

НАПРЯМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

С.В. Матях, канд. техн. наук, **Т.В. Суржик**, д-р. техн. наук, **В.Ф. Рєзцов**, чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, **В.Ю. Іванчук**

Інститут відновлюваної енергетики НАН України,
02094, вул. Гната Хоткевича, 20А, м. Київ, Україна,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
03056, просп. Перемоги, 37, м. Київ, Україна

У роботі представлено результати аналітичних досліджень щодо стану та перспектив розвитку сонячної теплової енергетики у світі та в Україні. Завдяки екологічним перевагам сонячних теплових технологій їх широке застосування є одним із перспективних напрямів декарбонізації світової енергетики. Розвитку сонячної теплоенергетики у світовій енергетиці приділяється серйозна увага і підтримка. Детальний огляд загальних світових тенденцій із документуванням сонячної теплової потужності, визначенням внеску сонячних теплових систем у постачання енергії та обсягів зменшення викидів вуглекислого газу за рахунок їх застосування показує постійно зростаючий попит на такі системи. У країнах з високим рівнем впровадження сонячного теплового обладнання створено повний комплекс нормативно-правового забезпечення даного процесу, на основі нормативно-методичного забезпечення і пакету засобів економічної підтримки діють ефективні державні програми.

Завдяки наявності значного енергетичного потенціалу сонячного випромінювання широке впровадження теплоенергетичного обладнання в Україні є ефективним практично на всій території. Сонячне теплове обладнання має широкий діапазон використання в різних галузях господарювання України, його встановлення не потребує спеціальних дозволів, що значно скорочує терміни впровадження. Теплові процеси, які використовують енергію сонячного випромінювання, досліджені та опрацьовані майже для всіх напрямів теплових технологій, на ринку сонячного енергетичного обладнання є широка гама необхідних пристроїв та обладнання, однак в Україні практично відсутні моніторинг та заходи стимулювання їх впровадження.

Для забезпечення масштабного впровадження сонячних теплових технологій в Україні необхідно створити комплекс нормативно-правового забезпечення даного процесу і розробити заходи щодо економічної підтримки як виробників енергетичного обладнання, так і споживачів теплової енергії. Відповідним державним органам необхідно підвищити рівень моніторингу даних щодо ефективності їх встановлення та експлуатації на території України. Важливим напрямом роботи є створення розгалуженої інфраструктури теплової сонячної енергетики з підрозділами на рівні місцевих територіальних громад. Бібл. 7, рис. 1.

Ключові слова: сонячне тепlopостачання, сонячний колектор, фотоелектричні панелі, гібридні сонячні панелі.

DIRECTIONS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SOLAR THERMAL ENERGY

S. Matyakh, candidate of technical science, **T. Surzhyk**, doctor of technical science, **V. Ryeztsov**, corresponding member of the NAS of Ukraine, doctor of technical science, **V. Ivanchuk**

Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine,
02094, 20A Hnata Khotkevycha St., Kyiv, Ukraine,
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,
03056, 37 Peremogy Av., Kyiv, Ukraine.

The paper presents the results of analytical research on the state and prospects of development of solar thermal energy in the world and in Ukraine. Due to the ecological advantages of solar thermal technologies, their wide application is one of the promising areas

of decarbonization of world energy. The development of solar thermal energy in the world energy sector is given serious attention and support. A detailed review of general global trends with documentation of solar thermal capacity, determining the contribution of solar thermal systems to energy supply and reducing carbon dioxide emissions through their use, shows the ever-growing demand for such systems. In countries with a high level of implementation of solar thermal equipment, a full range of regulatory and legal support for this process has been created, and effective state programs operate on the basis of regulatory and methodological support and a package of economic support.

Due to the significant energy potential of solar radiation, the widespread introduction of thermal energy equipment in Ukraine is effective almost throughout the territory. Operation of solar thermal equipment in various sectors of the economy of Ukraine has a wide range of uses, its installation does not require special permits, which greatly simplifies and reduces the time of implementation. Thermal processes that use solar energy are researched and processed for almost all areas of thermal technologies, the market of solar energy equipment has a wide range of necessary devices and equipment, but in Ukraine there is almost no monitoring and measures to stimulate their implementation.

To ensure the large-scale introduction of solar thermal technologies in Ukraine, it is necessary to create a set of regulatory and legal support for this process and develop measures for economic support for both energy equipment manufacturers and heat consumers. Relevant government agencies need to increase the level of monitoring of data on the effectiveness of their installation and operation in Ukraine. An important area of work is the creation of an extensive infrastructure of thermal solar energy with units at the level of local communities. *Bibl. 7, fig. 1.*

Keywords: solar heat supply, solar collector, photovoltaic panels, hybrid solar panels.



