СТВОРЕННЯ ОСНОВИ ВОДНЕВОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ КЛІМАТИЧНОЇ НЕЙТРАЛЬНОСТІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Андрій ЯВОРСЬКИЙ,
к.т.н., доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
andrii.yavorskyi@nung.edu.ua

Максим КАРПАШ,
д.т.н., професор
Університет Короля Данила
maksym.karpash@ukd.edu.ua

Назарій-Андрій СОРОКА,
асистент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
nazarii-andrii.soroka@nung.edu.ua

Розвиток водневих технологій є одним з ключових напрямків для досягнення цілей Європейського зеленого курсу та переходу Європи до кліматично нейтральної економіки. Відповідно, Європейський союз сприяє активному поширенню даного палива та інноваціям у цій сфері. Мета – стати лідером ринку водневих технологій та створити до одного мільйона нових робочих місць. [1] Ця політика також поширюється на співпрацю з країнами Східного енергетичного співтовариства, до яких входить і Україна. Важливо відзначити, що Україна доєдналась до Європейського зеленого курсу та має зобов'язання щодо зниження рівня викидів парникових газів. Уряд України затвердив також у 2021 році оновлений національно визначений внесок до Паризької угоди, згідно з яким держава зобов'язується зменшити рівень викидів парникових газів на 65% від рівня 1990-го року. [2]

Для країн ЄС (Польща, Угорщина, Словаччина, Румунія), області яких входять до карпатського регіону, як і для відповідних областей України притаманні спільні риси, що сформували розвиток транспорту, промисловості та енергетики як основних чинників впливу на довкілля. Наприклад, складність гірського рельєфу і відповідний рівень необхідних інвестицій не дозволив здійснити 100% перехід залізниці на електричну тягу, що призвело до використання значної кількості дизельного пального для потягів. Відсутність розвиненої промислової інфраструктури регіону як потужного споживача електричної енергії не дозволяє повністю реалізувати потенціал спорудження об'єктів відновлюваної енергетики (сонячних та вітроелектростанцій).

Водень є одним з рішень актуального питання забезпечення енергетичної безпеки та підвищення надійності енергосистеми загалом. Це зумовлене зменшенням залежності від імпорту енергоносіїв, а також можливістю розподіленої генерації поблизу центрів споживання. Так, внаслідок обстрілів Росією ТЕС,ТЕЦ та ГЕС, розподілена генерація СЕС домогосподарств допомагає забезпечити резервним живленням об'єкти критичної інфраструктури, такі як амбулаторії, лікарні тощо. [3] Перевагою «зеленого» водню є також можливість його міжсекторального застосування і зниження рівня викидів у секторах економіки, які важко декарбонізувати (транспортний сектор, металургія та виробництво цементу).

У регіоні наявна надзвичайно розвинута газотранспортна система зі значними за обсягами газовими сховищами, проте переживає період занепаду через значне падіння місцевого видобутку природного газу і появу альтернативних шляхів експорту природного газу до основних споживачів на теренах ЄС. Це призводить до росту безробіття і стимулює відтік кваліфікованої робочої сили з карпатського регіону. Створення газоводневих сумішей та їх транспортування газовими мережами створить умови для притоку інвестицій та модернізації обладнання, стимулюючи появу високооплачуваних професій. Ділянки трубопровідної системи, що не експлуатуються, мають також потенціал для накопичення палива. У 2020-му році було проведено дослідження герметичності газорозподільних мереж регіону при транспортуванні сумішей з концентрацією водню до 100%. Результати показують, що наявна суттєва негерметичність в системах з високим тиском (0,3 МПа), а для систем низького тиску – незначна або «або схована за сильною залежністю низького тиску від зміни температури» [4].

Газотранспортна система України також має значний потенціал для транспортування інших відновлюваних газів, таких як біометан та синтетичний газ. Перш за все, молекули даних газів значно більші, ніж молекула водню, а отже, менш схильні до витоків. Проте, водень відіграє в даному сценарії не менш важливу роль. При виробництві біометану, утворюється вуглекислий газ, який можна уловлювати, [5] і за допомогою водню внаслідок термохімічних реакцій перетворити накопичений CO_2 у синтетичний газ. Такий підхід не потребує значних капіталовкладень для оновлення наявної газотранспортної системи, оскільки характеристики синтетичного газу, по суті, ідентичні характеристикам метану.

