

Рекомендации по эксплуатации стационарных герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов в системах электропитания связи.

Костиков С. Н.

Генеральный директор ООО «Компания Эвер»

«Главное – общение между людьми, остальное – дело техники»

Стационарные герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторы с клапанным регулированием называют сокращенно, аккумуляторы с клапанным регулированием VRLA (американское сокращение). Аккумуляторы VRLA - это герметизированные аккумуляторы со связанным электролитом GEL или AGM технологии, обладающие следующими *достоинствами* при эксплуатации:

- нет аэрозоли электролита на крышке,
- не нужно доливать дистиллированную воду,
- малая потребность в вентиляции помещения.

Так как электролит из герметизированных аккумуляторов не выплескивается (нет аэрозоли), и аккумуляторы не нуждаются в доливе воды, их монтаж может быть весьма компактным. Аккумуляторы могут быть размещены на многоярусных стеллажах, чем достигается высокая плотность энергии на единицу площади помещения. Однако надо иметь в виду, что не все перекрытия могут выдержать столь большую нагрузку, которая может быть от 1 т/м² и более.

Недостатки герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов VRLA:

- меньше надежность, по сравнению с классическими аккумуляторами,
- высокая стоимость,
- меньше реальный срок службы,
- высокая чувствительность к пульсациям напряжения,
- могут входить в режим терморазгона,
- недопустимы частые глубокие разряды,
- требуется точность поддержания напряжения постоянного подзаряда не хуже +/-1%,
- сложность осуществления контроля, замерить плотность электролита невозможно.

Стационарные герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторы VRLA стали широко применяться в энергетике связи всего 15 лет назад, а в электроэнергетике и промышленности еще меньше. За это время установлено, что они менее надежны, чем классические и имеют более короткий реальный срок службы, несмотря на заявленный производителем срок службы. Характерной проблемой для герметизированных аккумуляторов является преждевременная сульфатация положительных пластин [1] и склонность аккумуляторов к срыву в режим терморазгона [2]. Явление терморазгона состоит в том, что плавающий ток зарядки (в буферном режиме) и температура аккумулятора внезапно начинают возрастать по неизвестной причине, аккумулятор начинает разбухать, корпус размягчается и теряет форму. Аккумулятор начинает интенсивно выделять газы и пары электролита. Если этот процесс вовремя не обнаружить, батарея может разрушиться сама, повредить оборудование и привести к пожару. Такие случаи уже есть. Были случаи, когда терморазгон прекращался так же неожиданно, как и начинался, аккумуляторы остывали и частично возвращали свою форму. Однако батарея все равно была повреждена, и её приходилось менять. На срок службы герметизированных аккумуляторов значительно влияет точность поддержания напряжения постоянного подзаряда, особенно вредно превышение напряжения постоянного подзаряда. При превышении этого параметра в течение длительного времени в аккумуляторах VRLA начинает срабатывать аварийный клапан и со временем высыхает электролит, отчего внутреннее сопротивление аккумуляторов увеличивается, а емкость уменьшается. При систематическом занижении напряжения постоянного подзаряда на пластинах аккумуляторов (особенно на отрицательных) происходит постепенный переход мелкокристаллического сульфата свинца в плотный твердый сульфат с крупными кристаллами, после чего заряд аккумуляторов сильно затрудняется [3]. Известно, что срок службы аккумуляторов зависит от температуры. В случае отклонения температуры в помещении от +20°C на 5°C и более следует корректировать напряжение постоянного подзаряда. Температурная корректировка напряжения подзаряда увеличивает срок

службы и снижает вероятность срыва батареи в режим терморазгона. Чтобы не сокращать срок службы герметизированных аккумуляторов VRLA, необходимо регулярно контролировать и подстраивать напряжение постоянного подзаряда согласно ТУ и инструкции по эксплуатации аккумуляторов. Современные ЭПУ могут комплектоваться устройством автоматической корректировки напряжения постоянного подзаряда при изменении температуры. Необходимо обязательно вести аккумуляторный журнал (ваш архив данных), в который нужно регулярно (см. требования ТУ и отраслевых стандартов) заносить результаты измерений напряжения постоянного подзаряда каждого элемента или моноблока, общее напряжение на выводах батареи, буферное напряжение ЭПУ, ток нагрузки, температуру в помещении и отдельных элементов, если у этих элементов обнаружены какие либо отклонения; регулярно производить визуальный осмотр корпусов, борнов и клапанов аккумуляторов.

