

УДК 620.92

Б. І. Мокін, д-р техн. наук, проф;
О. Б. Мокін, канд. тех. наук, доц.;
В. П. Базалицький, студ.

ВІТРОЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ВІДБОРУ ПОТУЖНОСТІ ВІТРОВИХ ПОТОКІВ, СТВОРЮВАНИХ ЕЛЕКТРОПОТЯГАМИ

Запропоновано два варіанти використання енергії вітрових потоків, що створюються електропотягами під час руху з установленою ВЕУ вздовж залізничної колії та на спеціальній платформі, яка під'єднується до електропотяга за його останнім вагоном.

Вступ

Використання вітрової енергетики останнім часом набуває все більшого розповсюдження як альтернатива основним видам енергії (енергія природних копалин, води тощо). Світові потужності вітроенергетики за період з 1996 по 2010 рік збільшилися більше, ніж у 32 рази і досягли сумарної потужності в 200 ГВт [5] (рис. 1). Провідними країнами, що використовують альтернативні джерела енергії, залишаються країни Європи, а саме: Германія (27 ГВт) та Іспанія (20,5 ГВт), але країни Європи не єдині, що вийшли на ринок вітроенергетики, оскільки країни Азії і Північної Америки також є уже досить вагомими гравцями на ринку відновлювальної енергії. Наприклад, США та Канада мають станом на кінець 2010 року майже 45 ГВт встановленої потужності, а азіатські країни — 66 ГВт, з яких 44 ГВт припадає на Китай. [1].

З графіка динаміки росту використання альтернативних джерел енергії, можна зробити висновок, що використання саме цих джерел є актуальним і сьогодні, і в майбутньому. Ця тенденція зумовлена тим, що встановленням вітроенергетичних вітроенергетичних установок (ВЕУ) можна суттєво знизити використання таких не відновлюваних джерел енергії, як нафта, вугілля і природний газ, та скоротити викиди оксидів азоту, з яких на ТЕС припадає 23,6 %, оксидів сірки — 78,5, та пилу — 41 % [2].

Одним з найважливіших факторів ефективного використання ВЕУ є наявність достатньої середньорічної швидкості вітру в регіоні, яка повинна в залежності від типу ВЕУ бути не нижчою за 5...7 м/с. Дивлячись на карту вітрів України, наведену в роботі [3], можна зробити висновок, що придатними для встановлення великопотужних ВЕУ у нашій державі є південний регіон і Карпати.

Однак, ще одним можливим та цікавим напрямком розвитку вітроенергетики, на нашу думку, може стати використання ВЕУ, встановлених стаціонарно вздовж залізничного полотна у спеціально виділених місцях та встановлених на спеціально обладнаних платформах, що включаються до складу електропотягів останнім вагоном.

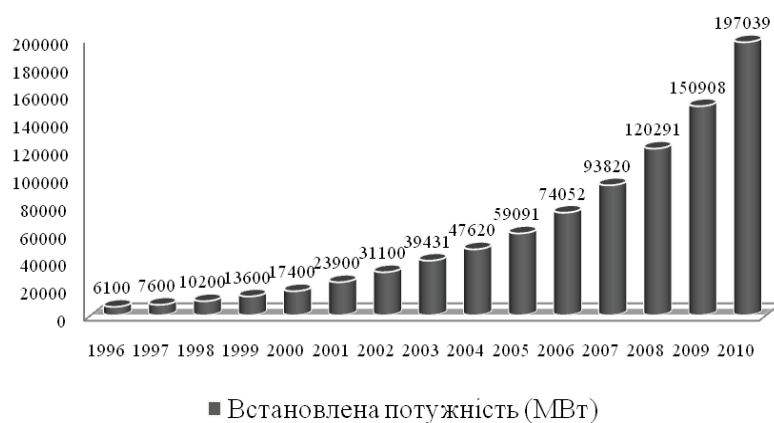


Рис. 1. Графік динаміки росту сумарної світової потужності вітрогенераторних установок

Розв'язання задачі

В роботі [4] під час комп'ютерного моделювання руху пасажирського потяга встановлено, що під час руху потяга, він створює досить високий тиск повітря на розташовані поруч об'єкти. Результати цього моделювання в роботі [5] були підтверджені експериментом. Тому метою нашої роботи є використання цього ефекту для отримання електроенергії.

Одним з можливих варіантів досягнення поставленої мети є встановлення ВЕУ вздовж шляху слідування потяга (рис. 2).

Очевидно, що в цьому випадку доцільним є використання вітрогенераторів з вертикальною віссю обертання, оскільки вертикально осьові ВЕУ на відміну від горизонтально осьових «захоплюють» вітер, що дме в будь-якому напрямку, і для цього їм не потрібно змінювати положення ротора у разі зміни напрямку вітрових потоків. Крім того важливим є те, що всі сегменти лопатей рухаються з однаковою кутовою швидкістю та закріплені з двох боків, що зміцнює конструкцію та покращує віброакустичні характеристики, що дуже важливо, оскільки ВЕУ не повинно створювати небезпеку для потягів та дискомфорт для їх пасажирів.

