

**Ярошенко Я.В.** аспірант кафедри електротехніки

**Ципленков Д.В., Бобров О.В.,** кандидати технічних наук, доценти

(Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)

## **ПЕРСПЕКТИВИ МОЖЛИВОСТІ АКУМУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ**

Після піку будівництва потужностей відновлюваної енергетики в 2015-2019-х роках на території України, що були у більшості своїй виражені в якості генерації енергії з сонячного світла, сонячні електростанції, на зміну старим викликам, прийшли нові. На зміну питання стосовно кількості генерації електроенергії, прийшло питання стосовно її зберігання і використання в найбільш необхідний момент. Цей прояв цікавості в даному питанні виник за великою мірою через проблеми з маневреністю енергомережі, які почали з'являтися в той самий період перевантажень, застарілих магістралей і приймачів енергії, об'єктами генерації «зеленої» енергетики.

Вже зараз існують певні напрацьовані варіанти боротьби з, так званими, «просадками» потужності в мережі, або-ж, недогенерацією і перегенерацією енергії. У першому випадку, таймлайн на який припадає даний етап зазвичай фіксується наприкінці другої половини доби, з 19:00 до 23:59. Зазвичай це пов'язано з тим, що кількості виробленої електроенергії не вистачає задля задоволення всіх «апетитів» (які до речі щорічно зростали) у її використанні. Другий випадок, припадає в середньому на середину доби (11-15:00 влітку) коли генерація СЕС найбільша. Стається ефект перегенерації через те, що в цей час, ми не маємо достатньої кількості споживачів електроенергії, і, її надлишок в мережі або створює великі кількості реактивної енергії, або просто в якості теплової енергії йде «в нікуди». При тому, що близько 9% електроенергії виробляється з ВДЕ (станом на 4-й квартал 2021 року), ця енергія не здатна майже жодним чином вплинути на перекриття пікових навантажень в мережі споживання електроенергії. Тому що, сонячні електростанції – генерують електроенергію під час сонячного дня, або-ж коли навіть мінімум сонячної інсоляції досягає земної поверхні, з урахуванням відбиття від землі, від хмар, тощо; вітрові електростанції, мають можливість працювати вночі, тому що їх генерація залежить від наявності вітру, проте через те, що фактор наявності вітру також доволі змінний, не можна розраховувати на 100% генерацію від ВЕС на протязі всієї доби, навіть у промислових зонах корони вітрів. Єдиною «рятивною паличкою» в даному випадку можуть слугувати гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС) котрі будуються в спеціально підібраних і облаштованих, (або штучно створених, див. деривація) умовах річок, де вода, що падає з певної висоти, потрапляє в свою чергу на лопаті турбіни і змушує їх прийти до руху, а ті, у свою чергу, змушують обертатися вал генератора і виробляти електроенергію. Проте в реаліях нашого ландшафту, істотного впливу вже існуючі ГАЕС і ГЕС не дають, а географічне розташування річок та водоканалів не дозволяє загатити греблями великі території, бо це пагубно буде впливати не лише на флору та фауну і екологічну обстановку, а і на інші, не менш важливі сегменти економіки, такі як, наприклад – аграрна.

Іншим, можливим рішенням вище згаданих питань з маневреністю і генерацією, може бути широке вживання акумулюючих систем електроенергії. Адже, вже зараз існує низка технологій акумуляції електроенергії в промислових варіантах, або-ж, наприклад ідея зберігання електроенергії шляхом переведення її в інший агрегатний стан, наприклад – газ.

Стосовно газового середовища, котре може бути найкращим «акумулятором» електроенергії наразі точиться багато суперечок, проте майже всі дослідники, розробники і інженери в даному питанні зійшлися на думці, що перший елемент таблиці хімічних елементів Менделєва, водень, або Гідроген =  $H_2$ , спроможний якнайкраще виконати цю роль.

