

# Ошибки в эксплуатации свинцово-кислотных аккумуляторных батарей и их последствия

Елена Краснова, Игорь Александров

Производители аккумуляторных батарей обязаны давать пользователям официальные рекомендации по эксплуатации батарей. Данная информация – реальный инструмент, повышающий эффективность работы оборудования. Важно соблюдать технические параметры, которые указываются в инструкции, особенно когда речь идёт о высокобюджетных объектах большой мощности, где замена аккумуляторной батареи приводит к ощутимым расходам. Авторы статьи обращают внимание читателей на ошибки в эксплуатации и анализируют их последствия.

### Устройство свинцового аккумулятора

Прежде чем перейти к рекомендациям о прочтении инструкций и условиях эксплуатации, напомним, что такое свинцовый аккумулятор. Свинцовая аккумуляторная батарея (АКБ) – это химический источник тока, в котором отдача электрической энергии происходит в результате химической реакции. *Обратите внимание:* вне зависимости от режимов эксплуатации и условий

хранения в АКБ всегда будут протекать различные химические реакции.

Аккумуляторная батарея является многокомпонентным устройством и состоит из 6 отдельных элементов (рис. 1).

На положительном электроде используется паста на основе диоксида свинца, на отрицательном – паста на основе пористого свинца. Во всех свинцовых батареях используется жидкий электролит, который представляет собой раствор серной кислоты. В аккумуля-

ляторах, произведённых по технологиям AGM и GEL, электролит находится в жидком состоянии, но при этом отсутствует в свободном состоянии.

В аккумуляторах, сделанных по технологии AGM, электролит абсорбирован в сепараторе. А в батареях, выполненных по технологии GEL, электролит связан силиконовой основой, которая образует гелеобразную массу. Описанные типы АКБ отличаются не только технологией производства, но и сферами применения. Батареи, изготовленные по технологии GEL, наиболее часто применяются в системах автономного электропитания, которые включают в себя возобновляемые источники энергии. АКБ, выполненные по технологии AGM, чаще всего используются для обеспечения бесперебойного питания, как правило, на сравнительно непродолжительных интервалах времени.

### Основные нарушения условий использования АКБ

Все производители АКБ дают рекомендации относительно эксплуатации своих батарей. Параметры условий работы АКБ хоть и незначительно, но могут меняться от серии к серии и от производителя к производителю, так как они отличаются компонентным составом и имеют разное назначение, поэто-