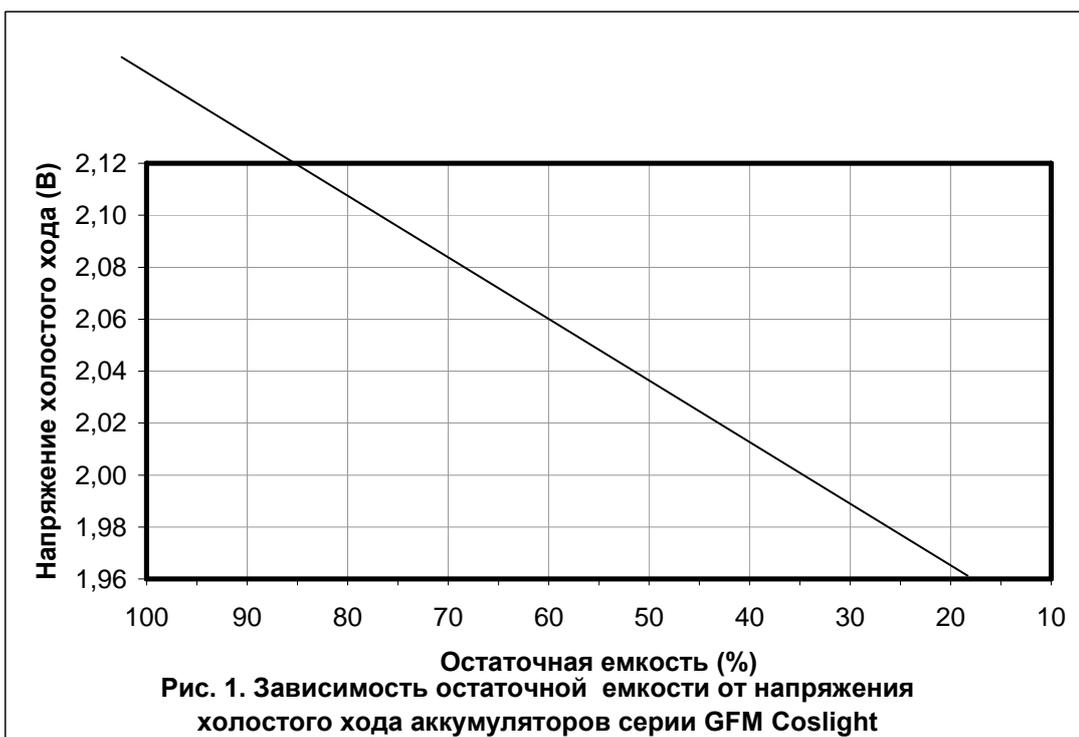
Все аккумуляторы при хранении подвержены саморазряду. Для герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов скорость саморазряда составляет 20-40% в год при нормальной температуре 20 – 25 °С. Если аккумуляторы находились в состоянии саморазряда в течение короткого срока, то их заряд происходит без каких-либо затруднений. Обычно производители герметизированных аккумуляторов устанавливают максимальный срок хранения без негативных последствий шесть месяцев. При более длительных сроках хранения снижается зарядная емкость. Физико-химические причины этого явления состоят в следующем: сульфат свинца (PbSO₄), являющийся продуктом разряда, постепенно переходит в менее активную форму. Кроме того, отрицательная пластина претерпевает более глубокий разряд, чем положительная. Так как сульфат свинца переходит в менее активную форму, зарядный ток в начале процесса заряда становится меньше по сравнению с зарядным током батареи, которая разряжалась до такого же зарядного состояния, но при нормальных условиях. Поскольку одна из пластин находится в состоянии более глубокой разрядки, вторая пластина полностью зарядится задолго до того, как первая достигнет нормального зарядного состояния. Это приводит к тому, что ток заряда упадет до низких значений, несмотря на то, что в аккумуляторах еще остается большое количество незаряженного материала. Иногда удается восстановить зарядную емкость путем существенного увеличения напряжения заряда и времени заряда. В аккумуляторах, которые долго лежали на складе без подзаряда и в которых не восстанавливается зарядная емкость после хранения, чаще всего наблюдается явление терморазгона. Низкая температура при хранении аккумуляторов обеспечивает замедление всех химических процессов, в том числе деградиационных, и способствует увеличению срока хранения. В аккумуляторах GEL технологии описанные выше физико-химические процессы протекают медленнее, чем в аккумуляторах AGM технологии, поэтому гелевые аккумуляторы можно хранить дольше.

