

АКБ – ключевое звено защиты питания

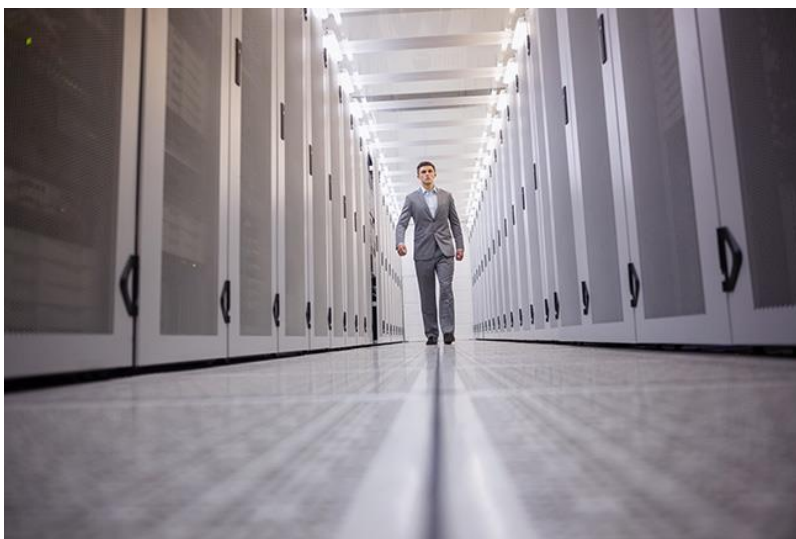
07 января 2014 г.

Неотъемлемым звеном ИБП переменного тока и ЭПУ являются аккумуляторные батареи (АБ). На рынке представлено огромное разнообразие типов аккумуляторов самого различного назначения: стартерные, тяговые, стационарные. В данной статье рассматриваются стационарные аккумуляторные батареи, предназначенные для использования в системах резервного питания различной мощности.

Конструктивные особенности

В стационарных аккумуляторных батареях любого типа используются общие конструктивные компоненты – положительные и отрицательные электроды, сепараторы и электролит. По типу электролита АБ разделяются на кислотные и щелочные; по электрохимической системе – свинцово-кислотные, никель-кадмиевые, никель-железные и некоторые другие виды. Около 60% всех эксплуатируемых в мире аккумуляторных батарей – свинцово-кислотные.

Батареи отличаются также по конструкции электродов, для изготовления которых используются пластины на решетчатой основе с намазной технологией нанесения активной массы, стержневые (разновидность намазных), панцирные или трубчатые, а также пластины большой поверхности (пластины Планта).



Аккумуляторы являются вторичными элементами питания или, как их еще называют, химическими источниками тока второго типа. В отличие от первичных элементов питания, которые после расходования активных материалов подлежат утилизации, вторичные источники питания работают по принципу обратимой химической реакции окисления и восстановления, причем на каждом из электродов во время заряда и разряда происходят обратные реакции.

Аккумуляторные батареи функционируют в двух основных режимах: разряда и заряда. В режиме разряда свинцово-кислотных АБ происходит восстановление двуокиси свинца на положительном электроде и окисление свинца на отрицательном с образованием сульфата свинца как на положительном, так и на отрицательном электроде.

При заряде из сульфата свинца на отрицательном электроде восстанавливается чистый свинец, а на положительной пластине происходит более глубокое окисление—сульфат свинца разрушается, кислотный остаток SO_4 переходит в раствор, плотность электролита растет, а освобождающийся в результате реакции кислород соединяется со свинцом и образуется двуокись свинца.

На конечной стадии, на фазе перезаряда, происходит реакция электролиза воды (в той или иной степени интенсивности, которая зависит от ряда характеристик, и в том числе от напряжения перезаряда). В результате на аноде выделяется кислород, и на катоде – водород.

Обычные батареи с жидким электролитом нуждаются в обслуживании: контроле параметров (напряжения в режиме заряда на каждом элементе или блоке и плотности электролита), периодическом добавлении дистиллированной воды и вентиляции помещения.

