



СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Д. Соснин

Предыдущие публикации [1, 2] по автомобильным аккумуляторам представляют собой краткое учебное пособие для самостоятельной подготовки специалиста частного автосервиса, имеющего желание углубить свои теоретические познания. Настоящая статья завершает тему практическими рекомендациями по техническому обслуживанию аккумуляторных батарей в условиях частного автосервиса.

1. Общие сведения

Современные автомобильные аккумуляторные батареи (АКБ) имеют малообслуживаемую или полностью необслуживаемую конструкцию и, в отличие от прежних, ремонту с разборкой не подлежат.

Тогда эксплуатационно-технические мероприятия по сервисному обслуживанию АКБ нового поколения сводятся к следующему:

- Хранение новых батарей, сухозаряженных или залитых.
- Первичная заливка малообслуживаемых сухозаряженных АКБ.
- Снятие АКБ с автомобиля на временное хранение.
- Профилактический подзаряд АКБ.
- Восстановительно-ремонтный (уравнильный) заряд АКБ.
- Контрольно-тренировочный зарядно-разрядный цикл.
- Сезонное обслуживание АКБ.

Сервисное обслуживание предполагает проведение работ в условиях аккумуляторного участка на станции технического обслуживания, или на автотранспортном предприятии. Однако, если имеются необходимые технические средства, то перечисленные мероприятия могут проводиться и в условиях частного автосервиса. В таком случае необходимо иметь набор следующих технических средств.

а) Специально отведенное место, поближе к вытяжке или к свежему воздуху, где следует оборудовать небольшой аккумуляторный стенд. На стенде в неприиспособленном под аккумуляторный участок помещении можно проводить техническое обслуживание только одной аккумуля-

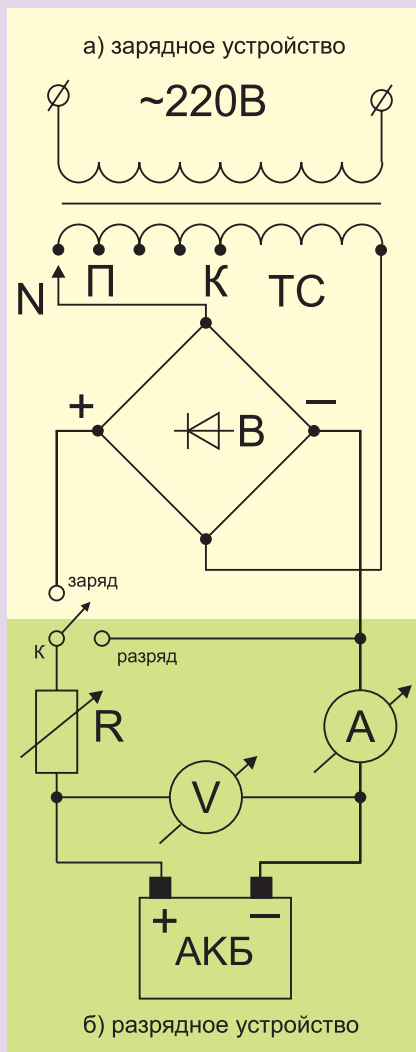


Рис. 1

торной батареи. Приготовление электролита в таких условиях проводить не следует.

б) Зарядно-разрядное устройство с сетевым трансформатором ТС мощностью не менее 300...400 ВА, с комплектом измерительных приборов V, А и реостатом R (рис. 1).

в) Набор аксессуаров, в который входят: часы t со звуковым сиг-

налом; аэрометр γ (денсиметр), или поплавковый плотномер; лабораторный термометр Т (10...50)°С; нагрузочная вилка НВ с удлиненным гибким проводом; три аптечные бутылки с притертыми пробками из толстого стекла разных оттенков емкостью не более 2...3 литров (для хранения дистиллированной воды, доливочного и готового к употреблению электролита); мерная посуда М и лейки Л из пластмассы; захватные щипцы Щ для переноса АКБ (рис. 2).

г) Комплект индивидуальных средств защиты от кислотных ожогов и отравления: фартук, резино-

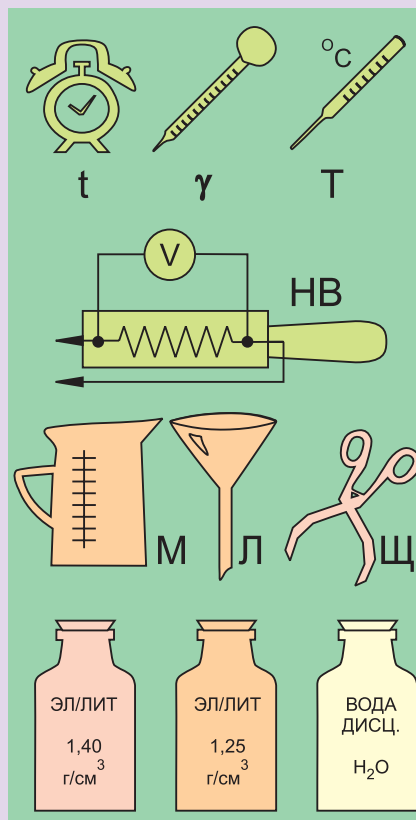


Рис. 2



Рис. 3

вые перчатки, защитные очки и респиратор, мыло и емкость (8...10 л) с питьевой водой (рис. 3).

2. Хранение батарей

Срок хранения до начала эксплуатации и условия хранения малообслуживаемых сухих и необслуживаемых залитых АКБ, как правило, указаны в сервисной книжке или в прилагаемой инструкции.

Стандартные условия хранения следующие.

