

Часто задаваемые вопросы по использованию литий-ионных аккумуляторов с ИБП

Информационная статья № 231

Версия 0

Авторы: Патрик Донован
Мартин Захо

Аннотация

Литий-ионные аккумуляторы имеют несколько преимуществ перед традиционными свинцово-кислотными аккумуляторами. Несмотря на преимущества, использование литий-ионных аккумуляторов в источниках бесперебойного питания (ИБП или резервные аккумуляторы) является относительно новым явлением, и на сегодняшний день использование свинцово-кислотных аккумуляторов с регулирующим клапаном для аккумуляции энергии остается основной технологией. Вероятнее всего это изменится, так как затраты на литий-ионные аккумуляторы продолжают снижаться, информация о преимуществах становится более распространенной, и производители ИБП делают их совместимыми с литий-ионными аккумуляторами. Данная статья содержит ответы на общие вопросы по литий-ионным аккумуляторам и их использованию в ИБП.

Введение

Литий-ионные аккумуляторы имеют несколько преимуществ перед традиционными свинцово-кислотными аккумуляторами с регулирующим клапаном, широко используемыми в ИБП в настоящий момент. Более длительный срок службы, меньшие габариты и вес, более быстрая перезарядка и снижающиеся цены сделали литий-ионные аккумуляторы привлекательной технологией аккумулирования энергии. В данной статье приводятся краткие ответы на общие вопросы о литий-ионных аккумуляторах и их использовании в устройствах ИБП, призванные помочь пользователю в выборе наиболее подходящего для его нужд технологического решения.

Часто задаваемые вопросы

Что такое литий-ионный аккумулятор и чем он отличается от свинцово-кислотного?

Простыми словами, аккумулятор – это электрохимическое устройство, которое хранит энергию и выпускает ее в виде электричества. Аккумуляторы обычно объединяют в цепочки и они могут быть соединены последовательно, параллельно или комбинацией обоих способов, чтобы получить необходимое для конкретного устройства напряжение и ток. Это простое объяснение относится как к свинцово-кислотным, так и к литий-ионным аккумуляторам.

Каждый аккумулятор включает катод (плюс) и анод (минус), которые подвешены в электролите. Электролит действует как катализатор электрохимической реакции, которая приводит к зарядке и разрядке по мере перемещения ионов от одного электрода к другому. Он также предотвращает скопление электронов на аноде от перемещения обратно на катод в пределах самого аккумулятора при отсутствии нагрузки. Химическая реакция приводит к разнице потенциалов в заряде (т. е. в напряжении) между катодом и анодом по мере скопления электронов на аноде. При подключении нагрузки с помощью провода к клеммам аккумулятора возникает движение тока, которое разряжает аккумулятор по мере перемещения электронов (т.е. электрического тока) от анода (отрицательная клемма) на нагрузку, а затем на катод (положительная клемма). Химия аккумулятора меняется по мере перемещения ионов до тех пор, пока больше не останется электронов, которые могут быть доставлены на анод, результатом чего становится разряженный аккумулятор. Аккумулятор можно перезарядить используя внешний источник энергии, чтобы развернуть поток электронов через электролит на анод. На **Рисунке 1**¹ приведена простая схема движения электронов в пределах аккумулятора, а также от аккумулятора к нагрузке.

