

УДК 621.35

СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Шахович А.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Ключевой проблемой возобновляемой энергетики является обеспечение электроснабжения потребителей после захода солнца или если не дует ветер. Нужны мощные, способные надолго сохранять избытки электричества накопители энергии.

Широкое внедрение технологий хранения энергии служит «мостом» к переходу на генерацию электричества из возобновляемых источников. У возобновляемых источников энергии (ВИЭ) есть один значительный недостаток – они могут производить энергию только в течение определенных периодов при определенных условиях. Только это мешает человеку увеличивать или уменьшать количество произведенных киловатт по желанию.

ВИЭ способны производить энергию только тогда, когда для этого есть условия – дует ветер или светит солнце. И это может совпадать или не совпадать по времени с нуждами потребителей.

Технологии накопления энергии сохраняют энергию, когда потребление ниже, чем ее производство, и снабжают энергией, когда потребление выше, чем ее производство. Основная проблема электричества состоит в том, что его производство должно соответствовать потреблению, которое может быстро и сильно меняться. Системы хранения энергии могут помочь справиться с так называемыми пиковыми часами потребления электроэнергии.

ГАЭС

Первая понятная технология хранения энергии появилась еще в конце XIX века — это были гидроаккумулирующие электростанции. ГАЭС в период низкого спроса на электроэнергию (например, ночью) потребляют ее для набора воды в верхнее водохранилище. А в моменты пиковых нагрузок (например, в утренние часы в мегаполисе) производят электроэнергию за счет резкого сброса воды. Распространению ГАЭС мешает несколько фундаментальных проблем. Проблема первая – необходимость подбора естественного рельефа с большим перепадом высот. Вторая проблема – потребность затопить огромную площадь под озеро, что ведёт как к снижению КПД из-за испарения воды, так и к локальным экологическим последствиям.

Аккумуляторы

К одному из распространенных способов хранения энергии можно отнести аккумуляторы. Принцип работы основан на возможности ионов лития встраиваться в кристаллическую решетку различных материалов - обычно графита или оксида кремния - с образованием химических связей: соответственно при зарядке ионы встраиваются в кристаллическую решетку, тем самым накапливая заряд на одном электроде, при разрядке соответственно переходят обратно к другому электроду, отдавая нужный нам электрон. Основной недостаток аккумуляторных батарей — низкая продолжительность жизни по сравнению с ГАЭС. Срок службы батарей может довольно сильно

варьироваться в зависимости от частоты применения, скорости разрядки и количества циклов глубокой разрядки.

Батареи, можно сказать - “деградируют”. Есть у систем хранения электроэнергии еще одна неочевидная сторона, помимо финансовых и технологических, — это моральный аспект. Дело в том, что для производства аккумуляторов и аккумуляторных батарей, на которых работает вся современная техника, используют кобальт. Содержания кобальта в аккумуляторах составляет примерно 50%. Каждый год в мире добывают примерно 120 тыс. тонн кобальта, и 60% его добычи приходится на Демократическую Республику Конго. Для сравнения: на Канаду приходится 6% добычи, на Австралию — 4%, на Россию — 3%. Цены на кобальт растут стремительно, и это стимулирует рост его добычи в Конго.

По данным ЮНИСЕФ, которые приводит интернет-издание «Медуза», в 2014 году из 150 тыс. местных горняков около 40 тыс. были детьми. Причем после того, как кобальт начал дорожать, детей в шахтах стало больше, считает Amnesty International.

Водород – на смену ископаемому топливу

Еще один способ хранения энергии – использовать ее для производства водорода путем электролиза и хранить его в сжиженном виде. В таком виде водород можно использовать в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания или других установок в любое время.

Производство водорода намного менее эффективно, чем использование аккумуляторов, и примерно соответствует эффективности ископаемого топлива. Тем не менее перспективы использования водорода связаны, прежде всего, с крупным транспортом. Он может быть использован для питания больших транспортных средств, таких как круизные лайнеры, грузовые суда, поезда и прицепы, которые в противном случае работали бы на газе или даже на мазуте. Кроме того, водородом можно частично заменить природный газ в уже существующей энергетической инфраструктуре, тем самым уменьшив выбросы CO₂.

Водород можно назвать идеальной топливной альтернативой батареям, поскольку при сжигании этого вещества нет никаких вредных выбросов – единственными выбросами являются вода и тепло.

Суперконденсаторы

В суперконденсаторах заряды разделяются электростатически, а не химически. Это позволяет суперконденсаторам заряжаться и разряжаться за доли секунды, нормально функционировать в широком температурном диапазоне (от -40 0С до +65 0С). Суперконденсатор может заряжаться и разряжаться практически неограниченное число раз. В отличие от электрохимической батареи, в которую заложен цикл определенного размера, суперконденсатор практически нечувствителен к воздействию циклического режима работы. Также слабее на него действуют и возрастные изменения, связанные с деградацией материалов. При нормальных условиях емкость суперконденсатора после 10 лет эксплуатации сохраняется на уровне 80% от номинальной. Но работа с высокими напряжениями может снизить его срок

жизни. Саморазряд у суперконденсаторов значительно выше, чем у обычных аккумуляторов. Суперконденстор является лучшим вариантом в случаях, где возникают краткосрочная потребность в питании и есть возможность быстрой зарядки.

Расплавленная соль

Солнечные термоэлектростанции используют расплавленную соль в качестве теплоносителя. Работает система относительно просто: сфокусированные солнечные лучи направляются при помощи зеркал на башню с солью, соль плавится под воздействием температуры, переносит тепло. Его используют для превращения воды в перегретый пар, который вращает турбины, вырабатывающие электричество.

Как оказалось, при помощи, расплавленной соли энергию можно не только вырабатывать, но и запасать. Именно этим занимается стартап Malta. В основе всего — расплавленная соль, разогретая до высокой температуры и недорогой охлажденный антифриз. Сначала, используя тепловой насос, электричество превращают в тепло, запасая его в расплаве соли. Далее, когда электричество снова потребуется (например, ночью или в безветренный день), расплавленную соль объединяют с холодным антифризом, а тепловой насос преобразует тепло в электричество. Хранить тепло можно неделями.

Гравитационные системы

Принцип работы основывается на гравитации и трении, грубо говоря, аналогичен ГАЭС. Но без воды.

Интересный пример гравитационного хранилища создала американская компания Advanced Rail Energy Storage North America при помощи железной мини-дороги в Неваде. Вместо закачки воды в верхний резервуар при запасании энергии проект ARES поднимает вагоны с балластом поближе к вершине холма, при отдаче энергии, вагоны спускают с холма. Каждый из вагонов оснащён генератором на 2 МВт, при подъёме он работает как электромотор, а на спуске отдает энергию в сеть. КПД всей системы оценивается в 80 – 86%. Разница в высоте между точками составляет 900 м (это очень большой перепад высот, у большинства ГАЭС такого нет), при том, что длина путей, по которым движутся вагоны, 8 км. На пике система выдает до 50 МВт мощности. Это около 1,5 МВт с каждого из 32 вагонов (с учётом всех потерь).

По такому же гравитационному принципу работает другой не менее интересный проект – хранение энергии в башне. Принцип работы – шестизвездный кран стоит в центре, а на удалении от него лежат бетонные цилиндры весом 35 метрических тонн. Когда возникает избыток солнечной или ветровой электроэнергии запускается электродвигатель, и кран, управляемый автоматическим алгоритмом, поднимает бетонные блоки один за одним, складывая их в башню вокруг своей оси. Система хранения «полностью заряжена», когда кран создал вокруг себя башню из бетонных блоков. В башне может храниться 20 МВт•ч энергии. Когда в сети нехватка электричества, система запускается в обратном направлении, и электроэнергия подается в сеть за счет гравитационной энергии. Когда сеть работает на низком уровне,

двигатели возвращаются в действие - за исключением того, что вместо того, чтобы потреблять электричество, двигатель приводится в движение задним ходом гравитационной энергией и, таким образом, генерирует электричество. Такую систему хранения энергии разработал швейцарский стартап Energy Vault.

