

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Р С Ф С Р

ТОЛЬЯТИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра "Автомобильное электрооборудование"

Л.Л. Вайнштейн, к.т.н., доцент

О.В. Петин, к.т.н., доцент

ИСПЫТАНИЕ СВИНЦОВЫХ СТАРТЕРНЫХ
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Учебное пособие

Издательство 1967

УДК 62Г.43.044.7.001.4

Вайнштейн Л. П., Петянов О. В. Испытание свинцовых стартерных аккумуляторных батарей: Учебное пособие. — Кузбасс: КуАИ, 1987. — 32 с.

Изложены методы испытаний стартерных свинцовых аккумуляторных батарей, описано основное испытательное оборудование. Использован опыт Волжского автомобильного завода и зарубежных фирм.

Пособие предназначено для студентов специальности 0618 "Автотракторное электрооборудование" при изучении курса "Испытания, ремонт и эксплуатация автотракторного электрооборудования".

Рецензенты:

Зуро испытаний отдела электрооборудования Управления главного конструктора ВАЗа (начальник бюро Лисцев В. М.);
к. т. н. доцент Крежковский Ю. С. (Ульяновский политехнический институт, кафедра "Электрификации промышленных предприятий").

Научный редактор Чирсанов И. В., руководитель группы исследования систем питания и пуска отдела проектирования и испытания электрооборудования НТЦ ВАЗа.

Утверждено редакционно-издательской секцией методического совета института.



Тольяттинский политехнический институт

Надежный пуск, особенно при низких температурах, - одна из важнейших характеристик автомобильного двигателя. Карбюраторные ДВС современных легковых автомобилей обеспечивают холодный запуск при температурах до -25°C без применения дополнительного подогрева.

Значительную роль в надежном пуске двигателя играет аккумуляторная батарея, конструкция которой должна обеспечить отдачу больших пусковых токов при малом падении напряжения на выводных клеммах, а также хороший прием заряда, позволяющий батарее восстановить свою емкость.

Аккумуляторная батарея, являясь единственным источником энергии в случае отказа генераторной установки, должна гарантировать работу минимально необходимого количества потребителей в течение достаточного времени, обеспечивая самостоятельное движение автомобиля.

Успешная эксплуатация аккумуляторных батарей на автомобиле зависит от таких показателей батарей, как вибростойкость, долговечность, емкость и др., которые оцениваются при проведении специальных испытаний. Качество проведения испытаний определяется квалификацией инженерно-технического персонала испытательной лаборатории, требует знания как электрохимических процессов, сопровождающих разряд и заряд батарей, а также современных методов испытаний и испытательного оборудования.

В настоящее время аккумуляторными заводами и фирмами выпускаются, в основном, батареи необслуживаемого типа. Поэтому учебное пособие подготовлено на основе норм ФРГ "Свинцовые аккумуляторы. К. л. т. а. н. я.", а также технических условий на отечественные необслуживаемые аккумуляторные батареи.



1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

1.1. Испытание на сухозаряженность

Испытаниям подвергаются батареи, выпускаемые заводом-изготовителем без электролита, в сухозаряженном состоянии.

После выдержки не менее 12 часов при температуре $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ батареи, взятые на испытание, заливают электролитом, имеющим ту же температуру и плотность $1,28 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$.

Через 20 мин после заливки производится разряд током, равным току испытаний при стандартном разряде на холоде (1.4) до конечного напряжения 8,0В.

Для новой батареи и напряжение на клеммах на 30-й секунде разряда должно быть не менее 9,0 В; продолжительность непрерывного разряда до 8,0 В должна быть не менее 2,5 мин. Лишь в этом случае батарея считается выдержавшей испытание.

Несколько лет тому назад испытания на сухозаряженность проводились разрядом меньшими токами, чем ток испытаний на холоде. Да и сейчас в стандартах на некоторые типы батарей ток при испытании на сухозаряженность не превышает 65...75% величины тока испытаний на холоде.

Увеличение разрядного тока при испытаниях — следствие совершенствования стартерных аккумуляторных батарей, основное назначение которых — отдать значительной силы ток в течение короткого промежутка времени при возможно меньших падениях напряжения.

Отмеченные значения продолжительности разряда соответствуют новым аккумуляторным батареям. Новой считается сухозаряженная батарея, вывученная заводом-изготовителем не более чем за 60 дней до испытаний, или залитая и заряженная не более чем за 10 дней до начала испытаний.

Однако стандарты регламентируют и контрольные параметры для батарей после длительного хранения на складе при нормальной температуре — влажности 80%. Для сухозаряженных батарей после года хранения напряжение на 30-й секунде разряда должно быть не менее 9,4 В; продолжительность разряда до 8,0 В должна быть не менее 2 мин.

Сразу же после окончания испытания на сухозаряженность батарей следует зарядить.

При длительном хранении разряженной аккумуляторной батареи часть сульфата свинца растворяется в электролите до насыщенного раствора, из

которого выпадает на пластинках в виде крупных кристаллов, трудно преобразуемых в исходное вещество электродов при заряде. Слои кристаллов сульфата свинца закупоривают поры активной массы и снижают емкость батареи, что делает ее непригодной для дальнейших испытаний.

1.2. Заряд аккумуляторных батарей

1.2.1. Первый заряд аккумуляторных батарей производится после испытаний на сухозаряженность. Батарея заряжается постоянным током (до напряжения U_{z}). В допусках зарядный ток $2I_{z0}$.

Ток I_{z0} (А) определяется по формуле

$$I_{z0} = \frac{C_{20}}{20},$$

где C_{20} - номинальная емкость при 20-часовом разряде, А·ч (1.3).

Процесс заряда считается законченным, если зарядное напряжение и плотность электролита не возрастает по трем замерам, производимым через один час.

Плотность электролита, приведенная к температуре 25°C , должна быть равной $1,28 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$ (и стандарте DIN за нормальную принимается температура 27°C).

Для приведения значения плотности к температуре 27°C используется формула

$$\rho_{25} = \rho_t + 0,0007(t - 25),$$

где ρ_t - плотность по окончании заряда, г/см^3 ;
 t - средняя температура электролита, $^{\circ}\text{C}$.

Ограничение по зарядному току при первом заряде вводится во избежание разрушений активной массы пластин, межэлементных соединений и др.

1.2.2. Все дальнейшие испытания должны проводиться на батареях, полностью заряженных по вольт-амперной характеристике.

Батарея при окружающей температуре $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$ должна заряжаться при напряжении $16,0 \pm 0,1 \text{ В}$ не менее 23ч и не более 30ч, причем максимальный зарядный ток не должен превышать $4I_{z0}$. После испытаний по холодному пуску допускаются уменьшение объема времени заряда до 15ч.

1.3. Испытание на номинальную емкость

Номинальная емкость C_{20} определяется 20-часовым разрядным током I_{20} . Перед началом испытаний батареи выдерживают при температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ не менее часа (время выдержки указывается в технических условиях).

Продолжительность разряда до напряжения на клеммах батарей 10,5 В должна быть не менее 20 ч.

Батарея считается выдержавшей испытание, если требуемая продолжительность разряда достигается не на первом цикле, а на втором или на третьем. Цикл включает в себя 20-часовой разряд, заряд, разряд на холоде и снова заряд.

Если продолжительность разряда после первого цикла меньше 20 ч, следует полностью зарядить батареи, произвести, если необходимо, корректировку приведенной плотности электролита до $(1,28 \pm 0,01) \text{ г/см}^3$, а затем вновь разрядить.

