**Практическое занятие. Выявление измеряемых параметров АКБ.**

**Вопросы.**

1.  Конструкция аккумуляторных батарей.

2.  Электролит для аккумуляторных батарей.

3.  Химические процессы, происходящий в аккумуляторных батареях.

4.  Характеристики свинцового аккумулятора.

5.  Техническая эксплуатация свинцово-кислотных аккумуляторных батарей.

6.  Возможные неисправности.

**1. Конструкция аккумуляторных батарей.** Аккумуляторные батареи на тракторах и автомобилях предназначены для питания электрическим током стартера во время пуска двигателя и других потребителей (освещение, система зажигания, звуковая сигнализация и т. п.) при неработающем двигателе, а также когда двигатель работает с низкой частотой вращения и мощность генератора недостаточна для питания подключенных электропотребителей.

Аккумуляторные батареи являются электрохимическими источниками тока, в которых во время зарядки электрическая энергия от внешнего источника тока используется на образование химических соединений, а во время разрядки химическая энергия превращается в электрическую в результате перехода химических соединений в их начальное состояние. В зависимости от компонентов, которые принимают участие в электрохимических процессах, аккумуляторы разделяют на ***щелочные*** и ***кислотные***.

Для питания систем электрооборудования машин, тяговых двигателей электромобилей, а также специальной аппаратуры, установленной на автомобилях, в частности ГАЗ-66, применяют щелочные аккумуляторы серебряно-цинковые (СЦ), кадмиево-никелевые (КН) и железо-никелеевые (ЖН), в которых электролитом является раствор гидроксида калия (КОН) или натрия (NaOH) в дистиллированной воде с возможным добавлением гидроксида лития (LiOH). Активной массой отрицательных электродов кадмиево-никелевых и железо-никелевых аккумуляторов есть губчатый кадмий или губчатое железо, а положительного - гидроксид никеля (III) Ni(OH)3 или гидроксид никеля (II) Ni(OH)2.

Блоки пластин таких аккумуляторов размещены в металлическом корпусе, заполненом электролитом. При этом один из электродов аккумулятора присоединяют к корпусу, а потому во время составления аккумуляторных батарей корпусы отдельных банок разъединяют.

Плотность электролита для серебряно-цинковых аккумуляторов на основе раствора гидроксида калия с содержимым цинка составляет 1,4 г/см3; для кадмиево-никелевых и железо-никелевых на основе раствора гидроксида калия с добавлением гидроксида лития - 1,19-1,21 г/см3 и без добавления гидроксида лития - 1,25-1,27 г/см3, гидроксида натрия с добавлением гдроксида лития - 1,1-1,12 г/см3.

При соединении щелочных аккумуляторов в батарее с соответствующим напряжением следует учитывать ЭДС каждого аккумулятора, которая равняется: для СЦ - 1,84 В; КН - 1,36 В и ЖН - 1,3 В.

Изготовливают также ***литиевые аккумуляторы*** с органическим электролитом, емкость которых на единицу массы в четыре раза большая, чем ртутно-цинковых, и в 30 раз, чем графитно-цинковых. Литиевые аккумуляторы с неорганическим электролитом имеют еще большую удельную энергию и вдвое высшую ЭДС сравнительно с кислотными аккумуляторами. Такие батареи изготавливают из легчайшего материала, который дает возможность создавать батарее повышенной емкости для электромобилей. Они обеспечивают скорость электромобиля массой 1 т до 100 км/ч и преодоление расстояния без подзарядки до 400 км.

Разработаны и применяются, в частности, новые ***аккумуляторные батареи с натриево-серными электродами***, которые имеют значительно меньшую массу и втрое увеличивают пройденный машиной путь при питании тяговых двигателей. Аккумулятор начинает работать, когда ионы натрия, перемещаясь сквозь твердый электролит, образуют сульфат натрия. В результате реакции в круге возникает электрический ток. Один аккумулятор размерами 45 х 45 мм имеет массу 100 г и энергетическую мощность 20 Вт ч, что в 5-6 раз больше от энергетической мощности свинцово-кислотного аккумулятора.

Для приведения в действие транспортных машин и технологического оборудования возможно применение ***ядерных источников энергии*** на основе ядерных реакторов и радиоизотопных генераторов. В ядерном реакторе за счет управляемой реакции распада урана-235 получают тепловую энергию, которая по схеме ядерный реактор - котел-парообразователь - турбина - генератор превращается в электрическую энергию. При этом обеспечиваются большая их энергоемкость и продолжительный срок службы.

Тем не менее конструктивные решения и эксплуатационные требования, направленные на обеспечение безопасности человека и окружающей среды относительно ионизирующего излучения и возможных радиоактивных загрязнений как при нормальных условиях, так и в случае дорожной аварии, пока что ограничивают широкое использование этих источников питания для мобильных машин.

***Радиоизотопные***[***источники питания***](https://mehanik-ua.ru/radioelektronika/1796-istochniki-pitaniya.html) используют энергию радиоактивного распада нуклида плутония-238, что дает возможность получить теплоту, а значит и электроэнергию. Разработаны также ***атомные батареи***, в которых электрический ток возникает вследствие упорядоченного движения электронов прямого распада, без обычного теплоэнергетического цикла (ядерный реактор - котел-парообразователь - турбина - генератор) с громоздким оборудованием. По энергоемкости атомные батареи в сотни раз превышают обычные химические батареи такой же массы, а продолжительность их работы составляет 5-10 лет. Используют также принцип преобразования на электрический ток теплоты, которая выделяется радиоактивными изотопами, с помощью полупроводниковых приборов.

Ток атомных батарей еще незначительный и недостаточный для питания тяговых электродвигателей, поэтому их применяют для питания контрольно-измерительных приборов, электрических часов, радиоприемников и т. п..