Негативним для рекреаційного та туристичного потенціалу карпатського регіону є застосування кам'яного вугілля як палива для потреб теплових електростанцій і теплоелектроцентралей, опалення будівель та виробництва цементу. Відповідно, запровадження податку на викиди вуглекислого газу (Carbon Border Adjustment, CBA) спричинить в недалекому майбутньому значні додаткові видатки для підприємств, що використовують «брудну» енергію. [6]

Відповідними інструментами зміни для карпатського регіону в плані кліматичної нейтральності однозначно має бути енергетична ефективність та відновлювана енергетика. Проте, як відомо, джерела відновлюваної енергетики не можуть бути надійною основою енергосистеми без відповідних акумулюючих та балансуючих потужностей. Саме «зелений» водень можна використовувати для балансування електричної мережі та як засіб сезонного накопичення енергії. Водень може забезпечити короткочасну гнучкість мережі, оскільки електролізери можуть реагувати на надлишки електроенергії з відновлюваних джерел та зменшувати навантаження на мережу, стабілізуючи таким чином систему. У години високої генерації з відновлюваних джерел енергії (сонця, вітру), надлишкову електроенергію можна використовувати для виробництва водню. Цей зелений водень можна зберігати протягом тривалого часу і у години високого попиту (пікові години) забезпечити додаткове виробництво електроенергії.

Також, вбачається заміна дизельних потягів на неелектрифікованих ділянках на електричні потяги, де електрика надходить не з контактної мережі а отримується шляхом перетворення водню і кисню з атмосфери в паливних елементах. Викидів шкідливих речовин в атмосферу, як у дизельних двигунів, при цьому немає - як результат електрохімічної реакції в паливному елементі у довкілля виділяється тільки вода. Водневі потяги уже розпочали експлуатувати, зокрема і в Німеччині. Наприклад, регіональний залізничний оператор LNVG замінив дизельні локомотиви на потяги з електричною тягою, зажививши привід від водневих паливних елементів. Такий залізничний транспорт здатен проїхати 1000 км без дозаправки. [7]

Опцією також може слугувати використання ДВЗ на газоводневих сумішах як тягового механізму потягів. Такий підхід дозволить споживати природний газ як один з найчистіших видів викопного палива, проте зі значно нижчим вуглецевим слідом. Багато досліджень проводиться також у напрямку розробки ДВЗ на чистому водні. Аналіз різних конструкцій ДВЗ для водневих потреб наведений, зокрема, і в працях SAE. [8] Деякі автовиробники протягом останніх років ведуть активну роботу над двигунами внутрішнього згорання. Так Toyota створила автомобіль Corolla Cross H2 з 1,6-літровим трициліндровим турбодвигуном. Продовжуючи розвиток водневих ДВЗ, Toyota розробляє у партнерстві з Yamaha 5-літровий V-8 двигун. [9] З допомогою водню та паливних комірок, або двигунів на газоводневих сумішах чи на чистому водні можна декарбонізувати громадський транспорт, що призведе до покращення якості повітря у територіальних громадах.

Технологія отримання «зеленого» водню із залученням відновлюваних джерел енергії дає можливості, щодо введення нових гравців нових енергетичному ринку, якими можуть стати окремі муніципалітети чи територіальні громади. Відповідно джерелом для отримання «зеленого» водню може стати попередньо очищена стічна вода, що дає змогу генерувати енергоносій в будь-якій точці регіону за наявності електроенергії з відновлюваних джерел.

Перспективою переходу Карпатського регіону на водневу економіку є також близьке розташування до країн-партнерів Європейського Союзу. Це зумовить посилення партнерства завдяки спільним водневим проектам, та стимулюватиме розвиток ринку «зеленого» водню, що буде корисним і у випадках недостатнього внутрішньому споживання, і при потребі імпорту даного палива. А порівняно незначна відстань до кордону прямо корелює з меншими витратами на транспортування енергоносія.

