

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра СЭНТ

А. П. Пупышев
М. А. Крюкова

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Методические указания к выполнению лабораторной
работы для обучающихся.

Направления: 23.03.03 «Эксплуатация
транспортно-технологических машин и комплексов»,
23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Дисциплины: «Эксплуатация автомобилей и тракторов»,
«Техническая эксплуатация силовых агрегатов и трансмиссий»,
«Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных
и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО)».

Очная и заочная формы обучения

Екатеринбург
2021

Печатается по рекомендации методической комиссии ИТИ.

Протокол № 3 от 5 ноября 2020 г.

Рецензент – доктор техн. наук, профессор А. Г. Гороховский

Редактор Л. Д. Черных

Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать

Плоская печать

Заказ №

Формат 60×84 1/8

Печ. л. 1,39

Поз. 14

Тираж 10 экз.

Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Стартерные аккумуляторные батареи (АБ) служат для пуска двигателя стартером и питания всех потребителей при неработающем силовом агрегате или генераторе.

Основные параметры АБ:

- емкость, измеряемая в ампер·часах (А·ч);
- выдаваемое напряжение в вольтах (В);
- резервная емкость батареи (мин);
- сила пускового тока в амперах (А).

Саморазрядом называется процесс уменьшения емкости АБ при отключенных потребителях. Различают саморазряд:

- естественный;
- ускоренный.

Естественный саморазряд возникает вследствие возникновения местных токов на пластинах АБ. Интенсивность естественного саморазряда зависит от срока службы батареи и температуры электролита. Так в первый год эксплуатации емкость АБ снижается на 0,2...0,3 %, а батарей пятого года на 0,8...1,0 % в сутки при температуре 20 °С. При снижении температуры естественный саморазряд уменьшается, а при минус 15 °С полностью прекращается.

Ускоренным считается саморазряд превышающий 1,0 % в сутки. Причины:

- замыкание выводных штырей;
- замыкание пластин;
- загрязнение электролита.

При вывернутых пробках наблюдается выделение пузырьков газов из электролита. Наличие пузырьков свидетельствует об образовании местных токов в активной массе пластин.

Меры безопасности

При работе с АБ необходимо выполнять следующие меры безопасности:

1. Напряжение аккумулятора под нагрузкой необходимо проверять при завернутых пробках, чтобы предотвратить возможность взрыва гремучего газа.

2. Острия контактных ножек необходимо плотно прижимать к выводным штырям или перемычкам АБ, чтобы создать надежный электрический контакт. С этой целью иногда бывает необходимо сделать «царапающее» движение для разрушения пленки окисла на поверхности свинца.

3. Время выдержки под нагрузкой при проверке каждого элемента (или всей АБ) составляет 6...8 сек. Не следует допускать отклонения от этого времени.

4. При работе с аккумулятором необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- использовать средства индивидуальной защиты (халаты, перчатки);
- не допускать попадания электролита на кожу. В случае ожога электролитом промыть место попадания проточной чистой водой;
- не допускать искрения проводов и открытого огня при работах с АБ.

1. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ТО АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

1.1. Порядок работ, выполняемых при ТО

– очистить АБ от загрязнений и протереть ее чистой ветошью. Слой пыли и грязи, пропитанный электролитом, приводит к саморазряду АБ (крышку батареи необходимо протирать раствором пищевой соды);

– прочистить вентиляционные отверстия в крышках АБ (для обслуживаемых батарей);

– проверить наличие трещин в стенках бака, крышках и мастике;

– проверить уровень и плотность электролита в каждой банке, при необходимости довести до нормы (для обслуживаемых батарей);

– проверить напряжение на выводах каждого аккумулятора, сравнить его с нормативным;

– проверить состояние выводов АБ, при необходимости зачистить их и смазать техническим вазелином.

1.2. Проверка чистоты и уровня электролита

Уровень электролита должен быть на 10...15 мм выше верхних кромок сепараторов (рис. 1). Его проверяют через заливные отверстия в крышке блока стеклянной трубкой диаметром 3...5 мм. Трубку погружают в электролит до упора в сепаратор, закрывают верхний конец и извлекают из АБ. Уровень электролита в трубке покажет его уровень над пластинами аккумуляторов. Открывают верхний конец трубки и сливают электролит обратно.

Причины снижения уровня электролита:

– высокая температура окружающей среды (при +30 °С уровень снижается на 1 мм в сутки),

– трещины в блоке,

– перезаряд АБ (вода разлагается на водород и кислород в конечной стадии заряда – «кипение электролита»).

Чистота электролита проверяется с помощью стеклянной трубочки или ареометра по наличию примесей.

Загрязненный электролит ускоряет саморазряд АБ за счет возникновения паразитных токов в активной массе при образовании гальванических пар между свинцом и другими металлами, попавшими на пластины АБ (наиболее распространено загрязнение железом).

Из-за образования местных токов происходит электролиз воды, поэтому из электролита будут выделяться пузырьки газов (H_2 и O_2).

1.3. Проверка плотности электролита

Электролит готовят из серной кислоты и дистиллированной воды. Для надежной работы АБ необходима высокая степень чистоты электролита. При применении недистиллированной воды и технической серной кислоты ускоряется саморазряд АБ и уменьшается ее емкость.

При составлении электролита нельзя лить воду в кислоту, так как при этом выделяется большое количество тепла, и электролит будет разбрызгиваться из сосуда. Составлять электролит следует в кислотостойкой посуде.