***Электростатические источники питания*** (конденсаторы) накапливают электроэнергию во время их зарядки от высоковольтного выпрямителя напряжением 220-1200 В или от аккумуляторной батареи напряжением 12-24 В через высоковольтный транзисторный преобразователь. Заряженный конденсатор является источником питания приборов автотракторного электрооборудования, в том числе и стартера. При этом обратное преобразование высокого напряжения на низкое осуществляют с помощью тиристорного преобразователя.

Объединение конденсаторного источника питания с обычным генератором и аккумуляторной батареей дает возможность уменьшить массу последней в 5-6 раз. Например, вместо стандартной аккумуляторной батареи (6СТ-55 А) массой 18,3 кг и вместительностью 10 л можно применить малогабаритную батарею от мотоцикла массой 3,5 кг и объемом 1,5 л.

Для пуска двигателя стартером используют энергию конденсатора, который заряжается от аккумуляторной батареи через высоковольтный преобразователь. Итак, уменьшается масса машины и затраты свинца на изготовление аккумуляторных батарей большой емкости.

Для питания тяговых электродвигателей мобильных машин применяют также ***солнечную энергию***. В таком случае непосредственно на машине устанавливают ***солнечные батареи*** (фотоэлементы, фототранзисторы), которые превращают солнечную энергию в электрическую и одновременно повышают напряжение до 12-24 В и больше. При этом питаются необходимые потребители, а также заряжается аккумуляторная батарея. На 100 км пути легковой или небольшой грузовой автомобиль тратит 25 квт ч электроэнергии, которая равнозначно затрате нескольких литров бензина двигателем внутреннего сгорания. Одновременно резервная аккумуляторная батарея может заряжаться от солнечных элементов, установленных на крыше гаража. От солнечного излучения за 10-12 ч заряжается батарея, энергии которой достаточно для движения автомобиля в течение дня.

На современных тракторах и автомобилях применяют преимущественно ***свинцово-кислотные аккумуляторные батареи***, как химический источник электрического тока многоразового действия. Электрический потенциал батареи возобновляется через ее зарядку от генератора, включенного параллельно в электросеть.

Найинтенсивнешим режимом работы свинцово-кислотной аккумуляторной батареи есть питание стартера во время пуска двигателя, когда сила тока в зависимости от его мощности достигает 1500 А и больше. Отсюда такие батареи называют стартерными, они способны давать большой ток при незначительном падении напряжения.

Аккумуляторные батареи формируют преимущественно из шести последовательно соединенных аккумуляторов с номинальным напряжением 2 В каждый. Они бывают:

•  обычной конструкции — в моноблоке с перемычками над крышкой (рис. 1, а);

•  батареи в моноблоке с общей крышкой и межэлементными
перемычками под крышкой (см. рис. 1, б, в);

•  батареи (условно необслуживаемые) с общей крышкой, которые не
нуждаются в особом уходе в период эксплуатации (см. рис. 1, г).



Рис. 1 - Конструкция аккумуляторных батарей:

а – с внешними межэлементными соединениями; в, в. г - с внутренними межэлементными соединениями через перемычки под общей крышкой; 1 - опорные призмы моноблока; 2 - моноблок; 3, 16 - отрицательные пластины; 4 - баретка; 5 – пробка; 6 - межэлементная перемычка; 7 - крышка; 8 - полюсный вывод; 9 - сепаратор;
10 – борн; 11 - мостик; 12, 15 - положительные пластины; 13 - перегородка моноблока; 14 – индикатор уровня электролита; 17 - выступление моноблока; 18 – переносное устройство; 19 - защитная планка

Свинцово-кислотный аккумулятор обычной конструкции состоит из моноблока 2, разделенного перегородками для отдельных аккумуляторов и изготовленного из кислотостойкой пластмассы или эбонита. Дно бака имеет призматические ребра 1, на которые опираются пластины. В промежутках между этими ребрами в процессе эксплуатации собирается активная масса, которая высыпается из пластин, и они на определенное время не дают возможности запереть разнополюсные пластины.

Сверху бак имеет крышку 7 с отверстиями для полюсных штырей 8, а также для заливания электролита и измерение его уровня, который закрывают пробкой 5. Крышку бака уплотняют кислотостойкой мастикой или закрывают пластмассой.

Каждый аккумулятор состоит из блока положительных 12, 15 и отрицательных 3,16 пластин, отлитой в виде решетки со сплава химически чистого свинца с добавлением 6-8 % стибия, который улучшает прочность и литейные свойства такого сплава.

В условно необслуживаемых батареях в состав пластин добавляют еще кальций, который уменьшает потери воды от электролиза, в результате чего корректировать уровень электролита нужно значительно реже. Могут быть полностью необслуживаемые батареи с герметичной крышкой, в которых решетка пластин отлита из сплава без содержимого стибия.

Решетки пластин заполняют с обеих сторон активной массой в виде пасты из оксидов свинца и серной кислоты, после чего их прессуют, просушивают, потом погружают в электролит из серной кислоты и воды и заряжают током малой силы.

В процессе зарядки под действием электрического тока сульфат свинца вступает во взаимодействие с электролитом и активная масса положительных пластин превращается в пероксид свинца РЬО2, а на отрицательных пластинах остается губчатый свинец РЬ. При этом концентрация серной кислоты в электролите повышается и его плотность увеличивается. Этот процесс называют ***формированием***. После формирования пластины промывают и высушивают, в результате чего в эксплуатацию поступают аккумуляторы с ***сухими заряженными пластинами***.