S. V. Matyakh
S. Matyakh

Відомості про автора: старший науковий співробітник Інституту відновлюваної енергетики НАН України, доцент НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Освіта: Національний технічний університет України. «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Спеціальність «Програмне забезпечення автоматизованих систем»

Наукова сфера: сонячна енергетика, моделювання енергетичних процесів

Публікації: 36

ORCID: 0000-0002-1707-3519

Contacts: +38(044)206-28-09

e-mail: renewable@ukr.net

Author information: senior researcher Institute of Renewable energy of NAS of Ukraine. Associate Professor of NTUU «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Education: National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», specialty automated systems software.

Research area: solar power engineering, simulation of energy-intensive processes

Publications: 36

ORCID: 0000-0002-1707-3519

Contacts: +38(044)206-28-09

e-mail: renewable@ukr.net



T. V. Surzhuk
T. Surzhuk

Відомості про автора: доктор технічних наук, вчений секретар Інституту відновлюваної енергетики НАН України

Освіта: Київський інженерно-будівельний інститут. Спеціальність «Теплогазопостачання та вентиляція»

Наукова сфера: відновлювана енергетика

Публікації: 187, зокрема 2 монографії, 26 патентів

ORCID: 0000-0002-1418-7748

Контакти: +38(044)206-28-09

e-mail: renewable@ukr.net

Author information: Doctor of science, Science secretary in the Institute of Renewable Energy of the National Academy the Sciences of Ukraine

Education: Kyivs Engineering Building Institute, specialty gas-heating and ventilation

Research area: renewable energy

Publications: 187. 2 monographs, 26 patents

ORCID: 0000-0002-1418-7748

Contacts: +38 (044) 206-28-09

e-mail: renewable@ukr.net



V. F. Riezsov
V. Riezsov

Відомості про автора: чл.-кор. НАН України, докт. техн. наук, професор, заступник директора з наукових питань, завідувач відділу сонячної енергетики в Інституті відновлюваної енергетики НАН України
Освіта: Харківський авіаційний інститут, факультет двигунів літальних апаратів. Спеціальність «Інженер-механік»
Наукова сфера: відновлювана енергетика
Публікації: 310, зокрема 7 монографій, 20 патентів
ORCID: 0000-0003-2926-1733
Contacts: +38(044)206-28-09
e-mail: renewable@ukr.net

Autor information: Corresponding Member of NAS of Ukraine, Doctor Technical Sciences, Professor, Deputy Director of Research, The Head of Department Solar Energy Institute of Renewable Energy of the National Academy the Sciences of Ukraine
Education: Kharkiv Aviation Institute, Faculty of Aircraft Engine Engines, specialty mechanical engineer
Research area: renewable energy.
Publications: 310. 7 monographs, 20 patents
ORCID: 0000-0003-2926-1733
Contacts: +38(044)206-28-09
e-mail: renewable@ukr.net



V. Yu. Ivanchuk
V. Ivanchuk

Відомості про автора: студент НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», провідний інженер відділу №1 Комплексних енергосистем Інституту відновлюваної енергетики НАН України
Освіта: студент 6-го курсу кафедри відновлюваних джерел енергії факультету електроенергетехніки та автоматики НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Наукова сфера: відновлювана енергетика
Публікації: 18
ORCID: 0000-0002-0585-9610
Контакти: тел: +38(096)533-03-86
e-mail: vlad.ivanchuk.13@gmail.com

Autor information: student of NTUU «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», leading engineer of Department №1 of Complex Power Systems of the Institute of Renewable Energy of the NAS of Ukraine
Education: student of 6th course of the Department Renewable Energy Sources of Faculty of Electric Power Engineering and Automatics of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Research area: renewable energy.
Publications: 18
ORCID: 0000-0002-0585-9610
Contacts: tel: +38(096)533-03-86
e-mail: vlad.ivanchuk.13@gmail.com

Перелік використаних позначень та скорочень:

МЕА – Міжнародне енергетичне агентство;
 ЖБК – житлово-будівельний кооператив;
 СК – сонячний колектор;
 ОСББ – об’єднання співвласників багатоквартирного будинку;

CO₂ – вуглекислий газ;
 PVT панелі – гібридні фотоелектричні теплові колектори;
 SHC TCP – Програма співпраці сонячних технологій нагрівання та охолодження.

