

УДК 621.3.011.72

В.І.Будько, канд.техн.наук (Національний технічний університет України "КПІ", Київ)

Особливості зарядження акумуляторної батареї електромобіля від стаціонарної вітроелектричної станції

В роботі проведено аналіз доцільності використання вітроелектричних установок для зарядження тягових акумуляторних батарей електромобіля. Проведено розрахунок виробітку електричної енергії установками різної встановленої потужності протягом року, місяця та доби. Відмічено доцільність застосування на стаціонарних вітроелектричних станціях, призначених для заряду тягових акумуляторів електромобілів, класичного та імпульсного методів зарядження, що дозволяє підвищити показник використання електроенергії, виробленої вітроустановкою. Запропоновано графічну залежність між потужністю ВЕУ та ємністю АБ, що дозволяє проводити вибір генеруючого устаткування в залежності від ємності електромобіля.

Ключові слова: акумуляторна батарея, вітроелектрична станція, електромобіль, швидкість вітру, стаціонарний заряд.

В работе проведен анализ целесообразности использования ветроэлектрических установок для зарядки тяговых аккумуляторных батарей электромобиля. Проведен расчет выработки электроэнергии установками различной установленной мощности в течение года, месяца и суток. Отмечается целесообразность применения на стационарных ветроэлектрических станциях, предназначенных для заряда тяговых аккумуляторов электромобилей, классического и импульсного методов заряда, что позволяет повысить показатель использования электроэнергии, произведенной ветроустановкой. Предложена графическая зависимость между мощностью ВЭУ и емкостью АБ, которая позволяет проводить выбор генерирующего оборудования в зависимости от емкости электромобиля.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, ветроэлектрическая станция, электромобиль, скорость ветра, стационарный заряд.

Як відомо, питання збільшення використання енергії вітру як відновлюваного джерела є досить актуальним для України в розрізі зменшення залежності країни від імпортичних енергоносіїв. ВЕУ знаходять все більше застосування як у світовій практиці, так і в нашій країні. В цей же час необхідно відмітити те, що в основному використання ВЕУ, особливо великої потужності (100 кВт-7,5 МВт) здійснюється при сумісному функціонуванні зі стаціонарною електромережею, тобто електроенергія, що виробляється ВЕУ, подається до споживача через об'єднану енергосистему (як регіональну, так і загальнодержавну).

Однак у ряді випадків користувач електромобіля не завжди має можливість мати доступ до стаціонарної мережі електроживлення, тому питання поповнення енергії тягової акумуляторної батареї електромобіля стає актуальним.

Проблема може бути вирішена, наприклад, шляхом застосування автономної дизельної електростанції або фотоелектричної батареї. Однак у першому випадку необхідно витратити органічне паливо, що, крім економічних затрат, призводить

до погіршення екології, а по-друге – кількість енергії, необхідна для зарядження АБ, обмежена певною частиною світлового дня та пори року [1].

Нижче розглядаються можливості зарядження тягових акумуляторних батарей електромобіля від ВЕУ та визначаються особливості процесу поповнення електроенергії електромобіля в залежності від різних факторів, що впливають на величину вироблення енергії ВЕУ.

Відомо [2], що питома потужність, яка підводиться вітровим потоком до 1 м^2 перпендикулярної площі вітроколеса (Вт/м^2), визначається як:

$$N = \frac{\rho \cdot V^3}{2}, \quad (1)$$

де ρ – густина навігаючого повітряного потоку, кг/м^3 (становить $1,225 \text{ кг/м}^3$ при температурі 15°C і атмосферному тиску $0,0981 \text{ МПа}$ (760 мм рт. ст.); V – швидкість навігаючого повітряного потоку, м/с .

Поряд з цим, розрахунок середньодобового виробітку електричної енергії $W_{\text{сд}}$ вітроелектричними установками проводиться за виразом:

$$W_{\text{сд}} = F \cdot N \cdot 24 \cdot \eta, \quad (2)$$

де E – середньодобове вироблення електроенергії, кВт·год; F – поверхня, що окреслюється лопатями вітроколеса, m^2 (оскільки вітроколесо окреслює геометричну фігуру у вигляді кола, то

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ де } d - \text{діаметр вітроколеса, м);}$$

N – питома потужність вітрового потоку, Вт/м²; η – коефіцієнт корисної дії вітроенергетичної установки.

