

Проблема размещения контрольных батарей на станциях Газовыделение и вентиляция

О.С.Скроцкая
ООО «Акку-Фертриб»

Рассмотрим вопросы места установки и режима эксплуатации контрольных стационарных батарей, проблемы, связанные с вытеснением батарей из аккумуляторных помещений и методы их решения.

В качестве автономных источников тока для резервирования питания систем автоматики и телемеханики на железной дороге традиционно применяются аккумуляторные батареи свинцово-кислотной системы. До 90-х годов прошлого столетия аккумуляторы, изготовленные по классической технологии с жидким электролитом, имели наибольшее распространение благодаря высокой степени изученности, простоте в производстве, широте модельного ряда и неприхотливости к условиям эксплуатации. К особенностям свинцово-кислотных аккумуляторов с жидким электролитом следует отнести необходимость корректирования его уровня и плотности и значительный объем газовыделения при заряде, что обуславливает требования к установке батареи в отдельном помещении, оснащенном принудительной приточно-вытяжной вентиляцией. Поэтому при проектировании и строительстве стационарных зданий на железных дорогах предусматривалось наличие оборудованных вентиляцией аккумуляторных помещений.

Со временем из-за дефицита места на станциях аккумуляторные помещения перепрофилировались, а батареи переносились в шкафы наружной установки. Однако в ста процентах случаев такое решение приводило к быстрому отказу аккумуляторной батареи, который мог проявиться даже в течение первого года уличной эксплуатации.

Стационарная батарея должна устанавливаться в капитальном помещении по объективным и объяснимым причинам.

Свинцово-кислотный аккумулятор, как и любой другой химический источник тока, представляет собой систему неустойчивого равновесия. Все происходящие в нем процессы так или иначе связаны с его медленным разрушением, выражающемся в необратимой потере емкости.

Для того, чтобы процессы деградации протекали с характерной для данного типа аккумуляторов и режима их эксплуатации скоростью, а, следовательно, и срок службы батареи был предсказуем, необходимо обеспечить, прежде всего, ее правильный и своевременный заряд, а параметры разряда должны соответствовать разрешенным предприятием-производителем режимам.

Для батареи, используемой в качестве резервной, особенно важными, с точки зрения реализации ее расчетного срока службы, являются параметры непрерывного подзаряда, а именно:

- Правильно установленное напряжение непрерывного подзаряда,

- Заданная точность стабилизации напряжения $\pm 1\%$ (максимально $\pm 2\%$),
- Ограничение величины остаточных пульсаций выпрямленного напряжения (в идеале 5% номинального значения без батареи).

Следует помнить, что величина напряжения непрерывного подзаряда задается производителем для каждой серии АКБ при эталонной температуре, как правило, 20 или 25°C, а если фактическая температура аккумуляторов отличается от эталонного значения, то напряжение непрерывного подзаряда должно корректироваться по правилу температурной компенсации.

Понятие термокомпенсации напряжения подзаряда батареи.

При напряжении непрерывного подзаряда через аккумуляторную батарею протекает оптимальный остаточный зарядный ток, поддерживающий состояние полной заряженности аккумуляторов при минимальной скорости коррозии электродов.

Перезаряд по напряжению ведет к росту тока и ускорению коррозии решеток пластин, недозаряд по напряжению также ускоряет процесс коррозии и ведет к сульфатации активного материала.

Если при заданном зарядном напряжении изменяется температура аккумуляторов, то остаточный зарядный ток следует за температурой как показательная функция с основанием 2 (по правилу двукратного нарастания на каждые 10 градусов увеличения температуры), поэтому в общем случае для сохранения оптимального зарядного тока при увеличении температуры аккумуляторов требуется снижение зарядного напряжения, а при уменьшении температуры аккумулятора увеличение напряжения подзаряда.

Существующие выпрямительные системы 24/28 Вольт, применяемые на постах ЭЦ, для питания реле, не обеспечивают регулирование напряжения подзаряда батареи в зависимости от температуры, следовательно, при уличной установке аккумуляторы испытывает регулярный недозаряд в холодное время года, как следствие нарастают процессы коррозии электродов и сульфатации активного материала пластин. В жаркое время года, напротив, наблюдается перезаряд батареи, который приводит к усиленной коррозии решеток пластин и росту внутреннего сопротивления. Недозаряд свинцово-кислотных аккумуляторов гораздо опаснее их перезаряда, поэтому батареи, эксплуатирующиеся на улице в холодном климате, могут критически потерять емкость в течение одного зимнего сезона.

Что делать, если аккумуляторное помещение переоборудовано, а аккумуляторная батарея на улице находится в неудовлетворительных условиях эксплуатации?