Следует отметить, что отрицательные пластины в процессе разрядки окисляются меньше, поэтому их решетки делают тоньшими, чем положительных. Кроме того, в активную массу при изготовлении отрицательных пластин добавляют до 3 % расширителей (сульфат бария, нефтяная сажа и т. п.), которые предотвращают быстрое затвердение активной массы, уменьшают проходное сечение пор во время эксплуатации аккумуляторной батареи и преждевременное снижение срока ее службы.

Для увеличения срока службы положительные пластины изготавливают большей толщины, чем отрицательные, поскольку их прочность в результате окисления решетки во время зарядки уменьшается.

С помощью мостика одноименные пластины образуют полублок. Для предотвращения прикосновенья разноименных пластин между ними устанавливают сепараторы. их изготовляют из кислотостойких материалов: мипора (микропористая резина), мипласта (микропористые пластмассы, изготовленные на основе поливинилхродиной смолы), стекловолокна и пенопласта (из-за недостаточной прочности применяют в комбинации с другими материалами). В аккумуляторах, которые работают в трудных условиях, устанавливают двойные сепараторы с мипора или мипласта и стекловолокна.

С целью лучшей циркуляции электролита вокруг положительных пластин и улучшения эксплуатационных качеств аккумулятора во время их составления сепараторы устанавливают ребрами или стекловолокном в сторону положительной пластины.

В необслуживаемых батареях сепараторы могут быть выполнены в виде конвертов (рис. 2), в какие вставленные положительные пластины. В этом случае активная масса пластин не осыпается на дно и их устанавливают не на ребра (призмы), как в аккумуляторах обычной конструкции, а на дно корпуса, который дает возможность уменьшить размер батареи.

Рис. 2 - Сепаратор-конверт:

а - размещение пластины в конверте; б - сечение сепаратора-конверта с пластиной; 1 - положительная пластина; 2 - сепаратор; 3 - ребра сепаратора; Т - расстояние между ребрами сепаратора



Рис. 3 - Межэлементные перемычки аккумуляторных батарей:

а - внешние под крышкой; б — внутренние над перегородкой под крышкой; в - внутренние сквозь отверстия в перегородке; 1 - мостик баретки; 2 - перегородка моноблока; 3 - борн баретки

Пакеты положительных и отрицательных пластин вместе с сепараторами образуют блоки. Учитывая, что положительные пластины имеют меньшую прочность, а также с целью предотвращения их коробления, отрицательные пластины устанавливают извне от положительных и в каждом пакете на одну больше. Пакеты заканчиваются исходными штырями, которые последовательно чередуются и, соединяясь между собой перемычками, образуют аккумуляторную батарею.

В батареях обычной конструкции над сепараторами в каждом аккумуляторе устанавливают тонкий перфорированный защитный щиток из хлорвинила, винипласта или другого кислотостойкого материала, который защищает пластины от механических повреждений во время измерения плотности или уровня электролита.

В процессе эксплуатации аккумуляторной батареи во время ее зарядки происходят химические процессы с выделением газов. Для вентиляции и герметизации аккумулятора в пробках или крышках предусмотрены вентиляционные отверстия.

Как отмечалось раньше, необслуживаемые аккумуляторные батареи имеют общую для всех блоков крышку, которая приварена к корпусу ультразвуковым свариванием и один неразборный моноблок. Эластичность полипропилена, из которого изготовлен бак, дает возможность соединять между собой аккумуляторы под крышкой над перегородкой моноблока или сквозь отверстия в ней (рис. 3), что дает возможность повысить разрядное напряжение на 0,1-0,2 В.

К выводным борнам крайних аккумуляторов батареи для подключения последней в сеть наваривают полюсные выводы. Они имеют конусную поверхность с пометками "+" и "-" (рис. 4, а). Отдельные батареи, как правило, большой емкости, могут иметь полюсные выводы с отверстиями для крепления проводов болтами.

В последнее время снова же таки для уменьшения внутренних потерь напряжения изготавливают борны с залитыми в их свинцовый корпус медными стержнями 1 (см. рис. 5, б), а перемычки - с медными вкладышами 2 (см. рис. 4, в).

***Маркирование аккумуляторной батареи*** выполняют на боковой поверхности бака или внешних межэлементных соединениях, которое дает возможность установить ее техническую характеристику.

Например, условное обозначение 6СТ-54ПМ показывает, что такая батарея составляется:

из шести последовательно соединенных аккумуляторов (6);

предназначена для питания стартера (СТ);

номинальная емкость батареи 54 А ч при 20 - часовом режиме разрядки;

бак изготовлен с асфальтопековой пластмассы с кислотостойкими вставками (П), а сепараторы - с мипласта (М).

Бак изготовляют также из эбонита (Е), полиэтелена (термопласта) - Т. Если применяют сепараторы с поровинила - обозначение П; комбинированные сепараторы с мипласта и стекловолокна - МС; с мипора со стекловолокном - PC. Обозначение ТСТ означает, что это тракторная стартерная аккумуляторная батарея, имеет утолщенные пластины и двойные сепараторы, которые повышают ее надежность. Наличие буквы А означает, что батарея имеет общую крышку.



Рис. 4 - Полюсные выводы аккумуляторной батареи (а), борн (б) и перемычка с медными вкладышами (в):

1 - медный стержень борна; 2 — медная планка перемычки; 3 — свинцево-стибиевый сплав

Пластины аккумуляторных батарей после заводского формирования могут быть частично или полностью заряженные или незаряженные. Промышленность большей частью вырабатывает сухо заряженные аккумуляторные батареи с сухими сепараторами и пластинами, которые продолжительное время сохраняют 80-90% номинальной емкости. В этом случае к общему маркированию прибавляют литеру 3, для незаряженных пластин - Н.

