

УДК 620.91

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ

Пирогов В.В., Косатенко Д.О., Шалова Є.О.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Подколзіна А.І.

Національний університет «Львівська політехніка»

Досліджено сучасний стан розвитку сонячної енергетики в світі та в Україні, як нетрадиційного відновлюваного джерела енергії. Розглянуті переваги та недоліки сонячних електростанцій різних типів, перспективні технології для покращення роботи як сонячних елементів, так і сонячних електростанцій. Проведено аналіз розвитку малої енергетики у світі та в Україні на основі відновлюваних джерел енергії.

Ключові слова: сонячна енергетика, сонячна електростанція, фотоелектричний модуль, сонячна батарея, сонячний елемент, альтернативна енергетика, нетрадиційні відновлювані джерела енергії, акумулятор енергії, мала енергетика.

Постановка проблеми. В останні десятиріччя, все більшу увагу привертають проблеми використання нетрадиційних джерел енергії. Зумовлено це двома основними факторами: катастрофічним положенням екології та необхідністю пошуку нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. Так, наприклад, традиційні паливно-енергетичні ресурси (нафта, газ, вугілля, і т. д.) при теперішніх темпах розвитку науково-технічного прогресу можуть зникнути вже у найближчі 100-150 років [1, 2]. Крім того, забруднення атмосфери, водойм та землі тепло-, гідро- та атомними електростанціями, збільшення шкідливих викидів транспортом, змушують шукати альтернативні та більш екологічні джерела енергії [3-7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз публікацій [8-10] показує, що використання тільки однієї сонячної енергії може повністю задовольнити потреби людства в необхідній кількості електроенергії. Наприклад, за розрахунками експертів міжнародного проекту Land Art Generator Initiative, для повного забезпечення потреб людства в електроенергії у 2030 році, при теперішньому рівні продуктивності сонячної панелі площею 1 м² і коефіцієнті корисної дії (ККД) в 20% та 70% сонячних днів у році, достатньо по-

крити лише 0,33% площі земної суші або 0,097% площі земної поверхні (що становить приблизно 496805 км²). Для прикладу, площа пустель становить приблизно 11% площі земної суші.

Відповідно до даних Міжнародного Агентства Відновлюваної Енергетики (IRENA), за останнє десятиліття найбільш швидкими темпами зростають потужності саме відновлюваних джерел енергії [4, 11-18]. Так, наприклад, електростанцій на відновлюваних джерелах енергії сьогодні вводять в експлуатацію більше, ніж на видобувному традиційному паливі.

Варто зазначити, що за прогнозами різних організацій IEA, IRENA, Bloomberg New Energy Finance та ін., відновлювані джерела енергії (наприклад, тільки сонячна та вітрова енергетика) зможуть виробляти до 2050 року від 50% до 100% електроенергії [19-24]. У багатьох країнах, таких як Мексика, Італія, Іспанія, Австралія, Чилі, цей показник вже до 2030 року може сягати 50-80%. Крім того, враховуючи розвиток сонячних технологій, сонячна енергія вже до 2025 року може стати дешевшою, ніж енергія вугілля [4, 25-27].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на перспективи сонячної енергетики, існує ряд невирішених про-

блем [28-30], які стримують її бурхливий розвиток і одночасно не дозволяють використати всі її потенціальні можливості. Так за даними [2, 31], незважаючи на стрімкі темпи зростання встановленої потужності альтернативних джерел енергії, спостерігається тенденція і до певного спаду в подальшому їх нарощенні. Серед основних невирішених проблем сонячної енергетики можна віднести наступні:

- порівняно низький ККД (в межах 10-20%);
- неможливість акумуляування сонячної енергії у великих об'ємах;
- залежність генерації електроенергії від періоду доби та погодних умов.

Для прикладу, якби вдалось розв'язати вказані проблеми хоча б частково, а саме, при доведенні ККД сонячних панелей до показника в 60% та генерації електроенергії хоча б протягом 12 годин (за рахунок акумуляування сонячної енергії), достатньо було б покрити в 6 разів меншу територію або 0,055% площі земної суші (приблизно 82800 км²).

Метою статті є аналіз сучасного стану сонячної енергетики у світі та в Україні, виявлення суттєвих переваг та недоліків сонячних електростанцій різних типів, аналіз розвитку перспективних технологій по покращенню роботи як сонячних елементів, так і сонячних електростанцій, а також аналіз розвитку малої енергетики на основі відновлюваних джерел енергії.

Виклад основного матеріалу. Сучасний стан сонячної енергетики в світі та в Україні.

Станом на кінець 2016 року в світі було вироблено 24353 ТВт·год електроенергії [32]. До першої десятки найбільших країн-виробників електроенергії належать (рис. 1) (в дужках вказана частка в відсотках від загальної кількості виробленої електроенергії в світі): Китай (24,7%); США (17,7%); Індія (5,84%); Росія (4,47%); Японія (4,16%); Німеччина (2,68%); Канада (2,64%); Бразилія (2,38%); Франція (2,27%); Південна Корея (2,25%).

Частка відновлюваних джерел енергії в світовому виробництві електроенергії на кінець 2016 року складала 24,5% [33]. Основну частку у виробництві електроенергії серед відновлюваних джерел енергії складає гідроенергетика (рис. 2).

До першої десятки країн з найбільшою часткою (у відсотках від загальної кількості виробленої електроенергії в країні) відновлюваної енергетики станом на кінець 2016 року належать [31]: Норвегія (97,9%); Нова Зеландія (84%); Колумбія (82%); Бразилія (81,2%); Канада (66,4%); Швеція

(57,2%); Португалія (55,2%); Венесуела (54%); Румунія (46,2%); Іспанія (40,1%). Слід відзначити, що така велика частка використання відновлюваних джерел енергії, у вказаних країнах, в основному забезпечена за рахунок гідроресурсів або гідроенергетики.

Децю інша ситуація спостерігається у виробництві електроенергії тільки за допомогою вітрової та сонячної енергетики. Так, до першої десятки країн з найбільшою часткою (у відсотках від загальної кількості виробленої електроенергії в країні) вітрової та сонячної енергетики станом на кінець 2016 року належать [32]: Нова Зеландія (23,5%); Іспанія (23,5%); Португалія (22,3%); Німеччина (18%); Італія (16,5%); Румунія (16,2%); Великобританія (14,1%); Бельгія (10,8%); Швеція (9,8%); Нідерланди (9,4%). Слід відмітити, що в таких країнах як Німеччина та Великобританія, які знаходяться північніше чим Україна, вклад тільки сонячної енергетики складає відповідно 7% (45,7 ТВт·год) та 4% (13,56 ТВт·год) частки всієї виробленої електроенергії.

