

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 8th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VIII Міжнародної науково-практичної конференції

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Фармак



ISSN 2786-4898

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки збройних сил України
Публічне акціонерне товариство «Фармак»
Управління освіти Шосткинської міської ради
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 8th International Research and Practical Conference

CHEMICAL TECHNOLOGY: SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VIII Міжнародної науково-практичної конференції
**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**

(м. Шостка, 27-29 листопада 2024 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2024

УДК 66.01

Редакційна колегія:

Головний редактор Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н., доцент.

Заступник головного редактора Павленко О.В., завідувач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Скуба Ю.Г. фахівець кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету.

Члени редакційної колегії:

Кравець В.Г. – професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н;

Тур О.М. – доцент кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Тимофіїв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.;

Пригара І.О. – ст. викладач кафедри економіки та управління, к.е.н.

Збірник наукових праць VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 27 - 29 листопада 2024 року. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 242 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництв та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництв різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування в умовах війни.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Наукові праці учасників конференції подаються в авторській редакції.

© Шосткинський інститут
Сумського державного університету, 2024
© Сумський державний університет, 2024

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ

І.О. Махненко¹, В.А. Потаскалов², Н.Є. Власенко², І.В. Коваленко²

¹Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона

²Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» м. Київ, Україна

ivan.makhnenko@gmail.com

У наш час високорозвинуті країни з вагомою часткою світового населення споживають значну кількість наявної електроенергії, понад 70% якої виробляється за допомогою викопного палива [1, 4, 5, 7]. Згідно з прогнозами економічного зростання на наступні кілька десятиліть, якщо весь світ продовжить використовувати викопне паливо так і надалі, як сьогодні, то можна очікувати різке підвищення забруднюючих викидів разом із зростанням цін на викопні енергоносії. Зважаючи на такі тривожні міркування та зростаючу кількість екологічних проблем, особливо глобальне потепління, приходить усвідомлення того, що слід докладати значно більших зусиль задля вивчення будь-яких нових відновлюваних джерел енергії, які могли б стати на заміну традиційним видам палива.

На відміну від гідроенергії, яка вже протягом понад сто років успішно використовується для виробництва електроенергії, енергія вітру нещодавно набула статусу однієї з найбільш економічно практичних, а також технічно та екологічно найперспективніших з усіх нових видів відновлюваної енергії. Протягом останніх двох десятиліть вітроенергетика спостерігала бурхливий розвиток завдяки сприятливим економічним умовам та розвитку турбінних технологій [4]. Хоч і енергія вітру є відновлюваним й екологічно-чистим енергоносієм, що робить її придатною для задоволення стрімко зростаючого попиту на електроенергію в багатьох країнах, що розвиваються, але про справжнє значення та потенціал вітроенергетики в найближчому майбутньому відомо набагато менше.

Сучасний стан вітроенергетики. Вітер наповнений кінетичною енергією – молекулами в русі, які можна використовувати, щоб змусити інші молекули рухатися, наприклад, для роботи водяних насосів у вітряних млинах, або використовувати для стиснення газу та перетворення його в електрику [4]. У цьому напрямі вітрогенерація, зокрема, поставила нові виклики для планування та роботи енергосистеми через неконтрольовану природу вітру, складність прогнозування та неможливість зберігання отримуваної енергії. Повністю оцінити глобальні ресурси вітрової енергії складно, але деякі розрахунки та звіти [1-4, 7] показують зростаючий у світі попит на вітроенергетичні об'єкти та ефективність їх використання у таких країнах як США, Китай, Німеччина, Великобританія і Данія. З точки зору загальної встановленої потужності вітроенергетики є провідною технологією відновлюваної енергії після гідроенергетики. Станом на кінець 2023 року потужність вітроенергетики в усьому світі перевищила значення у 1 ТВт, пройшовши довгий шлях з 1982 року (Рис. 1) [5, 7].

