

## ІНТЕГРАЦІЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ГАЗОВУ ПРОМИСЛОВІСТЬ

В статті розглядається напрями інтеграції відновлювальної енергетики в газотранспортну систему. Розглядається та описується перспективи впровадження відновлювальних технологій на об'єктах газотранспортної системи України. Основна увага сконцентрована на пошуку альтернативних джерел енергоресурсів для транспортування газу, а саме використання водню, застосування фотоелектричних панелей, вітрогенераторів. За результатами аналізу встановлено, що інтеграції відновлювальних джерел енергії в нафтогазову промисловість є актуальною задачею.

**Ключові слова:** газотранспортна система України, електроенергія, декарбонізація, нафтогазові компанії, відновлювальна енергетика.

**Вступ.** Питання можливості використання відновлюваних джерел для вироблення необхідної, наразі, є досить актуальним у всьому світі. В останні десятиліття у багатьох країнах діяли спеціальні державні програми підтримки розвитку технологій створення та використання відновлюваних джерел електроенергії.

Одним із способів задовольнити зростаючий попит на енергію та енергоємність виробництва, а також досягти допустимих показників викидів, є інтеграція технологій відновлюваної генерації в нафту та газ. Нафтогазова промисловість, враховуючи свою розосередженість та віддаленість від джерел енергії об'єктів, має довгу історію інтеграції відновлюваної енергії в свою діяльність. Одним із найперших комерційних застосувань сонячних фотоелектричних панелей було їх використання у 1970-х роках в попереджувальних сигнальних лампах морських нафтових установок [3]. Відновлювані джерела енергії можуть зменшити шумові ефекти, мінімізувати викиди та підвищити безпеку.

Враховуючі світові тенденції розвитку енергоринку, можна прогнозувати поступову трансформацію виробничої діяльності нафтових компаній в напрямку зростання обсягів використання відновлювальної енергетики.

**Мета та завдання дослідження.** Дослідити можливість впровадження технологій відновлювальної енергетики в газотранспортну систему, з метою підвищення надійності електропостачання (створення резервних потужностей), а також декарбонізації технологічних процесів газової галузі. Дослідження факторів, що впливають на доцільність впровадження відновлювальних технологій в газотранспортну систему України.

**Матеріал і результати досліджень.** Впродовж останніх років посилюються світові тенденції розвитку та використання для виробництва електричної енергії відновлюваної енергетики (рисунок 1). Особливої актуальності використання відновлювальних джерел набуває на об'єктах критичної інфраструктури, віддалених від джерел енергії і для яких за критеріями надійності необхідно створити резервні джерела живлення.

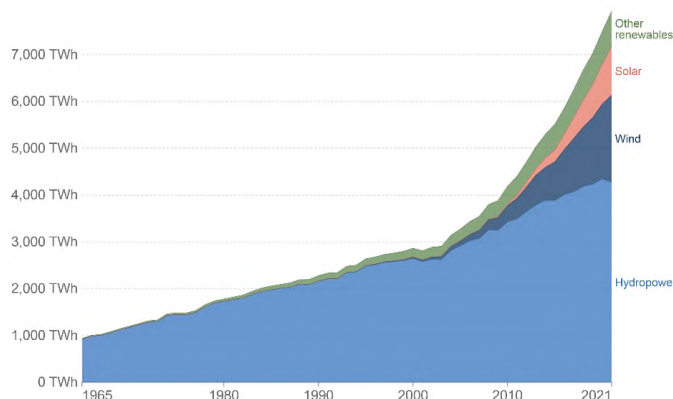


Рисунок 1 — Генерація відновлюваної енергії, Світ [1]

Розвиток відновлюваної енергетики України демонструє стабільну тенденцію зростання (таблиця 1). Потужність об'єктів електроенергетики України, які використовують відновлювані джерела енергії для виробництва електричної енергії, у 2019 році склала 4,722 ГВт. Протягом 2020 року було додатково введено в експлуатацію об'єктів відновлюваної енергетики потужністю 1,95 ГВт, а у 2021 році — ще близько 1,45 ГВт.