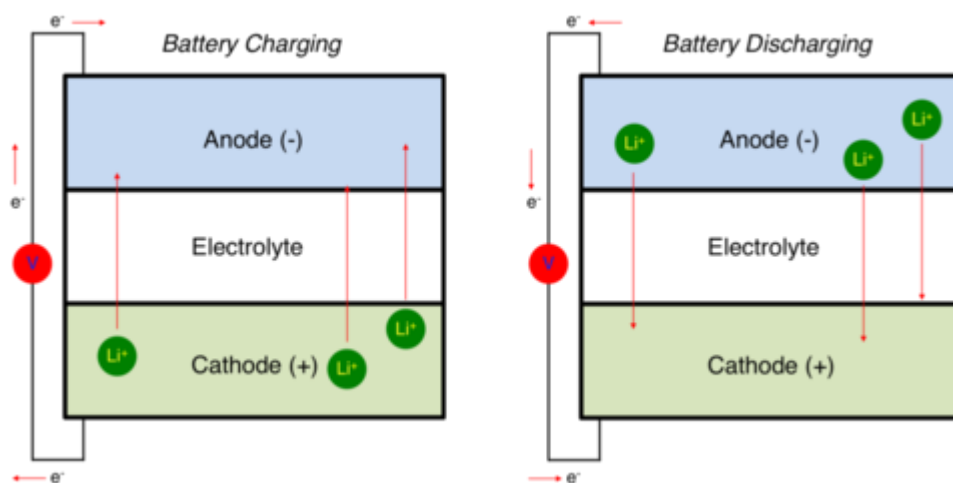


Рисунок 1

Схема, показывающая движение электронов через компоненты аккумулятора; относится как к свинцово-кислотным, так и литий-ионным аккумуляторам.

¹ <http://batterybro.com/blogs/18650-wholesale-battery-reviews/18880255-battery-chemistry-finally-explained> (последний доступ 26.02.2016)

Итак, принципиальная разница между литий-ионными и свинцово-кислотными аккумуляторами заключается в химическом составе материалов, использованных в электродах и электролите. Большая часть современных литий-ионных аккумуляторов использует оксид металла для катода и материал на углеродной основе для анода. Раствор электролита – это соль лития, растворенная в органическом растворителе. А в свинцово-кислотных аккумуляторах используется диоксид свинца для катода, свинцовый анод и форма серной кислоты в качестве электролита.

Эта химия в огромной степени определяет эксплуатационные характеристики аккумулятора. В **Таблице 1** отражена разница в некоторых важных эксплуатационных характеристиках двух типов аккумуляторов при использовании в устройствах ИБП. Однако важно понимать, что в работе разных типов аккумуляторов могут быть значительные отличия из-за разных химических свойств (например, состав электролитов и электродов) и общего типа и качества использованных материалов, а также конструкции элементов *одного типа*. Это делает обобщение характеристик литий-ионных аккумуляторов трудным, если не предусмотрено конкретного применения и конструкции. В этой таблице приведены типовые эксплуатационные диапазоны для используемых на сегодняшний день в ИБП элементов аккумуляторов.

Таблица 1

Типовые диапазоны эксплуатационных характеристик для элементов литий-ионных аккумуляторов, используемых в устройствах ИБП.

Атрибут характеристики	Литий-ионный	Свинцово-кислотный (VRLA)
Удельная энергия (плотность энергии)	Высокая, 70–260 кВт·ч/кг	Низкая, 15–50 кВт·ч/кг
Срок службы (календарный)	10–15 лет	4–6 лет
Кол-во циклов зарядки/разрядки*	> 1000	200–400
Время перезарядки	½–1 ч	6–12 ч

* Фактическое количество в высокой степени зависит от конкретной конструкции аккумулятора и от глубины разрядки. Чем глубже разрядки, тем ниже будет срок службы.

Каково соотношение затрат на системы литий-ионных аккумуляторов с затратами на системы свинцово-кислотных аккумуляторов при использовании с ИБП?

Информационная статья 229, [Технология аккумуляторов для ЦОД: Сравнение литий-ионных \(Li-ion\) аккумуляторов со свинцово-кислотными аккумуляторами с регулирующим клапаном \(VRLA\)](#) содержит подробный количественный анализ капитальных затрат, эксплуатационных затрат и совокупной стоимости владения за 10 лет для трехфазных ИБП, использованных в ЦОД. Однако в основном можно сказать, что стоимость с монтажом литий-ионной системы приблизительно в 1,5–3 раза (и более) будет превышать стоимость системы свинцово-кислотных аккумуляторов с регулирующим клапаном при аналогичных уровне мощности и продолжительности работы. Первоначальная стоимость литий-ионных аккумуляторов была причиной, по которой их использование в ИБП было очень ограничено. Однако важно отметить, что всего несколько лет назад разница в стоимости была десятикратной. С учетом сильного снижения стоимости и значительных преимуществ в части эксплуатационных характеристик, системы литий-ионных аккумуляторов быстро становятся важным вариантом решения для аккумулирования энергии среди все большего количества пользователей. Увеличение спроса, перспективы развития технологии и дополнительный прирост в эффективности изготовления вероятнее всего приведут к дальнейшему снижению затрат. Свинцово-кислотные аккумуляторы, в свою очередь, являются более старой и отработанной технологией с меньшим шансом на значительное развитие, которое могло бы значительно снизить затраты на кВт·ч.