На зростання ролі відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії вказують річні темпи встановлення потужності як в цілому у світі (рис. 3), так і окремо в кожній із провідних країн, які активно розвивають сонячну та вітрову енергетику (рис. 4). Наприклад, тільки у Китаї в 2016 році та в першій половині 2017 року було встановлено відповідно 34,5 і 24 ГВт потужностей сонячних та 23,4 і 55 ГВт потужностей вітрових електростанцій. У цілому, на сьогоднішній день, у Китаї вже встановлено більше 100 ГВт потуж-

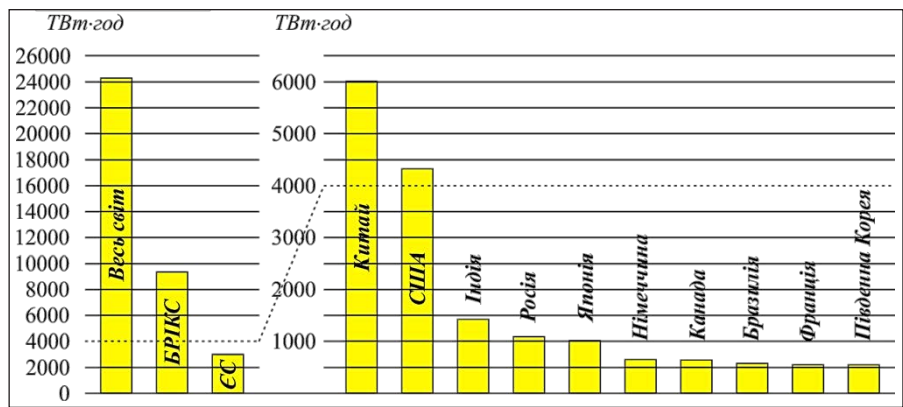


Рис. 1. Частка країн у виробництві електроенергії

Джерело: розроблено авторами за даними [32]

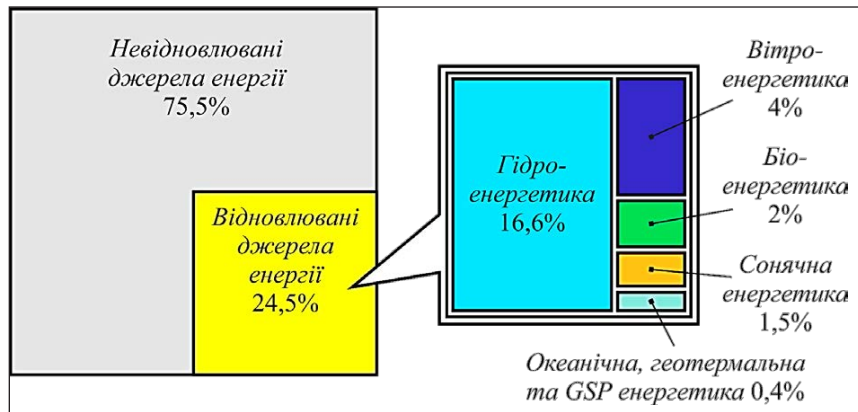


Рис. 2. Частка відновлюваних джерел енергії в світовому виробництві електроенергії, кінець 2016 року

Джерело: розроблено авторами за даними [33]

ностей сонячних та 225 ГВт потужностей вітрових електростанцій [34]. Для порівняння: встановлена потужність сонячних електростанцій у Китаї вже перевищує встановлену потужність сонячних електростанцій Німеччини та США разом взятих. Усього в світі за 2016 рік було введено приблизно 75 ГВт сонячної та 55 ГВт вітрової генерації.

Зауважимо, що темпи встановлення потужностей сонячної енергетики в 2016 році значно перевищували темпи встановлення потужностей всіх інших видів генерації електроенергії. Це зумовлено значним зменшенням цін на фотоелектричні модулі, ціна яких у 2016 році впала до 39 центів за один ват встановленої потужності [16, 37]. Наприклад, за даними [38] ціна на фотоелектричні модулі на один ват встановленої потужності минулі

десятиріччя приблизно становила: в 1977 році – 76,67 долара; в 1987 році – 9,5 долара; в 1997 році – 7,5 долара; в 2007 році – 3,5 долара.

Незважаючи на те, що сумарна встановлена потужність вітро- та сонячних електростанцій (на кінець 2016 року – 790 ГВт) дещо менша за встановлену потужність гідроелектростанцій (на кінець 2016 року – 1090 ГВт), їх частка у виробництві електроенергії складає лише 5,5% або в три рази менше частки виробленої електроенергії гідроелектростанціями (рис. 2). Це зумовлено тим, що генерація електроенергії сонячними та вітровими електростанціями має періодичний характер (залежить від погодних умов та періоду доби). Крім того, відсутність систем акумулювання сонячної та вітрової енергії, не дозволяє

