

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СТАРТЕРНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург

2018

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

Пузаков, А.В.

П 88 Исследование работы стартерной аккумуляторной батареи: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018.

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат сведения об устройстве и принципе действия свинцово-кислотных аккумуляторов и конструкции стартерных аккумуляторных батарей.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплин «Электрооборудование автомобилей и тракторов» и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2018

© ОГУ, 2018

Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы	5
2 Содержание работы.....	5
3 Оборудование	5
4 Краткие теоретические сведения.....	6
4.1 Принцип действия аккумулятора	7
4.2 Устройство аккумулятора	7
4.3 Конструкция аккумуляторных батарей	9
4.4 Маркировка аккумуляторных батарей.....	10
4.5 Параметры автомобильных батарей	12
4.6 Эксплуатация аккумуляторных батарей.....	13
4.7 Техническое обслуживание аккумуляторных батарей	14
5 Порядок выполнения работы	16
5.1 Внешний осмотр.....	16
5.2 Измерение уровня электролита	17
5.3 Измерение плотности электролита	18
5.4 Определение степени разряженности аккумуляторов и батарей.....	20
5.5 Определение ЭДС аккумуляторов по плотности и вольтметром	21
5.6 Измерение напряжения под нагрузкой.....	22
5.7 Составление отчета	23
5.8 Оценка технического состояния аккумуляторной батареи	24
5.9 Исследование разрядной характеристики аккумуляторной батареи.....	26
5.10 Исследование зарядной характеристики аккумуляторной батареи.....	27
6 Контрольные вопросы	30
Список использованных источников	34
Приложение А (рекомендуемое) Бланк лабораторной работы	36

Введение

Лабораторные работы по электрооборудованию автомобилей выполняются в специализированной лаборатории в соответствии с учебным планом дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования».

Лабораторная работа «Исследование работы стартерной аккумуляторной батареи» содержит сведения об устройстве и принципе действия свинцово-кислотных аккумуляторов, конструкции стартерных аккумуляторных батарей.

Указаны сведения о маркировке автомобильных батарей, их основных параметрах и характеристиках. Представлены существующие способы заряда автомобильных аккумуляторов, а также особенности их хранения, эксплуатации и технического обслуживания.

Лабораторный практикум содержит порядок проведения основных процедур, позволяющих оценить техническое состояние автомобильных аккумуляторных батарей, а также сделать вывод об их пригодности к эксплуатации на транспортных средствах.

Контрольные вопросы позволяют оценить, как степень подготовленности студентов к проведению лабораторной работы, так и общий уровень знаний по данному разделу курса.

Использование бланков, приведенных в приложении, позволяет снизить время на подготовку и оформление отчета по лабораторной работе.

1 Цель работы

1. Приобрести практические навыки оценки технического состояния стартерных аккумуляторных батарей.
3. Исследовать разрядно-зарядную характеристику стартерной аккумуляторной батареи.
4. На основании анализа полученных данных сделать вывод о пригодности аккумуляторной батареи к дальнейшей эксплуатации.

2 Содержание работы

Внешний осмотр батареи; измерение уровня, плотности и температуры электролита; измерение ЭДС и напряжения батареи под нагрузкой; определение степени разряженности батареи; исследование и построение характеристик батареи при заряде и разряде; оценка технического состояния батареи; составление отчета.

3 Оборудование

Исследуемая стартерная аккумуляторная батарея, стеклянная мерная трубка диаметром от 5 до 8 мм, ареометр со шкалой от 1100 до 1300 кг/м³, кислотостойкий термометр со шкалой от 0°С до 100°С, цифровой мультиметр М890G, нагрузочная вилка Н-2001, нагрузочный стенд КИ-1093, зарядное устройство ВАК-5М.

4 Краткие теоретические сведения

Аккумуляторная батарея на автомобиле выполняет четыре основные функции:

1. Надежный запуск двигателя.
2. Энергоснабжение при выключенном двигателе (неработающем генераторе).
3. Компенсация дефицита энергии при работе совместно с генератором.
4. Сглаживание пульсаций напряжения бортовой сети.

Стартерные аккумуляторные батареи должны удовлетворять следующим основным требованиям (ГОСТ Р 53165-2008):

1. Обеспечивать необходимый для работы стартера разрядный ток.
2. Обладать запасом энергии для питания потребителей при неработающем двигателе или в аварийной ситуации.
3. Сохранять работоспособность при повышенной (до плюс 60 °С) и пониженной (до минус 50 °С) температуре окружающей среды.
4. Обладать герметичностью. Электролит не должен выливаться при наклоне на 45°.
5. Принимать заряд для восстановления израсходованной емкости.
6. Удовлетворять требованиям стандарта по расходу воды и саморазряду.
7. Иметь высокую механическую и вибрационную прочность.
8. Срок службы батареи должен составлять не менее 24 (48) месяцев или 90 (100) тыс. км пробега.

На подавляющем большинстве автомобилей получили применение свинцово-кислотные аккумуляторы.

4.1 Принцип действия аккумулятора

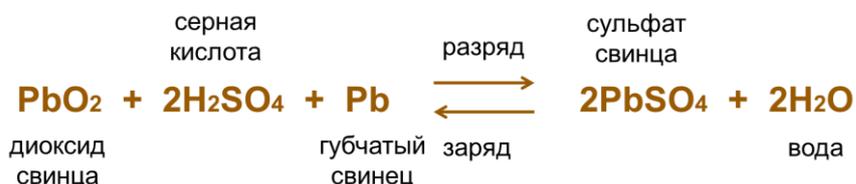
В свинцово-кислотном аккумуляторе в токообразующих процессах участвуют:

- диоксид свинца PbO_2 (окислитель) положительного электрода;
- губчатый свинец Pb (восстановитель) отрицательного электрода;
- электролит - водный раствор серной кислоты (H_2SO_4).

При подключении потребителя происходит разложение серной кислоты и образование воды. На положительном и отрицательном электродах образуется сульфат свинца ($PbSO_4$).

При подключении источника происходит восстановление губчатого свинца на отрицательном электроде, диоксида свинца – на положительном электроде и серной кислоты в электролите.

Химическая реакция, протекающая в аккумуляторе, описывается следующим уравнением:



4.2 Устройство аккумулятора

Аккумулятор содержит два полублока отрицательных и положительных пластин, разделенных между собой сепараторами. Каждая пластина состоит из активной массы и решетки, которая служит токоотводом и основой удерживающей активную массу.

В верхней части решетки имеется ушко, с помощью которого пластины привариваются к соединительному мостику (баретке), имеющему общий вывод для соединения аккумуляторов в батарею.