Вступ. Основним напрямом світової енергетики є перехід до нового «зеленого» енергетичного курсу. Україна у 2016 році ратифікувала Паризьку кліматичну угоду щодо регулювання заходів зі зменшення викидів діоксиду вуглецю з 2020 року, яка передбачає, що зобов'язання зі скорочення шкідливих викидів в атмосферу та неперевищення потепління на 2 градуси беруть на себе всі держави, незалежно від ступеня їхнього економічного розвитку. Однією з перших країн світу Україна розробила стратегічний кліматичний документ і подала до

Секретаріату Рамкової конвенції ООН про зміну клімату. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року, що передбачає скорочення викидів, збільшення поглинання парникових газів і впровадження екологічно безпечного виробництва із застосуванням «зелених» технологій у всіх секторах економіки, у 2017 році була схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України [2].

Завдяки екологічним перевагам сонячних теплових технологій їх широке застосування є одним із перспективних напрямів декарбонізації

світової енергетики. Енергетичний потенціал сонячного випромінювання в Україні є достатньо високим для широкого впровадження теплоенергетичного обладнання практично в усіх областях. Теоретичний потенціал, або сумарне річне надходження сонячної радіації на територію України, оцінюється на рівні $720 \cdot 10^{12}$ кВт·год, що є еквівалентним 88,4 млрд т у. п. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що потрапляє на 1 м^2 поверхні, на території України становить від $1070 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$, в її північній частині, до $1400 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ і вище, на півдні. Термін ефективної експлуатації сонячних водонагрівачів у південних областях України – 7 місяців (з квітня по жовтень), у північних областях – 5 місяців (з травня по вересень) [1]. Впровадження сонячних теплових технологій дозволяє знизити витрати органічних енергоносіїв, одночасно скорочуючи обсяги шкідливих викидів.

У країнах з високим рівнем впровадження сонячних колекторів створено повний комплекс нормативно-правового забезпечення процесу, діють державні програми, що включають повне нормативно-методичне забезпечення діяльності в галузі сонячної теплоенергетики і пакет засобів економічної підтримки (зазвичай кредити або податкове зарахування витрачених засобів); створена розгалужена інфраструктура з підрозділами на рівні територіальних громад. Важливою формою роботи є розвиток суспільної думки.

Перешкодами широкому впровадженню сонячних теплових технологій в Україні є недостатня увага органів державної влади до впровадження правового та нормативного забезпечення, а також недостатній рівень

поінформованості про доступні технологічні варіанти та потенційні вигоди як громадськості, так і потенційних інвесторів.

Постановка задачі. Визначення перспективних напрямів сонячного теплопостачання, ефективного обладнання та дієвих механізмів стимулювання на основі аналітичних досліджень світового та вітчизняного досвіду сприятиме підвищенню рівня впровадження систем сонячного теплопостачання в Україні.

Оскільки основним елементом геліосистеми є сонячний колектор (СК), в якому відбувається перетворення енергії сонячної радіації в теплову, то обсяги впровадження таких систем вираховуються в квадратних метрах сонячних колекторів, розрахунок проводиться за загальною площею та, при порівняльних розрахунках між окремими країнами, за питомими величинами на одного мешканця.

Найпоширенішими у системах сонячного теплопостачання є класичні плоскі сонячні та трубчасті вакуумні колектори. Суттєвими перевагами плоских сонячних колекторів є їх невисока ціна та висока ефективність в теплу пору року. Вакуумні плоскі колектори характеризуються максимальною продуктивністю серед плоских колекторів, але більш дорогартісні та складні в процесі монтажу і при експлуатації.

Досить поширеними в останній час є термосифонні безнапірні сезонні геліосистеми, які відрізняються простотою конструкції й невисокою ціною. Їх основою є скляні вакуумні труби, а передача тепла здійснюється без насоса і системи управління. Термосифонні сонячні колектори з інтегрованим баком застосовуються

для забезпечення гарячою водою об'єктів сезонної дії (дач, котеджів, баз відпочинку, курортних закладів тощо).

Останнім часом значного поширення у світі отримали PVT панелі, або гібридні сонячні панелі, що поєднують фотоелектричні панелі і теплові сонячні колектори. В процесі експлуатації при підвищенні температури ефективність традиційного фотоелектричного модуля знижується. В PVT панелях теплота поглинається рідиною, що циркулює, для отримання гарячої води, знижуючи робочу температуру фотоелемента і підвищуючи ефективність його використання. Їх застосування вирішує проблему перегріву фотоелектричних панелей, особливо влітку. Вартість PVT дещо вища вартості окремих фотоелектричних панелей і сонячних колекторів, але їх використання значно ефективніше, ніж кожна окрема з цих технологій.

Теплове використання сонячної енергії сильно варіюється залежно від регіону і може бути приблизно розподілене за типами сонячного теплового колектора, типами роботи системи (насосні сонячні теплові системи, термосифонні системи) та основними типами застосування (опалення басейну, нагрівання води для побутових потреб, опалення приміщень, теплота для промислових процесів, сонячне централізоване опалення та сонячне теплове охолодження).