**2. Электролит для аккумуляторных батарей.** Электролит для свинцово-кислотных аккумуляторных батарей изготавливают из серной кислоты (ГОСТ 667-73) и дистиллированной воды высокого уровня чистоты (ГОСТ 6709-72) в кислотостойкой (эбонитовомй, керамической, пластмассовой или свинцовой) посуде. В случае нарушения этого требования ускоряется саморазрядка и разрушение пластин и уменьшается их емкость. Не рекомендуется также применение стеклянной посуды, поскольку она может треснуть вследствие сильного нагревания во время смешивания серной кислоты с дистиллированной водой.

Во время приготавливания электролита серную кислоту наливают тоненькой струйкой в воду, одновременно помешивая раствор чистой стеклянной палочкой. Нельзя наливать воду в кислоту, поскольку вода почти вдвое более легкая и растекается по поверхности кислоты, не смешиваясь с ней. При этом в верхнем слое раствора выделяется большое количество теплоты, электролит разбрызгивается, что может вызвать ожоги тела. В случае случайного попадания электролита на тело его следует немедленно смыть большим количеством воды.

В производственных условиях электролит, как правило, готовят с использованием промежуточного раствора плотностью 1,4 г/см3, поскольку при таких условиях на охлаждение приготовленного из него электролита уже нужной плотности тратится меньше времени.

Для приготавливания электролита соответствующей плотности нужное количество серной кислоты и дистиллированной воды можно определить по табл. 1.

***Плотность электролита*** измеряют ***денсиметром*** или ***густиномером***. Она зависит от степени разрядки аккумулятора и температуры электролита. На каждые 15 °С отклонение от номинальной температуры к показаниям денсиметра следует прибавлять поправку, которая равна 0,01 г/см3, при ее увеличении и отнимать при низшей температуре.

В центральных районах Украины, где температура зимой в основном не ниже -30 °С, плотность электролита составляет 1,27 при 15 °С, а в южных районах - 1,25 г/см3. Следует учесть, что эксплуатация батареи при повышенной плотности и температуре электролита ускоряет такое отрицательное явление, как сползание активной массы пластин и образование на них больших кристаллов сульфата свинца (явление сульфатации).

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Плотность электролита при 15 0С, г/см3 | Количество воды, л, на 1 л электролита | Количество серной кислоты, л, плотностью 1,83 г/см3 при 15°С на 1 л электролита |
| 1,221,231,241,251,261,271,281,291,301,311,40 | 0,8580,8500,8410,8330,8240,8160,8070,7990,7900,7820,698 | 0,1980,2080,2180,2280,2380,2480,2580,2680,2780,2890,384 |

**3. Химические процессы, которые происходят в свинцовом аккумуляторе**. В процессе разрядки аккумулятора (рис. 5, б) активная масса положительных пластин превращается из пероксида свинца РЬО2 темно-коричневого в сульфат свинца PbSO4 коричневого цвета, а отрицательных - из губчатого свинца РЬ серого в PbSO4 серого - светло-серого цвета. В результате этого плотность электролита уменьшается с 1,25-1,31 до 1,09-1,15 г/см3 при полной разрядке аккумулятора, а его внутреннее сопротивление возрастает в несколько раз. Во время разрядки аккумулятора во внешней сети беспрерывно поддерживается направленное движение свободных электронов, а в электролите - направленное движение ионов между пластинами.

Для зарядки аккумулятор параллельно подключают к сети источника тока (генератора или выпрямителя), напряжение которого больше ЭДС батареи. При этом клемму "плюс" батареи соединяют с положительным выводом источника тока, а "минус" - с отрицательным.

В процессе зарядки активная масса отрицательных пластин (см. рис. 5, а) с PbSO4 возвращается в предыдущее состояние - в губчатый свинец РЬ, а положительных пластин - в пероксид свинца РЬО2 и плотность электролита увеличивается. Если при этом плотность электролита перестает увеличиваться, - это признак окончания процесса зарядки батареи. В случае продолжения зарядки аккумулятора будет происходить лишь расщепление воды на водород и кислород, которые выделяются из электролита - создается эффект "кипение".



Рис. 5 - Схема работы свинцово-кислотного аккумулятора:

а - зарядка; б - разрядка

**4. Характеристики свинцового аккумулятора**. Основные электрические характеристики стартерных аккумуляторов - это ***электродвижущая сила (ЭДС)***, ***внутреннее сопротивление***, ***напряжение на клеммах***, ***емкость***и ***коэффициент электроотдачи***. Если аккумулятор находится в состоянии покоя, электродвижущая сила его почти не зависит от степени разрядки пластин, однако существенным образом зависит от плотности электролита и незначительно - от его температуры.

ЭДС вычисляют по формулой

Е0 = 0,84 + 

где  - плотность электролита при температуре 15 °С.

***Плотность электролита*** в зависимости от состояния аккумулятора может быть от 1,09 до 1,27 г/см3, поэтому ЭДС покоя равняется соответственно 1,93-2,15 В.

Внутреннее сопротивление аккумулятора зависит от размера и количества пластин, расстояния между ними, пористости сепараторов, плотности и температуры электролита и находится в пределах 0,01-0,015 Ом при заряженном аккумуляторе. В процессе разрядки аккумулятора плотность и проводимость электролита уменьшаются, что приводит к росту его внутреннего сопротивления до 0,02 Ом. Величина внутреннего сопротивления аккумулятора влияет на максимальную силу тока во время пуска двигателя стартером.

***Напряжение на клеммах батареи*** зависит от ее внутреннего сопротивления и величины разрядного или зарядного тока. ее определяют, например, во время разрядки по формуле:

Up = IpR

Ip – разрядный ток;

R – сопротивление внешней нагрузки

***Емкость аккумулятора*** и батареи в целом - это количество электроэнергии в ампер-часах, которую можно получить от полностью заряженной батареи во время беспрерывной разрядки током постоянной величины к определенной границе.