С точки зрения эксплуатационных затрат системы литий-ионных аккумуляторов имеют объективные преимущества. Это в основном происходит из-за приблизительно в два раза более длительного срока службы, чем у систем свинцово-кислотных аккумуляторов с регулирующим клапаном (VRLA). В течение 15 лет аккумуляторы VRLA с большой вероятностью подлежат замене 2–3 раза, в то время как замена литий-ионных аккумуляторов может не потребоваться (или

потребуется однократно), что значительно экономит деньги и сократит объем технического обслуживания. Срок службы литий-ионных аккумуляторов иногда указывают для более высокой температуры (40 °C/104 °F), чем для свинцово-кислотных (20–25 °C/68–77 °F). Таким образом, в этих случаях они могут вынести более высокую температуру окружающей среды, и все равно сохраняют установленный срок службы². Это может помочь дополнительно снизить эксплуатационные затраты за счет снижения затрат энергии на охлаждение. Поскольку системы литий-ионных аккумуляторов занимают на 50-80% меньше места, сэкономленное пространство можно использовать более продуктивно. Финансовая выгода от этого может оказать дополнительное положительное влияние на совокупную стоимость владения литий-ионными системами. Наш анализ показал, что в основном системы ИБП, основанные на литий-ионных аккумуляторах, имеют совокупную стоимость владения в течение 10 лет на 10–40 % меньше (по состоянию на 2016 год), чем совокупная стоимость владения системой VRLA.

Являются ли литий-ионные аккумуляторы источниками опасности?

Все типы аккумуляторов по определению хранят химическую энергию, поэтому при ненадлежащем обращении (например, если бросить в огонь) или превышении зарядки существует возможность возникновения опасности из-за выброса опасных материалов или возгорания. Считалось, что литий-ионные аккумуляторы обладают большей опасностью из-за зарегистрированных случаев возникновения пожара и из-за их более высокой удельной энергии в комбинации с большей чувствительностью к превышению зарядки. При ненадлежащем управлении литий-ионный аккумулятор достигнет состояния термической нестабильности быстрее из-за более низкой сопротивляемости элементов и более высокой энергоемкости, чем у свинцово-кислотного аккумулятора.

Тем не менее, за последние годы был достигнут существенный прогресс, в ходе которого они стали безопаснее и теперь заслуживают сравнения с другими широко используемыми типами аккумуляторов в части безопасности. Химия изменилась, и улучшения в части расположения элементов в корпусе сделали их более стабильными. Процесс изготовления сформирован, и используются более надежные материалы. Схемы управления аккумуляторами хорошо испытаны и проверены на практике в части защиты литий-ионных аккумуляторов от чрезмерной зарядки или перегрева. Активное использование литий-ионных аккумуляторов во множестве электрических транспортных средств, а также существующие решения для ИБП больших мощностей, подтверждают их уровень безопасности.

Так как системы литий-ионных аккумуляторов гораздо более чувствительны к тому, как протекает процесс их зарядки и разрядки, все они включают систему управления аккумулятором. Эту систему составляют микропроцессоры, датчики, переключатели и соответствующие им контуры. Она постоянно отслеживает температуру, уровень заряда и скорость зарядки, обеспечивая защиту от короткого замыкания и чрезмерной зарядки. Система также оснащена КИП для защиты элементов от повреждений, предотвращая слишком низкое напряжение при разрядке. Система управления аккумулятором обеспечивает ИБП и пользователя точной информацией о состоянии, работоспособности и доступной продолжительности работы аккумулятора. Несмотря на то, что системы управления аккумулятором делают литий-ионные аккумуляторы гораздо безопаснее, обеспечение этой безопасности имеет свою цену. Они добавляют стоимость решению и забирают энергию из аккумуляторов, нивелируя, значительно уменьшая или значительно снижая преимущества в части эффективности по сравнению со свинцово-кислотными аккумуляторами.

Что касается безопасности материалов, правительство США не считает их опасными и допускает их безопасное удаление на свалку. Литий-ионные аккумуляторы не содержат ртути, свинца, кадмия и любых других материалов, которые считаются опасными. Само собой, это не означает, что переработка или ее отсутствие не имеет влияния на окружающую среду. См. часто задаваемые вопросы “Являются ли литий-ионные аккумуляторы более экологически безопасными, чем свинцово-кислотные аккумуляторы?” и “Возможна ли их переработка?”, приведенные ниже, для получения более подробной информации.

