. В настоящее время существует значительное количество солнечных коллекторов, имеющих различные конструктивные и технико-экономические показатели. Основной проблемой подобных конструкций является высокая стоимость. В статье описан анализ эффективности разработанной авторами солнечной системы теплоснабжения с окнами-гелиоколлекторами, которые содержат металлический теплообменник. В статье представлены данные об изменениях температуры нагрева теплоносителя в солнечном коллекторе окна. Мгновенная удельная теплоёмкость аккумуляторного бака  $0,015 \text{ м}^3$  имеет тенденцию к росту и колеблется от 5 до  $563 \text{ Вт} / \text{м}^2$  в условиях постоянной солнечной радиации  $900 \text{ Вт} / \text{м}^2$ . Эффективность использования солнечного коллектора окна достигла 62 % при интенсивности излучения  $900 \text{ Вт} / \text{м}^2$  и объёме аккумуляторного бака  $V = 0,015 \text{ м}^3$  в системе солнечного теплоснабжения.

Ключевые слова: оконный гелиоколлектор, система солнечного теплоснабжения, температура теплоносителя, эффективность.

UDC 620.97:697.329

## Technologies to Provide Heat Energy Efficient Houses With Using Solar Fences

V. Zhelykh<sup>1</sup>, I. Venhryn<sup>2</sup>, S. Shapoval<sup>3</sup>, M. Kasynets<sup>4</sup>, Kh. Kozak<sup>5</sup>, V. Pashkevych<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Sc.D, professor. National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine, [v\\_zhelykh@msn.com](mailto:v_zhelykh@msn.com), ORCID: 0000-0002-5063-5077

<sup>2</sup>Post-graduate student. National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine, [iryana.venhryn@gmail.com](mailto:iryana.venhryn@gmail.com), ORCID: 0000-0002-2317-0913

<sup>3</sup>PhD, associate professor. National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine, [shapovalstepan@gmail.com](mailto:shapovalstepan@gmail.com), ORCID: 0000-0003-4985-0930

<sup>4</sup>PhD, assistant professor. National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine, [Mariana.Y.Kasynets@lpnu.ua](mailto:Mariana.Y.Kasynets@lpnu.ua), ORCID: 0000-0002-7686-7482

<sup>5</sup>PhD, assistant professor. National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine, [cr\\_i@ukr.net](mailto:cr_i@ukr.net)

<sup>6</sup>PhD, associate professor. National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine, [volodymyr.z.pashkevych@lpnu.ua](mailto:volodymyr.z.pashkevych@lpnu.ua), ORCID: 0000-0002-6849-652X

*Abstract.* This paper deals with the use of solar energy solar installation. Taking into account the fact that the volume of traditional fuel energy is not significant and limited, it is important for the present and future generation to introduce new progressive ideas concerning alternative changes in the fuel energy complex in the prism of environmental education. The issues of energy efficiency of alternative fuels in Ukraine is more acute than in the world. The reasons for this are outdated technologies, the exhaustion of resources, the use of fixed assets for electricity and heat generation, which together with low fuel efficiency leads to significant emissions of harmful substances. The use of solar energy in Ukraine will make it less dependent on fluctuations in fuel prices. It is known that, solar installations are often characterized by complex structures or low utilization of the useful space, require complex electro mechanical systems and guidance mechanisms. Currently, there are a significant number of solar collectors, different design and technical and economic indicators. Environmental friendliness and economic benefits of these systems remain the main issue during installation. The paper describes an analysis of the efficiency of the solar heat supply system with a window solar collector which is containing a metal heat exchanger structure. The paper presents data on changes in the heating temperature of the heat carrier in the window solar collector. Instantaneous specific heat capacity of  $0.015 \text{ м}^3$  accumulator tank acquires a growing trend and varies from 5 to  $563 \text{ W/m}^2$  in conditions of constant solar radiation of  $900 \text{ W/m}^2$ . The efficiency of the use of the window solar collector reached 62% under the intensity of radiation  $900 \text{ W/m}^2$  and with the volume of the accumulator tank  $V=0,015 \text{ м}^3$  in the solar heat supply system.

Keywords: window solar collector, solar heat supply system, heat carrier temperature, efficiency.

Надійшла до редакції / Received 17.08.2018.