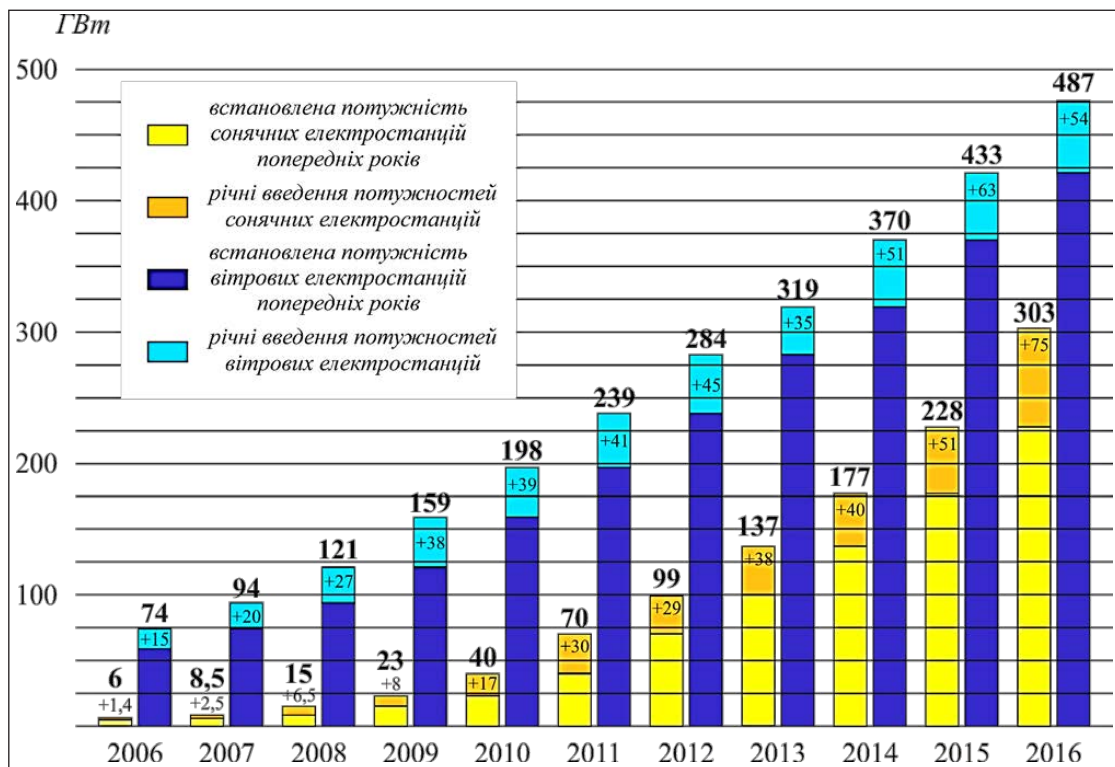


Рис. 3. Глобальна потужність сонячної і вітрової енергетики та річні введення потужності, 2006-2016 рр.

Джерело: розроблено авторами за даними [33]

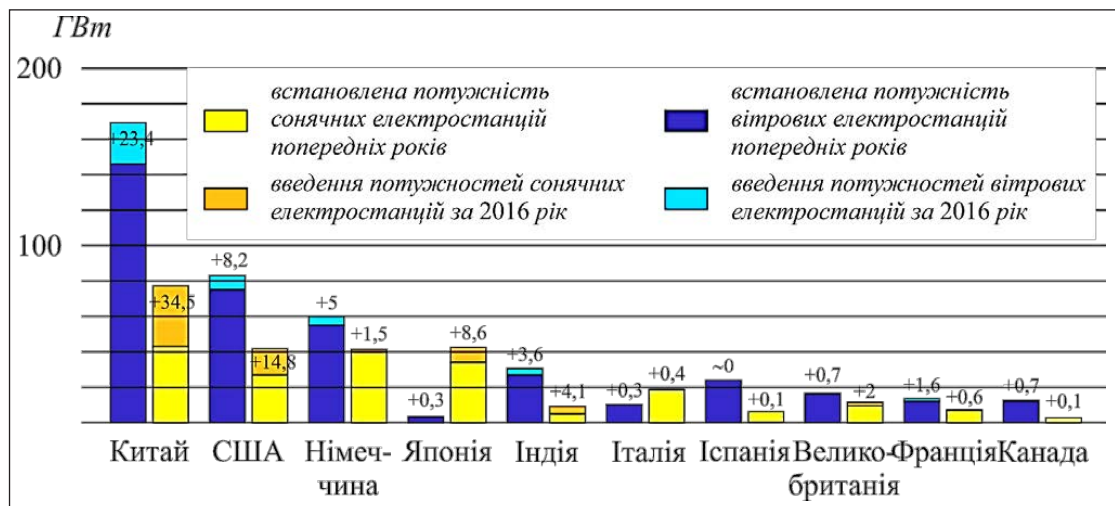


Рис. 4. Потужність сонячної та вітрової енергетики 10 провідних країн

Джерело: розроблено авторами за даними [33, 35, 36]

Таблиця 1

ККД різних СБ та регіони їх ефективного застосування

| Тип СБ | | ККД СБ в % | | Регіон ефективного застосування |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---|
| | | випускаються серійно | в лабораторних умовах | |
| Кремнієві | монокристалічні | 17-22 | 25 | з середнім та високим рівнем інсоляції |
| | полікристалічні | 12-18 | 20,5 | |
| Тонкоплівкові | a-Si | 5-10 | 12,2 | з низьким, середнім та високим рівнем інсоляції |
| | CdTe | 10-11 | 17,3 | |
| | CuInGaSe ₂ | 12-13 | 20,5 | |
| | полімерні | 5-6 | 13,2 | |
| Багатоперехідні | на основі галію (Ga) | 30 | 43,5 | з високим рівнем інсоляції |

Джерело: розроблено авторами за даними [49-53]

зробити процес генерації електроенергії постійним, на відміну від гідроелектростанцій, де такою системою акумулювання енергії є водосховище.

На сьогодні частка відновлюваної енергетики України (з урахуванням гідроенергетики) складає приблизно 12% (~6,5 ГВт) [39-41]. Станом на перше півріччя 2017 року встановлена потужність сонячних електростанцій складала 705 МВт або 1,27% від всієї встановленої потужності електростанцій України [40, 42]. Об'єм електроенергії, який був вироблений сонячними електростанціями станом на 2016 рік, становив 0,3% (492 ГВт · год) від усієї виробленої електроенергії в Україні [43]. За даними [40], в Україні планується ввести в експлуатацію ще 360 МВт потужностей сонячних електростанцій, завдяки чому їх сумарна встановлена потужність вже в 2017 році може сягнути або перевищити планку в 1 ГВт.

Слід зазначити, що темпи зростання потужностей сонячної енергетики в Україні, значною мірою залежать від інвестицій. Наприклад, сьогодні вартість встановлення 1 МВт потужності сонячної або вітрової електростанції становить приблизно 1 млн. доларів [44]. Відповідно, для збільшення встановленої потужності сонячних електростанцій на 1 ГВт необхідно 1 млрд. доларів. За теперішнього стану економіки нашої країни та сонячних технологій процес збільшення частки відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі енергосистеми буде досить повільним, незважаючи навіть на державну підтримку в даному секторі енергетики.

Види і типи сонячних електростанцій. Їх переваги та недоліки.

Сонячні електростанції (СЕС) бувають двох видів [45-48]:

- фотоелектричні СЕС (PV (photovoltaic – фотоелектрика) технології) – принцип роботи яких ґрунтується на перетворенні сонячної енергії в електричну за допомогою спеціальних панелей з комірками, які складаються з двох (або більше) шарів різних напівпровідникових матеріалів;

- термодинамічні СЕС (CSP (concentrated solar power – концентрована сонячна енергія) або STE (solar thermal electricity – сонячна теплова електрика) технології) – принцип роботи яких ґрунтується на перетворенні сонячної енергії спочатку в теплову (за рахунок збільшення концентрації сонячної енергії), а потім в електричну. Елементи такої системи нагрівають робоче тіло (розплав солі та/або воду), яке в свою чергу рухає турбіну і електрогенератор.