² Обратите внимание, что продолжительность работы может быть снижена при работе при более высоких температурах из-за внутренних защитных схем, спроектированных для предотвращения термической нестабильности.

Какие типы литий-ионных аккумуляторов существуют и почему это важно?

В настоящее время литий ионные аккумуляторы используют неметаллический раствор, содержащий ионы лития, в качестве электролита. Этот раствор является проводником электронов, который приводит к движению тока между двумя электродами: катодом (+) и анодом (-). Катод является оксидом металла, а анод сделан из материала из пористого углерода. Эксплуатационные характеристики будут изменяться по мере изменения этих материалов или при их химической модификации. Производители заменяют материалы и/или используют добавки, чтобы повлиять на характеристики конкретных элементов. Например, некоторые аккумуляторы спроектированы таким образом, чтобы максимально увеличить энергоёмкость и обеспечить длительное время работы, измеряемое в часах. Их часто называют “энергоёмкие элементы”. “Силовые элементы”, с другой стороны, настроены таким образом, чтобы обеспечить более высокую плотность мощности (т. е. удельную мощность), но имеют более низкую энергоёмкость, таким образом, вся их мощность может быть подана на нагрузку за короткий промежуток времени. Так как системы ИБП, как правило, настраивают таким образом, чтобы израсходовать аккумуляторы за короткий промежуток времени (в течение нескольких минут), используются силовые элементы. Таким образом, аккумуляторы проектируются для целевого применения. И новые химические составы разрабатываются и испытываются, чтобы расширить границы сегодняшней технологии литий-ионных аккумуляторов.

Общий способ различать типы литий-ионных аккумуляторов основан на их основном активном химическом материале, придающем аккумулятору его уникальные, собственные свойства, отличающие их от других литий-ионных аккумуляторов. В соответствии с данными Университета исследования аккумуляторов (Battery University)³ шестью наиболее распространенными типами аккумуляторов являются:

- Литий-кобальтовый (на базе LiCoO_2)
- Литий-марганцевый (на базе LiMn_2O_4 или “LMO”)
- Литий-никель-марганец-кобальтовый (на базе LiNiMnCoO_2 или “NMC”)
- Литий-железно-фосфатный (на базе LiFePO_4)
- Литий-никель-кобальт-алюминиевый (на базе LiNiCoAlO_2)
- Литий-титанатный (на базе $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)

В **Таблице 2** показано как различные типы химических решений аккумуляторов отличаются друг от друга в части основных атрибутов.

Таблица 2

Показывает, как различные типы химических решений аккумуляторов отличаются друг от друга в части основных атрибутов.

Тип химии	Удельная энергия	Удельная мощность	Безопасность*	Эксплуатационные характеристики	Срок службы	Затраты
LiCoO_2 (LCO)	наивысший	средний	средний	высокий	средний	средний
LiMn_2O_4 (LMO)	высокий	высокий	высокий	средний	средний	средний
LiNiMnCoO_2 (NMC)	наивысший	высокий	высокий	высокий	высокий	средний
LiFePO_4 (LFP)	средний	наивысший	наивысший	высокий	наивысший	средний
LiNiCoAlO_2 (NCA)	наивысший	высокий	средний	высокий	высокий	высокий
$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)	средний	высокий	наивысший	наивысший	наивысший	наивысший

* Атрибут "безопасность" показывает насколько химия аккумулятора по своей природе устойчива к переходу в неконтролируемое состояние или в состояние термической нестабильности. Обратите внимание, что выбор материалов, компоновка элементов, качество изготовления и система управления аккумулятором могут быть рассчитаны таким образом, чтобы обеспечить отсутствие такого состояния,

³ http://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion (последний доступ 26.02.2016)

Помимо химии существуют и другие аспекты, отличающие одни аккумуляторы от других. Отдельные элементы аккумуляторов могут быть размещены в корпусе различными способами, и это оказывает влияние на эксплуатационные характеристики аккумулятора. Существуют призматические пакеты и банки, а также цилиндрические банки (см. **Рисунок 2**). То как элементы помещают в корпус, а также тип и качество материалов, использованных в их конструкции, оказывает влияние на вес, удельную энергию, способность проводить тепло, надежность (безопасность) и цену аккумулятора.