Для реалізації бачення, щодо можливості впровадження водневих технологій в регіоні, популяризації «зеленого» водню і підготовки підґрунтя для залучення можливих інвестицій необхідне проведення відповідних регіональних досліджень та освітньо-інформаційної кампанії. Рушіями такого проекту однозначно мають виступати технічні університети, які працюють в галузі енергоефективності та відновлюваної енергетики.

Список використаних джерел

1. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels: European Commission, 2020. 23 p.

2. Головко І. Кліматичні цілі та українська промисловість: модернізуйся або програй // Heinrich Böll Stiftung Київ. URL: https://ua.boell.org/uk/2021/11/16/klimatychni-tsili-ta-ukrayinska-promyslovist-modernizuysya-abo-prohray (дата звернення: 02.10.2023).

3. Євстігнєєва О., Савицький О. Фенікс, відроджений з попелу: як "зелена" генерація відновить енергетику // Економічна правда. URL: https://www.epravda.com.ua/publications/2023/04/4/698751/ (дата звернення: 02.10.2023).

4. Карпаш М.О, Райтер П.М., Яворський А.В., Олійник А.П., Уніговський Л.М. Дослідження герметичності газорозподільних мереж у разі їх використання для постачання газоводневих сумішей. *Нафтогазова галузь України*. 2020. №6. С.14–23.

5. Георгій Гелетуха: Біометан і «зелений» водень // Біоенергетична асоціація України. URL: https://uabio.org/materials/12272/ (дата звернення: 02.10.2023).

6. Carbon Border Adjustment Mechanism // European Commission. URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en (дата звернення: 03.10.2023).

7. Бєлоусова К. У Німеччині “вийшли на дороги” перші в світі водневі поїзди // Екополітика. URL: https://ecopolitic.com.ua/ua/news/u-nimechchini-vijshli-na-dorogi-pershi-v-sviti-vodnevi-poizdi/ (дата звернення: 02.10.2023).

8. H2-ICE technology options of the present and the near future // SAE International. URL: https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2022-01-0472/#:~:text=Studied%20100%25%20hydrogen%20combustion%20engines%20are%20dominantly%20of,limitations%20of%20using%20hydrogen%20for%20high%20power%20applications (дата звернення: 03.10.2023).

9. Sachek R. Toyota’s hydrogen combustion engine has the potential to make EVs obsolete // TopSpeed. URL: https://www.topspeed.com/toyotas-hydrogen-combustion-engine-has-the-potential-to-make-evs-obsolete/#a-large-hydrogen-powered-v-8-is-in-the-works (дата звернення: 03.10.2023).

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В КОНТЕКСТІ ВПЛИВУ ВНЕСЕННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД НА ДЕГРАДОВАНИХ ЗЕМЛЯХ В УКРАЇНІ

Галина ГРИЦУЛЯК,
к.с.-г.н, доц. кафедри ТЗБП,
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,
gritsulyaka@ukr.net

Андрій КОЦЮБИНСЬКИЙ,
к.фіз.-мат.н, доц. кафедри ТЗБП,
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,
kotsyubynskyao@gmail.com

Однією з основних проблем сучасного етапу розвитку людства є забезпечення доступу до недорогих джерел енергії, зокрема тих, які є відновлюваними. Вирощування біоенергетичних культур розглядається як спосіб забезпечення сталого походження відновлюваної енергії з мінімальними викидами парникових газів. Проте, продуктивність цих культур ще не повністю вивчена і не розглянута в різних ґрунтових і кліматичних умовах. Важливо пам'ятати, що вирощування енергетичних культур є ключовою частиною відновлюваної біоенергетики, яка має на меті зменшення викидів парникових газів та ефективне управління родючістю та використанням маргінальних земель та різних пошкоджених територій.

У країнах Європи біомаса є важливим джерелом відновлюваної енергії, і вчені передбачають, що вона візьме на себе ключову роль у досягненні вуглецевої нейтральності. Це великою мірою пов'язано