Наразі існують десятки способів отримання водню, але найширшого вжитку здобули лише декілька методів. Перший – генерація водню при конверсії метану  $CH_4$  з водяною парою. Проте доволі складний і неекологічний шлях десульфуації, що пов'язаний з викидами вуглекислого газу  $CO$  в атмосферу, з екологічної точки зору є нерелевантним. Другий метод, отримання водню шляхом пропускання водної пари через викопне вугілля і конвекції часток вуглецю з сульфідами. Проте, цей варіант, знову ж таки, супроводжується значним виділенням  $CO$  в атмосферу і є неекологічним. Третій варіант – електроліз. Шляхом електролізу ми навчилися отримувати найбільш чистий водень, його ще називають «зеленим». Саме за даним способом вбачають прогресивне майбутнє у акумулюванні електроенергії. Особливо чітко, такий спосіб акумуляції наразі вбачається у комплексному поєднанні електролізної установки з сонячною електростанцією і її генерацію в період пікових сонце-годин. Це дозволить збирати нерозподілену і надлишкову електроенергію в водневій резервуарі з подальшим її використанням. Проте і в цього методу є свої недоліки. Основним, на мою думку поряд з дороговизною і незначним представленням в балансах енергосистем світових країн-лідерів в даному плані, є його ефективність. Тобто, наразі, в невеликих масштабах і без модернізованої інфраструктури, водень є неефективним, через те, що енергія має рухатися від дроту до газу, а потім знову до дроту. Тобто існує певний вектор енергії який постійно перебуває в «переходному» положенні. Адже зараз, енергоефективність на кожному з рівнів перетворення водню в електроенергію падає. Наприклад, 1000 Вт електроенергії, що виробить СЕС, може бути перетворена на водень шляхом електролізу. Ефективність, за звичайних, нормальних умов «вчорашнього» дня в даному випадку складе близько 80%. Якщо ми маємо потім транспортувати цей водень, необхідно його стиснути і охолодити. На цей процес піде ще 10-15% енергії. Потім, щоб перетворити його знову в електричну енергію, ми знову витратимо якусь кількість теплової, і, з коефіцієнтом в ~65-70% зможемо отримати електроенергію.

Отже, ми бачимо, що існують як плюси, так і мінуси акумулювання електроенергії шляхом перетворення її у водень. Проте, серед позитивних рис, які спонукають розвивати дану тему, слід виділити такі, як:

- після електролізу ми отримуємо низький вміст горілих речовин і кисню (менше 2%);
- широкий діапазон потужності створених експериментальних моделей (від 20 кВт до 50 МВт);
- можливість роботи як на газоподібних, так і на рідких компонентах окислювача.

#### Перелік посилань

1. Кузнєцов М.П. Вплив параметрів системи акумулювання електроенергії на балансування комбінованої енергосистеми /М.П.Кузнєцов, О.А. Мельник, В.М. Смертюк // Відновлювана енергетика (1(64)) Р. 6-17. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.1\(64\).6-17](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.1(64).6-17)

2. Система енергоефективності в Україні. Проект до обговорення доступ: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/giz-brochure.pdf>

3. Юрескул В. О. Основні екологічні проблеми та шляхи їх подолання у міжнародних документах та на національному рівні. /В.О. Юрескул// Актуальні

проблеми політики. 2014. Вип. 53. Електр. ресурс. / Спосіб доступу, URL: <http://dspace.onua.edu.ua/bitstream/handle/11300/2514/Yureskul%20Osnovni%20ekologi4ni%20problemy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

4. Івахнов А. В. Системи акумулювання електроенергії, аналіз можливостей та їх поєднання для застосування в енергосистемі /А. В. Івахнов, О.П. Лазуренко, С.О. Федорчук// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика надійність та енергоефективність, № 10 (1286) 2018. С. 53-59.

5. Comparative Review of Long-Term Energy Storage Technologies for Renewable Energy Systems. A. Andrijanovits, H. Hoimoja, D. Vinnikov. / Electronics and electrical engineering. 2012. No. 2(118) (DOI: 10.5755/j01.eee.118.2.1168