Показники розвитку світової сонячної теплоенергетики надаються у щорічному звіті Solar Heat Worldwide, який публікується з 2005 року в рамках Програми співпраці сонячних технологій нагрівання та охолодження

(SHC TCP) Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) [7].

Метою звіту є:

- надання огляду загальних світових тенденцій;
- представлення спеціальних програми та найбільш ефективних проєктів;
- документування сонячної теплової потужності, встановленої на важливих ринках у всьому світі;
- визначення внеску сонячних теплових систем у постачання енергії та обсяги зменшення викидів CO₂ за рахунок їх застосування.

До перших видань звіту входили дані з 35 країн а за останні 15 років база даних була розширена до 68 країн, які представляють 4,95 млрд людей, або близько 67 % населення світу. Встановлена потужність в них оцінюється в 95 % світового ринку сонячної теплової енергії. Поряд зі збільшенням числа країн значно підвищився ступінь деталізації представлених даних. Дані збираються шляхом опитування національних делегатів Виконавчого комітету SHC TCP та інших національних експертів, що працюють у галузі сонячної теплової енергетики. Оскільки деякі з 68 країн, включених до цього звіту, мають дуже детальну статистику, а інші – лише оцінки експертів, дані перевіряються з метою визначення правдоподібності на основі різних публікацій. На жаль, Україна в цьому переліку не наведена [7].

Основою для оцінки внеску сонячних теплових систем у світове енергопостачання та у зменшення викидів вуглекислого газу послужила площа колекторів, яка також називається встановленою потужністю.

Детально розглядаються такі типи колекторів: плоскі сонячні та трубчасті вакуумні колектори з водою як носієм енергії; повітряні сонячні колектори. Починаючи з 2019 року до розгляду включено також гібридні фотоелектричні-теплові колектори, оскільки останніми роками вони стали більш актуальними на ринку сонячної теплоенергетики. Перетворюючи сонячне випромінювання в електроенергію та теплоту в одному пристрої, колектори PVT можуть відіграти важливу роль у енергозабезпеченні майбутнього.

Світова сонячна теплова потужність, накопичена на кінець 2019 року, становила 479 ГВт (684 млн м²). Відповідний річний вихід сонячної теплової енергії склав 389 ТВт·год, що відповідає економії 41,9 млн тонн нафти та 135,1 млн тонн CO₂. Це відповідає 3,5-річному річному викиду CO₂ у Швейцарії. Обсяги впровадження нових колекторних установок у різних країнах постійно змінювались. Останнім часом спостерігається їх зменшення на великих ринках, зокрема в Китаї, США, Німеччині та Австралії. Стабільними є ринки в Мексиці та Туреччині, збільшувальними – в Данії, на Кіпрі, у ПАР та Греції. Зменшення обсягів впровадження приблизно на 8 % у Китаї спричинило скорочення світового ринку в 2019 році приблизно на 6 % порівняно з 2018 роком. Однак у деяких країнах спостерігалася протилежна тенденція, хоча збільшення частки ринку не змогло компенсувати зменшення на більших ринках. Значне зростання ринку зафіксовано в Данії (170 %), на Кіпрі (24 %), у Південній Африці (20 %), Греції (10 %), Тунісі (7 %), Бразилії (6 %) та Індії (2 %). Близько 60 % сонячних теплових систем, встановлених у

всьому світі, досі є невеликими термосифонними системами. Низка країн, як-от Греція, Південно-Африканська Республіка та деякі країни Латинської Америки, мають потужні ринки збуту в цій галузі завдяки ефективним програмам державної підтримки [7].

Постійно зростає кількість сонячних систем для централізованого опалення та промислового застосування. На кінець 2019 року працювало близько 400 великих сонячних теплових систем (>350 кВт·год; 500 м²), підключених до мереж централізованого теплопостачання та в житлових будинках. Загальна встановлена потужність цих систем – 1615 МВт (2,3 млн м²). Я уже було видзначено, в Данії цей ринок у 2019 році виріс приблизно на 170 %. Данія залишається провідною європейською країною для масштабних систем централізованого опалення, збільшивши на 35 % нещодавно встановлену площу колекторів у всьому світі. А за межами Європи у 2019 році Китай додав 97 % встановленої площі колекторів для великомасштабних систем [7].

Останніми роками неухильно зростає інтерес до сонячних теплових систем для промислових процесів. Реалізувано кілька перспективних проєктів – від малих демонстраційних установок до дуже великих систем на 100 МВт. На кінець 2019 року функціонувало щонайменше 800 теплових систем сонячного теплопостачання загальною площею колекторів 1 млн м² (700 МВт).

