

Д. В. ПОТОЦЬКИЙ, асистент НТУ «ХПИ»;
Л. В. ШИЛКОВА, асистент НТУ «ХПИ»;
А. М. МАСЛЕННИКОВ, канд. техн. наук, асистент НТУ «ХПИ»

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

У статті проведено аналіз перспектив впровадження вітроелектростанцій України. Розглянуто нормативно-правові акти та світові тенденції в цій галузі, географічні та кліматичні умови країни, а також екологічні аспекти і питання надійності вітрогенераторів. Акцентовано увагу на відсутність шкідливих залишків при роботі вітрогенераторів. Проведений економічний порівняльний аналіз роботи вітроелектростанцій підтвердив економію паливних ресурсів. Проведені дослідження довели доцільність застосування альтернативних джерел електричної енергії, зокрема енергії вітру.

Ключові слова: вітроелектростанція, поновлюване джерело енергії, енергія вітру.

Вступ

Вітроенергетика – галузь альтернативної енергетики, пов'язана з розробкою методів і засобів перетворення енергії вітру в механічну, теплову або електричну енергію. Вітроенергетиці властиві всі переваги, характерні для альтернативної енергетики в цілому – екологічна чистота, поновлюємість джерел енергії, низькі експлуатаційні витрати. Але є і недоліки: шум працюючої установки; візуальна дія – зміна ландшафтів; заняття великих земельних ділянок. Останнє легко вирішують: фундамент вітроустановки звичайно знаходиться під землею, дозволяючи розширити сільськогосподарське використання землі практично до самої підстави башти (рис. 1).

Аналіз основних досягнень і літератури

Активний розвиток альтернативної енергетики пов'язан зі зростанням цін на нафту, поточними проблемами енергетичної безпеки і заклопотаністю все більшого числа людей проблемою зміни клімату. На кінець 2012 р. було встановлено близько 152 ГВт вітроенергетичних установок (ВЕУ). В середньому в світі 1,5–2,0 % споживаної електроенергії виробляється з використанням ВЕУ. У країнах, де уряд дає підтримку цьому напрямку, частка вітроенергетики вище, наприклад, в Данії за допомогою вітру одержують понад 20 % електроенергії, в Іспанії – 10%, в Німеччині – 8%. Лідерами по темпах нарощування вітроенергетичних потужностей є Північна Америка, Європа і Азія (рис. 2). Більше половини всіх світових вітроенергетичних потужностей в даний час зосереджена в Європі.

Сценарії розвитку світової вітроенергетики показують, що за відсутності державної підтримки і ринкових стимулів, частка вітроенергетики в світовому виробництві електроенергії може досягти 5 % до 2030 року і 6,6 % до 2050 року. При державній підтримці енергозбереження, вітроенергетика може забезпечити 15,6% світового виробництва електроенергії до 2030 року – 17,7 % до 2050 року. При масштабних енергозберігаючих заходах, вітроенергетика буде забезпечувати 29,1% світового виробництва електроенергії до 2030 року і 34,2% – до 2050 року.

© Д. В. Потоцький, Л. В. Шилкова, А. М. Масленніков, 2014



Рис. 1 – Вітроустановки з заглибленим фундаментом

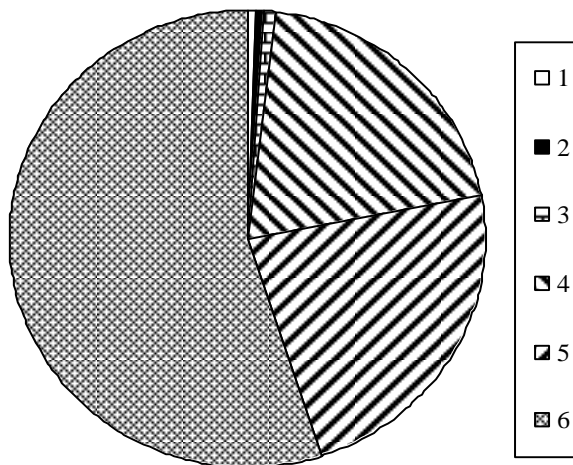


Рис. 2 – Світовий розподіл встановлених вітроелектростанцій
 1 – Африка і Близький Схід 0%, 2 – Латинська Америка 0%, 3 – Тихоокеанський регіон 1%, 4 – Азія 20%, 5 – Північна Америка 23%, 6 – Європа 55%