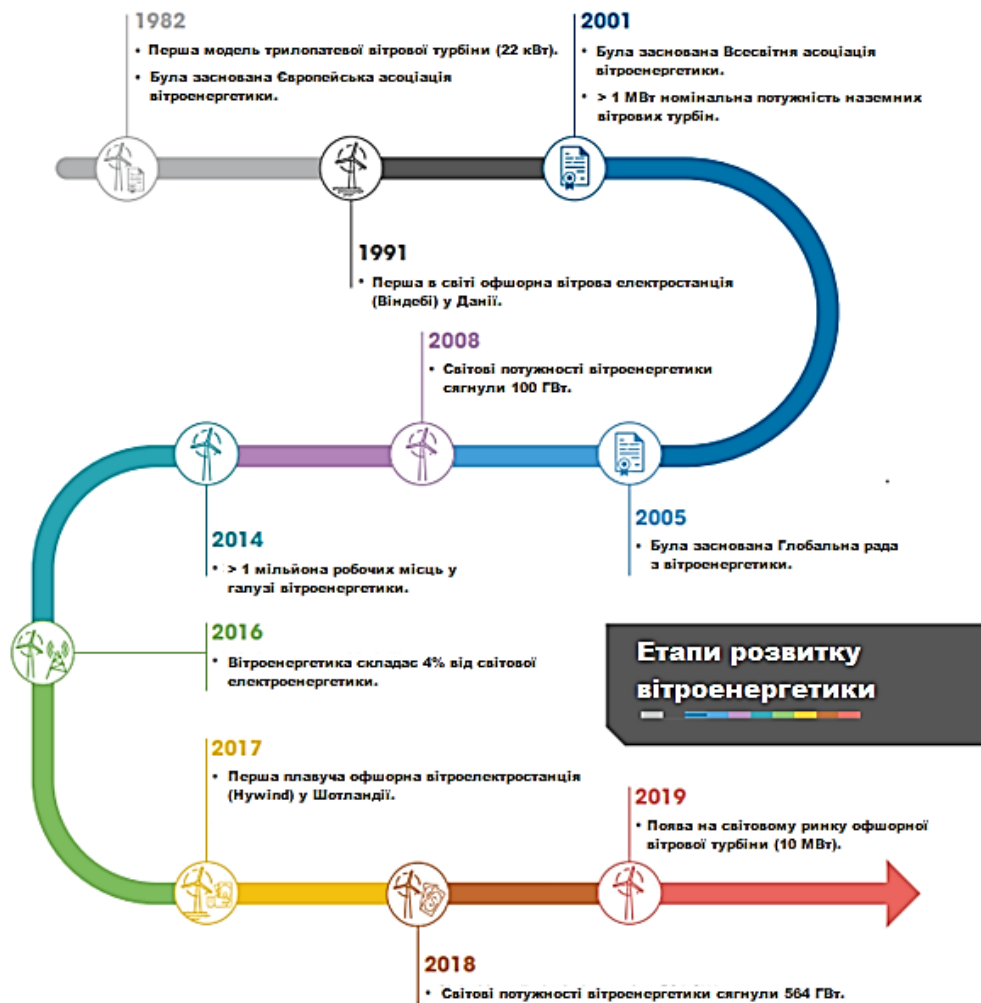


Рисунок 1. Етапи розвитку світової вітроенергетики у період з 1982 по 2019 р. [5]

Незважаючи на фінансову складову, можна побачити, що вітроенергетичний потенціал на Землі є достатнім для задоволення всіх потреб світу в електроенергії. Однак фактично придатний для використання потенціал є значно нижчим, оскільки він сильно залежить від великої кількості різноманітних чинників: економічних, екологічних, технологічних та регулятивно-правових (Рис.2) [1, 3-7].

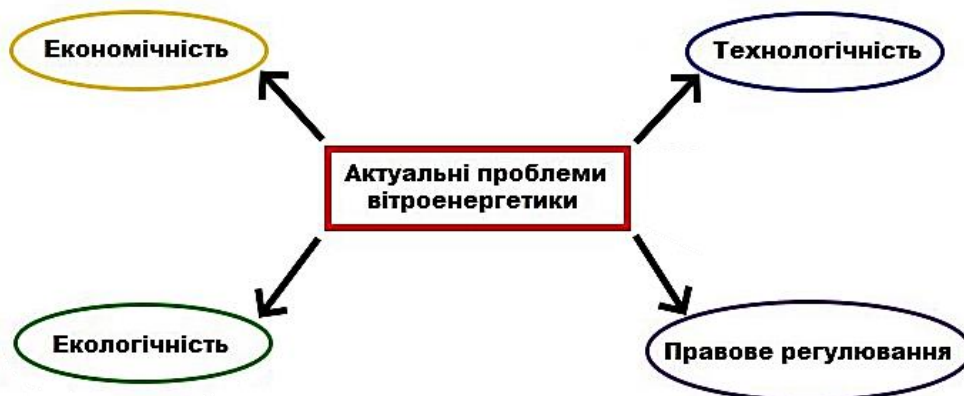


Рисунок 2. Актуальні проблеми світу у впровадженні енергії вітру

Оцінка придатних для використання вітрових ресурсів кожної окремої країни вимагає не стільки загальної мапи вітрів, скільки точної карти вітрових станцій, задіяних в енергосистемі. Цього можна досягти, проводячи систематичну реєстрацію швидкості та напрямку вітру в потенційних районах розташування вітрових установок. Саме тому вітрові турбіни об'єднують у групи, які називаються вітряними електростанціями, тим самим збільшуючи їх номінальну потужність [4]. Найбільшою в світі вітряною електростанцією є вітряна ферма Ганьсу у однойменній провінції на півночі центральної частини Китаю, яка складається з 3500 вітрових турбін із загальною номінальною потужністю в 10 ГВт [7]. Для порівняння, багато традиційних теплових електростанцій виробляють 200...300 МВт, а найбільші вугільні та атомні електростанції – від 2000 до 3000 МВт. Як можна зрозуміти, енергія вітру приносить величезну користь глобальному навколишньому середовищу, але на неї також накладаються певні обмеження, аби шкода від встановлення та подальшої експлуатації вітроенергетичної інфраструктури знаходилась у допустимих міжнародними стандартами межах.