Емкость вычисляют по формуле:

Ср = Iptp

Ip - разрядный ток, A;

tp - продолжительность разрядки, ч.

Емкость аккумулятора зависит от таких основных факторов:

- количества пластин и пористости активной массы. С увеличением количества пластин (в том числе за счет уменьшения их толщины) и улучшением пористости активной массы увеличивается активная площадь и возможности проникновения электролита в глубокие слои пластин, т. е. к участию в химических процессах привлекается большая масса, и как следствие повышается емкость аккумулятора;

- силы разрядного тока. С увеличением силы разрядного тока поверхностный слой пластин активизируется в химических процессах разрядки и сульфат свинца закупоривает поры активной массы, которая уменьшает доступ к ней электролита, а итак, разрядную емкость бата­реи;

- температуры и плотности электролита. Снижение температуры электролита на 1 °С при плюсовой температуре уменьшает емкость аккумулятора приблизительно на 1%, а при минусовой температуре и большого разрядного тока — на 2% и больше. С увеличением темпера­туры электролита до +30°—+45 °С емкость аккумуляторной батареи вырастает на 10-14 % свыше номинальной. Тем не менее одновременно возникает не­безопасность коробления пластин, обсыпание активной массы и разрушение положительных пластин. Увеличение плотности электролита повышает емкость аккумулятора, однако уменьшает срок его эксплуатации;

- химической чистоты материалов, из которых изготовленные пластины и электролит. Наличие примесей в пластинах или электролите приводит к замедлению химических процессов в аккумуляторе и уменьшение его емкости;

- продолжительности работы пластин. В случае продолжительной эксплуатации аккумуляторной батареи ее емкость уменьшается вследствие разрушения и выпадение активной массы, образование нерастворимого кристаллического сульфата свинца, уплотнение поверхности отрицательных пластин и т. п..

***Коэффициент электрической отдачи*** характеризует степень возможного использования электроэнергии, которую получает аккумулятор во время зарядки. Его можно определить соотношением ампер-часов во время разрядки и зарядки.

**5. Техническая эксплуатация свинцово-кислотных аккумуляторных батарей**. В процессе эксплуатации аккумуляторных батарей их заряжают, проверяют техническое состояние, выполняют операции технического обслуживания, готовят и устанавливают на продолжительное хранение.

Степень разрядки батареи в зависимости от плотности электролита или показов вольтметра можно определить за данными табл. 2.

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Состояние батареи |
| Полностью  заряженная | Разряженная на |
| 25 % | 50 % |
| Плотность электролита, г/см3, при температуре 15° С Показания вольтметра, В, под нагрузкой в течение 5 с | 1,291,271,251,231,211,7 | 1,251,231,211,191,171,6 | 1,211,191,171,151,131,5 |

После заполнения электролитом новой батареи обычной конструкции к уровню 10-15 мм над защитным щитком ее выдерживают для насыщения пластин в течении 3 ч для сухозаряженных батарей (4-6 ч - для незаряженных) и замеряют плотность электролита. Если его плотность снизилась менее чем на 0,03 г/см3 сравнительно с начальной, такой аккумулятор можно эксплуатировать. В случае большего уменьшения плотности электролита батарею следует заряжать. В процессе насыщения пластин и сепараторов уровень электролита в батарее снизится. Поэтому перед установкой батареи на машину нужно довести его к норме, доливая электролит той самой плотности, что и в начале заливания.

Чаще всего аккумуляторные батареи заряжают при ***постоянной силе тока*** на зарядной станции (преимущественно при введении в действие новых батарей) или при ***постоянном напряжении***.

***Зарядку при постоянной силе тока*** осуществляют после насыщения пластин электролитом. На первом этапе ток должен составлять 0,1С20 А, и батарею заряжают к появлению интенсивного газовыделения во всех аккумуляторах. После этого зарядный ток уменьшают на 50 % и продолжают зарядку при интенсивном газовыделении до тех пор, пока напряжение (2,7 В на каждом аккумуляторе) и плотность электролита будут оставаться неизменными в течение 3 ч.

С окончанием зарядки проверяют плотность электролита и его уровень и доводят к величине, определенной для данной климатической зоны. В случае превышения установленной плотности электролит отбирают резиновой грушей и добавляют дистиллированную воду, а при низшей - доливают электролитом плотностью 1,4 г/см3. После доливания воды или электролита продолжают зарядку в течение 30 мин.

Преимуществом такого способа является возможность установки разной величины тока и корректирование его во время зарядки. Тем не менее, как недостатки следует назвать необходимость следить и регулировать в течение всего времени зарядки силу тока, продолжительное время этого процесса, значительные потери электроэнергии на реостатах.

***Зарядку при постоянном напряжении*** проводят непосредственно на тракторах или автомобилях, где напряжение установленной величины на клеммах генератора поддерживается регулятором напряжения. В стационарных условиях такое зарядное устройство устанавливают на напряжение 2,3-2,4 В на каждый аккумулятор или 13,8-14,4 В для 12-вольтной батареи.

В начале зарядки таким образом зарядный ток достигает больших значений и в полностью разряженном аккумуляторе кратность равняется 1-1,5 его емкости. С увеличением ЭДС аккумуляторной батареи зарядный ток автоматически быстро уменьшается и достигает нуля. При этом батарея заряжается на 90-95 %.

Зарядка заканчивается при минимальном газообразовании и низшей температуры электролита, который предотвращает разрушение активной массы пластин и коррозии решетки положительных пластин. К преимуществам способа принадлежит короткое время зарядки. Однако в этом случае невозможно полная зарядка батареи, поскольку при напряжении 2,3-2,4 В на один аккумулятор заряд приходится только в начале газовыделения.

