

УДК 621. 311. 26

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ВІТРО ТА ФОТОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

В.І. Жоров, канд. техн. наук,

Д.В. Тимошук, наук. співр.,

М.М. Берлінець, асп.

ННЦ «ІМЕСГ»

Розглянуто історію розвитку вітро та фотоенергетичних установок, їх спільного використання.

***Ключові слова:** фотоенергетична установка, вітроенергетична установка, поновлювані джерела енергії, комбінована фотовітроенергетична установка.*

Вступ. Використання енергії відновлюваних джерел як альтернативи традиційним енергоносіям останнім часом стає все більш актуальним. Незаперечні переваги їх застосування — невичерпність і екологічна чистота, а також необхідність забезпечення енергетичної безпеки країн, зменшення обсягів шкідливих викидів і збереження запасів енергоресурсів для майбутніх поколінь обумовили бурхливий розвиток відновлюваної енергетики як цілком конкурентоздатної галузі енергетики [1].

Метою досліджень є проведення аналізу історичного розвитку фото- та вітроенергетичних установок, їх спільного використання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Історія розвитку вітроенергетичних установок, висвітлених у наукових роботах [2, 3], розглядалася окремо від історії розвитку розвитку фотоенергетичних систем [4, 5, 6, 7] та їх спільного використання.

Виклад основного матеріалу. Першим пристроєм для використання енергії вітру було вітрило, яке прослужило людству до середини XIX ст. Один з перших вітряних млинів був знайдений у Персії. Ця знахідка датується 200 р. до н.е. В XI ст. вітряні млини були широко поширеними на Близькому Сході, а при поверненні хрестоносців у XIII ст. потрапили також до Європи. У 1745 р. голландський винахідник Едмунд Лі ошчасливив мірошників винаходом нового типу крила — дерев'яних каркасів, обтягнутих матерією.

В Данії в 1890 році побудували перший вітрогенератор для виробництва електроенергії. Між 1920 і 1930 роками вітрові генератори стали з'являтися в Австралії і США. Перша в Радянському Союзі вітрова електростанція (ВЕС) потужністю 8 кВт була споруджена в 1929-1930 р. під Курськом. У 1937 році в Криму була побудована найбільша на той час в світі, як тоді говорили, вітроелектрична станція [2].

Із початку ХХ століття і до даного часу більшість зусиль вчених і дослідників у галузі вітроенергетики зосереджені на розробках установок, перш за все, для виробництва електроенергії. На сьогодні у вітроенергетичному секторі працюють близько 70 країн світу, серед яких основними за вказаними потужностями є Китай, США, Німеччина, Іспанія, Індія та Данія. Зростає як загальна потужність таких установок, так і одинична потужність вітроагрегатів. Вітроенергетика являється галуззю, що стрімко розвивається, так в кінці 2012 року загальна встановлена потужність всіх вітрогенераторів склала 282,6 ГВт [3]. Річна встановлена потужність вітроустановок в світі за 2005–2013 роки показана на рис. 1 [4].

З рис. 1. видно, що максимальна річна встановлена потужність вітроустановок припадає на територію Азії, яка в 2010–2011 роках перевищувала 20 МВт.

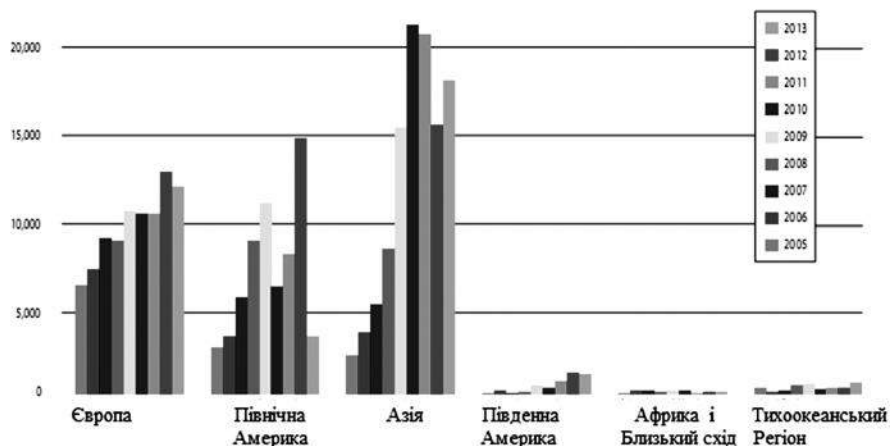


Рис. 1. Річна встановлена потужність вітроустановок у світі за 2005–2013 роки

Для перетворення енергії Сонця використовують сонячні енергетичні установки, що перетворюють енергію сонячної радіації в інші види енергії.

