

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

Иванюга М.М.

# **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

Методическое пособие  
для выполнения лабораторной работы  
для студентов направления подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Брянская область, 2022

УДК 629.3.014.2.064.5 (076)

ББК 31.26

И 19

Иванюга, М.М. Электрооборудование мобильной сельскохозяйственной техники: оценка технического состояния и техническое обслуживание аккумуляторных батарей: методическое пособие для выполнения лабораторной работы для студентов направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / М.М. Иванюга. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - 35 с.

Методическое пособие содержит краткие теоретические сведения по изучаемому материалу и выполнению работы, контрольные вопросы для проверки глубины усвоения материала, необходимые данные по оформлению отчета. Предназначено для использования студентами очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рецензент: д.т.н. профессор кафедры Автоматики, физики и математики Погоньшев В.А. ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Рекомендовано к изданию методической комиссией института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 7 от 30 мая 2022 года.

© Брянский ГАУ, 2022

© Иванюга М.М., 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Правила проведения лабораторной работы.....	4
Общие правила техники безопасности.....	4
Лабораторная работа оценка технического состояния и техническое обслуживание аккумуляторных батарей.....	5
Теоретические сведения.....	5
Оборудование и материалы.....	30
Программа работы.....	30
Методика выполнения работы.....	31
Содержание отчета.....	32
Контрольные вопросы.....	33
Литература.....	34

## **Правила проведения лабораторной работы**

1. Студент должен явиться на лабораторные занятия теоретически подготовленным.
2. Перед началом проведения лабораторной работы должен пройти инструктаж по технике безопасности. При нарушении правил безопасности, изменении лабораторного оборудования и др. случаях преподаватель может проверить усвоение правил техники безопасности.
3. Прежде чем приступить к работе, необходимо внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием и измерительными приборами, литературой по теме работы.
4. Приступать к выполнению работы можно только после допуска преподавателя, который проверяет готовность студента к выполнению лабораторной работы.
5. Основные расчеты, построения согласно задания лабораторной работы производятся самостоятельно студентом после окончания выполнения работы и оформляются в форме отчета.
6. По результатам выполнения работы сдается и защищается отчет, оформляемый согласно требованиям стандартов.
7. Графическая часть выполняется карандашом с применением чертежных принадлежностей.
8. Каждый отчет завершается выводами по работе.
9. К выполнению следующей работы допускается студент, успешно сдавший отчет по предыдущей работе.

## **Общие правила техники безопасности**

1. Без разрешения преподавателя лабораторные установки не включать.
2. При обнаружении неисправностей немедленно выключить установку и сообщить преподавателю. Нельзя оставлять включенной неисправную установку.
3. Не допускается загромождать рабочее место посторонними предметами, оборудованием и др. материалами, не относящимися к лабораторной установке.
4. Выполнять лабораторные работы только звеном в составе двух или более человек.
5. Лабораторную установку включать только после проверки и разрешения преподавателя.
6. Все изменения в электрической схеме проводить только при отключенной установке, после проверки на отсутствие напряжения измерительными приборами.
7. Не оставляйте схему под напряжением без наблюдения. По окончании измерений сразу отключайте установку.
8. По окончании выполнения лабораторных работ приведите в порядок рабочее место.

## Лабораторная работа

### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Цель работы: изучение принципа действия, конструкции, оценки технического состояния, приемов технического обслуживания автотракторных аккумуляторных батарей

#### **Теоретические сведения**

Автомобильный аккумулятор принято обозначать аббревиатурой АКБ, что значит аккумуляторная кислотная батарея. Не все батареи относятся к этому типу, но в автомобилях наиболее распространены именно они. АКБ является важным компонентом в работе любого транспортного средства. Он выполняет следующие основные функции:

1. Подача электроэнергии на стартер для запуска двигателя. АКБ способна в течение 30 секунд подавать пусковой ток или ток холодной прокрутки на стартер, который, в свою очередь, запускает двигатель.

2. Питание бортовой сети в случае недостаточной мощности (производительности) генератора.

3. Автономное питание бортовой сети автомобиля.

К аккумуляторным батареям АКБ относят электрические элементы, способные накапливать и отдавать электрическую энергию во внешнюю электрическую цепь за счет электрохимических процессов, связанных с изменением химического состава активных масс электродов.

#### Условие эксплуатации, технические требования

Работая параллельно с генераторной установкой, аккумуляторная батарея устраняет перегрузки генератора и перенапряжения в системе электрооборудования. После разряда на электростартер и другие потребители электроэнергии аккумуляторная батарея подзаряжается от генераторной установки с определенным уровнем регулируемого напряжения. Генератор должен восполнить энергию, отданную батареей при разряде. Чередование режимов разряда и заряда (циклирование) – одна из характерных особенностей работы аккумуляторных батарей на автомобилях и тракторах.

Аккумуляторная батарея является не только элементом систем электрооборудования и электростартерного пуска, но и составной частью других систем в электрооборудовании.

Условия, в которых работает аккумуляторная батарея, зависят от типа, назначения и климатической зоны эксплуатации, а также от места ее установки на автомобиле и тракторе. На эксплуатационную надежность и срок службы батареи влияют температура окружающей среды, уровень вибрации и тряски, периодичность, объем и качество технического обслуживания, параметры стартерного разряда, сила токов и продолжительность разряда и заряда при циклировании, уровень надежности и исправности электрооборудования, продолжи-

тельность работы и перерывов в эксплуатации. Стартерные свинцовые аккумуляторные батареи могут эксплуатироваться при температуре окружающей среды от минус 40 до плюс 60 °С (аккумуляторные батареи группы I) и от минус 50 до плюс 60 °С (батареи группы II). При этом рабочая температура электролита должна быть не выше °С.

При повышении температуры электролита батареи разрушаются электроды, ускоряется сульфитация. Для уменьшения химической активности электролита его плотность в жарких и теплых влажных климатических районах понижают до 1,25–1,27 г/см<sup>3</sup>. Рост температуры вызывает интенсивное испарение воды из электролита. Под действием солнечных лучей и высокой температуры в батареях обычной конструкции уменьшается прочность эбонитовых моноблоков, крышек и герметизирующей мастики.

При низких температурах герметизирующая мастика теряет эластичность, растрескивается и отслаивается от поверхности крышек и моноблоков. Моноблоки, крышки и пробки становятся хрупкими. При таянии снега на поверхности батареи образуется влага. Лед на поверхности пробок может закрыть вентиляционные отверстия. При недостаточной плотности электролита и значительной разреженности батареи возможно замерзание электролита. Поэтому батареи, эксплуатируемые при низких температурах, рекомендуется заполнять электролитом большей плотности (1,29–1,31 г/см<sup>3</sup>) и содержать в заряженном состоянии.

Низкие температуры значительно ухудшают условия заряда аккумуляторных батарей. Уже при температуре 10 С разряженная на 50 % батарея может быть заряжена только на 60–65 % номинальной емкости. В условиях зимней эксплуатации увеличивается число включенных потребителей. Резко возрастает сила тока, потребляемого электростартером.

Все это затрудняет обеспечение положительного зарядного баланса батареи на автомобиле. При температуре ниже 10 °С для поддержания батареи в заряженном состоянии необходимо повышать регулируемое напряжение генераторной установки. Зарядное напряжение должно соответствовать значению, указанному в техническом описании и инструкции по эксплуатации трактора. Максимальное регулируемое напряжение генераторной установки не должно превышать 15,5 и 31,0 В соответственно для 12 и 24-вольтовых систем электрооборудования.

Высокая механическая прочность, достаточный срок службы, необходимая емкость при небольших размерах и массе, работоспособность в широком диапазоне температур и значений силы разрядного тока, небольшие потери энергии при длительном бездействии, минимальное внутреннее сопротивление и внутреннее падение напряжения при большой силе тока разряда в стартерном режиме – это не полный перечень требований к стартерным аккумуляторным батареям. Аккумуляторные батареи должны выдерживать кратковременные разряды стартерными токами большой силы без разрушения электродов и ухудшения характеристик при дальнейшей эксплуатации, а также иметь достаточный запас энергии для питания потребителей в случае выхода из строя генераторной установки и для других нужд, возникающих в аварийных ситуациях.

К аккумуляторным батареям должен быть обеспечен свободный доступ

для осмотра и технического обслуживания. Аккумуляторные батареи размещают ближе к стартеру с целью уменьшения длины стартерного провода и падения напряжения на нем. Массовый провод батареи крепят к двигателю или жесткой раме.

Уровень вибрации в местах установки аккумуляторных батарей не должен превышать 1,5g (ускорение 14,7 м/с<sup>2</sup>) в диапазоне частот до 60 Гц. Допускается кратковременная вибрационная нагрузка при ускорении 49 м/с<sup>2</sup> (5g) с частотой от 30 Гц. При вибрации и тряске батарея не должна перемещаться по опорной площадке. Посадочные места должны иметь амортизаторы и амортизационные прокладки.

Саморазряд заряженной батареи, кроме необслуживаемой, после бездействия в течение 14 суток при температуре окружающей среды не должен превышать 10 %, а после бездействия в течение 28 суток 20 % номинальной емкости. Саморазряд необслуживаемой батареи после бездействия в течение 90 суток не должен превышать 10 % номинальной емкости, а после бездействия в течение года – 40 %.