В залежності від зміни швидкості вітру та величини навантаження стаціонарна ВЕУ постійного струму може працювати у двох режимах:

1) ВЕУ заряджає тягову акумуляторну батарею;

2) ВЕУ заряджає тягову акумуляторну батарею та одночасно живить зовнішнє навантаження.

Як відомо [2], вітер на різних висотах атмосфери Землі для кожної точки її поверхні характеризується швидкістю, яка є випадковою змінною в просторі й часі, що залежить від багатьох факторів: особливостей місцевості, сезону року, погодних умов. Відповідно всі процеси, прямо пов'язані з використанням поточного значення швидкості вітру, зокрема, генерація електроенергії у вітроелектричних установках, мають складний випадковий характер, їх характеристики мають статистичні розбіжності і невизначеність середніх очікуваних значень. Тому на сучасному рівні досліджень завдання оцінки цих процесів формулюється як створення імовірнісного опису випадкового процесу за допомогою розбивки всього процесу на окремі часові інтервали, у межах кожного з яких можна використовувати наближення стаціонарності, тобто незалежності всіх обумовлених параметрів від часу. Як період стаціонарності можуть бути прийняті різні тимчасові інтервали з відповідною точністю опису залежно від реальних умов випадкового процесу. Зокрема, у деякому наближенні можна вважати процес стаціонарним у всьому розглянутому часі, наприклад, протягом року.

Розглянемо, як приклад, режим роботи вітроелектричної станції на зарядження тягової свинцево-кислотної АБ електромобіля. При проведенні розрахунків прийняті наступні умови:

1. Діапазон ємностей АБ (100÷500) А·год, 120 В.

2. Мінімальний необхідний час зарядження АБ від ВЕУ становить 2920 год/рік (8 годин на добу).

3. Виробіток електроенергії ВЕУ розраховувався за методикою, наведеною в [3].

4. Розрахунок проводиться з використанням, як приклад, технічних параметрів ВЕУ типу ZH5KW (Китай) та Polaris (США) встановленою потужністю 5 кВт; 7,5 кВт; 10 кВт; 20 кВт; 30 кВт; 50 кВт та 100 кВт.

5. Вихідна напруга ВЕУ приймається незмінною в межах 120 В.

Розглянемо режим роботи ВЕУ (типу ZH5KW встановленою потужністю $P_{BTC} = 5$ кВт), при якому заряджається тягова акумуляторна батарея ємністю $Q_{AB} = 100$ А·год та напругою $U = 120$ В. Згідно [3] для ВЕУ даного типу характерна наступна залежність потужності від швидкості набігаючого повітряного потоку (рис. 1). Як приклад, приймається, що стаціонарна ВЕУ буде розташована поблизу міста Біла Церква неподалік автотраси Київ-Одеса. На основі даних багаторічних метеорологічних спостережень, наведених в [4], проведено розрахунок середньодобового, місячного та річного виробітку електричної енергії ВЕУ. При розрахунках встановлено, що згідно прийнятих вище умов загальний виробіток електричної енергії протягом року складає 7716,02 кВт·год (рис. 2). При цьому згідно [3] виробіток електроенергії починається при швидкості вітру 3 м/с, однак вихідна потужність ВЕУ при даній швидкості становить 200 Вт, а відповідно струм – 1,67 А, що є недостатнім для реалізації ефективного режиму заряду. В результаті подальших розрахунків встановлено, що ефективний заряд АБ буде відбуватись при швидкостях вітру більше 5 м/с.

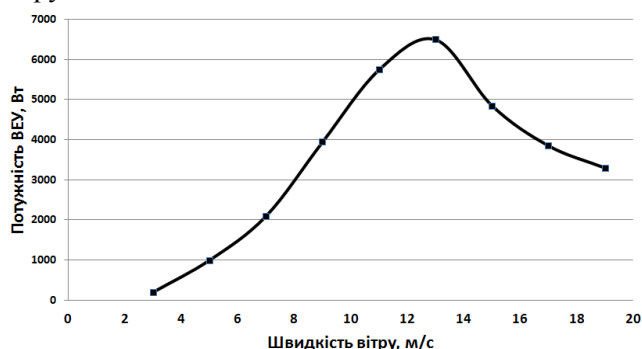


Рис. 1. Крива залежності потужності ВЕУ типу ZH5KW від швидкості вітру.