При разряде АБ снижается плотность электролита и повышается температура его замерзания. По плотности электролита можно судить о степени разряда АБ. Уменьшение плотности на $0,01$ г/см³ соответствует разряду аккумулятора на 6% .

$$P = 6 (\gamma_n - \gamma),$$

где P – степень разряда аккумулятора, %;

γ_n – плотность электролита заряженного аккумулятора, г/см³;

γ – плотность электролита при проверке, г/см³.

Плотность электролита в исправных аккумуляторах испытываемой АБ не должна отличаться более чем на $0,01$ г/см³ (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость степени разряда АБ (%) и температуры замерзания электролита (t_3) от его плотности (γ_n)

| Степень разряда, % | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| 0 | | 25 | | 50 | | 75 | | 100 | |
| $\gamma, \text{г/см}^3$ | $t_{3AM}, \text{°C}$ |
| 1,29 | -65 | 1,27 | -50 | 1,25 | -28 | 1,17 | -18 | 1,13 | -10 |
| 1,27 | -58 | 1,23 | -40 | 1,19 | -22 | 1,15 | -14 | 1,11 | -8 |
| 1,25 | -50 | 1,21 | -28 | 1,17 | -18 | 1,13 | -10 | 1,09 | -6 |

Плотность электролита определяют ареометром, помещенным в стеклянную трубку (рис. 1).

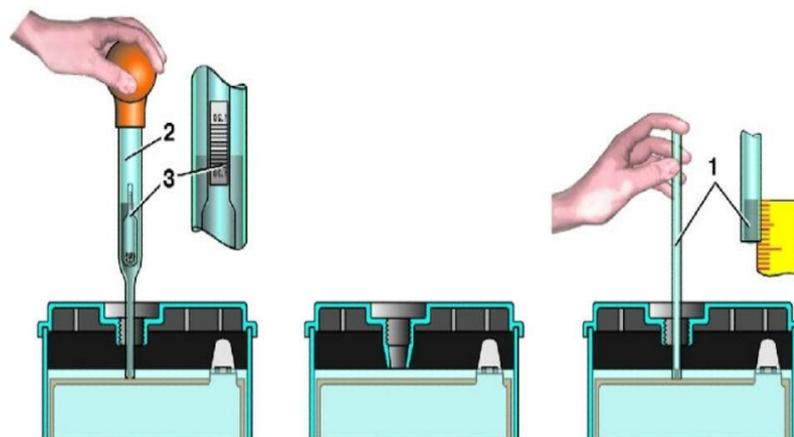


Рис 1. Проверка уровня и плотности электролита в АБ:
1 – стеклянная трубка; 2 – колба ареометра; 3 – поплавок

Измерения проводят для каждого аккумулятора. Так как плотность электролита зависит от его температуры, то в показания прибора необходимо вводить поправку, равную $0,0007 \text{ г/м}^3$ на каждый градус изменения температуры:

$$\gamma = \gamma' + 0,0007 (t' - 25) ,$$

где γ' – плотность электролита, измеренная при данной температуре, г/см^3 ;
 t – температура электролита, при которой производились измерения, $^{\circ}\text{C}$;
 γ – плотность, приведенная к 25°C , г/см^3 .

В новые АБ заливают электролит плотностью на $0,02 \text{ г/см}^3$ меньше той, которая необходима для данного климатического района (табл. 2).

Таблица 2

Плотность электролита в зависимости от района эксплуатации

| Климатический район | Плотность электролита в конце заряда при 25°C , г/см^3 | |
|---|---|------|
| | Зима | Лето |
| Районы Крайнего Севера (температура зимой ниже -40°C) | 1,31 | 1,27 |
| Северные районы (температура зимой до -40°C) | 1,29 | 1,27 |
| Центральные районы (температура зимой до -30°C) | 1,27 | 1,27 |
| Южные районы | 1,25 | 1,25 |

1.4. Способы проверки напряжения аккумуляторной батареи

Проверка напряжения разомкнутой цепи (НРЦ). Проводится при отключенных потребителях и выдержки отключенной от зарядного устройства батареи в течение 1,0...1,5 часов. НРЦ должно быть в пределах 12,6...12,7 В. Если оно меньше 12,5 В АБ требуется подзарядка в теплом (>15 °С) помещении.

Если измерять НРЦ сразу после заряда, то показатели могут значительно превышать реальное.

Проверка без снятия с машины под нагрузкой. Необходимо отсоединить центральный провод высокого напряжения или включить декомпрессор (дизель), чтобы двигатель не запустился. Подключить вольтметр к выводам АБ. Включить стартер на 5 с и проследить за падением напряжения, оно не должно быть меньше 10,5 В.

Если напряжение меньше 10,5 В, то возможно, что стартер потребляет слишком большой ток, плохой контакт между выводами АБ и клеммами, разряжена или неисправна АБ.

Измерение ЭДС покоя (E_0) по плотности. ЭДС покоя E_0 свинцового аккумулятора с достаточной для практики точностью определяют по формуле

$$E_0 = 0,84 + \gamma_3,$$

где γ_3 – плотность электролита при 25 °С, г/см³.

При рабочих плотностях электролита 1,07...1,30 г/см³ ЭДС не дает точного представления о степени разреженности аккумулятора, так как ЭДС разряженного аккумулятора с электролитом большей плотности будет выше. ЭДС не зависит от количества заложенных в аккумулятор активных материалов и от геометрических размеров электродов. ЭДС аккумуляторной батареи увеличивается пропорционально числу последовательно включенных аккумуляторов m :

$$E_{AB} = mE.$$

Величину ЭДС с достаточной точностью можно определить и вольтметром без нагрузки (НРЦ), так как

$$U_B = E_0 - I_B R_{AB},$$

где U_B – показания вольтметра, В;

I_B – сила тока потребляемая вольтметром, А;

R_{AB} – внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом.