Минимальный срок службы аккумуляторной батареи в эксплуатации считается до момента уменьшения разрядной емкости ниже 40 % номинальной емкости или снижения продолжительности стартерного разряда до 1,5 мин при температуре (25 ± 2) С до конечного разрядного напряжения 4,5 и 9,0 В соответственно для 6 и 12 вольтных батарей.

Минимальный срок службы батарей обычной конструкции и с общей крышкой в эксплуатации должен составлять один год при наработке транспортного средства не более 90 тыс. км пробега.

Минимальный срок службы необслуживаемых батарей в эксплуатации должен составлять три года при наработке транспортного средства не более 100 тыс. км пробега.

Гарантийный срок сохраняемости не залитых электролитом батарей – три года с момента изготовления. Гарантийный срок сохраняемости сухозаряженных батарей – один год с момента изготовления.

Для необслуживаемых батарей, залитых электролитом, устанавливается срок сохраняемости два года при условии промежуточного заряда в пределах минимального срока службы.

Химический источник тока должен удовлетворять следующим требованиям:

- максимальная ЭДС электрохимической системы;
- максимальное количество электрической энергии, снимаемой с единицы массы или объема;
- минимальный саморазряд;
- максимальный срок службы;
- минимальная стоимость материалов и изготовления;
- возможность обеспечения работы в наиболее широких температурных пределах.

### Химические основы работы аккумуляторов

При введении металлического электрода в электролит ионы последнего проникают к поверхностным атомам электрода. При этом положительные ионы

электролита стремятся осесть на электрод. Такая способность электролита называется осмотическим давлением.

Отрицательные ионы электролита притягивают атомы металла и стремятся перевести их в электролит. Способность металлов растворяться в электролите под действием его отрицательных ионов называется электролитической упругостью растворения.

Если упругость больше осмотического давления, то ионы металла входят в электролит и заряжают его положительно электрод в этом случае заряжен отрицательно. В результате между электродом и электролитом возникает разность потенциалов, значение которой ограничивается тем, что на ионы металлов, перешедшие в электролит, действуют силы электронов, оставшихся в металле. По мере перехода ионов металла в электролит эти силы возрастают и уравнивают избыточные силы упругости растворения. Если осмотическое давление больше сил упругости растворения, то положительные ионы оседают на электроде и заряжают его положительно. Между электродом и электролитом возникает определенная разность потенциалов обратной полярности. Очевидно, что если силы осмотического давления и упругости растворения равны, разность потенциалов между электродом и электролитом не образуется.

Возникающая разность потенциалов не может быть использована для получения электрического тока, т.к. если в электролит опустить электрод из того же металла, то разность потенциалов будет равна нулю.

Для получения тока в электролит необходимо поместить еще один электрод с другой электролитической упругостью растворения, т.е. из другого металла.

Система из электролита с двумя введенными в него электродами из металлов с различной электролитической упругостью растворения и представляет собой гальванический элемент – источник электродвижущей силы ЭДС. Гальванические элементы работают за счет собственной химической энергии, поэтому химические источники характеризуются не мощностью, а емкостью:

$$Q = I_p \cdot t_p$$

где  $Q$  – емкость гальванического элемента,  $I_p$  – разрядный ток, А,  $t_p$  – продолжительность разряда, час.

В реальных аккумуляторах в качестве электродов применяют пластины специальной конструкции, в большинстве случаев решетчатого типа. Основание электродов изготавливают из сплава свинца и сурьмы для механической прочности. Ячейки заполняют пастой из порошкообразных окислов свинца на слабом растворе серной кислоты. Для положительных пластин используют свинцовый сурик, а для отрицательных пластин используют свинцовый глет  $Pb_3O_4$ . После просушки паста приобретает пористость, чем достигается большая емкость аккумуляторов. Высушенные пластины подвергаются формовке длительному заряду в специальном электролите. В результате сурик превращается в двуокись свинца  $PbO_2$ , а свинцовый глет в чистый свинец. Это соответствует заряженному аккумулятору.



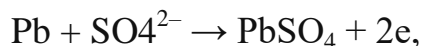
После формовки пластины или разряжают или оставляют заряженными. В любом случае их тщательно высушивают, а затем собирают в блоки

### Химические процессы в свинцово-кислотных аккумуляторах

В качестве электролита в свинцово-кислотных аккумуляторах используется серная кислота, которая в воде ассоциирует и диссоциирует, т.е.  $H_2SO_4 \leftrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

У заряженного аккумулятора положительная пластина представляет собой двуокись свинца  $PbO_2$ , а отрицательная пластина – губчатый свинец  $Pb$ .

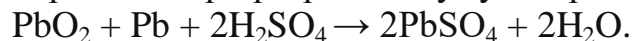
При разряде у отрицательной пластины проходит электрохимическая реакция вида:



а у положительной пластины

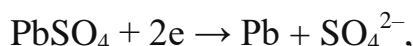


Суммарная реакция при разряде аккумулятора имеет вид:



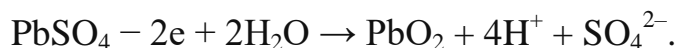
При разряде активные массы пластин переходят в серноокислый свинец. Плотность электролита падает до 1,15–1,17 г/см<sup>3</sup>. Аккумуляторы не разряжают до полного перехода активной массы в серноокислый свинец, т.к. серноокислый свинец обладает большим сопротивлением, препятствующим осуществлению обратного процесса.

При заряде аккумулятора у отрицательной пластины проходит химическая реакция

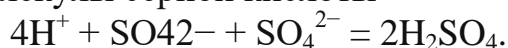


в результате которой серноокислый свинец распадается на ионы  $Pb^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$ . Ион свинца, взаимодействуя с приходящими электронами, превращается в молекулу свинца. Ион  $SO_4^{2-}$ , направляясь к положительной пластине, соединяется с двумя ионами водорода, образует молекулу серной кислоты  $H_2SO_4$ .

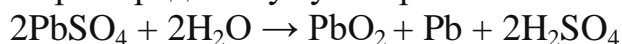
Химическая реакция у положительной пластины выглядит следующим образом:



В реакции участвует ион свинца  $Pb^{2+}$  и два иона кислорода  $2O^{2-}$  из диссоциированной молекулы воды. Свинец окисляется. Кислородный остаток и ионы водорода образуют две молекулы серной кислоты

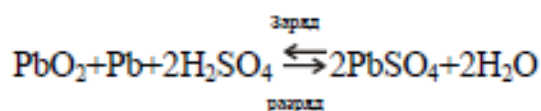


Суммарная реакция при заряде аккумулятора:



Плотность электролита повышается. При достижении максимальной плотности начинается диссоциация воды, сопровождающаяся бурным выделением водорода.

Таким образом, окислительно восстановительные процессы при заряде и разряде могут быть описаны уравнением:



### Устройство автомобильных аккумуляторов и батарей

Аккумуляторные батареи в автомобиле обеспечивают электропитание потребителей при недостаточной мощности, вырабатываемой генератором например, при неработающем двигателе, при пуске двигателя, при малых оборотах двигателя.

Основными требованиями, предъявляемыми к автомобильным аккумуляторным батареям, являются:

- малое внутреннее сопротивление;
- большая емкость при малых объеме и массе;
- устойчивость к низкой температуре;
- простота обслуживания;
- высокая механическая прочность;
- длительный срок службы;
- незначительный саморазряд;
- невысокая стоимость.

Наиболее полно этим требованиям удовлетворяют свинцово–кислотные аккумуляторные батареи.

АКБ по конструктивным признакам в соответствии с ГОСТ 959-91Е на три группы:

1 традиционные; 2 малообслуживаемые; 3 необслуживаемые.

Традиционные батареи собираются в корпусах с отдельными крышками и в корпусах с общей крышкой.

*Традиционные батареи с отдельными крышками* аккумуляторные батареи с отдельными крышками рисунок 1 имеют многоячеечный, как правило, эбонитовый корпус или из другой кислотоупорной пластмассы, который разделен перегородками 16 на банки по числу аккумуляторов. Каждая банка содержит блок чередующихся положительных 5 и отрицательных 3 электродов с расположенными между ними сепараторами. Таким образом, каждый блок можно назвать отдельным аккумулятором, обеспечивающим на выводах электродов напряжение 2 В.

Ввиду того, что в процессе работы аккумулятора неизбежно образуется шлам в виде осадка, оседающего на дно моноблока, между дном и опорными призмами электродов 1 предусмотрен зазор. Аккумулятор выходит из строя, если все пространство под электродами будет заполнено шламом, и он замкнет разноименные электроды. Причина образования шлама заключается в оплывании частиц активной массы положительных электродов.

Электроды состоят из активной массы, удерживаемой на токоотводе решетчатой структуры.

Роль сепараторов заключается в разделении друг от друга реагентов –

участников электрохимических процессов, а также обеспечении диффузии электролита от одного электрода к другому. Для улучшения доступа электролита к активной массе положительного электрода сторона сепаратора, обращенная к нему, выполнена ребристой. Соседние аккумуляторы в батарее последовательно соединяет между собой наружный токоотвод, называемый борном 8. К выводным клеммам крайних аккумуляторов батареи приваривают полюсные выводы 9 и 14, через которые происходит связь батареи со всем электрооборудованием автомобиля. Выводы аккумуляторной батареи намеренно выполняют разного диаметра

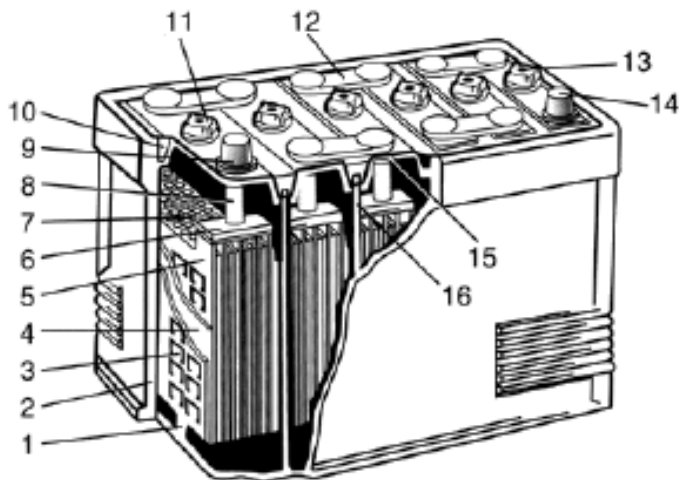


Рисунок 1 - Аккумуляторная батарея с отдельными крышками

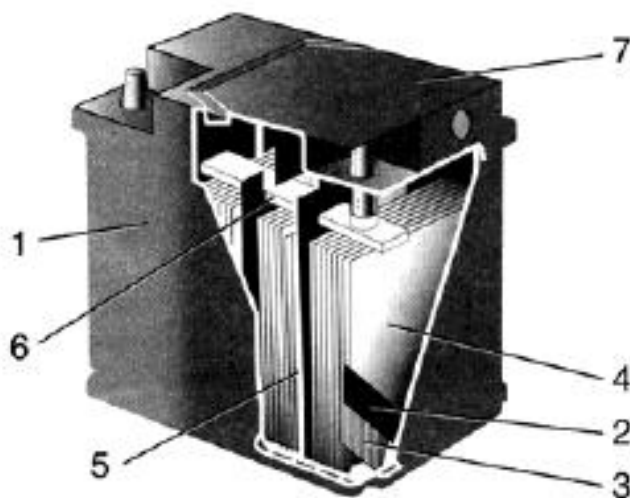
Электроды состоят из активной массы, удерживаемой на токоотводе решетчатой структуры.

Роль сепараторов заключается в разделении друг от друга реагентов – участников электрохимических процессов, а также обеспечении диффузии электролита от одного электрода к другому. Для улучшения доступа электролита к активной массе положительного электрода сторона сепаратора, обращенная к нему, выполнена ребристой. Соседние аккумуляторы в батарее последовательно соединяет между собой наружный токоотвод, называемый борном 8. К выводным клеммам крайних аккумуляторов батареи приваривают полюсные выводы 9 и 14, через которые происходит связь батареи со всем электрооборудованием автомобиля. Выводы аккумуляторной батареи намеренно выполняют разного диаметра. Это гарантирует от ошибки при подключении аккумуляторной батареи в сеть, когда вместо отрицательного может быть подключен положительный вывод. Чтобы исключить случаи повреждения верхних кромок сепараторов при замерах уровня и плотности электролита в верхней части электродного блока монтируют защитный щиток 7.

Аккумулятор, устанавливаемый в камеру-ячейку моноблока, комплектуется специальной индивидуальной эбонитовой крышкой с двумя отверстиями, снабженными втулками для выводных борнов электродного блока. Для залива электролита и проведения технического обслуживания аккумулятора служит специальное резьбовое отверстие в крышке, закрываемое полиэтиленовой пробкой с вентиляционным отверстием для выхода газов. С целью герметичной укупорки новых сухозаряженных батарей пробка, закрывающая вентиляцион-

ное отверстие, имеет глухой прилив, удаляемый срезаемый перед началом эксплуатации аккумулятора.

Широкое распространение получили в последнее время аккумуляторные батареи с общей крышкой моноблока из сополимера пропилена с этиленом, устройство которых показано на рисунке 2. Моноблок 1 включает электродные блоки, включающие разноименные электроды 2и 3 и сепараторы 4. Блоки связаны между собой посредством укороченных межэлементных связей 6 через отверстия в перегородках 5 моноблока. Все 6 аккумуляторов накрыты единой крышкой 7. Благодаря параметрам термопластичной пластмассы и примененному методу контактно-тепловой сварки герметичность аккумуляторной батареи, как по периметру, так и между отдельными аккумуляторами сохраняется при температуре от  $-50$  до  $+70$  °С.



.Рисунок 2. Аккумуляторная батарея с общей крышкой

*В малообслуживаемых батареях* содержание сурьмы в сплаве токоотводов снижено в 2-3 раза по сравнению с традиционными батареями. Ряд производителей к малосурьмянистому свинцу добавляет различные легирующие вещества, в частности, серебро и селен. Это обеспечивает подзаряд батареи в интервале регулируемого напряжения практически без газовыделения. Вместе с тем скорость саморазряда необслуживаемой батареи снижена примерно в 5-6 раз.

Малообслуживаемая батарея имеет улучшенную конструкцию. Один из аккумуляторных электродов в ней помещен в сепаратор-конверт, опорные призмы удалены, электроды установлены на дно моноблока. Этого электролит, который в традиционных батареях был под электродами, в необслуживаемых батареях находится над электродами. Поэтому доливка воды в такую батарею необходима не чаще, чем 1 раз в 1,5-2 года.

#### *Необслуживаемые батареи* рисунок 3

Традиционные стартерные батареи имеют достаточно высокие значения электрических характеристик, однако обладают рядом существенных недостатков. В процессе эксплуатации батареи снижается уровень электролита, что требует периодического (1–2 раза в месяц) добавления дистиллированной воды, проверки плотности электролита и в случае необходимости – выравнивания значений плотности в отдельных аккумуляторах. Снижение уровня электролита

происходит, в первую очередь, в результате электролиза воды при прохождении тока в конце заряда и при перезарядке батареи. У необслуживаемых батарей такое снижение уровня электролита по указанной причине значительно меньше, так как меньше перезаряд батареи.

Снижение уровня электролита также происходит в результате его испарения и зависит от температуры батареи, т.е. в основном от места установки батареи на автомобиле (под капотом или снаружи) и от климатических условий эксплуатации. При хранении происходит саморазряд батареи, который обычно составляет 0,5–0,8 % в сутки, увеличиваясь с повышением температуры. В случае хранения батареи при положительных температурах ее следует подзарядить. Интенсивность электролиза электролита и сопутствующей ему коррозии решеток возрастает при перезарядке, повышении температуры и длительном использовании батареи.

Выделяемая при работе свинцовой батареи кислородно-водородная смесь взрывоопасна, газы и пары электролита могут вызвать коррозию металлических деталей автомобиля, расположенных рядом с батареей, а также полюсных выводов и деталей крепления самой батареи. Некоторые вещества, образующиеся при эксплуатации батареи, например, стибин-сурьмянистый водород, токсичны.

Отмеченные недостатки, характерные для обычных (традиционных) батарей, связаны с содержанием 4–6 % сурьмы в сплаве свинца, из которого отливают решетки электродов.

Сурьма в решетках положительных электродов способствует более интенсивному выделению кислорода и одновременно электрохимическому переносу и отложению сурьмы на поверхности отрицательного электрода. Присутствие даже небольшого количества сурьмы на поверхности отрицательного электрода приводит к заметному росту газовыделения и снижению уровня электролита. Перенос сурьмы на поверхность отрицательного электрода приводит к повышению его потенциала, уменьшению ЭДС, повышению силы зарядного тока, увеличению потерь воды и сокращению срока службы батареи.

Появление необслуживаемых батарей стало возможным благодаря применению решеток из свинцово-кальциевого сплава или свинцовосурьмянистого сплава с уменьшенным содержанием сурьмы.

Необслуживаемые батареи со свинцовокальциевыми решетками отличаются не только малым газовыделением и саморазрядом, но и другими преимуществами. Такие батареи можно устанавливать в местах, не требующих удобного доступа для технического обслуживания. Коррозия решеток электродов меньше. Батареи имеют лучшие характеристики стартерного режима разряда. Добавление воды в процессе эксплуатации не требуется, что в конструкции батареи не предусмотрено.

Технологические трудности изготовления решеток электродов из сплава свинца и кальция заставили разрабатывать батареи с ограниченным объемом обслуживания на основе электродов с пониженным содержанием сурьмы в решетках. Интенсивность газовыделения существенно снижается только при уменьшении содержания сурьмы в сплаве решетки до 2,0–2,5 %. Но уже при содержании сурьмы ниже 4 % резко ухудшаются литейные свойства свинцовосурьмянистого сплава, снижается механическая прочность решетки, возрастает

скорость коррозии электродов. Для сохранения необходимых технологических и эксплуатационных свойств малосурьмянистых сплавов в них добавляют медь (0,02–0,05 %), серу и селен (до 0,01 %). На свойства литейных сплавов благоприятно влияет присадка олова (до 0,01 %).

Батареи с решетками электродов из малосурьмянистых сплавов, содержащих легирующие добавки, имеют несколько худшие показатели саморазряда по сравнению с батареями, в которых решетки выполнены из свинцово-кальциевого сплава. Такие батареи имеют достаточно высокий срок службы и малочувствительны к глубоким разрядам, однако требуют один раз в год долива воды.