Таблиця 1 — Динаміка введення в експлуатацію об'єктів генеруючих потужностей на ВДЕ [2]

Технологія ВДЕ	Приріст ВДЕ відносно попереднього року за період 2016-2021 рр., МВт					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ВЕС	10,9	27,9	60,6	636	86,2	562
СЕС	98,9	300,4	466,4	2565,9	1807,2	2222
БіоЕС	10,2	34,3	1,8	43,8	57	77
Мікро-, міні- та малі ГЕС	н/д	5,4	1,9	4,4	6,6	0,9

Сьогодні ми спостерігаємо продовження трансформації нафтогазових компаній в напрямку декарбонізації світової енергетики. Сучасний енергоринок відзначається поступовим переходом від політики, яка підтримує видобуток нафти і газу, до дестимулювання використання викопних ресурсів на користь залучення замінних технологій і палива і, особливо, відновлюваної енергії. Нафтогазова галузь перебуває під дедалі більшим тиском з боку урядів, інвесторів та громадськості з метою підтримки декарбонізації енергетичної системи. Світові лідери нафтогазової галузі диверсифікують напрямки своєї діяльності шляхом поєднання в єдиній організаційній структурі технологій традиційної та відновлюваної енергетики. Зважаючи на стрімкий розвиток відновлювальної енергетики аналіз процесів інтеграції нетрадиційних джерел енергії в нафтогазову промисловість є актуальною задачею[3].

Поєднання технологій нафтогазової та відновлювальної енергетики в рамках однієї компанії дозволяє залучити переваги та мінімізувати окремі недоліки застосування обох напрямків виробництва енергії. Дві форми енергії у багатьох відношеннях взаємно доповнюють одна одну. Наприклад, виробництво електроенергії спалюванням природного газу має низькі капітальні витрати та значні витрати на паливо, тоді як генератори відновлюваної енергії мають вищі капітальні витрати, але зазвичай нульові витрати на паливо. Ще одна причина створення компаній з паралельним існуванням двох напрямків виробництва енергії полягає в можливості комбінованого використання одного і того ж обладнання, привод якого здійснюється як за допомогою відновлюваних джерел енергії, так і шляхом спалювання традиційних вуглеводнів.

Використання відновлюваних джерел енергії, має місце в окремих процесах газової промисловості:

- буріння свердловин;
- газовидобуток;
- електропостачання вздовж трасових споживачів магістрального газопроводу;
- живлення автоматичних систем аварійного закриття;
- живлення пунктів антикорозійного захисту трубопроводів на основі електрохімічного захисту (ЕХЗ);
- живлення автоматичних систем аварійного керування запірною арматурою;
- живлення систем освітлення на компресорних станціях;
- дистанційного вимірювання.

Україна володіє потужною системою транспортування газу (рисунок 2), яка являє собою інтегровану мережу газопроводів і відводів, пов'язаних між собою технологічними трубопроводами. Це дає змогу для широкого вибору щодо застосування відновлювальних джерел енергії на об'єктах галузі.

Досвід тривалого виробництва і постачання енергоносіїв, наявна інфраструктура та кваліфіковані трудові ресурси дозволяють нафтогазовим компаніям використовувати обладнання відновлювальної енергетики поряд з традиційним устаткуванням для газовидобутку.



Рисунок 2 - Газотранспортна система України

Привод одного і того ж обладнання як за допомогою відновлюваних джерел енергії, так і шляхом спалювання традиційних вуглеводнів дозволяє залучити переваги та мінімізувати окремі недоліки застосування обох напрямків виробництва енергії. Використання відновлюваної енергії може забезпечити нафтогазові компанії надійними джерелами енергії для виробництва вуглеводнів на об'єктах, розташованих у віддалених районах. При цьому забезпечується живлення систем дистанційного моніторингу і керування нафтогазовими об'єктами.