Так как величины I_B и R_{AB} малы, то практически величина $I_B R_{AB}$ близка к нулю и вольтметр показывает величину E_0 , т.е. $U_B = E_0$. Сравнивая величины ЭДС, подсчитанной и измеренной, судят о наличии неисправностей АБ.

Если U_B (НРЦ) равно E_0 , то степень разреженности, подсчитанная по плотности, соответствует действительной.

Если U_B (НРЦ) больше E_0 , в аккумуляторе сульфатированы электроды.

Если U_B (НРЦ) будет меньше E_0 , то в АБ имеется частичное короткое замыкание, которое возможно по причине:

- разрушение сепараторов,
- большое выпадение активной массы на дно бака и на кромки сепараторов, выступающих над верхними частями пластин (туда она попадает при перемешивании электролита во время зарядки или разрядки АБ),
- образование наростов свинца на кромках решеток отрицательных пластин.

Короткозамкнутая АБ быстро разряжается и пластины её сульфатируются. Плотность электролита в таких АБ очень мала.

Если измеренная ЭДС равна 0, то пластины АБ замкнуты накоротко.

1.5. Тестирование АБ нагрузочными вилками

Вилка создает нагрузку на АБ, имитирующую запуск двигателя. То есть батарея работает так же, как если бы она давала ток для запуска стартера, а КБ может показывать полный заряд, но не запускать двигатель. Выяснить причину может помочь нагрузочная вилка.

Вилка ЛЭ-2. Измерение напряжения под нагрузкой проводится с помощью нагрузочных вилок ЛЭ-2, НВ-02 и др. Пользуясь нагрузочной вилкой, можно проверить напряжение АБ под нагрузкой электрическим током большой силы. Это позволяет выявить не только пригодность аккумулятора, но и с достаточной точностью – степень его заряда.

Нагрузочная вилка ЛЭ-2 имеет следующие основные детали (рис. 2): Пластмассовая ручка 1. Вольтметр ПМ-70 с двухсторонней шкалой 3—0—3 В. Укреплён шарнирно, напряжение подводится через шарниры. Размещение нуля посредине шкалы позволяет проводить измерения, не соблюдая полярности.

Две контактные ножки 6 предназначены для соединения с клеммами элемента аккумулятора. Ножки отштампованы из листовой стали, их поверхность никелирована. Эти детали одновременно служат кронштейнами для крепления вольтметра 2.

Два нагрузочных сопротивления 5 и 8 из нихромовой проволоки. Величина сопротивления 0,018...0,020 Ом для проверки аккумуляторов ёмкостью 40...60 А·ч (силой пускового тока до 100 А) и 0,010...0,012 Ом

для проверки аккумуляторов ёмкостью 70...100 А·ч (силой тока до 160 А). При испытаниях АБ ёмкостью 120...140 А·ч включаются параллельно оба резистора, сила тока при этом вырастает до 260 А.

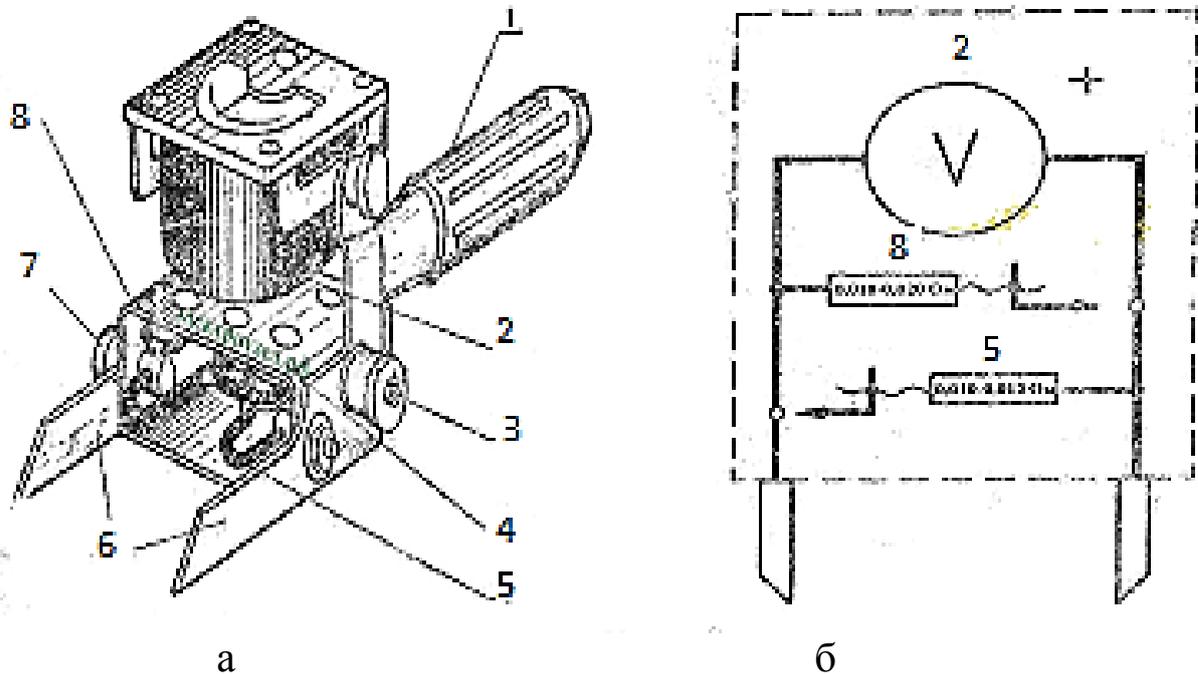


Рис. 2. Общий вид (а) и электрическая схема (б) нагрузочной вилки ЛЭ-2:
 1 – ручка; 2 – вольтметр; 3 – клемма левая; 4 – кожух (корпус);
 5 – сопротивление R_1 (0,010-0,012 Ом); 6 – ножки контактные; 7 – клемма правая;
 8 – сопротивление R_2 (0,018-0,020 Ом)

Один конец нихромовой проволоки постоянно соединен с контактной ножкой; другой закреплен в головке винта, изолированного от контактной ножки.