На сьогодні найбільш поширені саме фотоелектричні СЕС. Для порівняння: встановлена потужність термодинамічних СЕС складає лише 4,8 ГВт проти 303 ГВт встановленої потужності фотоелектричних СЕС станом на 2016 рік [32].

Фотоелектричні СЕС. Головним елементом фотоелектричних СЕС є сонячні батареї (СБ). СБ характеризуються високою надійністю та стабільністю, а термін їх служби майже необмежений. Вони можуть перетворювати як пряме так і розсіяне сонячне світло. Невелика маса, простота обслуговування, низькі витрати на будівництво, модульний тип конструкції дозволяють створювати СЕС будь-якої потужності. До недоліків СБ можна віднести низький ККД і залежність роботи від погодних умов та періоду доби.

Розрізняють наступні типи СБ [49-53]:

- кремнієві кристалічні СБ (моно- та полікристалічні). Це найпоширеніший на сьогодні вид СБ. Вони займають майже 90% ринку фотоелектричних перетворювачів, з яких 1/3 частини припадає на монокристалічний та 2/3 – на полікристалічний (технологія виготовлення значно дешевше ніж монокристалічного);

- тонкоплівкові СБ (кремнієві плівки на основі аморфного кремнію (a-Si) (80% об'єму світового ринку тонкоплівкових СБ), плівки на основі телуриду кадмію (CdTe) (18% ринку) і плівки селеніду міді-індію-галію (CuInGaSe₂, або CIGS) (2% ринку)). До тонкоплівкових СБ також відносяться органічні/полімерні тонкоплівкові світлочутливі елементи;

- багатоперехідні (багатопшарові) СБ (основним матеріалом для таких елементів є сполуки галію (Ga) – фосфід індію галію, арсенід галію та ін.) застосовуються з концентраторами світла. Для досягнення максимальної ефективності таких СБ необхідно використовувати двохосові системи орієнтації.

Порівняльна характеристика різних типів СБ приведена в таблиці 1.

На динаміку та можливості розвитку сонячної енергетики вказують встановлені потужності деяких нових СЕС з використанням PV-технологій (в порядку зростання потужності) [54, 55]: СЕС Mesquite (207 МВт, кремнієві СБ) – США (введення в експлуатацію – 2013 рік); СЕС Charanka Solar Park (221 МВт, тонкоплівкові СБ) – Індія (введення в експлуатацію – 2012 рік); СЕС Mount Signal (265,7 МВт, кремнієві СБ) – США (введення в експлуатацію – 2014 рік); СЕС Antelope (266 МВт, кремнієві СБ) – США (введення в експлуатацію – 2013 рік); СЕС Agua

Caliente (290 МВт, тонкоплівкові СБ) – США (введення в експлуатацію – 2014 рік); СЕС Solar Ranch (292 МВт, кремнієві СБ) – США (введення в експлуатацію – 2012 рік); СЕС Longyangxia Dam (329 МВт, кремнієві СБ) – Китай (введення в експлуатацію – 2013 рік); СЕС Sunlight Farm (550 МВт, тонкоплівкові СБ) – США (введення в експлуатацію – 2015 рік); СЕС Toraz (550 МВт, тонкоплівкові СБ) – США (введення в експлуатацію – 2014 рік); СЕС Star (579 МВт, кремнієві СБ) – США (введення в експлуатацію – 2015 рік); СЕС Камуті (648 МВт, кремнієві СБ) – Індія (введення в експлуатацію – 2016 рік).

Термодинамічні СЕС. Головним елементом термодинамічних СЕС є концентратори теплової енергії сонячного випромінювання. Такі СЕС, на відміну від фотоелектричних, можуть стабільно виробляти електроенергію протягом певного періоду часу (6–15 год), навіть без сонячного світла, оскільки частина енергії може зберігатися в спеціальних термосховищах або термоакумуляторах. До недоліків термодинамічних СЕС можна віднести великі витрати на обслуговування та будівництво. Крім того, їх будівництво та експлуатація виправдана лише в районах з високим рівнем інсоляції або за умов, що в даному районі не менше ніж 70–80% сонячних днів у році [56, 57].

Існує три основних типа CSP-технології [46, 48]:

- технологія центральної башти;
- технологія параболічних концентраторів;
- технологія концентраторів тарілчастого типу.

У термодинамічних СЕС з центральною баштою, для концентрації сонячного випромінювання, використовується поле відбивачів-геліостатів, кожен з яких має двовісну систему стеження за сонцем. Геліостати фокусують сонячне світло на центральному приймачі, який розташований зверху на башті, і розігрівають його. Робоча рідина першого контуру (наприклад, соляний розплав), що циркулює в приймачі, поглинає тепло і подається до теплообмінника. У теплообміннику робоча рідина другого контуру (вода) нагрівається і перетворюється в пар, який обертає турбіну та електрогенератор.

У термодинамічних СЕС з параболічними концентраторами схема утворення водяної пари майже подібна, але для цього використовують параболічні дзеркала, які концентрують сонячне випромінювання на трубках розташованих в фокусі конструкції. Робоча рідина (синтетичне термомасло), розташована в трубках, нагрівається і далі подається до теплообмінника.

У термодинамічних СЕС з концентраторами тарілчастого типу використовуються параболічні дзеркала (у вигляді супутникової тарілки), які концентрують сонячну енергію на приймачі розташованому у фокусі дзеркала. Енергія нагрітого робочого тіла (рідина або газ) використовується для отримання електроенергії в двигуні або генераторі з'єднаному з приймачем. Наприклад, такі СЕС з двигуном Стірлінга на сьогодні мають найбільший ККД перетворення сонячної енергії [58–61]. Крім того, як і у випадку СБ, модульний тип конструкції дозволяє створювати тарілчасті СЕС різної потужності.

Слід зазначити, що серед розглянутих термодинамічних СЕС з системою акумулявання теплової енергії працюють лише СЕС, які вико-

ристовують технології центральної башти та параболічних концентраторів.

Найпривабливішими країнами для встановлення термодинамічних СЕС є країни Північної Африки, Центральної та Південної Америки, Центральної Азії та Близького Сходу, Австралія [62–66].

Порівняльна характеристика різних термодинамічних СЕС приведена в таблиці 2.

