

МЕГАПРОЕКТИ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ: ТОП СВІТОВИХ РЕКОРДІВ

Антипчук Богдан
викладач спеціальних дисциплін
Житомирський агротехнічний фаховий коледж
м. Житомир, Україна

Анотація. Глобальна енергетика нині переживає переломний етап, значення якого складно недооцінити. У першій половині 2025 року відбулася довгоочікувана трансформація, яку експерти прогнозували протягом десятиліть: уперше в історії відновлювані джерела енергії забезпечили більший обсяг виробництва електроенергії, ніж вугілля, фактично витіснивши головний рушій індустріальної епохи. Цей прорив виглядає ще більш значущим на тлі стрімкого зростання глобального попиту на електроенергію, спричиненого розвитком штучного інтелекту, розширенням дата-центрів та поступовою електрифікацією всіх сфер людської діяльності [4].

Сонячна та вітрова енергетика розвиваються такими темпами, що вже здатні покривати зростаючий світовий попит на електроенергію. Це свідчить про нову фазу, коли чисті джерела енергії починають йти в ногу з потребами людства.

Статистика є промовистою: у першій половині 2025 року світове споживання електроенергії зросло приблизно на 369 терават-годин порівняно з аналогічним періодом минулого року.

Водночас сонячні та вітрові станції забезпечили додаткові 403 терават-години, що означає – приріст відновлюваних джерел не лише покрив підвищений попит, а й перевищив його. Це дало змогу трохи скоротити використання вугілля та газу й зменшити глобальні викиди CO₂ на 12 мільйонів тон, навіть попри зростання попиту [8].

У цій статті буде розглянуто найбільші станції відновлювальної енергетики у світі.

Ключові слова: відновлювальна енергетика, енергія сонця, енергія вітру, електроенергія, електростанція, гідроенергетика, перовскітні сонячні панелі.

Світ дедалі більше потребує електроенергії, а разом із цим зростає й вимога до появи джерел, які будуть водночас надійними, безпечними та доступними за вартістю.

Ключова технологічна перевага відновлюваних джерел енергії полягає в їхній гнучкій модульності та здатності масштабуватися. На відміну від традиційних електростанцій, що потребують значних інвестицій і тривалого будівництва, сонячні та вітрові установки можна реалізовувати у будь-якому масштабі. Принцип роботи однієї панелі на даху і гігантського сонячного парку в пустелі є однаковим, що відкриває можливості як для локального, так і для централізованого виробництва енергії та точного врахування потреб конкретних регіонів.

Важливим чинником розвитку нетрадиційної енергетики також є суттєве підвищення енергоефективності. Сучасні вітрові турбіни завдяки більшій висоті маточини та збільшеній площі ротора здатні генерувати значно більше електроенергії за аналогічних вітрових умов, ніж установки десятирічної давності.

До того ж собівартість виробництва сонячних модулів істотно знизилася. Якщо кремнієві елементи потребують температур понад 1000 °C для процесів очищення та кристалізації, то перовскітні сонячні елементи виготовляються з особливих матеріалів з кристалічною структурою для перетворення світла на електрику при температурах нижче 150 °C, що забезпечує близько 90% економії енергії, що дає їм шанс стати майбутнім фотоелектрики.

Надзвичайно цікаво дослідити діяльність найбільших у світі генеруючих електроенергію станцій з відновлювальних джерел енергії.

І так, комплекс вітроелектростанцій Ганьсу (Gansu Wind Farm, або Jiucuan Wind Power Base) – найбільший у світі вітровий енергетичний проєкт, розташований у провінції Ганьсу, Китай. Цей комплекс постійно

розширюється, встановлена потужність – близько 10,45ГВт, планова потужність – до 20 ГВт, що робить його найбільшим у світі комплексом вітроелектростанцій [2].

Вартість проєкту оцінюється у 17,5 млрд доларів. Основна проблема полягає в тому, що місцевий попит на електроенергію значно нижчий за вироблені обсяги, тому енергія переважно постачається до східних регіонів Китаю, а частина експортується до сусідніх країн – Бутану, Непалу та Індії. У перспективі планується більш ніж удвічі збільшити потужність комплексу [2].



Рис. 1. Невелика частина величезної вітроелектростанції в провінції Ганьсу [2]

Hornsea One – найбільша та найпотужніша офшорна (морського базування) вітрова електростанція у світі на момент введення в експлуатацію. Вона розташована за 120 км від узбережжя Великої Британії та охоплює площу у 407 км², що перевищує територію таких держав, як Мальдіви та Мальта.