Рисунок 2

Три стандартных способа размещения литий-ионных элементов в корпусе (слева направо): призматический пакет, призматическая банка и цилиндрическая банка



Не следует считать один литий-ионный аккумулятор аналогичным другому, даже если их химия одинакова. Производителям ИБП следует подбирать конструкцию элемента и уровень качества материалов, подходящие для целевого применения. Кроме того, им следует сделать характеристику своей системы аккумуляторов и спецификацию эксплуатационных характеристик общедоступными.

Могу ли я использовать литий-ионные аккумуляторы со своим существующим ИБП?

Только если производитель ИБП заявляет, что конкретный рассматриваемый аккумулятор является совместимым. Как разъяснялось выше, аккумуляторы на основе лития различаются химией, размерами, диапазонами напряжения, формой и типами соединителей. Эти различия необходимо учитывать в ИБП для инвертера, зарядного устройства, механической части и внедрения программно-аппаратных средств. Тем не менее, если напряжение находится в пределах диапазона возможностей ИБП, то есть вероятность, что существующий ИБП можно сделать совместимым посредством обновления программно-аппаратной части ИБП, чтобы обеспечить реализацию надлежащего порядка зарядки, правильных расчетов продолжительности работы и точных отчетов о состоянии зарядки. Необходимо всегда консультироваться с производителем, чтобы определить, какой аккумулятор является безопасным и совместимым.

Как они отличаются весом и размерами от свинцово-кислотных аккумуляторов?

В общем, система литий-ионных аккумуляторов для ИБП занимает до 50–80 % меньше площади пола и весит на 60–80 % меньше сопоставимой свинцово-кислотной системы. Такая поразительная экономия обусловлена высокой удельной энергией (плотностью энергии), свойственной литий-ионным аккумуляторам. Конкретные энергетические показатели для литиевых аккумуляторов, доступных на сегодняшний день, находятся в диапазоне от 70 кВт·ч/кг до 260 кВт·ч/кг, диапазон большей части – 120–200 кВт·ч/кг. Для сравнения, для типового свинцово-кислотного аккумулятора диапазон составляет 30–50 кВт·ч/кг.

Каков срок службы литий-ионных аккумуляторов?

Срок службы (жизненный цикл) – это расчетное количество раз, которое аккумулятор может полностью разрядиться, а потом полностью зарядиться в пределах установленного температурного диапазона до того, как его необходимо будет заменить. Как только емкость аккумулятора при полном заряде составит 60–80 %, аккумулятор становится непригодным к использованию в устройстве и подлежит замене. Срок службы традиционного герметичного свинцово-кислотного аккумулятора составляет от 200 до 400 циклов. Типовой литий-ионный аккумулятор, используемый для устройств ИБП, может выдерживать более 1000 циклов. Количество зависит от нескольких факторов, включая

конкретную химию, используемую в конструкции. Некоторые современные литий-ионные аккумуляторы способны выдержать 5000 циклов.

Какое для них требуется техническое обслуживание?

Литий-ионные аккумуляторы практически не требуют технического обслуживания. В них нет жидкости, уровень которой необходимо измерять и поддерживать (как и для свинцово-кислотных аккумуляторов с регулирующим клапаном). Эти аккумуляторы также не имеют “памяти”, которую необходимо учитывать, и нет необходимости периодически калибровать продолжительность их работы. Кроме того, продолжительный срок службы (10 лет и более) уменьшает необходимость замены аккумулятора в течение срока эксплуатации ИБП. К тому времени, как аккумуляторы необходимо будет заменить, скорее всего, понадобится заменить и сам ИБП. Входящая в состав система управления аккумулятором (BMS) автоматически собирает и передает все данные, необходимые для четкого представления о работоспособности и состоянии аккумулятора, что дополнительно сокращает мероприятия по техническому обслуживанию.

Нужно ли охлаждать литий-ионные аккумуляторы, используемые в ИБП?

По мере роста температуры, срок службы как свинцово-кислотных, так и литий-ионных аккумуляторов сокращается. Однако в основном срок службы литий-ионных аккумуляторов меньше зависит от более высоких температур, чем свинцово-кислотных. Многие литий-ионные аккумуляторы, используемые в ИБП, спроектированы для более высоких средних температур (например, 40 °C/104 °F) и способны достигать указанного ресурса при этих более высоких температурах.