Техническая документация на ряд типов батарей допускает и более сложную дополнительную формуровку батарей при определении соответствия номинальной емкости, указанной изготовителем, ее действительной величине.

Емкость при испытаниях вычисляется по формуле $C = I_p \cdot T$, А·ч, где T - продолжительность разряда до конечного напряжения, ч.

Глубокий разряд аккумуляторной батареи не допускается, так как он приводит к необратимым изменениям в активной массе пластин. Именно поэтому для батарей установлены оптимальные значения конечных напряжений при разрядах током различной силы.

Разряд должен быть непрерывным, так как значение определяемой емкости может оказаться заниженным из-за диффузии кислоты в глубокие поры активной массы во время перерывов при разряде.

Температурный режим при разряде должен контролироваться, температура электролита, измеряемая в одном из средних аккумуляторов батареи, должна находиться в диапазоне $18 \dots 27^\circ\text{C}$. Если при испытаниях средняя температура электролита снижалась от 25°C , то величина действительной емкости рассчитывается по формуле

$$C_{25} = \frac{C_t}{1 + \alpha_1(t - 25)}$$

где C_t - емкость, полученная при испытании, А·ч;
 t - средняя температура между начальной и конечной температурами электролита при разряде, $^\circ\text{C}$;

C_{25} - емкость, приведенная к температуре 25°C , А·ч.

Другими словами, в интервале температур электролита от 18 до 27°C емкость батареи изменяется на 1% при изменении температуры на 1° . Поправка вычитается из полученного при испытании значения емкости при $t > 25^{\circ}\text{C}$ и прибавляется к этому значению при $t < 25^{\circ}\text{C}$.

Во избежание внесения поправок температурный режим стабилизируют; для этого разряд батареи проводят в водяной ванне, поддерживая температуру $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

1.4. Испытание стартерным режимом разряда при низкой температуре

Стартерная аккумуляторная батарея должна обеспечить надежный запуск двигателя во всем температурном диапазоне, оговоренном техническими условиями на транспортное средство.

Особенно сложным и ответственным является запуск двигателя при низких температурах. В связи с этим испытание стартерным режимом разряда при низкой температуре следует отнести к особо важным видам испытаний стартерных аккумуляторных батарей.

Испытание проводят при температуре $(-18 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

Батарею, выдержавшую испытание на номинальную емкость, полностью заряжают (1.2.2) и помещают в холодильную камеру с температурой $-18^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Нормы *DI* и *SAE* рекомендуют выдерживать батарею при этой температуре не менее $18 \dots 24$ ч, пока температура электролита, измеренная в одном из средних аккумуляторов, не достигнет предписанного значения. По ГОСТ 959.0-84 температуру электролита доводят до -18°C и поддерживают на этом уровне не менее 2 ч.

Во всех стандартах уделяется особое внимание методике охлаждения аккумуляторов до испытаний для того, чтобы обеспечить заданную температуру по всей массе электролита, пластин и т.д.

Испытания производятся непрерывным разрядом батареи неизменным током до конечного напряжения на клеммах $6,0$ В.

Ток разряда на холоде указывается на фабричном ярлыке. У батарей типа 6СТ55, применяемых на автомобилях ВАЗ, он равен 255 А.

Напряжение на 30 -й секунде после начала разряда должно быть меньше $9,0$ В, продолжительность разряда до $6,0$ В - не меньше $2,5$ мин. Напряжение должно измеряться непосредственно на полюсных выводах (клеммах) аккумуляторной батареи.

По окончании испытания и достижения положительной температуры электролита батарея должна быть полностью заряжена (разд. 1.2.2)

1.5. Испытание током холодной прокрутки

Батареи, выдержавшие испытания стартерным разрядом на холоде, могут быть подвергнуты испытаниям током холодной прокрутки. При этом виде испытаний батареи охлаждаются в холодильной камере до тех пор, пока температура электролита в среднем аккумуляторе не достигает -16°C . Затем при этой температуре батареи выдерживают 2 ч (или время, указанное в ТУ).

Разряд производят непрерывно в течение 30 с постоянным током, величина которого зависит от емкости батареи. Для батарей 6СТ55 $I = 400\text{А}$. По окончании разряда напряжение на выводах батареи должно быть не менее 7,2 В.

1.6. Испытание на саморазряд

Саморазряд является результатом непрерывных электрохимических процессов, проходящих в аккумуляторной батарее при разомкнутой внешней электрической цепи.

Повышенный саморазряд может привести к быстрой потере емкости и сокращению срока хранения батарей.

Испытания на саморазряд проводят после испытаний на сухозарядность, на номинальную емкость, на разряд в режиме стартерного разряда.

Перед этим видом испытаний в соответствии с ГОСТ 959.0-84 для более полного формирования активной массы проводят два цикла заряд-разряд (разд. 1.2; 1.3). Затем батареи выдерживают при температуре $(20,5 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 14 или 28 суток и оценивают ее действительную емкость.

Саморазряд S батареи определяют по выражению

$$S = \frac{C - C_1}{C} \cdot 100\%$$

где C — начальная емкость (среднее арифметическое по двум разрядам), приведенная к 25°C , А·ч;

C_1 — емкость после испытаний, приведенная к 25°C , А·ч.

Саморазряд заряженной батареи после бездействия в течение 14 суток не должен превышать 10%, а после 28 суток — 20%. Саморазряд необслуживаемых батарей после бездействия в течение 90 суток не должен превышать 10%.

Иной способ оценки саморазряда содержит норма DIN 43539.

Заряд батареи перед испытанием производится при постоянном напряжении $(16,0 \pm 0,01)\text{В}$ в течение 22...30 ч.

Заряженную батарею с плотно закрытыми пробками выдерживают

в течение 21 суток при температуре $40^{+1} \text{ } ^\circ\text{C}$.

После этого батарею подвергают испытанию стартерным разрядом при -18°C , имея в виду, что напряжения на клеммах батарей на 30-й секунде разряда должно быть не менее 8,0 В, а для необслуживаемых батарей — не менее 8,5 В.

Возможность нормирования более высокого конечного разрядного напряжения для необслуживаемых батарей свидетельствует об улучшении их характеристики по саморазряду и связана в первую очередь с уменьшением содержания сурьмы в сплаве для решеток.

1.7. Испитание на резервную емкость

Если при расчете энергобаланса и подбора генератора на стадии проектирования автомобиля правильно учтены мощности потребителей с учетом коэффициента их работы, то при движении автомобиля батарея как источник энергии практически не используется, ибо генератор обеспечивает все режимы потребления, в том числе и на малых оборотах двигателя. Однако при отказе генератора батарея становится единственным источником электроэнергии.

Резервная емкость характеризует время, в течение которого в этом случае может проехать автомобиль при токе нагрузки батарей, соответствующем работе потребителей в достаточно критических условиях, например, в дождливую осеннюю ночь, когда, кроме системы зажигания, включены фары, стеклоочиститель и т.д.

Резервная емкость в настоящее время является не менее важной характеристикой аккумуляторных батарей, чем номинальная, что объясняется ее практическим значением.

Для определения резервной емкости полностью заряженную батарею разряжают током 25 А до тех пор, пока напряжение на выводных клеммах не понизится до 10,5 В. Резервная емкость численно равна времени этого разряда в минутах.

Разряд проводится при температуре 25°C , которая поддерживается с помощью охлаждающей ванны.

Результаты испытаний могут быть приведены к 25°C с помощью корректирующего выражения

$$M = M_t [1 - 0.01 (t^\circ - 25)],$$

где M — время разряда, приведенное к разряду при 25°C , мин;
 M_t — фактическое время разряда при температуре $t^\circ\text{C}$, мин.

Выражение применимо в диапазоне температур 20...30°C, вне которого проведение испытания не допускается.

Резервная емкость аккумуляторных батарей* 6СТ55 по техническим условиям не должна быть меньше 9С мин.

1.8. Испытание на прием заряда

Ток приема заряда является величиной, определяющей возможности нового заряда частично разряженной батареи. Большая величина тока приема заряда при прочих равных условиях характеризует более быстрое восстановление разряженной батареи.

Испытание проводится с целью определения способности батареи принять заряд в условиях бортовой сети автомобиля при постоянном зарядном напряжении.

Испытания проводятся на новой залитой батарее или на приведенной в рабочее состояние сухозаряженной батарее, выдержавшей испытание на сухозаряженность (разд. 1.1) и снова заряженной.

Батарея, отобранная для испытаний, разряжается в течение 5 ч током $0,1 C_{20}$ при нормальной температуре, а затем выдерживается в среде с температурой $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$ не менее двух часов до полной стабилизации температуры электролита по всему объему батареи. Частично разряженную таким образом батарею, имеющую температуру электролита $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$, заряжают при постоянном напряжении 14,4 В. В конце 10-й минуты ток заряда должен быть не менее $0,1 C_{20}$ или $0,125 C_{20} \text{ A}$ (по ТУ ВАЗа).

Условия испытаний могут быть и ужесточены, ТУ ВАЗа, например, предусмотрено следующее продолжение испытаний.

По окончании десятиминутного заряда (при положительных результатах) батарею с разомкнутой внешней цепью выдерживают 15 дней при температуре окружающей среды $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$. Затем аккумулятор снова выдерживают в течение 12...24 ч при температуре $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$ и повторяют замер тока разряда через 10 с после начала заряда напряжением 14,4 В, который не должен быть менее $0,1 C_{20} \text{ A}$. В качестве примера в табл. 1.8 приведены результаты замеров тока приема заряда у образцов батарей обычного и необслуживаемого типа емкостью 55 А.ч.

Таблица 1.8

Тип батареи	Необслуживаемая	Обычное испытание
Ток заряда новой батареи, А	20...21	16...13
Ток заряда через 15 сут, А	15,5...16	6,1...6,8

Из табл. I.8 следует, что необслуживаемые батареи имеют лучшие показатели, чем обычные, и по этому виду испытаний.

Учитывая совершенствование конструкции батарей, нормы *ДИ* 43539 еще более ужесточают условия проведения испытаний. Батарея разряжается током $2I_{20}$ на 50% истинной емкости, установленной испытаниями (I.3). Затем не менее 24 ч батарея охлаждается в камере с температурой $0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Контроль температуры электролита ведется по среднему аккумулятору. Сразу же по истечении срока выдержки батарея подвергается заряду при постоянном напряжении $14,4 \text{ В} \pm 0,05 \text{ В}$. Ток заряда через 10 мин должен быть не менее $4I_{20} \text{ А}$.

I.9. Проверка силы тока по окончании зарядки

Заряд батареи на автомобиле производится от генераторной установки, напряжение U_r которой стабилизируется регулятором напряжения.

При заряде постоянным напряжением зарядный ток определяется разностью этого напряжения и ЭДС батареи E , а также ее внутренним сопротивлением $R_{\text{вн}}$:

$$I_z = \frac{U_r - E}{R_{\text{вн}}}.$$

С ростом ЭДС заряженной батареи уменьшается зарядный ток, стремясь к минимальной величине, поэтому, чем меньше величина тока в конце заряда, тем полнее заряжена батарея. Таким образом, сила тока в конце заряда характеризует способность батареи воспринимать максимальный полный заряд при постоянном напряжении. Испытанию подвергаются аккумуляторные батареи, выдержавшие испытания на сухозарядность, номинальную емкость и испытания стартерным режимом разряда (разд 1.10.1.1).

Полностью заряженная током $0,05 C_{20}$ 4 аккумуляторная батарея выдерживается в течение двух часов с разомкнутой внешней цепью в среде с температурой $(20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$. Затем в течение 6 часов батарея непрерывно питается током от источника постоянного напряжения 15 В. Сила тока заряда по окончании данного промежутка времени не должна быть больше $0,1 C_{20} \text{ А}$.

Для примера в табл. I.9 приведены значения силы тока по окончании зарядки, полученное на образцах аккумуляторных батарей, поставленных Волжскому автозаводу.

Таблица 1.9

Тип батареи	Необслуживаемая	Обычного исполнения
Ток в конце заряда, А	0,1-0,18	0,63-0,7
по ТУ		$\leq 5,5$ А

Из табл. 1.9 следует, что по данному виду испытаний необслуживаемые батареи имеют лучшие показатели.

II. ПРОВЕРКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ, НЕИЗВИДИМОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТА И МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ БАКОВ

Утечка электролита из аккумуляторной батареи недопустима. Снижение уровня электролита является причиной сульфатирования пластин и выхода их из строя. Кроме того, электролит весьма агрессивен и попадание его на окрышенную поверхность (например, в моторном отсеке автомобиля) приводит к повреждению краски и коррозии металла.

Утечка электролита принципиально возможна при негерметичных выводах батарей, трещинах бака или крышки. Электролит может выливаться при наклонах батареи в момент ее монтажа (демонтажа) и в процессе эксплуатации на транспортном средстве.

2.1. Испытание на герметичность под давлением

2.1.1. Этот вид испытаний осуществляется путем создания в каждом аккумуляторе избыточного давления (или разряжения) $20 \pm 1,33$ кПа (150 мм рт.ст.).

По ГОСТ 959.0-84 за 3-5с выдержки давление внутри аккумулятора не должно меняться. Давление контролируется с помощью манометра. Отметим, что испытания проводят на батареях без электролита.

2.1.2. В стандарте ДЛ/43539 испытания на герметичность под давлением уместочаются сменой температур и увеличением времени выдержки. Избыточное давление 150 мм рт.ст. (200 миллибар) внутри каждого аккумулятора батарей поддерживается постоянным в течение 1 мин.

Через минуту после отключения батареи от источника давления остаточное давление, измеренное по манометром, не должно быть ниже начального на 5%.

Затем батарея выдерживается по 24 ч при -30°C и при $+60^{\circ}\text{C}$.

Смена окружающей температуры от -30°C до $+60^{\circ}\text{C}$ должна быть произведена в течение двух часов.

После выдержки при $+60^{\circ}\text{C}$ и охлаждения до нормальной температуры со стабилизацией в течение 24-х часов герметичность проверяется снова по той же методике.

2.2. Испытание на герметичность при наклоне

Испытание проводится при нормальной температуре окружающего воздуха на батареях, залитых электролитом до максимального уровня, указанного заводом-изготовителем. При отсутствии специальных указаний заливается столько электролита, сколько необходимо для того, чтобы уровень его был на 10 мм выше пластин.

Батарею наклоняют под углом 45° к ее нормальному положению в любую сторону и выдерживают в течение 5 мин.

Технические условия Волжского автозавода предусматривают обязательный наклон на каждую из четырех боковых сторон и выдержку в каждом из этих положений в течение 15 мин.

Результаты испытания считаются положительными, если не обнаружено утечек электролита через пробки или просачивания его между элементами.

2.3. Испытание механической прочности баков

При транспортировке батареей от поставщика к потребителю, а также при монтаже (демонтаже) их на транспортном средстве возможны ударные воздействия на батарею, которые не должны (в определенных пределах) приводить к повреждению баков.