Частка вітрової енергетики в системі енергопостачання може бути значно збільшена за рахунок реалізації масштабних заходів у області енергозбереження. Наприклад, урядом Канади встановлена мета до 2015 року отримувати 10 % електроенергії від ВЕУ. Європейський Союз к 2010 р. встановив 40 тис. МВт вітрогенераторів, а до 2020 року планується 180 тис. МВт. У Китаї, відповідно до Національного Плану Розвитку вітроенергетики, планувалося збільшити вітроенергетичні потужності до 30 тис. МВт до 2020 р. від 5 тис. МВт у 2010 році [1].

Мета дослідження, постановка задачі

Надати аналіз стану використання та розвитку вітроенергетики в Україні.

Матеріали досліджень

Кліматичні умови України дозволяють продовжувати нарощувати темпи з добучі і експорту традиційного палива. У структурі паливно–енергетичного балансу країни провідна роль належить таким енергоресурсам, як газ і нафта. В 2013 р. з 1066,7 млрд. кВт·год електроенергії вироблено (табл.1):

Таблиця 1– Потужність електростанцій України на 2012 рік (в %)

ТЕС	АЕС	ГЕС, ГАЕС	ВЕС
36,4	52,0	10,5	1,1

Зараз в Україні найбільш перспективними районами для використання вітроелектростанцій (ВЕС) є: Приазов'я, побережжя Чорного моря, Придніпров'я, Карпати. Саме в цих районах найбільш стійка швидкість вітру по всій Україні, що досягає 6 м/с і більш. В Україні можна одержати досить могутній комплекс ВЕС, який дозволить забезпечити електроенергією віддалених споживачів і покрити провали в пікові години навантаження. Вітроенергетика є складовою частиною Національної енергетичної програми України. По Указу Президента від 1996 року в Україні діє Комплексна програма будівництва вітрових електростанцій. Метою програми є виробництво вітроагрегатів і будівництво промислових ВЕС у складі електроенергетичних систем.

Відповідно до цієї програми до 2010 року було виконано будівництво ВЕС сумарною потужністю 1990 МВт і вироблено електроенергії близько 5,3 млрд. кВт·год, що дозволило економити майже 2 млн.т. умовного палива на рік.

З метою стимулювання розвитку вітроенергетики Верховна Рада України 8 червня 2000 року прийняла Закон України "Про зміни в деяких Законах України щодо стимулювання розвитку вітроенергетики". Внесені зміни в Закон України "Про електроенергетику", на основі чого формуються спеціальні засоби відрахування від тарифу на електроенергію у розмірі 0,75%, що складає близько 20 млн. дол. в рік.

З використанням поновлюваних джерел енергії в Україні щорічно виробляється не більше 8,5 млрд. кВт·год електричної енергії, що складає менше 1% сукупного об'єму. За декілька років до фінансової кризи в Україні

стала створюватися нормативно правова база розвитку ринку ВЕУ. Першим кроком в питанні законодавчого регулювання галузі стало ухвалення в кінці 2007 року поправок до закону «Про електроенергетику», що заклали основи розвитку галузі.

Для того, щоб привернути підприємців до участі в здійсненні проектів стійкого енергетичного розвитку, Європейський Банк Реконструкції і Розвитку (ЄБРР) почав здійснення Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF). В цілях підтримки проектів, фінансування і реалізація яких часто є складним завданням. Програма не тільки надає необхідні фінансові кошти, але також технічну допомогу для учасників місцевого ринку. Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF) є частиною ініціативи ЄБРР у області стійкої енергетики, направленої на рішення проблем зміни клімату, а також поліпшення енергоефективності. ЄБРР подає підтримку країнам регіону в забезпеченні стійкого енергопостачання, а також фінансує проекти по енергозбереженню з моменту запуску Ініціативи в 2006 році. В рамках даної ініціативи, 4,7 млрд. євро були направлені на реалізацію 268 проектів загальною вартістю 23,5 млрд. євро в 27 країнах. Загальне зниження викидів парникових газів в результаті впровадження цих проектів досягає 27 млн. тон в рік.