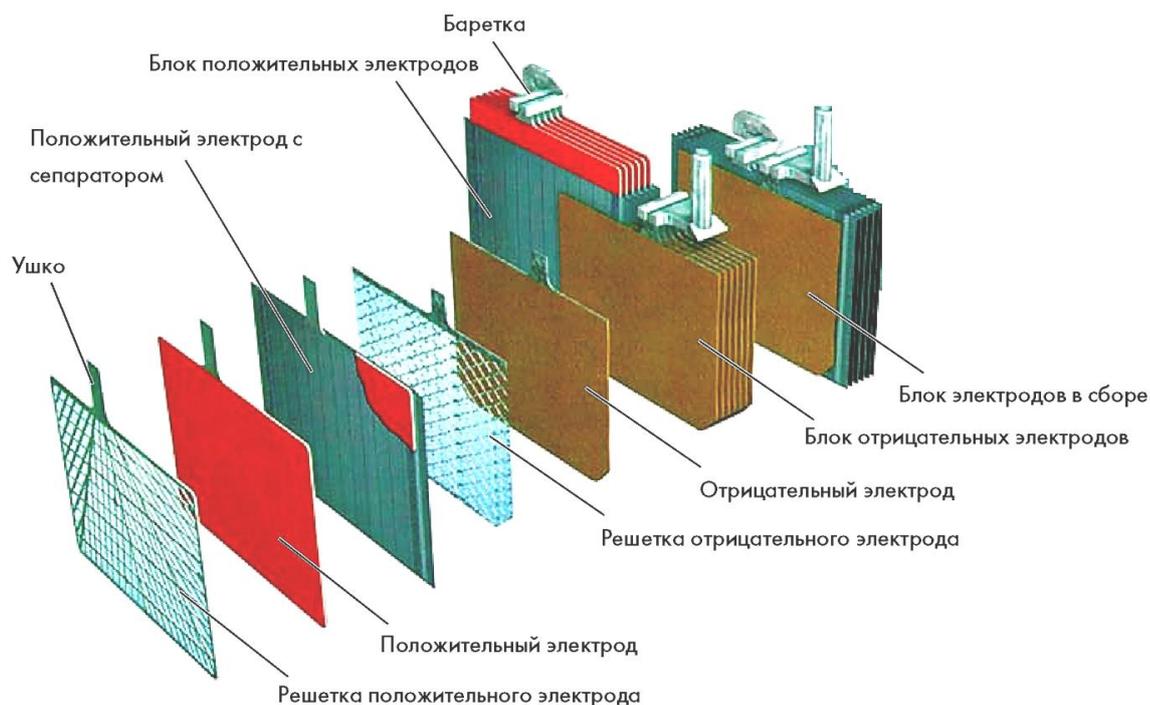


Рисунок 4.1 – Устройство аккумулятора

Основой материала решеток является свинец с добавками других веществ. Добавление к свинцу сурьмы увеличивает прочность, но приводит к повышенному расходу воды.

Замена сурьмы кальцием уменьшает расход воды практически до нуля, однако снижает устойчивость батареи к глубоким разрядам. Гибридные батареи имеют в составе положительных пластин – сурьму, а в отрицательных – кальций.

Легирование серебром предохраняет свинцовую основу от коррозии и снижает деформацию решеток.

Сепаратор, изготовленный из микропористого кислотостойкого материала, служит для предотвращения замыкания разноименных пластин и обеспечения запаса электролита.

4.3 Конструкция аккумуляторных батарей

Аккумуляторная батарея представляет собой ряд (3,6,12) последовательно соединенных аккумуляторов, помещенных в единый корпус (моноблок), изготовленный из термопластмассы.

Для соединения аккумуляторов служат межэлементные соединения. Сверху моноблок закрывается общей крышкой, образуя неразборную конструкцию. На крышке имеется два полюсных вывода (терминала) для присоединения батареи во внешнюю цепь.

Положительный вывод (терминал) больше отрицательного, для исключения возможности неправильного подключения аккумуляторной батареи.

Полюсные выводы (терминалы) помимо конструктивных отличий могут различаться расположением: прямая и обратная полярность.

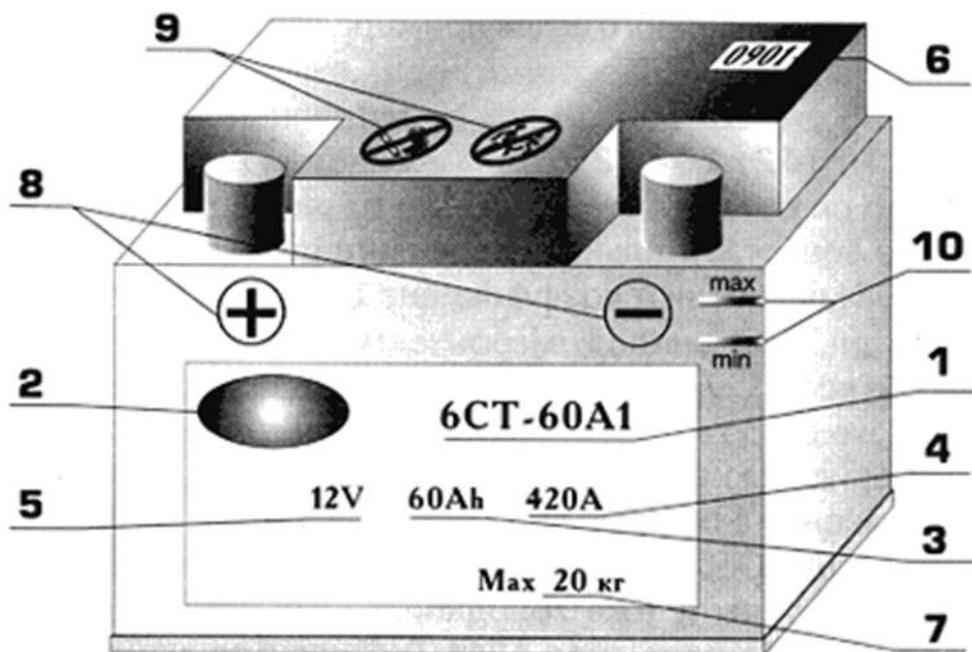
Индикатор позволяет оценить степень заряженности батареи и уровень электролита в батарее.

Зеленый цвет индикатора свидетельствует о достаточной степени заряженности батареи (>65 %) и ее исправности.

Черный цвет свидетельствует о недостаточной степени заряженности батареи (<65 %) и необходимости ее подзаряда.

Бесцветный глазок свидетельствует о слишком низком уровне электролита и необходимости замены батареи.

4.4 Маркировка аккумуляторных батарей



1 – обозначение типа батареи, 2 – товарный знак завода-изготовителя, 3 – номинальная емкость, А·ч, 4 – ток холодной прокрутки, А, 5 – номинальное напряжение, В, 6 – дата изготовления, 7 – масса батареи, кг, 8 – обозначение полярности, 9 – знаки безопасности, 10 – уровень электролита.

Рисунок 4.2 – Маркировка аккумуляторных батарей

Согласно ГОСТ Р 53165-2008 обозначение типа батареи включает:

6СТ-55L

(1)(2) (3)(4)

1 – цифра, указывающая число последовательно соединённых аккумуляторов в батарее (3, **6** или 12)

2 – буквы, характеризующие назначение батареи по функциональному признаку (СТ – стартерная)

3 – число, указывающее номинальную ёмкость батареи в ампер-часах (**55**)

4 – буквы, обозначающие конструкторско-технологическое исполнение (N – с нормальным расходом воды, L – с малым расходом воды, VL – с очень малым расходом воды, VRLA – с регулирующим клапаном)

На батарее наносят символы безопасности (таблица 4.1).

