

ВІД ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ КОМЕРЦІЙНОЇ ДО ПРИСАДИБНОЇ

Жарков В. Я.

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

Наведені цифри динамічного розвитку світової вітроенергетики та рекомендації щодо проектування присадибної ВЕУ.

Постановка проблеми. Вітроенергетика - це галузь, що має один з самих високих темпів розвитку. Проте нашій країні тут немає чим похвалитися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними Всесвітньої вітроенергетичної асоціації (WWEA) [1] світова встановлена потужність ВЕУ у 2009 році досягла 159213 МВт в порівнянні з 120903 МВт у 2008 р. Товарообіг вітроенергетичного сектора в 2009 році склав 50 млрд. євро [1].

Китай продовжує виступати в ролі «локомотиву» світової вітроенергетики - за один рік його вітроенергетичний парк збільшився на 13800 МВт нових потужностей, подвоївши, таким чином, свою встановлену потужність четвертий рік поспіль.

Лідерами світової вітроенергетики за 2009 р. є п'ятірка країн: США (35159 МВт), Китай (26010), Німеччина (25777), Іспанія (19149), Індія (10925). Вони представляють 72,9% від світової вітроенергетики, що ненабагато вище за показник 2008 року - 72,4%.

На частку США і Китаю разом припадає 38,4% від світових вітроенергетичних потужностей [1].

Темп зростання вітроенергетики в 2009 році склав 31,7%, що є найвищим показником з 2004 року. Продовжується тенденція щодо подвоєння світової потужності вітроенергетичної галузі кожні три роки. Зокрема за 2009 р. Мексика збільшила потужність своїх ВЕУ - в 4,7 рази, Туреччина - в 2,4, Китай - в 2,1, Румунія - в 2 рази.

Динамічне зростання вітроенергетичних потужностей за 2009 р. спостерігається і в деяких країнах Східної Європи: Естонія (темп росту 81,8% до 142,3 МВт), Литва (68%, до 91 МВт), Угорщина (58,3% до 201 МВт), Польща (41,1%, до 666 МВт), Болгарія (36%, до 214,2 МВт), Чехія (27,3% до 191 МВт) [1].

На кінець 2009 року світова вітроенергетика виробляла 340 ТВт.год електроенергії, що відповідає 2% від глобального електроспоживання. У деяких країнах та регіонах світу вітер став одним з найбільших джерел енергії, зокрема частка вітроенергетики в електропостачанні становить [1]:

- в Данії: 20%
- в Португалії: 15%
- в Іспанії: 14%
- в Німеччині: 9%

За уточненим прогнозом WWEA до кінця 2020 у світі буде встановлено не менш 1900000 МВт вітроенергетичних потужностей [1].

Мета статті. Поділитися досвідом проектування і будівництва приватної присадибної ВЕУ.

Основні матеріали дослідження. Україна, хоча і є лідером з вітроенергетики серед країн СНД, займає 37-ме місце в світі (Росія - 54-те), і за останні роки в

цій галузі практично нічого не змінилося. На сьогодні в Україні нараховується 90 МВт вітроенергетичних потужностей. Це в основному вітроустановки USW56-100, виготовлені в Україні за американською ліцензією, застарілої конструкції - 70-х років. Номінальна потужність цієї вітроустановки 107 кВт, яку вона розвиває при швидкості вітру 13 м/с, але в Україні таких вітрів немає. Середньорічна швидкість вітру в окремих районах Криму становить лише 5,5 м/с. Тому ці установки в Криму розвивають потужність не більше 10 кВт, а коштує вона 50 тис. доларів.

В повоєнні роки в Україні не було села чи тваринницької ферми, де не працювали б вітряний млин чи вітро-водопідіймальна установка [2]. Про опікування держави вітроенергетичною галуззю говорять й такі факти. Завод ім. Петровського в Херсоні налагодив промислове виробництво автономних ВЕУ, а за створення вітродвигуна ВІМ-ГУСМП Д-18 групі спеціалістів була присуджена Сталінська премія за 1949 р. Але в 60-ті роки ХХ ст. робота в цьому напрямку була припинена із-за гігантоманії в електроенергетиці. Сільськогосподарське виробництво було приєднане до державних мереж і отримувало електроенергію по 1 коп/кВт.год, тоді як побутові електроспоживачі платили по 4 копійки. Сьогодні наша держава лише декларує підтримку вітроенергетики, але практично нічого для цього не робить. Для цього є гарні Закони, але вони не працюють. Так, відповідно до статті 171 Закону України "Про електроенергетику" встановлено "зелений" тариф на ВНДЕ. Закон встановлює спеціальні коефіцієнти "зеленого" тарифу для ВНДЕ, на який помножається звичайний тариф для споживачів другого класу напруги. Зокрема, для ВЕУ цей коефіцієнт має три значення залежно від потужності її: 1,2 - до 600 кВт; 1,4 - від 600 до 2000 кВт і 2,1 - понад 2000 кВт. Проте в Україні заборонений продаж енергії від приватних вітряків та сонячних батарей фізичним та юридичним особам або у загальну мережу. Є інформація про "наїзд" податкової служби на власників ВЕУ, хоча чинним законодавством не передбачено справляння яких-небудь платежів за використання енергії вітру, зокрема для виробництва електричної енергії вітровими електростанціями.

Матеріали дослідження. Після розпакування землі селянські наділи залишилися практично без енергетичних джерел. Сьогодні практично немає такого району, де б місцеві умільці, заповучивши генератор, не намагалися самотужки збудувати власну ВЕУ. Але якісних посібників з використання ВНДЕ, і зокрема енергії вітру, у нас немає. Єдиним джерелом знань залишається книга професора Фатєєва, написана для учнів ПТУ в 1957 р. [2].

