



Департамент профессионального образования Томской области
Областное государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Томский колледж гражданского транспорта»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторной работы №1

«Диагностика и техническое обслуживание аккумуляторных батарей»

ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта
МДК.01.01 Электрооборудование автомобилей

Специальность 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобиль-
ного транспорта

Автор-разработчик

Д.Г.Зенин

Томск-2020

Методические указания по выполнению лабораторной работы №1 «Диагностика и техническое обслуживание аккумуляторных батарей» ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта МДК.01.01 Электрооборудование автомобилей разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки технического профиля специальности 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»

Методические указания разработаны преподавателем Зениным Д.Г.

Методические указания рассмотрены на заседании цикловой методической комиссии специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта «12» октября 2020 г. протокол № 2

Руководитель цикловой методической комиссии



С.Н. Лантух

СОДЕРЖАНИЕ

Рецензия.....	3
Пояснительная записка.....	5
Ознакомление с оборудованием для обслуживания АКБ.....	7
Срок службы аккумуляторных батарей	8
Зарядка аккумуляторных батарей	9
Внешний осмотр	11
Измерение уровня электролита	12
Измерение плотности электролита.....	12
Зарядка аккумуляторных батарей при постоянном зарядном токе	15
Зарядка аккумуляторных батарей при постоянном напряжении.....	17
Уравнительная зарядка аккумуляторных батарей.....	18
Восстановительный цикл зарядка—разрядка.....	18
Характеристики аккумуляторов и аккумуляторных батарей.....	19
Емкость аккумулятора и емкость аккумуляторной батареи.....	23
Внутреннее сопротивление аккумуляторных батарей.....	27
Техническое обслуживание аккумуляторной батареи.....	27
Определение степени разряженности	28
Определение ЭДС аккумуляторов по плотности	29
Измерение напряжения под нагрузкой.....	29
Определение падения напряжения крышках	31
Оборудование и приборы, применяемые для выполнения работы	32
Основные технические данные приборов и аппаратов электрооборудования.....	35
Вопросы для самопроверки.....	35
Литература.....	36

Содержательная рецензия
методической разработки педагогического работника
ОГБПОУ «Томского колледжа гражданского транспорта»

Представленная на рецензию работа преподавателя специальных дисциплин Д.Г. Зенина, содержит 36 страниц.

Методическое указание к лабораторным работам «Диагностика и техническое обслуживание аккумуляторных батарей» разработано для студентов по направлению подготовки 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта». В рецензируемом пособии представлен материал, способствующий освоению модуля ПМ.01 ТО и ремонт автотранспорта, дисциплины МДК.01.01 Электрооборудование автомобилей: практическое задание, основные сведения и определения, указания к оформлению выполняемого задания, список литературы.

В теоретической части автор изложил материал, необходимый для выполнения студентами лабораторной работы. Представлен алгоритм диагностирования Аккумуляторных батарей.

Данная методическая разработка поможет обучающимся в освоении профессиональных компетенций в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта.

Стоит отметить что данная методическая разработка позволяет продиагностировать аккумуляторные батареи различных марок, выявить неисправности и определить методы восстановления работоспособности АКБ, так как используется универсальный алгоритм диагностики и определения неисправностей, и соответствует современным требованиям WSR - «Молодые профессионалы» (WorldSkillsRussia) и топ 50.

Материал в виде приложений представлен последовательно, и соответствует алгоритму поиска неисправностей и формированию отчета.

Как замечание выскажу рекомендацию дополнить методическое указание иллюстрированным материалом.


В целом, содержание пособия соответствует требованиям формирования общекультурных и профессиональных компетенций ФГОС по направлению подготовки 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.

Методическое указание к лабораторным работам «Диагностика аккумуляторных батарей» для студентов ОГБПОУ «ТКГТ», подготовленное преподавателем, может быть рекомендовано для внедрения в образовательный процесс.

« 21 » 10 20 20 г.

Рецензент:

Старший преподаватель, кафедры Автомобили и тракторы
ФГБОУ ВО «Томский государственный
архитектурно-строительный
университет»

/  / Медведев В.В. /
подпись расшифровка

Подпись Медведева В.В. подтверждаю
Ученый секретарь Ученого совета ТГАСУ



Ю.А. Какушкин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина МДК.01.01 Электрооборудование автомобилей входящая в модуль ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта является одной из специальных дисциплин, изучение которой базируется на знаниях, полученных обучающимися очной формы специальности 23.02.03 по общепрофессиональным дисциплинам: «Устройство автомобилей», «Материаловедение» «Эксплуатационные материалы» и является фундаментом для изучения следующих дисциплин: «Ремонт автомобилей», «Экономика отрасли».

В данном методическом указании рассматриваются методы диагностики системы электрооборудования автомобилей, проверка технического состояния всех элементов, входящих в систему, а также их ремонт для приведения в исправное состояние.

Рассматриваются следующие вопросы:

- устранение неисправностей электрических систем автомобиля;
- устранение неисправности световой и звуковой сигнализации;
- устранение неисправности звуковой сигнализации;
- устранение неисправности системы комфорта;
- выполнение задания с соблюдением техники безопасности;
- выполнение необходимых ремонтных работ, которые позволят двигателю запуститься;
- производство необходимых ремонтных работ для корректной работы двигателя.
- выполнение необходимых ремонтных работ, которые позволят двигателю работать устойчиво.
- наведение порядка на рабочем месте.

Стоит отметить, что данная методическая разработка позволяет продиагностировать электрические системы автомобилей различных марок, так как используется универсальный алгоритм диагностики и поиска неисправностей, и соответствует современным требованиям ВСР, «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia) и Топ 50.

Пособие позволяет подготовить специалиста в область диагностики и ремонта автомобилей, отвечающего современным требованиям и запросам работодателей, и тенденциям развития современного машиностроения.

Пособие позволяет применять современное диагностическое оборудование, косвенно позволяющее обучить будущего специалиста работе с оборудованием и современными сканерами.

Приведен список литературы, который может быть рекомендован обучающимся для получения дополнительных теоретических сведений и технических данных.

Данное пособие предлагается для использования обучающимися дневной и заочной формы обучения.

Тема: ДИАГНОСТИКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Оборудование для обслуживания АКБ: аккумуляторные батареи различной ёмкости; стеклянная трубка диаметром 5...8 мм; денсиметр с пипеткой со шкалой 1100...1300 кг/см³ (1.10...1.30 г/см²); термометр со шкалой 0...+100 °C ; вольтметр магнитоэлектрической системы со шкалой 0...15 В и ценой деления 0.2 В; пробники Э107 и Э108 (нагрузочная вилка ЛЭ-2), или аналоги; 10%-ый раствор пищевой соды или нашатырного спирта (аммиака), ветошь, резиновая груша, приспособление для переноски батарей, резиновые фартуки, перчатки.

Ознакомление с оборудованием для обслуживания АКБ

Денсиметр с пипеткой: (рис 1) – предназначен для измерения плотности электролита аккумуляторных батарей. Денсиметр-3 помещен в стеклянной пипетке-2, на которую надета резиновая груша-1. Денсиметр имеет шкалу 1100...1300 кг/м³ проградуирован, при температуре 298°С (25°К), поэтому показания денсиметра будут соответствовать действительным значениям плотности только при этой температуре. При измерении плотности электролита, имеющего другую температуру, показания денсиметра будут иметь погрешность соответственно 0.7 кг/м³ на каждый градус изменения температуры.

Плотномер: (рис 2) состоит из резиновой груши-1, крышки-2, пластмассового прозрачного корпуса-3 с трубкой-5 и семи пластмассовых поплавков-4 с различными массами и коэффициентами расширения. Применение таких поплавков позволяет исключить погрешность измерения плотности при изменении температуры электролита. Поплавок, регистрирующий плотность 1.27 г/см³, окрашен. На корпусе против каждого поплавка выполнена надпись наименьшей плотности, при которой всплывает поплавок. Величину плотности определяют по тому всплывшему поплавку, против которого выполнена надпись с большей цифрой.

Определение плотности производят по положению поплавков через некоторое время после заполнения корпуса электролитом, что необходимо для выравнивания температуры электролита и поплавков.

Пробник Э108: (рис 3) - предназначен для проверки работоспособности аккумуляторов батареи ёмкостью от 45 до 190 А × ч с внешними межаккумуляторными соединениями.

Пробник состоит из кожуха-2, в котором установлены три нагрузочных резистора-5 (изготовленные из нихрома), сопротивлением по 0.0011 Ом (два из них соединены параллельно); вольтметра-1 с двусторонней шкалой, контактных ножек-4, контактных гаек-3 и 6 и ручки-7. Контактными гайками включаются нагрузочные резисторы в соответствии с ёмкостью проверяемой батареи. На контактных ножках указан порядок включения резисторов.

Нагрузочная вилка ЛЭ-2: (рис 4) предназначена для проверки работоспособности аккумуляторных батарей ёмкостью 40...135 А × ч. В кожухе-3 расположены два нагрузочных резистора-4 и 7. резистор-7 (0.01 Ом) включается контактной гайкой-5, а резистор-4 (0.02 Ом) - гайкой-9.

Пробник Э107: (рис 5) предназначена для проверки работоспособности аккумуляторных батарей ёмкостью 55...190 Ач со скрытыми межаккумуляторными соединениями, а также для измерения напряжения в автомобильных электроцепях напряжением до 12 В.

В кожухе-3 расположены два нагрузочных резистора-4, выполненных в виде спиралей из нихрома. К кронштейну-2 крепится по одному концу каждого резистора, проводник от щупа-8 и вольтметр-1. резисторы-4 подключаются к ножке-5 при помощи контактной гайки-6. сопротивление двух параллельно соединенных резисторов 0.1 Ом. На шкале вольтметра выполнена отметка на значении 8.9В, что облегчает напряжения.

Срок службы аккумуляторных батарей

Срок службы и эксплуатационные качества аккумуляторной батареи в значительной степени зависят от правильного и регулярного технического обслужива-

ния. Для безотказной и длительной работы аккумуляторной батареи необходимо содержать ее в чистоте, периодически (через каждые 4 тыс. км пробега автомобиля) проверять уровень и плотность электролита, следить за показаниями вольтметра. Кроме того, на работоспособность аккумуляторной батареи влияет надежность и эффективность всех систем электрооборудования автомобиля.