По этим причинам рекомендуется 1-2 раза в год заряжать аккумуляторную батарею на зарядной станции в аккумуляторном цехе ремонтной мастерской.

Существуют и ***другие способы зарядки аккумуляторных батарей***. В частности, применяют ***ускоренную (форсированную) зарядку*** для быстрого восстановления сильно разряженной батареи. Зарядный ток в этом случае устанавливают таким, что равняется 0,7С20 А, и зарядку проводят в течении 30 мин. Чем меньший зарядный ток, тем дольше можно заряжать батарею. Однако в случае повышения температуры свыше 40 °С зарядку прекращают. Такой способ применяют в исключительных случаях, поскольку при многоразовом повторении существенным образом снижается срок службы аккумуляторной батареи.

***Выравнивающую зарядку*** осуществляют током, который меньше чем 0,1С20 А, при этом обеспечивается выравнивание плотности электролита и степени зарядки отдельных аккумуляторов батареи, восстановление активной массы на пластинах, нейтрализация действия в прошлом глубоких разрядов на отрицательный электрод. Такой способ, как правило, используют для предотвращения возможной сульфатации пластин, и зарядка заканчивается через 3 ч после установки неизменной плотности электролита.

***Контрольно-тренировочный цикл*** применяют для оценки пригодности аккумуляторной батареи к дальнейшей эксплуатации. Он охватывает зарядку батареи током силой 0,1С20 А до напряжения 2,4 В на каждом аккумуляторе, потом переход на режим зарядки 0,05С20 А, после чего - разрядка постоянным током 0,05С20 А к конечному разрядному напряжению на аккумуляторе 1,75 В.

Полученную емкость в процессе разрядки аккумуляторной батареи в контрольно-тренировочном цикле приводят к температуре +25 °С и сравнивают с номинальной. Если она представляет менее чем 40 % номинальной, то такую батарею считают непригодной для дальнейшей эксплуатации.

Проверку технического состояния аккумуляторной батареи в ходе ее эксплуатации осуществляют путем ***измерения уровня электролита стеклянной трубкой*** (рис. 6), ***плотности - ареометром с денсиметром*** или ***густиномером***, ***напряжения***и ***электродвижущей силы*** – ***нагрузочной вилкой***или***аккумуляторным пробником*** (рис. 8).

Рис. 6 - Проверка уровня электролита

Нагрузочная вилка (см. рис. 7, б) предназначена для проверки батарей емкостью от 40 до 135 А ч, а аккумуляторный пробник (см. рис. 7, а) - для батарей со скрытыми межэлементными соединениями емкостью 45-190 А-ч.

Показания вольтметра нагрузочной вилки с включенным сопротивлением снимают в течении 5 с. Если они хотя бы на одном аккумуляторе отличаются от других на 0,1 В или в течение 5 с напряжение спадает ниже 1,4 В, это означает, что батарея неисправная и нуждается в ремонте.



Рис. 7 - Приборы для проверки степени заряженности аккумуляторов:

а - аккумуляторный пробник; б – нагрузочная вилка; в - денсиметр с пипеткой; г - густиномер; д - измерение плотности электролита денсиметром; 1 - вольтметр; 2 - кронштейн; 3 - корпус; 4 - нагрузочные резисторы; 5 - контактная ножка; 6 - контактная гайка; 7 - щуп; 8 - резиновая груша; 9 - пипетка; 10 - денсиметр; 11 - резиновая пробка; 12 - пластмассовая трубка; 13 - прозрачный корпус; 14 - пластмассовые поплавки

***Степень разрядки аккумулятора*** можно определить и по плотности электролита, используя вышеприведенные значения (см. табл. 2). Для этого используют денсиметр 10, размещенный в стеклянной пипетке 9 (см. рис. 7, в), или густиномер (см. рис. 7, г). В пипетку с помощью груши (см. рис. 7, д) набирают электролит и по меткам денсиметра, который уплывает в пипетке, определяют плотность. Точность показов повышается, если перед измерением 2-3 раза наполнить пипетку электролитом и вылить его.

В случае использования густиномера плотность электролита определяют по последнему поплавку 14, который уплывает и против которого на прозрачном корпусе находится надпись с большим значением плотности.

***Для определения плотности электролита в необслуживаемых аккумуляторах*** установлены индикаторы в виде глазка. В случае уменьшения степени заряженности ниже определенной границы изменяется цвет видимого пятна индикатора.

В необслуживаемых батареях уровень электролита проверяют по меткам "MIN" и "МАХ", нанесенными на полупрозрачный корпус моноблока, или с помощью светового индикатора.

Аккумуляторные батареи, которые находились в эксплуатации, сохраняют в заряженном состоянии с электролитом. Поверхность батареи насухо вытирают, штыри и межэлементные соединения очищают и укрывают тонким слоем технического вазелина. Сохраняют батарею в помещении с температурой от 0 °С к -30 °С. При таких температурах электролита резко уменьшаются саморазрядка отрицательных и коррозия положительных пластин. Вместе с тем следует ежемесячно контролировать плотность электролита и в случае ее снижения более как на 0,05 г/см3 батарею нужно заряжать.

Аккумуляторные батареи заграничного производства по своей конструкции большей частью характерные тем, что имеют пластины меньшей толщины, а потому чувствительней к режиму перезарядки и большого зарядного тока. По этим причинам они могут деформироваться и батарея быстро выходит из строя. Поэтому величина тока во время первой зарядки на 30-40 % ниже от такой для отечественных батарей. Так, если для батареи 6СТ-182 ток первой зарядки и подзарядки составляет 18 А, то в аналогичной индийской батарее 12-180 А фирмы "Мек" ток первой зарядки равняется 10,5 А, а подзарядки - 15 А.