Енергія, яка буде вироблятися ВЕУ, розташованими уздовж залізничних шляхів, придатна для використання в допоміжних мережах залізничних шляхів (наприклад, засоби релейної аварійної автоматики, semaфори, системи контролю руху, освітлення шляхів), розташованими поблизу споживачами або буде віддаватися назад в мережу за допомогою спеціальних пристроїв, які будуть перемикаються на стаціонарну мережу в разі відсутності потужності на виході перетворювачів ВЕУ.

Ще одним з можливих варіантів використання ВЕУ на залізниці є створення вітроелектротехнічної платформи (ВЕТ-платформи) залізничного потяга (рис. 3), яка буде під'єднуватися до електропотяга за його останнім вагоном.

Основною перевагою запропонованого пристрою у порівнянні з варіантами встановлення ВЕУ на даху вагонів або перед лобовою частиною електровоза, запропонованими в роботі [6], є використання енергії вихрів, що відірвалися від останнього вагона електропотяга внаслідок його руху, а тому енергія контактної мережі не витрачається на подолання опору повітряного потоку (рис. 4), оскільки перетворюється в електроенергію лише енергія тих вихрових потоків, які виникають за останнім вагоном електропотяга незалежно від того, є там платформа з ВЕУ чи немає. Розміщення вітрогенераторів у кілька рядів дозволяє ефективно використовувати повітряні потоки за різних швидкостей руху електропотяга. Так за низької швидкості електропотяга, коли вихрові потоки слабші і надходять лише на найближчу до останнього вагона пару вітрогенераторів, лише ця пара вітрогенераторів і включається в роботу. Зі збільшенням швидкості електропотяга вмикається наступна пара і так аж до підключення в роботу останньої, що дозволяє оптимально використовувати діючі на платформі вихрові потоки. Саме така «платформована» система ВЕУ забезпечує використання однієї системи випрямлення, стабілізації і інвертування для всієї групи вітрогенераторів, що встановлені на ВЕТ-платформі для узгодження частоти струму генератора і частоти струму в контактній мережі.

Ще однією вагомою перевагою є безпечність та комфортність такої ВЕТ-платформи для пасажирів. Як було сказано вище, ВЕТ-платформа розміщена за потягом і тому не створює для пасажирів такого дискомфорту як шум, вібрація. Також не потрібно змінювати конструкції вагонів, що є дуже витратним і складно втілюваним проектом, за ідеєю викладеною в роботі [6]. Конструкція платформи забезпечує її використання у складі електропотяга, незалежно від того — пасажирський він чи вантажний.

На ВЕТ-платформі для забезпечення неможливості їх перекидання через створюваний вітряками гіро-

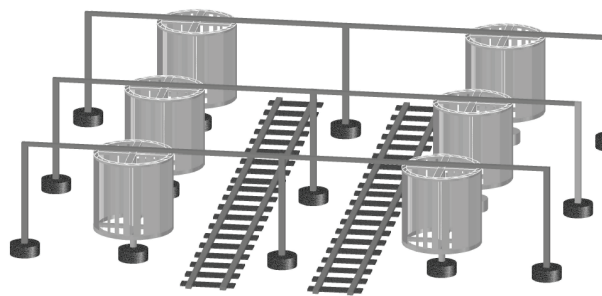


Рис. 2. ВЕУ, розміщені вздовж шляху слідування потягу

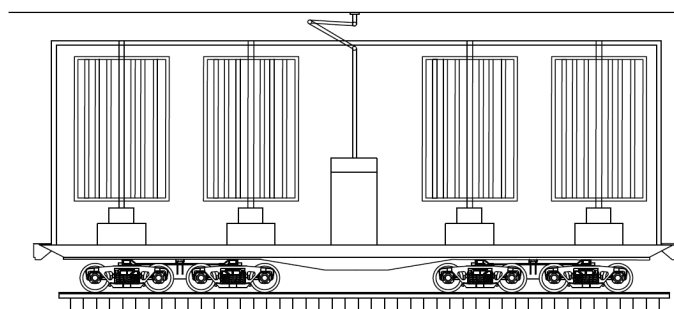


Рис. 3. ВЕТ-платформа залізничного електропотяга, вигляд збоку

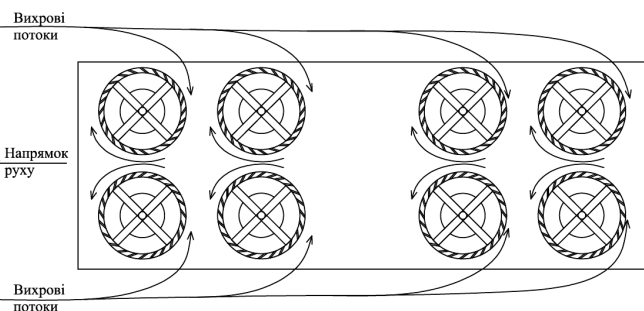


Рис. 4. Графічна інтерпретація впливу вихрових потоків на ВЕУ ВЕТ-платформи

скопічний ефект пропонується встановлювати вітроколеса парами з їх обертанням в протилежних напрямках, що забезпечує сумарний нульовий момент перекидання. Більше того, обертання кожної пари вітроколес в протилежних напрямках створює ефект «підштовхування» платформи, зменшуючи загальну силу опору рухові електропотяга. Отже, за допомогою цієї ВЕТ-платформи можна буде з користю використати енергію, яка зараз втрачається.