а) Не следует вскрывать заводскую целлофановую упаковку батареи до начала эксплуатации. Упаковка предохраняет АКБ от прямого контакта с атмосферным воздухом, кислород и влага которого ускоряют «старение» активных реагентов и токовых выводов аккумуляторной батареи. Герметично упакованная сухозаряженная АКБ может храниться до 3 лет.

б) В летнее время хранить АКБ лучше в прохладном помещении, защищенном от прямых солнечных лучей. Зимой температура в хранилище может быть минусовой. При этом следует иметь в виду, что АКБ с плотностью электролита $\gamma < 1,15$ может замрзнуть уже при -14°C . Замерзший электролит несет в себе угрозу растрескивания и последующего оползания активных масс аккумуляторов.

в) Умеренно пониженные температуры благоприятны для хранения АКБ, залитых электролитом (необслуживаемых и снятых с эксплуатации), так как при этом резко ограничивается саморазряд АКБ.

г) Общего тока саморазряда для всех аккумуляторов в АКБ быть не может, так как саморазряду подвергается каждый аккумулятор в отдельности. Если при этом в один из них случайно попадает частица грязи или металла, процесс саморазряда в этом аккумуляторе заметно ускорится. Как следствие, в АКБ, снятой с эксплуатации после длительного ее хранения без подзаряда, наблюдается неравномерность плотности электролита, а значит и степени разряженности аккумуляторов в разных банках. Если такую АКБ не подвергнуть уравнительному заряду, она быстро выходит из строя.

д) Саморазряд проходит медленнее при понижении температуры. Так, если заряженная АКБ хранится при температуре 0°C , то она разряжается на 0,5% за 8-9 месяцев. При температуре $+15^\circ\text{C}$ саморазряд протекает в 4 раза быстрее. При хранении АКБ без подзаряда в жарких регионах она полностью разрядится за один год и придет в негодность.

Из сказанного ясно, что хранить любую аккумуляторную батарею лучше при пониженной температуре.

е) Хранение снятых с эксплуатации АКБ более трех месяцев, а необслуживаемых более шести месяцев в обычных условиях без подзаряда может стать причиной заметного снижения их емкости и ускоренного старения. Подзарядка новых необслуживаемых АКБ при хранении не разрешена заводом-изготовителем. Поэтому срок хранения новых залитых электролитом необслуживаемых батарей не может быть более полугода. При покупке новой необслуживаемой АКБ это надо иметь в виду.

ж) Снятые с эксплуатации АКБ для хранения в обычных условиях

должны быть сразу полностью заряжены и в дальнейшем регулярно подвергаться профилактическому подзаряду не реже одного раза в 3 месяца.

3. Первичная заливка аккумуляторной батареи

При первичной заливке аккумуляторов стартерной батареи в условиях частного автосервиса следует придерживаться следующих правил.

а) Нельзя приготавливать электролит из концентрированной серной кислоты в непригодном для этого помещении. В крайнем случае можно приготавливать электролит на открытом воздухе с соблюдением всех мер предосторожности.

б) Приготовление электролита реализуется вливанием серной кислоты в дистиллированную воду. Обратное вливание является грубейшим нарушением технической безопасности, так как может иметь место интенсивное вскипание и разбрызгивание кислоты.

в) Приготавливать и заливать электролит в АКБ следует при температуре $15...25^\circ\text{C}$. Плотность электролита, измеренная при приготовлении и заливке, приводится к температуре 25°C по формуле $\gamma_{25} = \gamma_T + 0,0007 (T - 25)$, где γ_T — плотность электролита при температуре измерения T .

г) Сначала приготавливают электролит с плотностью $\gamma_{25} = 1,40 \text{ г/см}^3$, для чего в 650 объемных частей дистиллированной воды вливают 423 части концентрированной 94%-ной аккумуляторной серной кислоты. Использование технической серной кислоты недопустимо. При растворении серной кислоты в воде выделяется большое количество теплоты. Заливать в АКБ можно только остывший электролит ($15 < T_3 < 25^\circ\text{C}$).

д) Нормы расхода компонентов для приготовления 1 дм^3 (л) электролита приведены в табл. 1 [3].

е) При заливке электролита в АКБ приведенная плотность γ_{25} электроли-



Таблица 1

| Плотность γ_{25} электролита, приведенная к температуре 25°C, г/см ³ | Количество компонентов в электролите γ_{25} , л | | | |
|--|--|---|------------------|--|
| | H ₂ O | H ₂ SO ₄ 1,83 г/см ³ | H ₂ O | Электролит плотностью 1,40 г/см ³ |
| 1,20 | 0,859 | 0,200 | - | - |
| 1,21 | 0,849 | 0,211 | 0,475 | 0,525 |
| 1,22 | 0,839 | 0,221 | 0,450 | 0,550 |
| 1,23 | 0,829 | 0,231 | 0,425 | 0,575 |
| 1,24 | 0,819 | 0,242 | 0,400 | 0,600 |
| 1,25 | 0,809 | 0,252 | 0,375 | 0,625 |
| 1,26 | 0,800 | 0,263 | 0,350 | 0,650 |
| 1,27 | 0,790 | 0,274 | 0,325 | 0,675 |
| 1,28 | 0,781 | 0,285 | 0,300 | 0,700 |
| 1,29 | 0,771 | 0,296 | 0,275 | 0,725 |
| 1,30 | 0,761 | 0,306 | 0,250 | 0,750 |
| 1,31 | 0,750 | 0,316 | 0,225 | 0,775 |
| 1,40 | 0,650 | 0,423 | - | 1,000 |

та обязательно указывается в сопроводительном документе на батарею; это необходимо для определения степени разряженности в дальнейшем.