При хранении аккумуляторов, которые до этого значительное время эксплуатировались, саморазряд (б/у аккумуляторов) может быть в 2 – 3 раза выше, чем у свежизготовленных аккумуляторов.

Параметры оценки состояния герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов.

Напряжение холостого хода (или его еще называют напряжением разомкнутой цепи НРЦ) отражает степень заряда аккумулятора (см. Рис.1) [4] и помогает определять степень его саморазряда. Такая информация бывает полезной при вводе в эксплуатацию батареи, до этого, по какой либо причине, находившейся на хранении. Если окажется, что напряжение холостого хода на каждом элементе или моноблоке имеет высокое значение, можно быть уверенным, что после короткого периода (в течение 8-10 часов) заряда батарея сможет отдать номинальную емкость. Однако если обнаружится, что напряжение холостого хода аккумуляторов невелико, её восстановление будет связано с проблемами. Возможно, потребуется несколько циклов заряда/разряда, чтобы восстановить емкость (если это вообще окажется возможным).

Напряжение холостого хода свинцово-кислотных аккумуляторов зависит от концентрации электролита. В герметизированных аккумуляторах используется электролит различной плотности, поэтому напряжение холостого хода в заряженных аккумуляторах различно [1]. Рассмотрим значения напряжения холостого хода заряженных аккумуляторов (данные следует рассматривать как ориентировочные) см. [2].



Напряжение холостого хода = 2,17 В/элемент.

SBS, Genesis (AGM – технология) - производитель Hawker.

Напряжение холостого хода = 2,15 В/элемент.

PowerSafe V, VE (AGM – технология) - производитель Hawker.

Напряжение холостого хода = 2,12 В/элемент.

Compact Power (AGM – технология) - производитель Oerlikon,

VbV (GEL – технология) - производитель Hawker,

OPzV (GEL – технология) - производители Hawker, Sonnenschein,

GFM (AGM – технология) - производитель Coslight.

В Таблице 1 приведены значения зарядного состояния (SOC), напряжение холостого хода (U_{xx}) и рекомендуемый режим заряда перед вводом в эксплуатацию.

Таблица 1.

SOC, %	U_{xx} , В/элемент *			Требуемый заряд
100	2,17	2,15	2,12	Не требуется
> 80	2,14	2,13	2,10	В течение 8 – 10 часов
> 60	2,08	2,07	2,06	2 – 3 суток
> 40	2,05	2,03	2,02	Может потребоваться выравняющий заряд
< 40	< 2,05	< 2,03	< 2,02	Возможно, не удастся восстановить емкость

* - напряжение холостого хода следует замерять не менее, чем через 24 часа после полного заряда.

Обычно аккумуляторные элементы или моноблоки, из которых составляется батарея, должны иметь одну и ту же степень заряда (одинаковую емкость). Если элемент или моноблок с низким зарядным состоянием включен в одну цепь с элементом или моноблоком, имеющим более высокую степень заряда, то он никогда не достигнет полностью заряженного состояния. Если такой элемент или моноблок оставить в батарее на продолжительный срок, то он может деградировать и вывести из строя другие элементы. Деградация аккумулятора может быть оценена только в том случае, если в архив данных будет заложена информация о начальных его характеристиках.