Одним з найбільш привабливих і перспективних поновлюваних джерел енергії завжди вважалася фотовольтаїка, тобто пряме перетворення сонячної енергії в електричну [5].

У фотовольтаїчних системах перетворення сонячної енергії в електричну здійснюється за допомогою фотоелектричних перетворювачів [6].

Вперше фотовольтаїчний ефект спостерігався в електролітичній комірниці Едмундом Беккерелем в 1839 р. Перші експерименти з твердотільними фотоелектричними елементами на основі селену проводилися Адамсом і Десем в Лондоні у 1876 р. Понад півстоліття знадобилося для того, щоб з'явилися перші сонячні фотоелементи з ефективністю, яка ледь перевищувала 1%. Ними стали розроблені в 1930-і роки у Фізико-технічному інституті сірчано-талієві фотоелементи із запірним шаром. Дослідження виконувалися під керівництвом засновника інституту академіка А.Ф. Іоффе, який вже в той час (1938 р.) вперше вніс на розгляд уряду СРСР програму енергетичного використання сонячних фотоелектричних дахів. Вирішальним для цього напрямку стало створення кремнієвих фотоелементів з р-п переходом, що мали ККД близько 6%. Перше практичне використання кремнієвих сонячних батарей для енергетичних цілей мало місце не на Землі, а в навколосезонному космічному просторі.

На початку 1960-х років були створені і перші сонячні фотоелементи з р-п переходом на основі арсеніду галію. Арсенід-галієві фотоелементи були здатні працювати навіть при значному нагріванні хоча і поступались в ефективності кремнієвим фотоелементам. До середини 1980-х років вдосконалення сонячних фотоелементів на основі як кремнію, так і арсеніду галію здійснювалося на базі відносно простих структур і простих технологій [7].

Темпи зростання фотоелектричної енергетики, починаючи з 1990 р., перевищили 10% і постійно збільшуються протягом останніх років. Уже в 1997 р. фотоелектрична енергетика за темпами зростання випередила вітрову [8]. Річна встановлена потужність сонячних батарей показана на рис. 2.

З рис. 2. видно, що в 2000 році річна встановлена потужність сонячних батарей становила 1,4 ГВт, а на кінець 2012 року досягла позначки у 100 ГВт. Лідерами за встановленою потужністю сонячних батарей у світі є Німеччина, Італія, США, Китай, Японія, Іспанія та ін. [9].

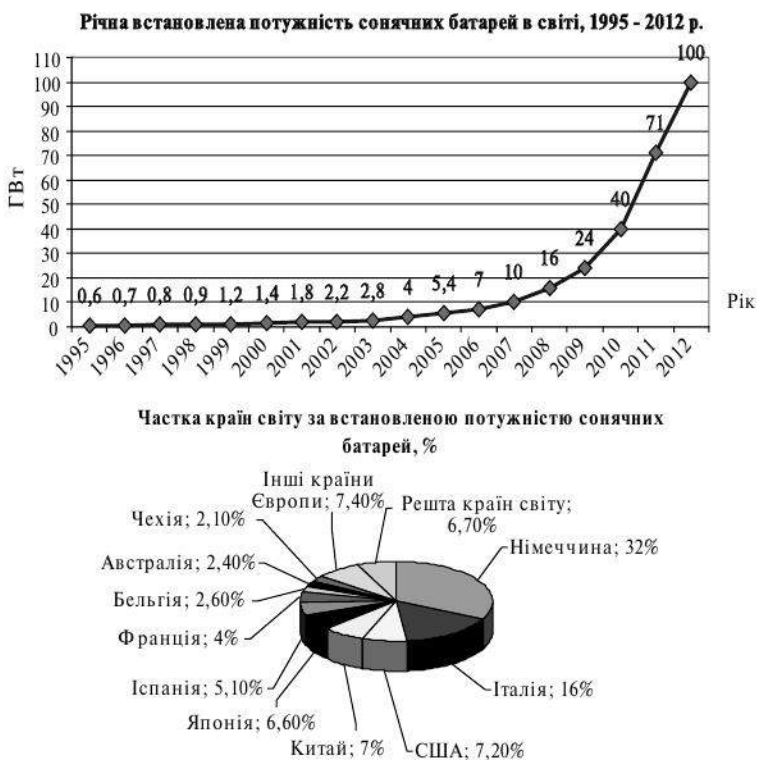


Рис. 2. Річна встановлена потужність сонячних батарей у світі за 1995-2012 р.р. та відсоткова частка країн за встановленою потужністю сонячних батарей

Практичне використання таких привабливих джерел енергії як вітер і сонце має свої, причому вельми значні, труднощі, пов'язані з некерованістю і низькою щільністю енергетичних потоків [10]. На сьогодні відомо безліч різних технологій використання вітроенергетичних чи фотоенергетичних систем, які мають свої перспективні плюси, проте часто не обходиться і без мінусів — це поріг початку роботи установок, неможливість роботи при малих швидкостях вітру чи низькій інтенсивності сонячного випромінювання, величезні габарити, велика вага, висока ціна установок, величезна собівартість отриманого кіловата

енергії або всі ці фактори в тому чи іншому поєднанні. В зв'язку з цим, доцільно використовувати комбіновані фотовітроенергетичні системи, які будуть більш ефективно забезпечувати електроенергією споживача. Блок-схема комбінованої фотовітроенергетичної системи показана на рис. 3.