В отечественных необслуживаемых (зарубежные батареи с электродами такого типа называются малообслуживаемыми) батареях по сравнению с обычными батареями уменьшено содержание сурьмы в сплаве решеток электродов. Поэтому значительно снизилась интенсивность саморазряда батареи (до 0,08–0,01 % в сутки). К отличительным особенностям необслуживаемых батарей относятся:

- применение сепараторов конвертов;

- установка блока электродов с сепараторами конвертами на дно моноблока и их приклейка к дну, что позволяет повысить стойкость к вибрации и увеличить объем электролита;

- уменьшение толщины и сопротивления решеток электродов;

- применение укороченных межэлементных соединений, проходящих через перегородки пластмассовых моноблоков;

- расположение ушек электродов не около их краев, а ближе к середине, что обеспечивает лучшее токораспределение при разряде и заряде;

- использование полипропилена для изготовления моноблоков и общих крышек;

- наличие индикаторов состояния батареи;

- применение выводов из коррозионностойкой стали под болт или гайку;

- прикрепление блока электродов к баретке с помощью полиуретана для повышения стойкости к вибрации.

Недостатками необслуживаемых батарей со свинцовокальциевыми решетками электродов являются:

- невозможность определить состояние батареи по плотности электролита, так как отсутствуют пробки заливочных отверстий;

- заряженность таких батарей определяется только по индикатору заряженности;

- возможно снижение емкости при интенсивном заряде, поэтому рекомендуется регулировать напряжение генератора в пределах 14,2–14,4 В.

Перспективно применение на автомобилях конструкций герметичных необслуживаемых батарей с рекомбинацией выделяющихся газов и встроенными в крышки регулировочными клапанами, которые открываются при избыточном давлении газов.

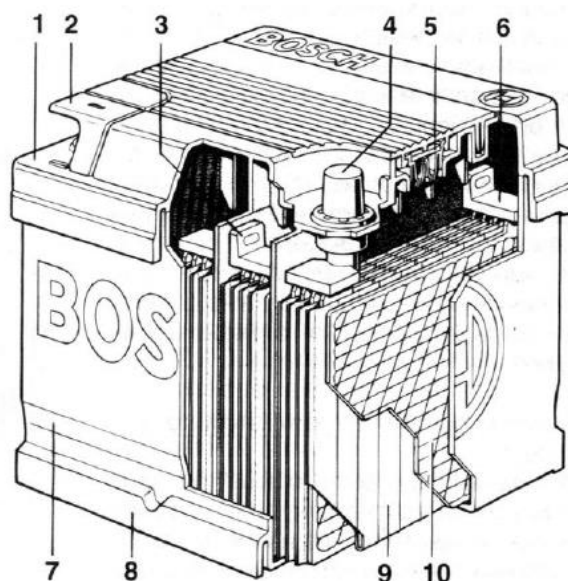


Рисунок 3 - Необслуживаемая аккумуляторная батарея

1 – неразъемная крышка; 2 – крышка вывода; 3 – межэлементный соединитель; 4 – клемма; 5 – перегородка; 6 – перемычка пластин; 7 – корпус; 8 – нижняя установочная направляющая; 9 – положительные пластины, помещенные внутрь сепараторов; 10 – отрицательные пластины

Необслуживаемые батареи другого типа рисунок 4 вместо электродных пластин включают в свой состав электроды, скрученные в плотные рулоны. Между электродами проложен тонкий сепаратор, пропитанный электролитом. При плотной упаковке электроды не требуют упрочнения сурьмой. Электролит в таких батареях связан губчатой прокладкой и не вытекает даже при повреждении корпуса батареи. При непродолжительном перезаряде газы, проходя по каналам сепаратора, вступают в реакцию и превращаются в воду. При длительном перезаряде газы, не успев прореагировать друг с другом, выходят через предохранительный клапан. Количество электролита будет в этом случае уменьшаться. Для своевременного предотвращения перезаряда в автомобиле необходимо устанавливать сигнализатор аварийного напряжения. Аккумуляторы, изготавливаемые по данной технологии, получили название «спиральные элементы» (SpiralCell).

Размеры батареи не больше традиционной аккумуляторной батареи номинальной емкостью 55 Ач. При этом по количеству выделяемой энергии в стартерном режиме разряда она сопоставима с аккумуляторной батареей номинальной емкостью 190 Ач. Максимальная сила тока ("ток холодной прокрутки"), который батарея отдает в течении 30 с при температуре 18 С и при условии, что напряжение на ее выводах не ниже 7,2 В, составляет 850 А. Батарея отдает стартерный ток достаточно большой силы даже при температуре 40С.

Благодаря большей площади поверхности электродов данная батарея быстрее заряжается. По данным фирмы изготовителя от разряженного до полностью заряженного состояния батарея может быть доведена менее, чем за 1 ч.

Для этого сила тока заряда должна быть равна 100 А при напряжении заряда 14,4 В.

Батарея полностью герметизирована. Электролит находится в абсорбированном состоянии в микропорах ленты.

Благодаря большей площади поверхности электродов данная батарея быстрее заряжается. По данным изготовителя от разряженного до полностью заряженного состояния батарея может быть доведена менее, чем за 1 ч. Для этого сила тока заряда должна быть равна 100 А при напряжении заряда 14,4 В.

Батарея полностью герметизирована. Электролит находится в абсорбированном состоянии в микропорах ленты из специального стекловолокна (сепараторе), расположенной между свитыми в рулон электродами (пластинами) из высокочистых свинца и диоксида свинца, размещаемыми в прочные изолированные секции.

Аккумуляторы с абсорбированным электролитом в микропористом стекловолокне абсолютно безопасны. Батарея таких аккумуляторов может работать при любых углах наклона, даже при полном перевороте батареи вверх дном, без какого либо риска вытекания электролита. Невелик и риск перезаряда батареи, так как она способна принимать заряд в широком диапазоне зарядного напряжения и силы зарядного тока. На случай нестандартной ситуации при заряде в батарее предусмотрены клапаны безопасности.

Аккумуляторная батарея обладает высокой механической прочностью, устойчива к вибрации с ускорением 4g при частоте 33 Гц в течении 12 ч и с ускорением 6g при частоте 50 Гц в течении 4 ч.

Батарея не требует технического обслуживания в эксплуатации, обеспечивает не менее 12 000 циклов стартерного режима разряда, тогда как традиционные стартерные аккумуляторные батареи – не более 4000 циклов.

Резервная емкость батареи составляет 120 мин.



Рисунок 4 - Необслуживаемая аккумуляторная батарея рулонного типа

#### Характеристики стартерных аккумуляторных батарей

*Электродвижущей силой аккумулятора*  $E$  называют разность его электродных потенциалов при разомкнутой внешней цепи:

$$E = \phi^- - \phi^+,$$



где  $\phi^+$  и  $\phi^-$  - потенциалы положительного и отрицательного электродов соответственно.

ЭДС батареи, состоящей из  $n$  последовательно соединенных аккумуляторов равна сумме ЭДС элементов:  $E_6 = \sum_{i=1}^n E_i = nE_i$

Для практических целей ЭДС может быть определена по эмпирической формуле:

ЭДС, когда не требуется большой точности, измеряют вольтметром с большим внутренним сопротивлением. На величину ЭДС влияют плотность электролита и очень незначительно его температура.

Изменение ЭДС в зависимости от температуры аккумулятора составляет  $3,9 \cdot 10^{-4}$  В/С. Зависимость ЭДС от плотности электролита в диапазоне плотности  $1,05-1,30$  г/см<sup>3</sup> имеет вид:

$$E = 0,84 + \gamma_{25},$$

где  $\gamma_{25}$  – плотность электролита при температуре +25°C (г/см<sup>3</sup>).

Если измерения проводились при температуре, отличной от +25°C, то необходимо привести плотность  $\gamma_t$  к температуре +25°C:

$$\gamma_{25} = \gamma_t + 0,00075(T - 25).$$

С повышением плотности электролита ЭДС возрастает. При плотности электролита  $1,07-1,30$  г/см<sup>3</sup> ЭДС стартерных аккумуляторов составляет  $1,91-2,14$  В. Измерение ЭДС не дает точного представления о степени разряженности аккумулятора, так как ЭДС разряженного аккумулятора с электролитом большей плотности может быть выше, чем у заряженного с электролитом меньшей плотности.

ЭДС не зависит от количества активных веществ в аккумуляторе и от размеров электродов. ЭДС батареи  $E_6$  увеличивается пропорционально числу последовательно включенных аккумуляторов:

Плотность электролита в порах электродов и в моноблоке одинакова у аккумуляторов, находящихся в покое. Этой плотности соответствует ЭДС покоя. Вследствие поляризации электродов и изменения концентрации электролита в порах электродов и в моноблоке ЭДС в порах при разряде меньше, а при заряде – больше ЭДС покоя.

На практике более важным параметром является напряжение аккумулятора, которое при разряде всегда ниже, при заряде выше, а при разомкнутой внешней цепи равно значению ЭДС.

*Напряжение* аккумулятора отличается от его ЭДС на величину падения напряжения во внутренней цепи при прохождении разрядного или зарядного

тока. При разряде напряжение на выводах аккумулятора меньше, а при заряде больше ЭДС.