Таблиця 2
ККД термодинамічних СЕС та регіони їх ефективного застосування

| Тип CSP-технології | ККД в % | Робоча температура, °С | Регіон ефективного застосування |
|---|---------|------------------------|--|
| технологія центральної башти | 20-23 | 500-700 | з високим рівнем інсоляції |
| технологія параболічних концентраторів | 16-20 | 300-450 | з високим рівнем інсоляції |
| технологія концентраторів тарілчастого типу | 28-34 | 700-950 | з середнім та високим рівнем інсоляції |

Джерело: розроблено авторами за даними [47, 58-60]

Найбільші приклади СЕС з використанням CSP/STE-технології (в порядку зростання потужності) [54]: СЕС Solaben (200 МВт, параболічні концентратори) – Іспанія (введення в експлуатацію – 2013 рік); СЕС Genesis (250 МВт, параболічні концентратори) – США (введення в експлуатацію – 2014 рік); СЕС Mohave Solar Project (280 МВт, параболічні концентратори) – США (введення в експлуатацію – 2014 рік); СЕС Solana Generating Station (280 МВт, параболічні концентратори) – США (введення в експлуатацію – 2013 рік); СЕС SEGS (354 МВт, параболічні концентратори) – США (введення в експлуатацію – 1984 рік); СЕС Ivanpah (397 МВт, баштовий центральний концентратор) – США (введення в експлуатацію – 2013 рік).

Перспективні технології для покращення роботи сонячних елементів та сонячних електростанцій.

На основі проведеного аналізу сучасного стану сонячної енергетики можна стверджувати, що найбільш перспективною технологією є PV-технологія отримання електроенергії. У зв'язку з цим, основним напрямком покращення роботи сучасних СЕС є підвищення ефективності роботи СБ та розробка сучасних систем акумулявання енергії.

Серед основних напрямків підвищення ефективності роботи СБ, які активно сьогодні розвиваються, можна виділити наступні:

- розробка гібридних СБ [67, 68], які одночасно виробляють електроенергію та теплу воду (ефективність роботи СБ зростає на 15%);

- розробка двосторонніх або багатограних (конічної форми) СБ (електроенергії виробляється на 20–30% більше) [69–71];

- розробка гетеро- та наноструктур (за допомогою яких у СБ з'явиться можливість працювати не тільки без сонячного світла, але і при збільшеному в декілька разів ККД) [72–74];

- розробка тонкоплівкових прозорих СБ [75, 76].

Оскільки основною вадою сонячних (вітрових) електростанцій є циклічність роботи (залежить від погодних умов та періоду доби), то одним із важливих напрямків підвищення їх ефективності є розробка систем акумулювання енергії [77]. До найбільш перспективних систем акумулювання енергії можна віднести наступні:

- електрохімічні акумулятори (залізо-нікелеві, літій-іонні та ін.) [78-82];
- теплові та термодинамічні акумулятори [83-86];
- пневматичні акумулятори [87-90];
- водневі акумулятори [91-94];
- механічні акумулятори [95-98].

Розвиток малої енергетики у світі та в Україні на основі відновлюваних джерел енергії.

Мала енергетика – це доволі динамічний сегмент світової енергетичної системи [99-102], який включає в себе малі генеруючі установки та комплекси потужністю до 50 МВт, які працюють як на основі традиційних, так і нетрадиційних джерел енергії (енергія води, вітру, сонця, енергія біомаси, геотермальна енергія та ін.). На сьогодні більше 70 країн світу [102], в тому числі й Україна, мають не тільки свої національні програми розвитку малої енергетики на основі відновлюваних джерел енергії, але й активно впроваджують і використовують сонячну та вітрову енергетику.

На переваги малої енергетики та збільшення її частки в генерації електроенергії, як в цілому у світі, так і окремо в кожній країні, вказує розвиток і впровадження технологій інтелектуальних електроенергетичних систем (smart grid) [99, 101]. Крім того, в ряді розвинутих країн прослідковується стрімка тенденція переходу від централізованого до розподіленого постачання електроенергії [102]. Наприклад, у країнах ЄС доля малої або розподіленої енергетики складає в середньому 10%, причому, дані показники суттєво різняться в різних країнах (в Данії частка розподіленої енергетики складає більше 45%). Зумовлено це тим, що централізоване постачання енергії має ряд суттєвих недоліків:

- значні втрати енергії при постачанні від виробника до кінцевого споживача;
 - значні терміни та фінансові витрати при будівництві нових об'єктів централізованої енергетики;
 - завищені тарифи на електроенергію та тепло.
- До основних переваг малої або розподіленої енергетики можна віднести наступні:
- висока технологічна і економічна ефективність в режимах ко- та тригенерації (ККД приблизно 90%);

- собівартість виробленої електроенергії та тепла в декілька разів менша, за рахунок більш ефективних технологій генерації і когенерації, та відсутності втрат енергії;

- прийнятний термін окупності проекту (приблизно 5 років в режимі генерації тільки електроенергії, та 2-3 роки в режимі ко- та тригенерації);

- модульність, масштабованість, мобільність (постачання блоками необхідної потужності, можливість швидкого підключення нових блоків до працюючої станції, а також демонтаж і переміщення на нові об'єкти);

- короткі терміни введення в експлуатацію (6-18 місяців, залежно від потужності);

- незалежність та контроль (повністю усувається проблема збоїв, відключень, порушень параметрів струму і напруги по незалежних від споживача причинах).

Незважаючи на стрімкі темпи розвитку альтернативної енергетики у світі, в Україні теж спостерігається тенденція до активного розвитку малої енергетики. Наприклад, згідно з даними служби Держенергоефективності, тільки в 2016 році було введено приблизно 120 МВт потужностей об'єктів відновлюваної енергетики (в чотири рази більше ніж у 2015 році) [44], серед яких 99 МВт – тільки сонячних електростанцій. Крім того, кількість приватних домогосподарств, в яких було встановлено СБ, зростає з 21 (у IV кварталі 2014 року) до 2323 (у III кварталі 2017 року) [103]. При цьому їх сумарна потужність склала 37,1 МВт. Такий ріст активності пов'язаний з введенням одного з найвигідніших «зелених» тарифів у Європі.

Висновки. Отже, на основі аналізу розвитку сонячної енергетики у світі та в Україні, можна зробити такі висновки.

1. Технології «нових» відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики, досягли такого рівня, за якого вони успішно конкурують з традиційними способами виробництва енергії.

2. Зростання цін на енергоносії та залежність від країн-експортерів енергії змушують країн-імпортерів шукати альтернативні способи отримання енергії.

3. Вичерпність традиційних енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля, уранових руд) та погіршення екологічної ситуації в світі вимагає нових підходів до енергозабезпечення та енергозбереження.

4. Темпи розвитку та інтеграції у світову енергетичну мережу малої енергетики свідчать про поступовий її перехід від статусу «резервного» джерела енергії в статус постійного або «регулярного».

Список літератури:

1. Голицын М. В. Альтернативные энергоносители / М. В. Голицын, А. М. Голицын, Н. В. Пронина; отв. ред. Г. С. Голицын. – М.: Наука, 2004. – 159 с.
2. Арутюнов В. С. Нефть XXI. Мифы и реальность альтернативной энергетики / В. С. Арутюнов. – М.: ООО «ТД Алгоритм», 2016. – 220 с.
3. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр; пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.
4. Сидорович В. Мировая энергетическая революция: как возобновляемые источники энергии изменят наш мир / В. Сидорович. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 208 с.
5. Арманд А. Д. Эксперимент «Гея». Проблема живой Земли / А. Д. Арманд. – М.: Сиринь садхана, 2001. – 111 с.
6. Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя / Д. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Медоуз; пер. с англ. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 342 с.
7. Мюррей Р. Цель – Zero Waste / Р. Мюррей. – М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2004. – 232 с.

8. Какая площадь солнечных панелей обеспечит Землю энергией? [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://altenergiya.ru/sun/kakaya-ploshhad-solnechnyx-panelej-obespechit-energiej-zemlyu.html>.
9. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки / Н. В. Харченко. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.
10. Солнечная энергетика позволит снабдить энергией всю планету. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2428-solnechnaya-energetika-pozvolit-snabdit-energiej-vsyu-planetu.html>.
11. Возобновляемая энергетика: официальная статистика от IRENA. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://altenergiya.ru/apologiya/vozobnovlyаемая-energetika-oficialnaya-statistika-ot-irena.html>.
12. Возобновляемая энергетика вышла на 1-е место в мире по темпам прироста установленной мощности среди всех видов топлива. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/281904/>.
13. Energy and Climate Change [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChangeExecutiveSummaryRussianversion.pdf>.
14. В 2017-ом мощность солнечных электростанций сравняется с АЭС. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2615-v-2017-om-moshchnost-solnechnykh-elektrostantsij-sravnyaetsya-s-aes.html>.
15. Темп роста солнечной энергетики впервые опередил угольную. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2722-temp-rosta-solnechnoj-energetiki-vpervye-operedil-ugolnuyu.html>.
16. Проскуракова Л. Н. Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития / Л. Н. Проскуракова, Г. В. Ермоленко; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 96 с. – Режим доступа: https://issek.hse.ru/data/2017/04/04/1168471430/Renova_Energy.pdf.
17. Атомная энергетика: состояние дел и перспективы. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renen.ru/nuclear-power-status-and-prospects/>.
18. Состояние возобновляемой энергетики REN21 2016. Глобальный отчет. Основные результаты. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21_GSR2016_KeyFindings_RUSSIAN.pdf.
19. ВИЭ будут доминировать в мировой энергетике к 2040 году. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.energy-fresh.ru/solarenergy/tendenci/?id=14465>.
20. Доля солнечной энергетики в мировой генерации к 2050 г. достигнет 30-50%. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renen.ru/the-share-of-solar-energy-in-the-world-generation-by-2050-will-reach-30-50/>.
21. Внедрение возобновляемых источников энергии. Принципы эффективной политики и стратегий. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: https://www.iea.org/media/translations/russian/deploying_renewables_rus.pdf.
22. Дорожная карта для будущего, основанного на возобновляемой энергетике. Краткий обзор IRENA. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REmap_summary_2016_RU.pdf.
23. 100% ВИЭ: новая модель мировой энергосистемы. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renen.ru/100-vie-novaya-model-mirovoj-energositemy/>.
24. 100% ВИЭ – новая модель глобальной энергосистемы. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renen.ru/100-res-a-new-model-of-the-global-energy-system/>.
25. Средняя цена энергии солнца упадет на 27% к 2022 году. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2520-srednyaya-tsena-energii-solntsa-upadet-na-27-k-2022-godu.html>.
26. Почему солнечная энергия станет дешевле угля уже в течении 10 лет. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/1915-pochemu-solnechnaya-energiya-stanet-deshevle-uglya-uzhe-v-techenii-10-let.html>.
27. Ветровая и солнечная энергетика – самые дешёвые технологии генерации. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renen.ru/wind-and-solar-energy-are-the-cheapest-generation-technologies/>.
28. Солнечная энергетика: надежда человечества? [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/158875/>.
29. Ложка дегтя в бочке с солнечными батареями. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/sun/minusy-solnechnyh-batarej.html>.
30. Возобновляемые источники энергии: новая революция или очередной пузырь? [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.forbes.ru/biznes/343591-vozobnovlyаемые-istochniki-energii-novaya-revoluciya-ili-ocherednoy-puzyr>.
31. Мощность солнечных станций в 2016 году достигнет 64,7 ГВт. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/sun/moshchnost-solnechnyx-stancij-v-2016.html>.
32. Статистический Ежегодник мировой энергетике 2017 Enerdata. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.net/>.
33. Поддерживая глобальный переход к возобновляемой энергетике. Основные положения глобального отчета REN21 2017. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/10/17-8399_GSR_2017_KEY-FINDINGS_RU_low.pdf.
34. Китай загустил 80 ГВт новых возможностей ВИЭ только за первую половину 2017 года. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/2563-kitaj-zapustil-80-gvt-novykh-moshchnostej-vie-tolko-za-pervuyu-polovinu-2017-goda.html>.
35. Япония ускорит развитие ветроэнергетики. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renen.ru/yaponiya-uskorit-razvitie-vetroenergetiki/>.
36. Renewable Energy Statistics 2017. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Renewable_Energy_Statistics_2017.pdf.
37. Стоимость солнечных батарей снизится на 25% в течении ближайших двух лет. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/860-stoimost-solnechnykh-batarej-snizitsya-na-25-v-techenie-blizhajshikh-dvukh-let.html>.
38. Solar Power. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://cleantechnica.com/solar-power/>.
39. Состояние современной энергосистемы в Украине. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.biowatt.com.ua/analitika/sostoyanie-sovremennoj-energositemy-v-ukraine/>.

