

Аккумуляторная батарея

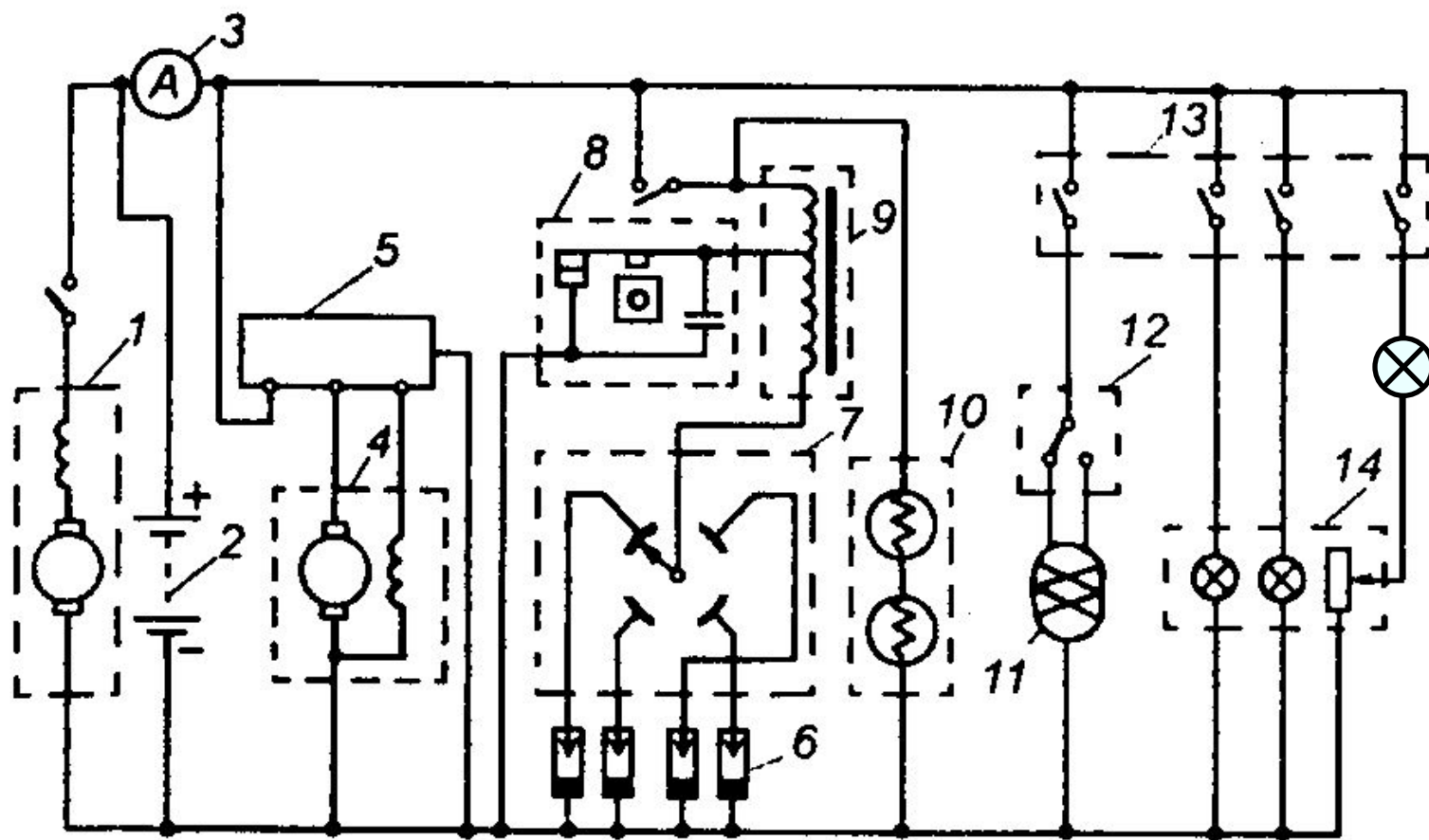
Занятие 1

1. Назначение АКБ.
2. Требования к АКБ.
3. Классификация АКБ.
4. Маркировка АКБ.
5. Устройство АКБ.

Назначение АКБ.

