

УДК 681.11.031.1

**ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ: ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ
ИСТОЧНИКОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**
**PROBLEMS OF ENERGY STORAGE: SEARCH FOR EFFICIENT
SOURCES AND TECHNOLOGIES**

А.В.Лагун

Научный руководитель – В.А. Мухина, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Lagun

Scientific supervisor – V. Mukhina, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: Сохраняющаяся тенденция увеличения использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на различных уровнях электроэнергетической системы приводит к росту неопределенности в их эксплуатации и управлении. Уязвимость ВИЭ к непредвиденным изменениям погодных условий требует дополнительных ресурсов поддержки, которыми являются системы хранения энергии (СХЭ). Однако существующие ИСС имеют ограниченные возможности для удовлетворения всех требований современных коммунальных энергосистем. Поэтому гибридизация нескольких ИСС для создания комбинированной ИСС является потенциальным решением вышеуказанных проблем.

Annotation: The continuing trend of increasing the use of renewable energy sources (RES) at various levels of the electric power system leads to increased uncertainty in their operation and management. The vulnerability of RES to unforeseen changes in weather conditions requires additional support resources, which are energy storage systems (CES). However, existing ICS have limited capabilities to meet all the requirements of modern utility power systems. Therefore, hybridization of several ISS to create a combined ISS is a potential solution to the above problems.

Ключевые слова: Возобновляемые источники энергии, системы хранения энергии, гибридное хранение энергии, технологии хранения энергии.

Keywords: Renewable energy sources, energy storage systems, hybrid energy storage, energy storage technologies.

Введение

Энергетический сектор находится на переломном этапе, когда проводятся важные структурные реформы, направленные на обеспечение всеобщего доступа к недорогой, надежной, устойчивой и современной энергии, обеспечение всеобщего доступа к устойчивой и современной энергетике. Ключевым моментом является преобразование энергетической системы.

Основная часть

Интеграция различных традиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в широком диапазоне мощностей. Путем разработки политических, рыночных и нормативных условий для привлечения инвестиций

и инноваций. Создание интеллектуальных сетей и технологических инноваций на основе эффективных, надежных и устойчивых технологий.

Крупномасштабные источники энергии и интеллектуальные сети являются важной составляющей эффективного использования энергоресурсов. Его применение можно найти во всех областях энергосистемы, включая генерацию, передачу, распределение и сбыт.

Возможности включают:

- Повышение энергоэффективности, расширение энергосбережения, снижение затрат на строительство.
- Новые энергетические системы, повышающие качество и надежность энергоснабжения.
- Оптимизация электроэнергетической системы, содействие управлению использованием электроэнергии и эксплуатационным потреблением.
- Разработка и коммерциализация технологий хранения энергии оказывает значительное влияние на электроэнергетическую систему.

В последние годы инженерные, тактические и академические исследования быстро развивались и привели к многочисленным достижениям. Исследования в области технологий хранения энергии расширились от малых до крупных масштабов. Некоторые страны (например, Япония и страны ЕС) проводят политику поощрения и поддержки промышленного развития технологий хранения энергии.

Основными проблемами, с которыми сталкиваются различные объекты при внедрении ВИЭ, являются нестабильность напряжения, несоответствие и мониторинг нагрузки, колебания частоты и низкое качество электроэнергии. Системы хранения энергии (СХЭ) и ВИЭ могут быть решены путем их интеграции в микросети. Такая интеграция позволяет снизить колебания мощности, улучшить качество электроэнергии, регулировать частоту и предоставлять дополнительные вспомогательные услуги.

СНЭ также играет важную роль в развитии электроэнергетической системы и расширении использования возобновляемых источников энергии для обеспечения электроэнергией потребителей в удаленных районах.

К настоящему времени в мире развернуты технологии хранения энергии демонстрационного уровня. К числу разработанных технологий относятся:

- Свинцово-кислотные, литий-ионные, натрий-серные, проточные, супербатареи, литий-ионные, натрий-серные, проточные батареи, суперконденсаторы и сверхпроводящие магнитные батареи.
- Свинцово-кислотные аккумуляторы, литий-ионные аккумуляторы, натрий-серные аккумуляторы, проточные аккумуляторы, суперконденсаторы и сверхпроводящая магнитная энергия.

Отставание. Наиболее быстрыми темпами общая установленная мощность накопителей энергии росла в службах регулирования частоты, где на долю накопителей энергии приходится до 23% от общей установленной мощности. Литий-ионные батареи и маховичные накопители энергии являются наиболее распространенными технологиями. Наибольшее количество приложений в этой

области имеют такие компании, как BYD, A123 System и LG Chem. Особенно в некоторых странах и регионах накопители энергии, наряду с быстрым развитием возобновляемой энергетики, ослаблением электрических сетей и старением электроустановок, привлекают все большее внимание. Наиболее широко используются сернонатриевые и литий-ионные аккумуляторы, на долю которых приходится 81% общей установленной мощности. Наименьшую долю – 13% – занимают накопители энергии, применяемые в распределенной генерации и микросетях.

