

лісоматеріалів, перетворенню енергії при цьому забезпечують високу ефективність і мінімальний вплив на навколишнє середовище.

Одним з можливих шляхів впровадження біоенергетичних технологій в Україні можливо лише за рахунок залучення іноземних інвесторів. При цьому можливе часткове фінансування державою. Безумовно, державі для створення біоенергетичної інфраструктури потрібно здійснити значні витрати, однак необхідно розуміти, що це — довгострокові інвестиції, які згодом забезпечать створення робочих місць, а також комунальні та податкові платежі.

Список використаних джерел

1. В. П. Чучуй, С. М. Уминський, С. В. Інютін. Альтернативні джерела енергії // Одеса «ТЕС»: 2015 р.
2. Гелетуха Г. Г. Розвиток біоенергетики як інструмент заміщення природного газу в Україні / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Желєзна // Біоенергетика – № 1. – 2015. – С. 1-20.
3. Про альтернативні джерела енергії. Закон України № 555&IV від 20.02.2003 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua>

Леонід КУЛШ

магістрант

Науковий керівник:

д.т.н., професор Олександр МОРОЗ

Державний біотехнологічний університет

м. Харків

ОБґРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ЇХ ТИПИ

За останні п'ять років потужності сонячних електричних станцій (СЕС) в Україні досягли 1350% приросту [1], тому актуальним питанням забезпечення надійності роботи об'єднаної енергетичної системи України є питання накопичення і зберігання електричної енергії. Досвід розвинутих країн Європейського союзу, дає можливість Україні вирішити проблему впровадження систем накопичення енергії з мінімальними техніко-економічними затратами. В електричній системі, накопичення енергії означає відкладення у часі споживання електричної енергії, до моменту виникнення потреби, або перетворення електричної енергії у фізичну, інерційну, хімічну та інші, яка може зберігатися з метою перетворення при потребі такої енергії в електричну. За допомогою систем накопичення енергії відбувається більш легка інтеграція енергооб'єктів «зеленої» генерації в енергосистему України та забезпечується надійність виконання планового графіку видачі потужності в мережу.

Актуальність дослідження пов'язана з широким розповсюдженням джерел розподіленої генерації, а також тим фактором, що електричні мережі України

проектувалися для умов централізованого електропостачання, а додавання до них додаткових джерел енергії, таких як СЕС, породжує нові нехарактерні для минулого періоду проблеми і задачі, такі як зміни балансу електричної енергії, виникнення потужностей спотворення та пульсацій, зміни рівнів напруги та погіршення якості електричної енергії. В першу чергу, це нестабільне генерування виникає через залежність від природного фактору. Необхідно брати до уваги той факт, що силові інвертори, які приєднують СЕС до централізованої лінії, при неналежному підключенні в залежності від конфігурації мережі, складу та стану обладнання, можуть привести до порушення стійкості паралельної роботи діючої системи електропостачання та СЕС. Значний вплив на характер паралельної роботи має потужність взаємодіючих систем.

Для накопичення енергії використовується такі типи систем накопичення енергії:

- гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС) (Pumped Storage Hydropower) [2], які здатні покривати піки навантаження і підвищувати споживання електроенергії вночі. Тому ГАЕС є дієвим засобом для вирівнювання режиму роботи енергосистеми. Загальний ККД при оптимальних розрахункових умовах роботи біля 0,75. У реальних умовах середнє значення ККД з урахуванням втрат в електричній мережі не перевищує 0,66. Сумарна встановлена потужність ГАЕС в Україні становить 1488 МВт [1];
- електрохімічні акумулятори (Electrochemical Batteries) [3]. Найбільш відомими акумуляторами є свинцево-кислотні, нікель-кадмієві, літій-іонні, натрій-сірчані, бром-цинкові, ванадієві, нікель-металгідридні. Всі електрохімічні акумулятори відрізняються цінами і основними параметрами, такими як максимальний термін експлуатації, ємність акумулятора, кількість циклів перезарядки, параметри саморозрядки, габаритні розміри, робочий температурний діапазон, можливість прискореної зарядки, максимальний термін зберігання;
- проточні електрохімічні акумулятори (Flow Batteries) [4], які являють собою дві ємності, в яких зберігаються електроліти, і мембранно-електродний блок – до якого розчини подаються насосами і там вступають у електрохімічні реакції, що забезпечують зарядку і розрядку акумулятора. Головним плюсом даної технології є використання підземних порожнин, що не вимагає будівництва спеціальних бункерів, також можна зазначити високу ємність таких акумуляторів. Компанія Sumitomo Electric Industries, наприклад, створила ванадієвий проточний акумулятор потужністю 4 МВт, тривалістю розряду 6 годин та часом відгуку 10 мс [5].
- ємнісні накопичувачі (Supercapacitors) [6] – запасують електричну енергію як електростатичний заряд. Для промислового застосування використовуються суперконденсатори. Головна перевага цих накопичувачів полягає в тому, що вони заряджаються і розряджаються за лічені секунди (хвилини);

- накопичувачі на стисненому повітрі (Compressed Air Energy Storage, CAES) [7] які зберігають енергію за рахунок стисненого повітря. Сховище енергії на стисненому повітрі зазвичай використовується у електричних мережах для відбору надлишків енергії з електричної мережі у період низького навантаження та живлення споживачів у період пікового навантаження;
- роторні накопичувачі енергії (Flywheel Energy Storage) [8] накопичення енергії в яких здійснюється за допомогою ретельно симетрованих дисків. Диски можуть обертатися зі швидкістю до 50 000 об/хв майже без тертя титанової осі на магнітному підшипнику. Диски, що обертаються, з'єднані з мотор-генератором, що конвертує енергію обертової маси в електричну і назад. Час розряду роторних накопичувачів знаходиться в інтервалі від кількох секунд до кількох хвилин;
- надпровідникові магнітні накопичувачі (Superconducting Magnetic Energy Storage, SMES) [9], які запасують енергію в магнітному полі, що створюється постійним струмом, при протіканні по котушці з надпровідного матеріалу, який розміщений в криогенному середовищі. SMES є накопичувачами з дуже високим ККД (понад 95%) і постачає до мережі як активну, так і реактивну потужність, які доступні практично миттєво.

Системи накопичення енергії можуть використовуватись в основній системі електропостачання в таких сферах застосування: режимне керування, протиаварійне керування, інтеграція в енергосистему відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), вирівнювання добових графіків навантаження, підвищення надійності електропостачання споживачів, використання накопичувачів у пристроях автоматичного введення резерву.

Технології накопичення енергії розвиваються високими темпами, накопичувачі енергії будуть знаходити дедалі ширше застосування у практиці регулювання та управління режимами електроенергетичних систем.

Список використаних джерел

1. Встановлена потужність системи України 2021. <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny>
2. Сидоров В.І. Вітротурбінні гідроакумулювальні електростанції / Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2016. - №6. - с. 14-24.
3. Electrochemical batteries <https://energyfaculty.com/electrochemical-batteries/>
4. Alotto, P.; Guarnieri, M.; Moro, F. (2014). "Redox Flow Batteries for the storage of renewable energy: a review". *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 29: 325–335. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.001>
5. Eric Lewis. Flow sells: A long-term energy storage solution. *Power Engineering International*, Volume 19, Issue 2, February, 2011.
6. Abruña, H. D.; Kiya, Y.; Henderson, J. C. (2008). "Batteries and Electrochemical Capacitors"
7. Wild, Matthew, L. Wind Drives Growing Use of Batteries, *The New York Times*, July 28, 2010, p. B1.
8. Torotrak Toroidal variable drive CVT Archived May 16, 2011, at the Wayback Machine, retrieved June 7, 2007.
9. Superconducting Magnetic Energy Storage: Status and Perspective. 2015.