Необходимо следить за работой генератора и реле регулятора, натяжением приводного ремня, надежностью коммутационной аппаратуры. Нарушение соединения или окисление выводов приводят к падению напряжения в цепи, увеличению сопротивления, а следовательно, к быстрой разрядке аккумуляторной батареи. Необходимо соблюдать баланс электроэнергии, не допускать установки дополнительных энергоемких устройств, приводящих к систематической недозарядке аккумуляторной батареи.

Пониженный уровень электролита и длительное пребывание аккумуляторной батареи в разряженном или неполностью заряженном состоянии приводят к сульфатации пластин.

Незначительная сульфатация пластин может быть устранена проведением восстановительной зарядки аккумуляторной батареи, в противном случае она подлежит замене.

Поверхность батареи должна быть чистой. Вентиляционные отверстия в пробках должны пропускать выделяющийся газ.

При выплескивании электролита на поверхность аккумулятора ной батареи, необходимо протереть сухой ветошью, смоченной в нашатырном спирте или 10%-ом растворе кальцинированной соды, промыть чистой водой и насухо протереть, а

Выводы и внутреннюю поверхность стартерных наконечников и проводов на «массу» следует промыть нашатырным спиртом, зачистить мелкой шлифовальной шкуркой, плотно надеть наконечники и туго затянуть стяжные болты.

Наружную поверхность выводов и наконечников надо смазать тонким слоем технического вазелина.

Необходимо вовремя устранять причины, затрудняющие пуск двигателя, и не допускать глубокой разрядки аккумуляторных батарей. Если батарея по каким-

либо причинам разрядилась сверх нормы, ее надо снять с автомобиля и поставить на подзарядку.

Зарядка аккумуляторных батарей.

Зарядка аккумуляторных батарей (АБ) производится в аккумуляторных цехах в специальных зарядных отделениях, имеющих вторую дверь, выходящую непосредственно на улицу. Над двухступенчатыми напольными стеллажами для установки: АБ, находятся подвесные вытяжки для отвода газа, образующегося в процессе зарядки, обладающего повышенной взрывоопасностью. Выпрямительные устройства рекомендуется устанавливать в соседних помещениях, (для зарядки используют устройства ВСА-Ш с твердым селеновым выпрямителем, сила тока до 8 А, или ВСА-5, сила тока до 12 А. Для ускоренной зарядки применяют передвижную установку Э-410. На рис. 2.4 показаны выпрямительные зарядные устройства.

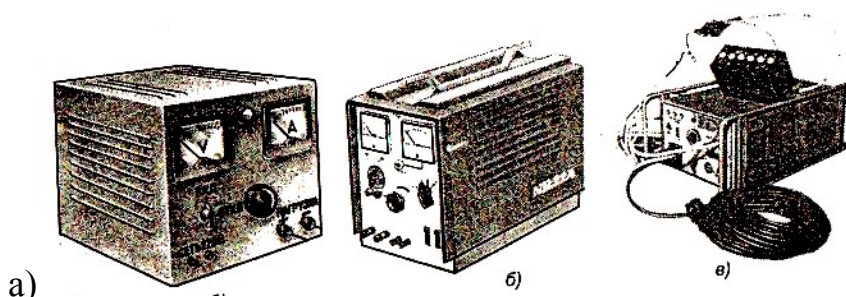


Рис. 1. Выпрямительные зарядные устройства: а — отечественного производства; б — импортное; в — передвижная (на тележке) электросиловая установка для зарядки аккумуляторных батарей и пуска двигателей

Приведение сухозаряженной аккумуляторной батареи в рабочее состояние

Для приведения аккумуляторной батареи в рабочее состояние следует:

- удалить герметизаторы вентиляционных отверстий;
- залить электролит необходимой плотности до требуемого уровня;
- выдержать время (2 ч) для пропитки электродов;

- проверить техническое состояние аккумуляторной батареи, измерить плотность и температуру электролита;
- провести при необходимости подзарядку батареи с последующей проверкой ее состояния и коррекцией плотности и уровня электролита.

В качестве электролита в свинцовых аккумуляторных батареях применяется водный раствор специальной аккумуляторной или химически чистой серной кислоты.

При заливке сухозаряженной аккумуляторной батареи можно воспользоваться имеющимся в продаже готовым электролитом плотностью 1,27 или 1,28 г/см³. Однако учитывая, что оптимальная плотность электролита зависит от условий эксплуатации, возникает необходимость приготовления электролита необходимой плотности и коррекции его плотности. В табл. 1 приведены соотношения компонентов для получения электролита необходимой плотности.

Таблица 1. Количество дистиллированной воды, серной кислоты или концентрированного электролита, необходимое для приготовления 1 л электролита различной плотности:

Плотность электролита, приведенная к температуре +25 °C, г/см ³	Температура замерзания электролита, °C	Количество компонентов при использовании серной кислоты плотностью		Количество компонентов при использовании	
		вода	кислота	вода	электролит
1,2	-30	0,859	0,2	0,547	0,476
1,21	-34	0,849	0,211	0,519	0,5
1,22	-38	0,839	0,221	0,491	0,524
1,23	-42	0,829	0,231	0,465	0,549
1,24	-50	0,819	0,242	0,438	0,572
1,25	-54	0,809	0,253	0,41	0,601
1,26	-58	0,8	0,263	0,382	0,624
1,27	-60	0,791	0,274	0,357	0,652
1,28	-64	0,781	0,285	0,329	0,679
1,29	-68	0,772	0,295	0,302	0,705
1,3	-66	0,761	0,306	0,25	0,75
1,31	-60	0,75	0,316	0,225	0,775

1,4	-36	0,65	0,423	0	1
-----	-----	------	-------	---	---

Поскольку при попадании кислоты на кожу возможны ожоги, при приготовлении электролита необходимо принимать следующие меры предосторожности.

Для приготовления электролита необходимо использовать емкость, палочку или ложечку для размешивания из кислотостойких материалов (пластмасс, эбонита, керамики, фарфора).

Нельзя использовать металлические емкости из-за их окисления и стеклянные, так как стекло может растрескаться при нагреве электролита в процессе его приготовления. Необходимо надевать резиновые перчатки и защитные очки. При попадании кислоты или электролита на открытые участки тела необходимо немедленно нейтрализовать ее с помощью 10 %-ого раствора аммиака (нашатырного спирта) или кальцинированной соды, а затем смыть ее остатки большим количеством воды.

При смешивании кислоты и дистиллированной воды следует осторожно вливать кислоту тонкой струйкой в уже налитую в нужном количестве в специально приготовленную емкость дистиллированную воду, при этом постоянно перемешивая раствор пластмассовой палочкой или ложечкой.

Вливать дистиллированную воду в кислоту КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

При взаимодействии кислоты с водой выделяется значительное количество тепла. Если вливать воду в кислоту, то из-за меньшей плотности воды она растечется по поверхности кислоты, закипит, и будет разбрызгиваться во все стороны вместе с кислотой.

Поскольку даже при правильном смешивании кислоты с водой раствор сильно нагревается, после приготовления необходимого количества электролита его следует охладить и измерить плотность. Температура электролита, заливаемого в аккумуляторную батарею, должна быть не выше 30 и не ниже 15 °С.

Внешний осмотр

Визуально определяют состояние моноблока, крышек у обслуживаемой аккумуляторной батареи и общей крышке у необслуживаемой аккумуляторной батареи, пробок, мастики, если аккумуляторная батарея обслуживаемая, выводов батареи, обращают внимание на наличие электролита и состояние его поверхности. Моноблок и крышки должны быть очищены от грязи, следов электролита и не иметь трещин.

Загрязненные крышки, мастику (у обслуживаемой аккумуляторной батареи) протирают тканью, смоченной в 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.

Трещины в мастике у обслуживаемой аккумуляторной батареи устраняют оплавлением мастики нагретой стамеской или паяльником. Сильно поврежденную мастику заменяют. Покачиванием выводных клемм определяют их крепления в крышках. Окисленные выводные клеммы зачищают наждачной шкуркой или специальной щёткой и смазывают техническим вазелином или маслом для двигателя.

Наблюдая за поверхностью электролита, обращают внимание на выделение пузырьков газа. Наличие пузырьков газа свидетельствует об ускоренном саморазряде из-за загрязнения электролита посторонними веществами. Но при этом необходимо учитывать, что выделение газа происходит и при заряде батареи, поэтому вывод об ускоренном саморазряде можно сделать только тогда, когда прошло продолжительное время после заряда батареи или после снятия ее с автомобиля. При наличии саморазряда из-за загрязнения электролит заменяют. Перед этим аккумуляторную батарею необходимо разрядить током, равным 0.1 ёмкости аккумуляторной батареи до напряжения 1.2 В на одном аккумуляторе (банке) или до 7.2 В на выводных клеммах. Затем сливают электролит, предварительно замерив, его плотность. После вышесказанного в аккумуляторы (банки) заливают чистый элек-

тролит той же плотности, которую имел загрязненный электролит после разряда, и заряжают аккумуляторную батарею.

Измерение уровня электролита

Уровень электролита в аккумуляторах (банках) должен быть на 10...15 мм (у аккумуляторной батареи 6СТ-55 5...10 мм) выше предохранительного щитка. Уровень электролита измеряют стеклянной трубкой (рис 6) которая опускается в аккумулятор (банку) до упора в предохранительный щиток, затем закрывается сверху пальцем и приподнимается. В современных необслуживаемых и малообслуживаемых аккумуляторных батареях уровень электролита должен находиться в пределах нижней и верхней границе мерных отсеков, нанесенных на боку прозрачного моноблока.

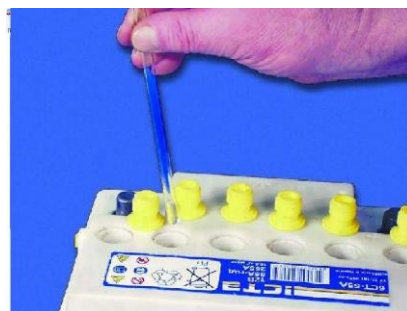


Рис 2. Проверка уровня электролита

Если уровень электролита ниже номинального, то в аккумуляторы заливают дистиллированную воду, если выше, то электролит отбирают резиновой грушей во избежание его расплескивания при эксплуатации батареи.