Очень важно использовать в одной последовательной цепи элементы или моноблоки с одинаковыми значениями напряжения холостого хода. Надо взять за правило формировать батареи из элементов, имеющие различие в напряжении холостого хода в пределах 0,01 В/элемент. Это обеспечит более длительный срок службы. В случае применения выравнивателей напряжения безопасный диапазон разброса напряжения можно расширить до 0,03 В/элемент. При разбросе напряжения 0,03-0,05 В/элемент эффективным средством выравнивания может оказаться проведение уравнильного заряда.

Уравнильный заряд герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов.

Уравнильный заряд при постоянном значении тока требует достаточно высокого напряжения 2,4 - 2,6 В/элемент, поэтому для его проведения потребуются специальные приготовления. Это зависит от наличия на объекте зарядных устройств и специального оборудования. Уравнильный заряд при постоянном значении тока может производиться только обученным персоналом.

Общие рекомендации по уравнильному заряду: следует произвести заряд батареи при нормальном значении напряжения постоянного подзаряда буферного режима до тех пор, пока ток не снизится до значения $S_{ном}/100$, где $S_{ном}$ – номинальная емкость батареи; продолжить заряд при постоянном значении зарядного тока $S_{ном}/50$ в течение 10 – 20 часов. Надо иметь в виду, что для поддержания постоянного значения тока потребуются повышенное напряжение заряда, при этом ток обязательно должен ограничиваться с помощью функциональных средств. Необходимо постоянно контролировать температуру каждого элемента. Если температура начнет сильно возрастать (более + 45°C), немедленно прекратить заряд и обратиться в сервисную службу поставщика аккумуляторов.

Глубокий разряд герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов.

Герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторы с клапаным регулированием VRLA более чувствительны, чем классические к глубокому разряду. Глубокий разряд может привести к повреждению аккумуляторов см. [1]. Степень повреждения аккумуляторов зависит от количества снятой емкости. При низких токах разряда в течение длительного периода количество снятой емкости может быть больше, чем при разряде большими токами в течение короткого времени. Батарея, которая разряжается при большом токе нагрузки, не достигает глубокого разряда, так как при большом токе разряда в герметизированных аккумуляторах доступна не вся часть емкости аккумуляторов. При малых токах разряда степень разряда герметизированных аккумуляторов может быть глубже. Более стойкие к глубоким разрядам малыми токами гелевые герметизированные аккумуляторы. Аккумуляторы технологии AGM имеют более высокую мощность, чем гелевые при коротких режимах разряда. Глубокий разряд аккумуляторов редко возникает на телекоммуникационной установке, если есть устройство защиты от глубокого разряда. Часто глубокий разряд может возникнуть при монтаже ЭПУ. Это происходит, когда ЭПУ находится в режиме отключенных выпрямителей. Современные ЭПУ включают в себя потребителей малой мощности, которые разряжают батарею. Такими потребителями, отбирающими энергию у аккумуляторов при выключенной установке, являются блоки контроля и управления.

Если ваша ЭПУ должна находиться в выключенном состоянии, то аккумуляторная батарея должна быть полностью отключена!

Аккумуляторы в состоянии глубокого разряда могут создавать трудности при восстановительном заряде. Невозможно предусмотреть все особенности их поведения. Важным фактором является величина остаточной емкости аккумуляторов. Простой способ оценки остаточной емкости - это измерение напряжения холостого хода на аккумуляторах, отключенных от нагрузки и выпрямителя. Если значения $U_{хх}$ всех элементов выше 1,94 В, то батарея нормально глубоко разряжена. Если есть элементы с напряжением ниже 1,90 В, то могут возникнуть проблемы с восстановлением емкости батареи. Обычно, в процессе заряда глубоко разряженной батареи, зарядная емкость увеличивается, есть ток зарядки. Но если есть плохие элементы, ток зарядки может скачкообразно возрасти, что повлечет за собой уже нам известный терморазгон батареи. При глубоком разряде электролит обычно реагирует полностью, что приводит к росту растворимости свинца. Металлический свинец с повышенной растворимостью образует проводящие мостики между пластинами, замкнув их накоротко. При закорачивании некоторых элементов напряжение на остальных сильно

увеличивается, что, в свою очередь, приводит к сильному увеличению зарядного тока и очень быстрому росту температуры в аккумуляторах. Герметизированные аккумуляторы AGM технологии более склонны к явлению терморазгона. В герметизированных гелевых аккумуляторах есть дополнительный пористый сепаратор, который увеличивает внутреннее сопротивление аккумулятора, но дополнительно изолирует пластины от короткого замыкания.