Як видно з рис. 3 фотовітроенергетична установка включає в себе вітрогенератор, сонячні батареї, блок управління, блок акумуляторних батарей та інвертор. У залежності від виду навантаження споживача ця схема може включати або виключати інвертор.

Найбільш ефективним впровадженням комбінованих енергосистем на основі ВДЕ на найближчу перспективу є застосування їх у сільськогосподарських комплексах, населених пунктах, індивідуальних фермерських господарствах, військових об'єктах, індивідуальних житлових та садових будинках, у пансіонатах, дитячих таборах та на віддалених від електромережі об'єктах (житла пастухів, військові об'єкти та ін.) [11].

Застосування комбінованих фотовітроенергетичних систем розпочалося з розвитком систем акумуляування електричної енергії. Так в Японії роботи по створенню систем, призначених для акумуляування електричної енергії, проводяться з 1980 року в рамках програми «Місячне сяйво» [12].

В Узбекистані у 1987 році була розроблена гібридна сонячновітрова система електропостачання потужністю 250 Вт, яка понад 10 років проходила випробування на полігоні в передгірній зоні і показала високий рівень надійності та експлуатаційні характеристики. У 1998 році на основі цих даних по гранту Європейської Комісії в рамках Програми Інко-Копернікус в передгірній зоні Ташкентської

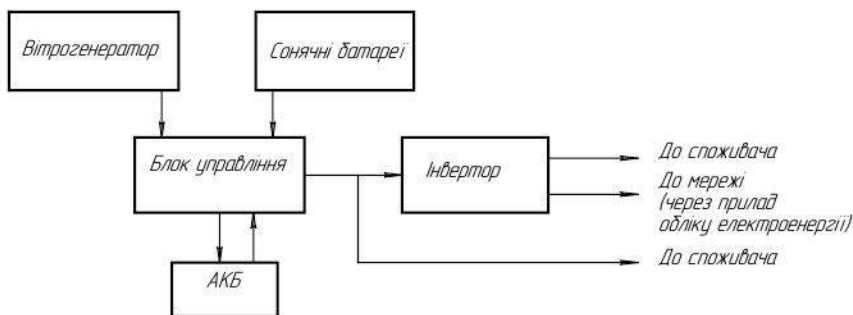


Рис. 3. Блок-схема фотовітроенергетичної системи

області побудовано і введено в дослідну експлуатацію в серпні 2000 року першу у Центральній Азії гібридну вітросонячну електростанцію потужністю 5 кВт з акумуляторними батареями із загальною ємністю 1520 А / ч [13].

У США використання комбінованих фотовітроенергетичних систем набуло широкого розповсюдження, особливо з використанням дизельного генератора як джерела резервного живлення. Так у штаті Джорджія в 1987 році було встановлено комбіновану фотовітроенергетичну установку потужністю 22,5 кВт з дизельним генератором в якості резервного джерела живлення [14].

Використання комбінованих фотовітроенергетичних систем у світі наведено у таблиці [14].

Таблиця. Використання комбінованих фотовітроенергетичних систем у світі

Розташування	Регіон	Встановлено, рік	Потужність вітрогенератора	Потужність фотобатарей, кВт	Ємність АБ, Агод	Потужність інвертора, кВт	Кількість енергії, кВт/день
Кейсбрук	Західна Австралія	-	5кВт Synergy S5000	0.26	11040	2	-
Маяк Суліна	Румунія	-	5 кВт (1.5 кВт + 3.5 кВт)	4.25	-	5.4 (2.7кВтх2)	22
-	Західна Австралія	1992-1994	5 кВт Survivor S5000	0.33	-	4	-
Ватару	Австралія	1992	20 кВт SURVIVOR	0.6	540	30	60
Ватару	Південна Австралія	1992	40 кВт (2)Synergy s20000	0.6	-	-	60
Бумерангові отвори	Північна Австралія	1994	40 кВт (2)Synergy S20000	1.7	-	10	54.9
Село Джоанес На острові Маражо	Бразилія	1994-2001	40 кВт (10 кВт X 4) Bergey	50	228	-	350
Пхеріче	Непал	2001	5 кВт Synergy S5000DD	0.75	-	-	-

Як видно з таблиці, використання комбінованих фотовітроенергетичних систем набуло широкого поширення ще з кінця ХХ століття.