Технология производства баков должна обеспечивать минимальное значение внутренних напряжений, чтобы не допустить появления трещин при транспортировке или в эксплуатации, утечки электролита и выхода батарей из строя при любых реальных температурах окружающей среды.

Баки аккумуляторных батарей должны обладать определенными физико-механическими качествами. Проверка этих качеств включает в себя испытание материала бака на разрывное напряжение и относительное удлинение при растяжении, ударную вязкость, твердость, морозо-

стойкость и ударопрочность.

Зачетным испытаниям должны подвергаться новые баки, не использовавшиеся для сборки батарей (сравнительные испытания можно провести на баках от разобранных новых аккумуляторов и даже на аккумуляторных батареях в сборе, освобожденных от электролита).

Перед испытанием следует провести тщательный визуальный контроль стенок и крышек баков, чтобы убедиться в отсутствии сколов, трещин, раковин и др.

У полупроводниковых баков особое внимание нужно обратить на возможные места появления, свидетельствующие о значительных внутренних напряжениях, которые, как и повышенная пористость материала, способствуют появлению трещин.

Испытание проводится методом удара по дну и стенкам бака металлическим шаром диаметром 60 мм и массой 0,9 кг при свободном его падении с огороженой, техническими условиями высоты.

При проведении сравнительных испытаний можно оценивать максимальную высоту, падения шара с которой вызывает появление трещин. Испытания можно ускорить, проводя их не только при продолжительной, но и при отрицательной температуре (например, при -25°C).

III. ИСПЫТАНИЯ НА РАСХОД ВОДЫ И ГАЗОИДЕЛЕНИЕ

Создание необслуживаемых аккумуляторных батарей с существенно увеличенной периодичностью обслуживания, не требующих доливки дистиллированной воды в течение всего срока службы, привело к разработке новых видов испытаний, в частности, на расход воды (параметр, который вообще отсутствует в стандартах и технических условиях на батареи обычного, стандартного исполнения) и газообразование.

3.1. Испытание на расход воды парезарядом при постоянном напряжении

Полностью заряженную батарею выдерживают в течение 1 ч после окончания заряда и затем взвешивают с точностью до ± 5 г.

Затем батарея с плотно закрытыми пробками подвергается заряду в течение 21 суток при напряжении $(14,4 \pm 0,05)\text{В}$ и температура среды $(40 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

По окончании этого продолжительного заряда батарей снова взвешивают с той же точностью.

По разности результатов начального (M_n) и конечного (M_k) взвешиваний определяют потери веса, или расход воды, при перезаряде определенным режимом. Принято вычислять расход воды, отнесенный к номинальной емкости батарей:

$$\Delta M = \frac{M_n - M_k}{C_{но}}$$

В соответствии с принятыми для необслуживаемых батарей нормами расход воды не должен превышать 6 г/л.ч.

Реальный удельный расход у хороших необслуживаемых батарей составляет $2...3 \text{ г/л.ч.}$

Оценка расхода воды при перезаряде была введена, как уже говорилось, для необслуживаемых батарей.

Проведенные на ВАЗе сравнительные испытания обычных батарей по такой же методике показали, что удельный расход воды достигает (в зависимости от образцов) $20...40 \text{ г/л.ч.}$ и выше. Следует отметить значительный разброс результатов даже на батареях одного и того же изготовителя и одной и той же партии.

3.2. Испытание на газовыделение

Эти испытания проводятся на "новой" батарее непосредственно после определения резервной емкости (разд. 1.7)

Полностью заряженная батарея стабилизируется при температуре $(51...52)^\circ\text{C}$ в течение 15 ч, после чего подвергается зарядке постоянным напряжением $(14,1 \pm 0,05)\text{В}$ в течение 4 ч при той же температуре. В ходе испытаний непрерывно контролируется объем выделяемого газа с помощью специального приспособления (рис. 5.4), в конце испытаний подсчитывается общее количество выделенного газа. По результатам измерений определяется степень газовой выделенности Q . Эта расчетная величина позволяет сделать прогноз о пробеге (км) в режиме нормальной работы батареи до первой заливки дистиллированной водой. Предполагается, что при средней скорости автомобиля $46,5 \text{ км/ч}$, максимальное снижение уровня электролита от кромки тубуса заливочного отверстия не должно превышать $50,8 \text{ мм}$.

Для необслуживаемых батарей типа 6СТ55 степень газовой выделенности $Q \leq 0,035 \text{ см}^3/\text{мин}/\text{см}^3$, что соответствует 35 тыс. км пробега (или 24

месячной эксплуатации батарей на автомобиле.

Степень газовыделения вычисляется по формуле

$$R = \frac{B}{t \cdot V \cdot n}, \text{ см}^3(\text{газа}) / \text{мин} \cdot \text{см}^3(\text{электролита}),$$

где B - объем выделенного газа в см^3 за время 30 мин во всех банках батарей;

t - время ($t \geq 3$ мин);

V - объем электролита в одной банке до уровня 50,8 мм от кромок тубуса; для батарей 6 СТ55 А $V = 180 \text{ см}^3$;

n - количество банок в батарее.

IV. ИСПЫТАНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ

Особенностью этого вида испытаний является применение методов, которые характеризуются воздействием на батареи длительными электро-механическими перегрузками, значительно превышающими перегрузки, предусмотренные обычными испытаниями, например, при оценке электрических характеристик. Эти воздействия усиливаются циклическими изменениями не только электрических нагрузок, но и температур. Испытания являются разрушающими, т.е. после них батареи не должны подвергаться другим значительным испытаниям.

4.1. Испытание на стойкость к перезаряду

При перезаряде аккумуляторной батареи сообщается избыточное количество энергии, в результате чего при несовершенстве конструкции батарей или технических недоработках могут существенно ухудшиться ее разрядные характеристики.

Перезаряд приводит к значительному газовыделению в конечной фазе заряда. Обычно выделяющийся у положительных пластин кислород ускоряет их коррозию, пластины разрушаются, спадает активная масса, резко уменьшается емкость батарей.

Большое количество пузырьков газа повышает давление в порах активной массы, вызывая ее разрушение и ускоренное выкрашивание и отрыв от решеток.

Испытания длительными перезарядами являются весьма жесткими прочностными испытаниями.

Испытаниям на перезаряд подвергаются батареи, прошедшие испытания на сухозарядность, номинальную емкость и разряд при низкой температуре.

Батареи помещают в ванну с водой, температура которой поддерживается на уровне $(40 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.

Для обеспечения равномерного теплообмена расстояние между батареями, а также между батареями и стенками ванны не должно быть меньше 2,5 мм.

Батареи заряжают непрерывно постоянным током $I = 0,1 C_{20} A$ в течение 100 ч. Ежедневно доливают дистиллированную воду, поддерживая в батареях соответствующий норме уровень электролита.

По истечении времени заряда батареи оставляют в той же среде на 68 ч, а затем разряжают в стартерном режиме, поддерживая в ванне температуру 40°C током $I = 3 C_{20} A$ до конечного напряжения не менее 8,0 В для 12-вольтовой батареи.

Разрядный ток может иметь и другую величину, если она указана в стандарте на конкретный тип батарей или вид испытаний.

После испытаний в стандартном режиме разряда батареи подвергают следующему циклу перезаряда без предварительного заряда.

ГОСТ 959,0-84 предусматривает проведение четырех таких циклов. Результаты испытаний считаются положительными, если при каждом цикле перезаряда конечное напряжение разряда в стартерном режиме достигается не менее чем через 4 мин. Параметры испытания на перезаряд могут быть и другими, если это указано в стандарте на конкретный тип батарей или вид испытаний. Более жесткие требования предъявляются к батареям, конструкция и технические параметры которых являются более совершенными.