Розглянемо особливості різних відновлювальних джерел з метою їх ефективного використання на регіональних об'єктах газової галузі України.

**Воднева енергетика** – один із видів відновлювальної енергії, що застосовується у сучасному світі, розвивається і має перспективи у майбутньому. Водень є найпоширенішою речовиною на Землі, а продуктом згоряння водню є вода, тому він має універсальне використання і відсутність шкідливих викидів, як при згорянні традиційного палива.

Для ефективною заміни природного палива водневим найбільш доцільним є застосування технологій отримання водню з води, що практично невичерпного джерела водню. Окрім дешевого та економічного джерела отримання водню, має бути вирішена проблема його зберігання, транспортування та використання. Необхідно створювати нові або у крайньому випадку адаптувати наявні енергетичні схеми та установки до водню, який значно відрізняється за теплофізичними параметрами традиційних видів палива.

Впродовж останніх років вченими було проведено дослідження шахтних полів: Томашівська площа, Лисичанські купола в Донецькому басейні, шахти Степова, Лісова у Львівсько-Волинському басейні. Високі концентрації водню виявлено на всіх досліджуваних площах відпрацьованих і діючих шахт Донбасу і Львівсько-Волинського басейну. Перспективним об'єктом не лише у плані видобутку нафти, газу, біогазу але й водню та гелію, є Дніпровська-Донецька Западина.

Отже, даний вид енергії позитивно вплине на екологічне становище в Україні, а також на планеті в цілому. На рисунку 3 показані перспективні площі України, для видобування водню.

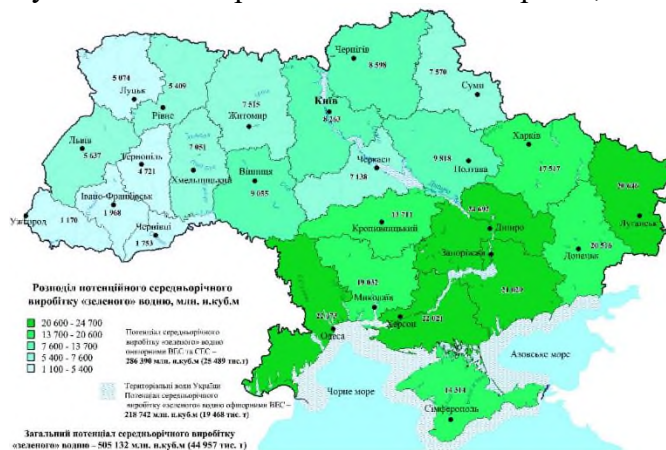


Рисунок 3 — Розподіл потенційного середньорічного виробітку водню [6]

**Вітрова електроенергетика.** Можливість використання вітроенергетики як джерела живлення передбачає відповідні природні умови у регіоні розміщення установок. Звичайно, найбільш очевидні зони для їх монтажу – це прибережні зони, пагорби, височини і навіть гори невеликої висоти, де потужність вітрового потоку найбільша (максимальна кількість днів на рік). Так як існує ряд технологічних обмежень для роботи вітрогенератора, для постійного та ефективного функціонування даної установки потрібні дотримання кількох умов. Найважливіші з них – певні межі швидкостей вітру (як правило, це значення має перебувати в інтервалі від 3 до 25 м/с), а також сталість доступності вітряної енергії вітрового потоку, оскільки вітроустановці необхідні безперервні умови для функціонування. Ці умови мають суттєво більше значення для генерації енергії, ніж потужність вітру, що є в тому чи іншому регіоні. Розподіл вітрових енергетичних ресурсів України м/с наведено на рисунку 4 [6]. Найбільший потенціал встановленої потужності та виробітку ВЕС мають Дніпропетровська, Херсонська, Одеська та Запорізька області. Південь України має доступ до української газотранспортної системи, яка сьогодні розглядається як варіант транспортування «зеленого» водню.