При використанні класичного методу зарядження тягової свинцево-кислотної АБ ємністю 100 А·год і напругою 120 В, що експлуатуються на електромобілях, від ВЕУ типу ZH5KW встановленою потужністю 5 кВт при класичному заряді використовується $W_{AB} = 6680,04$ кВт·год електричної енергії (рис. 2), тоді як сумарний показник виробітку складає $W_{ЗАГ} = 7716,02$ кВт·год. Використання низькопотенційної електричної енергії, виробленої ВЕУ при малих швидкостях вітру (а для ВЕУ даного типу це 1035,98 кВт·год), необхідно проводити шляхом застосування імпульсного режиму зарядження АБ, переваги

використання якого викладені в [5].

Враховуючи вимогу мінімальної обов'язкової тривалості зарядження АБ від ВЕУ 8 годин на добу, проведений розрахунок середньодобового показника виробництва електричної енергії, який показав, що ВЕУ потужністю 5 кВт у прийнятій місцевості встановлення (м. Біла Церква, Київська область) дає можливість забезпечити ефективний заряд акумуляторної батареї ємністю 100 А·год напругою 120 В протягом усього року за умови використання двох методів зарядження АБ – класичного постійнострумового та імпульсного (таблиця 1).

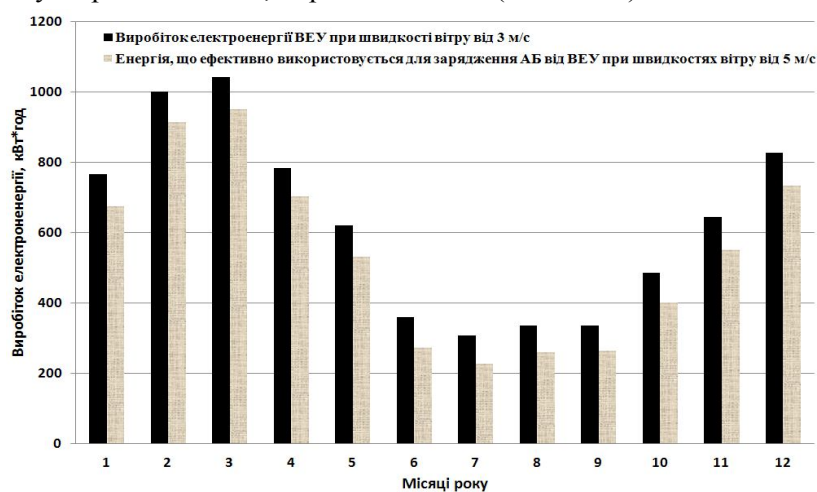


Рис. 2. Зведена діаграма виробітку електричної енергії ВЕУ типу ZH5KW та її використання для зарядження АБ по місяцях.

Таблиця 1. Зведені показники розрахунків середньодобового виробництва електричної енергії ВЕУ встановленою потужністю 5 кВт та енергії, що використовується для зарядження АБ ємністю 100 А·год та напругою 120 В класичним методом та імпульсним методом

Місяці року	Мінімальна необхідна кількість електроенергії для зарядження АБ ємністю 100 А·год, 120 В	Середньодобовий показник вироблення електроенергії ВЕУ (5 кВт) по місяцях, кВт·год	Середньодобовий показник використання електроенергії від ВЕУ при класичному методі зарядження АБ (5 кВт) по місяцях, кВт·год	Середньодобовий показник використання електроенергії від ВЕУ при імпульсному методі зарядження АБ (5 кВт) по місяцях, кВт·год
1	9,6	24,68	21,75	2,92
2		38,82	35,54	3,28
3		34,45	31,56	2,89
4		27,24	24,49	2,75
5		20,13	17,22	2,90
6		12,49	9,50	2,99
7		9,89	7,30	2,59
8		10,86	8,38	2,47
9		11,58	9,13	2,45
10		15,96	13,24	2,71
11		22,28	19,11	3,16
12		26,65	23,67	2,97
Середнє річне		21,14	18,3	2,84