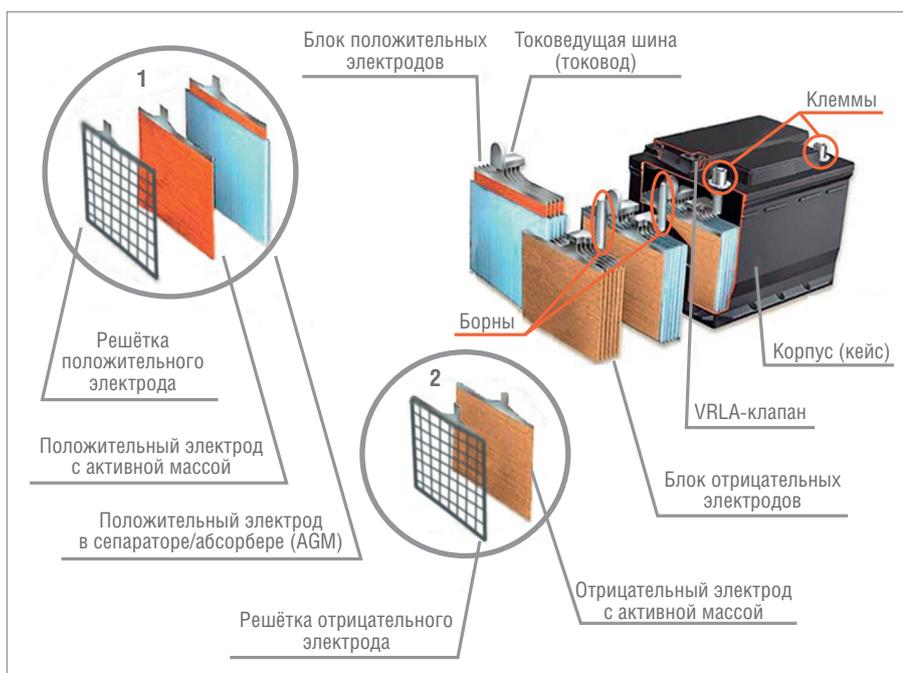


Рис. 1. Устройство аккумулятора

му так важно разобраться в рекомендациях и соблюдать технические параметры, которые указываются в инструкции по эксплуатации АКБ. Опираясь на свой практический опыт, авторы рассмотрели наиболее частые нарушения условий использования источников питания и их последствия.

### Отсутствие температурной компенсации

Пример. Параметры эксплуатации для батарей серии X и серии Y отличаются только напряжением поддерживающего режима для заданного значения температуры: 2,25 В/эл. (вольт на элемент) и 2,30 В/эл. соответственно. Параметры эксплуатации включают в себя нормальные условия, что подразумевает одинаковую температуру корпуса батареи и температуру помещения или окружающей среды, где они эксплуатируются. Аккумуляторы серии X заменили на аккумуляторы серии Y, условия эксплуатации остались неизменными, корректировка напряжения поддерживающего режима не проводилась. Через 2 года произошло аварийное срабатывание, и АКБ не выдержали расчётного времени автономной работы. При заявленном производителем сроке службы в 10 лет аккумуляторы вышли из строя уже через 2 года.

Основываясь на данных примера, когда разница напряжения поддерживающего режима составляет 0,05 В/эл., можно сказать, что срок службы АКБ сокращается в 5 раз. Однако несмотря на отсутствие корректировки напряжения поддерживающего режима, работоспособность АКБ можно восстановить, так как были соблюдены условия эксплуатации. Например, достаточно провести всего 2 контрольно-тренировочных цикла (КТЦ) по рекомендации производителя, чтобы восстановить до 90% остаточной ёмкости аккумуляторной батареи. При осуществлении КТЦ 1 раз в полгода/год гарантирована стабильная работа АКБ на протяжении всего заявленного производителем срока службы.

Эксплуатирующие организации не всегда проводят корректировку эксплуатационных параметров АКБ и оставляют те параметры, которые выставлены в источнике бесперебойного питания по умолчанию. А если корректировка или настройка параметров происходит, то в соответствии с рекомендациями, указанными в инструкции к ИБП. Параметры эксплуатации АКБ,



Рис. 2. Изменение геометрии корпуса в результате термического разгона

которые предоставляет производитель ИБП, могут быть указаны для определённой модели аккумуляторов. *Производитель ИБП не является экспертом в области химических источников тока, поэтому для максимального срока службы батареи необходимо соблюдение эксплуатационных условий, указанных в инструкции для АКБ.* В частности, неправильно выставленное напряжение поддерживающего режима в отсутствие термической компенсации может привести к быстрой потере ёмкости и преждевременному выходу из строя АКБ.

**Пример.** В нормальных условиях эксплуатация АКБ проводится при температуре +25°C, при этом напряжение поддерживающего режима составляет 2,27 В/эл. В помещении, где установлена группа АКБ, постоянная температура +20°C. Для группы из 40 аккумуляторов выставляется напряжение поддерживающего режима  $2,27 \cdot 6 \cdot 40 = 544,8$  В, где 2,27 В/эл. — напряжение для одного элемента, 6 — количество элементов в батарее 12 В, 40 — количество АКБ в группе. Такое значение уже будет считаться низким напряжением при +20°C. Но это ещё не самый худший вариант из возможных. В инструкции ИБП могут быть прописаны и другие, более худшие значения напряжения поддерживающего режима: 2,25 В/эл. или 2,23 В/эл., соответственно 540 В/группа и 535,2 В/группа. В такой ситуации низкое значение напряжения рабочего режима может спровоцировать рост кристаллов сульфата свинца, что приведёт к уменьшению ёмкости и сокращению срока службы АКБ. А при определённом стечении факторов на пластине образуется кристаллический сульфат свинца, который приводит к термическому разгону и «вздутию» батареи.