Батареи типа 6СТ55, например, по ГОСТ 959,4-79 должны выдерживать 6 циклов перезаряда. Каждый цикл содержит 110 ч непрерывного заряда током $I = 0,15 C_{20} A$ при температуре $(40 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ (так называемые недельные циклы).

По окончании заряда батареи оставляют охлажденными на 36...50 ч, а затем проводят контрольный стартерный разряд при температуре $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (разд. 1.4).

Испытания заканчиваются, если длительность любого контрольного разряда оказывается равной или меньше 0,9 мин. Регламентируется также время заряда на пятом цикле: не менее 1,8 мин.

Поскольку испытания на перезаряд являются разрушающими, то по окончании испытаний батареи подвергаются разборке и оценке состоя-

ния бака, крышки, сепараторов, пластин, межэлементных соединений и др.

4.2. Комбинированное термовибрационное испытание

Испытание предусмотрено техническими условиями на аккумуляторные батареи для Волжского азотзавода и является весьма жесткой проверкой батарей.

Испытанию подвергаются батареи, прошедшие испытания на соответствие электрических характеристик регламентуемым.

Предварительно заряженный аккумулятор выдерживает в течение 24...30 ч при температуре -18°C и сразу же после этого подвергает виброиспытанию в среде с температурой $(25\pm 3)^{\circ}\text{C}$ при ускорении $\pm 5g$ в частоте 20...40 Гц.

На вибростенде аккумуляторная батарея устанавливается в рабочем положении. Направление перемещения вибростола — по вертикальной оси. Продолжительность испытания 250000 циклов.

Во время испытания необходимо разряжать аккумуляторную батарею током $I = 0,05 C_{20}A$. Ток в цепи нагрузки устанавливается, например, с помощью реостата и контролируется по амперметру. Во время испытаний не должно наблюдаться заметных изменений тока разряда и напряжения батареи, которое контролируется вольтметром с достаточным внутренним сопротивлением (не менее 1000 Ом на вольт).

По окончании этого этапа испытаний следует сначала проверить визуально, не появились ли трещины в баке, которые могли бы привести к утечке электролита.

При положительных результатах визуальной оценки в каждый элемент батареи (поочередно или во все одновременно) подается воздух под давлением $0,1 \text{ кг/см}^2$.

Небольшое избыточное давление позволяет достовернее убедиться в отсутствии возможных утечек электролита.

Затем аккумулятор снова заряжат и нагревают в сухой среде при температуре $50...55^{\circ}\text{C}$ в течение 6...8 ч, после чего вновь испытывают на вибростенде.

Технические условия предусматривают два-три полных цикла: охлаждение-виброиспытание-нагрев-виброиспытание.

По окончании испытаний следует разобрать батареи и осмотреть внутренние детали, элементы и места их соединений.

В табл. 4.1 перечислены основные неисправности, обнаруженные

после разборки образцов батарей, не выдержавших в полном объеме испытаний на термовиброцимлы. Таблица составлена по результатам испытаний различных типов батарей емкостью 45...55 А·ч.

Таблица 4.1

Основные неисправности аккумуляторных батарей,
не выдержавших испытания на термовиброцимлы

Количество проводничных циклов	Причина прекращения испытаний	Результаты осмотра внутренних элементов и соединений
I...I,5	Резкие колебания стрелки вольтметра и амперметра	Сильное осыпание активной массы Обрыв пластины у фляжки и в зоне пайки и батарей Повреждения пластин и сепараторов (полоска, сколы, углубления, борозды и др.) Трещины в соединениях и местах пайки

Обычно в процессе испытаний наблюдается покутывание электролита, что связано с осыпанием активной массы.

У зборнотых батарей с отдельными крышками, залитых мастикой, при термовиброиспытаниях наблюдается размягчение мастики, за которым может следовать расшатывание элементов пластины от вибрации и их разрушение.

Более плотная сборка пластины (например, за счет дополнительных боковых прокладок или дополнительных креплений блока пластины с помощью специальной мастики) способствует более высокой вибростойкости батарей так же, как и повышенная жесткость бака (моноблока) и общей крышки.

4.3. Быстрая разрядка при нормальной температуре

Важное значение, с точки зрения эксплуатационной надежности батарей, имеет качество межэлементных соединений. Не случайно для их контроля линии сборки аккумуляторов на заводах-изготовителях обязательно снабжены специальным оборудованием.

Значительное внимание уделяется проверке надежности межэлементных соединений и при испытаниях батарей на соответствие техническим условиям.

При термо-, виброиспытаниях, испытаниях на перезаряд и других состоянии межэлементных соединений является одним из критериев оцен-

ни результатов испытаний. Для прочностной оценки межэлементных соединений может использоваться также испытание быстрой разрядкой при нормальной температуре ($25 \pm 5^\circ\text{C}$).

Полностью заряженная батарея разряжается током, равным 125% тока стартерного режима разряда при -18°C ; величина этого тока указывается в таблице, приложенной к каждому аккумулятору, или в соответствующем стандарте.

Для батарей 6СТ55, например, ток разряда при -18° равен 255 А. Таким образом, при температуре 25° батарея должна разряжаться током, равным 319 А.

Разряд производится непрерывно до достижения конечного напряжения 6,0 В (1,0 В на элемент).

По окончании испытаний следует, разобрав батареи, убедиться в отсутствии повреждений межэлементных соединений и осипаний активной массы.

Об осипании активной массы свидетельствует помутнение электролита в процессе испытаний, хорошо заметное в заливаемых отверстиях элементов батарей.

4.4. Испытание на надежность циклированием

В процессе нормальной эксплуатации на батареи могут одновременно или попеременно воздействовать несколько факторов: вибрация, температура, зарядно-разрядные процессы и др. Поэтому в последние годы при испытаниях на надежность отдается предпочтение методам испытаний циклированием. Учитывая важность испытаний на надежность, рассмотрим методы их проведения, регламентируемые различными руководящими документами.

4.4.1. ГОСТ 959.0-84

Перед началом испытаний батарея должна быть полностью заряжена. В конце заряда необходимо проверить и, если нужно, откорректировать плотность электролита в каждом аккумуляторе батареи. Во время испытаний корректировка плотности не допускается, но ежедневно проверяется уровень электролита, который при необходимости поддерживает доливкой дистиллированной воды.

Испытание на наработку циклированием состоит из трех периодов, каждый из которых включает в себя:

- а) 36 циклов, состоящих из разряда током $0,1 C_{20}$ А в течение 1 ч

в) заряд током $0,1 C_{20}$ А в течение 5 ч;

б) выдержку с разомкнутой электрической цепью при нормальной температуре в течение 96 ч;

в) стартерный разряд током $3C_{20}$ А (если другой ток не указан в технической документации на конкретный тип батарей) до падения напряжения на выводных клеммах батареи до 8,0 В для 12-вольтовой батареи;

г) заряд батареи (разд. 1.2).

Испытания в первом и втором периодах идентичны. В конце третьего периода после выдержки в течение 96 ч температуру электролита доводят до $(-18 \pm 1)^{\circ}\text{C}$, при которой выдерживают 2 ч, после чего производят стартерный разряд током $3C_{20}$ А до конечного напряжения 1,0 В на элемент (6,0 В для 12-вольтовой батареи).

Во время испытаний батареи устанавливаются в ванну с водой, в которой поддерживается температура $40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Батареи считаются выдержавшими испытания, если продолжительность стартерного разряда в конце третьего периода не менее 1 мин.