Из таблицы видно, что увеличение плотности электролита выше значения 1,31 г/см³ приводит к повышению температуры замерзания;

Таблица 2

| γ_{25} г/см ³ | 1,00 | 1,15 | 1,20 | 1,25 | 1,29 | 1,30 | 1,31 | 1,32 | 1,35 | 1,40 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T °C | 0 | -14 | -27 | -50 | -74 | -72 | -68 | -64 | -49 | -38 |

ж) Плотность электролита при первичной заливке должна соответствовать климатической зоне эксплуатации АКБ, а для влажных и холодных регионов также и времени года (см. табл. в [2]).

и) Для предполярных и полярных широт необходимо учитывать возможность замерзания электролита в зимний период (см. табл. 2).

к) Для точной подгонки плотности электролита при его заливке в батарею необходимо иметь дистиллированную воду и электролит с повышенной плотностью 1,4 г/см³. Если приготовленный электролит имеет плотность ниже требуемой, то в него доливается не аккумуляторная кислота, а электролит с повышенной плотностью. При не-

обходимости понизить плотность в электролит доливают дистиллированную воду.

л) Для удобства составления электролита с требуемой плотностью приведена табл. 3 [3].

4. Способы заряда батарей

Одной из главных процедур сервисного обслуживания аккумуляторной батареи является ее заряд в стационарных условиях.

Для заряда аккумуляторной батареи в условиях частного автосервиса необходимо иметь источник постоянного тока с регулируемым выходным напряжением. Обычно это мощный полупроводниковый выпрямитель с сетевым трансформатором, которые совместно образуют зарядное устройство — ЗУ (рис. 1а).

Для заряда одной АКБ максимальное выходное напряжение ЗУ без нагрузки должно быть не менее 25...30 В, а под нагрузкой 10 А — не менее 17 В. С помощью такого зарядного устройства можно эффективно и быстро заряжать батареи с номинальной емкостью до 100 А·ч, т.е. батарею любого современного легкового автомобиля.

Следует иметь в виду, что зарядное устройство и аккумуляторная батарея включаются встречно-параллельно («+» с «+»; «-» с «-»), и ток заряда будет иметь место только при соблюдении условия $U_B > U_{\text{бз}}$.

Таблица 3

| Плотность электролита в аккумуляторе, г/см ³ | Корректировка плотности электролита в объеме 1 л | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-----------------------|------------------------------------|---|-----------------------|------------------------------------|---|-----------------------|------------------------------------|--------------------------|
| | До 1,25 г/см ³ | | | До 1,27 г/см ³ | | | До 1,29 г/см ³ | | | До 1,31 г/см ³ | |
| | Количество отбираемого электролита | Добавки, см ³ | | Количество отбираемого электролита | Добавки, см ³ | | Количество отбираемого электролита | Добавки, см ³ | | Количество отбираемого электролита | Добавки, см ³ |
| | | Электролита плотностью 1,40 г/см ³ | Дистиллированной воды | | Электролита плотностью 1,40 г/см ³ | Дистиллированной воды | | Электролита плотностью 1,40 г/см ³ | Дистиллированной воды | | |
| 1,24 | 61 | 62 | - | 173 | 175 | - | 252 | 256 | - | - | - |
| 1,25 | - | - | - | 118 | 119 | - | 215 | 219 | - | - | - |
| 1,26 | 39 | - | 40 | 65 | 66 | - | 174 | 180 | - | 290 | 294 |
| 1,27 | 78 | - | 80 | - | - | - | 122 | 124 | - | 246 | 249 |
| 1,28 | 117 | - | 120 | 40 | - | 42 | 63 | 64 | - | 198 | 201 |
| 1,29 | 157 | - | 161 | 75 | - | 78 | - | - | - | 143 | 145 |
| 1,30 | - | - | - | 109 | - | 113 | 36 | - | 37 | 79 | 81 |
| 1,31 | - | - | - | 143 | - | 148 | 72 | - | 76 | - | - |

Примечание: плотность электролита увеличивается на 0,0007 г/см³ при понижении температуры на 1°C