40. Мощности ВИЭ в Украине превысили 1,46 ГВт. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/cobytiya/2591-moshchnosti-vie-v-ukraine-prevysili-1-46-gvt.html>.
41. В Украине темпы введения новых мощностей объектов ВИЭ увеличились в 4 раза. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/2030-v-ukraine-tempy-vvedeniya-novykh-moshchnostej-ob-ektov-vie-uvelichilis-v-4-raza.html>.
42. Мощность объединенной энергосистемы Украины увеличилась на 505 МВт. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://biz.censor.net.ua/news/3019469/moschnost-obedinennoyi-energositemy-ukrainy-uvelichilas-na-505-mvt>.
43. Производство электроэнергии в Украине за 4 месяца 2017 года увеличилось на 2,1%. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://uaenergy.com.ua/post/28960/proizvodstvo-elektroenergii-v-ukraine-za-4-mes-2017-g/>.
44. Солнечные миллиарды: когда Украина сможет стать энергонезависимой. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.liga.net/projects/energoeffectivnost/#chapter1>.
45. Фотоэлектрические (фотогальванические) технологии солнечной энергетики – PV. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renewnews.ru/info/technologies/pv/>.
46. Концентрационные (гелиотермальные) технологии солнечной энергетики – CSP/STE. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renewnews.ru/info/technologies/csp/>.
47. Солнечная энергия. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.rea.org.ua/dieret/Solar/solar.html#GUIDELINES>.
48. Солнечные электростанции (СЭС). [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.gigavat.com/ses.php>.
49. Типы солнечных батарей и их КПД. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://utem.org.ua/materials/show/typu_solnechnyh_batarey.
50. Виды солнечных батарей. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.solnpanels.com/vidy-solnechnyh-batarej/>.
51. Трошин П. А. Органические солнечные батареи: структура, материалы, критические параметры и перспективы развития / П. А. Трошин, Р. Н. Любовская, В. Ф. Разумов // Российские нанотехнологии. – 2008. – № 5-6, т. 3. – С. 56-77.
52. Компания Heliatek изготовила органические солнечные батареи, обладающие рекордным уровнем эффективности. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://dailytechinfo.org/energy/7827-kompaniya-heliatek-izgotovila-organicheskie-solnechnye-batarei-obladayuschie-rekordnym-urovнем-effektivnosti.html>.
53. Тонкопленочные солнечные батареи. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://electricalschool.info/energy/1744-tonkoplenochnye-solnechnye-batarei.html>.
54. 20 самых больших проектов солнечной энергетики. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/sun/20-samyh-bolshix-solnechnoj-energetiki.html>.
55. В Индии запущена крупнейшая в мире СЭС, построенная за 8 месяцев. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/1776-v-indii-zapushchena-krupnejshaya-v-mire-ses-postroennaya-za-8-mesyatsev.html>.
56. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки / Н. В. Харченко. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.
57. Что такое инсоляция. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/sun/chto-takoe-insolyaciya.html>.
58. Пирогов В. В. Перспективы розвитку і області застосування двигунів Стирлінга / В. В. Пирогов, Н. О. Якушева // «Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття» (м. Ужгород, 21-22 квітня 2017 р.). – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2017. – С. 38-41.
59. Абсолютный рекорд в солнечной энергетике поставил двигатель Стирлинга. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.energoinform.org/news/2008/energy/080401e.aspx>.
60. Типы солнечных электростанций. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://electricalschool.info/energy/1733-typu-solnechnykh-jelektrostantsij.html>.
61. Гибрид двигателей внутреннего и внешнего сгорания. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://5thelement.ru/solar/gibrid-dvigatelyey-vnutrennego-i-vneshnego-sgoraniya.html>.
62. 1% Сахары обеспечит мир солнечной энергией. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://facepla.net/index.php/the-news/energy-news-mnu/2617-sahara-solar-power>.
63. Санников В. Сахара на экспорт / В. Санников // Популярная механика. – 2012. № 5. – С. 46-52. Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/12615-gigantskie-solnechnye-elektrostantsii-sakhary/>.
64. Какие страны наиболее привлекательны для развития ВИЭ? [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renen.ru/which-countries-are-most-attractive-for-the-development-of-renewable-energy-sources/>.
65. Гигантская солнечная ферма в Марокко снабдит энергией Европу. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/1791-gigantskaya-solnechna-ferma-v-marokko-budet-snabzhat-energiej-evropu.html>.
66. Огромные солнечные электростанции Африки будут поставлять гигаватты энергии в Европу. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2651-ogromnye-solnechnye-elektrostantsii-afriki-budut-postavlyat-4-5-gvt-energii-v-evropu.html>.
67. Создана гибридная солнечная панель, вырабатывающая электричество и нагревающая воду одновременно. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/1801-sozdana-gibridnaya-solnechnaya-panel-vyrabatyvayushchaya-elektrichestvo-i-nagrevayushchaya-vodu-odnovremenno.html>.
68. Гибридная солнечная установка использует фотоэлементы совместно с тепловыми трубками улучшая эффективность на 15%. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/300-gibridnaya-solnechnaya-ustanovka-ispolzuet-fotoelementy-sovmestno-s-teplovymi-trubkami-uluchshaya-effektivnost-na-15.html>.
69. Двухсторонние солнечные батареи на 30% увеличат КПД фотоэлектрических станций. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2320-dvukhstoronnie-solnechnye-batarei-na-30-uvelichat-kpd-fotoelektricheskikh-stantsij.html>.
70. Крупнейшая в Европе СЭС с двухсторонними солнечными панелями запущена в Нидерландах. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2490-krupnejshaya-v-evrope-ses-s-dvukhstoronnimi-solnechnymi-panelyami-zapushchena-v-niderlandakh-video.html>.