4.4.2. SAE I240a

Методики испытаний циклированием отличаются друг от друга величиной токов, длительностью выдержки, условиями разряда, величиной конечного напряжения и т.д.

Нормы SAE I240a предусматривают следующую последовательность испытаний необслуживаемых аккумуляторных батарей:

а) разряд полностью заряженной батареи током 25 А в течение 2 мин;

заряд при напряжении $(14,8 \pm 0,3)$ В током 25 А в течение 10 мин (такими зарядно-разрядными циклами батарея работает непрерывно в течение 100 ч, температура в охлаждающей ванне поддерживается на уровне $(40 \pm 3)^{\circ}\text{C}$);

б) выдержка с разомкнутой электрической цепью в течение 60 ч;

в) стартерный режим разряда (при температуре, достигнутой при выдержке с разомкнутой цепью) током, равным току испытаний при -18°C до конечного напряжения 7,2 В на батарею в течение 30 с.

Если напряжение 7,2 В достигается раньше, чем за 30 с, то испытание прекращается.

Если время разряда не менее 30 с, батарею снова ставят на испытание без дополнительного подзаряда.

Требования к сроку службы батарей по методике SAE I240a

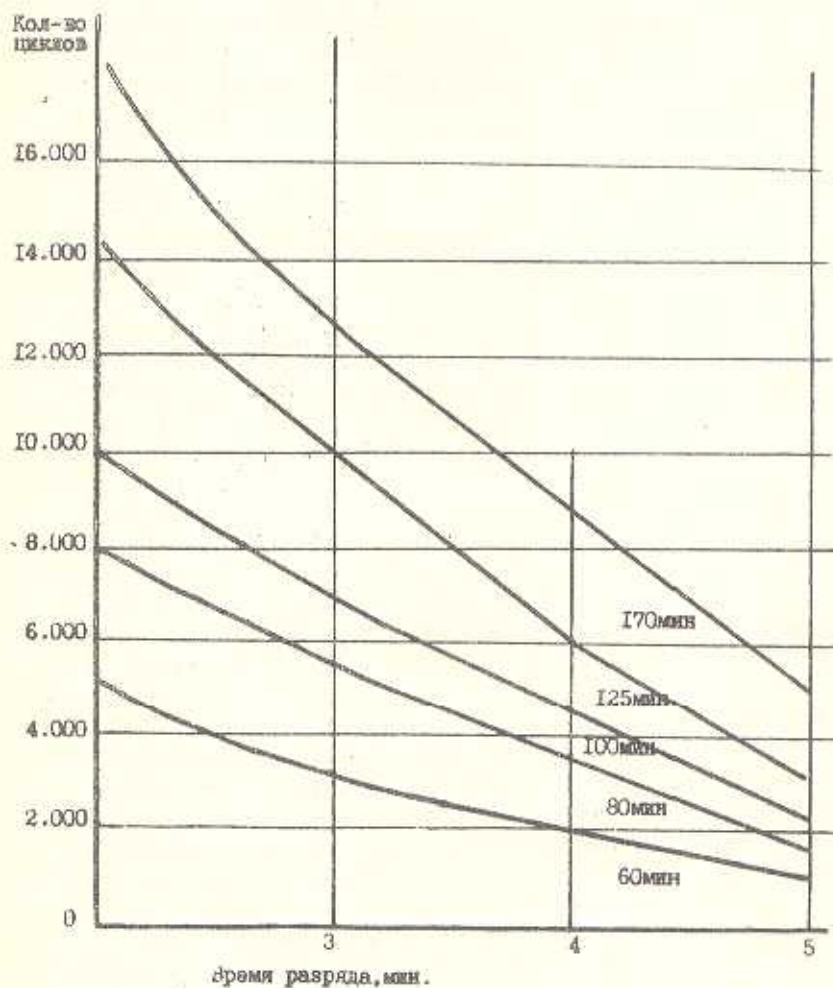


Рис. 4.1. Требования к сроку службы в зависимости от величины резервной емкости

определяются по кривой (рис. 4.1) в зависимости от резервной емкости.

Поскольку нормами *SAE J247a* время разряда в цикле равно 2 мин, то по кривой (рис. 4.1) можно определить, что для батарей с резервной емкостью, например, 100 мин срок службы должен составлять не менее 1000 циклов, т.е. только после такого количества циклов разряд-заряд время достижения напряжения 7,2 В при стартерном разряде может быть меньше 30 с.

При испытаниях достаточно трудно сравнивать их результаты, полученные по разным методикам, хотя это и представляет интерес с точки зрения оценки жесткости испытаний и кондиций батарей, выдержавших их. Следует тем не менее проводить контрольные испытания по методике, изложенной изготовителем в соответствующих технических условиях, где указаны параметры батарей, гарантируемые изготовителем, за которые он несет ответственность.

4.4.3. *DIN 43539*

Надежность в циклах при заряде на вольт-амперной характеристике определяется не позднее чем через неделю после испытаний стартерным режимом на холоде и состоит из недельных циклов, следующих друг за другом.

Испытания проводят в ванне с водой, в которой поддерживается температура $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Недельный цикл включает в себя

а) чередование 10 циклов

заряда в течение 5,0 ч при напряжении $(14,8 \pm 0,05)\text{В}$, но при токе не более $4I_{20}\text{А}$ (11,0 А для батарей, имеющих $C_{20} = 55\text{А}\cdot\text{ч}$);
разряда в течение 2,0 ч током $4I_{20}\text{А}$;

б) заряд в течение 5,0 ч при напряжении $(14,8 \pm 0,05)\text{В}$, но при токе не более $4I_{20}\text{А}$;

в) выдержку в течение 65 ч при разомкнутой внешней цепи;

г) охлаждение до температуры -16°C и стартерный разряд в течение 30 с при этой температуре без предварительного и последующего зарядов.

Испытания заканчиваются, когда при стартерном режиме разряда напряжение на 30 с разряда станет ниже 7,2 В.

Надежность, определяемая в этих условиях, должна быть не менее 5 недельных циклов. При испытаниях для необслуживаемых батарей не должна производиться доливка воды.

Расширенный метод оценки надежности содержится и в ТУ на отечественные обслуживаемые аккумуляторные батареи. Однако здесь

ДИН предписывают оценивать надежность батарей еще одним способом.

Надежность в циклах при заряде постоянным током проверяют после испытаний на номинальную емкость на полностью заряженной батарее. Батарею испытывают циклами длительностью по 6 ч. Проводится по 4 цикла в сутки или около 27 циклов в неделю.

Каждый цикл состоит из периодов:

а) разряда в течение 1,5 ч током $7I_{20} A$;

б) заряда в течение 4,5 ч током $3I_{20} A$;

Испытания проводят в ванне, в которой поддерживается температура $(40 \pm 3)^\circ C$.

В конце каждой нечетной недели, а также при достижении предписанного числа циклов проверяется емкость при токе $7I_{20} A$. Минимальная величина конечного разрядного напряжения должна быть 10,0В. После испытания емкости батарею нужно зарядить (раздел 1.2).

При испытаниях на отдаваемую емкость минимальное значение емкости должно быть более 60% номинальной.

Надежность должна быть не менее 175 циклов, т.е. не ранее чем через 175 циклов заряд - разряд емкость, определенная при разряде током $7I_{20} A$, может достигнуть 70% номинальной емкости, соответствующей началу испытаний на надежность.