Все свинцово-кислотные батареи делятся на два основных класса: классические (обслуживаемые), и герметизированные (sealed) аккумуляторы. Классические АБ – это батареи с электролитом в жидкой форме, с вентиляционным выходом в атмосферу, который закрывается пробкой с отверстиями, обеспечивающими перетекание воздуха и уравнивание давления внутри банки и снаружи.

Такое неудобство, как необходимость обслуживания классических батарей, заставила производителей искать способы упрощения эксплуатации. Очевидные подходы к решению этой проблемы заключаются в снижении уровня выделения газов и использовании герметичного корпуса. Эти принципы были реализованы в герметизированных (или необслуживаемых, maintenance-free) АБ типа VRLA (ValveRegulatedLeadAcid), – свинцово-кислотных герметизированных батареях с регулирующими клапанами, препятствующими возникновению избыточного давления и открывающимися при повышении давления внутри корпуса (каждый производитель предлагает фирменную конструкцию клапана).

Герметизированные батареи различаются по виду электролита – АБ с гелеобразным электролитом (GelledElectrolite, GEL) и с электролитом, абсорбированным в сепараторе из стекловолокна (AbsorbantGlassMat, AGM). Батареи класса VRLA не нуждаются в добавлении воды и для них достаточно общей вентиляции помещения.

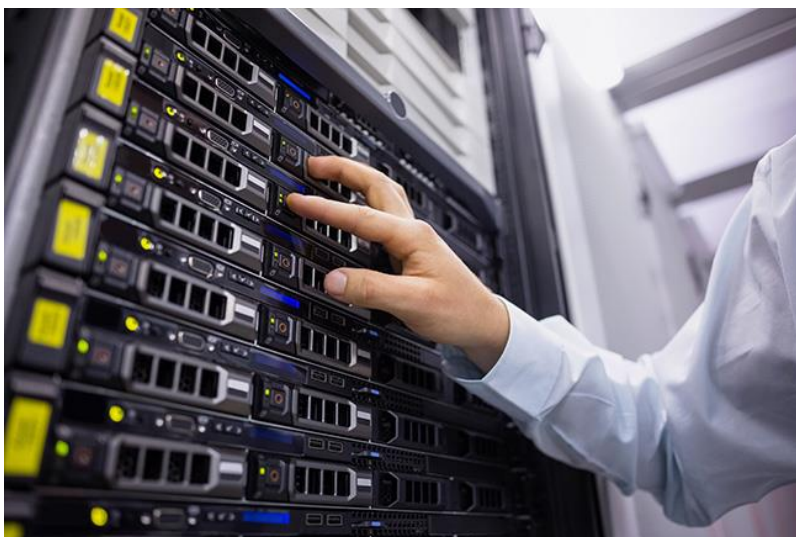
Чтобы снизить уровень выделения газа, необходимо было добиться, чтобы образовавшиеся водород и кислород не успевали покинуть аккумулятор до того, как они снова не превратятся в воду. Один из предложенных способов состоял в использовании электролит в виде геля, приготовленного из мелкодисперсной пудры двуокиси кремния. Этот гель превращается в пространственную решетку, не участвующую в химической реакции, но обладающую огромной поверхностью, сорбирующую молекулы воды и кислоты. Постепенно эта структура начинает разрастаться, в ней возникают напряжения, образуются микротрещины, – каналы для прохождения заряженных ионов. Выделяющийся кислород мигрирует на отрицательный электрод, где связывается в оксид свинца, который затем снова восстанавливается до свинца.

Гелевая структура несколько мешает прохождению ионов, поэтому аккумуляторы с загущенным электролитом имеют несколько худшие нагрузочные характеристики по сравнению с классическими АБ: большие токи с них снять сложнее из-за более высокого

внутреннего сопротивления. АБ с жидким электролитом лучше работают при высоких токах нагрузки на коротких режимах.

Зато батареи типа GEL решают задачи необслуживаемости. Благодаря наличию путей для прохождения заряженных ионов и препятствию движения в вертикальном направлении газовой фазы при умеренных рациональных значениях режима заряда кислород успевает добраться до отрицательного электрода и рекомбинировать, превращаясь в воду еще до того, как он выйдет на поверхность. Поэтому надо строго следить за режимом эксплуатации и соблюдением предписанных производителем режимов заряда, при нарушении которых механизм рекомбинации не успевает работать, увеличивается внутреннее давление и срабатывает клапан, который сбрасывает излишнее давление и препятствует проникновению в батарею атмосферного воздуха.