Таблица 4.1 - Символы безопасности

Символ	Расшифровка
	Соблюдайте инструкцию
	Опасно. Едкие и коррозионные вещества
	Запрещается пользоваться открытым огнем и курить
	Пользуйтесь защитными очками
	Хранить вдали от детей
	Взрывоопасно
	Запрещается выбрасывать с бытовыми отходами
	Символ переработки

4.5 Параметры автомобильных батарей

К основным параметрам автомобильных АКБ относят ЭДС, напряжение под нагрузкой, внутреннее сопротивление, номинальную и разрядную ёмкость, ток холодной прокрутки и другие.

Электродвижущая сила (ЭДС) батареи – представляет собой разность потенциалов при разомкнутой внешней цепи:

$$E = 6 \cdot (0,84 + \rho), \quad (4.1)$$

где ρ - плотность электролита, приведенная к 25 °С, г/см³.

Напряжение АКБ – отличается от ЭДС на величину падения напряжения в электрической цепи при прохождении разрядного или зарядного тока:

$$U_p = E - I_p \cdot (r + R_n) \quad \text{напряжение при разряде,} \quad (4.2)$$

$$U_z = E + I_z \cdot (r + R_n) \quad \text{напряжение при заряде,} \quad (4.3)$$

где r – внутреннее сопротивление батареи, Ом;

R_n – сопротивление внешней цепи, Ом.

Ёмкостью, C , аккумулятора называется максимальное количество электричества, выраженное в ампер-часах, которое аккумулятор может отдать во внешнюю цепь при полном разряде до установленного конечного напряжения:

$$C = I_p \cdot \tau_p, \quad (4.4)$$

где I_p – разрядный ток, А;

τ_p – время разряда, ч.

Номинальная разрядная ёмкость C_{20} (указываемая на батарее) определяется при 20-часовом режиме разряда током $I = 0,05 \cdot C_{20}$ при $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Разряд должен прекратиться при $U = 10,5 \text{ В}$.

Резервная ёмкость RC (reserve capacity) – способность АКБ обеспечить необходимый минимум электрической нагрузки при выходе из строя генератора.

Минимум электрической нагрузки складывается из токов, потребляемых системами зажигания и освещения, стеклоочистителем и контрольно-измерительными приборами в режиме «Зима-ночь» и составляет 25 А.

Резервная ёмкость определяется временем разряда в *минутах* полностью заряженной батареи током 25 А до напряжения на выводах 10,5 В.

Ток холодной прокрутки CCA (cold cranking amps) – это максимальный разрядный ток, который батарея может обеспечить при $t = - 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ($0 \text{ }^\circ\text{F}$) в течение 30 с, сохраняя напряжение на выводах не менее 7,2 В.

4.6 Эксплуатация аккумуляторных батарей

Эксплуатация батарей при низких температурах осложняется следующим рядом факторов:

1. При недостаточной плотности возможно замерзание электролита (см. таблицу 4.2).
2. Ухудшается процесс заряда (батарею можно зарядить только до 60-70 % от номинальной ёмкости).
3. В результате повышения вязкости моторного масла и электролита ухудшаются условия запуска двигателя.

Эксплуатация батарей при высоких температурах осложняется по следующим причинам:

1. Ускоряется разрушение и сульфатация пластин.

2. Происходит интенсивное испарение воды (требуется проверка уровня электролита).

Хранить автомобильные батареи необходимо в неотапливаемом помещении при температуре от 0 до минус 20°C, что способствует снижению саморазряда.

Таблица 4.2 – Температура замерзания электролита

Напряжение, В	Степень заряженности, %	Плотность электролита, г/см ³	Температура замерзания, °С
12,7	100	1,28	<-50
12,5	80	1,24	- 40
12,3	60	1,21	- 30
12,1	40	1,18	- 20
11,9	20	1,14	- 14
11,7	0	1,10	- 5

Саморазряд – самопроизвольная потеря заряда отключенной батареи. Бывает нормальным и ускоренным. Интенсивность саморазряда зависит от устройства батареи и температуры окружающей среды. При нормальном саморазряде батарея теряет 50 % заряженности за 6 месяцев – для обслуживаемых, 18 месяцев – для необслуживаемых.

4.7 Техническое обслуживание аккумуляторных батарей

Визуальный осмотр.

При проведении визуального осмотра особое внимание уделяют следующим факторам:

1. Состояние моноблока.

Поверхность моноблока притирают ветошью, смоченной в растворе кальцинированной соды или нашатырного спирта.

2. Состояние полюсных выводов и клемм.

Проверяют затяжку клемм, полюсные выводы смазывают техническим вазелином. При необходимости очищают полюсные выводы и наконечники проводов от окислов.

3. Крепление батареи.

Прижимная планка должна плотно прилегать к крепёжному выступу моноблока и заходить в фиксирующие выемки на нем.

При необходимости между ней и выступом следует установить переходную планку. Крепёжные болты следует затягивать моментом предписанной величины.

Измерение уровня электролита.

В батареях с прозрачным корпусом имеются отметки min/max, позволяющие оценить уровень электролита.

В батареях с непрозрачным корпусом уровень электролита измеряют стеклянной трубкой диаметром Ø3-5 мм.

Уровень электролита должен быть на 15-20 мм выше верхнего края пластин.

Если уровень электролита ниже нормы, то в батарею добавляют дистиллированную воду, а если выше – отбирают излишки с помощью груши.

Измерение плотности электролита.

Для измерения плотности электролита используют следующие приборы: ареометр, денсиметр и плотномер.

Плотность электролита позволяет оценить степень заряженности батареи. Уменьшение плотности на 0,01 г/см³ соответствует уменьшению заряженности на 6 %.

Если степень заряженности батареи составляет менее 75 % - то батарею можно эксплуатировать только в *летнее* время года, менее 50 % - эксплуатация *запрещена*.

Измерение напряжения батареи.

Для измерения напряжения батареи под нагрузкой используют нагрузочные вилки.

Если напряжение в конце 5-ой секунды разряда превышает $U=8,9$ В, то батарея исправна (не имеет внутренних дефектов).

5 Порядок выполнения работы

5.1 Внешний осмотр

Визуально определяют состояние моноблока, крышек, пробок, выводов батарей, обращают внимание на наличие электролита и состояние его поверхности. Моноблок и крышки должны быть очищены от грязи и следов электролита и не иметь трещин.



Рисунок 5.1 – Внешний осмотр аккумуляторной батареи

Загрязненные крышки 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.

Покачиванием выводов определяют плотность их крепления в крышках. Окисленные выводы зачищают шкуркой или специальной щеткой и смазывают техническим вазелином.

Наблюдая за поверхностью электролита, обращают внимание на выделение пузырьков газа. Наличие пузырьков 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.

5.2 Измерение уровня электролита

Уровень электролита в аккумуляторах должен быть на 15-20 мм выше предохранительного щитка.

Уровень электролита измеряют стеклянной трубкой (рисунок 5.2), которая опускается в аккумулятор до упора в предохранительный щиток, затем закрывается сверху пальцем и приподнимается.

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

Доливку воды в аккумуляторы производят непосредственно перед зарядом батареи, а на автомобиле — при работающем двигателе. Несоблюдение этого требования может вызвать замерзание воды в

аккумуляторах и ускоренный саморазряд из-за разной плотности электролита в верхней и нижней частях аккумулятора.

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

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

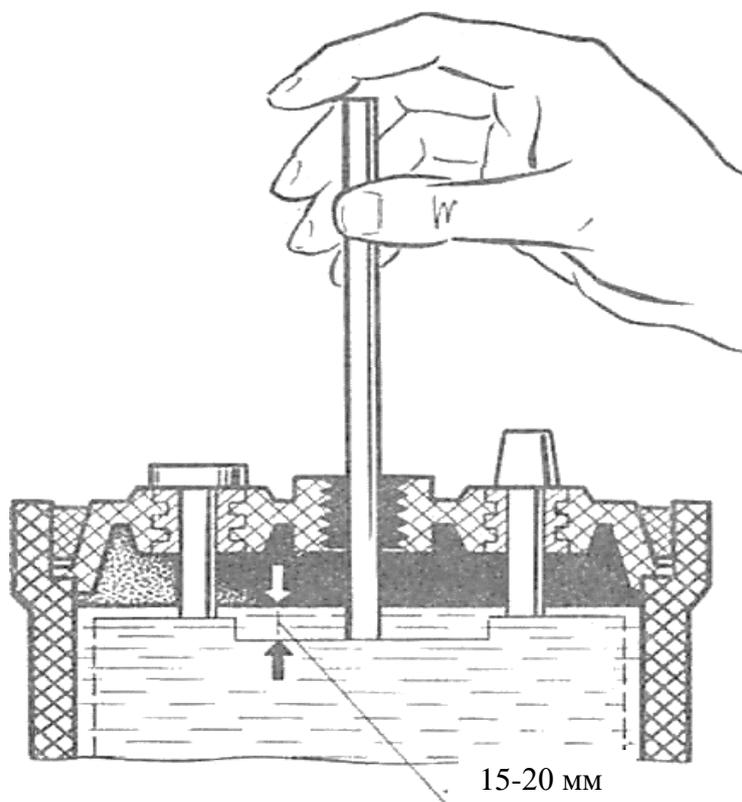


Рисунок 5.2 - Проверка уровня электролита

5.3 Измерение плотности электролита

Плотность электролита в каждом аккумуляторе измеряют денсиметром или плотномером. При выполнении лабораторной работы рекомендуется

пользоваться денсиметром, так как он имеет меньшую погрешность измерений.

Для измерения плотности электролита (рисунок 5.3) необходимо с помощью резиновой груши несколько раз (для удаления пузырьков воздуха со стенок пинетки) набрать электролит в пипетку до всплытия денсиметра. Не вынимая пипетку из аккумулятора и не допуская касания денсиметром стенок пипетки по нижней части мениска электролита в пипетке по шкале денсиметра, определяют плотность электролита. Допускается отклонение плотности электролита в аккумуляторах одной батареи не более чем на 10 кг/м^3 ($0,01 \text{ г/см}^3$). При большем отклонении необходима корректировка плотности электролита.

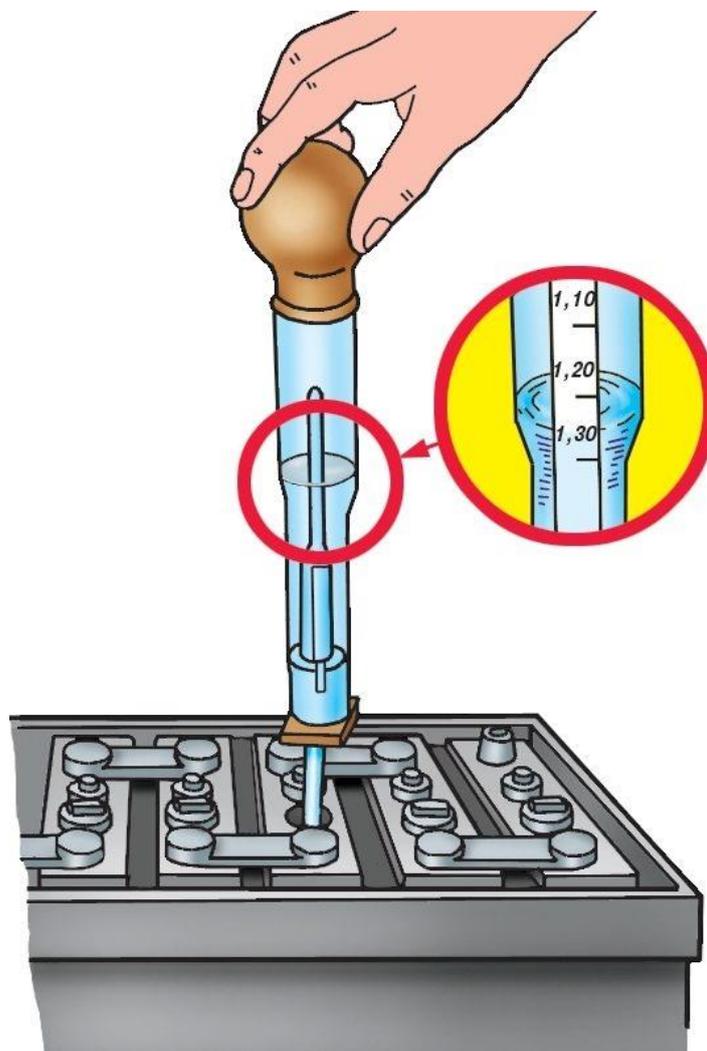


Рисунок 5.3 – Измерение плотности электролита

Корректировка плотности производится в следующей последовательности:

- производится измерение плотности всех аккумуляторов в батарее и определяется наименьшая плотность электролита;
- из аккумуляторов с большей по величине плотностью при помощи груши отбирается часть электролита и добавляется дистиллированная вода;
- во всех аккумуляторах устанавливается одинаковая плотность электролита и батарея ставится на заряд.

Для определения величины температурной поправки необходимо измерить температуру электролита.

5.4 Определение степени разряженности аккумуляторов и батарей

Плотность электролита свинцовых аккумуляторов может служить критерием степени разряженности. По мере её изменения от 100% до нуля плотность линейно уменьшается на 0,16 г/см³. Таким образом, при известной начальной плотности ρ_3 степень разряженности:

$$\Delta C_p = \frac{\rho_3 - \rho_{25}}{0,16} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

где ρ_{25} – измеренная плотность электролита, приведенная к температуре 25 °С.

Если измерения проводились при температуре, отличной от +25 °С, то необходимо привести плотность ρ_t к температуре +25 °С:

$$\rho_{25} = \rho_t + 0,00075 \cdot (T - 25) \quad (5.2)$$

где T – текущее значение температуры, °С.