В Україні розвиток комбінованих фотовітроенергетичних систем набув державної підтримки 1997 року постановою Кабінету Міністрів України №1505 «Про Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро - і теплоенергетики» [11]. За ці роки розвитку було розроблено багато різних комбінованих систем автономного енергозабезпечення та систем акумуляування на базі ВДЕ. Одна з таких автономних систем діє для електрозабезпечення будинку обслуговуючого персоналу й освітлення периметру приватного рибного господарства біля м. Монастирище Черкаської області. Вихідна потужність її — 5,5 кВт. Система складається з двох вітроустановок ВЕУ-08 (генератори потужністю 0,8 кВт змонтовані на опорах висотою 17 м, діаметр ротора — 3,1 м), 4-х фотомодулів типу KV-150 потужністю 150 Вт кожний, 8-ми акумуляторних батарей ємністю 200 А·год. кожна, двох інверторів з потужністю 1,5 кВт та одного інвертора потужністю 2,5 кВт з виходом. На випадок повної відсутності вітру та сонця в систему введена резервна бензостанція Honda-6500 потужністю 6,5 кВт. Перемикання режимів роботи від вітросонячної системи на бензостанцію проводиться в автоматичному режимі [15].

Висновки. Необхідність забезпечення енергетичної безпеки країни, зменшення обсягів шкідливих викидів і збереження запасів енергоресурсів для майбутніх поколінь, обумовили бурхливий розвиток відновлюваної енергетики. Одним із перспективних способів використання ВДЕ є застосування комбінованих фотовітроенергетичних систем. Найбільш ефективним впровадженням комбінованих фотовітроенергетичних систем є застосування їх у сільськогосподарських комплексах, населених пунктах, індивідуальних фермерських господарствах, дачних ділянках, військових об'єктах, дитячих таборих, віддалених від електромережі об'єктах.

Бібліографія

1. Кудря С.О., Головка В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії. — К., 2009. — 132 с.
2. *Ветроэнергетика.* Под ред. Д. де Рензо. — М.: Энергоатомиздат, 1982. — 272 с.

3. *Ветроэнергетика* / [Електронний ресурс] / Википедия // Режим доступу до журн.: [http://ru.wikipedia.org/wiki/ Ветроэнергетика](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ветроэнергетика).
4. *Global Wind Statistics 2013* [Електронний ресурс]// Режим доступу: <http://www.gwec.net/global-figures/graphs/>
5. *Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А.* Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния. 2-е изд. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. — 168 с.
6. *Фотовольтаика* / [Електронний ресурс] / Википедия // Режим доступу до журн.: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Фотовольтаика>.
7. *Алфёров Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В. Д.* Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики // *Физика и техника полупроводников*, 2004. — Вып. № 8. — Т. 38. — С. 937-948.
8. *Д.М. Фреїк, В.М. Чобанюк, М.О. Галуцук, О.С. Криницький, Г.Д. Матеїк.* Фотоелектричні перетворювачі сонячного випромінювання. Досягнення, сучасний стан і тенденції розвитку (огляд) // *ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА*, 2012. — № 1. — Т. 13. — С. 7-20.
9. *Renewables Global Status Report 2013* [Електронний ресурс]// Режим доступу: <http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx>.
10. *Воронин С.М.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Курс лекций. — Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008. — 256 с.
11. *Постанова Кабінету Міністрів України №1505* «Про Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики» від 31 грудня 1997 р. Київ.
12. *Мхитарян Н.М.* Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. — К.: Наук. думка, 1999. — 314 с.
13. *Внедрение гибридных солнечно-ветровых систем электропитания* [Електронний ресурс]// Режим доступу: <http://atetm.uz/index.php?go=presentations>.
14. *WIND HYBRID SYSTEMS TECHNOLOGY CHARACTERIZATION.* Vaughn C. Nelson, Ken L. Starcher and others. West Texas A&M University — AEI. 2002. — 50 p.
15. *Джерела відновлюваної енергетики* [Електронний ресурс]// Режим доступу: <http://www.energy-efficient.kiev.ua/node/5753>

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЕТРО- И ФОТОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Рассмотрена история развития ветро- и фотоэнергетических установок, их общего использования.

Ключевые слова: *фотоэнергетическая установка, ветроэнергетическая установка, восстанавливаемые источники энергии, комбинированная фотоветроэнергетическая установка.*

HISTORY OF DEVELOPMENT WIND POWER AND PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

We consider history of development photovoltaic and wind power systems, their joint using.

Key words: *photovoltaic systems, wind power systems, renewable energy sources, combined PV — wind energy systems.*