Для обоих типов аккумуляторов по мере увеличения температуры окружающей среды фактически увеличивается емкость (ампер-час). Однако более высокие температуры могут ограничить доступную продолжительность работы этого аккумулятора даже в пределах допустимого рабочего диапазона, указанного производителем. Это редкое явление, которое зависит от нескольких факторов, включая скорость разрядки, допустимые тепловые нагрузки конкретного рассматриваемого аккумулятора и, разумеется, температуру. В частности, при более высоких скоростях разрядки аккумулятор может достичь своего теплового предела и отключиться прежде, чем его доступная емкость будет фактически использована. Для большей части литий-ионных устройств ИБП дополнительное охлаждение для поддержания срока службы не требуется, однако поддержание аккумуляторов в более холодном состоянии (например, 25 °C/77 °F) может помочь обеспечить полную реализацию доступной продолжительности работы.

Как их следует хранить?

Хранение в прохладном месте тормозит процесс старения литий-ионов (и других химических решений). Рекомендованная производителями температура хранения составляет 15 °C (59 °F). Кроме того, перед размещением на складе аккумулятор необходимо частично зарядить. Многие производители рекомендуют заряд 20%–40%. (Источник: Samsung SDI & Battery University)

Поддерживают ли они замену в горячем режиме?

Нет, природа литий-ионных аккумуляторов не позволяет заменять их в горячем режиме. Это вызвано их высокой чувствительностью к состояниям слишком сильной и слишком низкой зарядки (низкий импеданс).

Являются ли литий-ионные аккумуляторы более экологически безопасными, чем свинцово-кислотные аккумуляторы?

Существует множество способов определить, какой из продуктов является более экологически безопасным. Литий-ионные аккумуляторы не содержат опасных материалов, в то время как свинцово-кислотные содержат (свинец). Оба типа аккумуляторов являются перерабатываемыми, однако во многих регионах мира гораздо проще переработать свинцово-кислотные, чем более габаритные литий-ионные аккумуляторы, используемые в ИБП и электрических

транспортных средствах. Для полного представления о влиянии на окружающую среду необходимо учесть весь объем углеродного следа за весь срок службы аккумулятора. Использование углерода нарастает в течение срока службы аккумулятора:

- Извлечение сырьевого материала
- Энергия, которую необходимо произвести и передать
- Рабочая энергия для поддержания аккумуляторов заряженными и охлажденными
- Возможность переработки и влияние на землю, когда приходит время утилизации

Предыдущий анализ⁴ показал, что эксплуатационные потери (т.е. энергия, используемая для поддержания аккумуляторов заряженными) на данный момент являются основным определяющим фактором углеродного следа ИБП и его системы аккумуляторов в течение 10-летнего срока эксплуатации. Тем не менее, существенной разницы между эксплуатационными потерями двух систем нет. Какое решение окажется более экологичным, зависит от конкретного случая использования.

Для поддержания литий-ионных аккумуляторов в заряженном состоянии требуется меньше энергии, чем для свинцово-кислотных. Эффективность цикла зарядки литий-ионных аккумуляторов составляет 90 %, а свинцово-кислотных – 80–85 %. Кроме того, саморазряд свинцово-кислотных аккумуляторов происходит быстрее, чем литий-ионных. Однако это повышение эффективности компенсировано за счет необходимости в системе управления аккумулятором для литий-ионного решения, предусматриваемой для защиты от короткого замыкания и чрезмерной зарядки. Эта система отслеживания потребляет энергию. Поэтому итоговые компенсационные потери обоих решений приблизительно равны.

Поскольку основной фактор, определяющий углеродный след за 15 лет, в основном смывает, необходимо обратить внимание на другие факторы. С учетом того, что литий-ионные аккумуляторы содержат материалы, пригодные к захоронению, которые можно переработать, и того, что их срок службы, в основном, в 2–3 раза дольше, чем у свинцово-кислотных аккумуляторов, они являются более экологически безопасными. Тем не менее, следует обратить внимание, что степень переработки свинца из свинцово-кислотных аккумуляторов составляет 99 %⁵, при этом собирают более 90% аккумуляторов⁶ (в Северной Америке; похожие показатели в Европе и Японии). Что же касается переработки литий-ионных аккумуляторов, в частности тех, которые имеют больший формат (такие, как используются в электрических транспортных средствах и ИБП для ЦОД), она гораздо хуже проработана. Прочтите ответ на следующий часто задаваемый вопрос, чтобы узнать больше.