Напряжения при разряде  $U_p$  и заряде  $U_3$  определяются из выражений:  $I r$

$$U_p = E + I_p r = E + E_{\Pi} + I_p r_0$$

$$U_3 = E + I_3 r = E + E_{\Pi} + I_3 r_0$$

где  $I_p$  и  $I_3$  – сила токов соответственно при разряде и заряде;

$E_{\Pi}$  – ЭДС поляризации;

$r$  – полное внутреннее сопротивление;

$r_0$  – омическое сопротивление аккумулятора.

Изменение напряжения  $U_p$  аккумулятора при его разряде с учетом потенциалов его электродов, измеренных кадмиевым электродом (Cd), показано на рисунке 4.1 а. При заряде аккумулятора рисунок 41 б при отрицательном значении потенциала – напряжение начинает резко возрастать (участок а), что приводит к резкому снижению силы зарядного тока при достижении ЭДС аккумулятора значения 2,4 В.

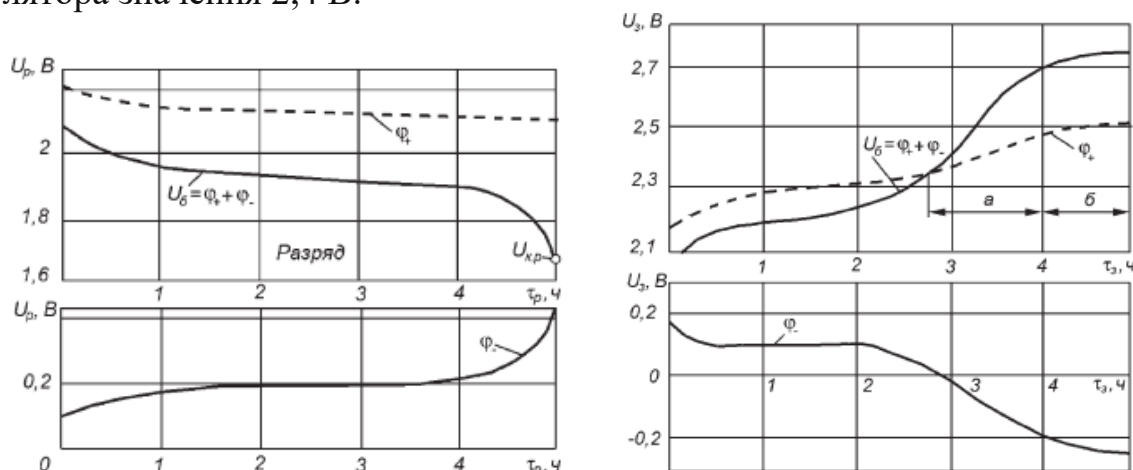


Рисунок 4.1 Изменение напряжения аккумуляторной батареи:

а – при разряде; б – при заряде;  $U_0$  – напряжение аккумуляторной батареи;

$U_{к.р.}$  – напряжение конца разряда (или заряда) аккумуляторной батареи

#### Внутреннее сопротивление

Полным внутренним сопротивлением  $r$  аккумулятора называется сопротивление, оказываемое прохождению внутри него разрядного или зарядного тока:

$$r = r_0 + \frac{E_{\Pi}}{I_p} = r_0 + r_{\Pi}$$

где  $r_{\Pi}$  – сопротивление поляризации;

$E_{\Pi}$  – ЭДС поляризации.

Омическое сопротивление  $r_0$  аккумулятора складывается из сопротивления электродов, состоящего из сопротивления решеток и активных веществ, сопротивления электролита между электродами и в порах активного вещества, сопротивления перехода "решетка – активное вещество – электролит", сопротивления сепараторов, а также сопротивления токопроводов (мостики с борнами, межэлементные переключки, полюсные выводы).

Сопротивление электролита равно примерно половине внутреннего сопротивления аккумулятора и увеличивается с понижением температуры и плотности электролита.

Удельное электросопротивление с увеличением плотности раствора серной кислоты до определенного уровня снижается, а затем возрастает. На рисунке 4.2 показано изменение удельного сопротивления электролита  $r_{эл}$  от его плотности для условий эксплуатации батареи летом и зимой. Из рисунка 4.2 видно, что при выполнении рекомендаций по плотности электролита его сопротивление зимой минимально.

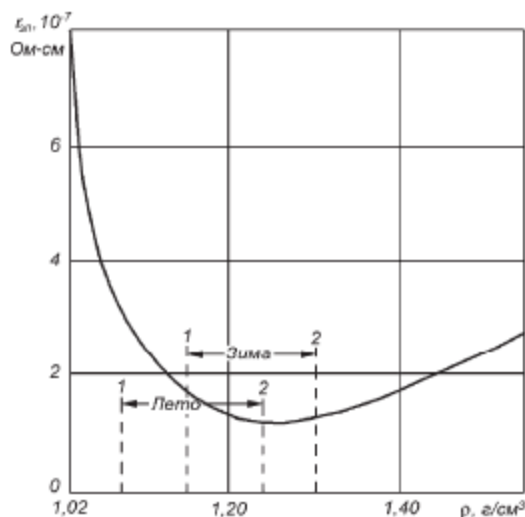


Рисунок 4.2. Изменение сопротивления электролита от его плотности: 1, 2 – плотность разряженной и заряженной батарей соответственно

*Ёмкость* – снижения напряжения разряда, называют разрядной емкостью. Емкость измеряется в ампер-часах (Ач). При постоянной силе тока разрядная  $C_p$  и зарядная  $C_3$  емкости определяются из выражений:

$$C_p = I_p \cdot t_p,$$

$$C_3 = I_3 \cdot t_3,$$

Разрядная емкость зависит от количества заложенных в аккумуляторе активных веществ и степени их использования, определяемой напряжением конца разряда  $U_{к.р.}$ . Количество активных веществ в стартерных батареях даже при номинальной силе разрядного тока в 2–3 раза превышает теоретически необходимое.

В аккумуляторах, работающих в стартерных режимах разряда, использование активных веществ и отдача по емкости могут быть повышены за счет уменьшения толщины электродов.

Снижение разрядной емкости при низких температурах рисунок 4.3 происходит из-за увеличения вязкости электролита и снижения скорости поступления серной кислоты в поры активной массы. Напряжение разряда до напряжения  $U_{к.р}$  падает быстрее и большая часть активного вещества остается неиспользованной.

Свинцовые батареи работоспособны при стартерных разрядах до температуры (30–35) С.

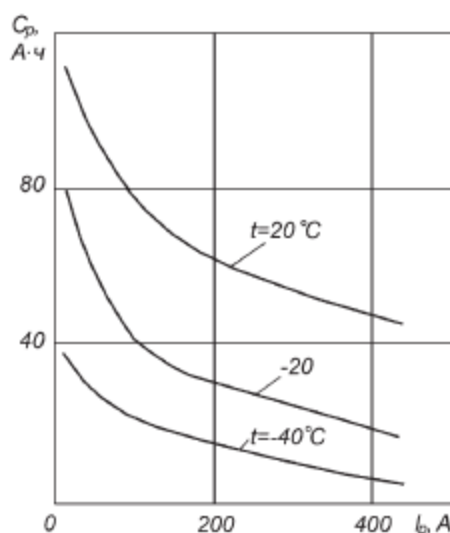


Рисунок 4.3 - Зависимость разрядной емкости батареи от силы разрядного тока при степени заряженности 100 % и различной температуре электролита

Емкость (Ач), отданную батареями в пределах допустимого разряда, определяют по формуле:

$$C_t = 0,05 C_{20} \cdot \tau_p$$

Полученную емкость приводят к емкости  $C_{25}$  при температуре

$$C_{25} = \frac{C_t}{(1 + 0,01(t_{cp} - 25))} 0,05 \cdot \tau_p$$

где  $t_{cp}$  – средняя температура между начальной и конечной температурами электролита при разряде, С; 0,01 – температурный коэффициент изменения емкости в интервале температур 18–27 .

### Саморазряд батареи

Заряженные и исправные батареи теряют емкость при длительном хранении вследствие саморазряда. Саморазряд обусловлен недостаточной чистотой активных веществ и неравномерной плотностью электролита по высоте.

Электроды свинцовой батареи и при разомкнутой внешней цепи взаимодействуют с электролитом, выделяя водород и кислород. Причиной разряда положительных электродов является разность потенциалов между свинцом решеток и диоксидом свинца, когда между ними попадает электролит. При наличии разности потенциалов в конурах микроэлементов возникают разрядные токи, при протекании которых активные массы электродов превращаются в сульфат свинца.

Саморазряд связан также с переходом сурьмы в раствор серной кислоты в результате коррозии решеток положительных электродов. Сурьма увеличивает скорость коррозии и способствует выделению водорода.

Саморазряд заряженной батареи, кроме необслуживаемой, после бездействия в течение 14 суток при температуре окружающей среды ( $20 \pm 5$ ) С не должен превышать 7 % (0,5 % в сутки), а после бездействия в течение 28 суток – 20 % номинальной емкости. Саморазряд необслуживаемой батареи после бездействия в течение 90 суток не должен превышать 10 % (0,11 % в сут.), а после бездействия в течение одного года – 40 % номинальной емкости.

Ускоренный саморазряд происходит при попадании на наружную поверхность батареи воды, электролита или других токопроводящих жидкостей.

Во избежание ускоренного саморазряда следует при эксплуатации строго выполнять правила технического обслуживания батарей.

Интенсивность самопроизвольного растворения свинца на отрицательном электроде с выделением газообразного водорода существенно возрастает с увеличением концентрации электролита.

Увеличение плотности электролита с 1,27 до 1,32 г/см<sup>3</sup> приводит к росту интенсивности саморазряда отрицательного электрода на 40 %.

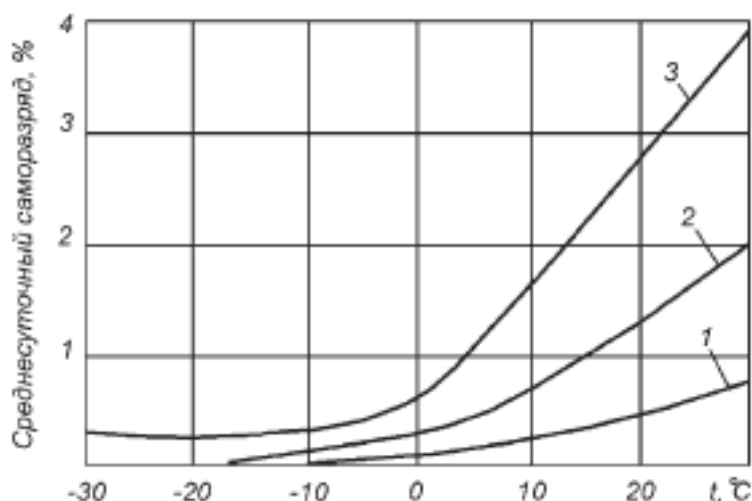


Рисунок 4.4 - Зависимость среднесуточного саморазряда батареи при бездействии в течение 14 сут. от температуры электролита и срока службы:

- 1 – новой батареи;
- 2, 3 – в середине и в конце срока службы соответственно

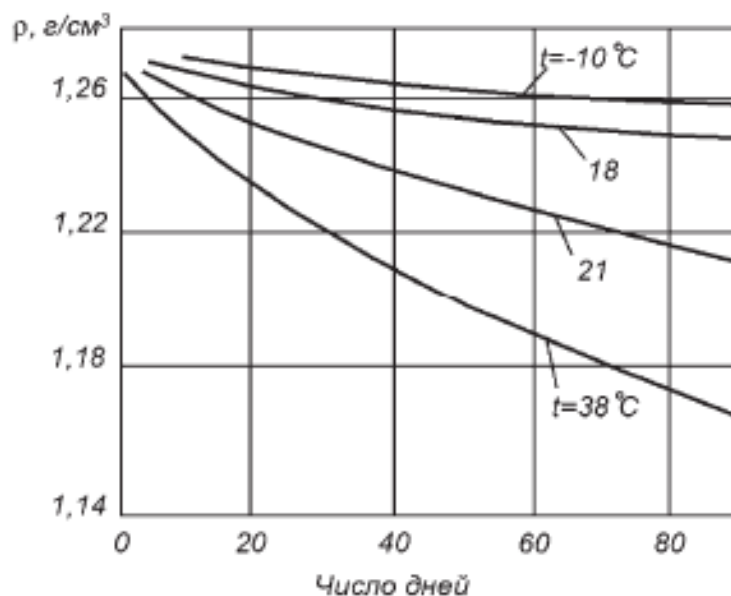


Рисунок 4.5 - Изменение плотности электролита в зависимости от числа дней хранения батареи при различных температурах

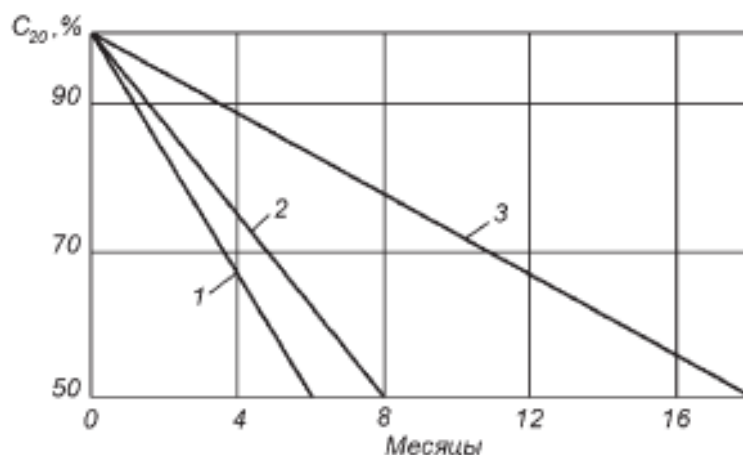


Рис. 4.6 - Снижение емкости вследствие саморазряда при бездействии батарей:

- 1 – обычной конструкции;
- 2 – малообслуживаемых ( $Sb = 1,5-2,5 \%$ );
- 3 – необслуживаемых ( $Pb-Ca$ )

Саморазряд батарей в значительной мере зависит от температуры электролита (рис. 4.4). При температуре ниже  $0^\circ\text{C}$  саморазряд практически прекращается. Поэтому рекомендуется хранить батареи при низких (до  $30^\circ\text{C}$ ) температурах. В процессе эксплуатации интенсивность саморазряда возрастает особенно резко к концу срока службы. По мере саморазряда уменьшается плотность электролита (рис. 4.5).

Снижение скорости саморазряда малообслуживаемых и необслуживаемых батарей обеспечивается благодаря повышению уровня напряжения, при котором начинается выделение кислорода и водорода на электродах. Вероятность

быстрого саморазряда батареи вследствие короткого замыкания через токопроводящие мостики между разноименными электродами меньше при использовании сепараторов конвертов.

### Маркировка аккумуляторных батарей

Маркировка аккумулятора содержит в себе основную информацию. Поэтому важно знать, как расшифровать информацию, указанную на батарее. Маркировки российских, европейских, американских и азиатских кислотных аккумуляторов имеют отличительные особенности.



- 1 Количество аккумуляторов (банок) в батарее
  - 2 Назначение СТ – стартерная, Т тяговая
  - 3 Емкость батареи А ч (55, 60,75...)
  - 4 информация об исполнении батареи
- А – общая крышка аккумулятора.  
З – батарея заправлена электролитом и полностью заряжена.  
Т – корпус сделан из термопласта.  
М – корпус сделан из минеральной пластмассы.  
Э – корпус из эбонита.  
П – сепараторы из полиэтилена или микроволокна.

**Европейский стандарт  
EN 60095-1**



- 1 Обозначает диапазон значений емкостей 12 вольтовой батареи ( 5 –от 1 до99 Ач, 6- от 100 до 199 Ач, 7 – от 200 до 299 Ач)
- 2 Емкость батареи А ч (55, 60,75...)
- 3 Информация об исполнении батареи
- 4 Ток холодной прокрутки ( в данном случаи 420)

Американский стандарт  
SAE J537

**A 34 770**  
①    ②    ③

- 1 Автомобильная батарея
- 2 Номер типоразмерной группы и полярность (34-260x173x205 прямая полярность, 34R-268x173x205 обратная полярность)
- 3 Ток холодной прокрутки (в данном случае 770)

Техническое обслуживание аккумуляторных батарей

При проведении технического обслуживания аккумуляторной батареи необходимо очистить ее поверхность от пыли, грязи и влаги, поскольку наличие на поверхности хотя бы одного из трех вышеназванных компонентов вызывает разряд батареи, который, при стечении неблагоприятных факторов, может достигать до 5% емкости батареи в сутки. Перед началом и по окончании очистки проверить наличие утечки тока по поверхности батареи. Для определения утечки тока необходимо одну контактную ножку нагрузочной вилки, соблюдая полярность и не подключая резисторы, соединить с выводом аккумуляторной батареи, а другой касаться поверхности мастики, крышек, но не другого вывода или перемычек. Отклонение стрелки вольтметра от нулевого деления укажет на наличие утечки тока по поверхности или использовать вольтметрмультиметра.

Визуальным осмотром убедиться в целостности моноблока и поверхности мастики, а также в отсутствии просачивания электролита. Трещины в мастике устраняются оплавлением мастики горячим электрическим паяльником. Трещины в моноблоке устраняются заваркой их пластмассой.

Электролит, появившийся из трещин мастики и из заливных отверстий вытереть чистой ветошью, смоченной раствором соды. При отсутствии этих реактивов, поверхность батареи можно обработать мокрой тряпкой, а затем вытереть насухо. Проверить и при необходимости прочистить вентиляционные отверстия в пробках.

*Проверка уровня электролита*

Проверить уровень электролита в каждом аккумуляторе (рисунок 5), поскольку в процессе эксплуатации он может испаряться. **Уровень электролита в каждом аккумуляторе должен быть на 10 — 15 мм выше предохранительного щитка, установленного над сепараторами.**

Для контроля уровня заливные горловины могут иметь трубчатые указатели - тубусы, входящие внутрь батареи. При касании электролита нижнего торца тубуса на его поверхности образуется видимый мениск, свидетельствующий о нормальном уровне электролита. В аккумуляторных батареях с прозрачным корпусом уровень электролита должен находиться между указательными линиями, нанесенными на боковой поверхности моноблока. Контроль уровня электролита рекомендуется проводить на остывшей батарее после ее заряда или



длительной поездки, так как в этом случае происходит большое испарение электролита. Если уровень электролита ниже указанного, то следует долить дистиллированную воду. Доливать воду следует малыми порциями до тех пор, пока зеркальная поверхность электролита превратится в вогнутый мениск. Электролит доливают только в тех случаях, когда определенно известно, что его уровень понизился в результате выплескивания или утечки. Доливать электролит следует той же плотности, которая имеется в данном аккумуляторе батареи. Если уровень электролита превышен, его количество следует уменьшить с помощью резиновой груши во избежание выплескивания электролита из батареи, окисления клемм, выводных штырей и коррозии деталей крепления батареи.

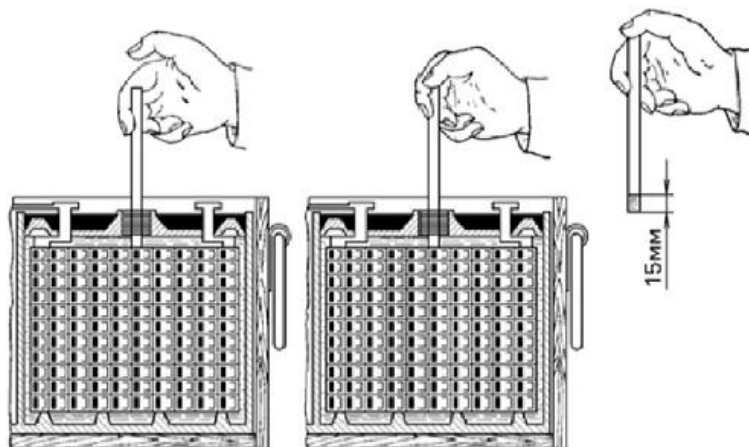


Рисунок 5 - Проверка уровня электролита

Внешне нарушение герметичности корпуса в месте выхода клеммы мало заметно, однако, во время эксплуатации это место постоянно будет становиться влажным из-за попадания электролита на поверхность, вызывая повышенный саморазряд по поверхности и ускоренное окисление клемм наконечников. Для безопасного снятия наконечников проводов лучше воспользоваться съемником. При отсутствии съемника даже сильно окислившиеся наконечники можно снять вручную, предварительно дав им «откиснуть», положив на вывод с наконечником мокрую тряпку с дождевой водой или с раствором соды. Для защиты наконечников проводов от окисления на выводные клеммы батареи можно надеть резиновые шайбы, препятствующие попаданию электролита, после чего смазать наконечники жидким или аэрозольным маслом.

#### *Проверка степени разряженности батареи по плотности электролита*

Степень заряженности исправной аккумуляторной батареи характеризуется плотностью электролита, приведенной к температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  (таблица 1), которая измеряется автомобильным ареометром (денсиметром) рисунок 6.

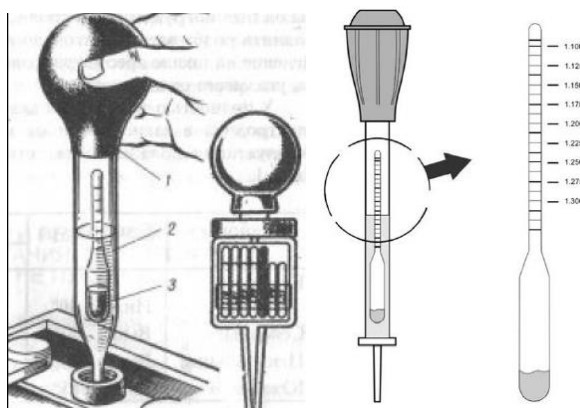


Рисунок 6 - Проверка плотности электролита ареометром

Если температура электролита при измерении его плотности отличается от расчетной  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то к показаниям ареометра следует прибавить или вычесть температурную поправку согласно таблица 2.

Чтобы не получить ошибочных результатов не надо замерять плотность электролита в следующих случаях:

- несоответствии уровня электролита норме;
- непосредственно после доливки дистиллированной воды (необходимо произвести 30-минутную зарядку для перемешивания электролита);
- перед замером производилось несколько включений стартера (необходимо выждать пока плотность электролита восстановится равномерно по элементам батареи);
- электролит «кипит» после зарядки или длительной работы двигателя автомобиля (следует подождать пока пузырьки газа в электролите, набранном в пипетку денсиметра, исчезнут);
- температура электролита заметно отличается от оптимальных значений для замера плотности (следует скорректировать показания).

Таблица 1

Плотность электролита для аккумуляторных бата рей, эксплуатирующихся в различных климатических условиях (при  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Климатические зоны; среднемесячная температура в январе $^{\circ}\text{C}$	Время года	Плотность электролита, $\text{г}/\text{см}^3$	
		заливаемого в новую батарею	заряженной батареи
Очень холодная (от $-50$ до $-30$ )	Зима	1,28	1,30
	Лето	1,24	1,26
Холодная (от $-30$ до $-15$ )	Круглый год	1,26	1,28
Умеренная (от $-15$ до $-8$ )	Круглый год	1,24	1,26
Жаркая (от $-15$ до $+4$ )	Круглый год	1,22	1,26
Теплая влажная (от $0$ до $+4$ )	Круглый год	1,20	1,22

Допускается отклонение плотности электролита  $\pm 0,01 \text{ г/см}^3$

Таблица 2

Корректирование показаний ареометра.

Температура измеряемого электролита, °С	+46...+60	+31...+45	+20...+30	+5...+19	+4...-10	-11...-25	-26...-40
Поправка к показанию ареометра, $\text{г/см}^3$	+0,02	+0,01	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04

Степень разряженности батареи определяется по степени разряженности аккумулятора, имеющего самую низкую плотность электролита.

Таблица 3

Влияние разряженности аккумулятора на плотность электролита при +20 °С

Плотность электролита плотностью заряженного аккумулятора, $\text{г/см}^3$	Плотность электролита аккумулятора, $\text{г/см}^3$	
	Разряженного на 25%	Разряженного на 50%
1,30	1,26	1,22
1,28	1,24	1,20
1,26	1,22	1,18
1,24	1,20	1,16
1,22	1,20	1,14

Плотность электролита в отдельных элементах исправной и заряженной батареи не должна отличаться более чем на  $0,01 \text{ г/см}^3$ . Для ее выравнивания следует долить дистиллированную воду или электролит плотностью  $1,40 \text{ г/см}^3$ . Электролит доливают только после достижения постоянства плотности, когда благодаря «кипению» обеспечивается быстрое и надежное перемешивание электролита в элементах батареи. В таблице Т.3 приведена зависимость плотности электролита от степени разряженности батареи, по которой с достаточной степенью точности можно определить состояние батареи в данный момент и необходимость ее подзарядки. Разряженную более чем на 25 % зимой и более чем на 50 % летом батарею следует снять с автомобиля и поставить на подзаряд. Особенно опасно хранить разряженную батарею на автомобиле зимой из-за возможности замерзания электролита (таблица 4).

Температура начала замерзания электролита

Плотность электролита, г/см <sup>3</sup>	1,28	1,23	1,20	1,18	1,16	1,14	1,13	1,12	1,08	1,08
Точка замерзания °С	-68	-40	-27	-22	-17	-15	-13	-11	-8	-3

### *Проверка степени заряженности батареи автотестером АТ-1МЭ*

Для выполнения этой проверки не требуется открывать заливные отверстия аккумуляторов и совершать какие-либо операции с электролитом.

Для проведения измерения необходимо зафиксировать в нажатом положении кнопку «11 - 16 V» и присоединить зажимы прибора к выводам батареи. На верхней шкале прибора нанесены три сектора, раскрашенные разными цветами: левый сектор (белый) - заряженность батареи от 25 до 50 %; средний (черно-белый) - от 50 до 75 %; правый (черный) - от 75 до 100%.



Рисунок 7. Автотестеро АТ-1МЭ

### *Проверка аккумуляторной батареи нагрузочной вилкой*

Если после зарядки батареи при пуске коленчатый вал двигателя медленно или совсем не проворачивается исправным стартером, то неисправны один или несколько аккумуляторов. Для выявления неисправного аккумулятора пользуются нагрузочной вилкой рисунок 8

Нагрузочная вилка – это устройство, которое применяется для измерения заряда аккумуляторной батареи. Заряд измеряется как под нагрузкой, так и при разомкнутой электрической цепи

Смысл работы вилки заключается в том, что она создает нагрузку на АКБ, имитирующую запуск двигателя. То есть батарея работает так же, как если бы она давала ток для запуска стартера. Дело в том, что АКБ может показывать полный заряд, но не запускать двигатель. Выяснить причину может помочь нагрузочная вилка. Простой модели будет вполне достаточно для проверки большинства аккумуляторов.



Рисунок 8 Проверка аккумуляторной батареи нагрузочной вилкой

### *Подготовка аккумулятора к тестированию нагрузочной вилкой*

Перед тестированием нужно выполнить ряд действий и соблюсти необходимые условия:

- Отсоединить аккумулятор от бортовой сети. Провести тестирование можно даже не снимая батарею с машины.

- Перед проверкой должно пройти не менее 7-10 часов простоя после работы. Удобнее всего сделать измерения утром, когда батарея.

- Окружающая температура и температура батареи должна быть в пределах 20-25°C. При низкой температуре следует занести АУБ в теплое помещение.

- Пробки аккумуляторов перед тестированием должны быть откручены.

- Проверить уровень электролита. При необходимости долить дистиллированную воду.

- Очистить клеммы, контакты должны быть сухими и чистыми, чтобы не возникало паразитных токов.

Для проверки подключить нагрузочное сопротивление, соответствующее емкости батареи и плотно прижать ножки к штырям испытуемого аккумулятора на 5 с. Напряжение каждого аккумулятора должно быть не менее 1,7 В и не должно изменяться в течение 5 с. Если напряжение ниже 1,7 В или равно 0, то аккумулятор неисправен. Батарею с таким аккумулятором сдать в ремонт или на пункт приема промышленных отходов. Батареи с общей крышкой с(о скрытыми межаккумуляторными перемычками) испытываются пробником Э-107. Батарея, напряжение которой под нагрузкой будет меньше 10,2 В, к эксплуатации непригодна.

### *Проверка без нагрузки*

Сначала проводится проверка без нагрузки, чтобы узнать состояние аккумулятора и его заряд. То есть, замер производится без сопротивления. Нагрузочная спираль не участвует в измерении ее отключают.

Алгоритм действий следующий:

1. Подключить плюсовой зажим к плюсовой схеме.
2. Поднести минусовой щуп к минусовой клемме.
3. Зафиксировать результат.

Уровень заряда можно сверить по следующей таблице 5.

Таблица 5

## Уровень заряда аккумуляторной батареи без нагрузки

Результат тестирования, В	12,7...13,2	12,6...12,6	12,1...12,2	11,8...12	11,5...11,7
Уровень заряда, %	100	75	50	25	0

## Проверка под нагрузкой

Алгоритм действий следующий:

1. Плюсовой зажим от прибора подключается к плюсовой клемме.
2. Коснуться минусовым щупом минусовой клеммы.
3. Удерживать контакт не более пяти секунд, посмотреть показание вольтметра, затем отключить вилку.

Нормальным считается показатель более 9В, но не ниже. Если при измерении стрелка падает ниже 9В, значит, АКБ не выдерживает нагрузки и его емкость резко падает. Такая батарея уже неисправна.

Сверить показатели таблице 6.

Таблица 6

## Уровень заряда аккумуляторной батареи без нагрузки

Результат тестирования, В	10 и более	9,7...9,9	9,6...9	8...8,9	7,9 и менее
Уровень заряда, %	100	75	50	25	0

**Оборудование и материалы**

1. Аккумуляторные батареи различной ёмкости.
2. Стеклоанная трубка с шкалой мм.
3. Денсиметр с пипеткой со шкалой 1100-1300 кг/м<sup>3</sup> (1,10-1,30 г/см<sup>3</sup>).
4. Термометр со шкалой 0+100 С .
5. Вольтметр магнитоэлектрической системы со шкалой 0-15 В и ценой деления 0,2 В.
6. Аккумуляторные пробники Э107 и Э108 (нагрузочная вилка ЛЭ-2)
7. Раствор пищевой соды или нашатырного спирта, ветошь, резиновая груша, приспособление для переноски батареи, резиновые фартуки, перчатки.

**Программа работы**

- 1 Изучить литературу по теме работы.
- 2 Ознакомится с конструкцией аккумуляторной батареи, ариометром, нагрузочной вилкой ЛЭ 2 и пробниками Э 107 и Э 108.
- 3 Выписать паспортные данные применяемых в работе аккумуляторной батареи, ариометра, нагрузочной вилки ЛЭ 2 и пробников Э 107 и Э 108.
- 4 Произвести внешний осмотр батареи.
- 5 Измерить уровень электролита.
- 6 Измерить плотность электролита.

- 7 Измерить температуру электролита.
- 8 Измерить напряжение аккумуляторной батареи без нагрузки.
- 9 Измерить напряжение аккумуляторной батареи под нагрузкой .
- 10 По результатам измерений сделать выводы по состоянию аккумуляторной батареи.

### Методика выполнения работы

1. Используя методические указания, учебные пособия и литературу по теме работы:

- ознакомиться с назначением аккумуляторной батареи, ариометра, нагрузочной вилки ЛЭ 2 и пробников Э 107 и Э 108;
- изучить конструкции и принцип действия аккумуляторной батареи, ариометра, нагрузочной вилки ЛЭ 2 и пробников Э 107 и Э 108;

2. Визуально определяют состояние АКБ (моноблока, крышек, пробок, мастики, выводов батарей, наличие электролита). Моноблок и крышки должны быть очищены от грязи и следов электролита и не иметь трещин.

Загрязненные крышки и мастику протирают тканью, смоченной 10 %-ным раствором пищевой соды или нашатырного спирта. Если моноблок и крышки имеют трещины, то батарея подлежит ремонту. Проверяют и при необходимости прочищают вентиляционные отверстия в пробках.

3. Измерить уровень электролита в каждом аккумуляторе показания записать в таблицу 7.

Таблица 7

Уровень электролита в аккумуляторах

Марка аккумуляторной батареи	№ 1 _____						№ 2 _____					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Уровень электролита, мм												

4. Измерить плотность электролита в каждом аккумуляторе показания записать в таблицу 8.

Таблица 8

Плотность электролита в аккумуляторах

Марка аккумуляторной батареи	№ 1 _____						№ 2 _____					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Плотность электролита, кг/м <sup>3</sup>												

5. Измерить напряжение батареи без нагрузки
6. Измерить напряжение батареи под нагрузкой
7. Измерить температуру электролита в каждом аккумуляторе показания записать в таблицу 9.

Таблица 9

Температура электролита в аккумуляторах

Марка аккумуляторной батареи	№ 1 _____						№ 2 _____					
Номер аккумулятора	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Температура электролита, кг/м <sup>3</sup>												

8. Вычислить ЭДС по плотности электролита  
ЭДС аккумулятора определяется по уравнению

$$E_0 = 0,84 + \gamma$$

где  $\gamma$  – плотность электролита, г / см<sup>3</sup>

9. Определить падения напряжения на мастике и крышке

Для определения этой неисправности необходимо один зажим вольтметра рисунок 9 соединить с выводом аккумуляторной батареи, а другим касаться крышек, мастики и стенок моноблока. Отклонение стрелки прибора от нулевого деления шкалы укажет на наличие тока утечки.

Утечка тока устраняется протиркой мастики и крышек тканью, смоченной 10% -ным водным раствором пищевой соды или нашатырного спирта.

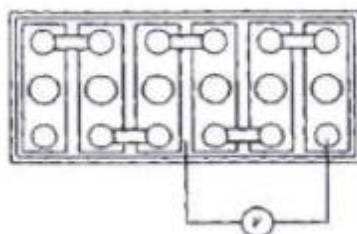


Рисунок 9. Определение падения напряжения на мастике и крышке

10. Определить степень разреженности аккумуляторной батареи

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Выписать паспортные данные применяемых в работе аккумуляторной



батареи, ариометра, нагрузочной вилки ЛЭ 2 и пробников Э 107 и Э 108.

3. Таблицы с результатами измерений и вычислений.

4. По результатам измерений сделать выводы по состоянию аккумуляторной батареи.

### **Контрольные вопросы:**

1. Из каких основных частей состоит аккумулятор? Каково их назначение?

2. Какой химический состав активной массы положительных и отрицательных пластин?

3. Какие химические реакции проходят на положительной пластине, отрицательной пластине при разряде аккумулятора?

4. Какие химические реакции проходят на пластинах при заряде аккумулятора?

5. Из какого материала изготавливаются несущие части пластин аккумуляторов?

6. Каково назначение сепараторов в аккумуляторной батарее? Почему размеры сепараторов превышают размеры электродов?

7. С какой целью в сплав для решеток электродов свинцового аккумулятора добавляется сурьма?

8. Какие существуют способы соединения аккумуляторов в батарее? Укажите их преимущества и недостатки.

9. Какие параметры аккумулятора считаются основными?

10. Что представляет собой электролит аккумулятора и какова его плотность?

11. Указать причины саморазряда аккумуляторной батареи.

12. Указать признаки окончания заряда автомобильной аккумуляторной батареи.

13. Какие штатные средства контроля заряда аккумуляторной батареи применяются на автомобилях?

14. Какие особенности имеют малообслуживаемые и необслуживаемые аккумуляторные батареи? Укажите их преимущества.

15. Почему при измерении плотности электролита необходимо учитывать его температуру?

16. Как определяется степень разряда аккумулятора по плотности?

17. Электролит: состав, плотность, изготовление, техника безопасности.

## Литература

1. Литвиненко В.В., Майструк А.П. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник. М.: ЗАО КЖИ "За рулем", 2004. 176 с.
2. Баженов А.А., Яровиков В.И. Проектирование датчиков детонации для систем управления автомобильным двигателем. Саров: РФЭЦ-ВНИИЭФ, 2001. 274 с.
3. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. М.: Транспорт, 2000.
4. Чижков Ю.П., Акимов А.В. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов. М.: Изд-во За рулем, 2000.

Учебное издание

Иванюга Михаил Михайлович

# **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

Методическое пособие

для выполнению лабораторной работы

для студентов направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 20.06.2022 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,03. Тираж 25 экз. Изд. № 7316.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