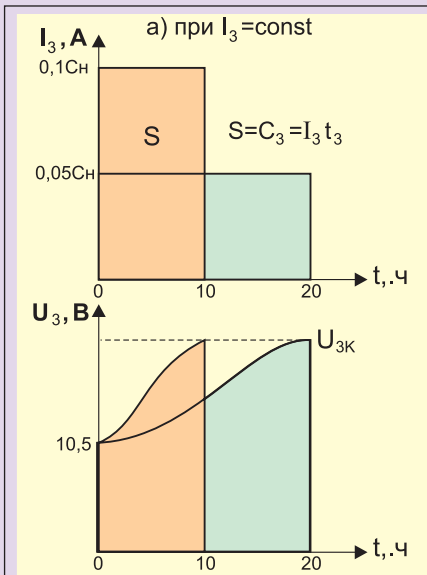


Рис. 4 а

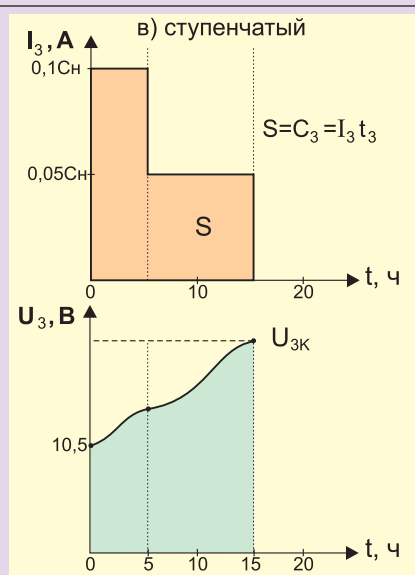


Рис. 4 в

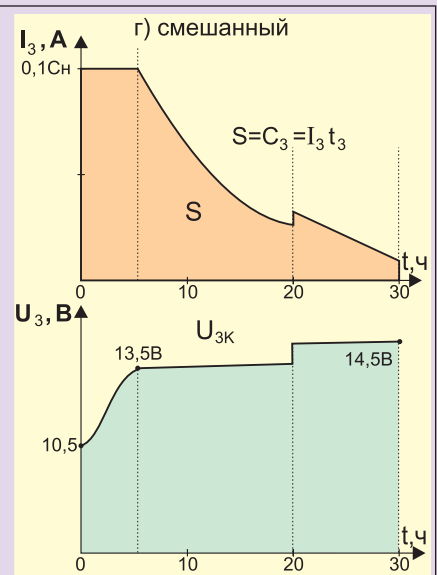


Рис. 4 г

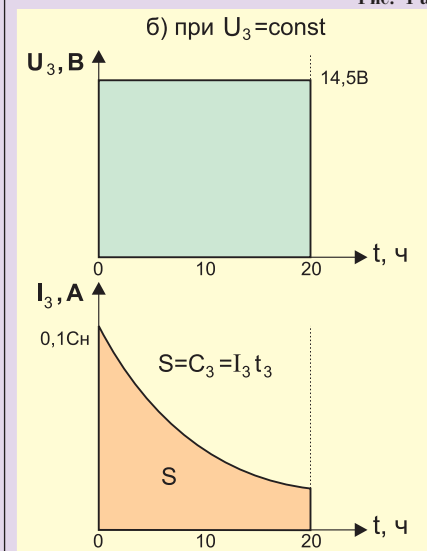


Рис. 4 б

затем при постоянном напряжении $U_{\text{бз}} = 14,5 \pm 0,1 \text{ В}$ (рис. 4г).

д) Ускоренный заряд (быстрый подзаряд в экстремальных случаях) при увеличенном постоянном токе:

- при 30-минутном заряде $I_3 = 0,7 C_{\text{H}}$ $C_3 = 0,35 C_{\text{H}}$;
- при 45-ти минутном заряде $I_3 = 0,5 C_{\text{H}}$ $C_3 = 0,37 C_{\text{H}}$;
- при 90 минутном заряде $I_3 = 0,3 C_{\text{H}}$ $C_3 = 0,45 C_{\text{H}}$.

Для батарей, находящихся в длительной эксплуатации, ускоренный заряд проводить не рекомендуется. Это может стать причиной их выхода из строя.

е) Уравнительный заряд при постоянном токе — это длительный (не менее 10 часов) заряд током $I_3 = 0,1 C_{\text{H}}$

под обязательным контролем плотности, температуры и напряжения в каждой аккумуляторной банке. Он проводится как профилактический перед зимней эксплуатацией, или как восстановительно-ремонтный для сильно разряженной батареи в зарядно-разрядном тренировочном цикле. Уравнительный заряд обязательно предусматривает 2...3-х часовой перезаряд, в процессе которого плотность электролита и напряжение в каждом аккумуляторе исправной и полностью заряженной батареи становятся одинаковыми.

ж) Перезаряд — это уравнительный заряд батареи (при $I_3 = \text{const}$; $U_3 = \text{const}$; $\gamma_3 = \text{const}$) в течение

2...3-х часов после того, как плотность электролита и напряжение заряда перестают возрастать под действием постоянного тока заряда.

и) В отличие от заряда в стационарных условиях заряд АКБ на борту автомобиля может быть реализован от генераторной установки только при постоянном напряжении ($U_3 = 14,5 \text{ В}$), но при ограничении максимального тока заряда, который не должен быть более чем $I_3 \leq 0,3 C_{\text{H}}$. Это достигается подбором генератора и его регулятора напряжения к данному типу батареи и сезонной подстройкой регулятора. Из сказанного следует, что батарея, регулятор напряжения и автомобильный электрогенератор должны быть совместимы.

5. Контроль параметров при заряде

Проводя заряд аккумуляторной батареи, надо помнить следующее.

а) Перезаряд в течение более 3-х часов небезопасен для целостности активных масс на электродных пластинах аккумулятора.

б) Температура электролита при перезаряде не должна превышать 45°C .

в) Нагрев электролита при заряде АКБ свыше $+45^\circ \text{C}$ может стать причиной разрушения аккумуляторных электродов. Так, при температуре $+60^\circ \text{C}$ активные массы теряют адгезию с решетками и начинают отслаиваться и оседать. Это приводит к короткому

При $U_{\text{В}} = U_{\text{бз}}$ ток заряда $I_3 = 0$, а при $U_{\text{В}} < U_{\text{бз}}$ батарея начнет разряжаться на зарядное устройство.

Существует несколько способов заряда аккумуляторных батарей [4].

Два из них основные и на их основе возможны комбинации:

а) Заряд при номинальном постоянном токе $I_3 = 0,1 C_{\text{H}}$ или $I_3 = 0,05 C_{\text{H}}$ (рис. 4а).

б) Заряд при постоянном напряжении $U_{\text{бз}} = 14,5 \pm 0,1 \text{ В}$ (рис. 4б).