71. Конические солнечные батареи Spin Cells – «загораживающий» генератор дешевой солнечной энергии. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/113-konicheskie-solnechnye-batarei-spin-cells-zavorazhivayushchij-generator-deshevoj-solnechnoj-energii.html>.
72. КПД фотовольтаики может увеличиться в разы благодаря наноструктурам природного происхождения. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2879-kpd-fotovoltaiiki-mozhet-uvlechitsya-v-razy-blagodarya-nanostrukturam-prirodnogo-proiskhozhdeniya.html>.
73. Всепогодные солнечные панели, работающие днем и ночью, разработаны учеными Китая. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2279-vsepegodnye-solnechnye-paneli-rabotayushchie-dnem-i-nochyu-razrabotany-uchenymi-kitaya.html>.
74. Звездная батарея на гетероэлектриках. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://alternativenergy.ru/energiya/721-zvezdnaya-batareya-na-geteroelek-trikah.html>.
75. Ученые: за прозрачными солнечными батареями – будущее энергетики. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2784-uchenye-za-prozrachnymi-solnechnymi-batareyami-budushchee-energetiki-video.html>.
76. «Умные» окна могут на 40% повысить энергоэффективность зданий за счет слоя из прозрачных фотоэлементов. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2531-umnye-okna-mogut-na-40-rovysit-energoeffektivnost-zdaniy-za-schet-sloya-iz-prozrachnykh-fotoelementov.html>.
77. Рынок устройств хранения солнечной энергии стремительно растет. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/767-gynok-ustrojstv-khraneniya-solnechnoj-energii-stremitelno-rastet.html>.
78. Крупнейшая солнечная электростанция с накопителем энергии в Японии. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renew.ru/the-largest-solar-power-plant-with-an-energy-storage-in-japan/>.
79. Гигантскую СЭС за 1 млрд с крупнейшей в мире батареей построят в Австралии. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2274-gigantskuyu-ses-za-1-mlrd-s-krupnejshjev-mire-batareej-postroyat-v-avstralii.html>.
80. Системы накопления энергии – часть 1. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://renttechno.ua/blog/energy-storage-disruptors-1.html>.
81. Системы накопления энергии – часть 2. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://renttechno.ua/blog/energy-storage-disruptors-2.html>.
82. Системы хранения энергии. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://renttechno.ua/blog/energy-storage.html>.
83. Теплоаккумуляторы на солнечных энергоустановках. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.gigavat.com/ses_optic4.php.
84. Как работает теплоаккумулятор? [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://termico.com.ua/kak-rabotaet-teploakkumulyator/>.
85. Gemasolar (Гемасолар) – тестовая солнечная электростанция (CSP) – 20 МВт, Испания, 2011. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renewnews.ru/gemasolar/>.
86. Термодинамический накопитель электроэнергии как альтернатива ГАЭС. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://greenfor.org/upload/files/200e0233c0a96cb07ae45380e47b78d6.pdf>.
87. Подземную систему хранения ветровой энергии на сжатом воздухе построят в США. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/2547-podzemnuyu-sistemu-khraneniya-ventrovoj-energii-na-szhatom-vozdukhe-postroyat-v-ssha.html>.
88. Подводный аккумулятор энергии для ВИЭ разработан немецкими учеными. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/voda/2195-podvodnyj-akkumulyator-energii-dlya-vie-razrabotan-nemetskimi-uchenymi.html>.
89. Новая система хранения энергии от Hydrostor на сжатом воздухе. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/technology/2318-novaya-sistema-khraneniya-energii-ot-hydrostor-na-szhatom-vozdukhe-video.html>.
90. Энергохранилища для ВИЭ из подводных шаров с воздухом. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/technology/499-energokhranilishcha-dlya-vie-iz-podvodnykh-sharov-s-vozdukhom.html>.
91. Hydricity: концепт непрерывной генерации солнечной энергии с помощью водорода. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/547-hydricity-kontsept-bespreryvnoj-generatsii-solnechnoj-energii-s-pomoshchyu-vodoroda.html>.
92. «Солнечные» дома смогут хранить энергию в виде водовода – проект Phi Suea House. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/582-solnechnye-doma-smogut-khraniti-energiyu-v-vide-vodoroda-proekt-phi-suea-house.html>.
93. Boeing тестирует систему хранения энергии на топливных элементах. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/technology/759-boeing-testiruet-sistemu-khraneniya-energii-na-toplivnykh-elementakh.html>.
94. Gencer E. Round-the-clock power supply and a sustainable economy via synergistic integration of solar thermal power and hydrogen processes / E. Gencer, Mallapragada D. S., Marechal F., Tawarmalani M., Agrawal R. // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2015. – no. 52, vol. 112. – P. 15821-15826. Режим доступа: www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1513488112.
95. Гулия Н. В. Удивительная механика. В поисках «энергетической капсулы» / Н. В. Гулия. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2006. – 176 с.
96. Гулия Н. В. Накопители энергии / Н. В. Гулия. – М.: Наука, 1980. – 152 с.
97. Кинетические накопители энергии для электроэнергетики. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/1887-kineticheskie-nakopiteli-jenergii-dlja.html>.
98. Электромеханический накопитель энергии. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://renewable.com.ua/energy-storage/45-elektromehanicheskij-nakopitel-energii.html>.
99. Распределенная генерация электроэнергии – глобальные тенденции развития. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://uare.com.ua/ru/novyny/454-raspredelennaya-generatsiya-elektroenergii-globalnyetendentsii-razvitiya.html>.

100. Праховник А. В. Перспективы и пути развития распределенной генерации в Украине / А. В. Праховник, В. А. Попов, Е. С. Ярмолук, М. Т. Кокорина // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2012. – № 2(31).
101. Как распределенная генерация и smart grid помогут друг другу? [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.energyland.info/analitic-show-96740>.
102. Состояние возобновляемой энергетики 2016. Глобальный отчет. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21_GSR2016_KeyFindings_RUSSIAN.pdf.
103. Количество домашних СЭС в Украине увеличилось в 1,5 раза. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/2771-kolichestvo-domashnikh-ses-v-ukraine-uvlechilos-1-5-raza.html>.

Пирогов В.В., Косатенко Д.А., Шалова Е.А.

Центральноукраинский национальный технический университет

Подколзина А.И.

Национальный университет «Львовская политехника»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УКРАИНЕ И МИРЕ

Аннотация

Исследовано современное состояние развития солнечной энергетики в мире и в Украине, как нетрадиционного возобновляемого источника энергии. Рассмотрены преимущества и недостатки солнечных электростанций разных типов, перспективные технологии по улучшению работы солнечных элементов и солнечных электростанций. Проанализировано развитие малой энергетики в мире и в Украине.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечная электростанция, фотоэлектрический модуль, солнечная батарея, солнечный элемент, альтернативная энергетика, нетрадиционные возобновляемые источники энергии, аккумулятор энергии, малая энергетика.

Pirogov V.V., Kosatenko D.A., Shalova E.A.

Central Ukrainian National Technical University

Podkolzina A.I.

Lviv Polytechnic National University

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY IN UKRAINE AND THE WORLD

Summary

The current state of development of solar energy in the world and in Ukraine was investigated as a non-traditional renewable energy source. Also were considered the advantages and disadvantages of solar power plants of different types. Besides, perspective technologies for improving the work of solar cells and solar power plants are considered. The development of distributed energetic in the world and Ukraine is analyzed.

Keywords: solar power, solar power plant, photoelectric module, solar battery, solar cell, alternative energy, non-traditional renewable energy sources, an accumulator of energy, small energetic, distributed energetic.