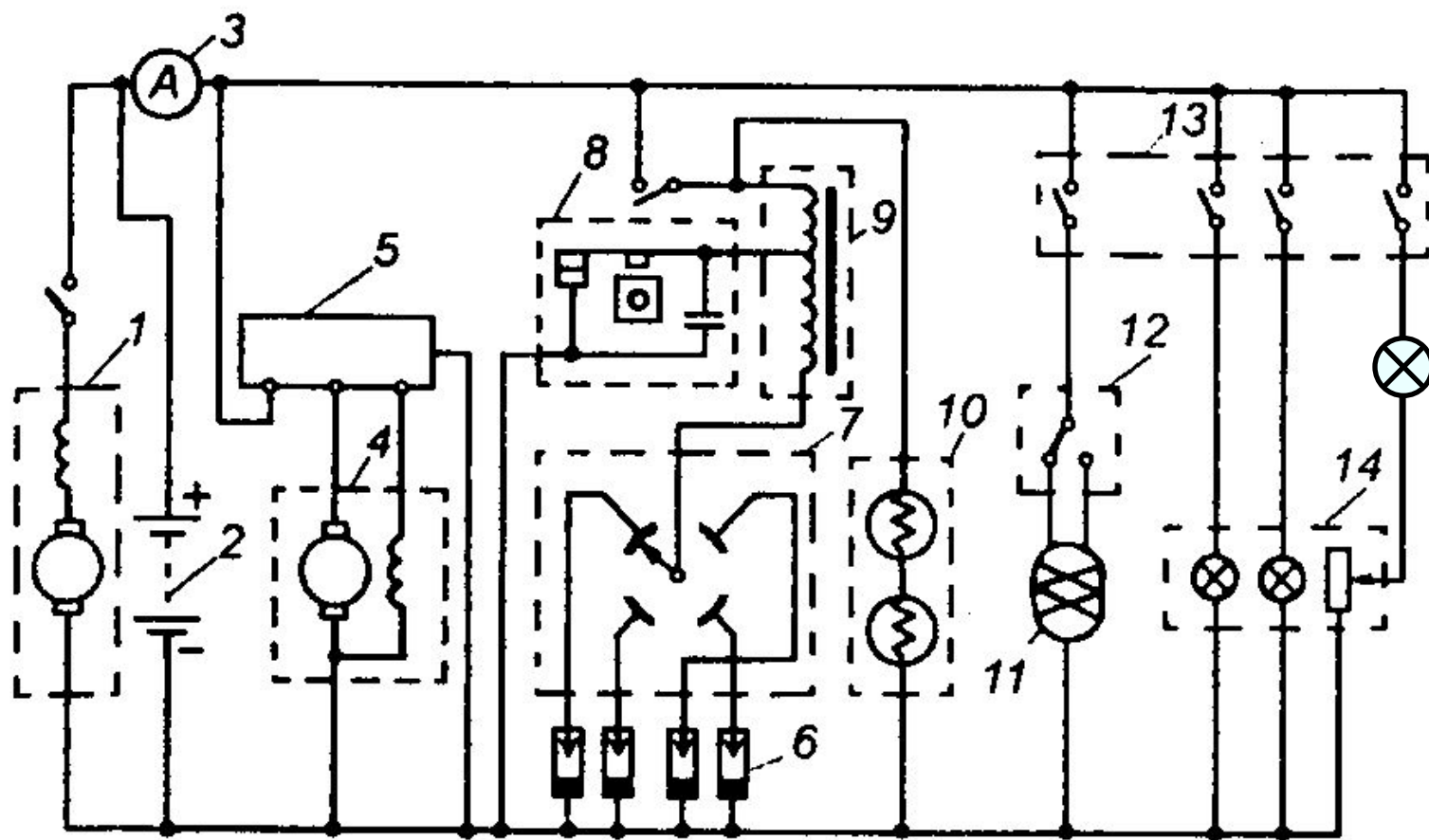
- Аккумуляторная батарея обеспечивает электроснабжение стартера при пуске двигателя и других потребителей электроэнергии при неработающем генераторе, а также совместно с генератором, когда потребляемая сила тока превышает максимально возможную для генератора величину.

Упрощённая схема электрооборудования автомобиля



1 – стартер; 2 – АКБ; 3 – амперметр; 4 – генератор; 5 – РН; 6 – свечи зажигания; 7 – распределитель; 8 – прерыватель; 9 – катушка зажигания; 10 – КИП; 11 – головные фары; 12 – переключатель света фар; 13 – центральный переключатель света головных фар; 14 – приборы освещения и световой сигнализации.