Доливку в аккумуляторы производят непосредственно перед зарядом батареи, а если батарея установлена на автомобиле – при работающем двигателе. Несоблюдение этого требования может вызвать замерзание воды в аккумуляторах (банках) и ускоренный саморазряд из-за разной плотности электролита в верхней и нижней его слоях.

Необходимо помнить, что после доливки воды без заряда плотность электролита замерить невозможно.

Нельзя повышать уровень доливкой в аккумуляторы (банки) электролита, так как это приведет к повышению его плотности. Электролит доливают только в случае вытекания (например, при опрокидывании аккумуляторной батареи). По цвету электролита в измерительной трубке можно судить о его загрязненности. Электролит бурого цвета свидетельствует об осыпании активной массы “плюсовых” электродов аккумулятора.

Измерение плотности электролита

Плотности электролита измеряется ареометром (рис. 3, а). Для этого с помощью резиновой груши 3 внутрь стеклянной колбы 2 ареометра засасывается определенное количество электролита, достаточное для всплытия размещенного внутри колбы денсиметра 5 (поплавка со шкалой), и по уровню жидкости определяется плотность.

Еще проще измеряется плотность электролита с помощью компактного и удобного плотномера (рис. 3, б). Для этого в его прозрачный пластмассовый корпус 4 с помощью резиновой груши 5 засасывается небольшое количество электролита, достаточное для всплытия поплавка 2. На пластмассовом корпусе плотномера имеется шкала 3, по которой определяется плотность электролита. У плотномера несколько поплавков, плотность электролита определяется по тому из всплывших поплавков, который показывает наибольшее значение. Например, если всплыли поплавки со значениями плотности 1,19, 1,21, 1,23 и 1,25, то плотность электролита составляет 1,25 г/см³.

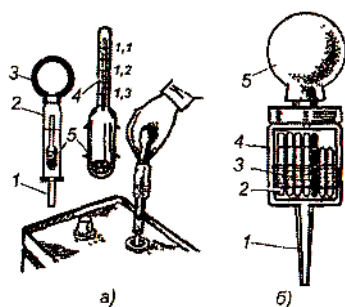


Рис. 3. Приборы для определения плотности электролита: а — ареометр: 1 — трубка для забора электролита, 2 — стеклянная колба, 3 — резиновая груша, 4 — шкала денсиметра, 5 — денсиметр; б — плотномер: 1 — трубка, 2 — поплавок, 3 — шкала на корпусе плотномера, 4 — прозрачный пластмассовый корпус, 5 — резиновая груша

Следует иметь в виду, что плотномер имеет более узкий диапазон измерения (1,19—1,31 г/см³), поэтому с его помощью нельзя измерить плотность электролита сильно разряженной аккумуляторной батареи (свыше 50 %).

Одновременно с измерением плотности электролита измеряется его температура. Если температура электролита отличается от 25 °С более чем на 5 °С, то полученное при измерении значение плотности электролита следует скорректировать с учетом температурной поправки: на каждый 1 °С делается поправка 0,0007 г/см³. Если меньше, то вычитается, если больше — прибавляется.

Оптимальная температура электролита 15—30 °С, поэтому хранившуюся при низкой температуре аккумуляторную батарею и готовый электролит, имеющий более низкую температуру, перед заливкой следует выдержать некоторое время в теплом месте (при температуре не выше 60 °С).

После заливки сухозаряженной аккумуляторной батареи электролитом она должна постоять 2 ч при комнатной температуре.

После этого производится измерение плотности электролита с учетом его температуры. Если плотность электролита понизилась более чем на 0,03 г/см³ или напряжение аккумуляторной батареи менее 12,5 В, ее следует подзарядить.

Плотность электролита в каждом аккумуляторе (банке) замеряют денсиметром (рис 4) или плотномером (рис 12). Рекомендуется пользоваться денсиметром, так как он имеет меньшую погрешность измерения.

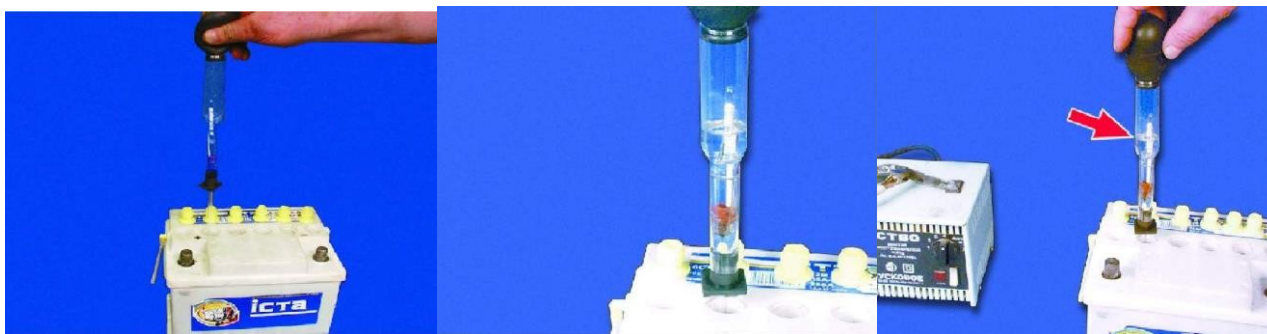


Рис.4 Проверка плотности электролита

Допускается отклонение плотности электролита между аккумуляторами (банками) батареи не более чем на 10 кг/м^3 (0.01 г/см^3). При большем отклонении аккумуляторную батарею необходимо зарядить в аккумуляторном цехе. Для определения величины температурной поправки необходимо измерить температуру электролита термометром.

Методы заряда аккумуляторной батареи

Зарядку аккумуляторной батареи рекомендуется производить при постоянной величине зарядного тока с применением специальных зарядных устройств. Зарядка аккумуляторной батареи считается полной, если напряжение на ее выводах остается постоянным в течение 2 ч, при этом во всех аккумуляторах должно быть бурное газовыделение («кипение»). Плотность электролита после окончания зарядки во всех аккумуляторах не должна различаться более чем на $0,01 \text{ г/см}^3$.

Способы зарядки аккумуляторных батарей

Зарядку аккумуляторных батарей производят от источника постоянного тока. Положительный вывод источника тока соединяют с положительным выводом аккумуляторной батареи, а отрицательный — с отрицательным. Для протекания зарядного тока необходимо, чтобы напряжение зарядного устройства было больше ЭДС аккумуляторной батареи.

Часто используются два способа зарядки: при постоянном зарядном токе и постоянном напряжении. Реже применяются модифицированная зарядка, при кото-

рой изменяются и ток, и напряжение, и ускоренная зарядка, представляющая собой зарядку токами большой силы.

При любом способе зарядки температура электролита в аккумуляторных батареях должна быть не выше 35 °С.

Зарядка аккумуляторных батарей при постоянном зарядном токе

Данный способ зарядки применяется на зарядных станциях и в аккумуляторных отделениях автотранспортных предприятий. Получают постоянный ток различными способами: регулированием напряжения зарядного устройства; изменением сопротивления реостата, включенного в цепь.

Величину сопротивления реостата вычисляют по формуле:

$$R = \frac{U_c - U_p \times n}{I_c},$$

где U_c — напряжение сети; U_p — расчетное напряжение на один аккумулятор; n — число последовательно включенных аккумуляторов (не более $n = U_c / U_p = 2,7$); I_c — сила зарядного тока.

Большинство зарядных устройств имеют либо ступенчатую, либо плавную регулировку напряжения путем изменения коэффициента трансформации. Поэтому периодически, по мере изменения зарядного тока, вращением рукоятки устанавливают зарядный ток необходимой силы. При включении в зарядную цепь реостата происходят непроизводительные потери электроэнергии на нагрев реостата. При заряде током постоянной силы рекомендуемый ток 0,1С20 А (С20 — номинальная емкость аккумуляторной батареи). При этом вначале почти вся электроэнергия идет на основные реакции. Когда аккумуляторная батарея будет заряжена на 85—90 %, для поддержания требуемой силы тока заряда необходимо повысить напряжение до значения, при котором начинается реакция, сопровождающаяся газовыделением, при этом расходуется дополнительная энергия. Поэтому для зарядки полностью разряженной аккумуляторной батареи данным способом необходимо в

1,2—1,5 раза больше электричества по сравнению с разрядкой. В конце зарядки при положительных температурах электролита напряжение на одном аккумуляторе может достигать до 2,7 В

При повышении температуры электролита до 45°C рекомендуется снизить зарядный ток в два раза или прекратить зарядку для охлаждения электролита до 30—35 °С.

Аккумуляторная батарея считается заряженной, если во всех аккумуляторах наблюдается постоянство величины плотности электролита в течение 2 ч.

Обычно на зарядку от регулируемого источника подключают группу последовательно соединенных аккумуляторных батарей (рис. 5, а) близкой по величине емкости. Если зарядное устройство обеспечивает большие токи, к нему можно подключить параллельно несколько групп аккумуляторных батарей (рис. 5, б) с включенными последовательно в каждой группе реостатом и амперметром. Аналогичная схема включения применяется и при переменном источнике тока.

Число последовательно соединенных аккумуляторных батарей в группе определяется в зависимости от максимального выходного напряжения зарядного устройства исходя из того, чтобы на каждый аккумулятор приходилось напряжение 2,7 В.

Число аккумуляторных батарей, подключаемых параллельно для одновременной зарядки, принимается в зависимости от силы тока, которую обеспечивает зарядное устройство, и силы токов зарядки отдельных групп и определяется из условия, что сумма токов всех групп не должна превышать величину тока зарядного устройства.

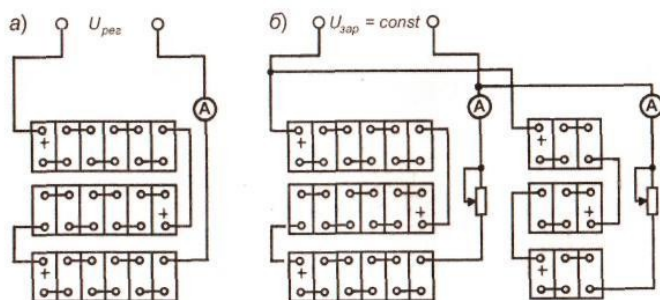


Рис. 5. Схемы включения аккумуляторных батарей при зарядке: а — группа последовательно включенных аккумуляторных батарей; б — несколько групп аккумуляторных батарей

Если в разных группах различные типы аккумуляторных батарей, то расчет сопротивления реостата ведется отдельно для каждой группы.