в) Ступенчатый заряд при постоянном токе на каждой ступеньке, обычно двухступенчатый заряд при $I_{31} = 0,1 C_{\text{H}}$ и $I_{32} = 0,05 C_{\text{H}}$ (рис. 4в).

г) Смешанный заряд, сначала при постоянном токе $I_3 = 0,1 C_{\text{H}}$, а

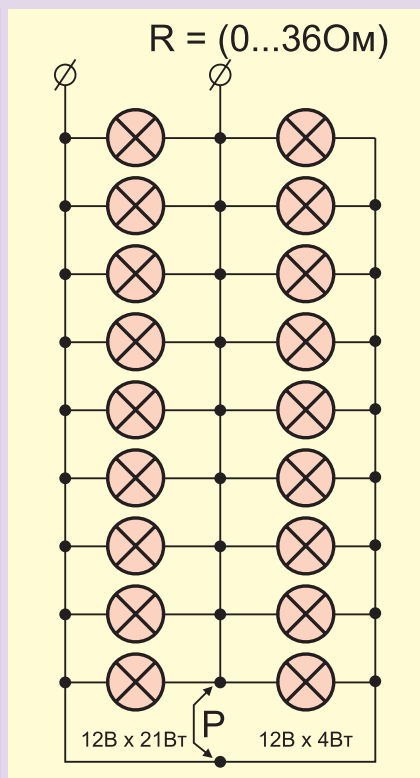


Рис. 5

замыканию в аккумуляторах. (Осыпание активных масс может иметь место и после оттаивания замерзшего в аккумуляторе электролита).

г) Если температура электролита в одной из средних банок станет выше +45°C, заряд АКБ необходимо временно прекратить.

д) Заряд АКБ при отрицательных температурах малоэффективен. Номинальным диапазоном температур для заряда АКБ является +15°C < T_э < +30°C.

е) После окончания заряда можно оценить текущее состояние генераторной установки автомобиля, на котором работала данная АКБ.

Для этого необходимо контролировать и постоянно регистрировать напряжение U_з заряда, ток I_з заряда, температуру T_э электролита и время t_з заряда. По значениям этих параметров проводится расчет степени разряженности батареи, а по степени разряженности судят о генераторной установке.

6. Принудительный разряд батареи

При сервисном обслуживании АКБ помимо заряда очень часто при-

ходится проводить ее принудительный разряд. Это делается в процессе контрольно-тренировочного цикла с целью «раскачки» батареи, а также с целью определения ее рабочей емкости (C_б), которой батарея обладает в данном техническом состоянии (на данном этапе срока службы).

Процесс разряда следует проводить под контролем тока I_р разряда и времени t_р разряда до конечного напряжения U_{бр} разряда.

Номинальными токами разряда для всех типов свинцово-кислотных аккумуляторов (при T = 15...25 °C) являются значения номинальных токов заряда I_{з1} = 0,05 C_н и I_{з2} = 0,1 C_н. В этих условиях батарея разряжается более равномерно, т.е. с более полным участием глубинных активных масс в образовании тока разряда.

Время разряда определяется конечным напряжением разряда (10,2 В при T=25°C).

Для определения разрядной емкости батареи C_{бр} = I_р t_р ток разряда I_р необходимо поддерживать постоянным, что легко реализовать с помощью нижеописанного зарядно-разрядного устройства (рис. 6).

В тех случаях, когда такого устройства нет, разряд батареи с целью раскачки емкости проводится с применением неконтролируемого разряда. Это когда к предварительно заряженной батарее подключают лампу от автомобильной фары (12 В x 55 Вт) на десять часов, и в конце разряда измеряют напряжение батареи, которое при T=20...25 °C должно быть не менее 10,5 В (для батареи со стандартной емкостью 45...55 А·ч). Разряжать батарею до напряжения менее 10 В не следует.

Затем батарею снова заряжают и вновь разряжают на ту же лампу (t_р = 10ч). Если конечное напряжение разряда при втором разряде будет не менее первого, то батарея исправна, и ее следует снова полностью зарядить. Если батарея не выдерживает тренировки, ее можно попытаться восстановить трехчасовым перезарядом или контрольно-тренировочным зарядно-разрядным циклом.

7. Контрольно-тренировочный цикл

Процедуры контрольно-тренировочного зарядно-разрядного цикла (КТЦ) выполняются на снятой с автомобиля батарее и сводятся к следующему:

- снятию батареи с автомобиля и проверке ее пригодности к дальнейшей эксплуатации;
- приведению работоспособной батареи к нормальному внешнему виду;
- проведению полного цикла заряда номинальным постоянным током I_з = 0,1 C_н с целью определения состояния разряженности батареи;
- проведению полного цикла разряда с целью тренировки батареи под нагрузкой в осветительном режиме (I_р = 0,1 C_н);
- проведению повторного цикла заряда номинальным током I_з = 0,05 C_н с целью определения рабочей (остаточной) емкости батареи и остаточного срока службы;
- проведению выравнивания плотности электролита и его уровня по всем банкам в батарее;
- проведению трехчасового перезаряда батареи с целью полного восстановления активности химических реагентов в порах электродных масс;
- аттестации батареи и ее установки на автомобиль.

а) КТЦ начинается с проверки пригодности батареи к дальнейшей работе на автомобиле. Для этого проводится измерение ЭДС и разрядного напряжения на клеммах

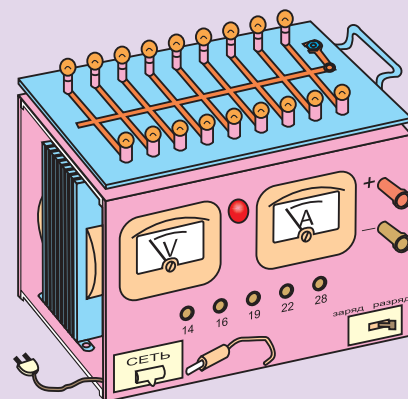


Рис. 6



каждого аккумулятора или батареи в целом с помощью аккумуляторного пробника, который иногда называют нагрузочной вилкой.