Сопротивление включается через клемму: при закручивании клемма своим торцом создает электрический контакт между винтом и контактной ножкой.

Металлический кожух 4 защищает от ожогов о нагревающуюся спираль сопротивления.

Поскольку показания вольтметра нагрузочной вилки зависят не только от состояния заряда, но и от номинальной ёмкости аккумулятора, в конструкции вилки имеются два сопротивления, позволяющих получить три варианта нагрузки аккумулятора. Эта особенность конструкции повышает универсальность нагрузочной вилки и дает возможность получить более точные данные о состоянии аккумулятора при его проверке.

Величина напряжения на вольтметре зависит от степени заряда АБ, степени сульфатации пластин (при сульфатации напряжение падает быстрее из-за большего внутреннего сопротивления и меньшей АБ),

состояния пластин и электролита (осыпание активной массы, коробление, разрушение сепараторов и др.).

В конце пятой секунды разряда напряжение полностью заряженного аккумулятора должно быть больше 1,8 В и не должно отличаться для разных аккумуляторов более, чем на 0,1 В (табл. 3).

Данная нагрузочная вилка присоединяется только к одному аккумулятору АБ. Напряжение в конце пятой секунды с разряда покажет степень разряда аккумулятора. Повторное измерение не даст действительного значения, т.к. аккумулятор будет уже частично разряжен.

Общий заряд (разряд) АБ складывается из образующих батарею элементов.

Таблица 3

Степень заряженности одного аккумулятора в зависимости от напряжения в конце пятой секунды с разряда под нагрузкой

| Напряжение, В | 1,7 – 1,8 | 1,6 – 1,7 | 1,5 – 1,6 | 1,4 – 1,5 | Менее 1,4 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Степень разряженности, % | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |

При отклонении напряжения на 0,2 В для одного из элементов по отношению к другим элементам требуется зарядка или ремонт батареи.

Вилка НВ-02 (рис. 3)



Рис. 3. Внешний вид нагрузочной вилки НВ-02

Технические характеристики НВ-02

| | |
|--|---------------------------|
| номинальное напряжение аккумуляторной батареи..... | 12 В |
| емкость тестируемых аккумуляторных батарей..... | 15...240 А·ч |
| диапазон вольтметра..... | 0...15 В |
| точность..... | 2,5 % |
| номинальное сопротивление..... | 2 спирали по 0,1 Ом ± 5 % |
| ток нагрузки..... | 100 А (200 А) |
| рабочий диапазон температур..... | От -20 до +60 °С |
| время измерения: | |

при подключенных спиралях..... Не более 9 сек
 при отключенных спиралях..... Не ограничено

Нагрузочная вилка НВ-02 предназначена для определения степени заряда и исправности всей АБ. Проверки исправности генераторов и бортовой сети с помощью высокоточного вольтметра.

Вилка имеет две спирали сопротивлением 0,1 Ом каждая, подходит для АБ малой и средней емкости (подключается одна спираль, ток нагрузки до 100 А) и повышенной емкости (подключаются две спирали, ток нагрузки до 200 А).

Использование НВ-02 в качестве вольтметра. Для использования вилки НВ-02 в качестве вольтметра необходимо:

- убедиться в отсутствии механических повреждений и замыканий витков спиралей;
- отключить спирали путем откручивания обеих гаек возле щупа прибора;
- подсоединить черный зажим «крокодил» к минусовой клемме АБ;
- наколоть щупом прибора плюсовую клемму АБ;
- зафиксировать показания стрелочного индикатора и сравнить их с табличными значениями (табл. 4).

1.6. Тестирование АБ

Для тестирования АБ необходимо:

- убедиться в отсутствии механических повреждений и замыканий витков спиралей внутри прибора;
- определиться с конструкцией АБ (наличие перемычек между отдельными элементами – «банками»);
- при наличии перемычек можно тестировать каждый элемент АБ в отдельности, сравнивая показания прибора со значениями, приведенными в табл. 3;
- если перемычек нет, то АБ тестируется полностью;
- присоединить зажим «крокодил» к минусовой клемме АБ;

- измерить напряжения АБ без нагрузки (см. п. 1.4.);
- закрутить одну гайку возле щупа для проверки АБ ёмкостью до 100А·ч или обе гайки для проверки АБ ёмкостью от 100 до 240 А·ч;
- наколоть щуп на плюсовую клемму и измерить напряжение АБ под нагрузкой (измерение ведется в течение не более 5 с);
- сравнить показания с табличными значениями (табл. 5);
- после использования прибора дать время (5 мин) для охлаждения спиралей (вилка устанавливается на ровную поверхность щупом вверх).

Таблица 4

Зависимость степени заряженности АБ от напряжения на холостом ходу*
(АБ находилась в электрическом покое не менее 24 ч)

| | | | | | |
|----------------------------|--------|------|------|------|--------|
| Показания вольтметра, В | > 12,7 | 12,5 | 12,3 | 12,1 | < 11,9 |
| Процент заряженности, % | 100 | 75 | 50 | 25 | 0 |

*температура окружающей среды и АБ $\approx 20...25$ °С.