Другой вариант необслуживаемых АБ – технология AGM. Электролит этих систем сорбирован в стекловолоконном сепараторе (губке). Процесс рекомбинации идет примерно так же, как в технологии GEL, но электролита в AGM там существенно меньше. Поэтому батареи AGM гораздо более чувствительны к режимам эксплуатации, они более нежны и капризны.



Как уже упоминалось выше, аккумуляторные батареи функционируют в двух основных режимах: разряда и заряда. Каждый из них может реализовываться разными способами в разных временных рамках, при разных напряжениях, разных токах. Разряд может выполняться по разной схеме: – быстрой, медленной, в режиме постоянной мощности, постоянного тока, в смешанном режиме, когда заряд батареи происходит не при постоянных параметрах. Заряд АБ всегда должен выполняться по определенному регламенту (I, U, IU, IUI и другие разновидности). Помимо основных режимов функционирования существует еще режим хранения, во время которого батарея постепенно разряжается.

Установленные в ИБП переменного тока и ЭПУ батареи находятся в одном из трех состояний: – дежурном, аварийном и поставарийном. Поскольку аварии в сети происходят все-таки не столь часто, большую часть срока эксплуатации батарея функционирует в дежурном, или буферном режиме постоянного подзаряда. Аварийные режимы (питание нагрузки от батареи) в телекоммуникациях занимают сравнительно небольшое время. Поставарийный – это автоматический режим заряда разряженной батареи. В этот период выпрямитель должен обеспечивать достаточный запас по току для питания нагрузки и для

заряда батареи (удвоенное значение тока нагрузки либо больше, если для резервирования выбирается короткий режим).

Разряженное состояние вредно для АБ – при длительном хранении саморазряд приводит к сульфатации пластин с образованием из мелкокристаллического сульфата свинца труднорастворимых крупных кристаллов, преимущественно на отрицательных пластинах. При хранении скорость саморазряда сильно зависит от температуры и весь регламент на хранение заправленных батарей дается на определенную температуру. При более низкой температуре скорость саморазряда уменьшается, а при увеличении температуры скорость саморазряда увеличивается.

Для необслуживаемых батарей период «освежающего» подзаряда составляет полгода, (для новых необслуживаемых батарей первый освежающий подзаряд может быть произведен через год с начала постановки на хранение, если соблюдены условия хранения). Для классических заправленных батарей этот период составляет три месяца. Сухозаряженные аккумуляторы могут храниться на складе до двух лет.

В телекоммуникационной отрасли стационарные герметизированные аккумуляторные батареи стали применяться более 10 лет тому назад.

Технические параметры

Любая АБ, в том числе и свинцово-кислотная, характеризуется взаимосвязанной системой параметров, базовыми из которых являются емкость и номинальное напряжение. Выбор емкости АБ обусловлен типом нагрузки, которую она будет поддерживать в течение заданного времени при определенных режимах разряда. Для любого телекоммуникационного объекта определяющими являются требования по энергоснабжению: время работы, ток разряда, мощность. Требования по емкости определяются на основании этих характеристик. Продолжительность разряда аккумулятора зависит от того, каким током по отношению к номинальной емкости (в долях от номинальной емкости) он разряжается.

В зависимости от конструкции батарея может содержать несколько элементов с номинальным напряжением 2В. Наиболее распространено элементное исполнение, а также батареи 4В, 6В и 12 В. Такие характеристики как масса, габариты, тип АБ, срок службы, цена и проч., – производные от базовых.

Выбор батареи во многом зависит от качества сети: одни батареи лучше работают в буферном режиме, другие более рассчитаны на циклическое применение. Чем глубже разряжается батарея, тем меньше циклов заряда/разряда она обеспечивает. Для обеспечения большей цикличности глубину разряда герметичных батарей ограничивают 60%. (Хотя батареи GEL допускают и более глубокий разряд.) Глубина разряда для батарей классической схемы ниже – эти системы позволяют в процентном отношении «снимать» большую емкость от номинальной.