**6. Возможные неисправности свинцово-кислотных аккумуляторных батарей**. ***Сульфатация***. Во время разрядки аккумулятора РЬО2 на положительных пластинах и РЬ на отрицательных превращаются в PbSO4, который в виде микроскопических кристаллов насыщает поверхностные пластов активной массы. В процессе зарядки эти кристаллы переходят у электролит, ионизируются в нем и, взаимодействуя с электролитом, образуют РЬО2 и РЬ.

В случае хранения батареи в разряженном состоянии, систематической эксплуатации с большими разрядами или недостаточным уровнем электролита на поверхности положительных и отрицательных пластин образуется многокристалический сульфат свинца, который во время зарядки не превращается в РЬО2 и РЬ. Этому оказывает содействие также использование батареи при повышенной температуре и плотности электролита. Такое явление называют ***сульфатацией***.

Емкость аккумуляторов с такими пластинами резко снижается. Во время зарядки они быстро "закипают", в них повышаются температура и напряжение, тогда как плотность электролита существенным образом не возрастает. В процессе разрядки, особенно во время пуска стартером, происходит резкое падение напряжения.

На начальной стадии сульфатацию можно убрать, применяя продолжительную разрядку и зарядку малой силой тока (не более чем 0,04С20) и при низкой плотности электролита (до 1,11 г/см3). Если состоялась глубокая сульфатация пластин, такую батарею восстановить невозможно.

***Саморазрядка батареи***. В процессе эксплуатации и продолжительного хранения батарей каждый аккумулятор постепенно разряжается, даже без включения потребителей. Оптимальная саморазрядка новых аккумуляторов находится в пределах 1 % через сутки в течение первых 15 суток хранения. В дальнейшей саморазрядки уменьшается приблизительно наполовину.

Тем не менее существует понятие ускоренной саморазрядки, когда оно превышает 3 % через сутки. Причинами такого явления есть замыкания исходных штырей грязью или разлитым электролитом, короткое замыкание разноименных пластин активной массой, вызванное ее выпадением на дно банки или разрушением сепараторов, образование местных (паразитных) токов в активной массе пластин вследствие загрязнения материалов, которые принимают участие в химических процессах аккумулятора.

***Коробление*** и ***разрушение пластин*** возникает в случае продолжительной перезарядки аккумулятора, когда активная масса на положительных и отрицательных пластинах уже преобразована соответственно на РЬО2 и РЬ, дальнейшая зарядка служит причиной лишь электролиза воды с образованием водорода и кислорода. Наличие кислорода приведет к окислению положительных пластин. Одновременно в порах активной массы накапливается значительное количество газов, повышается давление, которое приводит к рыхлению и выпадению активной массы, особенно на положительных пластинах. На прочность положительных пластин также отрицательно влияет использование электролита повышенной плотности и с высокой температурой.

К короблению и разрушению пластин приводит замерзание электролита, значительные зарядные и разрядные токи, эксплуатация батареи в условиях чрезмерного повышения температуры и т. п..

***Уплотнение активной массы отрицательных пластин***. В ходе эксплуатации аккумуляторной батареи активная масса отрицательных пластин постепенно уплотняется, их пористость уменьшается, ограничивается доступ электролита к глубоким пластам и соответственно уменьшается емкость аккумулятора. Особенно интенсивно уплотняются пластины, когда вследствие недостаточного уровня электролита они соединяются с кислородом, который содержится в атмосфере. При этом губчатый свинец РЬ превращается в гидроксид свинца РЬ(ВОН)2 и уплотнение происходит довольно быстро.

***Неисправности моноблоков***. Механические повреждения стенок моноблока в виде трещин, пробоев приводят к истечению электролита, оголение пластин и доступа к ним воздуха, который приводит к уплотнению и сульфатации пластин, а также их коробление и замыкание.

Трещины во внутренних перемычках приводят к замыканию разноименных пакетов пластин соседних аккумуляторов, а отсюда - саморазрядка и сульфатация.

Техническая характеристика аккумуляторных батарей, основные их неисправности, способы проверки и устранения приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3 – Техническая характеристика аккумуляторной батареи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка аккумуляторной батареи | Ном емкость, А-ч | Зарядный ток А | Разрядный ток, А | Объем электролита | Применение |
| 10-часовой режим | 20-часовой режим |
| 6ТСТ-50ЕМС6СТ-50ЕМ,6ТСТ-50А | 50 | 5,0 | 4,5 | 3,5 | 3,5 | ДТ-75, Т-150,Т-151К,МТЗ-80/82Л, ЮМЗ-6АКЛ,СШ75, Т-4 |
| 6СТ-55ЕМ,6СТ-55А | 55 | 5,5 | 5,0 | 4,0 | 3,8 | ВАЗ, ЗАЗ 68А, "Москвич-2140",ИЖ-2125 |
| 6СТ-60ЕМ | 60 | 6,0 | 5,7 | 3,0 | 5,0 | Т-4А, УАЗ,Т-40Г, -40АМ |
| 6СТ-75ЕРС | 75 | 7,5 | 6,8 | 3,75 | 5,0 | ГАЗ-53А,Т-28, ГАЗ-66 |
| 6СТ-90ЕМС | 90 | 9,0 | 8,1 | 4,5 | 6,0 | Т-70С, ЗИЛ-130,ГАЗ-53 |
| 6ТСТ-115ЕМС, 2 шт. | 115 | 11,5 | 10,5 | 5,75 | 7,4 | СК-5 |
| 6ТСТ-132МС, 2 шт.(4 шт. наК-700/701) | 132 | 13,0 | 12,0 | 6,6 | 8,0 | К-700, К-701,СК-5, Т-50В |
| ЗТСТ-150ЕМС,2 шт. | 150 | 15,0 | 13,5 | 7,5 | 4,8 | Т-25, Т-28ХЗ,Т-40, Т-40Г |
| 6СТ-182ЕМС,2 шт. | 182 | 18,2 | 17,2 | 8,6 | 11,0 | Т-151К, ХТЗ-120, ХТЗ-121 |
| 6СТ-190,2 шт. | 190 | 19,0 | 18,0 | 9,0 | 12 | КамАЗ-5320,КрАЗ-260 |
| ЗСТ-215ЕМ,2 шт. | 215 | 21,5 | 19,5 | 10,5 | 7,0 | МТЗ-80/82,ЮМЗ-6АКМ |

