

РОЗДІЛ 6. ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

ГІБРИДНІ ВІТРОВОДНЕВІ СИСТЕМИ

Ісаков О.Д., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Однією з найважливіших проблем у вітроенергетиці є коливання вихідної потужності вітрогенератора через випадкові зміни швидкості вітру. Вітрогенераторні установки (як з фіксованою, так і зі змінною швидкістю) в більшій чи меншій мірі піддаються дилемі коливань потужності. Крім того, вітрогенератор з фіксованою швидкістю страждає від коливань напруги на клеммах. Це пов'язано з тим, що фіксована батарея конденсаторів, підключена до його терміналу, не може підтримувати постійну напругу на терміналі через зміну швидкості вітру.

Мета роботи полягає в аналізі можливості застосування водню для компенсації коливань вихідної потужності вітрогенератора та акумуляування енергії.

Матеріали та результати досліджень. Вітрогенерація суттєво збільшує свою частку у виробництві електроенергії в багатьох країнах. Щоб стати конкурентоспроможною на лібералізованому ринку, вітроенергетика повинні бути гарантовані вимоги до надійності. Розглядаються системи зберігання енергії, щоб уникнути впливу процесу виробництва електроенергії відсутності достатнього вітру. Зберігання енергії не є новою концепцією. Наприклад, гідроелектростанції зберігають потенційну енергію у своїх водосховищах, які природним чином наповнюються річками. Ці станції зазвичай працюють на середній потужності, дозволяючи озеру наповнюватися до максимуму, коли мережі потрібна додаткова потужність. Області застосування технологій зберігання електроенергії можна згрупувати в такий спосіб:

- Управління навантаженням (вирівнювання навантаження, нарощування та слідування за навантаженням);
- Обертний резерв (швидке реагування та звичайний);
- Стабільність системи та регулювання напруги;
- Відстрочка модернізації систем та установок;
- Програми для відновлюваних джерел енергії;
- Програми для кінцевих користувачів (ДБЖ, пікова економія та аварійне резервування).

За умов сучасних лібералізованих ринків електроенергії електроенергія стала товаром який можна купувати та продавати. Оператори електроенергії можуть купувати електроенергію за низькою ціною, зберігати її, якщо це можливо, і продавати за високою ціною. Ключові характеристики технологій зберігання, які визначають, для яких застосувань вони найбільше придатні: тривалість розряду, номінальна потужність, місткість накопичувача енергії, час відповіді, витрати в контексті вигоди.

У гібридній системі вітер / водень [1] основною метою є використання надлишкової електричної енергії, яка в іншому випадку була б витрачена даремно, для розкладання води в електролізаторі з метою отримання з берігати цю енергію у вигляді водню. Основи повної системи включають вітрову турбіну, електролізер і турбіну, електролізер, сховище водню і паливний елемент. Відновлюване джерело енергії (наприклад, вітрова турбіна) виробляє електроенергію у звичайному режимі, забезпечуючи споживача (або мережу) електроенергією в режимі очікування. Ця величина буде визначатися на етапі проектування всієї системи. Надлишок електроенергії, що контролюється системою регулювання потужності, спрямовуватиметься на електролізер, який генерує і зберігає водень. Коли вітрова турбіна відключається через низьку або високу швидкість вітру, водень може бути спрямовуватися на паливний елемент, що генерує постійне постачання електроенергії, необхідної для заданої тривалості, що також визначається на етапі проектування. Крім того, коли попит на електроенергію в мережі низький, а вітер сприятливий, вітрогенератор знову спрямовує свою енергію на електролізер генеруючи більше накопиченої енергії. Гібридна вітро-воднева система матиме величезні переваги для місцевої та розподіленої енергетики. Зберігання буде пропорційним попиту, і система буде завжди готова до використання накопичувальних потужностей, коли це необхідно. Баланс обладнання станції завжди є частиною загальної системи. Наприклад, для ефективного виробництва водню з енергії вітру технологію. Відновлюване джерело енергії (наприклад, вітрова турбіна) виробляє електроенергію у звичайному режимі, забезпечуючи споживача (або мережу) електроенергією в режимі очікування. Ця величина буде визначатися на етапі проектування всієї системи. Надлишок електроенергії, що контролюється системою регулювання потужності, спрямовуватиметься на електролізер, який генерує і зберігає водень.