Единственным рациональным решением в указанной ситуации является применение герметизированных аккумуляторных батарей с установкой их в капитальном здании с естественной вентиляцией, причем как в отдельном помещении, так и в помещении с электротехническим и коммутационным оборудованием (релейном помещении).

Преимущества батарей со связанным электролитом.

Как известно, на сегодняшний день существуют три технологии изготовления свинцово-кислотных аккумуляторов промышленного назначения. Каждая из них характеризуется особым состоянием электролита.

Первыми свинцово-кислотными аккумуляторами были, разумеется, аккумуляторы с жидким или свободным электролитом, их создание относится к 1859 году и связано с именем французского ученого-физика Гастона Планте. Затем технология производства свинцово-кислотных аккумуляторов со свободным электролитом эволюционно развивалась на протяжении ста лет.

В 1957 году произошел прорыв в технологии производства свинцовых батарей промышленного назначения. Специалистами немецкой компании Sonnenschein был разработан аккумулятор со связанным электролитом, так называемый, «непроливаемый» аккумулятор, а сама технология получила название dryfit и была запатентована. Идея создания непроливаемого аккумулятора основана на принципе загущивания электролита до желеобразного состояния и герметизации внутреннего объема при помощи клапана избыточного давления, который устанавливается в заливочное отверстие для обеспечения односторонней связи с внешней средой на выпуск небольшого количества газа. С 1958 года начато серийное производство гелевых батарей под торговой маркой Sonnenschein, которая до сих пор является фирменным знаком герметизированных аккумуляторов высочайшего качества.

Позднее в 70-х годах прошлого столетия была изобретена еще одна технология связывания электролита путем пропитывания сепараторов, обладающих хорошими капиллярными свойствами. Такая технология получила название AGM (от Absorbent Glass Mat), а в качестве сепараторов в ней применяются листы стекловолокна.

Общее свойство всех герметизированных батарей заключается в отсутствии необходимости разбавления электролита в ходе их эксплуатации. Клапаны избыточного давления устанавливаются при производстве и не разбираются в течение всего срока службы аккумуляторов. Другим важнейшим качеством батарей герметизированной конструкции является низкое газовыделение, что существенно смягчает требования к скорости воздухообмена в месте расположения батареи.

Тем не менее, факт протекания побочной реакции электролиза воды при заряде аккумуляторов свинцово-кислотной системы нельзя не учитывать при построении промышленных установок электропитания с резервной батареей высокой мощности.

Газовыделение и рекомбинация

При протекании через аккумулятор тока перезаряда в результате электролиза воды образуются газообразный кислород (на положительном электроде) и газообразный водород (на отрицательном электроде). Если никаких специальных мер не принято, то оба газа выделяются в окружающее пространство батареи в количестве, определяемом по закону электролиза Фарадея, которое в пересчете на 1 Ампер-час электричества составляет 0,037 г

или 0,418 л H_2 (водорода) и 0,299 г или 0,209 л O_2 (кислорода) в результате разложения 0,336 г H_2O (воды). Потенциальную угрозу несет в себе водород – взрывоопасный горючий газ, смесь которого с воздухом становится опасна по загоранию, начиная с 4-процентной концентрации по объему.

Для удаления водорода необходимо обеспечить достаточный воздухообмен места расположения батареи за счет естественной или принудительной вентиляции. Скорость воздухообмена определяется по стандарту ГОСТ Р МЭК 62485-2-2011 Батареи аккумуляторные и батарейные установки. Требования безопасности. Часть 2. Стационарные батареи.

В связанном электролите реализован механизм внутренней рекомбинации газов с образованием воды. Условия протекания реакции – наличие каналов рекомбинации: микротрещин в геле или незаполненных электролитом пор в стекловолоконном сепараторе, по которым газообразный кислород доставляется к отрицательному электроду, где он вступает в электрохимическую реакцию с водородом, сопровождающуюся тепловыделением $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + \text{теплота}$

Коэффициент реакции рекомбинации в системах со связанным электролитом составляет 98-99 %, что соответствует примерно стократному сокращению газовой выделению, по сравнению с классическими конструкциями, в которых электролит не связан.

Окружающее пространство батареи по ГОСТ Р МЭК 62485-2-2011.

