

УДК 620.91

**ТЕХНОЛОГИИ АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В
ЭНЕРГЕТИКЕ**
ENERGY STORAGE TECHNOLOGIES IN THE ENERGY INDUSTRY

Г.Д. Козин

Научный руководитель – Е.В. Мышковец, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

H. Kozin

Supervisor – E. Mishkovets, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** Энергетические системы являются динамичными и переходными из-за альтернативной энергетики, технологических новшеств, потребностей, затрат и экологических последствий. Ископаемые виды топлива являются источниками для традиционного производства энергии, но оно постепенно заменяется современными альтернативными технологиями с упором на возобновляемые ресурсы, как солнце и ветер. Накопление энергии обеспечивает гибкое производство и стабильность электричества для удовлетворения спроса потребителей. К 2030 году потребность в аккумулированной энергии утроится по сравнению с нынешними условиями, для чего потребуются особые системы и приборы для накопления энергоресурсов.*

***Abstract:** Energy systems are dynamic and transitional because of alternative energy resources, technological innovations, demand, costs, and environmental consequences. The fossil fuels are the sources of traditional energy generation but has been gradually transitioned to the current innovative technologies with an emphasis on renewable resources like solar, and wind. The energy storage may allow flexible generation and delivery of stable electricity for meeting demands of customers. The requirements for energy storage will become triple of the present values by 2030 for which very special devices and systems are required.*

***Ключевые слова:** энергетика, накопление, батарея, технология, метод.*

***Keywords:** energy, storage, battery, technology, method.*

Введение

Хранение энергии играет важную роль в уравнивании спроса и предложения в электросети. С увеличением периодической генерации гибкость, обеспечиваемая использованием новых форм накопленной энергии, имеет потенциал как для снижения затрат, так и для повышения безопасности всей системы.

В отличие от большинства промышленных товаров, энергию, особенно электричество, нелегко сохранить после того, как оно было произведено. «Запасами» первичной энергии традиционно были запасы нефти, газа и угля, при этом в большинстве энергетических систем имеется относительно небольшое количество гидроэлектроэнергии. В результате поставщики электроэнергии обычно устанавливают генерирующие мощности для удовлетворения пикового спроса с некоторым запасом на случай поломок и технического обслуживания. Одним из преимуществ

наличия значительного количества периодически возобновляемой энергии является то, что электростанции будут работать с меньшей мощностью, чем они работают в настоящее время.

Основная часть

Рассмотрим следующие методы накопления энергии:

- механическое накопление;
- электрохимическое накопление;
- тепловое накопление;
- электромагнитное накопление.

Наиболее очевидная «механическая» технология – это гидроаккумуляторы, используемые в гидроэлектрических схемах. На гидроаккумулятор приходится 99 % нынешних накопителей энергии, что составляет около 130 ГВт во всем мире [2]. Этот метод использует «внепиковое» электричество для перекачки воды из одного резервуара в более высокий, где он имеет большую потенциальную энергию. Плотина выпускает воду для вращения турбин и выработки электроэнергии по мере необходимости. Типичная гидроаккумулирующая установка имеет выходную мощность от 250 МВт до 1,5 ГВт, разряжая накопленную энергию в течении 10 часов, с возможностью хранения до 14 ГВт·ч. Основным ограничением этого метода является гористая местность, необходимая для его работы.

В аккумуляторе энергии сжатого воздуха, создаваемого закачкой воздуха в резервуар, обычно используются подземные пещеры, хотя надземные сосуды также могут накапливать энергию. Для рекуперации накопленной энергии сжатый воздух подается в газовую турбину внутреннего сгорания. Также можно сохранять энергию за счет тепла, выделяемого при сжатии газа. Тепло удерживается в аккумуляторе тепла и повторно вводится в газ, когда он расширяется для приведения в действие турбины, что требует небольшого количества ископаемого топлива. Оба метода, хранение сжатого воздуха и тепла, могут дать КПД более 70 %, но потребность в подходящих с геологической точки зрения подземных резервуарах ограничивает эту технологию.

Другой механический метод использования внепиковой энергии – вращение маховиков, которые могут накапливать кинетическую энергию. Маховики могут быть очень быстрыми, передавая большое количество энергии в короткие сроки для обеспечения частотного регулирования. Объединение отдельных блоков маховиков может обеспечить до 20 МВт за 30 минут.

Электрохимическое накопление энергии в форме батареи, пожалуй, самый известный способ накопления энергии в резерве. Батареи быстро становятся частью арсенала крупномасштабных накопителей энергии с рядом конкурирующих технологий.

Аккумуляторная батарея содержит один или несколько электрохимических элементов. Аккумулятор бывают разных форм и размеров, от кнопок до мегаваттных энергосистем.

Аккумуляторные батареи имеют более низкие общую стоимость использования и уровень воздействия на окружающую среду, чем непереза-

ряжаемые (одноразовые) батареи. Некоторые типы аккумуляторных батареек доступны в тех же форматах, что и одноразовые. Аккумуляторные имеют более высокую начальную стоимость, но их можно очень дешево перезаряжать и использовать много раз.

Проточные окислительно-восстановительные батареи работают за счет обратимого восстановления-окисления, используя электролиты, хранящиеся в виде двух жидкостей в отдельных резервуарах.

Ванадиевая окислительно-восстановительная батарея является наиболее совершенным типом, в которой ванадий растворен в разбавленной серной кислоте и хранится в резервуарах с разной валентностью.

Отдельные блоки могут вырабатывать до 6 МВт·ч, работать от двух до восьми часов, с длительным сроком службы и эффективностью около 70 %.

Подобно тому, как тепло является промежуточным звеном в большинстве традиционных подходов к производству электроэнергии, оно также может играть роль в накоплении энергии. Например, сжиженный воздух может удерживать энергию в резерве на время, когда потребность в нем высока. Принцип действия, лежащий в основе использования жидкого воздуха для хранения энергии, прост: электричество приводит в действие установку для сжижения воздуха, в результате чего жидкость, преимущественно азот, хранится в изолированном контейнере. Когда требуется мощность, жидкость повторно газифицируется под высоким давлением для приведения в действие турбины и выработки электроэнергии.

Хранение тепла и его прямое использование для обеспечения теплового комфорта в домах является одним из серьезных вариантов, которые широко рассматриваются. Тепло можно сохранить, повысив температуру воды, но водонагреватель удерживает лишь часть тепла. В настоящее время проходят испытания альтернативные технологии аккумулирования тепла, которые имеют более высокую плотность, чем вода. Например, материалы с «фазовым переходом», такие как парафин, могут накапливать или выделять тепло при переходе из твердого состояния в жидкое, удерживая в несколько раз больше энергии по сравнению с тем же объемом воды.

Существуют также способы хранения самого электричества, например, в сверхпроводящих системах или в конденсаторах. Их характеристики делают их ценными для поддержания электроснабжения в соответствии со стандартами передачи.

Конденсатор – это пассивный двухполюсный электрический компонент, используемый для электростатического накопления энергии. На практике конденсаторы сильно различаются, но все они содержат, по меньшей мере, два электрических проводника (пластины), разделенных диэлектриком (изолятором). Конденсатор может накапливать электрическую энергию, когда он отключен от своей зарядной цепи, поэтому его можно использовать как временную батарею или как другие виды перезаряжаемой системы накопления энергии. Конденсаторы обычно используются в электронных устройствах для поддержания питания при замене батарей (это предотвращает потерю информации в энергозависимой памяти). В среднем конденсаторы имеют плотность менее

360 джоулей на килограмм, в то время как у обычной щелочной батареи этот параметр составляет порядка 590 кДж / кг [1].

Система хранения сверхпроводящей магнитной энергии – сверхпроводящий индуктивный накопитель (СПИН) хранит энергию в магнитном поле, создаваемом потоком постоянного тока в сверхпроводящей катушке, которая была охлаждена до температуры ниже ее сверхпроводящей критической температуры. Типичная система СПИН включает в себя сверхпроводящую катушку, систему кондиционирования и холодильник. Как только сверхпроводящая катушка заряжена, ток не распадается, и магнитная энергия может храниться бесконечно долго.

Накопленная энергия может быть передана в сеть путем разрядки катушки. Соответствующий инвертор/выпрямитель обеспечивает примерно 2-3 % потерь энергии в каждом направлении. СПИН теряет наименьшее количество электроэнергии в процессе накопления энергии, по сравнению с другими методами хранения энергии.

Из-за энергетических требований охлаждения и стоимости сверхпроводящего провода, СПИН используется для кратковременного хранения, например, для улучшения качества электроэнергии. Эта система хранения применяется так же в балансировке сетки.

Заключение

Технологии накопления энергии сохраняют энергию, когда потребление ниже, чем ее производство, и снабжают энергией, когда потребление выше, чем ее производство. Это обеспечивает энергетическую безопасность и готовность к чрезвычайным ситуациям, например в случае аварии на электростанции; дает возможность балансировать нагрузки сети, где электричество генерируется с помощью возобновляемой энергии. Системы хранения энергии полезны и для потребителей – благодаря им возможно поддерживать стабильные цены на электроэнергию в масштабе общей сети или обеспечить индивидуальную гибкость и независимость потребления при локальном хранении в домах.

Литература

1. Варшавский И.Л. Энергоаккумулирующие вещества и их использование. – Киев, Наукова думка, 1980. – 240 с.
2. Energy storage technologies [Электронный ресурс]/ Royal Academy of Engineering. – Режим доступа: <https://www.ingenia.org.uk/Ingenia/Articles/666b0e84-1c8e-4570-a3d4-b43f82e39991>. – Дата доступа: 13.04.2021.