Її потужність становить 1,2 ГВт, вона має 174 турбіни Siemens Gamesa по 7 МВт кожна. Ця електростанція виробляє достатньо електроенергії, щоб забезпечити 1 млн британських домогосподарств. Діяльність цієї станції забезпечує 600 робочих місць.

Як зазначає керівник Стефан Хунінгс, одного повного обертання такої турбіни достатньо, щоб забезпечити електроенергією середній будинок протягом доби. На реалізацію проєкту уряд Великої Британії інвестував близько 730 мільйонів доларів [6].

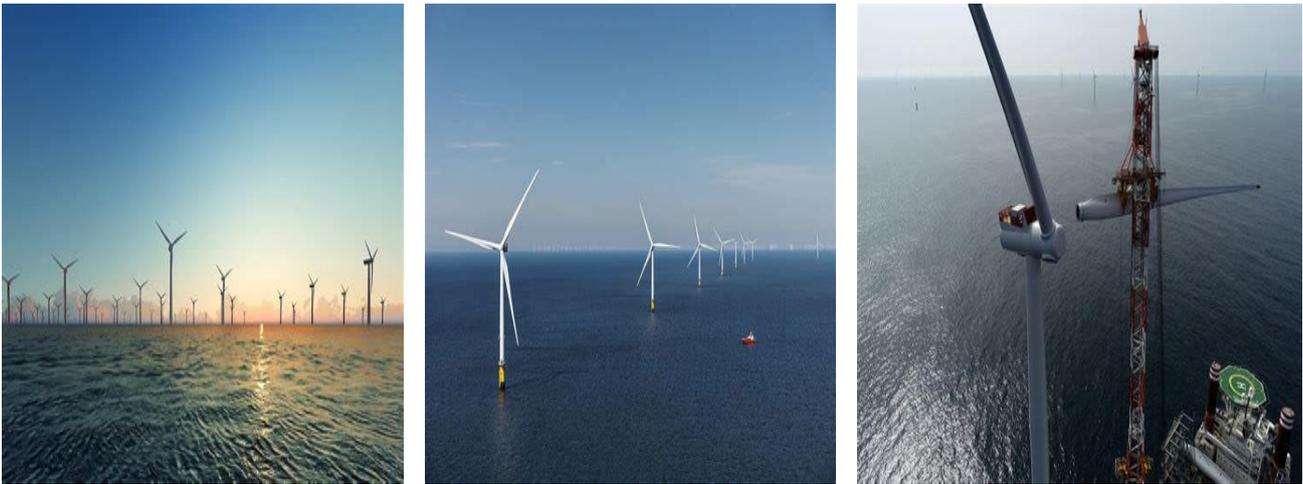


Рис. 2. Ось як виглядає Hornsea One – гігантський вітропарк у Північному морі [6]

Гребля «Три ущелини» – найбільша гідроелектростанція у світі, розташована на річці Янцзи, нижче за течією від трьох ущелин, в провінції Хубей, Китай. Вона була запущена в експлуатацію офіційно у 2003 році. За типом це є гравітаційна гребля, висота якої – 181 м, довжина – 2335 м, об'єм дамби – 27,2 млн м³ бетону. Вартість її становить близько 31,8 млрд доларів. Вона має потужність понад 22,5 ГВт, що робить її найбільшою гідроелектростанцією у світі. Об'єм її резервуару становить 39,3 км³ [3].

Кожна з основних гідротурбін має потужність 700 МВт, а їхня кількість становить 32. Для забезпечення роботи самої станції додатково використовуються два генератори по 50 МВт. Сукупна встановлена потужність греблі сягає 22 500 МВт [3].

Ця гребля забезпечує електроенергією десятки мільйонів домогосподарств у Китаї. Вона покращує судноплавство на Янцзи завдяки створенню глибокого водосховища також контролює рівень води та зменшує ризик катастрофічних паводків. Проте цей проєкт критикують через екологічні та соціальні наслідки, а саме: переселення понад 1,3 млн людей, вплив на біологічне різноманіття та культурну спадщину [3].



Рис. 3. Гідроелектростанція «Три ущелини» [3]

Oyster Wave Energy System – це інноваційна технологія перетворення енергії хвиль у чисту електроенергію, розроблена компанією Aquamarine Power.

Хвильова електростанція «Oyster Wave Energy System», розташована біля узбережжя міста Повуа-де-Варзін у північній Португалії, є першою у світі комерційною станцією такого типу. Її конструкція нагадує «змію», наполовину занурену у воду, довжиною 150 м та шириною 3,5 м. Хвилі, накочуючись на цю структуру, створюють коливання, які перетворюються на електроенергію. Одна турбіна генерує 0,75 МВт, а три встановлені установки забезпечують сумарну потужність 2,25 МВт при вартості проєкту 13 млн доларів США. У майбутньому планується збільшення потужності до 21 МВт [10].