Не менш перспективним є використання ВЕУ в тунелях залізничного сполучення та метро, де потяги фактично «штовхають» перед собою повітряні маси, надаючи їм великої швидкості та, відповідно, енергії, яку можна відібрати за допомогою вітроустановок, змонтованих у спеціальних відгалуженнях уздовж тунелів.

Розглянемо тепер питання оцінки потужності, яку можна буде відібрати у повітряного потоку, створеного електропотягом під час руху. Як відомо [7], основною залежністю щодо використання енергії вітру є

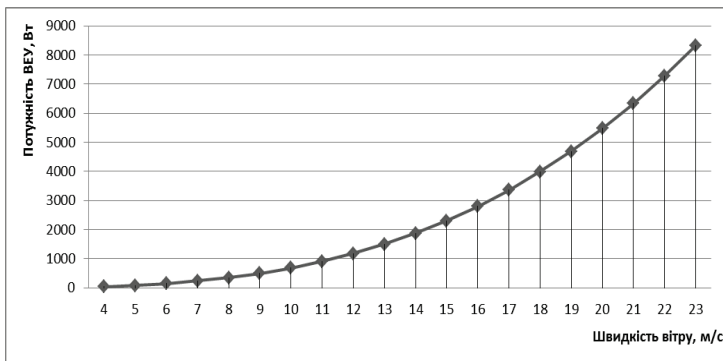


Рис. 5. Графік залежності потужності вітру від швидкості руху потяга для площі міделевого перерізу ВЕУ 4 м²

$$P_{\text{в}} = \xi \rho \frac{SV^3}{2}, \quad (1)$$

де ρ — питома густина вітрових мас ($\rho = 1,14 \text{ кг/м}^3$); ξ — коефіцієнт використання вітру ($\xi = 0,3$); S — площа міделевого перерізу ВЕУ ($S = 4 \text{ м}^2$); V — швидкість вітру.

Користуючись цим співвідношенням, можна вивести залежність потужності ВЕУ від швидкості руху вітрових мас за електропотягом. Один із варіантів графіка цієї залежності показаний на рис. 5.

Висновок

В роботі запропоновано два варіанти використання енергії вітрових потоків, що створюються електропотягом під час руху. За першим із цих варіантів пропонується використовувати вітроелектротехнічні комплекси вздовж залізничного полотна, особливо в тунелях, а за другим варіантом вітроелектротехнічні установки пропонується встановлювати на спеціальній платформі, що приєднується до електропотяга за його останнім вагоном.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Global wind report, Global Wind Energy Council, Brussels — 2011. — С. 7—15.
2. Костюковський Б. А. Напрямки забезпечення екологічних вимог по викидах забруднювачів у повітря в тепловій енергетиці України / С. В. Шульженко, Т. П. Нечасва // Проблеми загальної енергетики. — 2009. — № 20. — С. 14—17.
3. Дмитренко Л. В. Вітроенергетичні ресурси в Україні / С. Л. Барандіч // Наук. праці УкрНДГМІ. — 2007. — Вип. 256.
4. Samuel Holmes. High-speed passenger and intercity train aerodynamic computer modeling / Samuel Holmes, Martin Schroeder, Elton Toma // The 2000 International Mechanical Engineering Congress & Exposition. — 2000. — P. 33—38.
5. Robert A. MacNeill Measurement of the aerodynamic pressures produced by passing trains / Robert A., Samuel Holmes, Harvey S. Lee // Proceeding of the 2002 ASME/IEEE Joint Rail Conference. — 2002. — P. 41—45.
6. Пат. 2406628 Російская Федерация, МПК В61С3/00. Электропоезд экологически чистый и безопасный для людей и окружающей природы / Сердечный А. С., Сердечный А. А. — 2008147775/11, заявл. 03.12.2008 ; опубл. 20.12.2010.
7. Янсон Р. А. Ветроустановки / Р. А. Янсон — М. : изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. — 38 с.

Рекомендована кафедрою відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів

Стаття надійшла до редакції 27.06.11
Рекомендована до опублікування 30.06.11

Мокін Борис Іванович — професор, **Мокін Олександр Борисович** — завідувач кафедри.

Кафедра відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів

Базалицький Вадим Павлович — студент Інституту магістратури, аспірантури та докторантури.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця