

## Тема 2

### Техническое обслуживание аккумуляторных батарей

Свинцовые аккумуляторные батареи (АКБ) – основной вид аккумуляторов, применяемых сейчас на автомобилях. В них катод выполнен из свинца, анод – из диоксида свинца  $PbO_2$ . При работе АКБ происходит следующая химическая реакция:  $PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 = PbSO_4 + PbSO_4 + 2 H_2O$ . При разряде кислота из электролита в результате внутренних процессов переходит из жидкого состояния (электролит) в твердое соединение на пластинах аккумулятора и каждое уменьшение плотности на 0,01 ед. равно 6% потери зарядной ёмкости аккумулятора, т. е., грубо говоря, расходование 100% зарядной ёмкости аккумулятора приводит к уменьшению плотности на 0,16 - 0,17 ед., а это значит, что в разряженном аккумуляторе плотность составляет  $1,27 - 0,17 = 1,1$ . При заряде происходит обратный процесс: кислота из "твердых" соединений на пластинах переходит в жидкое состояние, следовательно, плотность при заряде повышается.

Существует как минимум три разновидности свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, используемых в автомобилях. Наиболее распространенная конфигурация АКБ имеет 6 элементов, каждый из которых вырабатывает напряжение около 2.1 вольт. Отсюда полное напряжение на АКБ около 12.6 вольт. Слова "около" это как раз то самое, что приводит к неприятностям, когда система зарядки автомобиля не соответствует типу установленной АКБ.

Три главных компонента химического процесса внутри АКБ – это свинец, оксид свинца и серная кислота. К сожалению, чистый свинец слишком мягок, чтобы выдерживать механические нагрузки, возникающие при эксплуатации. Поэтому в свинец добавляют около 6% сурьмы, чтобы повысить его механическую прочность. Это в свою очередь порождает другую проблему – большой расход воды. Добавки сурьмы в свинцовые решетки выполняют роль катализатора гидролиза воды, недостатка под названием "кипение" (т.е. потери водорода и кислорода во время использования АКБ), что приводит к необходимости частого долива воды. Поэтому производители АКБ искали другие материалы, которые могли бы увеличивать прочность свинцовых решеток. В начале 1970-х как в положительный, так и в отрицательный электроды добавили кальций. Это снизило кипение настолько, что позволило производителям заявить о создании так называемых необслуживаемых АКБ. Однако, свинцово-кальциевые АКБ оказались не очень стойкими по отношению к циклированию (глубоким циклическим разрядам-зарядам). Это свойство делает их непригодными для таких применений как питание силовых

моторов на электрокарах и рыболовецких судах. Они также требуют более высокого зарядного напряжения.

Компания Дженерал Моторс провела исследование зарядных характеристик свинцово-кальциевых АКБ и установила напряжение реле регулятора 14.8 вольт для автомобилей, укомплектованных АКБ "Delco Freedom II". Более низкое значение не дает полной зарядки. Но такой уровень зарядного напряжения слишком высок для свинцово-сурьмянистых АКБ и будет приводить к быстрой потере воды в них.

Третий тип АКБ, часто используемый в автомобилях, имеет смешанную или гибридную конструкцию. У таких АКБ положительные решетки выполнены из сплава с сурьмой, а отрицательные - с кальцием. Расход воды значительно уменьшен, хотя регулярные проверки уровня по-прежнему рекомендуются. Гибридные АКБ более стойки к циклированию чем свинцово-кальциевые, но все же не так хороши как исходные свинцово-сурьмянистые. Большинство автомобилей, комплектуемых гибридными АКБ, имеют выставленное напряжение реле регулятора 14.3 вольт, хотя известно, что более высокое значение 14.8 вольт у автомобилей Дженерал Моторс не наносит вреда гибридным АКБ, если регулярно следить за уровнем электролита.

Созданы АКБ с общей крышкой, имеющие скрытые перемычки. Моноблоки изготовлены из термопластиков. Упростилась эксплуатация, исключаются механические повреждения. Для решетки положительных пластин применены мышьяковые сплавы – это повысило их коррозионную стойкость. Синтетические сепараторы, тонкие электроды и короткие соединения улучшают пусковые качества батарей, повышают их электрические характеристики.

Основные неисправности АКБ: разряд и саморазряд, сульфатация и КЗ пластин, трещины в банках, замыкания выводных штырей, коробление и разрушение пластин.

Причины саморазряда: загрязнение АКБ, замыкание пластин осыпавшейся массой, грязный электролит.

Сульфатация – закрытие поверхности активного слоя пластин крупными кристаллами сернистого свинца в результате понижения уровня электролита, длительного хранения разряженной АКБ, высокой плотности электролита, эксплуатации сильно разряженной АКБ и неумеренного пользования стартером.

Короткое замыкание пластин происходит из-за осыпания на дно большого количества активной массы. Коробление и разрушение пластин происходит при длительном перезаряде, повышении плотности и температуры (выше +45°C), плохом креплении АКБ, замерзании электролита, сульфатации

пластин, увеличении зарядного тока, а также при частом и продолжительном включении стартера. Все это уменьшает емкость АКБ.

АКБ следует содержать в чистоте. Пробки должны быть плотно завернуты, поверхность батарей – сухая, а вентиляционные отверстия прочищены. Пыль, влагу, грязь удаляют сухой тканью. Электролит нейтрализуют 1% раствором нашатырного спирта, затем протирают сухой тканью. Наконечники проводов, клеммы и штыри очищают от окислов, плотно затягивают гайки на клеммах и смазывают тонким слоем технического вазелина. Периодически проверяют крепление АКБ. Зимой АКБ должны быть утеплены.

Особо важно при техническом обслуживании АКБ поддерживать их в заряженном состоянии, регулярно доводить до нормы плотность и уровень электролита. Уровень проверяют стеклянной трубкой диаметром 5-6 мм. Высота уровня должна быть 10-15 мм от верхней кромки пластин или предохранительного щита. Периодичность проверки зимой 30 дней, летом 15. Снижение уровня ведет к сульфатации пластин, особенно отрицательных. Если 2-3 недели пластина оголена, она разрушается, т.к. сульфат свинца выпадает из решетки. Доливают до уровня дистиллированной водой, которую хранят в стеклянной, фаянсовой, эбонитовой либо свинцовой посуде. Электролит добавляют в АКБ только в случае его утечки.

Плотность электролита при заряде увеличивается, а при разряде уменьшается. Поэтому плотность электролита используют как диагностический признак – параметр степени зарядки АКБ. Как было отмечено, понижение плотности на  $0,01 \text{ г/см}^3$  соответствует разрядке на 6,25%. В процессе эксплуатации батареи должны быть полностью заряжены. Иначе из-за увеличения зарядного тока они ускоренно разрушаются, снижается надежность запуска двигателя. С увеличением степени разряженности АКБ повышается температура замерзания электролита. Поэтому разрешается эксплуатация АКБ летом при разряде до 50% емкости, зимой – не более 25%. В зимнее время допускается плотность увеличивать до 1,9, однако эта рекомендация необязательна.

Степень заряженности батареи нужно определять по отстающему элементу при нормальном уровне электролита. При снижении уровня долить дистиллированной воды, зарядать в течение 1 часа, затем измерить плотность. При этом учесть температурную поправку: на каждые  $15^\circ \text{C}$  –  $0,01 \text{ г/см}^3$ . Плотность измеряют ареометром (цена деления 0,01) во всех банках. Для центральных районов должно быть 1,27, для южных – меньше. Степень разряженности подсчитывают по формуле  $C_p = 6,25 (\rho_n - \rho_{из}) \cdot 100$ , где  $\rho_n$  и  $\rho_{из}$  – соответственно, начальная и измеренная плотности, приведенные к  $15^\circ \text{C}$ .

Работоспособность АКБ оценивают постоянством напряжения под нагрузкой, соответствующей работе стартера, либо в стартерном режиме на автомобиле. Быстрый надежный запуск говорит об исправности батареи. Нагрузку создают нагрузочной вилкой. Если в течение 5 секунд показания вольтметра нагрузочной вилки будут устойчивыми и лежать в пределах 1,5...1,8 В, АКБ (элемент) исправен. Запрещается проверять коротким замыканием «на искру».

Существует метод диагностирования технического состояния АКБ при помощи кадмиевого электрода (КЭ). Измеряются потенциалы отрицательных и положительных пластин относительно электролита. КЭ погружают в электролит, соединяют с клеммой «-» вольтметра, а клемму «+» проводом соединяют поочередно с «+» и «-» клеммами каждой банки. Норма у положительных пластин 2,25...2,28 В, у отрицательных 0,12...0,13 В. Симптом неисправности: у положительных ниже 1,90...1,95 В, у отрицательных – выше 0,20...0,25 В.

Зарядка АКБ осуществляется с помощью выпрямителей тока или силовых зарядных агрегатов постоянного тока. АКБ можно заряжать при постоянной силе тока (последовательное соединение аккумуляторов) или постоянном напряжении (параллельное соединение аккумуляторов). Один раз в 3 месяца АКБ снимают и подзаряжают на аккумуляторно-зарядной станции, а при длительном хранении один раз в год проводят контрольно-тренировочный цикл (зарядка током нормального режима с последующей разрядкой током 10-часового разрядного режима до напряжения 1,7 В).

Заряд батарей должен осуществляться в режиме, при котором ток сильно понижается к концу заряда. Используются несколько стратегий заряда, которые требуют оборудования различной сложности и стоимости. Наиболее простое и дешевое оборудование осуществляет заряд при постоянном напряжении 2,4-2,45 В/ак (потенциостатический режим). Зарядка при постоянном напряжении непродолжительна, но не позволяет регулировать силу зарядного тока (начальный зарядный ток создает опасность перегрузки зарядного устройства). Этот способ удобен для ускоренных подзарядок АКБ. Заряд считается законченным если ток заряда остается неизменным в течении 3-х часов. Но чаще применяют комбинированный режим, при котором начальный ток ограничивают, а по достижении заданного напряжения, заряд проводится при стабилизации напряжения (рисунок 1). Заряд проводится при постоянном токе, равном 10% от номинальной ёмкости - С на первом этапе и при постоянном напряжении источника тока на втором. Большинство производителей советуют проводить заряд циклируемых батарей при постоянном напряжении 2,4 В на аккумулятор. Ускорение процесса заряда

достигается при повышении тока на первой стадии заряда, но в соответствии с советами производителей не более чем до 0,3 С. В конце заряда для большей безопасности может быть применена еще одна ступень заряда: при снижении напряжения источника питания до напряжения подзаряда аккумулятора 2,30-2,35 В. Признаки полного заряда: обильное газовыделение даже при малом зарядном токе, напряжение на батарее более 14.4 вольт, плотность электролита не изменяется в течение 2-3 последних часов.

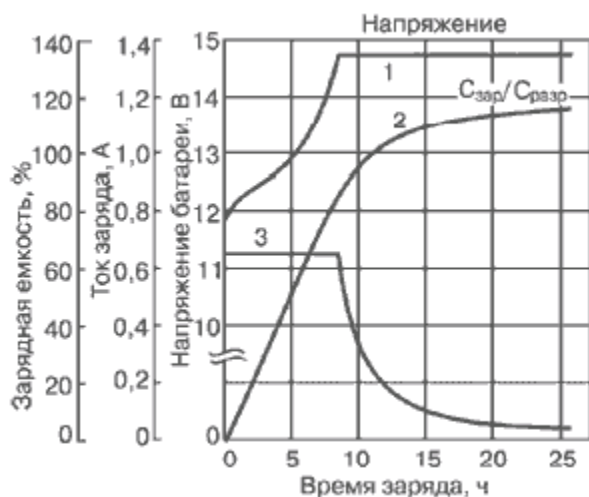


Рис.1. Зарядные кривые герметизированной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи при комбинированном режиме заряда нормированным током 0,1С и нормированным напряжением 2,45 В/эл для циклического режима: 1-напряжение, 2-зарядная емкость, 3-ток заряда

Способ ускоренной зарядки постоянным током переменной полярности состоит в том, что в течение некоторого времени, например, пять минут заряжают АКБ током, равным 1/3...1/5 ёмкости батареи, потом разряжают в течение 25...35 с таким же током. Циклы повторяют в течение всей зарядки. Способ позволяет использовать явление катодной и анодной поляризации для ускорения зарядки и увеличения долговечности АКБ. Время зарядки сокращается в 3,5 раза, уменьшается необходимое напряжение для зарядки одной батареи, уменьшается температура электролита, за счет чего увеличивается на 10...20% срок службы АКБ.

Существует способ зарядки микротоками (20...500 мА). Батареи, стоящие на автомобилях, подключают к малогабаритным агрегатам малой мощности. Крышки банок не открывают, процесс зарядки не контролируется, упрощается труд аккумуляторщика.

Заряд аккумуляторных батарей, используемых, для работы в буферном режиме, проводится, как правило, при более низком напряжении (2,23-2,275 В).