Существует ли возможность их переработки?

Да, их можно переработать. И для этого существует множество перерабатывающих установок для литий-ионных аккумуляторов меньшего размера. Тем не менее, на момент написания данной статьи, аккумуляторы самого маленького формата просто собирают, а затем отправляют на измельчение и сжигание, хотя некоторые материалы, использованные при производстве, можно восстановить. Большая часть материала оказывается на полигонах. С чисто финансовой точки зрения, невыгодно перерабатывать литий-ионные аккумуляторы, чтобы восстановить крайне малое количество металлического лития и других, более распространенных, но менее ценных металлов (алюминий, никель и т.д.). Продолжаются исследования в части улучшения экономических показателей переработки, и правительство начинает поощрять, стимулировать или прямо требовать собирать и надлежащим образом перерабатывать аккумуляторы.

Переработка литий-ионных аккумуляторов более крупного формата (такие как используются для электрических транспортных средств и ИБП для ЦОД)

⁴ [Информационная статья № 209. Анализ углеродного следа в течение срока службы. Сравнение аккумуляторов и маховиков](#)

⁵ http://c.ymcdn.com/sites/batterycouncil.org/resource/resmgr/Press_Releases/Recycling_Study_Press_Release.pdf (последний доступ 26.02.2016)

⁶ <http://www.qsbattery.com/content/recycling> (последний доступ 26.02.2016)

является более сложной. С учетом размеров, опасности при обращении, сжигании и отделении различных частей являются более значительными. Эти крупные аккумуляторы оснащены печатными платами и соответствующими контурами, которые требуют значительного количества переработки вручную в части их разборки и подготовки к измельчению. На момент написания данной статьи существует всего несколько компаний, способных переработать эти крупные литий-ионные системы. Рынок не развит. Всего несколько таких аккумуляторов достигло конца срока эксплуатации, поэтому спрос был очень небольшим. Тем не менее, с учетом предполагаемого роста использования электрических транспортных средств и применения этих аккумуляторов в ИБП и других устройствах начинают появляться поставщики услуг по переработке, способные работать с этими большими форматами.

Компания Schneider Electric уверена, что для ИБП, приобретаемых сегодня, будет больше вариантов по переработке литий-ионных элементов крупного формата к тому времени, как потребуются их замена (через 10-15 лет с текущего момента). Свяжитесь с поставщиком для получения более подробной информации по доступным вариантам для конкретного аккумулятора.

Существуют ли какие-либо особые требования к их транспортированию?

Да, местные правила могут отличаться, но ограничения и требования к доставке воздушным транспортом описаны Ассоциацией воздушного транспорта (IATA) в их “Правилах для опасных грузов” (DGR)⁷, содержащих информацию по ограничению размера, веса и количества. Транспортирование литий-ионных аккумуляторов подразделяется на транспортирование опасных материалов, относящихся и не относящихся к классу 9⁸. Отгрузка не 9 класса – меньшие размеры и небольшое количество аккумуляторов, класса 9 – большое количество и размеры. Маркировка, упаковка и все уникальные требования к обращению описаны для каждого класса.

Важно помнить, что ко всем типам аккумуляторов предъявляются определенные требования и ограничения. Например, аккумуляторы, поставляемые внутри оборудования, как правило, должны отгружаться отключенными. И хотя это может показаться затруднительным для конечного пользователя или дилера, как правило, производитель системы несет ответственность за обеспечение соответствия посредством надлежащей конструкции, маркировки, документации пользователя и упаковки.

Необходима ли система управления аккумуляторами при использовании литий-ионных аккумуляторов?

Да, и она уже входит в каждую систему литий-ионных аккумуляторов. Как было сказано ранее, литий-ионные аккумуляторы являются крайне чувствительными к чрезмерной зарядке, недостаточной зарядке и слишком сильной разрядке. Система управления постоянно отслеживает каждый элемент аккумулятора и управляет системой зарядки, обеспечивая отсутствие этих условий или отсутствие повреждений и перегрева в случае их возникновения.

Как время перезарядки литий-ионных аккумуляторов соотносится со временем перезарядки свинцово-кислотных аккумуляторов?