4.5. Испытание на надежность при вибрации

В основу оценки результатов испытаний на надежность при вибрации положена методика испытаний на герметичность батарей при смене температур (разд. 2.1.2). Испытания начинаются, как и при проверке герметичности батарей, но только при нормальной температуре. Полностью заряженная батарея разряжается током стартерного разряда. Напряжение на клеммах батареи измеряют через 30 с после начала разряда. Измеряют также продолжительность непрерывного разряда до достижения напряжения 6,0 В. После разряда батарею снова заряжают (разд. 1.2).

Заряженную батарею закрепляют на вибростенде и подвергают вертикальным гармоническим колебаниям с ускорением $6g$ при частоте 20 Гц в течение 2 ч (время может быть увеличено для батарей специального исполнения, работающих в тяжелых условиях). В конце испытаний проверяется герметичность при нормальной температуре (разд. 2.1.2), а затем батарея снова подвергается разряду током стартерного режима (разд. 1.4).

Результаты стартерного разряда до и после испытаний на вибрацию должны быть сопоставлены. Они считаются положительными, если снижение напряжения на 30 с разряда не более 0,3 В, а сокращение продолжительности разряда до 6 В не превышает 50 с. Батарея считается выдержавшей испытания, если, кроме того, не нарушена ее герметичность (2.1.1).

У. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

5.1. Общий перечень испытательных станций и приборов

Для проведения испытаний аккумуляторных батарей необходимо располагать соответствующим испытательным оборудованием. Основные станции и приборы:

1. Станция быстрой разрядки аккумуляторных батарей.
2. Станция медленной разрядки аккумуляторных батарей.
3. Станция испытаний аккумуляторных батарей на долговечность.
4. Станция зарядки аккумуляторных батарей.
5. Станция испытаний аккумуляторных батарей на герметичность.
6. Станция испытаний аккумуляторных батарей на газовыделение.
7. Холодильная камера.
8. Вибростанция.
9. Весы.
10. Установка для испытания на удар.

II. Приборы:

вольтметр класса точности не ниже 0,5 с внутренним сопротивлением не менее 300 Ом/В;

амперметр класса точности не ниже I, самописцирующие амперметры класса точности не ниже I,5;

термометры в комплекте, обеспечивающем измерения в диапазоне $-80^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$, цена деления 1°C ;

денсиметры в комплекте, обеспечивающем измерения в диапазоне $1,10 \text{ г/см}^3 \dots 1,40 \text{ г/см}^3$; цена деления $0,01 \text{ г/см}^3$;

манометры и вакуумметры класса точности не ниже I,5.

В испытательной лаборатории могут быть и другие станции, приборы и оснастка.

На рис. 5.1 приведен примерный план лаборатории испытаний аккумуля-

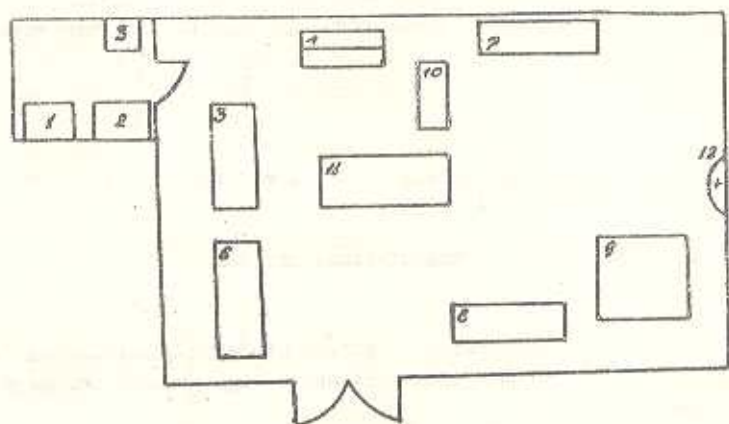


Рис. 5.1. План испытательной лаборатории

мультиорных батарей общей площадью около 50 м². В лаборатории расположено следующее оборудование: 1-термошкаф с вытяжкой; 2-шкаф вытяжной для зарядки аккумуляторов; 3-стеллаж для аккумуляторов; 4-стеллаж с весами; 5-стенд зарядки многопостовой; 6-инструментальный шкаф; 7-рабочий стол; 8-стенд быстрой разрядки; 9-холодильная камера; 10-установка для испытаний на удар; 11-стеллаж с приборами; 12-раковина. Все виды испытаний в такой лаборатории достаточно трудоемки и требуют непосредственного участия человека. Известны разработки полностью автоматизированных лабораторий, например, фирмы "Digatron" (*Battery Test System BTS-200*). В такой лаборатории могут одновременно испытываться десятки аккумуляторных батарей, причем всеми видами испытаний управляет ЭВМ.

5.2. Стенд быстрой разрядки аккумуляторных батарей

На рис. 5.2 приведена фотография стенда фирмы "Эльта" (Италия), предназначенного для осуществления быстрых разрядок при постоянном токе.

Основные технические характеристики:

ток разрядный	60...1200 А ступенями через 5 А;
точность поддержания разрядного тока	$\pm 2\%$
напряжение срабатывания реле окончания разрядки	3,0...9,0 В;
питание от сети трехфазного тока	380 В, 50 Гц, 35 кВА;
габариты (ширина-высота-глубина)	1900 x 2000 x 650 мм.

Электрическая схема стенда приведена на рис. 5.3.

Стенд включается в сеть переменного тока рубильником Р и защищается от аварийных режимов автоматическим выключателем АВ. На вторичной стороне понижающего силового трансформатора Т смонтирован выпрямительно-регулирующий блок, состоящий из полупроводниковых вентилей Д и управляемого реактора L_3 (переменная индуктивность).

Для ступенчатого (грубого) регулирования величины разрядного тока служит набор резисторов R . Измерительные, показывающие и регистрирующие приборы блока регистрации ИР подключаются с помощью набора шунтов Ш (амперметры) или непосредственно к клеммам испытуемой батареи АВ (вольтметры). Величина тока разряда выбирается программированием блока управления ИУ и обеспечивается воздействием на реактор L_3 режимом подмагничивания.

Начало разрядки осуществляется вручную нажатием на кнопку,

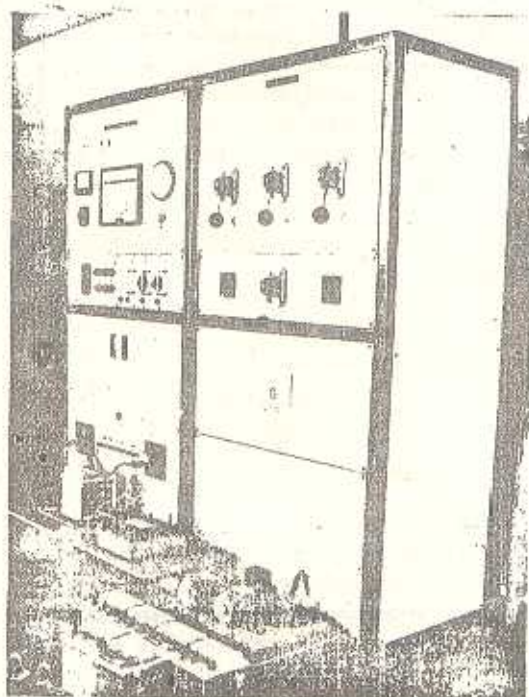


Рис. 5.2. Стенд быстрой разрядки аккумуляторных батарей

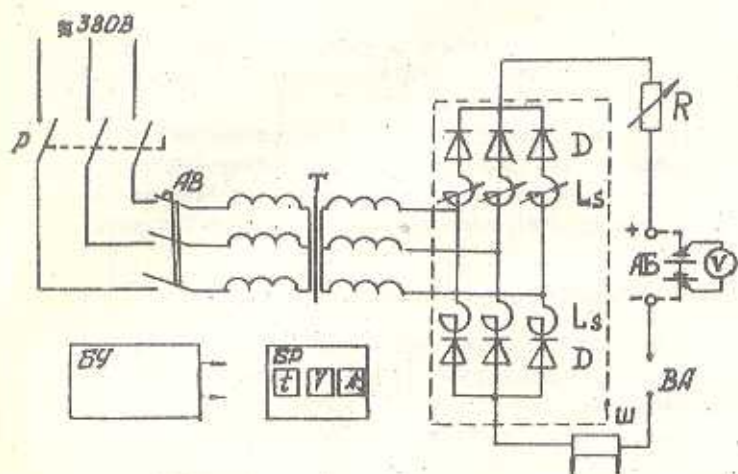


Рис. 5.3. Электрическая схема стенда быстрой разрядки

управляющую выключающим аппаратом АВ. Окончание разрядки осуществляется вручную или автоматически с помощью реле минимального напряжения, которое отключает АВ, когда напряжение батареи понижается до заданного значения.