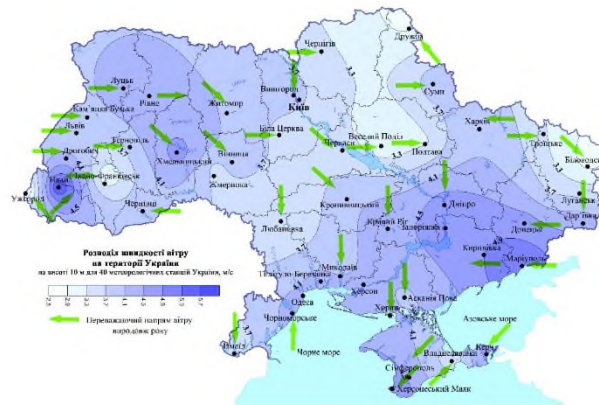


Рисунок 4 - Розподіл швидкості вітру на території України [6]

Використання енергії морських вітрів легко поєднується з досвідом експлуатації нафтових глибоководних платформ, що робить привабливою можливість диверсифікації напрямків вироблення енергії для світових лідерів традиційної нафтогазової галузі. Прикладом використання обладнання відновлювальної енергетики на суходутних нафтогазоносних ділянках є встановлення вітрогенераторів на родовищах Західного Техасу (рисунок 5 б).



а) дистанційний моніторинг та регулювання режиму роботи технологічних трубопроводів (компанія AmerescoSolarSolutions); б) нафтовий насос і вітрові турбіни на нафтовому родовищі у Західному Техасі  
Рисунок 5 - Розміщення обладнання відновлювальної енергетики на нафтогазоносних ділянках

**Сонячна енергетика** заснована на перетворення енергії сонця в електричну на фотоелементах, є найбільш динамічно розвивається галуззю відновлюваної енергетики в світі. Потенціал розвитку сонячних систем теплопостачання найперше залежить від рівня сонячного випромінювання та кількості сонячних днів в регіоні. Для України, показник середньорічної сонячної радіації коливається в межах від 800 до 1400 кВт·год./м<sup>2</sup> залежно від регіону (рисунок 6). Найбільший потенціал встановленої потужності та виробітку СЕС мають Херсонська, Одеська, Запорізька області та АР Крим.

Енергія сонячних панелей може використовуватись для живлення комп'ютерних систем, які забезпечують функціонування дистанційної телеметрії, дистанційного вимірювання, керування запірною арматурою (рисунок 5 а), інжекторними насосами та іншим обладнанням.

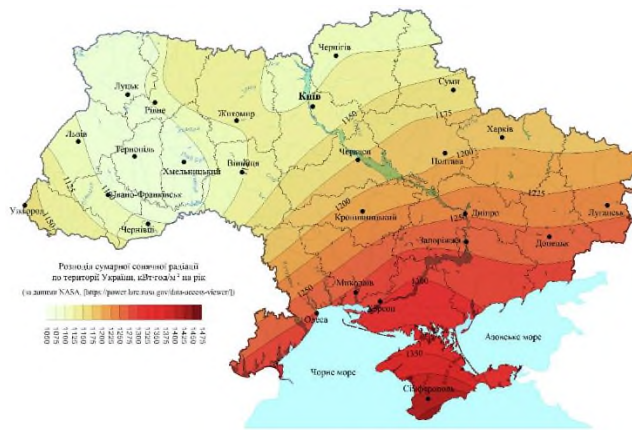


Рисунок 6 - Розподіл сумарної сонячної радіації на території України [6]

Контролер системи захисту здійснює дистанційне включення та виключення обладнання сонячного колектора та забезпечує його роботу в режимі заряджання батарей, віддачі електроенергії та в режимі очікування і запобігання саморозрядженню. Десятки тисяч надійних дистанційних систем електропостачання працюють по всій Америці та на Близькому Сході у всіх нафтогазовидобувних регіонах, мінімізуючи витрати на технічне обслуговування та експлуатацію. Завдяки перевіреним і широким можливостям, попит на це інтегроване технологічне рішення продовжує зростати.