«Oyster Wave Energy System» має вигляд великої підводної стулки (флапа), закріпленої на морському дні неподалік узбережжя. Це масивна металева конструкція, схожа на прямокутну панель або «дверцята», яка коливається під дією хвиль. З боку система виглядає як ряд великих металевих «пластин», що ритмічно рухаються разом із хвилями. Це поєднання інженерної споруди та природної динаміки моря створює враження, ніби океан сам «працює» на виробництво електроенергії.

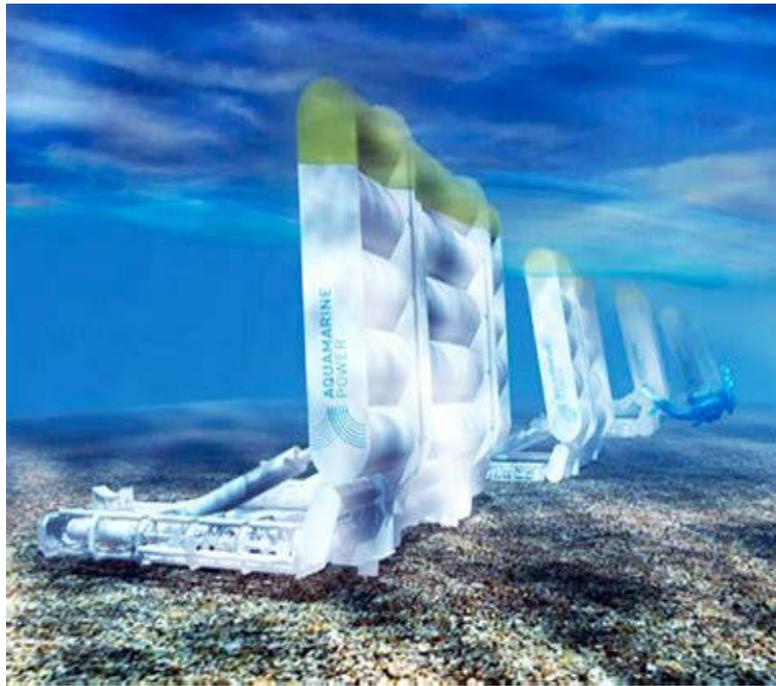


Рис. 4. Система Oyster Wave Energy System [10]

Solar Energy Generating Systems (SEGS) – це найбільший у світі комплекс сонячних теплових електростанцій, розташований у пустелі Мохаве, Каліфорнія, США. Будівництво стартувало у 1983 році, перші станції введено в експлуатацію у 1984 році. Початково комплекс складався з дев'яти станцій із загальною потужністю 354 МВт, 936 384 параболічних дзеркальних колектори концентрують сонячне випромінювання для нагрівання теплоносія, який виробляє пару для турбін [5].

Геотермальна електростанція «Гейзер» найбільший у світі комплекс геотермальних станцій, розташований у Каліфорнії, США. Розташована в окрузі Сонома та Лейк, Каліфорнія, приблизно 115 км на північ від Сан-Франциско, займає площу близько 120 км² (29 000 акрів), це комплекс з 22 діючих геотермальних електростанцій, її потужність близько 1590 МВт. Геотермальні поклади розташовані за 116 км на північ від Сан-Франциско та охоплюють площу 79 км². Їхня енергія забезпечує близько 60% електричних потреб північного узбережжя Каліфорнії [1].



Рис. 5. Сонячна «ферма» у пустелі Мохаве [5]

У Фінляндії діє «Oy Alholmens Kraft» – найпотужніша біоенергетична станція світу. Основним паливом є деревина та торф, а кам'яне вугілля використовується як резерв. Станція генерує 265 МВт електрики, 60 МВт тепла для міських мереж і ще 100 МВт для паперового виробництва. Щогодини вона спалює до 1000 м³ біопалива. Гігантський котел заввишки 40 м має ширину 8,5 м біля основи та 24 м нагорі. Щодня сюди прибуває близько 120 вантажівок із паливом.

Orbital O2 – це найбільш потужна у світі приливна турбіна, розроблена шотландською компанією Orbital Marine Power. Вона введена в експлуатацію у 2021 році та встановлена біля Оркнейських островів (Fall of Warness) у Північному морі. Це плавуча приливна турбіна з двома горизонтальними роторами, вона має потужність понад 2 МВт, що робить її найпотужнішою діючою приливною турбіною у світі. Принцип передачі енергії: кабель підводного з'єднання передає електрику до місцевої мережі, забезпечуючи чисту енергію для громад Оркні [7].