У 2019 році в Європі було встановлено 23 великомасштабні сонячні теплові системи площею близько 228 900 м² (160 МВт). Із них 15 – у Данії (191 300 м²), включаючи п'ять розширень вже існуючих систем, 6 – у Німеччині

(14 700 м²), 1 – у Латвії (21 700 м²) та 1 – в Австрії (1200 м²). У Китаї в 2019 році було встановлено 47 систем централізованого опалення великих будівель (307 000 м²), найбільша система централізованого тепlopостачання має площу колектора 35 000 м² [7].

Окрім галузей промисловості, де традиційно використовуються сонячні теплові системи, є нові застосування, в яких побудовано різні системи, зокрема постачання сонячного тепла в теплиці для вирощування квітів та овочів тощо. Цікавим є проєкт, реалізований у кількох системах Німеччини, що стосується нагрівання систем регулювання тиску газу.

В усьому світі більше половини всіх встановлених сонячних теплових систем є термосифонними, а решта – насосними сонячними системами. Термосифонні системи здебільшого впроваджено в теплих кліматичних зонах, таких як Африка, Південна Америка, Південна Європа та країни Близького Сходу. В цих регіонах термосифонні системи найчастіше оснащені плоскими колекторами, тоді як у Китаї використовується типова термосифонна система для забезпечення гарячою водою побутових потреб. До кінця 2018 року 53 % розрахункової кількості сонячних теплових систем на водній основі використовувалась для отримання гарячої води в будинках на одну сім'ю, 37 % приєднано до більших систем внутрішнього гарячого водопостачання багатоквартирних будинків, готелів, лікарень, шкіл тощо, а 6 % використовується для опалення басейнів. Близько

2 % загальної встановленої потужності використовується в сонячних комбінованих системах для гарячого водопостачання та опалення приміщень. Решта систем, близько 2 %, забезпечували теплою інше галузі, включаючи мережі централізованого тепlopостачання, промислові процеси та сонячне охолодження. Загальна сонячна теплова потужність колекторів води зростає з 62 ГВт (89 млн м²) у 2000 році до 479 ГВт (684 млн м²) у 2019-му. Відповідні річні показники використання сонячної теплової енергії склали до 51 ТВт·год у 2000 році та 389 ТВт·год у 2019-му (рис. 1) [7].

Глобальний вихід сонячної теплової енергії в усіх встановлених сонячних теплових системах у 2019 році відповідає економії 41,9 млн тонн нафти та зменшенню викидів CO₂ на 135,1 млн тонн. Це свідчить про значний внесок цієї технології у зменшення глобальних викидів парникових газів та декарбонізацію світової енергетики. Частка великомасштабних споживачів гарячої води демонструє тенденцію до зростання – 37 % загальної потужності та 60 % нововстановленої потужності. Кількість робочих місць у галузях виробництва, монтажу та обслуговування сонячних теплових систем у 2018 році в усьому світі оцінювалась у 650 000. Порівняно з іншими технологіями відновлюваної енергії сонячні теплові системи забезпечували в цілому 389 ТВт·год теплоти, тоді як вітрові турбіни забезпечували 1567 ТВт·год, а фотоелектричні системи 751 ТВт·год електроенергії [7].

Потужність, ГВт_{тепл.}, Power, GW heat.,

Теплова енергія, ТВт·год Thermal energy, TWh

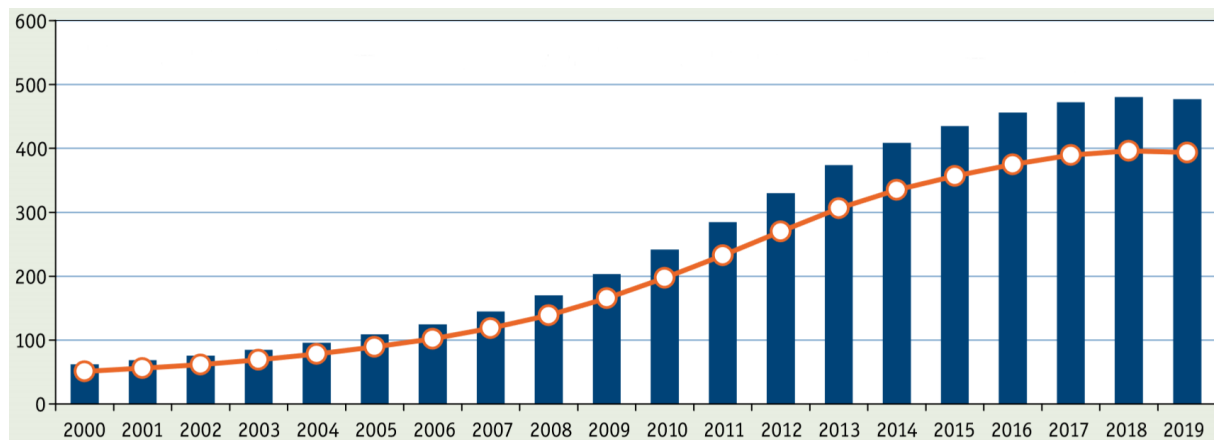


Рис. 1. Глобальна сонячна теплова потужність та річна енергоємність за період 2000–2019 рр.