Таблица 3

Зависимость степени заряженности АБ от напряжения в конце
пятой секунды тестирования нагрузочной вилкой*

| | | | | | |
|----------------------------|-------|-----|-----|-----|-------|
| Показания вольтметра, В | >10,2 | 9,6 | 9,0 | 8,4 | < 7,8 |
| Процент заряженности, % | 100 | 75 | 50 | 25 | 0 |

*температура окружающей среды и АБ $\approx 20...25$ °С.

1.7. Проверка АБ прибором КИ-1093

Определение ЭДС батареи:

- в каждом аккумуляторе замеряется плотность электролита;
- к клеммам «V» и «←» прибора присоединяются два провода с игольчатыми щупами (рис. 4);

- рукоятка переключателя вольтметра устанавливается в положение «–3»;
- с сообщением полярности измеряется ЭДС каждого аккумулятора батареи и сравнивается с расчетной E_0 .

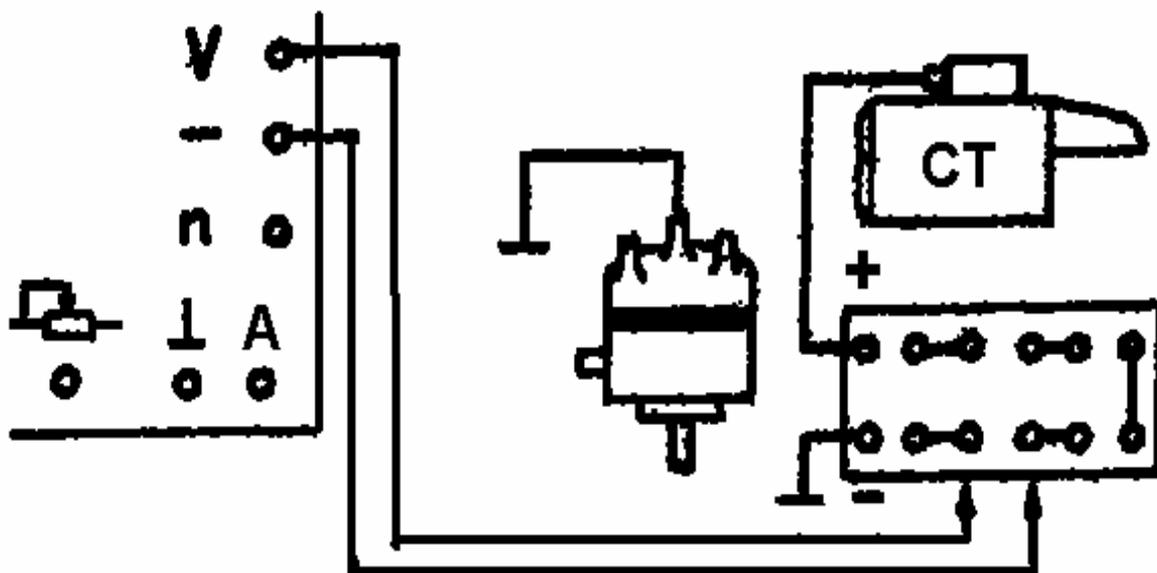


Рис. 4. Схема проверки АБ прибором КИ-1093

Для проверки АБ под нагрузкой используется стартер двигателя. Напряжение замеряется в конце пятой секунды разряда.

1.8. Проверка емкости АБ

Емкостью называют количество электричества, выраженное в ампер-часах, которое отдает полностью заряженная АБ при непрерывном разряде постоянной силой тока до определенного конечного напряжения. Номинальная емкость ($Q_{ном}$) стартерных 12-вольтовых АБ гарантируется при непрерывном десятичасовом разряде силой тока $0,1 Q_{ном}$ до напряжения не менее 10,5 В при средней плотности электролита $\gamma = 1,285 \text{ г/см}^3$ и температуре не ниже $+15 \text{ }^\circ\text{C}$.

При эксплуатации емкость АБ зависит от следующих факторов:

- сила разрядного тока;
- температура электролита;
- плотность ;
- химическая чистота кислоты, воды и материалов пластин;
- чистота поверхности крышек АБ;
- срок службы.

Сила разрядного тока сильно влияет на емкость АБ. При увеличении силы разрядного тока, особенно при включении стартера, внутри активной

массы положительных пластин быстро образуется большое количество воды, а образующийся при этом $PbSO_4$ закупоривает поры активной массы, мешая доступу свежего электролита. Особенно сильно это влияние проявляется в зимнее время.

При 10-часовом режиме разряда работает около 50 % активной массы пластин, а при стартерном режиме – не более 15 %.

Емкость АБ определяется по следующей формуле

$$Q = I_p t_p,$$

где I_p – сила разрядного тока, А;

t_p – время разряда, ч.

Большое влияние на разрядную емкость оказывает температура электролита. Номинальная емкость гарантируется при $+30\text{ }^\circ\text{C}$. С понижением температуры, увеличивается вязкость электролита, что затрудняет его проникновение в поры активной массы, при этом поверхностные слои пластин быстрее преобразуются в $PbSO_4$, а энергия, запасенная в глубоких слоях активной массы, полностью не используется.

При 10-часовом режиме разряда емкость приводят к температуре $+25\text{ }^\circ\text{C}$ по формуле

$$Q_{AB} = \frac{Q}{1 + 0,01 (t^0 - 25^0)},$$

где t^0 – средняя температура электролита во время разряда, $^\circ\text{C}$.

