

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Лило І. В., студ. (гр. ОЕ-81 МН, ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація: Іноземні інвестиції в проекти відновлюваної енергетики сприяють переходу на чисту енергію в Україні, але вони також мають більш широке гео економічне та національне значення для безпеки в процесі європейської інтеграції.

Ключові слова: безпека, енергоменеджмент, відновлювані джерела енергії, акумулювання.

Abstract: Foreign investment in renewable energy projects contribute to the transition to clean energy in Ukraine, but they also have wider geo-economic and national significance for security in the process of European integration.

Keywords: safety, energy management, renewable energy sources, accumulation.

В даний час Україна здійснює ряд проектів з відновлюваної енергетики, що фінансуються за рахунок іноземних інвестицій. Останній – це проект будівництва сонячних батарей в розмірі 10 мільйонів євро (\$ 12 мільйонів) від канадської фірми ТІУ, який буде розташований у Нікополі, Дніпропетровській області («Інтерфакс» від 25 вересня). Нікопольський сонячний енергетичний комплекс потужністю 10,5 МВт також представляє перші інвестиції, які входили в угоду про вільну торгівлю між Канадою та Україною, що діють з 1 серпня 2017 року [1].

Україна дотримується глобальної тенденції прискореного інвестування в відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Дійсно, 2016 рік був п'ятим роком поспіль, коли глобальні інвестиції в відновлювані джерела енергії перевищили фінансування нового видобутку викопного палива (Uper.org, 6 квітня). Лише 7,5 % електроенергії, виробленої в Україні, надходить із зелених джерел, головним чином з гідроенергії, за інформацією Асоціації відновлюваної енергетики України. Зростання могло б набагато збільшитись, якщо законодавці забезпечили більш сприятливу для інвесторів середовище розробки.

Для стимулювання експлуатації та розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні в 2009 році було запроваджено «зелений» тариф. Тариф на подачу зелених проектів в Україні є одним із найвищих в світі, що робить інвестиції в цей сектор дуже привабливими. На 1 січня 2017 року потужність енергоблоків, що виробляють електроенергію з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в Україні та застосування зеленого тарифу, становила 1118 МВт.

Не дивлячись на важливість збільшення обсягів виробництва за рахунок використання відновлювальних джерел, існує комплекс проблемних питань, які негативно впливають на роботу об'єднаної енергетичної системи України. Причина – ймовірнісний характер роботи цих джерел, що залежить від природних факторів, і як наслідок вплив на балансову надійність Об'єднаної

енергетичної системи України (ОЕС України). Виникає необхідність пошуку технічних засобів врегулювання порушеного питання, а саме реалізації можливості накопичення електричної енергії.

Зберігання енергії є найбільш складним і комплексним питанням галузі, незалежно від того, чи є це електричними комунальними послугами або використовується для промислових застосувань. Постійна потреба у ефективному зберіганні енергії свідчить про нові технології, що обіцяють надійність, продуктивність та використання поновлюваних джерел енергії. Зберігання енергії може збалансувати коливання в постачанні та задоволення постійно зростаючого попиту на електроенергію. Необхідні короточасні вимоги до зберігаючого акумулятора можуть призвести до можливості регулювання частоти та стабільної роботи мережі, а для довгострокових вимог вони можуть призвести до управління енергією або створення резервів.

Для реалізації задачі вибору методу зберігання електричної енергії принциповим питанням є проведення дослідження споживача і його можливостей, моделювання поведінки навантаження споживача та потужностей систем накопичення електричної енергії. При цьому, для поліваріантності рішень можуть бути використані існуючі засоби, а саме [2]:

- насосна гідроенергія;
- зберігання енергії стиснутого повітря (CAES);
- літієві батареї;
- зберігання водню.

Це визначає коло розв'язуваних ними завдань і економічно виправдану сферу їх застосування (рисунок).