У 1994 році на затоці Сихва в Південній Кореї звели греблю, покликану захистити сільськогосподарські угіддя від руйнівних повеней. Перед проектом стояли дві основні цілі: осушення прибережних територій для їхнього подальшого використання та створення резервуару прісної води, необхідної для зрошення наявних і майбутніх полів. Та реалізація задуму виявилася не такою

успішною, як очікувалося.

Згодом після спорудження греблі стало очевидно, що вода у водосховищі швидко забруднюється й уже невдовзі виявилася непридатною для використання в сільському господарстві. Водночас процес «освоєння нових земель», отриманих завдяки осушенню частини акваторії, проходив успішно – площа затоки між берегом і греблею скоротилася з 43 до 30 км² [9].

А у 2011 році греблю вирішили використати з користю: саме на її основі було зведено найбільшу у світі приливну електростанцію.

Припливна електростанція на озері Сіхва в Південній Кореї є найбільшою в світі припливною електростанцією потужністю 254 МВт, яка з моменту відкриття в 2011 році виробляє близько 552 ГВт·год електроенергії на рік. Вона використовує силу припливів та відпливів, перетворюючи її на електроенергію за допомогою турбін, і замінила французьку електростанцію «Ля Ранс» на позиції світового лідера [9].



Рис. 6. Найбільша у світі Сихвінська припливна електростанція [9]

У нинішніх умовах значення відновлюваної енергетики у світі є надзвичайно великим. Природні ресурси мають обмежений запас, а відкриття нових родовищ може тривати роками. Водночас станції, що працюють на відновлюваних джерелах, майже не шкодять довкіллю, а деякі взагалі не

спричиняють забруднення. Тому для людства логічним і правильним шляхом є повний перехід на «чисту» енергію. Проте головна складність полягає в тому, що сучасні об'єкти відновлюваної енергетики поки що не здатні забезпечити електроенергією весь світ. Саме тому необхідно постійно вдосконалювати вже існуючі станції та паралельно будувати нові.

Постійне вдосконалення та будівництво нових станцій відновлюваної енергетики створить енергетичну безпеку для кожної країни, зменшить залежність від викопного палива, знизить викиди CO₂ та задовольнить зростаючі потреби у електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Великі гейзери. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D1%96_%D0%B3%D0%B5%D0%B9%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B8
2. Вітрова електростанція Ганьсу. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gansu_Wind_Farm
3. Десять цікавих фактів про найбільшу гідроелектростанцію світу «Три ущелини»: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/10-cikavikh-faktiv-pro-naybilshu-gidroelektrostanciyyu-svitu-tri-uschelini
4. Історичний момент: відновлювані джерела випередили вугілля. URL: <https://www.dw.com/uk/istoricnij-moment-vidnovluvalni-dzerela-energii-virivautsa-vpered/a-74282312>
5. Найбільша у світі сонячна електростанція знаходиться в пустелі Мохаве штату Каліфорнія. URL: <https://alternative-energy.com.ua/najbilsha-u-sviti-sonyachna-elektrostancziya-znahoditsya-v-pusteli-mohave-shtatu-kaliforniya/>
6. Найбільша у світі морська вітряна електростанція Hornsea One. URL: <https://ecotech.news/energy/144-najbilsha-u-sviti-morska-vitryana-elektrostantsiya-hornsea-one-fotoreportazh.html>
7. Сім найпотужніших припливних турбін світу, що генерують мегавати під водою. URL: <https://interestingengineering.com/energy/the-top-7->

largest-tidal-turbines

8. Тиха революція: як відновлювані джерела енергії трансформують виробництво електроенергії в усьому світі. URL: <https://xpert.digital/uk>

9. Як в Південній Кореї ненароком вирішили побудувати найбільшу припливну електростанцію у світі. URL: <https://nevsedoma.com.ua/uk/575340-jak-v-pivdennij-koreji-nenarokom-virishili-pobuduvati-najbilshu-prilivnu-elektrostantsiju-v-sviti-5-foto.html>

10. Design of the Next Generation of the Oyster Wave Energy Converter / L. Cameron, R. Doherty, A. Henry, K. Doherty, J. Van 't Hoff, D. Kaye and D. Naylor, S. Bourdier, T. Whittaker // The 3-rd International Conference on Ocean Energy (6 October). Bilbao, 2010. Pp. 1, 5-7.