С целью получения большей величины разрядной емкости в зимнее время, АБ необходимо утеплить, особенно со стороны крышек, так как около 80 % тепла уходит через межэлементные переемы.

Емкость АБ при последовательном соединении одинаковых по емкости аккумуляторов равна емкости одного аккумулятора, а ЭДС батареи равна сумме ЭДС, входящих в батарею аккумуляторов. При параллельном соединении аккумуляторов в батарею ее емкость равна сумме емкостей всех аккумуляторов, а ЭДС батареи равна ЭДС одного аккумулятора.

Номинальная емкость АБ определяется при непрерывном 20-часовом разряде силой тока $I_p = 0,05 Q$.

Напряжение в отдельных аккумуляторах не должно снижаться менее 1,75 В.

$$Q = I_p t_p.$$

Если Q меньше 80 % Q_H , то АБ требует проведения контрольно-тренировочных циклов (КТЦ); при Q меньше 60 % Q_H АБ считается не пригодной к дальнейшей эксплуатации.

Резервная емкость – время, в течение которого АБ может снабжать потребителей при отказавшем генераторе.

Резервная емкость – это запас емкости АБ, измеренный в минутах при разряде током в 25 А для батарей любой емкости при температуре 27 °С. Она приблизительно соответствует времени движения авто при выходе из строя его генератора. Для АБ номинальной емкостью 55 А·ч резервная емкость составляет 85...90 мин. Это значит, что при выходе из строя генератора, машина сможет двигаться еще $\approx 1,5$ ч за счет энергии АБ, полностью заряженной на момент поломки.

1.9. Ток холодной прокрутки (ТХП)

Максимальная нагрузка на АБ приходится в первые секунды после запуска. Затем за счет инерции и поданного масла двигатель работает значительно легче.

ТХП – указанный изготовителем ток разряда, который способен отдать АБ при температуре электролита минус 18 °С в течение 10 секунд до напряжения на клеммах 7,5 В.

Это определение одной из наиболее важных характеристик автомобильного аккумулятора из европейского стандарта EN 60095-1. Измеряется в амперах (А) и обязательно указывается производителем на корпусе АБ. Например, современные легковые батареи емкостью 60 А·ч имеют показатели ТХП от 450 до 620 А.

В действительности ТХП современной АБ в 2...3 раза превышает значения реально потребляемого тока при пуске двигателя, так как в этом случае основным потребителем энергии АБ является стартер.

Сила тока, необходимая при запуске двигателя зависит от модели стартера и его мощности.

Мощность стартеров, установленных на легковых автомобилях с ДВиз, 0,8...1,2 кВт. Напряжение АБ (*бортовая сеть*) 12 В. Пусковые токи от 70 А (*летом на горячую*) до 300 А (*зимой холодный утренний запуск*). Обычный пусковой ток бензинового мотора 1,2...2,5 л 100...300 А длительностью до 1 с.

При запуске бензинового двигателя легкового автомобиля на исправный стартер с АБ подается ток не выше 300 А.

В автомобилях, оснащенных дизельными ДВС, мощность стартера будет выше: от 2,2 до 3,6 кВт. Чтобы запустить дизельный двигатель нужно приложить большую силу, чем для бензинового (*> степень сжатия*). На силу пускового тока влияет:

- объем и состояние двигателя,
- горячий или холодный пуск,
- вязкость моторного масла.

И если горячий запуск потребляет пусковой ток 350 А в течение 2 с, то утренний запуск в мороз потребует у АБ ток 450...500 А. Пиковые значения тока при запуске дизельного двигателя в легковом авто могут достигнуть 700 А.

Чтобы избежать высоких токов потребления при старте грузового автомобиля применяют напряжение бортовой сети 24 В. Такое напряжение получают, устанавливая два «обычных» 12 В аккумулятора. Мощность стартеров для грузового автомобиля от 4 до 8 кВт.

Сила тока при запуске дизельного двигателя в грузовых автомобилях и автобусах от 300 до 1000 А, но напряжение бортовой сети 24 В.

Величина пускового тока зависит от количества пластин-электродов. Когда их много в аккумуляторе, то выше суммарная площадь электродов и больше емкость двойного слоя.

Стартерные АБ отличаются от тяговых большим количеством более тонких электродов. У стартерных АБ меньше тяговой емкости, которая образуется в результате долговременных химических процессов. Но у автомобилей многоэлектродных АБ большая емкость двойного слоя, которая создает внутри аккумулятора простейший плоский конденсатор, мощными но недолгими по времени разрядами которого и запускается двигатель. Между попытками завода двигателя необходимо делать перерывы 1...3 мин. За это время химические токообразующие реакции снова зарядят плоский конденсатор АБ.

В течение эксплуатации пусковой ток аккумулятора не уменьшается. Низкий ток холодной прокрутки АБ – это уже сигнал о разрушенных внутри пластинах.

Примерное соотношение пускового тока и емкости у свинцово-кислотной батареи 10 : 1. Чем больше разрядный ток, тем меньше емкость батареи в А·ч.

При 10-часовом разряде работает около 50 % активной массы пластин, а при стартерном режиме – не более 15 %.

У сильно разряженной АБ ток холодной прокрутки и емкость будут намного ниже от заявленных производителем значений. Именно разряженные АБ доставляют проблемы при пуске двигателя. Не допускайте глубоких разрядов!

Вторая причина трудностей со стартом двигателя, это старость стартера и его неисправности: подгорание коллектора, межвитковые замыкания, окисление, тугое вращение. Все эти неисправности приводят к тому, что ток потребляемый стартером, возрастает, крутит он хуже, количество медленных оборотов вала двигателя для старта требуется больше. В таком случае пускового момента не хватает для запуска двигателя.