USELF є інвестиційною програмою об'ємом до 50 млн. євро, здійснюваної Європейським Банком реконструкції і розвитку для сприяння реалізації проектів з використання поновлюваних джерел енергії в Україні. Додаткове фінансування для України в 20 млн. євро надає Clean Technology Fund. Очікуваний рівень прибутку: 12 - 15% ВВП (з урахуванням «зеленого тарифу»).

Відповідно до програми "Екологічно чиста енергетика" в 1991÷1992 рр. створені переносні автономні ВЕУ потужністю 250, 900, 1000 Вт для електропостачання індивідуальних споживачів (побутові прилади, радіозв'язок, освітлення і т. д.). Дещо пізніше виготовлені ВЕУ потужністю від $3 \div 30$ кВт і головних зразків ВЕУ ГП-250 і ВТО-1250 потужністю 250 і 1250 кВт відповідно, призначені для роботи у складі енергосистеми. Цілий ряд ВЕУ створений поза рамками вказаної програми; ці розробки фінансувалися регіональними і галузевими структурами. Це АВЕ-250 і Р-250 потужністю по 250 кВт, Р-500 і Р-1000 потужністю 500 і 1000 кВт відповідно. У НВО "Південне" створена також ВЕУ потужністю 100 кВт.

Для досягнення вказаного об'єму споживання ВЕУ планується введення в період з 2010 по 2020 роки також інших генеруючих об'єктів: малих ГЕС, приливних електростанцій, геотермальних електростанцій, ТЕС на біомасі і інших видів електроустановок, - з сумарною встановленою потужністю до 25 ГВт. Об'єм вироблення електроенергії на основі ВЕУ до 2020 року повинен скласти близько 20 млрд. кВт·год .

Важливість розвитку вітроенергетики в нашій країні визначається тим, що 70 % території України, де проживає 10 % населення, знаходиться в зоні децентралізованого енергопостачання, яка практично співпадають із зоною потенційних вітроресурсів. Впровадження нових вітроенергетичних потуж-

ностей відбувається в Україні достатньо повільними темпами: на кінець 2005 р. їх було – 4 МВт, 2006 р. – 7,5 МВт, 2007 р. – 8,5 МВт. В середньому темпи приросту складають 8 % у рік – це один з найнижчих показників в світі. Для порівняння в Китаї він складає ~ 60 %, США ~ 30%, Іспанії ~ 20%.

Зараз в Україні працює 3 крупних вітропарків, функціонує близько 160 малих ВЕУ, потужністю від 0,1 до 30 кВт. Варто відзначити, що установка практично всіх вітропарків відноситься до 2002÷2003 років. У останні ж роки, збільшення потужностей відбувається в основному за рахунок малопотужних індивідуальних ВЕУ чисельністю 250 ВЕУ потужністю 1–5кВт [2].

Результати досліджень

При оптимістичному сценарії розвитку електроенергетики передбачається за три роки за умови державної підтримки і стимулювання розвитку вітроенергетики збільшити об'єм введених потужностей в 15,5 разів. Для ефективної роботи ВЕУ необхідні певні вимоги по їх розміщенню. Так, для щодня постійної роботи вітроенергетичних установок потрібне їх розміщення в місцевостях, де вітровий потенціал складає 2500 годин в рік. Вітрові умови району стосовно щодо вітровикористання характеризуються вітроенергетичним потенціалом, який включає різні показники вітру, що визначається за наслідками багаторічних спостережень: середньорічні і середньомісячні швидкості вітру; повторюваність швидкості і напрям вітру протягом року, місяця, доби; дані про пориви, спади і максимальні значення швидкості вітру; зміни його з висотою і т.п.

Достовірність оцінки вітрового потенціалу місцевості - найбільш важливий чинник, що визначає ефективність ВЕС. У загальному випадку для його визначення необхідне проведення безперервних спостережень в місці передбачуваного будівництва ВЕС тривалістю не менше року. Проектування ВЕС вимагає величезних трудовитрат, оскільки для кожної ВЕС розглядається декілька варіантів майданчиків.