Упрощённая схема электрооборудования автомобиля



- Для приведенной на рис. 1.1 принципиальной электрической схемы справедливы следующие уравнения при различных соотношениях напряжений генератора и аккумуляторной батареи:

- $I_{\Gamma} = I_{\text{бз}} + I_{\text{н}}$ при $U_{\Gamma} > E_{\text{б}}$ $I_{\Gamma} = I_{\text{н}}$ при $U_{\Gamma} = E_{\text{б}}$
- $I_{\Gamma} + I_{\text{бр}} = I_{\text{н}}$ при $U_{\Gamma} < E_{\text{б}}$ $I_{\text{бр}} = I_{\text{н}}$ при $U_{\Gamma} = 0$

где I_{Γ} - ток генератора; $I_{\text{бз}}$ - ток, потребляемый аккумуляторной батареей при зарядке; $I_{\text{н}}$ - ток, потребляемый нагрузкой; U_{Γ} - напряжение генератора; $E_{\text{б}}$ - эдс аккумуляторной батареи; $I_{\text{бр}}$ - ток, отдаваемый аккумуляторной батареей при разрядке.

Требования, предъявляемые к аккумуляторной батарее:

- На территории Российской Федерации АКБ должны соответствовать межгосударственному ГОСТу 959-2002 «Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные для автотракторной техники».
- Для обеспечения нормальной эксплуатации электрооборудования и самой батареи требуется ее соответствие по основным размерам и характеристикам данному автомобилю.

Требования, предъявляемые аккумуляторной батарее:

- обеспечивать нужный для работы стартера разрядный ток;
- обеспечивать необходимое количество попыток пуска двигателя;
- иметь достаточно большую мощность и энергию при минимально возможных размерах и массе;
- обладать запасом энергии для питания потребителей при неработающем двигателе или в аварийной ситуации;

Требования, предъявляемые аккумуляторной батарее:

- сохранять необходимое для работы стартера напряжение при понижении температуры;
- сохранять в течении длительного времени работоспособность при повышенной (до 70°C) температуре окружающей среды;
- принимать заряд для восстановления емкости, израсходованной на пуск, от генератора при работающем двигателе (прием заряда);
- не требовать специальной подготовки пользователей, обслуживания в процессе эксплуатации;

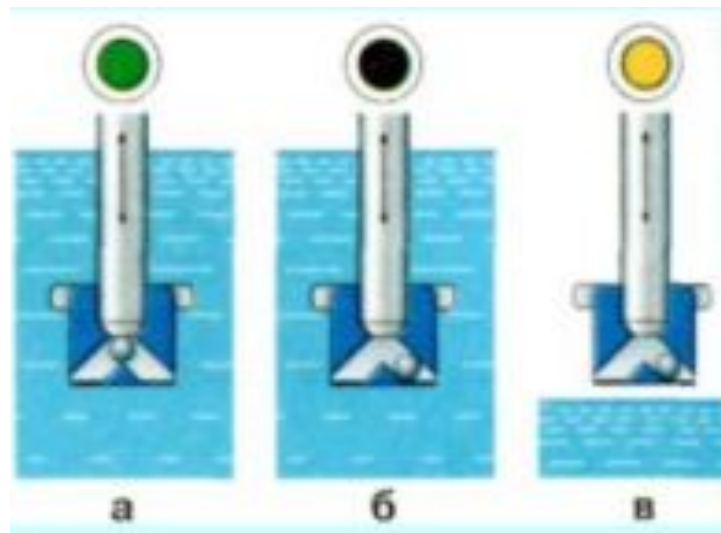
Требования, предъявляемые аккумуляторной батарее:

- иметь высокую механическую прочность;
- сохранять указанные рабочие характеристики в процессе эксплуатации (срок службы);
- обладать незначительным саморазрядом;
- иметь невысокую стоимость.

Классификация аккумуляторных батарей.