При необходимости восстановления глубоко разряженной батареи, её заряд следует проводить, контролируя процесс в ручном режиме !

Если в начале процесса заряда батарея не принимает заряд, напряжение можно немного увеличить. В качестве критерия увеличения напряжения заряда следует принять значение тока заряда, не превышающее $S_{ном}/30$. Ток заряда и температуру каждого аккумулятора необходимо проверять не реже, чем через каждые двадцать минут. Такой контроль следует осуществлять до тех пор, пока ток заряда не снизится до величины $S_{ном}/100$. Затем необходимо измерить напряжение на каждом элементе, если отклонения значений напряжения велики (более 0,05 В), то элементы или всю батарею следует заменить.

Правила техники безопасности при эксплуатации герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов.

При нормальных условиях эксплуатации герметизированные аккумуляторы не выделяют паров электролита или значительного количества водорода. Исключительными условиями, при которых возможно выделение электролита могут быть: разрушение клапанов, уплотнений борнов или корпуса аккумулятора, перегрев (при $t > 70^\circ \text{C}$), пожар. Если аккумулятор уронить, то он разобьется, при этом гель или стекловолокнистые прокладки станут открытыми. Серная кислота из геля или прокладок может попасть на кожу. Если электролит попал на кожу, то следует, не откладывая, промыть пораженные места водой (желательно промывать не менее 5 минут). Если электролит попал в глаза, их немедленно следует промыть водой и обязательно обратиться к врачу. Место куда выплился электролит (пол, стена и др.) засыпать содой. Из герметизированных аккумуляторов, несмотря на их герметичность, может через клапаны выделяться значительное количество водорода: при разряде батареи с выработанным ресурсом при глубоком разряде или, если она по какой либо причине потеряла емкость раньше срока окончания эксплуатации, а также в режиме терморазгона.

Система электропитания связи (ЭПУ) - это сердце любой телекоммуникационной установки. На ЭПУ приходится значительная доля эксплуатационных расходов. Очевидно, вы не допускаете отказа вашего оборудования. Система электропитания связи - это дело, к которому следует относиться исключительно серьезно, а наиболее удачная стратегия в серьезном деле - это кооперация со специалистами. Несомненно, вы желаете управлять энергией ваших сетей связи. Мы готовы оказать вам консультацию по выбору ЭПУ, стационарных аккумуляторов в соответствии с вашими потребностями, предоставить необходимую техническую документацию, сертификаты, отзывы, референт-лист (см. сайт www.ever-co.ru, e-mail: info@ever-co.ru). Наша компания предлагает комплексные решения электропитания телекоммуникационного оборудования на основе современных моделей ЭПУ ЮПЗ «Промсвязь», стационарных герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов VRLA Coslight и других, источников бесперебойного питания производства MGE UPS Systems, дизель-генераторных установок (ДГУ) Mobil-Strom и российских производителей, другое оборудование, необходимое для управления энергией ваших сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костиков С.Н. Анализ причин отказов герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов. Сборник трудов Четвертой Всероссийской конференции «СПРЭС», СПб, 2003, с.53 – 65.
2. Савельев О.Ю. 4-й Ежегодный Семинар Энергетических Систем. Эрикссон, Москва, 13 мая 1999 г.
3. Таганова А.А., Пак И.А. Герметичные химические источники тока для портативной аппаратуры. Справочник, СПб, 2003, с.97 – 105.
4. ТУ 3481-053-11473888-2003 Аккумуляторы стационарные свинцовые герметизированные необслуживаемые серии GFM производства фирмы Harbin Guangyu (Coslight) Storage Battery Mfg.Co.,Ltd. (ОАО «ЦКБ-Связь» Лаборатория оценки систем качества производств ТЭС при ИЦ «ЦКБ»), М. , 2003.