■ – глобальна сонячна теплова потужність в експлуатації, ГВт_{тепл.}
 ○ – глобальний вихід сонячної теплової енергії, ТВт·год

Fig. 1. Global solar thermal capacity in operation and annual energy yields 2000 – 2019

■ – Global solar thermal capacity in operation, GW heat.
 ○ – Global output of solar thermal energy, TWh.

Одним із прикладів запровадження успішної стратегії встановлення термосифонних систем є Бразилія, що має давні традиції сонячних теплових систем у соціальному житті. Дія великих житлових програм у Бразилії розпочалася в середині 90-х років, а у 2009 році федеральним урядом Бразилії для збільшення доступу до житла малозабезпечених сімей та підтримки економічної діяльності під час міжнародної фінансової кризи була створена Програма «Мій дім, моє життя» (МНМЛ). Завдяки державній підтримці, незважаючи на незначне падіння ринку між 2015 і 2018 роками, у 2019 році відбулося зростання ринку на 6 %, завдяки чому Бразилія ввійшла в сімку країн з найвищим рівнем ринку сонячного теплопостачання. Досвід Бразилії показує, що можна досягти масштабного впровадження, а сонячні водяні системи опалення пропонують економічно ефективну можливість

для сталого розвитку та створення робочих місць.

Фотоелектричні теплові колектори й системи включено вдруге до звіту Solar Heat Worldwide. Цей ринок розвивався дуже добре у 2019 році й мав значне глобальне зростання – на 9 %. Цю тенденцію спостерігали також на європейському ринку, з темпом зростання 14 %. На кінець 2019 року загальна встановлена площа колекторів PVT становила 1 166 888 м² і 58 % цієї площі колектора було в Європі. Сукупна кількість систем PVT, що працювали на кінець 2019 року, становила 25 823. Зокрема 86 % – для сонячного повітряного (попереднього) опалення та охолодження будівель, 7 % – для приготування гарячої води для односімейних будинків та 4 % – для сонячних комбінованих систем, що забезпечують гаряче водопостачання та опалення приміщень. Близько 1 % загальної встановленої потужності забезпечують тепловою

та електроенергією системи гарячого водопостачання великої потужності для багатоквартирних будинків, готелів, лікарень, шкіл тощо. На решту систем, що надають теплоту й електроенергію для інших застосувань, включаючи централізоване опалення та сонячну теплоту для промислового застосування, припадає близько 2 % [7].

Перспективи розвитку сонячної теплової енергетики висвітлено в низці вітчизняних програм і постанов, однак відсутність конкретної статистичної звітності не дає можливості оцінити сучасний рівень впровадження теплових сонячних технологій в Україні.

Від 2014 року в Україні діє програма «Теплий кредит», метою якої є надання допомоги у закупівлі та впровадженні енергоефективних засобів для зменшення обсягів використання традиційних енергоресурсів. За правилами програми споживач – фізична особа, об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ) або житлово-будівельний кооператив (ЖБК) – отримує цільовий кредит на продукцію зі списку, затвердженого державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України, а держава відшкодовує йому частину коштів, переводячи їх на рахунок банку-кредитора. Одним із енергоефективних заходів програми є стимулювання населення до впровадження систем сонячного теплопостачання та/або гарячого водопостачання та відповідного додаткового обладнання і матеріалів.

Орієнтовний перелік енергоефективного обладнання та/або матеріалів, які є складовими (комплектування) устаткування та матеріалів, визначено Порядком використання коштів,

встановлено Постановою Кабінету Міністрів України від 17.10.2011 № 1056. Одним із енергоефективних заходів програми є стимулювання населення до впровадження систем сонячного теплопостачання та/або гарячого водопостачання та відповідного додаткового обладнання й матеріалів. При впровадженні систем сонячного теплопостачання та/або гарячого водопостачання як в багатоквартирних ОСББ і ЖБК, так і для населення одно- та двоквартирних житлових будинків відшкодування здійснюється тільки на придбання сонячного колектора, а витрати на відповідне додаткове обладнання і матеріали до нього (циркуляційний насос, запірно-регулювальна та запобіжна арматура, розширювальний бак, бак-акумулятор, теплообмінник, фітинги) не відшкодовуються [4].

Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 100 від 19.04.2019 затверджено «Технічний регламент енергетичного маркування водонагрівачів, баків-акумуляторів та комплектів з водонагрівача і сонячного обладнання», що включає загальні положення, обов'язки постачальників, обов'язки розповсюджувачів, методи вимірювання і розрахунку, вимоги до перевірки під час здійснення державного ринкового нагляду. В додатках до технічного регламенту представлено терміни та їх значення, форма (зразок) енергетичної етикетки, вимоги до технічної документації, умови і технічні параметри вимірювання, розрахунок енергоефективності нагрівання води водонагрівачами, а також процедура проведення

перевірки відповідності фактичних технічних характеристик водонагрівачів, баків-акумуляторів та комплектів з водонагрівача і сонячного обладнання вимогам даного технічного регламенту [4].

Отже, низкою постанов держави стимулює розвиток сонячної теплоенергетики, однак статистика щодо впровадження систем сонячного теплопостачання відсутня. Так у публічному звіті Держенергоефективності (підсумки 2020 року) інформації щодо впровадження систем сонячного теплопостачання на надається [5].

Відсутня також відповідна інформація у звітній документації щодо програми «Теплий кредит», яка була розрахована на сім років (2014–2020).

Враховуючи важливість надання допомоги населенню для утеплення осель та економії на комунальних послугах, Держенергоефективності спільно з Міненерго ініціювали продовження програми «теплих кредитів» у 2021 році. Програма діятиме переважно для індивідуальних домогосподарств, а перелік заходів, на які можна залучити фінансування, розширено. Кредит можна буде спрямувати на компенсацію затрат на придбання енергоефективного обладнання, отримавши 20 % компенсації при купівлі твердопаливних котлів і 35 % – на інші енергоефективні заходи [6].

На ринку України є достатньо широкий асортимент сонячного теплоенергетичного обладнання, переважно іноземного виробництва, різних типів з різною комплектацією, і різною потужністю. Останнім часом у продажу з'явилися сонячні колектори українського виробництва за більш доступними цінами.

Сонячні теплові системи мають різну складність, їх монтаж теж потребує різних вкладень, але всі вони вимагають мінімум догляду в експлуатації. Термін окупності визначається багатьма чинниками. Для ефективного використання сонячного колектора дуже важливо попередньо врахувати всі параметри, беручи до уваги кожний нюанс умов експлуатації.

Сезонні сонячні колектори застосовуються для гарячого теплопостачання в теплу пору року, зазвичай з квітня по жовтень. Всесезонні сонячні колектори можуть підігрівати воду протягом усього року, але потребують комплектації додатковим обладнанням, що підвищує їх вартість.

Одним із напрямів вирішення проблем декарбонізації енергетичної галузі України є виконання заходів з поліпшення енергоефективності та застосування відновлюваних джерел енергії в багатоквартирних житлових будинках. Найефективнішим і найменш витратним у цьому разі є застосування систем сонячного теплопостачання. Окрім зниження обсягів споживання традиційних ресурсів та зменшення шкідливого впливу на довкілля, позитивом є значне зменшення залежності від постачальників енергоносіїв.

Прикладом ефективності застосування сонячних теплових систем у багатоквартирних будинках за державної підтримки є будинок на 54 квартири у м. Рівне, де було встановлено 18 сонячних колекторів. На нагрів води витрачалося 10 667 м³ газу, а після встановлення колекторів, – 7 158 м³; економія коштів на нагрів води – 30 000 грн за рік. Загальна вартість проекту

склала близько 600 тис. грн. Реалізація проєкту відбувалась за двома програмами: – 70 % за рахунок муніципального бюджету сталого розвитку міста, 30 % – за кошти ОСББ із використанням «теплого кредиту» [3].

В Україні є приклади впровадження PVТ панелей, однак на практиці широкого застосування вони поки що не отримали, оскільки на них не поширюються пільгові тарифи, як на фотоелектричні батареї. Але питання стимулювання розглядається, і вже розробляються поправки до законопроєкту.

За результатами наукових досліджень фахівців ІВЕ НАН України створено дослідні експериментальні зразки фототермічних модулів та системи автономного живлення від фотобатарей. Виконано комплекс фундаментальних досліджень з аналітичного та чисельного моделювання процесів взаємодії сонячного випромінювання з активними поверхнями фотобатарей і сонячних колекторів та їх електротеплового стану із застосуванням методів синергетичного аналізу стійкості [1].