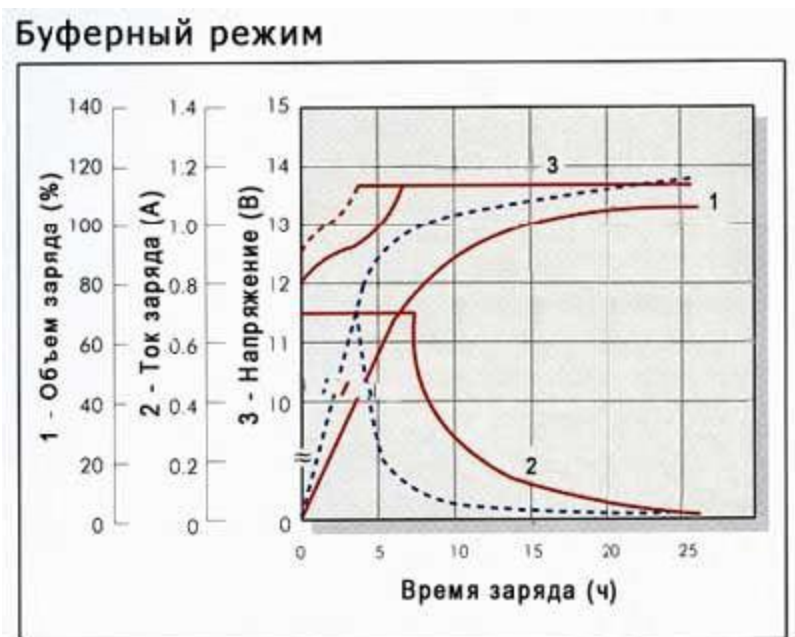


Рис.2. Зарядные кривые герметизированной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи при комбинированном режиме заряда нормированным током 0,1С и нормированным напряжением 2,3 В/эл для буферного режима: 1-зарядная емкость, 2-ток заряда (прерывистая линия - идеальный процесс), 3-напряжение,

«Сухозаряженные» АКБ перед постановкой на автомобиль пропитывают 3 часа электролитом и 5 часов подзаряжают. При заливке электролита в порах отрицательных пластин образуется сульфат свинца, что эквивалентно потере заряда батареи. Этим же объясняется некоторое снижение плотности электролита и незначительный подъем температуры. Поэтому, особенно зимой, рекомендован подзаряд. Допускается установка АКБ без подзаряда, если во время пропитки плотность понизилась не более чем на  $0,04 \text{ г/см}^3$ . Электролит готовят в эбонитовой, керамической или фаянсовой посуде. Льют серную кислоту в воду, а не наоборот.

Эксплуатация АКБ зимой, особенно при безгаражном хранении, имеет свои особенности. Необходим разогрев АКБ до положительной температуры (от змеевика с горячей водой, отработавшими газами предпускового подогревателя, электронагревателем, снаружи горячим воздухом от калорифера и т.п.). Все эти способы наряду с достоинствами, имеют различные существенные недостатки.

Современные АКБ проще в обслуживании. Чтобы привести их в рабочее состояние, разгерметизируют банки (удаляют пленку или срезают выступы

пробок) и заливают электролит. Через 20 мин АКБ работоспособна. Перед постановкой на хранение АКБ подзаряжают. Также подзаряжают АКБ, изготовленные более года назад.

Современные АКБ требуют очистки поверхности крышек, контроля уровня электролита в банках и, при необходимости, доливки дистиллированной воды; контроля за состоянием приборов электрооборудования.

Решетки электродов «малообслуживаемых» АКБ изготовлены из особых бессурьмяных сплавов с добавлением кальция, стронция, олова, меди, селена. Падение уровня электролита у этих АКБ значительно ниже, они не требуют доливки до 2-х лет или 50 тыс. км. Подзаряжать их требуется гораздо реже, контролировать плотность электролита – не чаще 1 раза в полгода.

На срок службы АКБ влияет степень заряженности, напряжение, вырабатываемое генератором, климатический фактор (температура), поддержание уровня электролита, долив воды. Для современных АКБ нет необходимости проводить контрольно-тренировочные циклы (нет необратимой сульфатации), не нужно корректировать плотность по временам года. Это упрощает эксплуатацию.

Хранение герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей во избежание сульфатации пластин происходит в заряженном состоянии. Если батареи не используются продолжительное время, рекомендуется их периодически (1 раз в 8 месяцев) подзаряжать в течение 6-12 ч при постоянном напряжении 2,45 В/ак. Если свинцово-кислотные аккумуляторы хранились при температуре ниже  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то подзаряд должен проводиться 1 раз в год в течение 48 ч при постоянном напряжении 2,275 В. Хранение при температуре выше  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  не рекомендуется. После хранения при температуре из рекомендованного интервала подзарядка может быть выполнена в течение 6-12 ч постоянным током 0,05 С. Конец срока службы батареи, согласно ГОСТ 959.0-84, наступает, когда ее емкость составляет 40% от номинальной ёмкости.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются «малообслуживаемые» и «необслуживаемые» АКБ от традиционных со свинцовыми решетками с добавлением сурьмы?
2. Назовите основные операции технического обслуживания АКБ.
3. Какой параметр является основным при оценке степени заряженности АКБ?
4. Какой основной принцип используется при выборе способа заряда АКБ?