

¹Гальченко З.С., аспірантка спеціальності 131 Прикладна механіка

¹Науковий керівник: Медведєва О.О., д.т.н., с.н.с. т.в.о. зав. відділу екології освоєння природних ресурсів

²Демченко О.О., аспірант спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

²Науковий керівник: Ніколенко М. В., д.х.н., проф. завідувач кафедри аналітичної хімії та хімічної технології харчових добавок та косметичних засобів

¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна;

²Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна)

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК. ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІТРУ

Обмеженість природних паливних ресурсів для традиційної енергетики, постійне зростання тарифів на електроенергію та негативний вплив традиційних джерел енергії на довкілля створюють широкі можливості для впровадження відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, біомаса тощо. Згідно даних ГС «УВЕА» за 2021 р. вітроенергетика була другою, після сонячної енергетики, в національному секторі відновлювальних джерел енергії. Загальна встановлена потужність використання вітроенергетичних установок (ВЕУ) на кінець 2021 року склала 1672,9 МВт. До початку війни на території України працювали 34 вітроелектростанції (ВЕС) або 699 вітрових турбін [1]. Сьогодні велика частина ВЕС знаходяться на окупованих територіях, але існує перспектива використання малих ВЕУ з вертикальною віссю обертання на територіях з досить низькими швидкостями вітру. Наприклад, Кривбас є перспективним регіоном для використання ВЕУ на породних відвалах [2, 3]. Основні переваги розвитку вітроенергетики: вітроенергетика сприяє розвитку економіки; використання ВЕУ може значно підвищити енергетичну незалежність для підприємств або окремих регіонів; вітроенергетика – це «зелена енергетика», тому її використання значно знижує екологічне навантаження на навколишнє середовище.

Для систематизації характеристик вітрової енергії в певному регіоні з метою її ефективного використання складається вітровий кадастр. Він враховує: середньорічну швидкість вітру; річний та добовий хід вітру; повторюваність швидкостей вітру; повторюваність напрямків вітру; питому потужність і питому енергію вітру; вітроенергетичні ресурси району. Джерелами отримання вихідної інформації є:

1) метеостанції, на яких здійснюються виміри всіх кліматологічних параметрів, в тому числі швидкості вітру, зазвичай 4 рази на добу. На сучасних метеостанціях виміри здійснюються за 8 румбами (багаторічні спостереження);

2) метеостанції безперервного спостереження, як правило, встановлюються на ділянках, які готуються для встановлення ВЕУ;

3) аерологічні станції (зонди та шари), що періодично запускаються на різні висоти.

Розглянемо енергетичні характеристики вітру. До енергетичних характеристик відносять валовий, технічний і економічний потенціали [4].

Валовий потенціал вітрової енергії регіону – це частина середньо багаторічної сумарної вітрової енергії, яка доступна для використання на площі регіону протягом одного року. Валовий потенціал регіону складає сума валових потенціалів зон, що складають цей регіон. Валовий потенціал визначається формулою (1):

$$W_B = 0,025 \cdot \rho \cdot T \cdot S \cdot \sum_{i=1}^n v_i^3 \cdot t_i, \quad (1)$$

де ρ – щільність повітря, кг/м³; $T = 8760$ – кількість годин в році; S – площа території, м²; v – середньо багаторічна швидкість вітру в діапазоні i ; t – вірогідність знаходження швидкості в діапазоні i .

Технічний потенціал вітрової енергії регіону – це сумарна електрична енергія, яка може бути отримана в регіоні від використання валового потенціалу вітрової енергії при сучасному рівні розвитку технологічних засобів і дотриманні екологічних норм. Технічний потенціал регіону складає сума технічних потенціалів зон, що складають цей регіон.

Технічний потенціал залежить від параметрів ВЕУ, середньорічної швидкості вітру в зоні на висоті верхівки ВЕУ, а також частини площі зони, яка придатна для встановлення ВЕУ. Технічний потенціал визначається за формулою (2):

$$W_T = \frac{W_B \cdot C_p \cdot \eta_r \cdot \eta_p \cdot S_T}{S}, \quad (2)$$

де C_p – коефіцієнт використання енергії вітру, який залежить від швидкості вітру, приймається рівним 0,2; η_r та η_p – відповідно ККД генератора та редуктора ВЕУ, значення яких можна прийняти рівним 0,9; S_T – площа зони (регіону) на якій, з урахуванням технічних та екологічних факторів, можливе встановлення ВЕУ.

Економічний потенціал вітрової енергії регіону – це величина річного надходження електричної енергії в регіоні від використання ВЕУ, отримання якої економічно виправдане для регіону при існуючому положенні та рівні цін на будівельні роботи, обладнання, виробництво, транспортування і розподіл енергії і палива та дотриманні екологічних норм. Економічний потенціал регіону складає сума економічних потенціалів зон, що складають цей регіон.

На основі аналізу даних щодо відводу площ для розміщення ВЕУ і технічних характеристики ВЕУ у провідних країнах приймається, що технічний потенціал регіону складає близько 2% від його валового потенціалу, а економічний потенціал складає 0,5% від технічного потенціалу цього регіону [1, 4].

Вітрова енергетика є одним із видів відновлювальних джерел енергії, які мають низьку вартість. Широке використання ВЕУ сьогодні пов'язано з їх економічною ефективністю і екологічними факторами. Обґрунтування параметрів ВЕУ, її розмірів, типу, можливої кількості електроенергії проводиться з урахуванням техніко-економічних розрахунків і інженерного проектування, а також місця розташування об'єкта енергоспоживача і природно-кліматичних характеристик регіону. Кількість вітрової енергії, яку можна отримати, характеризується технічним вітроенергетичним потенціалом, що залежить від швидкості вітру і виду ВЕУ. За основу беруться середні багаторічні значення швидкостей вітру на висоті флюгера, перераховані на висоту розташування ВЕУ.

Список використаних джерел:

1. ГС «Українська вітроенергетична асоціація». URL: <http://uwea.com.ua> (дата звернення: 17.03.2025).
2. Півняк Г., Шкрабець Ф., Нойбергер Н., Циленков Д. Основи вітроенергетики: підручник. Дніпропетровськ : НГУ, 2015. 335 с.
3. Medvedieva O.O., Larionov H.I. and Halchenko Z.S. To the selection of technology parameters for the use of renewable energy sources on man-made disturbed lands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2024. Issue 1319. P. 012011. doi:10.1088/1755-1315/1319/1/012011.
4. Medvedieva O.O., Halchenko Z.S., Shustov O.O. and Akhmetkanov D.K. Prospects for use of man-made disturbed lands in mining regions for the location of renewable energy sources facilities. *Geo-Technical mechanics Interdepartmental collection of scientific works*. 2023. Issue 165. P. 17-26. DOI: <https://doi.org/10.15407/geotm2023.165.017>.