Минимальная скорость воздухообмена места расположения батареи рассчитывается по формуле:

$$Q = 0.05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{rt} \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Где I_{gas} – ток газовой выделению для поддерживающего или ускоренного заряда [мА/Ач],

C_{rt} – емкость 10-часового разряда свинцово-кислотных элементов до напряжения 1,8 В при температуре 20°C,

n – количество элементов в батарее

Ток газовой выделению в зависимости от режима заряда и состояния электролита

Режим заряда	Аккумуляторные элементы с жидким электролитом и содержанием сурьмы < 3%	Герметизированные аккумуляторные элементы с клапаном избыточного давления
Поддерживающий заряд	5	1
Ускоренный заряд	20	8

Минимальная площадь входного и выходного вентиляционных отверстий при естественной вентиляции рассчитывается по формуле:

$$A \geq 28 \cdot Q \text{ [cm}^2\text{]}$$

В непосредственной близости к батарее необходимо соблюдать безопасный воздушный промежуток, где не должно быть искрообразующих или раскаленных устройств. Требуемый размер зоны отчуждения, измеряемый расстоянием по прямой от клапанов батареи, зависит от типа и емкости батареи и рассчитывается по формуле:

$$d = 28,8 \sqrt[3]{I_{\text{газ}}} \cdot \sqrt[3]{C_{\text{рт}}}, \text{ мм,}$$

Для моноблочной батареи выход газов определяют по количеству последовательно соединенных в одном корпусе элементов, соединенных единой вентиляционной системой в крышке или через трубку. При расчете безопасного расстояния значение $C_{\text{рт}}$ определяют умножением емкости моноблока на число элементов в нем.

Определим требования безопасности при ускоренном заряде батареи 12 свинцово-кислотных элементов с внутренней рекомбинацией газа, емкостью 200 Ач. Используя приведенные выше формулы, получаем:

Требуемая производительность вентиляции 0,96 м³/час

Минимальная площадь сечения воздуховода 26,9 см²

Минимальный размер зоны отчуждения 337 мм.

Для батарей с внутренней рекомбинацией газа емкостью до 1000 Ач размер безопасного воздушного промежутка в любом режиме заряда не превышает 1 метр. Таким образом, создание зоны отчуждения в 1 метр в условиях естественной вентиляции будет гарантировать безопасную эксплуатацию герметизированных контрольных батарей, учитывая, что на практике их емкость никогда не бывает больше 600 Ач.

Герметизированные аккумуляторы с желеобразным электролитом выпускаются в Германии под торговой маркой Sonnenschein на двух заводах в городе Бюдингген и Бад Лаутерберг, принадлежащих концерну EXIDE Technologies.

Аккумуляторы Sonnenschein официально допущены к применению и рекомендованы при проектировании установок автономного и бесперебойного электроснабжения систем ЖАТ. Батареи серий Sonnenschein A400, Sonnenschein A700 и Sonnenchein A600 OPzV рекомендованы для работы на постах ЭЦ в качестве контрольных батарей с установкой в общем помещении с электротехническим и коммутационным оборудованием. Батареи серии Sonnenschein A600 OPzV – надежные и долговечные автономные источники тока (срок службы 20 лет для элементов от 200 Ач и выше). В основе их конструкции трубчатая положительная пластина, и они идеально подходят для больших станций. Если требуемая емкость не превышает 200-300 Ач, то следует обратить внимание на моноблоки с плоской намазной положительной пластиной серий A400 (проектируемый срок службы в режиме непрерывного подзаряда 12 лет) и A700 (проектируемый срок службы в режиме непрерывного подзаряда 15 лет), как оптимальное по соотношению цена-качество

техническое решение. Особенно привлекательны в эксплуатации аккумуляторы Sonnenschein A400FT в узких корпусах с фронтальным расположением выводов. Эти батареи идеально подходят для компактного монтажа и сочетают в себе удобство конструкции, неопределимое в условиях ограниченного свободного пространства, со всеми преимуществами технологии dryfit.

Батареи всех перечисленных серий можно применять с системами питания на основе выпрямительных модулей УЗА 24-20, БПС80-Н-26,4-10, БПС80-Т-10-24, БПС 30В/10А и БПСМ 30В/15А. Требования к качеству выпрямленного напряжения для работы гелевых батарей выполняются как в части настройки напряжения подзаряда (из расчета 2,25 Вольт/эл), так и в части точности его стабилизации 2% и ограничения уровня пульсаций 5%. Кроме того аккумуляторные батареи технологии dryfit не требуют термокомпенсации напряжения заряда в широком температурном диапазоне от +15 до +35°C.

В отрасли автоматики и телемеханики на железной дороге в большей или меньшей степени представлены аккумуляторы, выпускаемые по всем трем технологиям. Однако, до сих пор подавляющее большинство батарей, применяемых для резервирования питания систем ЖАТ, имеют классическую конструкцию со свободным электролитом. Современная тенденция развития технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики предполагает последовательный переход на малообслуживаемое и необслуживаемое оборудование. Для достижения указанной цели в области электропитания необходимы надежные автономные источники тока, имеющие длительную историю производства и проверенное временем качество. Герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи Sonnenschein - ключ к созданию максимально удобных и малозатратных в эксплуатации электроустановок при сохранении требуемого уровня надежности.

Аккумуляторы технологии dryfit для компактного монтажа



Sonnenschein A412/120.0FT



Sonnenschein A412/170.0FT