*Термический разгон (терморазгон)* — это неконтролируемый процесс, протекающий с обильным выделением тепла и увеличением зарядного тока, сопровождающийся газообразованием (когда возрастает скорость электролиза). Скорость газообразования настолько велика, что превышает скорость рекомбинации на несколько порядков, и в аккумуляторной батарее внутреннее давление начинает превышать критическое значение, что приводит к срабатыванию газового клапана. Изменение геометрии корпуса, «вздутие» АКБ можно будет наблюдать только при разогретом корпусе. Если температура аккумуляторов превышает +90°C, то корпуса соседних батарей могут слипнуться (рис. 2).

Чтобы избежать таких последствий, следует вводить температурную компенсацию в обязательном порядке. Значение температурной компенсации можно узнать из инструкции к аккумуляторным батареям.

*Температурная компенсация* — это изменение напряжения поддерживающего режима в зависимости от отклонений температуры.

Для аккумуляторных батарей типа AGM значение температурной компенсации поддерживающего режима 0,0033 В/эл./°C, то есть при понижении температуры на один градус рабочее напряжение следует повысить на 0,0033 В/эл./°C. На первый взгляд, это ничтожно малая цифра, однако для 12 В батарей значение температурной компенсации будет следующим:  $0,0033 \cdot 6 = 0,0198$  В/эл./°C. А для группы из 40 батарей, эксплуатирующихся при +20°C, величина температурной компенсации составит  $0,0198 \cdot 40 \cdot 5 =$

Таблица 1

Напряжение буферного режима при разных температурах с учётом термической компенсации 0,0033 В/эл./°С

Температура корпуса АКБ	+20°C	+25°C	+30°C
Напряжение буферного режима для одного элемента	2,29 В	2,27 В	2,25 В
Напряжение буферного режима для 12 В аккумуляторной батареи	13,72 В	13,62 В	13,52 В
Напряжение буферного режима для группы из 40 аккумуляторных батарей	548,76 В	544,80 В	540,84 В

= 3,96 В/эл./°С, практически 4 В. В итоге зарядное напряжение для группы из 40 аккумуляторных батарей, при +20°C должно быть 548,76 В/группа (табл. 1).

В отсутствие термической компенсации недостаточный уровень зарядного напряжения приведёт к «хроническому» недозаряду АКБ и, как следствие, к перекристаллизации сульфата свинца, в результате чего сокращается срок службы АКБ. *Если не вводить температурную компенсацию, то срок службы сократится в 4–5 раз.*

**Ограничение зарядного тока**

Также на срок службы аккумуляторной батареи влияет ограничение тока заряда. Следует устанавливать ограничение зарядного тока не менее 10% и

не более 30% от номинальной ёмкости, например, для батарей AGM-типа.

Очень часто встречается ограничение зарядного тока 5% от номинальной ёмкости, что ниже рекомендуемого значения. Также не соблюдается величина ограничения зарядного тока при подключении к источнику бесперебойного питания нескольких параллельных групп, специалисты просто забывают о первом законе Кирхгофа.

При заряде аккумуляторной батареи происходит разрушение сульфата свинца с восстановлением свинца/диоксида свинца. Ограничение тока заряда менее 10% от номинальной ёмкости является слишком низким, так как для разрушения сульфата его будет недостаточно. Сульфат свинца будет частично оста-

ваться на пластинах и под действием протекания низкого тока может начать перестраиваться в кристаллическую структуру.

Сильная степень кристаллизации сульфата свинца может привести к термическому разгону при заряде АКБ после выхода из аварийного режима. Кристаллический сульфат свинца является малопроводящим веществом и при протекании зарядного тока начнёт работать как резистор с выделением тепла. Батарея начнёт греться изнутри, что приведёт к термическому разгону.