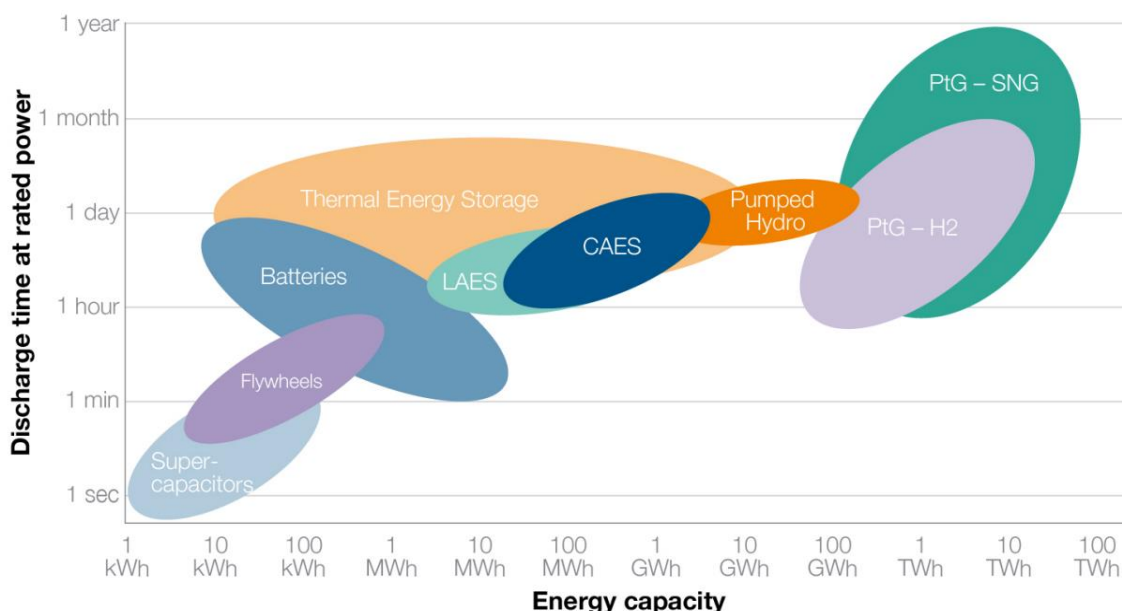


Рис 1. Оцінка системи зберігання

Джерело: World Energy Council, Shifting from cost to value, wind and solar applications, 2016

При цьому, найбільш потужні системи резервування застосовуються для стабілізації національних, регіональних, а також локальних енергосистем [3].

Нові технології і ті, що розвиваються, розглядаються як електрична енергія в електричних гібридних автомобілях, електрощитових накопичувачах, портативних електронних накопичувачах електроенергії, виробленої компанією поновлювані енергії та енергії на основі сонячної або вітрової генерації.

Для підтримання балансу енергосистем та створення маневрового резерву потужності більш ефективні системи зберігання, які спроможні згладжувати добові та пікові зміни навантаження; для цього більш ефективні гідроакумулюючі електростанції (ГАЕС).

У 2017 році на ГАЕС припадає 96 % загальної потужності акумулюючих установок (327 проектів потужністю 169 ГВт). Лідерами за встановленою потужністю ГАЕС є Китай (31 999 МВт, 34 ГАЕС), Японія (28 252 МВт, 43 ГАЕС), США (22 561 МВт, 38 ГАЕС).

У країнах ЄС для розвитку загальносистемних накопичувачів енергії у 2013 році запущено спеціальний проект eStorage, розрахований на 4 роки, з бюджетом 13,3 млн. євро, спонсорований рамковою програмою Європейської Комісії FP7 Cooperation: Energy. Завданнями проекту є аналіз потенційної можливості підвищення ефективності діючих ГАЕС, у тому числі за допомогою переходу на агрегати зі змінною частотою обертання. На листопад 2016 року було визначено 117 ділянок у країнах ЄС для будівництва ГАЕС загальним енергетичним обсягом 2 291 ГВт/год, з яких 54 % на півдні Норвегії, 13 % – в Альпах, 5 % – у Піренеях [2].

Накопичувачі енергії на базі літій-іонних батарей (ЛІА) знижують вплив стохастичності генерації на надійність мережі при впровадженні ПДЕ. Накопичувач енергії негайно реагує на зміну навантаження споживача, і в залежності від потреб, накопичує або віддає в умовах диспетчеризації роботи об'єктів генерації.

Можливості ЛІА в якості накопичувачів енергії:

у генерації це:

- підтримування частоти;
- компенсація стохастичності режимів генерації ПДЕ;
- альтернатива будівництву генеруючим потужностям для електропостачання віддалених та ізольованих енергорайонів;

у мережах:

- підтримування необхідної якості електроенергії;
- згладжування піків навантаження в електричній мережі;
- альтернатива реконструкції мережевої інфраструктури у «вузьких» ділянках мережі це;

– альтернатива розширенню мережевої інфраструктури для електропостачання віддалених та ізольованих енергорайонів;

для споживачів:

- підвищення якості електроенергії;
- зниження витрат на електроенергію;

- забезпечення безперебійності енергопостачання;
- використання у складі інфраструктури для «розумного» будинку або електромобілів.

У рамках роботи по пілотному впровадженню накопичувачів енергії в умовах інтеграції в мережу об'єктів генерації, компанією Lioteh розроблено систему накопичення енергії потужністю 2 МВт. Система включає в себе банк літій-іонних батарей, силове перетворювальне обладнання, системи безпеки та управління. Накопичувач побудований на базі мобільного пересувного комплексу в контейнерному виконанні. Ємність батарей розрахована на видачу в мережу потужності 1 МВт протягом 15 хв. Робоча вихідна напруга системи становить 380 В змінного струму [4].

За допомогою високовольного трансформатора можлива інтеграція його у мережу середньої напруги (6-35 кВ). Головною перевагою системи є можливість швидкої реакції на видачу потужності по команді диспетчера. Потенційними сферами застосування зазначеного накопичувача енергії є регулювання виробництва енергії об'єктами розподіленої генерації (ВЕС, СЕС тощо), а також згладжування піків навантаження мережі.

Пневмоакумулюючі електростанції (ПАЕС), як і ГАЕС, являють собою використовувану в промислових масштабах технологію акумулювання електроенергії, яка може забезпечувати вихідну потужність понад 100 МВт.