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

Батареи, имеющие степень разряженности более 25 % зимой и 50 % летом, должны сниматься с эксплуатации и заряжаться.

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

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

5.5 Определение ЭДС аккумуляторов по плотности и вольтметром

ЭДС аккумулятора определяется по формуле (4.1), но величину ЭДС с достаточной точностью можно определить и вольтметром без нагрузки (рисунок 5.4).



Рисунок 5.4 – Измерение ЭДС аккумуляторной батареи

Сравнивая величины ЭДС, подсчитанной и измеренной, судят о наличии неисправностей батареи.

Если $U = E$, то степень разряженности, подсчитанная по плотности, соответствует действительной.

Если $U = 0$, то в аккумуляторе имеет место полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи.

Если U значительно меньше E (например, $U = 9 - 11$ В), в аккумуляторе имеется частичное замыкание электродов. Если U больше E , то в аккумуляторе сульфатированы электроды или отстоялся электролит.

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.

5.6 Измерение напряжения под нагрузкой

Напряжение аккумуляторной батареи под нагрузкой, близкой к стартерной, измеряется нагрузочной вилкой Н-2001 (см. рисунок 5.5).

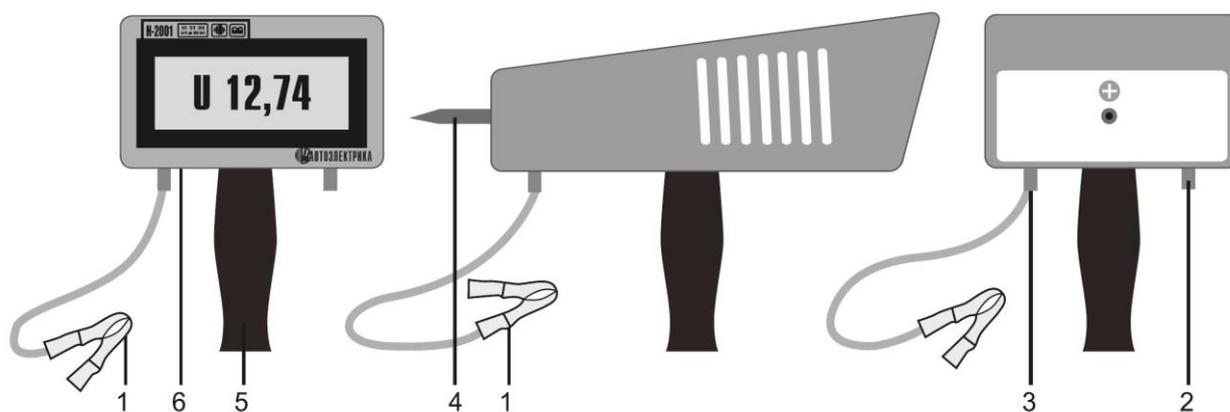


Рисунок 5.5 – Нагрузочная вилка Н-2001

При проверке под нагрузкой аккумуляторной батареи выносным зажимом «крокодил» 1 («минус») с надежным контактом подсоединиться к отрицательному выводу батареи, а щупом 4 без нажима – к положительному выводу батареи.

В индикационном окне 6 отобразится текущее напряжение батареи. Для подключения нагрузки нажмите прибором до упора и удерживайте его в течение 3-5 с. В индикационном окне 6 отобразится напряжение под нагрузкой.

На сильно окисленных выводах необходимо сделать царапины ножками приборов 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.

Батарея, напряжение которой будет меньше 8,9 В, к эксплуатации непригодна и должна заряжаться или заменяться.

Заключение о техническом состоянии аккумуляторов делается с учетом всех ранее замеренных и подсчитанных параметров. Например, если $\gamma_{25} = 1270$ кг/м³; $U = E$ (батарея заряжена), но напряжение под нагрузкой $U_b = 8,8$ В, то это свидетельствует о разрушении электродов или уплотнении активного вещества.

5.7 Составление отчета

Для того чтобы сделать заключение о техническом состоянии каждого аккумулятора в отдельности и батареи в целом, данные измерений удобно представить в виде таблицы по форме 5.1 (нумерация аккумуляторов от плюсового вывода).

Таблица 5.1 – Результаты измерения параметров батареи

Параметры батареи	Номер аккумуляторов					
	1	2	3	4	5	6
1 Уровень электролита, мм						
2 Плотность электролита после последнего заряда, кг/м ³						
3 Плотность электролита (измеренная), кг/м ³						
4 Температура электролита, °С						
5 Температурная поправка, кг/м ³						
6 Плотность электролита, приведенная к 25 °С, кг/м ³						
7 ЭДС аккумулятора, подсчитанная по плотности электролита, В						
8 Степень разряженности по плотности, %						
9 ЭДС аккумулятора, замеренная вольтметром, В						
10 Напряжение под нагрузкой, В						

5.8 Оценка технического состояния аккумуляторной батареи

Для формулирования вывода о пригодности аккумуляторной батареи к дальнейшей эксплуатации необходимо проанализировать данные таблицы 5.1 следующим образом:

1. Уровень электролита должен находиться в пределах 10-15 мм над верхним краем аккумуляторных пластин. Отсюда следует, что:
 - если уровень ниже нормы, необходимо долить в аккумулятор дистиллированной воды;

– если уровень выше нормы, необходимо отобрать излишки электролита при помощи груши или ареометра.

2. Плотность электролита в условиях города Оренбурга должна составлять 1,26 – 1,28 г/см³ (для летних и зимних условий эксплуатации соответственно). Кроме того, плотность электролита в соседних аккумуляторах не должна отличаться более чем на 0,01 г/см³.

Следовательно:

– если плотность электролита превышает норму, необходимо отобрать часть электролита и долить такое же количество дистиллированной воды;

– если плотность электролита ниже нормы, необходимо зарядить аккумуляторную батарею (не увеличившаяся после заряда плотность говорит о неисправности батареи);

– если плотность электролита соседних аккумуляторов в батарее существенно различается, необходимо произвести ее корректировку.

3. Степень разряженности аккумуляторной батареи должна составлять: не более 25 % в зимнее время и не более 50 % - в летнее. Если степень разряженности превышает указанные значения, то батарею следует зарядить перед дальнейшей эксплуатацией.

4. Напряжение батареи при разомкнутой внешней цепи не должно превышать значения ЭДС, подсчитанного по плотности. В противном случае в аккумуляторе сульфатированы электроды или отстоялся электролит.

5. Напряжение исправного аккумулятора под нагрузкой должно находиться в пределах 1,4-1,6 В. Для исправной аккумуляторной батареи это значение должно быть не менее 8,9 В. Если напряжение под нагрузкой меньше указанных величин, это говорит о неисправности аккумулятора или всей батареи в целом.

5.9 Исследование разрядной характеристики аккумуляторной батареи

Исследование разрядной характеристики аккумуляторной батареи выполняется в следующей последовательности:

1. Собирается схема исследования разрядной характеристики аккумуляторной батареи, как показано на рисунке 5.6 (роль амперметра, вольтметра и нагрузочного реостата выполняет устройство КИ-1093).

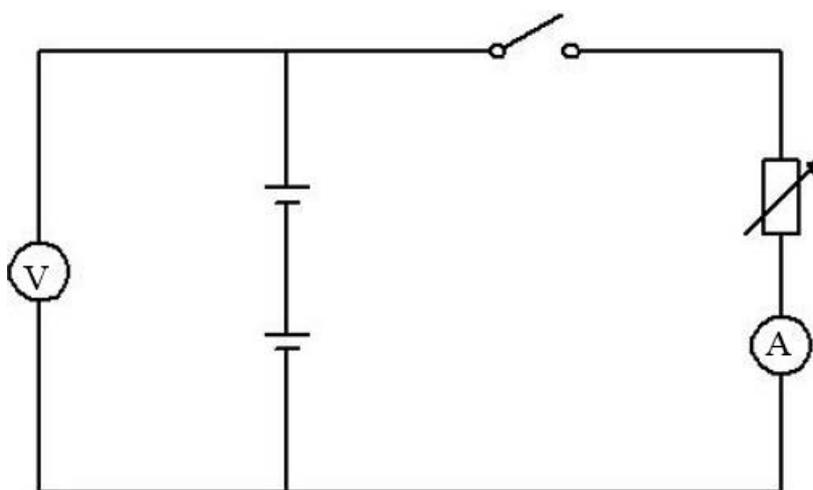


Рисунок 5.6 – Схема исследования разрядной характеристики аккумуляторной батареи

2. При помощи рукоятки нагрузочного реостата устанавливается заданная преподавателем величина тока нагрузки, для которой записываются показания вольтметра. Затем указанная процедура повторяется для других значений тока нагрузки.

3. Полученные значения заносятся в таблицу по форме таблицы 5.2.

Таблица 5.2 – Разрядная характеристика батареи

Параметры	Номер замера					
	1	2	3	4	5	6
Ток нагрузки I_H , А						
Напряжение батареи U_6 , В						

4. По данным таблицы 5.2 строится разрядная характеристика аккумуляторной батареи $U_6 = f(I_H)$, как показано на рисунке 5.7.

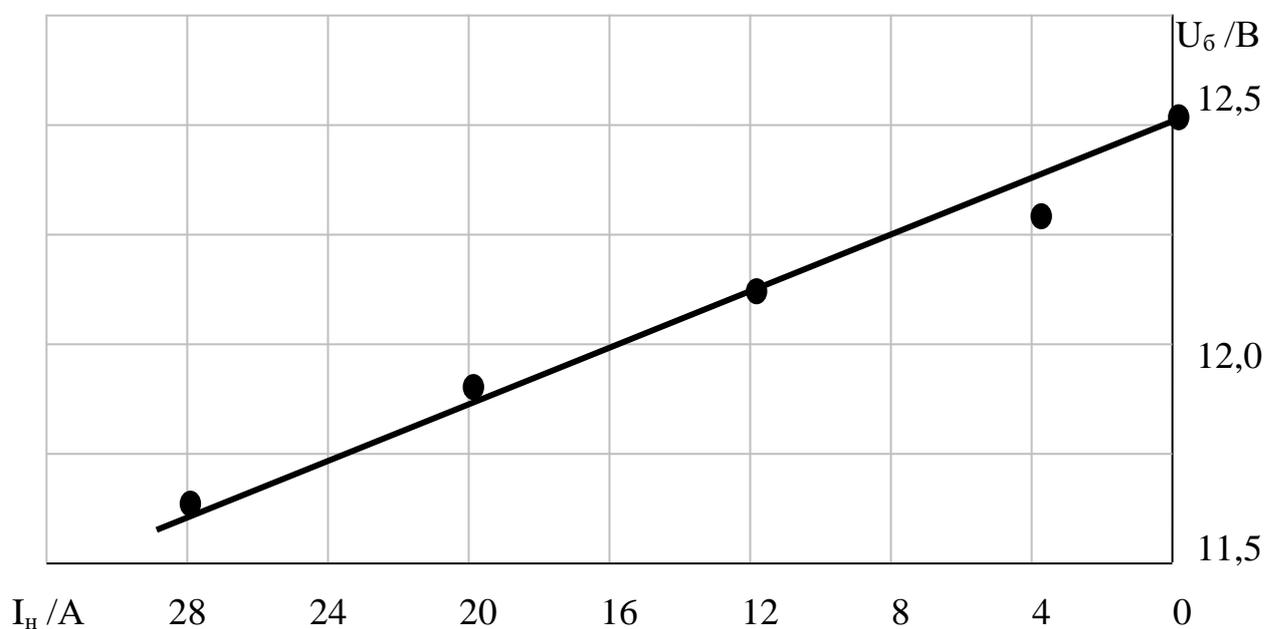


Рисунок 5.7 – Разрядная характеристика аккумуляторной батареи

5.10 Исследование зарядной характеристики аккумуляторной батареи

Исследование зарядной характеристики аккумуляторной батареи выполняется в следующей последовательности:

1. Собирается схема исследования зарядной характеристики аккумуляторной батареи, как показано на рисунке 5.8 (пунктиром показано зарядное устройство ВСА-5К).

2. При помощи рукоятки зарядного устройства устанавливается заданная преподавателем величина тока зарядки, для которой записываются показания вольтметра. Затем указанная процедура повторяется для других значений зарядного тока.

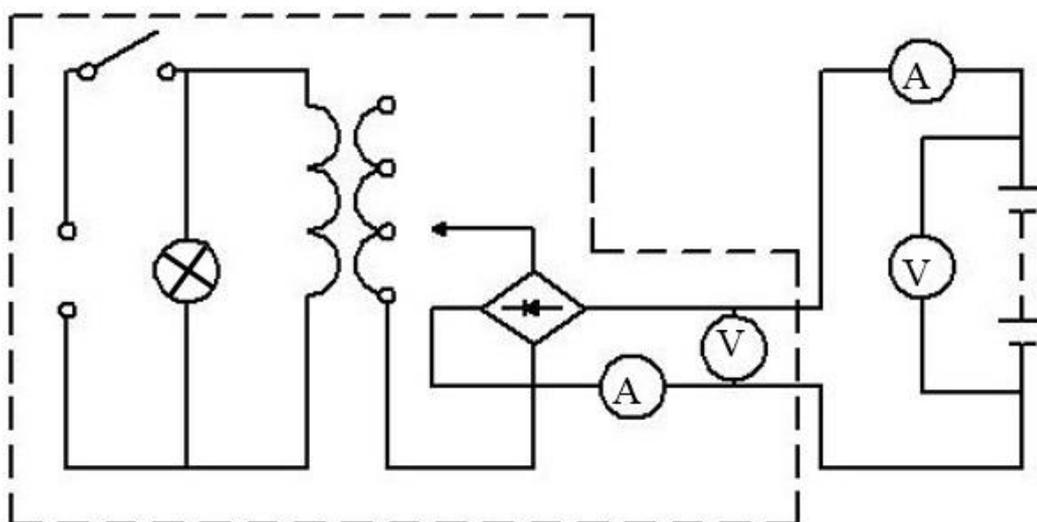


Рисунок 5.8 – Схема исследования зарядной характеристики аккумуляторной батареи

3. Полученные значения заносятся в таблицу по форме таблицы 5.3.