Сучасні ВЕУ використовують вітер приземного шару на висоті 50-70 м, рідше до 100 м від поверхні Землі, причому для місць будівництва крупних ВЕС, призначених для роботи в могутніх енергосистемах, середньорічна швидкість вітру на флюгери (10 м) повинна складати не менше 6 м/с. Слід враховувати, що якнайкращим місцем для розміщення ВЕУ є гладка, куполоподібна, нічим не затінена піднесеність. Взагалі бажано, щоб установка в радіусі декількох сотень метрів була оточена полями або водною поверхнею і вітроколесо було встановлено достатньо високо над місцевими перешкодами, щоб вітропотік, що набігає на нього, був сильним, однорідним з мінімальними флуктуаціями швидкості і напрямку. Зараз пропонують сполучати між собою ВЕУ, а потім одержану енергію передавати в загальну енергетичну систему. Данські ВЕУ розміщені в морі, де сила вітру завжди більша, ніж на суші. Вони підраховували, що група з двохсот морських ветроагрегатів може виробити за рік стільки енергії, скільки її міститься в 500 тис. тон вугілля.

Далі треба вибрати розрахункові параметри ВЕУ для заданого (визначеного розрахунковим шляхом або експериментально) вітрового потенціалу, тобто треба вибрати економічно оптимальний розмір ВЕУ. Інакше, наприклад, в Каліфорнії на ВЕУ «Алтамон» невідповідність вибраного типорозміру ВЕУ і дійсного вітрового потенціалу привела до того, що установка потребує 50÷60 % розрахункової кількості енергії. Слід обґрунтувати оптимальні терміни служби і оптимальні показники надійності ВЕУ, вирішити питання резервування, вивчити характеристики споживачів, розглянути область доцільного використання ВЕУ залежно від конкретних умов.

Питання підвищення надійності енергопостачання і зниження дії на навколишнє середовище з боку енергетичного сектора сьогодні актуальні, як ніколи. Хоча поновлювані джерела енергії в Україні мають великий потенціал, він поки що майже не використовується. Головна причина низького рівня активності в цій області полягає в тому, що законодавчі і інституційні рамки недостатньо здійснені, щоб забезпечити реалізацію великого числа потенційно здійснених проектів в цій області.

Дослідження режимів роботи електричних мереж, зокрема Криму, довели, що робота ВЕС призводить до зниження втрат потужності у всій електричній мережі, оскільки ВЕС, в більшості випадків, знаходяться на периферійній частині мереж енергозабезпечуючих компаній. Проведені розрахунки, режимів навантажень у варіантах розміщення ВЕС в різних регіонах Криму дали такі результати: середнє зниження втрат потужності в електричній мережі на 1 кВт встановленій потужності ВЕС складає 0,04 кВт. З урахуванням прийнятого коефіцієнта використання потужності (25 %) зниження втрат енергії протягом року оцінюється в 92,5 кВт.год на 1 кВт ВЕУ, що забезпечує річну економію засобів енергетичних компаній 3 дол./кВт. Держава в даний час бере на себе частину витрат на видобуток вугілля (за даними Донецького інституту вугілля – 15 %). ВЕС, як відомо, економить паливо, тому інвестор ВЕС має всі підстави зарахувати в свій актив таку «вугільну» дотацію, яка складає близько 5,5 дол./кВт.

Потрібно взяти до уваги те, що у разі роботи ВЕС економиться не тільки 15 % вартості палива, які держава оплачує шахтам у вигляді прямих субсидій, а всі 100 % палива. Річний ефект в цьому випадку міг би перевищити 30 дол./кВт залежно від потужності ВЕС. Ця економія, хоч і є реальною, але вона так розсіюється в економіці України, що залишається незрозумілим, хто саме одержує цю економію і хто за це хоч би частково повинен заплатити інвестору, який вклав гроші в будівництво ВЕС. Тому механізм використання 100 % «паливного» ефекту є проблемним [3].

Висновки

1. В світі останні роки приділяють наростаючу увагу розвитку нетрадиційних способів отримання енергії, і зокрема, використанню енергії вітру. В Україні приділяється ще недостатньо уваги розвитку вітроенергетики. Вдосконалення і зниження вартості ВЕУ може визначити надалі для України

економічну доцільність їх використання в регіонах з достатнім рівнем вітрової енергії.

2. Технічні параметри ВЕУ і економічні розрахунки показують, що умовами економічної доцільності застосування ВЕУ (без урахування втрат від забруднення навколишнього середовища підприємствами традиційної енергетики) є:

- наявність середньорічних швидкостей вітру в регіоні не нижче 5 м/с;
- тривалість роботи установок не менше 5 000 годин в році, що відповідає 6,8 місяцям.

