

СУЧАСНІ НАКОПИЧУВАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У зв'язку зі збільшенням частки виробництва електроенергії відновлюваними джерелами в енергетичному балансі ОЕС України та впровадженням нового ринку електричної енергії постає актуальне питання встановлення накопичувачів електроенергії, які б забезпечили надійну роботу енергосистеми при оптимальних фінансових витратах.

Ключові слова: накопичувачі енергії, гідро-, пневмоакмулюючі накопичувачі, електромеханічні та електрохімічні накопичувачі.

Abstract

In connection with the increase of the share of electricity production by renewable sources in the energy balance of the UES of Ukraine and the introduction of a new electricity market, the question arises of the establishment of electricity storage units that would ensure reliable operation of the grid at optimal financial costs.

Keywords: energy storage, hydro-, pneumatic storage, electromechanical and electrochemical storage.

Практично всі дослідження в області «чистої» енергетики вказують на особливу роль накопичувачів енергії [1]. У США з 2017 по 2020 роки започатковано 18 великих проектів з будівництва загальносистемних накопичувачів енергії загальною встановленою потужністю понад 1,17 ГВт. Ще сім гідроакмулюючих установок загальною потужністю 5,95 ГВт будуються. Комісія з ЖКГ Каліфорнії (California Public Utilities Commission, CPUC) зобов'язала приватні енергокомпанії до 2020 року обзавестися акумуляторами енергії, обсяг яких пропорційний потужності наявних в них генеруючих установок.

Використання води для акумулювання енергії – найефективніший метод накопичення великої кількості енергії. Загальне число ГАЕС до 2010 року досягло 460. ККД сучасних ГАЕС досягають 80%. І хоча інженерно-будівельні витрати ГАЕС вищі порівняно з іншими накопичувачами, станом на 2017 рік на ГАЕС припадає 96% загальної потужності акумулюючих установок.

Пневмоакмулююча електростанція (ПАЕС), як і ГАЕС, базується на використанні в промислових масштабах технології акумулювання електроенергії, яка може забезпечувати вихідну потужність понад 100 МВт. Енергетична установка, яка акумулює енергію у вигляді стисненого повітря здійснює стиснення і зберігання повітря в геологічних підземних порожнинах (наприклад, соляних кавернах) або в спеціальних резервуарах. У періоди низького споживання в енергосистемі надлишки електроенергії надходять на ПАЕС і включають компресори, які нагнітають в підземні порожнини повітря, створюючи там певний тиск. При нестачі потужності, стиснене повітря випускається з сховища, нагрівається шляхом спалювання природного газу, обертає турбіну та генератор, який повертає в мережу запасену енергію. В описаному механізмі роботи діабатичних ПАЕС для стиснення повітря використовується зовнішнє джерело тепла, а тепло, що виділяється в процесі стиснення повітря, викидається в атмосферу.

У світі всього дві великі ПАЕС. Перша була запущена в Німеччині в 1978 році. ПАЕС «Ханторф» накопичує енергію в двох соляних куполах і працює в добовому режимі накопичення стисненого повітря протягом 8 годин і вироблення електроенергії номінальною потужністю 290 МВт протягом 2 годин. Установка забезпечує запуск атомних енергоблоків з знеструмленого стану та локальний резерв потужності. Друга промислова ПАЕС була запущена в США в місті Макінтош в 1991 році. Установка потужністю 110 МВт здатна працювати до 26 годин. Стиснене повітря зберігається в соляних печерах. Для повторного використання відпрацьованого тепла встановлений рекуператор. Це знижує витрату палива на 22-25% і підвищує ефективність циклу з ~ 42% до ~ 54% в порівнянні з установкою Ханторф.

Супермаховики відносяться до електромеханічних накопичувачів енергії. За допомогою супермаховика електрична енергія перетворюється для акумулювання в кінетичну енергію руху. Супермаховик це барабан, який, при надходженні надлишків енергії, розкручується до великих швидкостей (від 20000 до 50000 обертів за хвилину), електрична енергія накопичується у вигляді сили інерції при обертанні. Тертя повітря знижується шляхом поміщення маховика в вакуумований корпус, а тертя обертання зводиться до мінімуму за допомогою магнітних підвісів. В цілому, ККД

системи має високу ефективність. Час розрядки становить від 1 до 15 хвилин. Кількість збереженої енергії в маховику залежить від його маси, геометричних розмірів і швидкості обертання.