На наш погляд, окрім розвитку комерційної вітроенергетики, в Україні є необхідність розвивати некомерційну: для фермера, для домогосподарства.

Нижче наведено практичний досвід проектування і будівництва присадибної ВЕУ в с. Семенівка Запорізької обл. Що стосується конструктивних рішень, ми виходили з наших можливостей – фінансових і технічних, тому внесли багато спрощень і свої пропозиції.

Потужність ВЕУ визначається за формулою [2]

$$P = C_p \cdot \pi D^2 \cdot \rho \cdot \frac{U_o^3}{8}, \quad (1)$$

де C_p – коефіцієнт потужності, максимальне значення $16/27 \approx 0,593$ [2], зазвичай $C_p = 0,3 \dots 0,4$ залежно від якості вітротурбіни; D – діаметр ВК, приймаємо 8 м; ρ – густина повітря ($\rho \approx 1,2 \dots 1,3 \text{ кг/м}^3$); U_o – розрахункова швидкість вітру, м/с; із карти вітропотенціалу України.

Для районів із середньорічною швидкістю вітру $U_{с.р} = 3 \dots 5 \text{ м/с}$ за U_o приймають 8 м/с [2].

Після незначних перетворень формула (2) приймає вигляд

$$P = (0,15 \dots 0,2) D^2 \cdot U^3. \quad (2)$$

Тоді $P = (0,15 \dots 0,2) \cdot 8^2 \cdot 8^3 \approx 5 \dots 7,5 \text{ кВт}$.

Коефіцієнт швидкохідності Z – відношення швидкості U_n кінців лопатей вітроколеса до швидкості вітру U_o [2] визначають за формулою

$$Z = \frac{U_n}{U_o} = \frac{R\omega}{U_o}, \quad (3)$$

Ми обрали трилопатеве ВК.

Визначаємо оптимальний коефіцієнт швидкохідності для n -лопатевого ВК ($n=3$)

$$Z_o = \frac{4 \cdot \pi}{n} = \frac{4 \cdot 3,14}{3} \approx 4 \quad (4)$$

Із формули (3) визначаємо оптимальну кутову швидкість ω_o і частоту обертання n_o ВК

$$\omega_o = 7,5 \text{ рад/с}; \quad n_o = 1,2 \text{ с}^{-1}.$$

Лінійну швидкість кінців лопатей при оптимальній частоті обертання визначають за виразом:

$$U_n = R \cdot \omega_o; \quad (5)$$

$$U_n = 4 \cdot 8 = 32 \text{ м/с} = 115 \text{ км/год}.$$

Матеріал для виготовлення лопатей застосовують різний [2]. Ми зупинилися на металевих лопатях, покритих листовим дюралюмінієм. Лопаті виготовлені з крутінням вздовж своєї осі.

Для автономних ВЕУ змінний кут установки лопаті забезпечує захист від перебільшення максимальної частоти обертання і регулювання потужності. Проте зміна кута установки лопаті підвищує вартість ВЕУ і збільшує ймовірність пошкоджень. Тому ми використали лопаті з фіксованим кутом установки.

Для забезпечення максимальної ефективності роботи ВК частота його обертання повинна змінюватися

пропорційно швидкості вітру, зберігаючи постійним коефіцієнт швидкохідності Z , а розвинута ним механічна потужність P буде більш висока (як при низьких, так і при високих швидкостях вітру), ніж при фіксованій частоті обертання.

В якості вежі ми використали нижню частину ґратчастої сталевий опори ЛЕП 154 кВ висотою 13 м. Для орієнтації за напрямком вітру обираємо найбільш простий засіб – хвостову лопать.

Для з'єднання ВК з робочими машинами ми обрали два зубчастих редуктори (від кормороздавача) з косозубими шестернями, з'єднаних вертикальним трубчастим валом.

Для виробництва електроенергії автономними ВЕУ зазвичай використовують два види генераторів: синхронний вентильний генератор або тихохідний генератор на постійних магнітах. Кожен з них має свої переваги і недоліки. Перевагами першого є його низька ціна і можливість отримати великі потужності без значного збільшення маси. Перевагами останнього є низька частота обертання і стабільне збудження, а недоліками – непомірно висока ціна і велика маса. Останній варіант дозволяє обійтися без мультиплікатора, тому є більш прийнятний. Зупиняємося на вентильних генераторах змінного струму ВГ-5(28)/114-300-02В і 02Г Російського виробництва.

Висновки. Селянам сьогодні на державу надіятися не можна. В Україні сьогодні близько 30 тис. сільських населених пунктів. Якби в кожному з них побудувати лише по одному вітроагрегату потужністю всього 1 кВт, то отримали б встановлену потужністю 30 МВт, тобто третину від всієї Української вітроенергетики, які могли б виробити 60 млн. кВт.год електроенергії, що дасть змогу зменшити викиди CO_2 ориєнтовно на 60 тис. т щорічно.

Список використаних джерел

1. www. wwindea.org. World Wind Energy Report 2009.
2. Фатеев Е. М. Ветродвиатели и их применение в сельском хозяйстве / Е. М. Фатеев. -М.: Машгиз, 1957.

Аннотация

ОТ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ КОМЕРЧЕСКОЙ К ПРИУСАДЕБНОЙ

Жарков В. Я.

Приведены цифры динамического развития мировой ветроэнергетики и рекомендации по проектированию приусадебной ВЭУ.

Abstract

FROM COMMERCIAL WIND ENERGY TO HOUSEHOLD PLOTS

V. Zharkov

We give the figures of the dynamic development of the world wind energy and recommendations on the design of household plots wind turbine.