Таблица 5.3 – Зарядная характеристика батареи

Параметры	Номер замера					
	1	2	3	4	5	6
Ток зарядки I_3 , А						
Напряжение батареи U_6 , В						

4. По данным таблицы 5.3 строится зарядная характеристика аккумуляторной батареи $U_6 = f(I_3)$, как показано на рисунке 5.9.

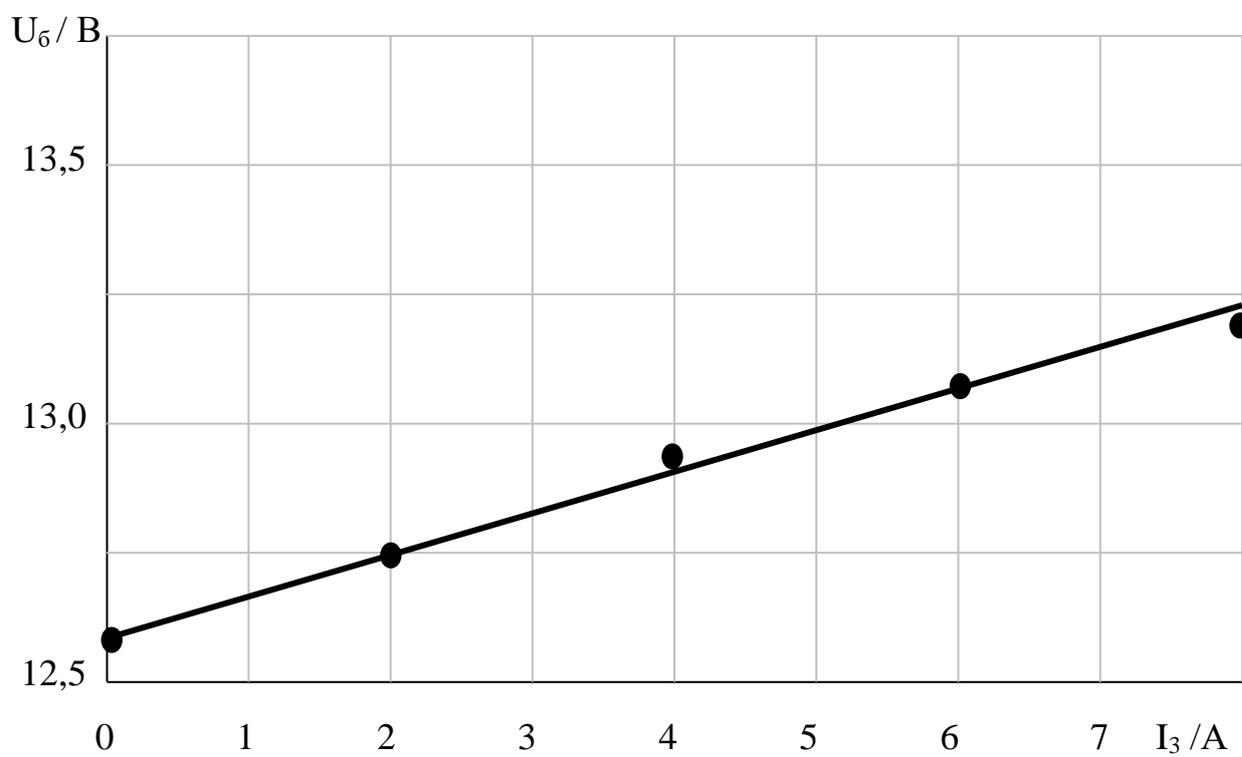


Рисунок 5.9 – Зарядная характеристика аккумуляторной батареи

6 Контрольные вопросы

1. Каковы перспективы развития источников тока на автомобилях?
2. Перечислите функции АКБ на автомобиле.
3. Сформулируйте пять наиболее важных требований, предъявляемых к АКБ.
4. Какие требования к АКБ являются взаимоисключающими и почему?
5. Какие процессы в АКБ протекают при её заряде (разряде)?
6. Какие части аккумулятора принимают участие в токообразующих процессах?
7. Напишите уравнение химической реакции, протекающей в АКБ.
8. Что такое электролит? Опишите последовательность действий по приготовлению электролита.
9. Из каких материалов изготовлены пластины автомобильной АКБ?
10. Из каких элементов состоит свинцово-кислотный аккумулятор?
11. Сколько пластин может содержать один свинцово-кислотный аккумулятор?
12. Каких пластин в аккумуляторе больше: положительных или отрицательных? Почему?
13. Из каких материалов выполнены решетки пластин?
14. Для чего предназначен сепаратор? Какие требования предъявляют к материалу сепаратора?
15. Каковы преимущества сепараторов типа конвертор?
16. Что такое борн? Его назначение.
17. Что такое баретка? Ее назначение.
18. Из каких элементов состоит АКБ?
19. Из каких материалов выполнен корпус АКБ?
20. Каким образом соединяют аккумуляторы между собой?

21. Для чего положительный полюсный вывод больше отрицательного?
22. В чем преимущество АКБ с общей крышкой?
23. Почему в необслуживаемых АКБ отсутствуют заливные отверстия?
24. Как работает индикатор заряженности АКБ?
25. Какие параметры АКБ указывают на корпусе?
26. Как классифицируют АКБ по функциональному признаку?
27. Расшифруйте маркировку батарей 6СТ55L.
28. Как классифицируют АКБ по конструкторско-технологическому исполнению?
29. Что означает цифры в маркировке АКБ?
30. Какие символы безопасности наносят на корпус АКБ?
31. Дайте определение ЭДС аккумулятора. Как её измеряют?
32. По какой формуле вычисляется ЭДС АКБ?
33. Дайте определение напряжения аккумулятора.
34. Как изменяется напряжение АКБ при заряде и разряде? Ответ обоснуйте.
35. Чему равна плотность и ЭДС полностью заряженной АКБ?
36. От чего зависит величина внутреннего сопротивления АКБ?
37. Перечислите основные характеристики АКБ.
38. Дайте определение ёмкости АКБ.
39. Что называют номинальной ёмкостью АКБ?
40. Как в практических условиях определить ёмкость АКБ?
41. Какие факторы влияют на величину разрядной ёмкости АКБ?
42. Что характеризует “резервная ёмкость” АКБ?
43. Из чего складывается минимум электрической нагрузки для определения “резервная ёмкость”?
44. В каких единицах измеряется “резервная ёмкость”? Назовите типичные значения.