Таблица 4 - Способы проверки и устранение основных неисправностей аккумуляторных батарей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Неисправность | Причина неисправности | Способы проверки и устранение неисправности |
| Тяжело проворачивается коленчатый вал и электролампочки горят тусклым светом | Аккумуляторная батарея разряженаОкислились клеммы на аккумуляторной батарее и наконечники проводов, вследствие чего ослабился контакт | Зарядить батареюЗачистить окисленные клеммы и наконечники и соединить их спроводами |
| Тяжело проворачивается коленчатый вал, но электролампочки горят нормальным светом | Недостаточно плотно затянуты клеммы аккумуляторной батареи | Затянуть болты крепления наконечников на аккумуляторной батарее |
| Интенсивная разрядка батареи в процессе эксплуатации | Буксование ремня генератораСильное загрязнение поверхности аккумуляторной батареи приводит к короткому замыканию между клеммамиПовреждение изоляции в системе электрооборудования и при отключенных потребителях наблюдается разрядный ток силой свыше 11 мАНеисправный генераторЗагрязнение электролита посторонними примесямиКороткое замыкание между пластинами | Отрегулировать натяжение ремня генератораОчистить поверхность батареиНайти места повреждения и устранить ихПроверить исправность генератораЗарядить батарею, слить электролит, промыть бак, залить свежий электролит и снова зарядить батареюЗаменить батарею |
| Электролит на поверхности батареи | Повышенный уровень электролита, что приводит к его выплескиванию во время работыПросачивание электролита сквозь трещины в корпусе и мастикеКипение электролита из-за высокого напряжения генератораКипение электролита и перегревание одного или нескольких аккумуляторов батарей вследствие сульфатации пластин | Восстановить необходимый уровень электролитаЗагладить мастику разогретой металлической лопаткой, а в случае наличия трещин в корпусе — заменить батареюПроверить исправность и регулирование регулятора напряжения. В случае невозможногорегулирования заменить регулятор напряжения генератораРазобрать аккумулятор и заменить повреждение пластины или батарею |
| Отключенная акумуляторная батарея быстро разряжается | Загрязненная крышка батареиОсыпание активной массы пластинЗагрязнение электролита вредными примесями серной кислоты или дисцилированной водыКороткое замыкание пластин вследствие повреждения сепараторов, осыпание активной массы | Очистить и насухо вытереть крышку и перемычки батареиЗаменить батареюЗарядить батарею, слить электролит, обмыть бак, залить свежий электролит и снова зарядить батареюЗаменить батарею |
| Батарея разряжена, но плохо заряжается | Сульфатация пластин вследствие продолжительного хранения батареи в разряженом состоянии, эксплуатации с повышенной плотностью электролита, низким его уровнем или загрязнением, систематическим недозаряжанием из-за неисправности регулятора напряжения | Если сульфатация незначительная, провести контрольно-тренировочный цикл зарядки-разрядки, в другом случае заменить батарею |

**Контрольные вопросы.**

1.  Назначение АКБ.

2.  Как разделяют АКБ в зависимости от компонентов?

3.  Принцип работы ядерных источников энергии.

4.  Принцип работы атомных батарей.

5.  Принцип работы электростатических источников питания.

6.  Принцип работы солнечных батарей.

7.  Какие АКБ называют стартерными?

8.  Какими бывают АКБ по конструкции?

9.  Из чего состоит свинцово-кислотный аккумулятор?

10. Какой процесс называют формированием?

11. Как маркируют АКБ?

12. Из чего состоит электролит свинцово-кислотного аккумулятора?

13. Чем измеряют плотность электролита, ее значение в зависимости от температуры окружающей среды.

14. Какие процессы происходят в свинцово-кислотном аккумуляторе в процессе разрядки?

15. Какие процессы происходят в свинцово-кислотном аккумуляторе в процессе зарядки?

16. Какие характеристики свинцового аккумулятора знаете?

17. От каких факторов зависит емкость электролита?

18. В чем заключается техническая эксплуатация АКБ?

19. Какие способы зарядки АКБ существуют?

20. Как проверяют техническое состояние АКБ, какие замеры осуществляют?

21. Как определить степень разрядки АКБ?

22. Как правильно хранить АКБ?

23. Какое явление называют сульфатацией?

24. Процессы сомаразрядки АКБ.

25. Основные неисправности АКБ.

**Содержание отчета.**

1.  Перечислить источники энергии которые могут быть.

2.  Записать классификацию свинцово-кислотных АКБ, описать их устройство.

3.  Описать принцип маркировки АКБ.

4.  Записать из чего состоит электролит, нормальная плотность электролита, правила смешивания.

5.  Зарисовать схему (рис. 5) зарядки, разрядки АКБ, описать процесс.

6.  Перечислить характеристики свинцово-кислотной АКБ.

7.  Операции, которые проводят в процессе технической эксплуатации АКБ.

8.  Перечислить возможные неисправности свинцово-кислотных АКБ.