Парк з 200 маховиків загальною потужністю 20 МВт вартістю 60 млн. дол. США був введений в експлуатацію в 2011 році в місті Стефентаун (штат Нью-Йорк), ставши першою в світі «інерційною» електростанцією. Станція призначена для стабілізації 10 % електромережі штату Нью-Йорк.

У США існує низка проектів по акумулюванню енергії на основі свинцево-кислотних, літій-іонних, нікелевих, натрієвих і проточних акумуляторів. Ці батареї номінальною потужністю 0,38 ГВт в 2016 році мають ККД в діапазоні 60-95%. Загальна потужність електрохімічних накопичувачів енергії на 2016 рік склала 3 400 МВт: 41% - літій-іонні батареї, 10% - редокс-акумулятори, свинцево-кислотні, нікель-кадмієві, натрій-сірчані акумулятори.

Літій-іонні акумулятори через їх високу питому ємність вже використовуються в багатьох стаціонарних установках малої потужності. Переваги: висока питома щільність потужності і енергії, великий ресурс по циклах, ефективний цикл зарядки / розрядки, для виробництва можливі різні хімічні сполуки, швидке розширення виробничої бази, що веде до скорочення витрат. При цьому ціни на літій-іонні батареї знижуються швидко – майже вдвічі тільки з 2014 року. Причина в значній мірі криється в електричних автомобілях, а саме в зростанні масштабів виробництва елементів для акумуляторів, які можуть також використовуватися в енергосистемах. Недоліки: деякі види електроліту токсичні – потрібні додаткові витрати на утилізацію, проблеми безпеки при перегріванні, потрібні передові виробничі технології для досягнення високих експлуатаційних характеристик.

Натрій-сірчані акумулятори оптимально підходять для деяких видів промислового використання. Вони працюють при високих температурах (від 250 °С до 350 °С), які підтримуються за рахунок тепла хімічних реакцій і ефективної ізоляції елементів. Тривалий процес розігріву робить натрій-сірчані акумулятори невідповідними для запуску станцій з повністю знеструмленого стану.

У проточних акумуляторах електроліт зберігається в окремих резервуарах, внаслідок цього енергетичні та силові компоненти розділені і технічні параметри можуть налаштовуватися окремо: чим більше ємності резервуарів для електролітів, тим більше ємність накопичувача. Переваги: менш чутливі до глибини розряду, тривалий термін служби, необмежена ємність, в перспективі здатні забезпечити можливості для резервування і запуску з повністю знеструмленому стану. Недоліки: низька щільність енергії, технологія не відпрацьована до рівня комерційного застосування.

Три великих акумуляторних сховища, побудовані компаніями Tesla, AES Corp. і Altagas Ltd., відкрилися в південній Каліфорнії в 2017 році. У сукупності вони складають 15 відсотків від загальної місткості стаціонарних накопичувачів, встановлених у всьому світі в 2016 році.

Суперконденсатори мають більш високу питому потужність і менший час зарядки в порівнянні зі звичайними акумуляторами, але мають обмежену ємність, тому підходять для зберігання невеликих обсягів електроенергії, відносно низьку питому щільність енергії і порівняно високі втрати енергії через саморозряд. Внаслідок цього конденсатори застосовують для підвищення якості електропостачання, в таких випадках як корекція високовольтної напруги і згладжування вихідної потужності. І хоча суперконденсатори зберігають невеликі в порівнянні з акумуляторами обсяги енергії, вони також використовуються в енергосистемі, тільки для виконання короткочасних задач. В даний час існують кілька функціонуючих об'єктів, наприклад, установка на іоністорах потужністю 500 кВт на острові Гаваї (США).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Новые энергетические технологии. Исследование №2. М.: Ассоциация НП Совет рынка. 2017.

Мельничук Людмила Михайлівна — к.е.н., доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації та промислового транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: l.m.melnychuk@ukr.net;

Melnychuk Liudmyla - Cand. Sc. (Eng), Department of electromechanical systems automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: l.m.melnychuk@ukr.net.