Причиной термического разгона может быть не только необратимая сульфатация, но и влияние температуры. Поэтому следует проводить температурную компенсацию по замерам температуры корпуса аккумуляторной батареи, а не по температуре рабочего помещения, которую замеряет источник бесперебойного питания.

**Пример.** Рассмотрим влияние температуры на работу АКБ при следующих условиях. Группа аккумуляторных батарей установлена в батарейном шкафу. Батарейный шкаф и источник бесперебойного питания находятся в одном помещении. Время автономной работы составляет 1 час.

Во время аварийного отключения происходит значительное повышение температуры воздуха в помещении за счёт работы ИБП. Восстановление электроснабжения произошло в течение 40 минут после аварийного отключения. За это время АКБ успели нагреться до +40...+50°C. Аккумуляторы начали заряжаться из разогретого состояния, что привело к термическому разгону.

*Внимание:* если аккумуляторные батареи ушли в термический разгон и геометрия корпуса начала изменяться, появляется большая вероятность того, что на корпусе шкафа произойдёт короткое замыкание. При этом образуется контур протекания тока без задействования автоматов защиты, и это, в свою очередь, приведёт к гарантированному возгоранию.

**Почему кондиционеры не всегда помогают?**

Система кондиционирования помещения может быть эффективным решением только в том случае, если она будет подключена к источнику бесперебойного питания. В противном случае кондиционирование будет малоэффективным. Во время аварийного отключения кондиционирование не будет рабо-

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**



Сделано в Германии

**Надёжные контрольно-измерительные системы с длительным сроком доступности**

- Помехоустойчивые платы аналогового и цифрового ввода/вывода PCI, PCI Express, CompactPCI, ISA
- Модули управления движением
- Коммуникационные платы для локальных сетей с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485
- Интеллектуальные измерительные Ethernet-системы со степенью защиты IP65



**ADDI-DATA®**

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU



Реклама

## TDK-Lambda приобретает компанию Nextys SA

Корпорация TDK объявила о том, что её дочернее подразделение TDK-Lambda приобрело компанию Nextys SA (штаб-квартира располагается в Квартино, Швейцария) и намеревается сделать эту компанию своим дочерним подразделением.

Nextys разрабатывает и производит полный ассортимент источников питания и аксессуаров для монтажа на DIN-рейку, эти устройства смогут дополнить существующий спектр продукции TDK-Lambda. DIN-рейка (англ. DIN-rail) – это общее название металлического профиля, применяемого для крепления различного модульного электро-технического оборудования в электрических щитах, шкафах или установочных коробках, что очень распространено в промышленной автоматизации. Благодаря этому приобретению TDK-Lambda значительно укрепит свои позиции на быстро растущем рынке электропитания и оборудования для монтажа на DIN-рейку.

Появление таких направлений, как Industry 4.0 и Smart Factory («Индустрия 4.0» и «Умное предприятие»), расширяет рынки сбыта высоконадёжных источников питания для монтажа на DIN-рейку. Кроме того, удобство монтажа этого оборудования способствует применению данных источников питания и в других сегментах промышленности, таких как производство медицинского оборудования и полупроводниковых приборов. Также увеличению спроса способствует быстрое развитие рынка решений для возобновляемых источников энергии.

– Мы рады приветствовать Nextys в семье TDK, – заявил Адам Равич, управляющий директор TDK-Lambda EMEA. – Рынок источников питания для монтажа на DIN-рейку растёт намного быстрее, чем другие сегменты электропитания, и опыт специалистов Nextys укрепит нашу лидерскую позицию на рынке промышленных источников питания. Кроме того, наши мощные глобальные каналы продаж значительно расширят возможности для продуктов Nextys.