Коли вітрова турбіна відключається через низьку або високу швидкість вітру, водень може бути спрямовуватися на паливний елемент, що генерує постійне постачання електроенергії, необхідної для заданої тривалості, що також визначається на етапі проектування. Коли попит на електроенергію в мережі низький, а вітер сприятливий, вітрогенератор знову спрямовує свою енергію на електролізер генеруючи більше накопиченої енергії [2].

Гібридна вітро-воднева система матиме величезні переваги для місцевої та розподіленої енергетики. Зберігання буде пропорційним попиту, і система буде завжди готова до використання накопичувальних потужностей, коли це необхідно. Баланс обладнання станції завжди є частиною загальної системи. Наприклад, для ефективного виробництва водню з енергії вітру було запропоновано використовувати електричний двошаровий конденсатор (EDLC) в якості буферного електричного середовища для системи, щоб забезпечити стабілізацію кількості водню, що виробляється, і зменшити потужність водневого навантаження генерації водню та зниження потужності водневого навантаження. В іншому дослідженні зазначено, що електроліз водного електроліту ПЕМ під високим тиском особливо сприятливий для розподіленої варіантів виробництва водню, де вартість транспортування водню може бути

непомірно високою. Паливні елементи РЕМ мають короткий час запуску та вимкнення, на відміну від інших паливних елементів, і можуть дуже добре реагувати на коливання в електромережі. Вітрова електростанція може стати частиною вирішення проблеми нестабільності енергопостачання [3].

Система (рис. 1) складається з вітрогенератора, електролізера, паливного елемента і системи управління. Результати моделювання показують, що багато факторів впливають на економічну життєздатність технології:

- Необхідне значне скорочення витрат на електролізери та пов'язане з ними балансування обладнання заводу;
- Низька середня вартість надлишкової вітрової електроенергії;
- Висока ринкова ціна на водень.

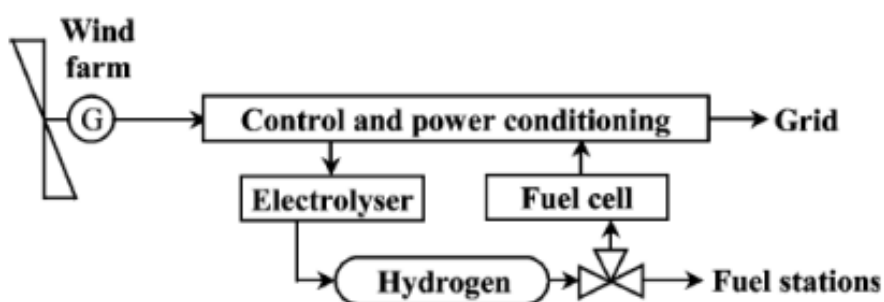


Рисунок 1 – Виробництва водню шляхом електролізу з використанням надлишкової енергії вітру

Висновок. В перспективі досягнення високих рівнів виробництва відновлюваної енергії, подібні розподілені вітроводневі гібридні системи можуть зменшити потребу у згортанні вітрових електростанцій, заощадити марно витрачену енергію, зменшити резервне живлення, знизити втрати при передачі, генерувати великий дохід за рахунок продажу електроенергії в пікові години.

Перелік посилань

1. WIND / HYDROGEN HYBRID SYSTEMS: OPPORTUNITY FOR IRELAND'S WIND RESOURCE TO PROVIDE CONSISTENT SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY - URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/19877796.pdf>
2. Canbulat, S.; Balci, K.; Canbulat, O.; Bayram, I.S. Techno-economic analysis of on-site energy storage units to mitigate wind energy curtailment: A case study in Scotland. *Energies* 2021, 14, 1691.
3. Marocco, P.; Ferrero, D.; Lanzini, A.; Santarelli, M. The role of hydrogen in the optimal design of off-grid hybrid renewable energy systems. *J. Energy Storage* 2022, 46, 103893.