Найпривабливішими з точки зору використання відновлювальних джерел енергії є південь України. Середньорічний рівень сонячної радіації в південних областях складає близько 1400 кВт·год./м<sup>2</sup>, а середньорічна швидкість вітру 4,1 м/с. При даних умовах, потужність сонячних батарей становить 10 кВт, а вітрогенераторів – 15 кВт [7]. Ця потужність дозволить повністю покрити графік навантаження електроспоживання: аварійної засувки; живлення систем освітлення на компресорних станціях; вздовж трасових споживачів магістрального газопроводу; пунктів антикорозійного захисту трубопроводів на основі електрохімічного захисту (ЕХЗ). Слід зазначити, що об'єкти газової галузі, є частиною критичною інфраструктури та відносяться до 2-ої категорії, тому при генерації електроенергії, за рахунок відновлюваних джерел, неможливо повністю відмовитись від резервного джерела живлення.

**Висновок.** Застосування інноваційних технологій з використанням ВДЕ на об'єктах газотранспортної системи надасть імпульс розвитку високотехнологічного виробництва в Україні, створить нові робочі місця, буде стимулювати підготовку висококваліфікованих фахівців у цій галузі. Крім цього, зросте інвестиційна та репутаційна привабливість українських компаній для зарубіжних партнерів та інвесторів, що широко використовують потенціал ВДЕ для вирішення проблем енергозабезпечення промисловості та населення своїх країн.

Розробка систем електропостачання лінійних споживачів на основі ВДЕ має проводитися з урахуванням розташування об'єкта, складу та потужності його електроприймачів, а також рівня розвитку енергетичної інфраструктури в регіоні. Енергосистеми на базі ВДЕ мають технічну перспективу використання переважно в тих районах, де вітрові та сонячні потенціали досить високі для вироблення електроенергії. Впровадження комбінованої енергосистеми на базі ВДЕ для електропостачання споживачів лінійної частини газопроводів на віддалених територіях з високою вітровою активністю дозволить знизити капітальні витрати, за рахунок виключення будівництва дорогих мереж електропостачання.

#### Список використаних джерел

1. Our World in Data [Electronic resource]. URL: <https://ourworldindata.org/renewable-energy> (accessed: 12.11.2022).
2. Диспетчерська інформація НЕК "Укренерго" [Електронний ресурс]. URL: <https://ua.energy/divalnist/dyspetcherska-informatsiya/> (дата звернення: 12.11.2022).
3. Паневник О.В. Аналіз процесів інтеграції технологій відновлюваної енергетики в нафтогазову промисловість. Prospecting and Development of Oil and Gas Fields. – 2021. – С. 7-15.
4. Бобро Д.Г. Розвиток низьковуглецевої енергетики як ключовий елемент сталого розвитку України. Національний інститут стратегічних досліджень: аналітична записка. 18.12.2018. 22 с. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/rozvitoknizkovuglecevoi-energetiki-yak-klyuchoviyelement-stalogo>.
5. Багрій І. Д., Гожик П.Ф., Репкін А.А. Обґрунтування пошукової технології водневих скупчень та геодинамічних явищ (нафтогазоносні райони, шахтні поля). Національна академія наук України. Геологічний журнал інституту геологічних наук. – 2019. – №2. – С. 11.
6. Кудрі С.О. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України. – 2020.
7. Суслев К.В., Шушпанов И.Н., Воронцов Д. В. Использование возобновляемых источников энергии для питания собственных нужд нефтепровода. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2018. – С. 70-79.