– Включение инновационных решений Nextys по части силового оборудования на DIN-рейку в портфель TDK-Lambda, лидера на рынке промышленных источников питания, увеличит перспективы развития этого бизнеса для обоих игроков. Команда Nextys готова внести свой вклад в расширение присутствия TDK в сегменте решений для DIN-рейки, – считает Мариус Сиорика, генеральный директор и основатель Nextys SA. ●

тать и включится только после восстановления электроснабжения. Даже если кондиционеры будут обладать достаточной мощностью и производительностью и быстро снизят температуру в помещении, это не значит, что температура АКБ сравняется с температурой окружающей среды. Так как аккумуляторы находятся в закрытом шкафу, в котором нет принудительной вентиляции, то теплообмен между окружающей средой и пространством внутри шкафа не будет происходить и аккумуляторы будут долго оставаться в разогретом состоянии.

Для нормальной работы АКБ при повышенных температурах кондиционеры должны быть запитаны от ИБП. Установка принудительной вентиляции в шкафу снизит риск возникновения термического разгона. Термическая компенсация должна осуществляться на основании показаний термодатчика внутри шкафа. Но лучшим решением будет установка аккумуляторных батарей на стеллажах в отдельном помещении.

Влияние температуры, рабочих напряжений и тока заряда является существенным, так как в основе свинцового аккумулятора лежит химическая реакция.

## Что отличает современные АКБ

Если посмотреть на историю развития АКБ, то мы увидим, что основной конструктив свинцовой батареи не изменился. В батарее, собранной 150 лет назад, и в современной АКБ можно найти одинаковые составные части: положительный и отрицательный электроды, сепаратор и электролит.

Но если начать разбираться в составе аккумулятора, то становится ясно, что современные батареи далеко ушли от своих «прародителей». Основная химическая пара осталась неизменной, но в современных батареях присутствуют различного рода добавки и ингибиторы.

Каждый производитель использует свой компонентный состав, который отличается не только компонентами, но и массовым соотношением. И прежде чем выпустить новый продукт на рынок, производитель проводит массу экспертных исследований.

Разработка нового продукта занимает от двух лет. Затем происходит тестирование нового продукта в течение ещё двух-трёх лет. Таким образом, эксперты приступили к разработке технологии производства современных аккумуля-

торных батарей около 5 лет назад, и к каждой из них имеется инструкция по эксплуатации, соблюдение которой значительно увеличивает срок службы АКБ.

В модельном ряду профессиональной линейки DELTA Xpert (компания «Энергон») произошла модернизация самой энергоёмкой серии HRL-W. Эта серия предназначена для применения в сложных комплексных проектах резервного электроснабжения. Она разработана для эксплуатации в буферном режиме и удовлетворяет запросам экспертов, предъявляющих высокие требования к разрядным характеристикам.

Комплексное решение по обеспечению автономной работы объекта, реализуемое на модернизированной серии HRL-W, стало более энергоэффективным, компактным и экономически выгодным. Разрядные характеристики на коротких интервалах повысились на 10% и более, что позволяет использовать аккумуляторные батареи меньшей ёмкости при тех же параметрах разряда: мощности и времени автономной работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье мы рассказали о некоторых ошибках в эксплуатации свинцовых аккумуляторных батарей и об их последствиях. Наглядные примеры ещё раз подтверждают важность не только внимательного прочтения инструкции по эксплуатации, но и её соблюдения. Следуя указаниям технических специалистов компаний-производителей АКБ, вы уменьшите финансовые и трудовые затраты, будете уверены в надёжности работы всей системы и исключите её поломку по причине выхода из строя АКБ. В статье авторы также презентовали модернизацию самой энергоёмкой серии – HRL-W профессиональной линейки DELTA Xpert (компания «Энергон»).

В следующих статьях будет рассказано об аккумуляторах серии DTM I, в которых используется технология IC Power. Эксклюзивная особенность новинок – наличие LCD-дисплея, на котором отображается состояние АКБ. Кроме того, для аккумуляторов этой серии появилась возможность однократно увеличить срок их службы в процессе эксплуатации с помощью долива специального раствора, идущего в комплекте поставки. ●

Телефон: (495) 234-0636

E-mail: info@prosoft.ru