- світовий досвід доводить доцільність використання змішаних систем енергозабезпечення: ВЕУ з іншими джерелами енергії (дизель – електростанціями, електростанціями, що використовують сонячну енергію), тобто використання вітроенергетичних комплексів.

3. Придатними районами для використання ВЕУ в Україні є Чорноморське побережжя Одеської, Херсонської і Миколаївської областей; східні райони Луганської, Донецької областей; північна і західна частини Кримського півострова, а також його південно–східна частина в районі Сімферополя. Ці райони характеризуються середнім значенням швидкості вітру не менше 6 м/с, що забезпечує економічно вигідне виробництво вітроенергії. Територія України, на схід від Чернігова, Києва, Вінниці, характеризується швидкістю вітру 5 м/с і може забезпечувати більше 5000 годин в рік для ВЕУ малих потужностей.

4. Головною перевагою нетрадиційних способів отримання електроенергії є відсутність шкідливих відходів, що забруднюють навколишнє середовище, що дозволяє розміщувати такі енергоустановки поблизу населених пунктів.

5. Робота ВЕС у складі енергозабезпечуючої компанії і реалізація додаткових чинників покращує економічні показники, облік екологічної складової тарифу на електроенергію і державній дотації на видобуток вугілля, знижує період повернення капіталу до 16 років.

6. Згідно з прогнозами експертів, в структурі паливно-енергетичного балансу України на період до 2020 р. нетрадиційні і поновлювані джерела складатимуть на 2020 р. – 9,2 млн. т у.т. (4,0 %) порівнянно з 2,7 млн.т у.т. у 2012 р. (1,1 % від загальних прогнозованих потреб енергоресурсів).

7. При розробці проектів будівництва нових ВЕС слід прагнути до підвищення коефіцієнта використання ВЕУ до величини 0,5 не тільки за рахунок вибору районів розміщення, але і за рахунок використання ВЕУ, працюючих в широкому діапазоні швидкостей вітру будь-якого напрямку і обладнаних системами накопичення енергії при сильних вітрах і видачі її при спаді швидкості вітру.

Список літератури: 1. Шевченко В.В. Проблемы и основные направления развития электроэнергетики в Украине // Энергетика та електрифікація. – 2007. – № 7(287). – С. 11–16.
2. Шевченко В.В. Оценка технической и экологической перспективы развития энергетики Украины // Якість технологій та освіти. Збірник наукових праць, – Харьков, УИПА – 2011. –

№ 2. – С. 19–25. 3. Шевченко В.В., Кныш С.Ю., Заныхайло Е.А. Економічне порівняння вітроенергетичних установок з різними типами електричних генераторів змінного струму // Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. Харківський університет повітряних сил. – Харків, 2011, № 4 (94). – С. 94 – 98.

Bibliography (transliterated): 1. Shevchenko V.V. "Problemy i osnovnye napravlenija razvitija jelektroenergetiki v Ukraine." Enerhetika ta elektryfikacija. No. 7 (287). 2007. 11-16. [Print]. 2. Shevchenko V.V. "Ocenka tehnichej i jekologicheskoj perspektivy razvitija jenergetiki Ukrainy" Jakist' tehnologij ta osvity. Zbirnyk naukovych prac. No. 2. Har'kov: UIPA, 2011. 19-25. [Print]. 3. Shevchenko V.V., S. Ju. Knysh and E. A. Zanyhajlo. "Ekonomiche porivnannia vitroenerhetyčnych ustanovok z riznymi typamy elektryčnych heneratoriv zminnoho strumu." Systemy obrobky informaciji. Zbirnyk naukovych prac. No 4 (94). Charkiv: Charkivský universytet povitrianych syl, 2011. 94-98. [Print].

Надійшла (received) 05.09.2014



Потоцький Дмитро Васильович
асистент каф. електричних машин, НТУ «ХПІ»
E-mail: magnoi@mail.ru



Шилкова Лариса Василівна
асистент каф. електричних машин, НТУ «ХПІ»
E-mail: larisa_lv@ukr.net



Масленніков Андрій Михайлович
канд. техн. наук,
асистент каф. електричних машин, НТУ «ХПІ»
E-mail: x-maslennikov@yandex.ua