На объектах типа городских АТС устанавливаются батареи большой емкости (от 1000 А•ч и выше) со стандартным напряжением 60 В. Базовые станции сотовой связи, как правило, оборудуются необслуживаемыми системами контейнерного типа. Обычно на этих объектах устанавливаются АБ типа GEL с напряжением 48В, реже 24 В.

Для линий связи в сельской местности более важен параметр количества циклов заряда/разряда, которые может выдержать аккумулятор. В этих сетях качество электроснабжения приводит к частым и длительным (более часа) отключениям выпрямительных устройств с переходом нагрузки на питание от аккумуляторной установки. В таком случае целесообразнее использовать аккумуляторы, изготовленные по технологии GEL, так как ресурс их работы в режиме циклирования выше, чем у аккумуляторов AGM.

На магистральных линиях связи, а также на городских телефонных станциях популярны классические батареи с жидким электролитом, поскольку на этих объектах обычно предусмотрены помещения с необходимым уровнем вентиляции. Комплектуемые с ЭПУ классические батареи предписывается устанавливать максимум в два яруса на стеллажах для удобства и безопасности обслуживания. Для герметизированных аккумуляторов используются многоярусные стеллажи и специальные шкафы с вентиляционными отверстиями у основания и в верхней части.

На АТС малой номерной емкости иногда устанавливают щелочные аккумуляторы – при более высокой цене они компактны, имеют высокую удельную энергию, большой срок хранения.

Срок жизни аккумулятора

Окончанием срока службы считается момент времени, когда отдаваемая емкость составляет 80% от номинальной. По классификации Ассоциации европейских производителей аккумуляторов (EUROBAT) выделяют четыре категории оборудования.

Срок службы аккумуляторов специального назначения составляет 12 лет и более, область применения – телекоммуникации и связь, атомные и обычные электростанции, нефтехимическая и газовая промышленность. Срок службы батарей с улучшенными характеристиками составляет 10 лет. В основном эта продукция соответствует предыдущей группе, но требования по техническим характеристикам и надежности не столь высоки. Категория аккумуляторов универсального применения рассчитана на эксплуатацию в течение 5 – 8 лет. Технические характеристики этой группы такие же, как и для второй, но требования к надежности и испытаниям ниже. Оборудование широкого применения функционирует от 3 до 5 лет. Эта группа батарей находит применение в установках, приближенных к бытовому потребителю, популярна в ИБП, чрезвычайно популярна в нестационарных условиях.

Самый неприятный процесс, сокращающий срок службы АБ – коррозия решетки положительной пластины. В свою очередь скорость коррозии решетки положительной пластины зависит от температуры: коэффициент деградации увеличивается вдвое при превышении температуры на каждые 10 градусов над рекомендованным значением температуры, для которого задан номинальный срок службы. Оптимальная температура, обеспечивающая максимальный срок эксплуатации, составляет 20—25 градусов С.

Нужно иметь в виду, что при понижении температуры, и особенно в области отрицательных температур, емкость АБ резко уменьшается при незначительном увеличении срока службы. И, наоборот, при увеличении температуры емкость увеличивается незначительно при резком сокращении срока службы. Есть оптимальная зона, внутри которой обеспечиваются наилучшие параметры АБ как по сроку службы, так и по емкости—именно в этой области и должна функционировать АБ. Если же условия

эксплуатации отличаются от рекомендованных, при выборе АБ необходимо закладывать соответствующий запас по емкости.

Применение методов термокомпенсации позволяет несколько уменьшить влияние температурных колебаний. Производители ЭПУ комплектуют их устройствами, автоматически корректирующими постоянный подзаряд при колебаниях температуры. Для обеспечения режима термокомпенсации зарядного тока в батарейных шкафах и внутри корпуса ИБП переменного тока устанавливают температурные датчики.

Многие производители ИБП используют технологии оптимизации режима подзаряда аккумуляторов. Современный подход предполагает использование методов заряда батарей, которые позволяют продлить их срок службы и усовершенствовать диагностику состояния аккумуляторов.