Если ЭДС батареи меньше чем 6 В (менее 1 В на аккумуляторе), а напряжение разряда батареи на номинальную нагрузку аккумуляторного пробника не более 3 В (0,5 В на аккумуляторе) в конце 5 сек разряда, то, скорее всего, АКБ к дальнейшей эксплуатации не пригодна.

б) Работоспособную АКБ промывают снаружи теплой проточной водой со щеткой и удаляют затвердевшие пятна грязи (предварительно заклеив липкой лентой, например, скотчем, все вентиляционные отверстия). Во время мойки батарея не должна переворачиваться или наклоняться более чем на 45 угловых градусов. После высыхания корпуса батареи его необходимо внимательно осмотреть.

в) Если на корпусе мало проработавшей батареи обнаружатся места протечек электролита (короткие трещины, сколы, протертости), их можно устранить, залив повреждения эпоксидной смолой, армированной обрезками ниток стеклоткани. Залить электролит обратно в аккумулятор необслуживаемой батареи можно через просверленное сверху аккумулятора отверстие, которое после заливки электролита надо заделать.

Работы по устранению протечек хотя и относятся к мелкому ремонту, но без соответствующего опыта проводить их не следует, результат будет отрицательный. Ремонт батареи с ее разборкой для замены отдельных аккумуляторов в рамках сервисного обслуживания не практикуется.

г) Затем проводят зачистку клемм АКБ крупной наждачной бумагой и проверку уровня, а также плотности электролита во всех банках. Для этого все пробки выворачивают из аккумуляторов. Аккумуляторы, уровень электролита в которых ниже электродов, обязательно доливают дистиллированной водой. Плотность электролита в бан-

ках на этом этапе выравнивать не следует, но ее и температуру электролита необходимо зафиксировать до начала заряда.

д) Далее аккумуляторную батарею надо поставить под заряд ступенчатым током с контролем и регистрацией времени заряда и температуры. Начальный ток заряда устанавливают равным $0,1 C_{20}$ А, и заряжают батарею до напряжения $14,4 \pm 0,1$ В постоянным током. Затем ток заряда уменьшают до $0,05 C_{20}$ А и, поддерживая его постоянным, продолжают заряд до состояния полной заряженности.

Это состояние у обслуживаемой батареи проявляется началом интенсивного газовыделения, примерным равенством и неизменностью плотности электролита в банках и достижением напряжения на аккумуляторах величины $2,65 \dots 2,7$ В или $15,9 \dots 16,2$ В на батарее.

е) Далее необходимо зафиксировать время заряда и продолжать заряд АКБ еще два часа (при постоянных токе I_3 заряда, напряжении U_3 заряда и плотности γ электролита). За эти два часа происходит восстановительный перезаряд батареи, при котором сульфат свинца растворяется в самых тонких и глубоких канальцах активных масс. По истечении двух часов перезаряда, не прерывая тока заряда, необходимо провести окончательную коррекцию плотности и уровня электролита по банкам и продолжать перезаряд еще в течение одного часа. После коррекции за один час перезаряда аккумуляторы в исправной батарее становятся идентичными по всем параметрам.

ж) На протяжении всего времени заряда надо следить за тем, чтобы температура электролита в одной из средних банок не стала выше 45°C . Если такое произойдет, заряд надо временно прекратить.

После окончания 3-х часового перезаряда батарею необходимо обесточить и дать ей остыть до температуры в помещении $17 \dots 25^\circ\text{C}$.

и) Количество электричества C_3 , которое получит батарея за время

ступенчатого заряда, можно рассчитать по формуле: $C_3 = I_{31}t_{31} + I_{32}t_{32}$, где t_{31}, t_{32} — продолжительность заряда током $I_{31} = 0,1 C_H$ и током $I_{32} = 0,05 C_H$ (в часах). Время перезаряда в продолжительность t_{32} не включается.

к) Теперь АКБ необходимо поставить на тренировочный разряд током $0,05 C_H$ А и зафиксировать время начала разряда, а также начальную температуру разряда. Поддерживая ток разряда постоянным и записывая через 2...3 часа температуру электролита, надо не пропустить тот момент, когда напряжение разряда на батарее станет равным $10,5 \pm 0,1$ В, или $1,75$ В на отдельном аккумуляторе. Это напряжение является конечным напряжением разряда и оно указывает на то, что АКБ полностью разрядилась.

л) Емкость $C_{\text{бр}}$, отданная батареей при разряде, определяется следующим образом: $C_{\text{бр}} = 0,05 C_H t_p / [1 + 0,01 (T_{\text{cp}} - 25)]$,

где C_H — паспортная (номинальная) емкость батареи в ампер-часах, указанная на заводской этикетке; t_p — продолжительность разряда в часах;

$T_{\text{cp}} = (T_1 + T_2 + \dots + T_n) / n$ — средняя температура электролита в $^\circ\text{C}$ за время разряда; n — число и номер измерений.

м) Величина $C_{\text{бр}}$, измеренная и рассчитанная описанным способом называется рабочей (остаточной) емкостью батареи. Она должна быть не менее 50% от C_H , чтобы батарея могла еще некоторое время поработать на борту автомобиля. Батарею, еще пригодную для последующей эксплуатации с $C_{\text{бр}} > 0,5 C_H$, снова полностью заряжают постоянным током $I_3 = 0,05 C_{20}$ А в течение 20-ти часов.

н) Если батарея имеет остаточную емкость менее $0,8 C_{20}$, ее заряд током $I_3 = 0,05 C_{20}$ до состояния полной заряженности будет продолжаться менее 20-ти часов, но трехчасовой перезаряд и в таком случае необходимо выполнить.

Состояние полной заряженности аккумуляторной батареи определя-



ют так же, как и при первом тренировочном заряде.

8. Тренировка необслуживаемых батарей

Что касается необслуживаемых и монолитных АКБ, то их сервисное обслуживание отличается только в части процедуры заряда. Их заряжают в основном при постоянном напряжении $U_3 = 14,5 \pm 1$ В. Однако, если батарея сильно разряжена, ее заряжают смешанным способом. Начальный ток заряда устанавливают не более $0,1C_H$ А и поддерживают его постоянным до тех пор, пока зарядное напряжение на батарее не станет равным $13,5 \pm 0,1$ В при температуре в зарядном помещении $25 \pm 5^\circ\text{C}$. После этого батарею заряжают не менее 20-ти часов при постоянном напряжении. Далее напряжение заряда устанавливают 14,5 В и поддерживают его постоянным на протяжении десяти часов заряда. Полная заряженность необслуживаемой и монолитной батарей проявляется по резкому падению тока заряда почти до нуля (при постоянном напряжении заряда 14,5 В). Временные зарядные характеристики для случая смешанного заряда необслуживаемой АКБ приведены на рис. 4г.

Если напряжение на АКБ не превысит значения 14,5 В (что иногда имеет место при заряде на борту автомобиля от генератора с неисправным регулятором напряжения), то перезарядка в необслуживаемых батареях не происходит. По этой причине даже для батарей с малой остаточной емкостью увеличение продолжительности заряда до 30-ти часов не представляет опасности. Остаточная емкость необслуживаемых и монолитных батарей определяется в режиме тренировочного разряда, также как и для обычных АКБ. Но так как температура электролита в аккумуляторах, не имеющих пробок, измерена быть не может, в формулу для расчета $C_{бр}$ вместо средней температуры $T_{ср}$ электролита подставляют среднее значение температуры в зарядном помещении

и прибавляют к нему 10°C на самопрогрев АКБ при заряде.

Тогда $C_{бр} = 0,05C_{20} t_p / [1 + 0,001 (T - 25)]$,

где $T = T_K + 10^\circ\text{C}$; T_K — температура в помещении ($20...30^\circ\text{C}$).

9. Определение остаточного срока службы батареи

Степень разряженности батареи, определенная сразу после ее снятия с автомобиля, служит важным показателем технического состояния автомобильной бортовой системы электроснабжения.

Так, если после проведения контрольно-тренировочного цикла выясняется, что АКБ поступила на сервисное обслуживание со степенью разряженности более 10% от остаточной емкости $C_{бр}$, то это говорит о том, что батарея постоянно недозарядкалась автомобильным генератором. Недозарядка, как и перезарядка, понижает срок службы АКБ.

Причинами недозаряда чаще всего являются:

- слабое натяжение ремня генератора;
- несоответствие климатической зоне эксплуатации автомобиля рабочего диапазона регулирования напряжения генератора;
- низкая плотность электролита в АКБ зимой;
- скрытая неисправность в генераторе.

Основной причиной перезарядки АКБ на автомобиле является повышенное напряжение генератора. Перезаряд, полученный батареей от автомобильного генератора, контролироваться быть не может.

Экспериментально установлено, что по остаточной емкости $C_{бр}$ можно ориентировочно определить ее остаточный срок службы $K_{ост}$ (в месяцах):

$$K_{ост} = K_0 [(2 C_{бр} / C_{20}) - 1], \quad (12)$$

где K_0 — номинальный срок службы батареи при соблюдении правил эксплуатации.

Эмпирическая формула 12 хорошо согласуется с практикой.

Из этой формулы следует, что аккумуляторная батарея с остаточ-

ной емкостью менее 50% от номинальной емкости C_H не имеет остаточного срока службы. Однако такую батарею можно использовать на автомобиле летом до полной выработки ресурса.

10. Зарядно-разрядное устройство

Практика показала, что даже глубоко разряженную батарею иногда можно привести в рабочее состояние специальными тренировками. Кроме того и нормально работающую батарею на втором-третьем году работы перед зимней эксплуатацией необходимо подвергать профилактической тренировке.

Для проведения тренировок помимо зарядного устройства необходимо иметь устройство для разряда батареи. Оно включает в себя вольтметр постоянного тока, амперметр постоянного тока и ламповый реостат (рис. 1б).

Схема для разряда батареи может быть собрана совместно с зарядным выпрямителем, и тогда получается универсальное зарядно-разрядное устройство — ЗРУ.

Отечественная промышленность малоформатные ЗРУ для обслуживания одного аккумулятора не выпускает. Такие изделия зарубежного производства имеют высокую стоимость. Поэтому для владельца частного автосервиса целесообразно изготовить зарядно-разрядное устройство своими силами.

На рис. 1 приведена принципиальная электрическая схема ЗРУ.

Для сборки схемы потребуется силовой трансформатор мощностью 300...400 ВА, например от старого лампового телевизора; мощный полупроводниковый выпрямительный мост, диоды которого рассчитаны на прямой ток 30...50 А и на рабочее напряжение не менее 50 В; четыре мощных радиатора для выпрямительных диодов; амперметр постоянного тока со шкалой 0...30 А; вольтметр постоянного тока со шкалой 0...30 В; ламповый реостат R, изготовленный по приведенной на рис. 5 схеме.