Пример расчета числа аккумуляторных батарей для зарядки при постоянной силе зарядного тока

Зарядное устройство с выпрямленным напряжением 120 В и номинальной силой тока 60 А, аккумуляторные батареи 6СТ-90, схема включения батарей показана на рис. 2.6, б.

В каждую ветвь цепи можно включить следующее максимальное число аккумуляторных батарей:

2,7л

$$K = \frac{U}{2.7 \times n}$$

где U — напряжение зарядного устройства; 2,7 — значение ЭДС полностью заряженного аккумулятора; я — число аккумуляторов в аккумуляторной батарее.

$$\text{Так как } K = \frac{120}{2.7 \times 6} = 7.4, \text{ принимаем } K=7.$$

Аккумуляторные батареи 6СТ-90 должны заряжаться силой тока $0,1C20 = 9 \text{ А}$.

При номинальной силе тока зарядного устройства 60 А можно подключить следующее количество параллельных ветвей:

$$T = \frac{I_{\text{зар.устр.}}}{I_{\text{зар.бат}}} = \frac{60}{9} = 6.7,$$

где $I_{\text{зар.устр}}$ — сила тока зарядного устройства; $I_{\text{зар.бат}}$ — сила тока зарядки аккумуляторной батареи.

Принимаем $T=6$. Следовательно, к выпрямительному устройству можно подключить одновременно $K \cdot T = 7 \cdot 6 = 42$ аккумуляторные батареи 6СТ-90.

Зарядка аккумуляторных батарей при постоянном напряжении

Данная зарядка редко применяется на зарядных станциях. При этом способе зарядки напряжение поддерживается постоянным, а зарядный ток изменяется следующим образом. В начале зарядки ЭДС аккумуляторной батареи понижена (из-за низкой плотности электролита) и ток достигает наибольших значений (от 1 до $1,5C_{20}$ А). В процессе зарядки, когда ЭДС аккумуляторной батареи постепенно возрастает, сила тока понижается. К концу зарядки сила тока уменьшается до значений, меньших $0,1 C_{20}$. В стационарных условиях напряжение зарядки должно быть 2,3—2,4 В на аккумулятор.

Продолжительность зарядки при постоянном напряжении практически равна времени зарядки при постоянном токе.

Преимуществом данного способа является меньшее газовыделение в конце зарядки вследствие меньшего напряжения. Недостатком является необходимость применения более мощного зарядного устройства по сравнению со способом зарядки постоянным током. При этом его мощность полностью используется только в начале зарядки.

Зарядка аккумуляторных батарей при постоянном напряжении используется в процессе их эксплуатации на автомобиле. Однако на автомобиле аккумуляторная батарея работает в циклическом режиме, когда кратковременная разрядка чередуется с подзарядкой. Поэтому сильно разряженную батарею не приходится заряжать на автомобиле, и указанные выше недостатки не проявляются.

При сильной разряженности аккумуляторную батарею снимают с автомобиля для подзарядки или, не снимая, заряжают ускоренным способом от постороннего источника напряжения.

Ускоренная подзарядка аккумуляторных батарей

Ускоренная подзарядка применяется в случаях чрезмерно разряженной аккумуляторной батареи при эксплуатации и при необходимости восстановить ее работоспособность в короткое время. Причиной сильного разряда может явиться неисправность генераторной установки на автомобиле.

Достоинством ускоренной подзарядки, кроме сокращения времени, является исключение трудозатрат на снятие аккумуляторной батареи с автомобиля, ее доставку в зарядное отделение и установку обратно на автомобиль.

Ускоренная зарядка производится токами 70—90 % номинальной емкости.

Сила зарядного тока определяется по формуле

$$I_3 = \frac{U_p - E_6}{R_6},$$

где U_p — напряжение установки; E_6 — ЭДС аккумуляторной батареи; R_6 — сопротивление аккумуляторной батареи.

Так как целью ускоренной подзарядки является восстановление работоспособности аккумуляторной батареи, его проводят не до полного заряжения. Критерием окончания ускоренной зарядки является равенство электрического заряда, получаемого аккумуляторной батареей при зарядке, величине, на которую она разрядилась. Это исключает чрезмерную перезарядку, которая при ускоренном способе сильно снижает срок службы аккумуляторной батареи. Для выполнения данного условия установка Э411 для ускоренной зарядки снабжена специальным устройством для точного определения степени разряженности аккумуляторной батареи.

Установка Э411 позволяет заряжать одну аккумуляторную батарею.

Режим ускоренной зарядки может успешно применяться для быстрого повышения характеристик аккумуляторной батареи при низкой температуре непосредственно перед пуском двигателя. Это называется предпусковой подзарядкой, которая проводится в течение 7—10 мин.

Уравнительная зарядка аккумуляторных батарей

Уравнительная зарядка проводится током 0,1 C_{20} А. При уравнительной зарядке преследуется цель полностью обеспечить восстановление активных масс электродов всех аккумуляторов.

Зарядка ведется до тех пор, пока во всех аккумуляторах плотность электролита не будет постоянной в течение 2 ч. Как правило, необходимость в уравнительной зарядке возникает после длительной эксплуатации, когда в аккумуляторных батареях появляются аккумуляторы с повышенной степенью разряженности.

Восстановительный цикл зарядка—разрядка

Восстановительный цикл зарядка—разрядка проводится для восстановления емкости аккумуляторной батареи, снизившейся в результате сульфатации ее пластин или загрязненности электролита. Для этого из разряженной током $0,1 C_{20}$ аккумуляторной батареи до 10,2 В вливают старый электролит, промывают ее дистиллированной водой и, заливают электролит пониженной плотности ($1,1 \text{ г/см}^3$), заряжают ее малым током ($0,02 C_{20}$) до появления признаков окончания зарядки (стабилизация плотности электролита и ЭДС, газовыделение). После этого сливают из аккумуляторной батареи электролит пониженной плотности, заливают электролит нормальной плотности и полностью заряжают ее током $0,05 C_{20}$. Для полного слива электролита или промывочной дистиллированной воды аккумуляторную батарею переворачивают вниз отверстиями и выдерживают так в течение 5—10 мин.

Перед восстановительным циклом целесообразно выполнить контрольную зарядку—разрядку, измерив при разрядке фактическую емкость аккумуляторной батареи. Это позволит определить техническое состояние аккумуляторной батареи и избежать потери времени на длительную восстановительную зарядку в случае ее непригодности, если фактическая емкость менее 40 %.

При зарядке аккумуляторной батареи происходит выделение вредных для здоровья и взрывоопасных газов, поэтому зарядку следует проводить в отдельном хорошо проветриваемом помещении, не допускать близости открытого огня или искр.

Характеристики аккумуляторов и аккумуляторных батарей

Если к аккумулятору не подключены потребители, и он находится в покое, то его ЭДС почти не зависит от степени разряженности пластин аккумулятора, но изменяется в зависимости от плотности электролита. ЭДС покоя свинцового аккумулятора вычисляют по формуле

$$\mathcal{E}_0 = 0,84 + y,$$

где y — плотность электролита, приведенная к температуре $+15^\circ\text{C}$.

В процессе разрядки напряжение аккумулятора меньше его ЭДС на величину падения напряжения внутри аккумулятора ($\mathcal{U}_{\text{ак}}$). При зарядке напряжение аккумулятора больше ЭДС на величину $I_{\text{зар}}r_{\text{ак}}$, т. е. прямо пропорционально внутреннему сопротивлению аккумулятора в целом. Для автомобильных аккумуляторов, в которых плотность электролита изменяется от $1,09 \cdot 1,15$ до $1,25 \cdot 1,31$ г/см³, ЭДС покоя будет изменяться соответственно от $1,93 \cdot 1,99$ до $2,09 \cdot 2,15$ В.

Характеристикой разрядки аккумулятора являются зависимости изменения плотности электролита, ЭДС и напряжения аккумулятора от времени разрядки при постоянной силе разрядного тока (рис. 6).

Характеристики разрядки снимают при разрядке полностью заряженного аккумулятора электрическим зарядом, равным 10 % его номинальной емкости, до напряжения 1,7 В.

Во время разрядки с помощью реостата поддерживают постоянную силу разрядного тока I и измеряют напряжение (\mathcal{U}) и ЭДС ($\mathcal{E}_{\text{ак}}$) аккумулятора, а также плотность электролита (y).

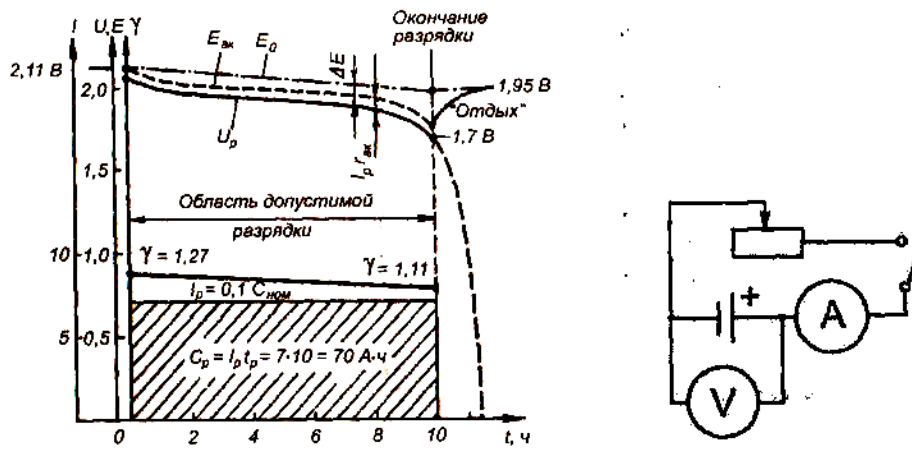


Рис. 6. Схема для определения режима разрядки аккумулятора (а) и характеристики разрядки аккумулятора (б)

ЭДС аккумулятора $E_{ак}$ измеряют при разомкнутой внешней цепи, а ЭДС покоя E_0 подсчитывают по формуле $E_0 = 0,84 + y$.

Причины изменения величин y , E_0 , $E_{ак}$ и U_p при разрядке аккумулятора следующие.

При разрядке аккумулятора постоянной силой тока затрачиваемое количество серной кислоты в единицу времени постоянно, поэтому зависимость изменения плотности электролита y будет иметь прямолинейный характер (рис. 6, б).

ЭДС покоя E_0 , зависящая только от плотности электролита, будет изменяться пропорционально, и зависимость изменения ЭДС покоя будет параллельна прямой зависимости плотности электролита.

Подсчитав значения ЭДС покоя, определим, что за время разрядки E_0 уменьшилась с 2,11 до 1,95 В.

При разрядке аккумулятора в порах активной массы положительных пластин образуется вода, вследствие чего плотность электролита в них будет меньше плотности электролита вокруг пластин. На величину уменьшения плотности электролита в порах пластин соответственно уменьшится и ЭДС аккумулятора. Следовательно, во время разрядки ЭДС аккумулятора $E_{ак}$ всегда меньше ЭДС покоя на величину ΔE .

В начале разрядки из-за образования воды в порах положительных пластин ЭДС аккумулятора $E_{ак}$ быстро снижается. При дальнейшей же разрядке аккумулятора вследствие неодинаковой плотности электролита в порах активной массы пластин и электролита вокруг пластины происходит диффузия электролита внутрь пластин.

Как только установится равновесие образования воды в порах пластин с притоком более плотного электролита в поры, разность плотностей электролита в порах активной массы и вокруг пластин будет неизменной. При этом в течение продолжительного времени разрядки уменьшение ЭДС (ΔE) будет также почти постоянным.

По мере разрядки аккумулятора на поверхности стенок пор активной массы пластин отлагаются кристаллы $PbSO_4$, что вызывает уменьшение проходных сечений пор и снижение скорости диффузии электролита в поры.

По этой же причине плотность электролита в порах активной массы положительных пластин в конце разрядки аккумулятора быстро понижается и вместе с этим быстро снижается ЭДС и напряжение аккумулятора.

Напряжение U_p на зажимах разряжаемого аккумулятора меньше ЭДС аккумулятора $E_{ак}$ на величину падения напряжения внутри аккумулятора ($I_p r_{ак}$).

Таким образом, при разрядке аккумулятора напряжение U_p на его зажимах будет меньше ЭДС покоя E_0 на величину падения напряжения внутри аккумулятора ($I_p r_{ак}$) и величину падения ЭДС (ΔE), т. е.

$$U_p = E_0 - I_p r_{ак} - \Delta E$$

Разрядка аккумулятора при 10-часовом режиме прекращают при напряжении 1,7 В, а при 20-часовом — при 1,75 В.

За это время почти вся активная масса преобразуется в серноокислый свинец. При дальнейшей разрядке аккумулятора напряжение во внешней цепи резко падает, что нарушает нормальную работу потребителей. Кроме того, дальнейшая разрядка вредна, так как ускоряется сульфатация пластин. Следовательно, окончание

процесса нормальной разрядки аккумулятора определяется по величине напряжения и величине плотности электролита.

При выключении цепи разрядки напряжение аккумулятора скачком увеличивается на величину $I_p r_{гяк}$, достигая величины его ЭДС ($E_{ак}$), затем вследствие продолжающейся диффузии электролита в поры пластин его плотность внутри пор повышается, поэтому постепенно возрастает и ЭДС аккумулятора до значения ЭДС покоя, равного 1,95 В. Процесс роста ЭДС аккумулятора после выключения цепи разрядки называется «отдыхом» аккумулятора. Количество электричества, отдаваемое заряженным аккумулятором при его разрядке до допустимого предела (в нашем примере до 1,7 В), называется емкостью аккумулятора. Емкость аккумулятора измеряется в ампер-часах (А-ч) и равна

$$C_p = I_p \times t_p$$

В данном случае $C_p = I_p t_p = 7 \times 10 = 70$ Ач.

Характеристикой зарядки аккумулятора называют зависимости изменения плотности электролита, ЭДС и напряжения аккумулятора от времени зарядки при постоянной силе зарядного тока (рис. 7).

Характеристики зарядки снимают при зарядке аккумулятора постоянной силой тока, соответствующего 10 % номинальной емкости аккумулятора. Для зарядки аккумулятора необходимо, чтобы напряжение зарядного устройства превышало ЭДС аккумулятора. В процессе зарядки силу зарядного тока с помощью реостата поддерживают постоянной. Через равные промежутки времени измеряют напряжение U_3 на зажимах аккумулятора, а также плотность электролита γ ЭДС аккумулятора измеряют при разомкнутой внешней цепи, а ЭДС покоя (E_0) подсчитывают по формуле.

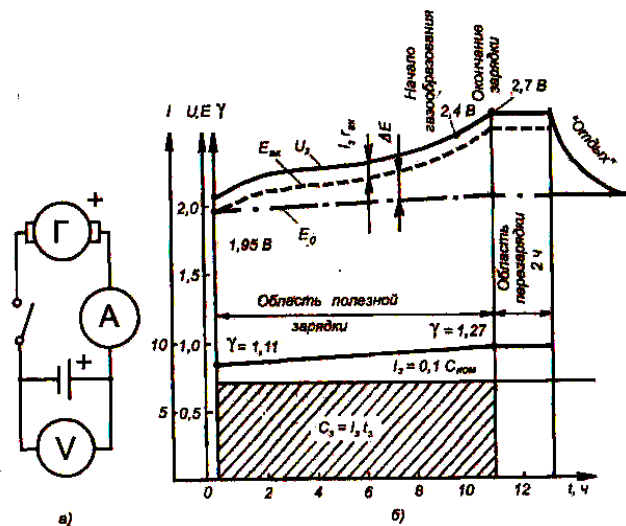


Рис. 7. Схема для определения режима зарядки аккумулятора (а) и характеристика зарядки аккумулятора (б).

Причины изменения величин γ , E_0 , $E_{ак}$ и $U_з$ при зарядке аккумулятора следующие.

Вследствие того, что в процессе зарядки постоянной силой тока в порах активной массы пластин в единицу времени выделяется одинаковое количество серной кислоты и уменьшается количество воды, плотность электролита γ , а вместе с ней и ЭДС покая E_0 аккумулятора будут прямо пропорционально расти (рис. 7, б).

Так как при зарядке аккумулятора в порах активной массы положительных и отрицательных пластин образуется серная кислота, то в результате повышается плотность электролита в порах, поэтому ЭДС аккумулятора возрастет на величину ΔE .

В начале зарядки в порах пластин быстро увеличивается плотность электролита, а вместе с этим быстро растет ЭДС аккумулятора $E_{ак}$. При дальнейшей зарядке из-за растворения кристаллов $PbSO_4$ увеличиваются проходные сечения пор в активной массе, что способствует свободному доступу менее плотного электролита в поры пластин.

Когда установится равновесие между образованием серной кислоты в порах пластин и притоком в поры пластин электролита с меньшей плотностью, то в течение длительного времени зарядки разность плотностей электролита в порах активной массы и вокруг пластин будет оставаться почти неизменной. В течение этого времени рост ЭДС будет также почти неизменным.

Постепенное повышение плотности электролита в баке сопровождается увеличением его вязкости, что замедляет диффундирование в поры активной массы пластин, поэтому в порах несколько повысится плотность у электролита, а вместе с этим повысится и значение ЭДС.

В конце зарядки аккумулятора большая часть активной массы пластин превратится в PbO_2 и Pb , а поэтому часть ионов кислорода и водорода, выделяющихся на пластинах, не вступит в химическую реакцию с активной массой пластин и нейтрализуется, т. е. произойдет «кипение» электролита, что служит признаком окончания процесса зарядки.

Газообразование начинается при напряжении аккумулятора около 2,4 В, интенсивно увеличивается до напряжения 2,7 В и продолжается до момента прекращения зарядки.

В период газообразования положительные ионы водорода, выделяющиеся на отрицательных пластинах, присоединяют к себе недостающие электроны с некоторым запаздыванием, поэтому в конце зарядки аккумулятора вокруг отрицательных пластин будет собираться большое количество положительных ионов водорода, вследствие чего между отрицательными пластинами и электролитом создается дополнительная разность потенциалов (около 0,33 В), увеличивающая напряжение аккумуляторов до 2,7 В. Напряжение U_3 на зажимах заряжаемого аккумулятора будет больше ЭДС покоя E_0 на величину прироста ЭДС (ΔE) и величину падения напряжения внутри аккумулятора $I_r \Gamma_{ак}$:

$$U_3 = E_0 + I_3 \Gamma_{ак} + \Delta E$$

При достижении напряжения аккумулятора 2,7 В и в целях более полного использования активной массы пластин зарядку аккумулятора продолжают при сильном газообразовании, пока напряжение и плотность электролита будут оставаться постоянными в течение 2 ч, что служит признаком окончания процесса зарядки аккумулятора.

При зарядке исправного аккумулятора электричества затрачивают на 10—15 % больше, чем он отдает при разрядке.

После выключения цепи напряжение на зажимах аккумулятора резко падает на величину $I_3 \Gamma_{\text{ак}}$ до значения $E_{\text{ак}}$, затем ЭДС снижается на 0,33 В вследствие нейтрализации ионов водорода и кислорода на пластинах. В дальнейшем ЭДС аккумулятора снижается несколько медленнее до значения E_0 по мере выравнивания плотности электролита, находящегося в порах пластин и между пластинами.

Емкость аккумулятора и емкость аккумуляторной батареи

Емкость аккумулятора определяется количеством электричества, которое отдает полностью заряженный аккумулятор при непрерывной его разрядке постоянной силой тока до конечного значения напряжения. По ГОСТ 959.0—71 номинальная емкость ($C_{\text{ном}}$) стартерных аккумуляторных батарей гарантируется при непрерывной их 20-часовой разрядке силой тока, равной $0,05C_{30}$ до напряжения 1,75 В на отстающем аккумуляторе, при средней температуре электролита 25 °С и его начальной плотности 1,285 г/см³.

Разрешается проводить проверку номинальной емкости аккумуляторной батареи при 10-часовом режиме разрядки силой тока, равной $0,1C_{10}$, до конечного напряжения 1,7 В на отстающем аккумуляторе.

При эксплуатации аккумуляторных батарей разрядная емкость аккумуляторов зависит от следующих факторов: массы и пористости активной массы положительных и отрицательных пластин; силы разрядного тока; температуры электролита; плотности электролита; химической чистоты серной кислоты, воды и материалов, из которых изготовлены решетки и активная масса пластин; чистоты поверхности крышек аккумуляторных батарей; продолжительности работы пластин и др.

Увеличить емкость аккумулятора при одной и той же массе пластин можно путем увеличения числа пластин за счет уменьшения их толщины и увеличения пористости активной массы.

При большем числе пластин, меньшей их толщине и большей пористости активной массы увеличивается площадь соприкосновения активной массы с электролитом, облегчается проникновение электролита в глубокие слои активной массы, а следовательно увеличивается количество активной массы, участвующей в химических реакциях, что повышает емкость аккумулятора.

Сила разрядного тока также влияет на емкость аккумуляторной батареи (рис. 8). При увеличении силы разрядного тока, особенно при включении стартера, внутри пор активной массы положительных пластин образуется большое количество воды, поэтому плотность электролита в порах значительно снижается. Следовательно, поверхностные слои активной массы пластин будут омываться более плотным электролитом и вследствие более интенсивного химического процесса они разрядятся быстрее, а образующийся при этом сернокислый свинец закупорит поры активной массы, уменьшив поступление свежего электролита внутрь пластин. Кроме того, кристаллы $PbSO_4$ покрывают стенки пор активной массы, из-за чего затруднится использование химической энергии, накопленной во внутренних слоях активной массы пластин, и замедлится ее преобразование в электрическую энергию, что приводит к уменьшению разрядной емкости аккумуляторной батареи. Это нужно учитывать при пуске двигателя стартером, особенно в зимнее время.

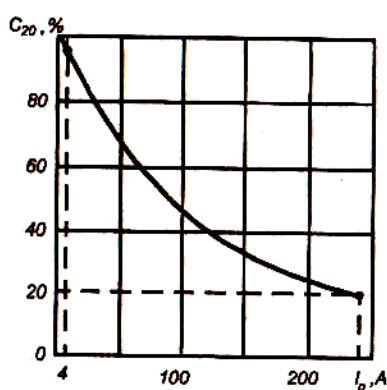


Рис. 8. Зависимость емкости аккумуляторной батареи 3СТ-80 от силы разрядного тока при температуре электролита $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$

При 10-часовом режиме разрядки работает около 50 % активной массы пластин, а при стартерном режиме — не более 15 %. С увеличением силы разрядного тока значительно уменьшается плотность электролита в порах активной массы положительных пластин, поэтому понижаются ЭДС и напряжение аккумулятора. Кроме того, напряжение понижается в результате увеличения падения напряжения внутри аккумулятора. Из-за быстрого снижения напряжения приходится преждевременно прекращать разрядку аккумуляторной батареи, и значительная часть разрядной емкости остается неиспользованной.

Во избежание образования крупных кристаллов сернокислого свинца разрядку аккумулятора при 10-часовом режиме прекращают при конечном напряжении 1,7 В; при 20-часовом режиме — 1,75 В; при стартерном режиме разрядки силой тока $3C_{20}$ и начальной температуре электролита $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 1,5 В; при стартерном режиме разрядки силой тока $3C_{20}$ и начальной температуре электролита $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 1 В (рис. 9).



Рис. 9. Разрядные характеристики аккумулятора при различной силе разрядного тока и температуре электролита $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$: 1 — 5-минутный режим разрядки силой тока $0,25C_{20}$, $I_p = 240\text{ A}$, $C_p = 20\text{ A}$; 2 - 10-часовой режим разрядки силой тока $0,87C_{20}$, $I_p = 7\text{ A}$, $C_p = 70\text{ A}$; 3 — 20-часовой режим разрядки силой тока C_{20} . $I_p = 4\text{ A}$, $C_p = 80\text{ A}$

В соответствии с ГОСТ 959.0—71 у исправных аккумуляторных батарей параметры стартерной разрядки силой тока от C_{20} до $3C_{20}$ при начальной температуре $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.6.

При двойных сепараторах повышается внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи, вследствие чего при ее разрядке быстрее снижается напряжение до допустимого предела, что вызывает необходимость более раннего прекращения ее разрядки.

Применение двойных сепараторов снижает продолжительность стартерной разрядки примерно на 10 %, а следовательно, и емкость батареи уменьшается на 10 %.

Таблица 2.6. Емкости аккумуляторных батарей при различных режимах разрядки, Ач

Минимальная продолжительность разрядки		Напряжение на зажимах аккумуляторной батареи, В					
		начальное, после разрядки через 5-7 ч				конечное	
с одинарными сепараторами	с двойными сепараторами	с одинарными сепараторами		с двойными сепараторами			
		6	12	6	12		
3	2,7	4.1	8.2	4	8	3	6

Большое влияние на разрядную емкость оказывает температура электролита. Номинальная емкость гарантируется при температуре электролита +25 °С.

С понижением температуры увеличивается вязкость электролита, что затрудняет его проникновение в поры глубоких слоев активной массы пластин; при этом поверхностные слои активной массы быстрее преобразуются в $PbSO_4$ и кристаллы $PbSO_4$ и закрывают поры активной массы. Поэтому химическая энергия, накопленная в глубоких слоях активной массы пластин, полностью не используется, а разрядная емкость аккумуляторной батареи понижается. При понижении температуры электролита ниже +25 °С емкость аккумуляторной батареи при разрядке силой тока $0,05C_{20}$ до $0,1C_{20}$, уменьшается на 1 % на каждый градус понижения температуры, а при большей силе разрядного тока уменьшение емкости доходит до 2 %.

При увеличении температуры электролита от +25 до +45 °С емкость аккумуляторной батареи будет на 10—14 % выше номинальной. Однако при этом возможно сильное коробление пластин, сползание активной массы и разрушение решеток положительных пластин.

Влияние понижения температуры электролита на емкость аккумуляторной батареи особенно сказывается в зимнее время при пуске двигателя стартером. Так,

при разрядке аккумуляторной батареи ЗСТ-80 силой тока 240 А ($3C_{20}$) при температуре электролита +25 °С разрядная емкость аккумуляторной батареи равна 20 Ач, что соответствует приблизительно 25 % номинальной, а при той же силе разрядного тока, но при температуре электролита —18 °С, разрядная емкость будет равна 12 Ач, что составляет около 15 % номинальной емкости аккумуляторной батареи (рис. 10).

Для получения большей разрядной емкости в зимнее время аккумуляторную батарею утепляют, особенно со стороны аккумуляторных крышек, так как около 80 % тепла отдается с меж аккумуляторных перемычек. Емкость аккумуляторной батареи при эксплуатации непрерывно изменяется.

В начале эксплуатации емкость новой аккумуляторной батареи возрастает вследствие увеличения количества активной массы пластин, преобразующейся в перекись свинца и губчатый свинец. Однако при длительной эксплуатации емкость аккумуляторной батареи снижается из-за выпадения активной массы или ее отслаивания от решеток пластин, образования крупнокристаллического серноокислого свинца, уплотнения активной массы отрицательных пластин и по другим причинам.

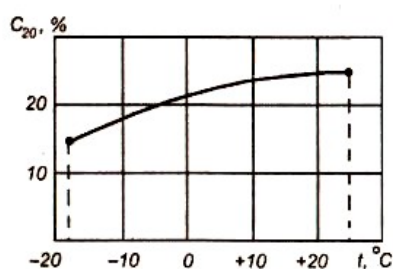


Рис. 10. Зависимость емкости аккумуляторной батареи ЗСТ-80 от температуры электролита при силе разрядного тока 240 А

Для определения емкости аккумуляторной батареи ее сначала полностью заряжают силой тока $0,05C_0$ и доводят плотность электролита до 1,285 г/см³. Затем разряжают силой тока $0,05C_{20}$ до тех пор, пока на одном из отстающих аккумуляторов напряжение не понизится до 1,75 В. При силе разрядного тока $0,1C_{20}$ раз-

рядку аккумуляторной батареи прекращают, когда на одном из аккумуляторов напряжение не понизится до 1,7 В.

При стартерном режиме разрядки аккумуляторную батарею разряжают силой тока $3C_{20}$.

Если начальная температура электролита была +25 °С, разрядку аккумуляторной батареи прерывают, когда на одном из аккумуляторов напряжение понизится до 1,5 В.

При начальной температуре электролита — 18 °С разрядку аккумуляторной батареи прерывают, когда на одном из аккумуляторов напряжение понизится до 1 В.

Емкость аккумулятора определяют по формуле

$$C = I_p t_p$$

где I_p — разрядный ток; t_p — время разрядки.

Если разрядка аккумуляторной батареи протекала при силе разрядного тока $0,05C_{20}$ и температуре электролита не +25 °С, подсчитывают действительную емкость аккумуляторной батареи, приведенную к температуре +25 °С, по формуле

$$C_{пр} = \frac{C_{из}}{1 + 0,01 \times (t^0 - 25)},$$

$$\text{пр } 1 + 0,01(t^0 - 25)'$$

где $C_{пр}$ — емкость батареи, приведенная к температуре +25 °С; $C_{из}$ — измеренная емкость, полученная умножением силы разрядного тока на время разрядки аккумуляторной батареи; t — средняя температура электролита в аккумуляторах во время разрядки; 0,01 — температурный коэффициент изменения емкости в интервале от +18 до +27 °С.

Емкость аккумуляторной батареи при последовательном соединении одинаковых по емкости аккумуляторов равна емкости одного аккумулятора, а ЭДС аккумуляторной батареи равна сумме ЭДС аккумуляторов, входящих в нее.

При параллельном соединении аккумуляторов емкость аккумуляторной батареи будет равна сумме емкостей всех аккумуляторов, а ЭДС аккумуляторной батареи равна ЭДС одного аккумулятора.

Обычно параллельно соединяют аккумуляторные батареи в 12 Вт с целью увеличения емкости для пуска двигателя стартером, потребляющим ток большой силы.

Внутреннее сопротивление аккумуляторных батарей

От величины внутреннего сопротивления аккумуляторов зависит максимальная сила тока в цепи стартера при пуске двигателя.

Внутреннее сопротивление заряженной аккумуляторной батареи ЗСТ-80 при плотности электролита $1,27 \text{ г/см}^3$ и температуре $+40^\circ\text{C}$ составляет $0,01 \text{ Ом}$, а при -20°C увеличивается до $0,02 \text{ Ом}$. Внутреннее сопротивление аккумулятора уменьшается с увеличением числа пластин и их размеров, уменьшением расстояния между пластинами, при увеличении пористости сепараторов, с увеличением плотности электролита до $1,22 \text{ г/см}^3$ и температуры электролита, и с уменьшением количества кристаллов PbSO_4 в активной массе пластин.

Техническое обслуживание аккумуляторной батареи

Срок службы и исправность аккумуляторной батареи во многом зависят от своевременного технического обслуживания. Аккумуляторная батарея должна содержаться в чистоте, так как загрязнение ее поверхности приводит к повышенному саморазряду. При техническом обслуживании поверхность аккумуляторной батареи протирают 10%-ным раствором нашатырного спирта или кальцинированной соды, после чего вытирают чистой сухой ветошью.

Во время зарядки в результате химической реакции выделяются газы, значительно повышающие давление внутри аккумуляторов. Поэтому вентиляционные отверстия в пробках необходимо периодически прочищать тонкой проволокой. Учитывая, что при работе аккумуляторной батареи образуется гремучий газ (смесь водорода с кислородом), нельзя ее располагать вблизи открытого огня.

Необходимо периодически проверять уровень электролита и его плотность, а при необходимости производить полную проверку аккумуляторной батареи для более точного определения ее состояния и пригодности к дальнейшей эксплуатации.

При длительном хранении аккумуляторную батарею необходимо снять с автомобиля, полностью зарядить и хранить в заряженном состоянии в сухом месте при температуре не выше 0°C и не ниже минус 30°C , имея в виду, что, чем ниже температура электролита, тем меньше его саморазрядка. Каждые три месяца следует проверять заряженность аккумуляторной батареи по плотности электролита и при необходимости производить ее подзарядку.

При хранении аккумуляторной батареи непосредственно на автомобиле следует отсоединить провода от полюсных выводов (если отсутствует специальный выключатель). Надо помнить, что температура замерзания электролита плотностью $1,1\text{ г/см}^3$ составляет минус 7°C , плотностью $1,22\text{ г/см}^3$ — минус 37°C , плотностью $1,31\text{ г/см}^3$ — минус 66°C . Замерзание электролита приводит к разрушению и короблению пластин, появлению трещин в баке и выходу из строя аккумуляторов.

При необходимости срочного ввода в эксплуатацию сухозаряженной аккумуляторной батареи как исключение допускается установка аккумуляторной батареи на автомобиль без проверки плотности и напряжения после 20 мин пропитки. Однако это возможно лишь при небольшом (не более 1 года) сроке хранения аккумуляторной батареи с момента ее изготовления и при температуре заливаемого электролита и окружающего воздуха не ниже $+15^{\circ}\text{C}$. После этого при первой же возможности следует проверить плотность электролита и напряжение аккумуляторной батареи и при необходимости произвести ее подзарядку.

Зарядку аккумуляторной батареи рекомендуется производить электрическим зарядом, равным $1/10$ ее емкости. После начала газовыделения следует снизить вдвое силу зарядного тока.

После окончания зарядки выравнивают уровень и окончательно корректируют плотность электролита.

Не следует контролировать уровень электролита сразу после зарядки или длительной поездки, так как при этом его уровень может оказаться несколько повышенным из-за бурного газовыделения. В этом случае следует дать аккумуляторной батарее отстояться до полного прекращения газовыделения, а затем уже контролировать уровень электролита.

Определение степени разряженности аккумуляторов и батарей

Считается что снижение плотности электролита на 10 кг/м^3 (0.01 г/см^3) по отношению к плотности у полностью заряженного аккумулятора соответствует разряду аккумулятора примерно на 6%. Например, если плотность электролита в заряженном аккумуляторе была 1280 кг/м^3 (1.28 г/см^3), а измерения при 298°К ($+25^\circ \text{C}$) до 1220 кг/м^3 (1.22 г/см^3), то плотность понизилась на 60 единиц, что соответствует 36% разряженности.

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

Аккумуляторные батареи, имеющие степень разряженности более 25% зимой и 50% летом, должны сниматься с автомобиля и заряжаться в аккумуляторном цехе.

Необходимо учитывать, что снижение плотности электролита в аккумуляторах (банках) может происходить не только в результате разряда, но и в результате действия неисправностей (сульфатация пластин, замыкания электродов).

Для того чтобы определить эти неисправности и подтвердить подсчитанную степень разряженности, необходимо измерить ЭДС и напряжение аккумулятора под нагрузкой.

Определение ЭДС аккумуляторов по плотности и вольтметром

ЭДС аккумулятора определяется по уравнению, которое имеет следующий вид:

$$E_0 = 0.84 + v_{25} \times 10^{-3}.$$

Но величину ЭДС с достаточной точностью можно определить вольтметром без нагрузки (рис 8), так как:

$$U_B = E_0 - I_B \times R_A,$$

где U_B - показания вольтметра; I_B - сила тока, потребляемая вольтметром; R_A - внутреннее сопротивление аккумулятора.

Так как величины R_A и I_B малы, то практически величина $I_B \times R_A$ близка нулю и вольтметр показывает величину E_0 , то $U_B = E_0$. Сравнивая величины ЭДС, подсчитанной и измеренной, судят о наличии неисправностей аккумуляторной батареи.

Если $U_B = E_0$, то степень разряженности, подсчитанная по плотности, соответствует действительной. Если $U_B = 0$, то в аккумуляторе имеет место полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи. Для определения обрыва необходимо замерить напряжение батареи. Если U_B значительно меньше E_0 (например $U_B = 0.15 \dots 1.5 B$), в аккумуляторе имеется частичное замыкание электродов. Если U_B больше E_0 , то в аккумуляторе сульфатированы электроды или отстоялся электролит.

У аккумуляторных батарей со скрытыми межэлементными соединениями замеряется ЭДС всей аккумуляторной батареи, а ЭДС по плотности подсчитывается как сумма E_0 всех аккумуляторов (банок). Если при измерении вольтметром ЭДС батареи равна нулю, то в цепи одного или нескольких аккумуляторов (банок) имеется обрыв. Если напряжение батареи, замеренное вольтметром, равно 10В, то в одном аккумуляторе (банке) полное или в нескольких – частичное короткое замыкание. Частичное замыкание электродов можно устранить промывкой аккумулятора дистиллированной водой. При полном коротком замыкании батарею нужно ремонтировать.

К сожалению, с помощью измерения и подсчета ЭДС невозможно выявить наличие таких неисправностей, как уплотнение активного вещества и разрушение электродов.

Определить эти неисправности, а также выявить общую пригодность аккумуляторных батарей к эксплуатации позволяет измерение напряжения под нагрузкой.

Измерение напряжения аккумуляторных батарей под нагрузкой

Напряжение каждого аккумулятора под нагрузкой, близкой к стартерной, измеряется пробником Э108 (см. рис. 3) или нагрузочной вилкой ЛЭ2 (см. рис. 11).

Для проверки аккумуляторов батарей емкостью 45...100 А × ч пробником Э108 необходимо:

- затянуть гайку – 6 и отвернуть гайку – 3 (см. рис. 3);
- если емкость батареи 100...145 А × ч, то гайку – 3 завертывают, а гайку – 6 отвертывают;
- если емкость батареи 145...190 А × ч, завертывают обе гайки.

Испытывая аккумуляторы, плотно прижимают острия ножек к выводам проверяемого аккумулятора и в конце пятой секунды определяют напряжение по вольтметру. На сильно окисленных выводах необходимо сделать царапины ножками прибора для создания надежного электрического контакта. Так как величина тока разряда близка к стартерной, то повторные измерения напряжения под нагрузкой будут несколько ниже вследствие частичного разряда аккумуляторов. Увеличивать время проверки аккумулятора нельзя, так как это повлечет за собой получение неверного результата измерений.

Напряжение исправного и полностью заряженного аккумулятора (банки) в конце пятой секунды при проверке нагрузочной вилкой ЛЭ2 должно быть не менее 1.7В и не менее 1.4В при проверке пробником Э108. напряжение всех аккумуляторов (банок) не должно отличаться более чем на 0.1В. при меньших величинах

напряжения батарея к эксплуатации непригодна и ее нужно заряжать или ремонтировать.

Заключение о техническом состоянии аккумуляторов делается с учетом всех ранее замеренных и подсчитанных параметрах. Например, если $\lambda_{25} = 1270 \text{ кг/м}^3$; $U_B = E_0$ (батарея заряжена), но напряжение под нагрузкой $U_B = 1.3 \text{ В}$, то это свидетельствует о разрушении электродов или уплотнении активного вещества. Такая аккумуляторная батарея требует ремонта.

При проверке под нагрузкой аккумуляторной батареи со скрытыми межаккумуляторными перемычками пробником Э107 (рис 11.) заворачивают до упора гайку – 6 (см. рис. 5). Затем острие контактной ножки плотно прижимают к плюсовому выводу проверяемой батареи, а наконечник щупа – 8 прижимают к минусовому выводу. Аккумуляторная батарея, напряжение которой будет меньше 8.9В, к эксплуатации непригодна и должна заряжаться или ремонтироваться.

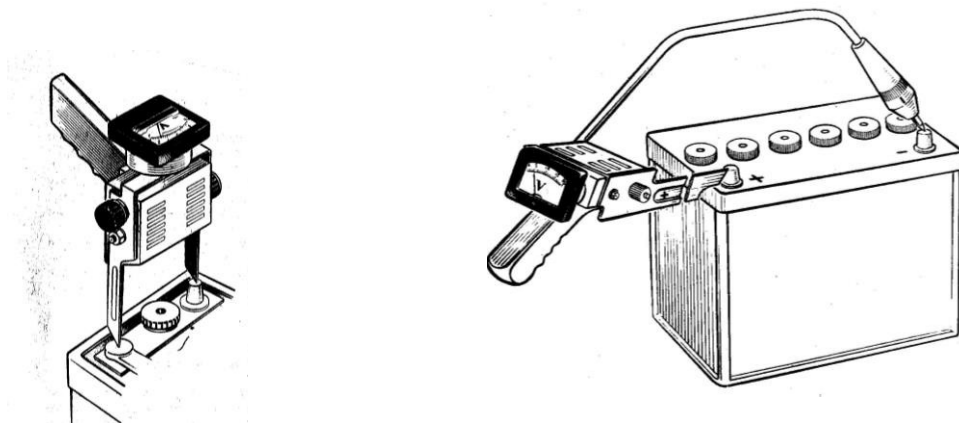


Рис 11 Измерение напряжения аккумуляторных батарей под нагрузкой

После проверки работоспособности отдельных аккумуляторов пробником Э108 или нагрузочной вилкой ЛЭ2 нельзя сделать вывод о пригодности всей батареи к эксплуатации, так как в батарее могут быть трещины перегородок или обрывы в соединении соседних аккумуляторов (банок).

Измерение ЭДС двух соседних аккумуляторов (банок)

Это измерение производится вольтметром для аккумуляторных батарей с внешними соединениями аккумуляторов (банок) для определения трещин в перегородках моноблока. Замеряя ЭДС двух соседних аккумуляторов (банок) (рис.11), плюсовой зажим вольтметра соединяют с плюсовым выводом одного аккумулятора, а минусовой зажим с минусовым выводом соседнего аккумулятора. Напряжение двух соседних аккумуляторов (банок) должно быть равно сумме напряжения их обоих, если же оно равно напряжению одного аккумулятора (банки), то эти аккумуляторы соединены между собой электролитом, проникающим в трещину перегородки моноблока.

Определение падения напряжения на мастике и крышках

Для определения этой неисправности необходимо один зажим вольтметра (рис.11) 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 (у обслуживаемой аккумуляторной батареи), и общей крышке (у необслуживаемой аккумуляторной батареи) тканью, смоченной в 10%-ным водным раствором пищевой соды или нашатырного спирта.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ №1

Аккумуляторный денсиметр с пипеткой (рис. 133) предназначен для измерения плотности электролита аккумуляторных батарей. Денсиметр 3 помещен в стеклянной пипетке 2, на которую надета резиновая груша 1. Денсиметр имеет шкалу 1100... 1300 кг/м³.

Денсиметр с шкалой 1100...1300 кг/м³ проградуирован при температуре 298 °К (25 °К), поэтому показания денсиметра будут соответствовать действительным значениям плотности только при этой температуре.

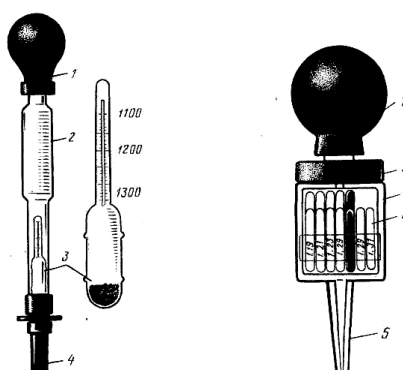


Рис. 134. Плотномер:
1 — резиновая груша; 2 — крышка; 3 — корпус; 4 — поплавки; 5 — трубка

131

Рис 12 Ореометр и плотномер

1 — пипетка, 2 — колба, 3 — денсиметр, 4,5 -наконечник

При измерении плотности электролита, имеющего другую температуру, показания денсиметра будут иметь погрешность соответственно 0,7 кг/м³на каждый градус изменения температуры.

Плотномер (рис. 12) состоит из резиновой груши 1, крышки 2, пластмассового прозрачного корпуса 3 с трубкой 5 и семи пластмассовых поплавков 4 с различными массами и коэффициентами расширения. Применение таких поплавков позволяет исключить погрешность измерения плотности при изменении температуры электролитов. Поплавок, регистрирующий плотность 1,27 г/см³, окрашен. На корпусе против каждого поплавка выполнена надпись наименьшей плотности, при которой всплывает поплавок. Величину плотности определяют по

тому всплывшему поплавку, против которого выполнена надпись с большей цифрой.

Определение плотности производят по положению поплавков через некоторое время после заполнения корпуса электролитом, что необходимо для выравнивания температуры электролита и поплавков.

Аккумуляторный пробник Э108 (рис. 13) предназначен для проверки работоспособности аккумуляторов батарей емкостью от 45 до 190 А - ч с внешними межаккумуляторными соединениями.

Пробник состоит из кожуха 2, в котором установлены три нагрузочных резистора 5 из нихрома сопротивлением по 0,011 Ом (два из них соединены параллельно), вольтметра / с двусторонней шкалой, контактных ножек 4, контактных гаек 3 и 6 и ручки 7.

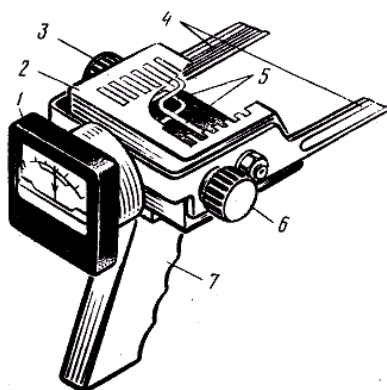


Рис 13.1 Э108 Нагрузочная вилка ЛЭ-2:

1 — вольтметр; 2 — кожух; 3, 6 - контактные гайки; 4 — контактные ножки; 5 — нагрузочный резистор; 7 — ручка

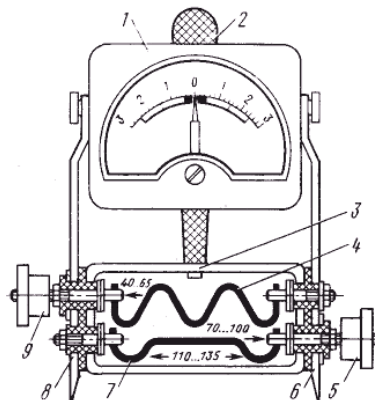


Рис 13.2 Э108 Нагрузочная вилка ЛЭ-2:

1 — вольтметр; 2 — рукоятка; 3 — кожух; 4, 7 —нагрузочные резисторы; 5, 9 —контактные гайки; 6, 8 — ножки

Контактными гайками включаются нагрузочные резисторы в соответствии с емкостью проверяемой батареи. На контактных ножках указан порядок включения резисторов.

Нагрузочная вилка ЛЭ-2 (рис. 136) предназначена для проверки работоспособности аккумуляторов батарей емкостью 40... 135 А-ч. В кожухе 3 расположены два нагрузочных резистора 4 и 7. Резистор 7 (0,01 Ом) включается контактной гайкой 5, а резистор 4 (0,02 Ом) — гайкой 9.

Аккумуляторный пробник Э107 (рис. 14) предназначен для проверки работоспособности аккумуляторных батарей емкостью 55... 190 А-ч со скрытыми межаккумуляторными соединениями, а также для измерения напряжения в автомобильных электрических цепях напряжением до 12 В.

В кожухе 3 установлены два нагрузочных резистора 4, выполненных в виде спиралей из нихрома. К кронштейну 2 крепится по одному концу каждого резистора, проводник от щупа 8 и вольтметр /. Резисторы 4 подключаются к ножке 5 при помощи контактной гайки 6. Сопротивление двух параллельно соединенных резисторов 0,1 Ом. На шкале вольтметра выполнена отметка на значении 8,9 В, что облегчает отсчет напряжения.

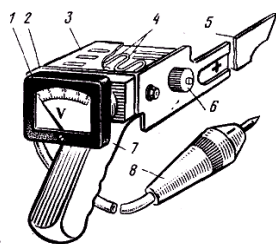


Рис. 14. Аккумуляторный пробник Э107:

вольтметр; 2- кронштейн; 3- кожух;

4 — нагрузочные резисторы; 5 — контактная гайка; рукоятка; 8 — щуп

IV. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРИБОРОВ И АППАРАТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Таблица 2. Величины плотности электролита в аккумуляторных батареях

Плотность электролита, кг/м ³ Климатические зоны (средняя месячная температура в январе, °С)	Время года	Плотность электролита Кг/м ³	
		заливаемого	заряженной батареи
Очень холодная (от —50 до —30)	Зима	1280	1300
	Лето	1240	1260
Холодная (от —30 до —15)	То же	1260	1280
Умеренная (от —15 до —8)	То же	1240	1260
Жаркая (от —15 до +4)	То же	1220	1240
Теплая влажная (от 0 до + 4)	То же	1200	1220

Пр и м е ч а н и е . Допускаются отклонения плотности от приведенных величин не более ± 10 кг/ м³.

V. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как определить фактическую емкость батареи?
2. Почему при измерении плотности электролита необходимо учитывать его температуру?
3. Как определяется степень разряда аккумулятора по плотности?
4. Каковы причины и признаки ускоренного саморазряда?
5. Как определяется и устраняется сульфатация?
6. Как можно определить замыкание разноименных электродов?
7. Какой способ проверки аккумулятора и почему дает более полное представление о его техническом состоянии: измерение напряжения под нагрузкой

или измерение плотности электролита?

8.Как определить, какое сопротивление в нагрузочной вилке (пробнике) необходимо подключить при определении напряжения под нагрузкой, не пользуясь обозначениями на ножках?

9.От каких факторов зависит время заряда батарей?

10. Каковы преимущества и недостатки аккумуляторных батарей со скрытыми межаккумуляторными соединениями?

11.Как устранить ускоренный саморазряд из-за загрязненного электролита?

12.Как производится корректировка плотности электролита после заряда батареи от зарядного устройства?

13.Порядок приведения сухозаряженных батарей в рабочее состояние.

14.Как производится расчет количества аккумуляторных батарей для заряда от зарядного устройства?

15.Правила хранения аккумуляторных батарей.

Литература

1. Расказова Л., Роман К. Эксплуатация обслуживание ремонт автомобилей ВАЗ 2108, 2109,21099. ООО «Книжное издательство «За-рулем»», 107045, Москва, 2015г., 280 с.
2. Сорманов А.П., Тимошина Т.П., Козлов С.А., Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ВАЗ 2110, 2111, 2112, ООО «Издательство Астрель», 129085, Москва, 2015г., 207 с.
3. Солдатов Р., Шорохов А., «Эксплуатация, обслуживание и ремонт автомобиля LADAVESTA», ООО «Мир Автокниг», 117036, Москва, 2015г., 240 с.
4. Кондратьев А.В. «Устройство, эксплуатация, обслуживание, ремонт автомобиля LADA VESTA», ООО «Третий Рим», Москва, 2016г., 336 с.