45. Дайте определение “тока холодной прокрутки”.
46. Каково соотношение между номинальной, резервной и пусковой емкостью АКБ?
47. Почему происходит замерзание электролита в зимнее время? Каковы причины?
48. При какой температуре замерзает электролит различной плотности?
49. Почему при низких температурах ухудшается процесс заряда АКБ?
50. Почему при низких температурах ухудшается запуск ДВС?
51. В чем заключается негативное влияние высокой температуры на АКБ?
52. Каким образом необходимо хранить АКБ?
53. Что такое саморазряд АКБ? Какие факторы влияют на скорость саморазряда АКБ?
54. Что входит в процедуру внешнего осмотра АКБ?
55. Как определить уровень электролита в АКБ?
56. Чему должен быть равен уровень электролита в АКБ?
57. Чем измеряется уровень электролита в АКБ?
58. Что необходимо сделать, если уровень электролита ниже (выше) нормы?
59. Назовите приборы для измерения плотности электролита.
60. Опишите процедуру замера плотности электролита.
61. Как устроен ареометр? Как устроен плотномер?
62. Какие приборы используются при проведении ТО АКБ?
63. Что необходимо сделать, если плотность электролита ниже нормы?
64. Что необходимо сделать, если плотность электролита выше нормы?

65. При каких условиях производят корректировку плотности электролита?
66. Опишите процедуру корректировки плотности электролита.
67. Как по величине ЭДС определить сульфатирована ли АКБ?
68. Какой прибор позволяет определить напряжение АКБ под нагрузкой?
69. Чему равно напряжение АКБ под нагрузкой при отсутствии внутренних дефектов?
70. Какова роль ТО в обеспечении полного срока службы АКБ?
71. Как сделать вывод о пригодности АКБ к дальнейшей эксплуатации?
72. При какой заряженности АКБ разрешена ее эксплуатация?

Список использованных источников

1. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей: учеб. для вузов/ В.Е. Ютт. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 440 с.
2. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей: учеб. для вузов/ С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. – М.: Кн. изд-во "За рулем", 2005. – 336 с.: ил
3. Чижков, Ю.П. Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник для вузов/ Ю.П. Чижков. – М.: Машиностроение, 2007. – 656 с.
4. Тимофеев, Ю.Л. Лабораторный практикум по электрооборудованию автомобилей: учебное пособие для автотранспортных техникумов / Ю. Л. Тимофеев, Г. Л. Тимофеев. – М.: Транспорт, 1988. – 158 с.
5. Набоких, В.А. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов: учебное пособие / В.А. Набоких - М.: ФОРУМ; НИЦ ИНФРА, 2013. – 288 с.
6. Автомобильный справочник: пер. с англ. ООО «СтарСПб» - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 1280 с.
7. Курзуков, Н.И. Аккумуляторные батареи. Краткий справочник / Н.И. Курзуков, В.М. Ягнятинский – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2008. – 88 с.
8. ГОСТ Р 53165-2008 Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные для автотракторной техники. Общие технические условия – М.: Стандартиформ, 2009 – 31 с.
9. Автомобильные аккумуляторные батареи. Теория и практика: пособие по программе самообразования 501 VOLKSWAGEN AG, Вольфсбург, VK21 Service Training, 2004. – 56 с.
10. Пузаков, А.В. Системы электроснабжения автомобилей: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-

технологических машин и комплексов / А.В. Пузаков, М.И. Филатов. - Оренбург: Университет, 2018. - 336 с.

11. Волков, В.С. Электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.С. Волков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 384 с.

12. Пузаков, А.В. Оценка технического состояния стартерных аккумуляторных батарей: методические указания / А.В. Пузаков. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 70 с.

13. Соснин, Д.А. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4): учебник для вузов / Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416 с.

14. Bosch Автомобильная электрика и электроника; под редакцией Конрада Райфа; перевод с нем. ЧМП РИА «GMM-пресс». – М.: ООО «Издательство «За рулём», 2014. – 616 с.

Приложение А
(рекомендуемое)

Бланк лабораторной работы

Исследование работы стартерной аккумуляторной батареи

А.1 Цель: _____

А.2 Оценка технического состояния аккумуляторной батареи

Модель аккумуляторной батареи: _____
(указать модель)

Таблица А.1

Основные показатели	Номер аккумуляторов					
	1	2	3	4	5	6
1 Уровень электролита, мм						
3 Плотность электролита (измеренная), кг/м ³						
4 Температура электролита, °С						
5 Температурная поправка, кг/м ³						
6 Плотность электролита, приведенная к 25 °С, кг/м ³						
7 ЭДС аккумулятора, подсчитанная по плотности электролита, В						
8 Степень разряженности по плотности, %						
9 ЭДС аккумулятора, замеренная вольтметром, В						
10 Напряжение под нагрузкой, В						

А.3 Исследование разрядной характеристики

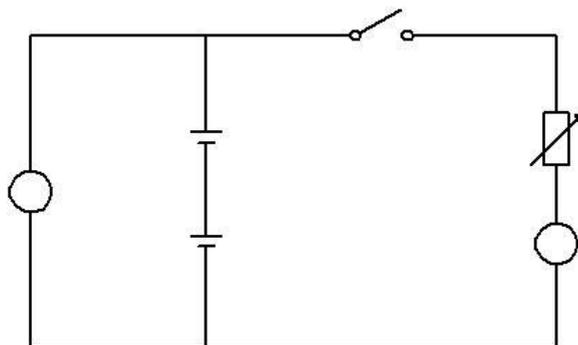


Рисунок А.1 – Схема исследования разрядной характеристики

Таблица А.2

Параметры	Номер замера					
	1	2	3	4	5	6

А.4 Исследование зарядной характеристики

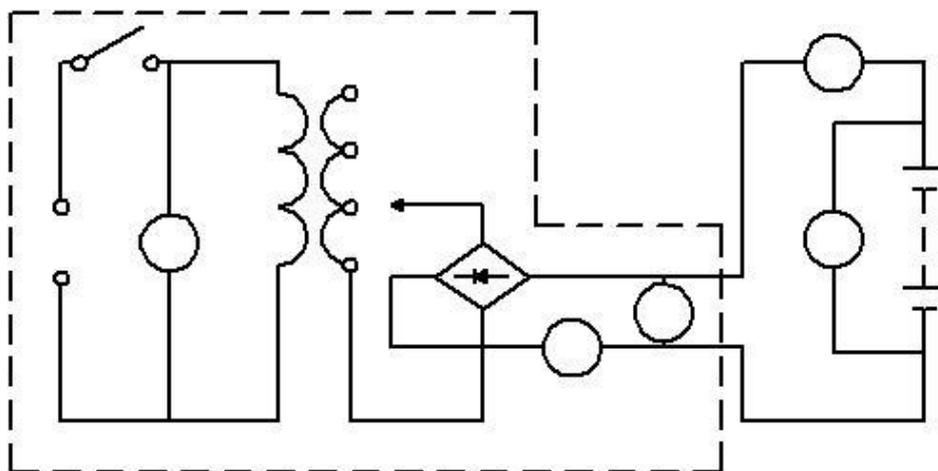


Рисунок А.2 – Схема исследования зарядной характеристики

Таблица А.3

Параметры	Номер замера					
	1	2	3	4	5	6

Рисунок А.3 – Разрядно-зарядная характеристик АКБ

А.5 Выводы и анализ полученных результатов