Висновки. Теплові процеси, які використовують енергію сонячного випромінювання, опрацьовані майже для всіх напрямів теплових технологій. Для реалізації цих процесів розроблено широку гаму необхідних пристроїв та обладнання, здійснюється їх серійне виробництво; на ринку сонячного енергетичного обладнання наявні пропозиції. Експлуатація сонячного теплового обладнання в різних областях господарювання України має широкий діапазон використання і є достатньо ефективною. Його встановлення не потребує спеціальних дозволів, що значно скорочує терміни впровадження. Ефективне використання цих

технологій в Україні для отримання значної економії органічного палива і поліпшення стану довкілля потребує більшої уваги відповідних державних органів з метою підвищення поінформованості та зацікавленості виробників енергетичного обладнання і споживачів теплової енергії.

1. Відновлювані джерела енергії. За ред. С.О. Кудрі. Київ. Інститут відновлюваної енергетики НАНУ. 2020. 392 с.

2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». [Електронний ресурс].

URL: <https://mepr.gov.ua/files/images/news>.

3. Перший в Україні проєкт по дооснащенню багатоквартирного будинка сонячними колекторами. [Електронний ресурс].

URL: <https://teplosfera.com/project/pershyj-v-ukrayini-proekt-po-doonashhennyu-bagatokvartyrnogo-budyka/>

4. Про затвердження Технічного регламенту енергетичного маркування водонагрівачів, баків-акумуляторів та комплектів з водонагрівача і сонячного обладнання. [Електронний ресурс].

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0647-19#Text>.

5. Публічний звіт Держенергоефективності. підсумки 2020 року [Електронний ресурс].

URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/ZVIT_SAEЕ_2020_0.p

6. У 2021 році «теплі кредити» надаватимуть переважно приватним будинкам. [Електронний ресурс].

URL: <https://glavcom.ua/economics/finances/u-2021-roci-tepli-krediti-nadavatimut-perevazhno-privatnim-budinkam-733341.html>

7. Weiss W., Spörk-Dür M. Solar Heat Worldwide. Institute for Sustainable Technologies Gleisdorf. Austria. 2020. 86 p.

REFERENCES

1. Vidnovliuvani dzherela enerhii. [Renewable energy sources]. Za red. S.O. Kudri. Kyiv. Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NANU. 2020. 392 p. [in Ukrainian].

2. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist». [Energy strategy of Ukraine for the period up to 2035 "Security,

energy efficiency, competitiveness"]. [Electronic resource]. URL: <https://mepr.gov.ua/files/images/news/>. [in Ukrainian].

3. Pershyi v Ukraini proekt po doosnashchenniu bahatokvartyrnoho budynka soniachnymy kolektoramy. [The first project in Ukraine to equip an apartment building with solar panels]. [Electronic resource].

URL: <https://teplosfera.com/project/pershyj-v-ukrayini-proekt-po-doonsnashhennyu-bagatokvartyrnoho-budyka/>. [in Ukrainian].

4. Pro zatverdzhennia Tekhnichnoho rehlamentu enerhetychnoho markuvannia vodonahrivachiv, bakiv-akumulatoriv ta komplektiv z vodonahrivacha i soniachnoho obladdannia. [On approval of the Technical regulations for energy labeling of water heaters, accumulator tanks and kits for water heaters and solar equipment]. [Electronic resource].

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0647-19#Text>. [in Ukrainian].

5. Publichnyi zvit Derzhenerhoefektyvnosti: pidsumky 2020 roku. [Public report of the State Agency for Energy Efficiency: results of 2020]. [Electronic resource]. URL: https://sae.gov.ua/sites/default/files/ZVIT_SAE_2020_0 [in Ukrainian].

6. U 2021 rotsi «tepli kredyty» nadavatymut perevazhno pryvatnym budynkam. [In 2021, "warm loans" will be provided mainly to private homes]. [Electronic resource]. URL: <https://glavcom.ua/economics/finances/u-2021-roci-tepli-krediti-nadavatimut-perevazhno-privatnim-budinkam-733341.html>. [in Ukrainian].

7. Weiss W., Spörk-Dür M. Solar Heat Worldwide. Institute for Sustainable Technologies Gleisdorf. Austria. 2020. 86 p.

Стаття надійшла до редакції 14.06.21
Остаточна версія 21.09.21

**НАБЛИЖАЄМО ЕНЕРГЕТИКУ
МАЙБУТНЬОГО СЬОГОДНІ**

**XIV МІЖНАРОДНА
СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА
ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕКОЛОГІЇ,
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

**EcoEnergy
Expo 2021**

**19-21
ЖОВТНЯ**

Генеральний медіа-партнер:

Технічний партнер:

**МІЖНАРОДНИЙ
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР**
Київ, Броварський проспект, 15
"Лівобережна"

☎ (044) 201-11-57, 206-87-96
e-mail: lyudmila@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua