

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА В СОСТАВЕ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

А.Г. Возмилов, А.А. Андреев, В.А. Калмаков

В статье описывается получающая в последнее время в мире все большее распространение концепция распределенной энергетики и необходимость применения в автономных энергосистемах накопителя энергии на основе химических источников тока. Приводится описание негативных факторов, снижающих срок эксплуатации аккумуляторов и таким образом снижающих срок необслуживаемой работы все автономной энергосистемы. Описывается необходимость применения систем контроля и управления для накопителей энергии автономных энергоустановок, основные функции этих систем. Делается вывод об ожидаемом улучшении эксплуатационных характеристик и увеличении срока безотказной службы накопителя энергии и автономной энергосистемы в целом.

Ключевые слова: накопитель энергии, аккумулятор, эксплуатация аккумуляторов.

Концепция распределенной энергетики, получающая все большее распространение в мире в последнее время, подразумевает строительство дополнительных источников электроэнергии в непосредственной близости от потребителей. Такой подход позволяет снизить потери электроэнергии при транспортировке из-за максимального приближения источника электроэнергии к потребителю, уменьшить число, протяженность и необходимую пропускную способность магистральных линий электропередачи, смягчить последствия аварий на центральных электростанциях и главных линиях электропередач [1, 2]. Кроме того, одна из ключевых особенностей распределенной энергетики заключается в широком применении возобновляемых источников энергии, что является одной из важнейших современных задач в условиях перевода мировой экономики на низкоуглеродный и энергоэффективный путь развития. Поворот к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в мире вполне закономерен по экологическим (отсутствие вредных

выбросов, сохранение запасов нефти и газа), так и по экономическим причинам (независимость от импорта энергоносителей, аварий на центральных электростанциях и магистральных линиях электропередач) [3].

Несмотря на то, что в настоящее время уровень использования потенциала возобновляемых источников энергии в нашей стране находится на низком уровне, Россия не остается в стороне от развития этого направления. В последнее время был издан ряд законодательных документов, направленных на поддержку возобновляемой и распределенной энергетики, установлены значения целевых показателей объема производства электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии (4,5 % в 2020 году), а также значения степени локализации производства электроэнергии.

Следует отметить огромный ресурсный потенциал возобновляемой энергетики в России: высокий ветропотенциал на прибрежных территориях, солнечный пояс, тянущийся вдоль всей южной границы России с запада на восток, разнообразные ресурсы для биоэнергетики. Валовый потенциал всех ресурсов ВИЭ России оценивается в $2,34 \times 10^6$ млн т условного топлива. Результат оценки объема технически доступных ресурсов возобновляемых источников энергии в Российской Федерации, эквивалентен не менее 4,6 млрд тонн условного топлива, что вдвое превышает энергобаланс страны и в 5 раз внутреннее энергопотребление. Более того, в изолированных удаленных энергорайонах экономическая эффективность использования возобновляемых источников энергии равна или даже выше, чем традиционной энергетики.

Распределенная и автономная энергетика являются особенно актуальными для нашей страны также и потому, что по разным оценкам от 60 до 70 % территории России, на которой проживают до 20 млн человек и сосредоточено до 15 % основных фондов РФ, не охвачено централизованным электроснабжением [4].

Именно на этих территориях наиболее целесообразно применение автономных энергосистем на основе возобновляемых источников энергии. Применение автономных энергоустановок охватывает все стороны жизни человека, где необходим источник электроэнергии: электроснабжение удаленных населенных пунктов, оборудования по охране границ и ответственных объектов, нефте- и газопроводов, энергопитание удаленных объектов, временных парковок, электроснабжение и охрана ответственных инженерных сооружений, энергопитание аппаратуры сотовых операторов [5].

Необходимо отметить, что в системе «Источник возобновляемой энергии – Потребитель» регулярно возникает дисбаланс между производством и потребностью в электрической энергии, поскольку вырабатываемая возобновляемым источником мощность изменяется в зависимости от погодных условий, времени суток и года, а потребление электроэнергии от этих факторов в общем случае не зависит. Этот дисбаланс решается путем при-

менения накопителя энергии, который является обязательным элементом любой автономной энергосистемы и сглаживает кривую выработки электроэнергии и позволяет поддерживать необходимый уровень электропитания потребителя. Схема автономной энергосистемы, использующей в качестве источника энергии ветрогенератор, представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема автономной энергосистемы

Наибольшее распространение получило применение в качестве накопителей электрохимических источников тока (аккумуляторов), объединенных в батарею подходящих напряжения и емкости.

Основным требованием, предъявляемым к работающим в составе автономной энергосистемы аккумуляторам, является обеспечение требуемого срока службы. Аккумуляторы могут обеспечить ограниченное количество циклов заряд-разряд, после чего их емкость снижается и требуется их замена. Свинцово-кислотный аккумулятор – наиболее распространенный вид аккумуляторов, который широко используется, например, в автомобилях. Использование автомобильных стартерных аккумуляторов нерационально для длительного использования автономных энергосистем. Они выдерживают всего порядка 200 циклов заряд-разряд глубиной 80 %. Немного больший срок работы обеспечивают AGM и гелевые свинцово-кислотные аккумуляторы – 400 и 500 циклов соответственно. Панцирные аккумуляторы с трубчатыми положительными электродами являются наиболее совершенными из аккумуляторов свинцово-кислотной технологии и обеспечивают наибольший срок службы (до 1500 циклов заряд-разряд глубиной 80 %). Именно они находят наибольшее распространение энергии в качестве накопителей энергии автономных энергосистем. Аккумуляторы на основе литий-ионной технологии используются не столь широко, во многом из-за высоких первоначальных капитальных вложений.

Срок эксплуатации аккумулятора зависит не только от его электрохимической структуры, но также во многом и от условий его эксплуатации. К основным факторам, оказывающим существенное влияние на ожидаемый срок службы аккумулятора в составе автономной энергосистемы можно отнести следующие:

- динамика процессов заряда и разряда. Токи заряда и разряда, превышающие оптимальные для данного аккумулятора, а также нахождение аккумулятора при уровне выше или ниже оптимального уровня для хранения способны привести к разрушению внутренней структуры и снижению ресурса аккумулятора;

- влияние температуры. Работа при отрицательных температурах является дополнительным фактором, снижающим срок службы накопителя энергии. Особенно актуальна эта проблема для суровых климатических условий нашей страны, в некоторых регионах которой среднегодовая температура достигает $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$. На рисунке 3 приведены графики зависимости срока службы и емкости от рабочей температуры для свинцово-кислотных аккумуляторов выполненных по панцирной технологии (OpZS) [6]. Работа при отрицательных температурах негативно сказывается на продолжительности службы аккумулятора и отдаваемой им емкости. Работа аккумулятора при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению емкости до 60 % от номинальной и уменьшению ожидаемого срока службы аккумулятора на 40 %.

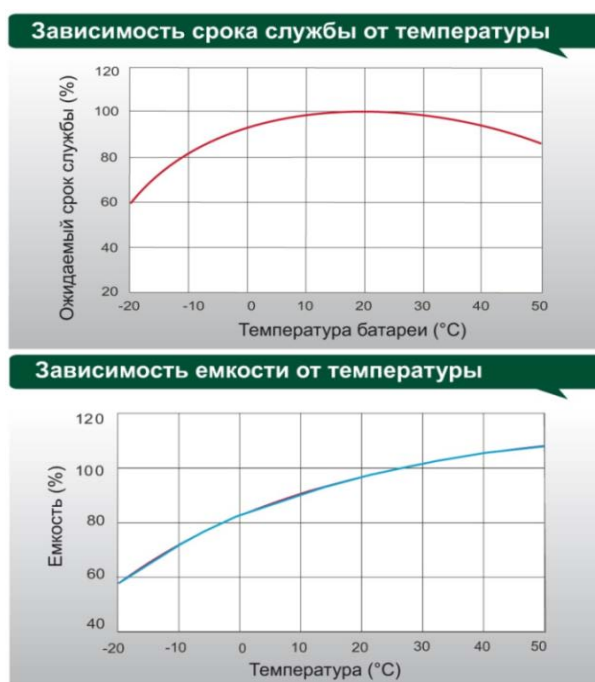


Рис. 2. Влияние температуры на рабочие характеристики аккумуляторов

Характеристики аккумуляторов (доступная емкость, внутреннее сопротивление, саморазряд и др.) также подвержены негативному влиянию перечисленных выше факторов.

Чаще всего именно накопитель энергии является элементом, лимитирующим срок необслуживаемой работы автономной энергетической установки. Решением данной проблемы является применение систем контроля и управления для накопителей энергии автономных энергоустановок.

Система должна обеспечивать мониторинг состояния аккумуляторных ячеек накопителя энергии (напряжение, уровень заряда и т.д.), защиту ячеек от аварийных режимов (короткого замыкания, перезаряда и переразряда), выравнивание зарядов отдельных ячеек [7], а также обеспечивать поддержание оптимальных температурных условий работы аккумуляторов. Однако решения, обладающие всеми необходимыми функциями, на сегодняшний момент отсутствуют. Существующие системы мониторинга батарей дороги и не имеют функцию терморегулирования, а системы подогрева аккумуляторов, разработанные для других областей применения (стартерных АКБ автомобилей, батарей электровозов), не подходят для накопителей энергии автономных энергосистем.

Результатом применения системы контроля и управления для накопителей энергии автономных энергоустановок станет улучшение эксплуатационных характеристики и увеличение срока безотказной службы накопителя энергии автономных энергоустановок, сокращении затрат на обслуживание и замену аккумуляторов. Все эти факторы в конечном итоге повышают надежность работы автономной энергосистемы в целом. Поэтому исследования в области разработки подобных систем представляются весьма перспективными.

Библиографический список

1. Распределенная энергетика // Wikipedia.ru: сайт. – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Распределенная_энергетика.
2. Соломин, Е.В. Возобновляемые источники энергии. Новые возможности человечества / Е.В. Соломин // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2013. – № 10. – С. 38–40.
3. Шкрадюк, И.Э. Тенденции развития возобновляемых источников энергии в России и мире / И.Э. Шкрадюк. – М.: WWF России, 2010. – 88 с.
4. Соломин, Е.В. Экономические аспекты внедрения ветроэнергетических установок / Е.В. Соломин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2010. – № 20. – С. 32–36.
5. Мартьянов, А.С. Система освещения, основанная на ветроэнергетической установке / А.С. Мартьянов, Е.В. Соломин // Альтернативная энергетика и экология. – 2010. – № 1. – С. 101–105.
6. Выбор и эксплуатация аккумуляторов для автономного и резервного электроснабжения // inverter.ru: сайт. – URL: <http://www.inverter.ru/akb.html>.
7. Возмилов, А.Г. Анализ причин разбалансировки аккумуляторных батарей / А.Г. Возмилов, Е.В. Соломин, В.А. Калмаков, А.А. Андреев // Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 11. – С. 65–68.

[К содержанию](#)