Стенд оснащен электрическим секундомером для измерения времени разрядки. Он включается автоматически с началом разрядки и автоматически останавливается с ее окончанием.

Стенд быстрой разрядки устанавливается в непосредственной близости от холодильной камеры для сокращения времени подготовки испытания батарей стартерным разрядом при низкой температуре (извлечение из камеры, перенос батареи и установка ее у разрядного стенда).

5.3. Стенд медленной разрядки аккумуляторных батарей

Принципиальная схема стенда аналогична схеме (рис. 5.2.) Стенд выпускается той же фирмой, предназначен для осуществления медленной разрядки при постоянном токе.

Основные технические характеристики:

разрядный ток	I...20 А;
точность поддержания разрядного тока	$\pm 2\%$;
напряжение срабатывания реле окончания разрядки	8...12 В;
питание от сети трехфазного тока	380 В, 50 Гц, 5 кВА;
габариты (ширина — высота — глубина)	537 x 1400 x 375 мм.

Начало разрядки осуществляется вручную нажатием кнопки. Окончание может быть произведено как вручную, так и автоматически с помощью реле, срабатывающего при достижении заранее установленного напряжения батареи. Длительность разрядки контролируется электрически: часовым счетчиком, который автоматически включается в начале и автоматически выключается в конце разрядки.

5.4. Стенд для испытания на газовыделение

Испытание на газовыделение производится на стенде, представленном на рис. 5.4. В термокамере I устанавливается аккумуляторная батарея 2. Заливочные отверстия батареи закрываются герметичным патрубком 3. На штативе 4 расположены подвижная колба с жидкостью

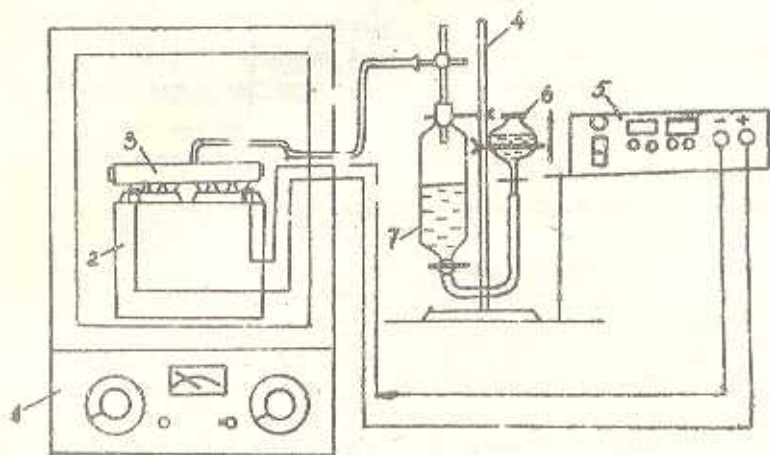


Рис. 5.4. Стенд для испытания на газовыделение

на 700 мл и градуированная мензурка на 1000 мл, соединенные между собой резиновым шлангом. Таким же шлангом соединены герметичный патрубок 3 и мензурка 7. Аккумуляторная батарея подключена к зарядному устройству 5. Газы, выделяющиеся в батарее в процессе заряда, вытесняют жидкость из мензурки 7. Объем выделенных газов может быть определен по изменению разности уровней жидкости в сообщающихся сосудах 6 и 7. Температурный режим батареи поддерживается автоматически нагревательным устройством термостата.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3940-84. Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 3940-71; Введ. 01.01.85 до 01.01.90. - М.: Изд-во стандартов, 1984.
2. ГОСТ 959.0-84. Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные емкостью свыше 30 А.ч. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 959.0-79; Введ. 01.01.87 до 01.01.92. - М.: Изд-во стандартов, 1985.
3. ТУ 16.563.032-86. Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные 6СТ56А3 необслуживаемые. Введ. впервые 01.04.86 до 01.01.91.
4. Нормы ФРГ. Свинцовые аккумуляторы. Испытания. *DIN* 43539. 4.11.
5. Нормы США. Свинцовые аккумуляторы. *SAE* 537g.
6. Нормы США. Свинцовые аккумуляторы. *SAE* 240a.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение.....	3
I. Исследование электрических характеристик.....	4
I.1. Испытание на сухозаряженность.....	4
I.2. Заряд аккумуляторных батарей.....	5
I.3. Испытание на номинальную емкость.....	6
I.4. Испытание стартерным режимом разряда при низкой температуре.....	7
I.5. Испытание током холодной прокрутки.....	8
I.6. Испытание на саморазряд.....	8
I.7. Испытание на резервную емкость.....	9
I.8. Испытание на прием заряда.....	10
I.9. Проверка силы тока по окончании зарядки.....	11
II. Проверка герметичности аккумуляторных батарей, невзаимности электролита и механической прочности баков.....	12
2.1. Испытание на герметичность под давлением.....	12
2.2. Испытание на герметичность при наклоне.....	13
2.3. Испытание механической прочности баков.....	13
III. Испытания на расход воды и газовыделение.....	14
3.1. Испытание на расход воды при зарядке при постоянном напряжении.....	14
3.2. Испытание на газовыделение.....	15
IV. Испытания на надежность.....	16
4.1. Испытание на стойкость к перезаряду.....	16
4.2. Комбинированное термовибрационное испытание.....	18
4.3. Быстрая разрядка при нормальной температуре.....	19
4.4. Испытание на надежность цолированием.....	20
4.5. Испытание на надежность при вибрации.....	24
V. Оборудование для испытания и диагностики аккумуляторных батарей.....	25
5.1. Общий перечень испытательных стендов и приборов.....	25
5.2. Стенд быстрой разрядки аккумуляторных батарей.....	27
5.3. Стенд медленной разрядки аккумуляторных батарей.....	30
5.4. Стенд для испытания на газовыделение.....	30
Литература.....	32

Св.план 1987г., лоз.1597

Лев Лаваревич Вайнштейн
Олег Всеволодович Петвнов

**ИСПЫТАНИЕ СЕМИЦОВЫХ СТАРТЕРНЫХ
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

Учебное пособие

Редактор В.С.Подеева
Корректор Н.А.Фомичева

Подписано в печать 12.06.87 г. ВД 06008

Формат 80x84/16. Бумага обертка белая.

Печать оперативная. Усл.печ.л. 19

Уч.-изд.л. 1,7 Тираж 500 экз.

Заказ № 4573. Цена 5 к.

Политехнический институт, Тольятти, Белорусская, 14

Тольяттинская городская типография