Зарядное устройство аккумулятора, как правило, регулируется и находится в самом ИБП. В этом случае время до достижения состояния заряда 80% практически одинаково. Эффективность зарядки литиевых аккумуляторов немного выше, поэтому они достигают этого уровня немного быстрее. Но зарядка от 80% до 100% у литий-ионных аккумуляторов протекает гораздо лучше. Зарядка литий-ионного аккумулятора до 100% займет от 30 минут до одного часа при условии, что ИБП сможет подать питание, достаточное для зарядки с такой скоростью. Так или иначе, это займет на 5-10 часов меньше, чем зарядка системы свинцово-кислотных аккумуляторов до 100%.

⁷ <http://www.iata.org/publications/dgr/Pages/index.aspx> (последний доступ 19.01.2016)

⁸ http://batteryuniversity.com/learn/article/shipping_lithium_based_batteries_by_air (последний доступ 26.02.2016)

Заключение

Технология литий-ионных аккумуляторов развилась до такой степени, что они являются пригодными в финансовом отношении для новых устройств и безопасны для использования в более крупных устройствах, таких как электрические автомобили и ИБП для ЦОД. Их уникальная химия и компоновка элементов в корпусах обеспечивают преимущества в доходности перед традиционными альтернативными аккумуляторами. В случае с устройствами ИБП, литий-ионные аккумуляторы меньше, легче, быстрее перезаряжаются и имеют в два раза (и более) превышают срок службы свинцово-кислотных аккумуляторов, являющихся на данный момент основной технологией, используемой для аккумуляции энергии. Литий-ионные аккумуляторы небезосновательно считаются более экологически безопасным решением. И, как не удивительно, при более высокой стоимости закупки, они имеют более низкую совокупную стоимость владения. Данная статья призвана ответить на некоторые фундаментальные вопросы, которые могут возникнуть у новых пользователей, и таким образом помочь пользователям ИБП и составителям спецификаций принять рациональное решение при оценке технологии хранения энергии.

Об авторах

Патрик Донован является ведущим аналитиком научно-исследовательского центра по ЦОД компании Schneider Electric. Обладает более чем 20-ти летним опытом в области разработки и поддержки критических энергетических и охлаждающих систем для бизнес-блока ИТ компании Schneider Electric, включая несколько удостоенных награды систем защиты по питанию, обеспечению эффективности и доступности. Автор многочисленных информационных статей, отраслевых статей и технологических оценок. Его исследования в части технологий физической инфраструктуры и рынков содержат руководство и советы по лучшим практикам планирования, проектирования и эксплуатации объектов ЦОД.

Мартин Захо является главным инженером по технологиям аккумуляции энергии компании Schneider Electric в области безопасных источников питания и ИТ бизнеса. Получил степень бакалавра в области системотехники ЭВМ в Университете Южной Дании. Начал работать в компании Schneider Electric в 2000 году (в то время компания называлась American Power Conversion) с водородными топливными элементами. Через три года занялся программно-логическим управлением и программированием ПЛИС для продуктовой линейки Symmetra. Участвовал во всех разработках технологий аккумуляции энергии с 2008 года, с уделением особого внимания аккумуляции энергии для крупных трехфазных ИБП. Основные связанные технологии включали: свинцово-кислотные аккумуляторы, ультраконденсаторы, маховики и различные технологии на основе лития. Является членом Комитета Дании по Стандартизации в части аккумуляции энергии.



[Анализ углеродного следа в течение срока службы. Сравнение аккумуляторов и маховиков](#)

Информационная статья № 209



[Технология аккумуляторов для ЦОД: Сравнение литий-ионных \(Li-ion\) аккумуляторов со свинцово-кислотными аккумуляторами с регулирующим клапаном \(VRLA\)](#)

Информационная статья № 229



[Библиотека информационных статей APC](#)

whitepapers.apc.com



[Калькулятор для сравнения литий-ионных аккумуляторов со свинцово-кислотными аккумуляторами с регулирующим клапаном](#)

TradeOff Tool 18



[Инструментарий TradeOff Tools™](#)

tools.apc.com



Обратная связь

Отклики и комментарии к настоящей статье просьба адресовать

Data Center Science Center
dcsc@schneider-electric.com

С вопросами по конкретным проектам заказчикам следует

обращаться к закрепленным за ними представителям Schneider Electric
(необходимые сведения — на www.apc.com/support/contact/index.cfm).