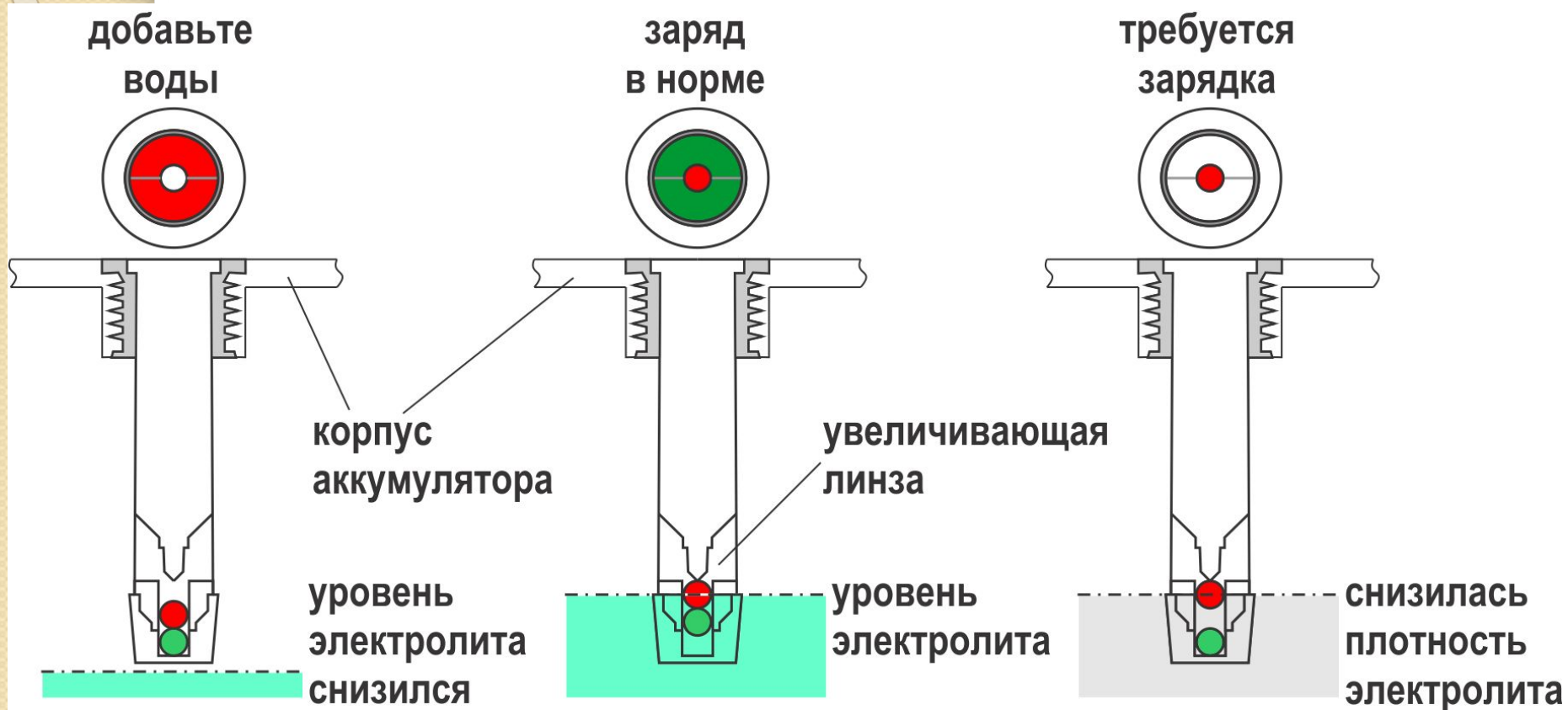
- -обычной конструкции (классические) — в моноблоке с ячеечными крышками и перемычками над крышками;
- -с общей крышкой (малообслуживаемые) — в моноблоке с общей крышкой и перемычками под крышкой;
- -необслуживаемые — с общей крышкой, не требующие ухода в эксплуатации.
- -герметизированные батареи с иммобилизованным (гелеобразным) электролитом - не находят широкого применения из-за жесткого ограничения уровня зарядного напряжения.

Схема работы индикатора состояния заряженности батареи



- а - аккумулятор заряжен (заряд больше 65%) - зеленый глазок; б - аккумулятор разряжен (заряд меньше 65%) требуется подзаряд - черный глазок; в - уровень электролита низок, - желтый (светлый) глазок

Схема работы индикатора состояния заряженности батареи



Маркировка аккумуляторных батарей. ГОСТ 959-2002

В маркировку включают:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знаки полярности «+» и «-»;
- номинальную емкость в ампер-часах;
- номинальное напряжение в В;
- ток холодной прокрутки в А;
- резервную ёмкость;
- дату выпуска;
- условное обозначение батареи (см. следующий слайд);
- обозначение стандарта или технических условий на батарею конкретного типа;
- масса батареи (если она 10 кг и более);
- знаки безопасности;
- символ переработки.