Литий-ионные и свинцово-кислотные аккумуляторы являются основными технологиями хранения энергии, на долю которых приходится 77% от общей установленной мощности. Соответствующие проекты были продемонстрированы в островном, промышленном/коммерческом, бытовом/общественном и сельском секторах. Следует отметить, что каждый тип накопителей энергии имеет свои преимущества и недостатки. Идеальное применение СНЭ требует потребления/производства больших объемов как энергии, так и электричества. Первое из них требует использования большого количества энергии. Однако накопители энергии ограничены либо мощностью, либо энергоемкостью. Поэтому оптимальным является сочетание двух или более систем хранения энергии. Системы, объединяющие два или более типов НЭ, образуют гибридную СНЭ. Например, аккумуляторы характеризуются низкой удельной мощностью, высокой удельной энергией, коротким сроком службы и низкой самоэнергией, низкой способностью к саморазряду и низкой стоимостью/временем с одной стороны. С другой, суперконденсаторы имеют низкую удельную энергию, высокую удельную мощность и высокую скорость заряда, длительный срок службы и высокую емкость саморазряда.

Таким образом, сочетание аккумуляторов и суперконденсаторов позволяет использовать их взаимодополняющие характеристики.

Преимущества внедрения гибридной СНЭ заключаются в следующем:

- Минимизация первоначальных затрат (за счет разделения мощности и энергии) по сравнению с одной системой накопления энергии (за счет разделения мощности и энергии).
- Повышение общей эффективности системы
- Увеличение емкости и срока службы хранилища. (Минимизация динамической нагрузки на вторичную систему хранения и оптимизация работы).

Технологии хранения энергии – это новаторская технология, позволяющая одновременно «генерировать» и «использовать» энергию. Технология накопления энергии – это новаторская технология, позволяющая одновременно «генерировать» и «использовать» электроэнергию, что было характерно для традиционных энергетических технологий, интеграция в сеть возобновляемых источников энергии. Она подходит для широкого спектра применений, включая интеграцию в энергосистемы на основе возобновляемых источников энергии, передачу и распределение электроэнергии, распределенную генерацию и микросети. Являясь гибким источником энергии, накопители энергии широко

реализуются и подходят для различных применений, таких как производство электроэнергии, передача электроэнергии, распределенная генерация, микросети и регулирование частоты.

В сетевом комплексе	В промышленности
Компенсация пиков (peak shaving). Первичный и вторичный резерв энергосистемы. Регулирование частоты	Резервное энергоснабжение. Ценовой арбитраж (peak – off-peak). Снижение платежей за мощность. Повышение категорийности энергоснабжения. Повышение пиковой потребляемой мощности
В изолированных системах	В частных хозяйствах
Обеспечение статической и динамической устойчивости. Балансирование генерации и потребления. Управление реактивной мощностью	Резервное энергоснабжение. Буферизация генерации ВИЭ. Ценовой арбитраж

Рисунок 1 – Преимущества применения гибридных СНЭ

Заключение

Результаты показывают, что накопители энергии широко используются в энергетических системах, связанных с производством возобновляемой энергии. Они также демонстрируют очевидные коммерческие преимущества и перспективы, такие как снижение пиковой нагрузки и регулирование частоты энергосистемы. Применение накопителей энергии в распределенной генерации и микросетях также продолжает расти, причем значительный прогресс достигнут в области передачи и распределения энергии. Значительный прогресс также наблюдается в технологии хранения энергии. Технологии хранения энергии на всех этапах играют ключевую роль в обеспечении безопасной, стабильной и экономичной работы электрических сетей и имеют широкие перспективы применения. Развитие и расширение технологий хранения энергии не только улучшает характеристики накопителей энергии, но и совершенствуются стратегии оперативного контроля и управления, снижение затрат и стабильная поддержка рынка и политики для устойчивого развития отрасли хранения энергии.

Литература

1. EPRI. Electricity energy storage technology option-A white paper primer on application, costs, and benefits. 2010. URL: <https://www.epri.com/research/products/1022261>. Woori Investment and Securities. Industry Analysis Rechargeable Battery Industry.[S.l.],2011. URL: <https://www.reuters.com/article/markets-korea-stocks/idUSTOE70501R20110106.166>
2. ИнЭнерджи. Области применения. URL: <https://inenergy.ru/sne>.
3. Литий-ионные аккумуляторы (мировой рынок), 2020. <https://www.tadviser.ru>

4. Мировая энергетика-2050. Международный центр устойчивого энергетического развития под эгидой ЮНЕСКО (МЦУЭР),
5. ЗАО «Глобализация и Устойчивое развитие. Институт энергетической стратегии» (ИЭС). URL: http://www.energystrategy.ru/editions/docs/WB_2050_219-end.pdf.
6. Пути перехода к устойчивой энергетике. Ускорение энергетического перехода в регионе ЕЭК ООН / Серия публикаций ЕЭК ООН по энергетике № 67, 2020. URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/PATHWAYS/Home/FINAL_Report_Pathways_to_Sustainable_Energy_-_RUSSIAN.pdf.
7. Рынок систем накопления электроэнергии в России: потенциал развития. Экспертно-аналитический доклад. Москва, 2018. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/d11/d1165e0f8aa6d8909cf454>
8. Системные операторы крупнейших энергосистем: будущее мировой энергетики уже сегодня. Журнал «ЭнергоРынок» №9. 2012. URL: <http://e-m.ru/er/2012-09/30758/>.
9. Усачева И.В., Пономарева Л.В., Антоненко В.В. Микросети для локального энергоснабжения децентрализованных потребителей: обзор международного опыта / Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Т. 229. № 3. С. 167–184.
10. Широкомасштабное развитие возобновляемых источников энергии и его влияние на рынок электроэнергии и сетевую инфраструктуру / Доклад «Расширение трансграничного сотрудничества в области энергетики путем внедрения энергии ветра и солнца в энергетические системы стран СНГ для достижения ЦУР7», 2020. URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-01/RUSUNECE_14.11.20.pdf