Фактори впливу вітроенергетики на кліматичні зміни. Згідно з останнім звітом про зміни клімату [6] прогнозується, що середня температура поверхні Землі зросте на 1,5...3 градуси Цельсія протягом періоду з 2030 по 2100 рік, а значення рівня моря підвищиться на 0,3...1 метра. Це і є наслідками широкого використання викопного палива та збільшення викидів парникових газів в атмосферу. Щоб оцінити масштаб забруднення CO₂ та навіть уникнути високих рівнів Міжнародним агентством з відновлюваної енергії (IRENA) було запропоновано декілька підходів [5], в яких вітер відіграє важливу роль у забезпеченні надійного та стійкого середовища, будучи одним із ключових елементів у планах перетворення енергії.

IRENA дослідив варіанти розвитку глобальної енергетики з двох основних точок зору до 2050 року в рамках видання звіту про глобальну енергетичну трансформацію за 2019 рік [5]. Перший – це енергетичний шлях, визначений поточною та запланованою міжнародною політикою, а другий – більш чистий, сприятливий до клімату варіант, що базується в основному на амбітних, але досяжних заходах з енергоефективності відновлюваних джерел енергії. Зменшення пов'язаних з генерацією енергії викидів CO₂ лежить в основі наведеного способу перетворення енергії. Як повідомляє їхнє дослідження, зростаюча стурбованість світової спільноти щодо зміни клімату і наслідків забруднення навколишнього середовища для здоров'я, а також наростаюча енергетична криза в останні десятиліття призвели до необхідності використання альтернативних, низьковуглецевих технологій, таких як відновлювані джерела енергії, які прокладуть шлях до трансформації глобального сектору електроенергетики. В підтвердження цьому слугують прогнози Глобальної ради з вітроенергетики за 2024 рік [7], згідно з якими до 2050 року наземні та офшорні вітрові установки вироблятимуть більше однієї третини (35%) загальної потреби людства в електроенергії, ставши одним з основних джерел генерації.

Висновки. Таким чином, вітроенергетика, як одна з ключових галузей відновлюваної енергії, є необхідною для реалізації глобальної енергетичної трансформації відповідно до світових стандартів.

Однак, незважаючи на доступність наявної технології, яка може бути швидко розгорнута у великих масштабах, вітроенергетичні проекти все ще

стикаються з серйозними обмеженнями, що перешкоджає їхньому подальшому розвитку та процесу комерціалізації. З широким впровадженням енергії вітру у сучасну енергосистему світу пов'язана ціла низка проблем з технічної, економічної, екологічної та правової точок зору. Відповідно до актуальних експертних оцінок та прогнозів існуючі проблеми вітроенергетичної галузі можуть повністю або частково зникнути у наступні три десятиліття.

Отже, відновлювані джерела енергії відіграють важливу роль у досягненні енергетичної безпеки, покращенні доступу до електроенергії та зменшенні впливу споживання викопного палива на навколишнє середовище.

Список літературних джерел

1. Sesto, E. (1999). Wind energy in the world: Reality and prospects. *Renewable Energy*, 16(1-4), 888–893. doi:10.1016/s0960-1481(98)00298-5.
2. Novaes Menezes, E. J., Araújo, A. M., & Bouchonneau da Silva, N. S. (2018). A review on wind turbine control and its associated methods. *Journal of Cleaner Production*, 174, 945–953. doi:10.1016/j.jclepro.2017.10.297.
3. Sadorsky, P. (2021). Wind energy for sustainable development: Driving factors and future outlook. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125779. doi:10.1016/j.jclepro.2020.125779.
4. Rahaman, Khan & Hassan, Quazi. (2011). Prospects and challenges of wind energy: A comprehensive anatomy. *Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering 2011 (ICME2011) 18-20 December 2011, Dhaka, Bangladesh*.
5. IRENA (2019), *Future of wind: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects (A Global Energy Transformation paper)*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
6. IPCC, 2023: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
7. GWEC's *Global Wind Report 2024*. <https://gwec.net/global-wind-report-2024/>