1.10. Зарядка АБ

АБ заряжают от источников постоянного тока (генераторы, выпрямители), напряжение которых мало изменяется при изменении силы тока.

Заряд АБ при постоянном напряжении и изменяющейся силе зарядного тока. Постоянство напряжения поддерживается регулятором, а его величина устанавливается в зависимости от температуры электролита. Чем ниже температура электролита, тем выше должно быть напряжение заряда. Максимальное значение напряжения выбирается таким, чтобы заряд АБ доводился только до начала газообразования, то есть чтобы не было ее перезаряда ($U_{\max} = 2,4 \text{ В}$).

Сила зарядного тока (J_3) зависит от мощности генератора и степени заряженности АБ (рис. 5):

$$J_3 = \frac{U_{\Gamma} - E_{\text{АБ}}}{R_{\text{АБ}}},$$

где U_{Γ} – напряжение зарядного устройства, В;
 $E_{\text{АБ}}$ – ЭДС АБ, В;
 $R_{\text{АБ}}$ – сопротивление АБ, Ом.

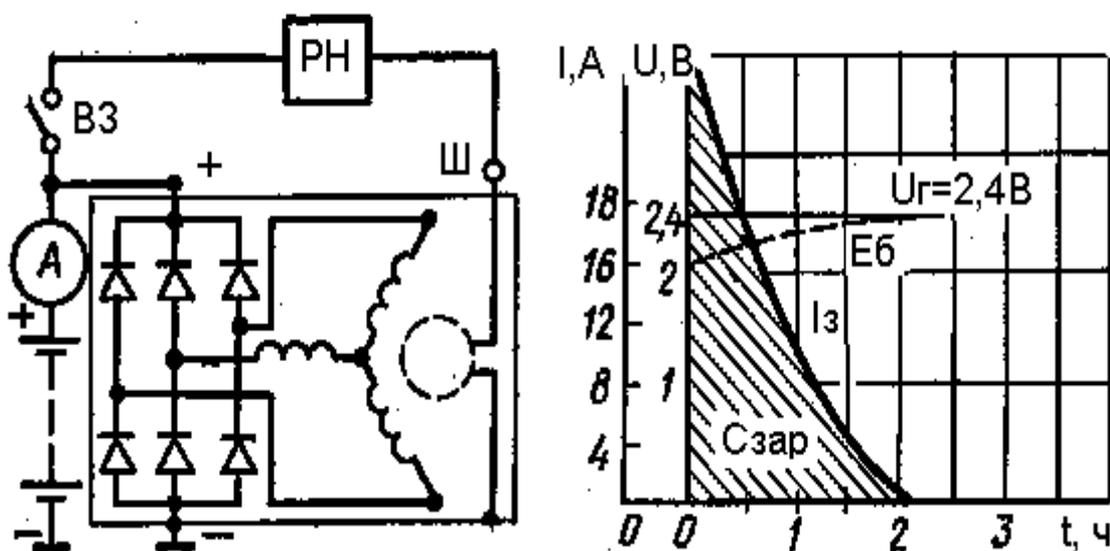


Рис. 5. Схема и характеристика заряда АБ при $U = \text{const}$

В начале заряда сила зарядного тока J_3 большая из-за значительной разницы между напряжением зарядного устройства U_{Γ} и ЭДС АБ $E_{\text{АБ}}$, по мере заряда она снижается до нуля.

Основные достоинства этого метода:

- заряд заканчивается при малой силе тока, почти без газообразования, что предотвращает разрушение пластин;
- короткое время заряда;
- для заряда можно включить батареи различной емкости, J_3 при этом устанавливается автоматически для каждой АБ.

Основной недостаток этого метода в том, что нельзя регулировать силу зарядного тока J_3 для каждой включенной батареи.

Заряд АБ при $J_3 = const$. При этом методе в каждую ветвь цепи (рис. 6) может быть включено ограниченное число аккумуляторов (Π_A).

$$\Pi_A = \frac{U_c}{2,7}$$

где U_c – напряжение в сети, В;

2,7 – ЭДС полностью заряженного аккумулятора, В.

Все АБ в ветви, независимо от их номинального напряжения, включаются последовательно. При этом целесообразно собирать каждую ветвь зарядной цепи из АБ одинаковой емкости. Если в ветвь включены АБ разной емкости, то $J_3 = 0,1 Q_{ном}$.

По мере заряда АБ повышается их ЭДС, что вызывает уменьшение силы тока, для поддержания J_3 на заданном уровне в каждую ветвь включают регулировочные реостаты. Сопротивление реостата определяют по формуле