Енергетична установка, яка акумулює енергію стислого повітря (compressed air energy storage, CAES) здійснює зберігання стисненого повітря у геологічних підземних порожнинах (наприклад, соляних кавернах) або у спеціальних резервуарах. При нестачі потужності стиснене повітря із сховища через відповідну систему підігріву подається на турбогенератор електростанції.

В Європі триває робота з підвищення ефективності акумулювання енергії у вигляді стислого повітря. У рамках проекту RICAS 2020 за підтримки ЄС у Норвегії проводяться випробування нового типу сховища енергії в печерах зі стисненим повітрям, ефективність яких майже вдвічі перевищить сучасні аналоги, що втрачають більшу частину потенційної енергії через невикористання системи зберігання тепла, яке виробляється на етапі стиснення повітря.

Проектом RICAS 2020 передбачено скоротити ці втрати, додавши в схему проміжне підземне сховище, заповнене гравієм. Стиснене повітря, нагріте в процесі закачування, проходить через зазначене сховище і віддає своє тепло гравію. На зворотному напрямі стиснене повітря нагрівається від тепла гравію, розширюється і подається в турбіну. Ефективність такої системи становить 70-80 %, на відміну від 45-55 % діючих сховищ стисненого повітря.

Акумуляція енергії ВДЕ на основі водню. Коли є залишкова енергія відновлюваних джерел, то її можна використовувати для збагачення природного палива під час його переробки, тобто акумулювати енергію в паливі.

Акумулювання енергії на основі водню має великі перспективи. З енергетичної точки зору, водень – це альтернатива нафті та природному газу, при цьому:

- запаси водню в складі води практично невичерпні;
- теплота згорання водню в кілька разів вища, ніж у природних газів;
- водень, як паливо може бути використаний для отримання теплової та електричної енергії, а також у двигунах різного виду;
- водень – екологічно чисте паливо.

Побічним продуктом реакції водню є чиста вода. Настільки чиста, що її можна пити. Потрібно відзначити, що кількість виробленої води у водневих машин набагато менше, ніж у традиційних дизельних і бензинових, за рахунок дуже високої ефективності паливних елементів.

Водень не є небезпечним паливом. За деякими параметрами він є навіть більш безпечним ніж метан. Він легший за повітря в 15 разів, тому він не накопичується над землею, як вибухонебезпечні пари вуглеводнів, не розтікається по землі, як рідкі палива і не змішується рівномірно з повітрям, як метан, замість того миттєво дифундує вгору, покидаючи атмосферу за рахунок того, що земна гравітація не може його утримати.

Критики використання водню кажуть, що немає сенсу вкладатися в дорогі пристрої для виробництва та зберігання водню, тоді як можна просто напругу заряджати електромобілі. Але оскільки генерація електроенергії поновлюваними джерелами сильно неоднорідна, дуже гостро стоїть питання про запасання надлишків електроенергії. Сонце світить не 24 години на добу і вітер дме не рівномірно і не кожен день. Як бути, щоб використовувати потенціал відновлюваних джерел по максимуму? Тут на поміч приходить водень, оскільки він є ідеальним для зберігання надлишків енергії, яка в іншому випадку була б загублена.

Система акумулювання на основі водню забезпечує:

- стабільне енергопостачання споживачів;
- розв'язання проблем зберігання водню і його використання з метою отримання теплової та електричної енергії;
- отримання палива з оптимальними характеристиками.

Висновок

Таким чином узагальнюючи вище сказане, можна зробити висновок, що системи акумулювання електричної енергії займають дуже важливу нішу в енергосистемі, але спорудження даних акумулюючих установок потребує врахування факторів впливу на оточуюче довкілля та на обслуговуючий персонал.

Оскільки при роботі даних установок виникає ряд ризиків при несправностях обладнання та при виникненні аварійних ситуацій. Описані варіанти акумулювання потребують великих об'ємів резервуарів для зберігання акумулюючої суміші з дуже високим тиском. Тому потрібна розробка

специфічних систем захисту для запобігання виникненню НС та при ліквідації аварій.

Також потрібна розробка ряду нормативних документів, на основі яких буде проводитись експлуатація акумулюючих установок та буде проводитись навчання працівників діям при виникненні НС.

Науковий керівник: Левченко О. Г., д.т.н., проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. «Зелена» енергетика: панацея у неправильних руках. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uain.press/economics/zelena-energetyka-panatseya-u-nepravylnyh-rukah-789951>.

2. The Engineer. (n.d.). Гидроаккумулирующие электростанции – давно известный ответ на проблемы «зеленой» энергетики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elektrovesti.net/57448_gidroakkumuliruyushchie-elektrostantsii-davno-izvestnyy-otvet-na-problemy-zelenoy-energetiki.

3. E-storage: Shifting from cost to value Wind and solar applications 2016 World Energy Resources. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/01>.

4. Energy resources of the 21st century: problems and forecasts. Can renewable energy sources replace fossil fuels?. (n.d.). IOP SCIENCE. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://iopscience.iop.org/article/10.1070/RCR4723/meta>.