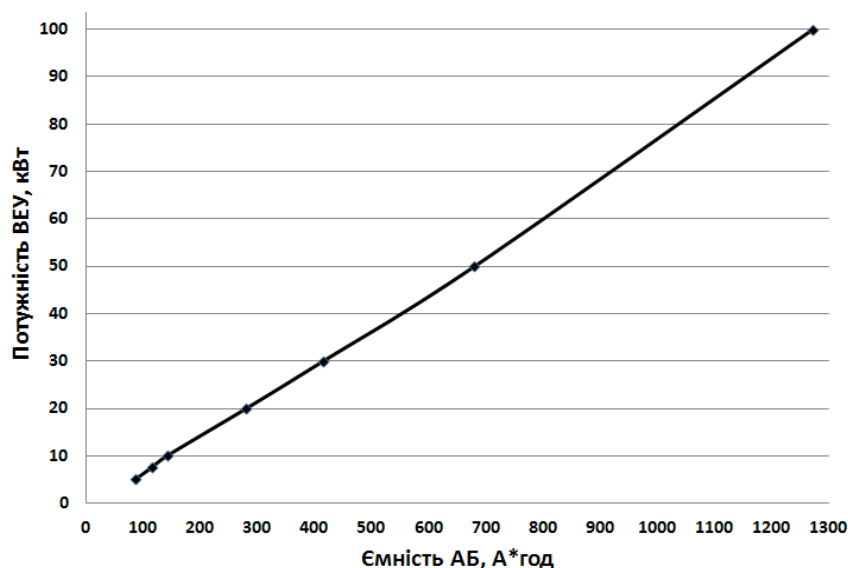


Рис. 3. Залежність потужності ВЕУ від ємності АБ електромобіля, що забезпечує необхідну для зарядження кількість енергії.

Аналіз наведених даних (таблиця 1) показує, що для виконання умови щодо обов'язкової кількості енергії, яку необхідно подати на заряд АБ щодоби (9,6 кВт·год/добу), протягом червня-вересня необхідне обов'язкове додаткове застосування імпульсного методу зарядження, тоді як протягом інших місяців виробленої енергії при швидкостях вітру більше 5 м/с достатньо для зарядження АБ класичним методом. Слід також враховувати, що застосування імпульсного методу зарядження АБ збільшить сумарний час заряду акумулятора. Однак, якщо розглянути режим роботи ВЕУ з точки зору ефективності використання виробленої нею енергії, то використання імпульсного методу зарядження акумуляторів підвищує показник використання енергії від енергогенеруючого джерела на 13,43%.

Аналогічно проведені розрахунки щодо вироблення електричної енергії ВЕУ різної встановленої потужності згідно запропонованого ряду (умова 4) для попередньо прийнятої місцевості (м. Біла Церква, Київська область), які показали подібні результати.

На основі проведених розрахунків отримано залежність між потужністю ВЕУ та ємністю АБ (рис. 3) з урахування метеорологічних умов місцевості (швидкості вітру), використання якої дозволяє провести вибір потужності ВЕУ в залежності від потреб електромобіля (різна ємність тягового акумулятора).

Висновки. 1. Проведені розрахунки режиму

роботи ВЕУ на зарядження АБ для різних значень встановленої потужності енергоджерела та різної ємності тягового акумулятора електромобіля, які показали схожі результати.

2. При розрахунках потужності ВЕУ, яка еквівалентна ємності АБ, необхідно враховувати її змінний характер як протягом доби, так і протягом року, що пояснюється стохастичним характером швидкості вітру.

3. У випадках недостатньої потужності ВЕУ в періоди малих швидкостей вітру необхідне застосування імпульсного методу зарядження АБ з урахуванням збільшення тривалості загального часу заряду акумулятора.

4. На основі отриманої залежності потужності ВЕУ від ємності АБ можна проводити вибір відповідного обладнання та устаткування в залежності від потреб ємності АБ електромобіля.

1. Бudyko В.І., Кудря С.О., Павлов В.Б. Концепція зарядження акумуляторної батареї електромобілю від фотоелектричної станції // Відновлювана енергетика. – 2014. – №1. – С. 5–10.

2. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Кудря С.О. – Підручник. – Київ: Національний технічний університет України ("КПІ"), 2011. – 495 с.

3. Електронний ресурс, джерело доступу: <http://www.windgenerator.cn/eproducts/61.html>

4. Електронний ресурс, джерело доступу: <http://www.polarisamerica.com/turbines>

5. Справочник по климату СССР. Украинская ССР : вып. 10. – Л. : Гидрометеорологическое издание, 1967. – (Ветер). – Ч. 3. – 696 с.