$$R = \frac{U_c - 2 \Pi_A}{J_3}$$

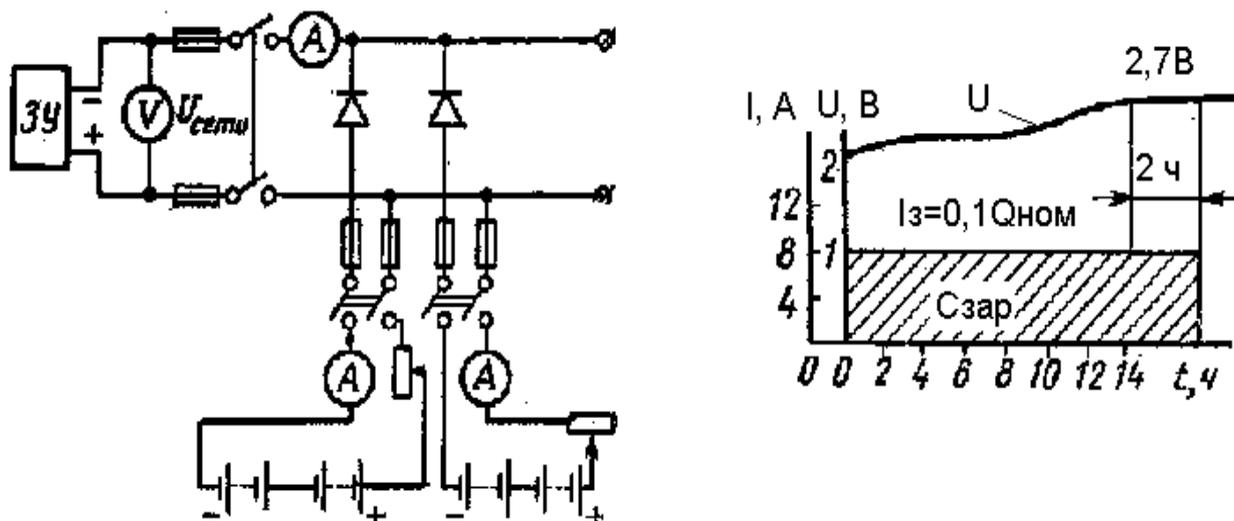


Рис. 6. Схема и характеристика заряда АБ при $J_3 = const$

Преимущество данного метода в том, что имеется возможность регулировать и контролировать силу тока в процессе всего заряда. Это позволяет устранять сульфатацию пластин и полностью зарядить АБ.

Недостатки этого метода:

- продолжительное время заряда;
- необходимость регулировки J_3 ;
- потеря энергии в реостатах.

2. ПОДГОТОВКА НОВЫХ АБ К РАБОТЕ

2.1. Подготовка новых АБ к работе

В новые АБ заливают электролит соответствующей плотности (разд. 1.3). Температура электролита 15...25 °С. После пропитки пластин электролитом через 2 часа АБ заряжают силой тока, равной 0,1 $Q_{ном}$ до наступления обильного газовыделения во всех аккумуляторах.

2.2. Хранение АБ

АБ рекомендуется хранить в заряженном состоянии при температуре минус 30...0 °С. В этом случае уменьшается саморазряд и коррозия пластин.

Поверхность АБ необходимо насухо протереть, штыри и межэлементные переключки очистить и смазать тонким слоем технического вазелина.

В период хранения ежемесячно проверяют плотность электролита и в случае ее снижения на 0,04 г/см³ АБ заряжают силой тока 0,1 $Q_{ном}$.

2.3. Контрольно-тренировочные циклы (КТЦ)

Проведением КТЦ обеспечивается удаление с пластин кристаллов PbSO₄ и полная зарядка АБ. В результате емкость АБ становится близкой к номинальной.

КТЦ подвергаются хранящиеся больше положенного срока новые АБ и АБ с пониженной более чем на 20 % емкостью.

Последовательность КТЦ:

- довести до нормы уровень электролита;
- зарядить АБ силой тока 0,1 $Q_{ном}$;
- в конце заряда проверить плотность электролита и при необходимости довести ее до нормы;

- разряжать АБ силой тока 10-часового разряда до тех пор, пока на одном аккумуляторе напряжение не снизится до 1,7 В;
- определить емкость АБ и, если она выше $0,8 Q_{\text{ном}}$, вновь зарядить АБ и сдать в эксплуатацию, при емкости ниже $0,8 Q_{\text{ном}}$ повторить КТЦ или списать АБ.

2.4. Признаки сульфатации АБ

Сульфатация АБ имеет следующие признаки:

- быстрое повышение температуры электролита при зарядке;
- очень медленное увеличение плотности электролита при зарядке;
- раннее начало газовыделения (сразу после начала заряда);
- меньшая емкость при контрольном разряде током $I_p = 0,05 Q_H$.

2.5. Определение полярности АБ

Для правильного подбора аккумулятора важно правильно определить его полярность (рис. 7). Для легковых АБ (емкостью от 35 А·ч до 110 А·ч), у которых клеммы (токовыводы) расположены вдоль длинной стороны, полярность определяется так: разверните батарею к себе той стороной, вдоль которой расположены клеммы, и на которой обычно размещается лицевая этикетка:

- если положительная клемма (токовывод) АБ (рядом с ней на крышке аккумулятора должен быть нарисован "+") находится справа, то у аккумулятора полярность "0" ("обратная" или "европейская");
- если плюсовая клемма находится слева – у АБ полярность "1" ("прямая" или "российская").

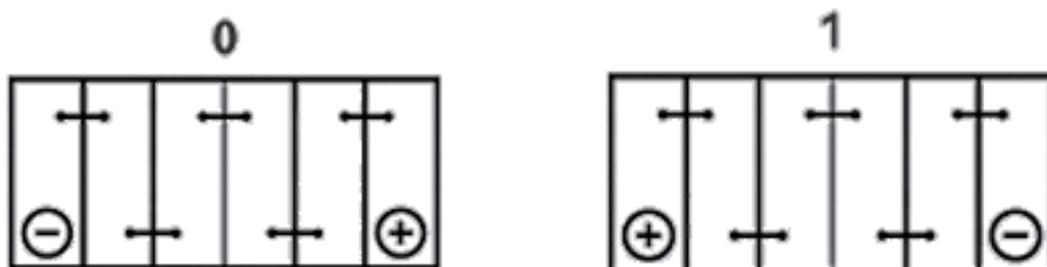


Рис. 7. Полярность АБ



А. П. Пупышев
М. А. Крюкова

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Екатеринбург
2021