Поскольку бетон намного плотнее воды, для подъема бетонного блока требуется (и, следовательно, он может хранить) гораздо больше энергии, чем резервуар с водой одинакового размера, - отмечают разработчики. КПД такой системы около 85%.

Пневматические аккумуляторы

Принцип их работы достаточно прост. С помощью насоса сжимается воздух и закачивается в резервуар. При необходимости расходования электроэнергии воздух выпускается из резервуара, проходя через турбину, вырабатывающую электроэнергию. Идея тоже древняя, относится к XIX веку. Главный недостаток — КПД не превышает 55%. Такой низкий КПД обусловлен переходом части энергии при сжатии газа в тепловую форму. Тем не менее в XX веке аккумулирующие электростанции на основе сжатого воздуха широко использовались в США и Германии.

Маховики

Тип механического аккумулятора, предназначенный для транспортных устройств. Аккумулятор этого типа – маховик, обладающий большой массой и раскручиваемый до очень высокого числа оборотов. Запасаемая им энергия – не что иное, как кинетическая энергия самого маховика. Для повышения кинетической энергии маховика нужно увеличивать его массу и число оборотов вращения. Но с ростом числа оборотов увеличивается центробежная сила, что может привести к разрыву маховика. Поэтому для маховиков используются самые прочные материалы. Например, сталь и стеклопластик. Уже изготовлены маховики, масса которых измеряется многими десятками килограммов, а частота вращения достигает 200 тысяч оборотов в минуту.

Потери энергии при вращении маховика вызываются трением между поверхностью маховика и воздухом, а также трением в подшипниках. Для уменьшения потерь маховик помещают в кожух, из которого откачивается воздух, т. е. внутри кожуха создается вакуум. Применяются самые совершенные конструкции подшипников. В этих условиях годовая потеря энергии маховиком может быть менее 20 %.

Электромобили

В электромобиле есть аккумуляторы, выпрямитель и инвертор — все элементы накопителя для выравнивания пиков потребления электроэнергии. Идея в том, что можно задействовать электромобиль в качестве накопителя энергии, пока он стоит в гараже?

Компании Renault, Mitsubishi и Nissan уже выпускают электромобили, способные отдавать энергию, накопленную в аккумуляторе. А Schneider Electric создала электрическую зарядную станцию, поддерживающую данную функцию. В Великобритании рассматривается вопрос о том, чтобы

предоставлять электромобилям бесплатную парковку в обмен на определенное количество электроэнергии, отдаваемое во время стоянки в сеть.

Литература

1. Гидроаккумулирующая электростанция //Википедия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://goo-gl.su/lhjJ>
2. Как сохранить энергию? / Е. Хрусталеv. // Газета “Энергетика и промышленность в России” [Электронный ресурс]. – №01-02- Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/epr/309-310/6228809.htm> - Дата доступа: 01.2017.
3. Как технологии хранения энергии изменят мир /А. Васелюк. //Атомный эксперт [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://atomicexpert.com/page3174172.html>
4. Проект Malta: хранение энергии при помощи расплавленной соли выходит на новый уровень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/madrobots/blog/434408> -Дата доступа: 26.12.2018.
5. 5 способов хранения энергии и насколько они эффективны //Kosatka.Media [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kosatka.media/category/blog/news/5-sposobov-hraneniya-energii-i-naskolko-oni-effektivny> - Дата доступа: 16.08.2019.
6. Compressed Air Energy Storage(CAES)- Пневматический аккумулятор/22Sobaki// Хабр. Энергия и элементы питания [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/378659> - Дата доступа 23.06.2015.