При использовании данного метода заряда имеется возможность практически постоянно контролировать целостность цепочки аккумуляторных батарей, время саморазряда аккумуляторных батарей и соответственно более точно проводить диагностику состояния АБ.

Благодаря применению технологии периодического подзаряда достигается меньшая внутренняя коррозия батарей благодаря периодам отдыха аккумуляторов. Программное обеспечение микропроцессора ИБП отслеживает уровень заряда батарей, ведет расчет времени заряда и сигнализирует о его завершении, анализирует тенденции в изменении характеристик, заблаговременно предупреждает о выходе батарей из строя.

Как утверждает производитель источников бесперебойного питания Eaton, фирменная технология Advanced Battery Management (ABM) позволяет увеличить срок службы батарей на 50% благодаря тому, что предотвращает износ положительного электрода путем заряда батарей только тогда, когда это действительно необходимо: ток непрерывной подзарядки отсутствует в течение более 90% времени. Технология ABM обеспечивает и температурную компенсацию: система выполняет регулировку напряжения заряда батарей в соответствии с температурой внутри корпуса ИБП переменного тока.

На срок службы герметизированных аккумуляторов существенно влияет точность поддержания напряжения постоянного подзаряда. Напряжение подзаряда должно корректироваться в зависимости от температуры аккумулятора в соответствии с рекомендациями производителя. Превышение напряжения подзаряда над рекомендованным значением в течение длительного времени приводит к увеличению тока подзаряда, а значит, повышенному газовыделению, потере воды с увеличением плотности электролита, увеличению скорости коррозии пластин. Недозаряд батареи ведет к сульфатации, особенно отрицательного электрода. Состояние глубокого разряда неопасно, если АБ находится без заряда недолго.

Одним из следствий нарушения условий эксплуатации может стать реакция со срывом в режим «терморазгона»; данное явление заключается в том, что ток заряда и температура аккумулятора начинают нарастать, эти процессы усиливаются, взаимно подгоняя друг друга, батарея разбухает, теряет форму, начинается интенсивное газовыделение и выброс паров электролита. Этот процесс способен привести к саморазрушению аккумулятора. (2) Эффект «терморазгона» характерен не для всех типов аккумуляторных батарей. Классические аккумуляторы и АБ с гелевым электролитом

достаточно устойчивы к «терморазгону», хуже всего в этом отношении ведут себя AGM системы.

При сборке батареи важно помнить то, что все элементы в ней должны быть однотипными и иметь по возможности близкие даты изготовления. В одной последовательной цепи должны быть использованы элементы с одинаковыми значениями напряжения разомкнутой цепи. Если напряжение на элементах одной цепи различаются значительно, проводят уравнительный заряд. Его применяют, когда неизвестна степень разряженности отдельных ее элементов, либо когда в батарее заменяют один элемент и его степень заряженности отличается от других элементов. При уравнительном заряде напряжение на элемент выше, чем при буферном режиме. Этот режим требует так же повышенного контроля, так как может привести к снижению срока службы аккумуляторов из-за повышенного расхода воды в конце заряда.

Эксплуатация батарей должна подчиняться строгому регламенту в соответствии с рекомендациями производителя. Обязательно (в соответствии с требованиями ТУ и отраслевых стандартов) должен вестись батарейный журнал, где через определенные промежутки времени отображается история жизни батареи и состояние окружающей ее среды, кроме того, обязателен визуальный осмотр аккумуляторов.

Классические АБ выпускаются в прозрачных корпусах, позволяющих следить за уровнем электролита. Ряд производителей аккумуляторов предлагают серии герметизированных аккумуляторов с фронтальным расположением клемм, адаптированные для применения в стойках и шкафах ЭПУ или ИБП переменного тока, когда собранные в ряд блоки занимают строго 19 или 23 дюймов. Большое удобство представляет такая, казалось бы, мелочь, как наличие специальных ручек для переноса аккумулятора.

Несмотря на кажущуюся внешнюю простоту АБ представляет собой сложное электротехническое устройство, подчиняющееся строгим законам функционирования, поэтому следует в максимальной степени соблюдать требования, изложенные в инструкции по эксплуатации.

Наталья Жилкина