Телевизионный силовой трансформатор надо разобрать и с его катушек смотать все обмотки, кроме сетевых, которые, как правило, расположены первыми к каркасу. На освобожденное место нужно намотать новую вторичную обмотку с 4-мя отводами, проводом (или плоской шиной) с двойной изоляцией и с сечением не менее четырех квадратных миллиметров. Число витков W_B новой обмотки следует определить экспериментально по числу витков W_H смотанной накаливающей обмотки: $W_B = 4 W_H$. Отводы нужно сделать от витков, занимающих в новой обмотке места: $0,5 W_B$; $0,6 W_B$; $0,7 W_B$; $0,8 W_B$.

После обратной сборки трансформатора необходимо проверить полученные выходные напряжения на отводах. Они должны быть близкими к ряду: 14,0; 16,5; 19,5; 22,5; 28,0 В.

Ламповый реостат можно собрать из девяти автомобильных одноконтрактных электроламп 12 В х 21 Вт, каждая из которых имеет сопротивление около 7 Ом, и девяти аналогичных ламп 12 В х 4 Вт ($R_{л} = 36$ Ом). Конструктивно ламповый реостат собирается из 18-ти ламповых патронов, соединенных параллельно, и установленных на общем алюминиевом основании, которое одновременно будет являться радиатором охлаждения для ламп.

Управлять таким реостатом очень просто: надо вынуть или вставить определенное количество электроламп. При этом общее сопротивление лампового реостата можно изменять в очень широком диапазоне от 0,65 до 36 Ом с большим числом промежуточных значений. Переключкой всех ламп сопротивление реостата делается равным нулю.

Переключатель П можно изготовить из штекерных клемм К и гибкого провода с наконечником N, рассчитанных на ток не менее 15 А. Все элементы схемы, кроме лампового реостата и измерительных приборов, можно собрать на общей горизонтальной плате. Ламповый реостат лучше расположить сверху над трансформатором и выпрямителем на отдельном радиаторе (на припод-

нятом листе алюминия). Измерительные приборы следует установить на отдельной вертикальной плате.

Примером исполнения может служить конструкция зарядно-разрядного устройства, показанная на рис. 6.

Самое большое неудобство при работе на таком ЗРУ состоит в том, что приходится вынимать горячие лампы из гнезд при необходимости их отключения. Во избежание ожогов лампы следует вынимать в кожаной перчатке или с помощью деревянных щипцов с пенопластовыми губками. Такие щипцы надо изготовить.

На описанном стенде можно проводить все виды зарядно-разрядных работ, в том числе и контрольно-тренировочный цикл.

11. Выводы и рекомендации

Специалисту частного автосервиса, занятому техническим обслуживанием автомобильных аккумуляторных батарей, следует иметь в виду:

- новая малообслуживаемая сухозаряженная батарея до начала эксплуатации должна храниться в герметичной целлофановой упаковке;
- срок хранения новой сухозаряженной АКБ до продажи не должен превышать 12 месяцев со времени выпуска;
- не следует покупать новую необслуживаемую залитую электролитом батарею, если вмонтированный в нее указатель степени заряженности указывает на разряженное состояние батареи;
- при самостоятельной заливке батареи электролитом необходимо строго соблюдать правила приготовления электролита и техники безопасности при работе с серной кислотой и ее растворами. Применение индивидуальных средств защиты обязательно;
- после заливки и зарядки батареи необходимо откорректировать приведенную плотность γ_{25} электролита под условия эксплуатации батареи в данном регионе и зафиксировать плотность γ_{25} в сопроводительном документе на АКБ;

- хранить АКБ следует только в заряженном состоянии и при пониженной температуре, летом в прохладном помещении, зимой — при температуре не ниже -20°C ;
- снятую с автомобиля АКБ для хранения следует подзаряжать не реже одного раза в 3 месяца (в теплых регионах) и не реже одного раза в 6 месяцев (в холодных регионах);

- после 2...3-х лет эксплуатации батарею необходимо подвергать ежегодному профилактическому контрольно-тренировочному зарядно-разрядному циклу;

- номинальная (паспортная) емкость C_H батареи является ее рабочим параметром только для номинальных условий эксплуатации ($T=15...30^{\circ}\text{C}$). При отрицательных температурах рабочая емкость полностью заряженной батареи значительно ниже паспортной (см. график в [2]). Другими словами, отдача по емкости исправной и полностью заряженной АКБ прежде всего зависит от температуры и тока разряда. В осветительном режиме (когда $I_p=0,05 C_H$ при $T>15^{\circ}\text{C}$) отдача может составить 95% от C_H . В режиме тока холодной прокрутки ($I_p=3C_H$ при $T=-18^{\circ}\text{C}$) отдача не превышает 8...10% от C_H .

Литература

1. Д.Соснин. Автомобильная аккумуляторная батарея. Ремонт & Сервис, №1, 1999, с. 39-43.
2. Д.Соснин. Параметры и характеристики автомобильной аккумуляторной батареи. Ремонт & Сервис, №2, 1999, с. 44,45.
3. Боровских Ю.М., Старостин А.К., Чижков Ю.П. Стартерные аккумуляторные батареи. — М.:Фонд ЗЭГ., 1997.
4. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. — М.:Транспорт, 1995.
5. Банников С.П. Электрооборудование автомобилей. — М.:Транспорт, 1977.