Маркировка аккумуляторных батарей. ГОСТ 959-2002



Значения символов на корпусе батареи:

1) Необходимо соблюдать указания, приведенные в Руководстве по эксплуатации автомобиля и получаемые через систему ELSA (Раздел "Электрооборудование").

2) Опасность воздействия кислоты: при работе с батареями необходимо использовать защитные перчатки и очки. Батареи не следует опрокидывать, так как при этом через вентиляционные отверстия может выступить электролит.

3) При обращении с батареями запрещается пользоваться огнем и открытыми светильниками, производить искрение, а также курить. Необходимо предотвращать искрение при обращении с кабелями и электроприборами, а также в результате разрядов статического электричества.

Необходимо также предотвращать короткие замыкания. По этой причине не следует укладывать инструменты на батареи.

4) При работах с батареями необходимо носить защитные очки.

Маркировка аккумуляторных батарей.

ГОСТ 959-2002

5



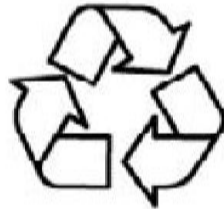
6



7



8



Значения символов на корпусе батареи:

5) Ни в коем случае не следует подпускать детей к батареям и к емкостям с кислотой.

6) При обращении с батареями может произойти взрыв. При их заряде выделяется взрывоопасный гремучий газ.

7) Отработавшие батареи не следует выбрасывать вместе с городским мусором.

8) Утилизация батарей должна производиться только через специальные пункты сбора в соответствии с установленными законодательно правилами.

В условном обозначении батареи содержится информация:

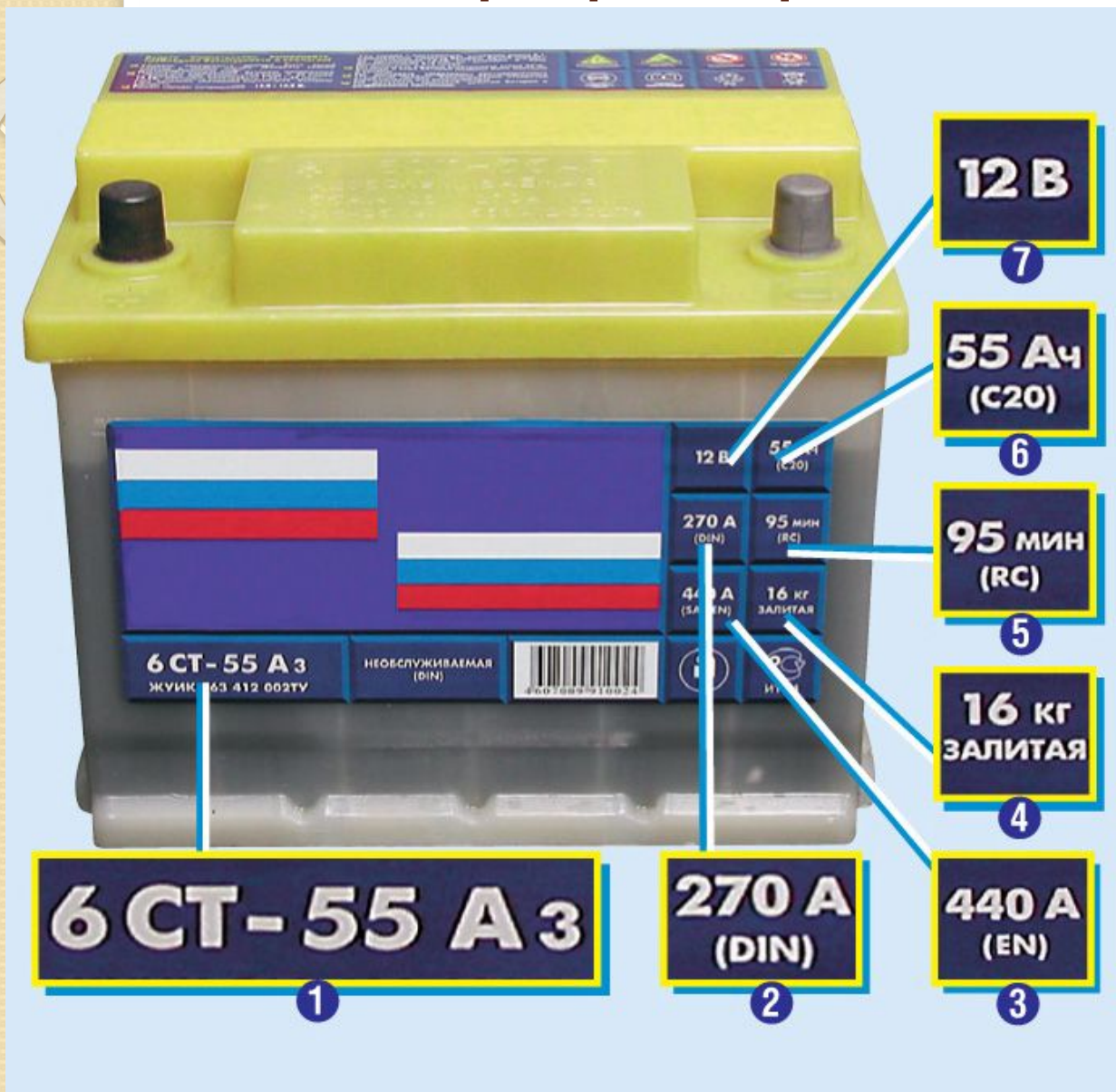


- 6-число последовательно соединенных аккумуляторов в батарее;
- СТ - буквы, характеризующие назначение батареи по функциональному признаку (СТ — стартерная);
- 55-номинальная емкость батареи (в ампер-часах);

В условном обозначении батареи содержится информация:

- Дополнительная информация об исполнении (до трёх букв):
 - 1 буква – вариант исполнения корпуса:
 - А – с общей крышкой, пластмассовый моноблок;
 - Э – корпус моноблока из эбонита;
 - Т – моноблок из термопласта (полиэтилена);
 - П – ~~асфальтопечковая пластмасса.~~
 - 2 буква – исполнение сепараторов:
 - М – мипласт;
 - Р – мипор;
 - С – стекловолокно;
 - П – сепаратор – конверт из полиэтилена.
 - 3 буква – потребительские свойства:
 - З – залитая и заряженная;
 - Н – не сухозаряженная;
 - Л – необслуживаемая.

Маркировка российской батареи:



- 1 – условное обозначение;
- 2 и 3 – ток холодной прокрутки по DIN и EN;
- 4 – вес;
- 5 – резервная емкость;
- 6 – номинальная емкость;
- 7 – номинальное напряжение

Маркировка российской батареи:

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ ДЛЯ ТЯЖЁЛОЙ ГУСЕНИЧНОЙ ТЕХНИКИ



12СТ-85 N

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

"12" - число последовательно соединенных аккумуляторов в батарее,

"СТ" - стартерная

"85" - номинальная емкость аккумулятора при 20-ти часовом режиме разряда (Ah)

"N" - батарея с нормальным расходом воды

Условное обозначение батарей по европейскому стандарту EN 60095-1.



Маркировка европейской батареи:



- 1 – тип;
- 2 – номинальная емкость;
- 3 – ток холодной прокрутки по EN;
- 4 – знаки мер безопасности

Условное обозначение батарей по американскому стандарту SAE J537.

Автомобильная
батарея

Ток холодной
прокрутки 770 А

A 34 770

Номер типоразмерной группы и полярность:
34 - 260x173x205 мм - прямая полярность;
34R - 260x173x205 мм - обратная полярность

Маркировка американской батареи:

①	②	③	④
TYPE 78DT850	CCA @-18°C 850a	DIN @-18°C 530a	12 VOLT ВОЛЬТ



1 – условное обозначение;
2 и 3 – ток холодной прокрутки по SAE и DIN;
4 – номинальное напряжение

Полярность АКБ

«Полярность» – определяет расположение отрицательного и положительного выводов батареи. Если смотреть на АКБ со стороны, к которой выводы смещены ближе, то полярность:

- **прямая** – если положительный вывод с обозначением «+» находится слева, а отрицательный вывод, обозначенный «-», – справа;
- **обратная** – если положительный вывод «+» находится справа, а отрицательный вывод «-» – слева.

Ток холодной прокрутки

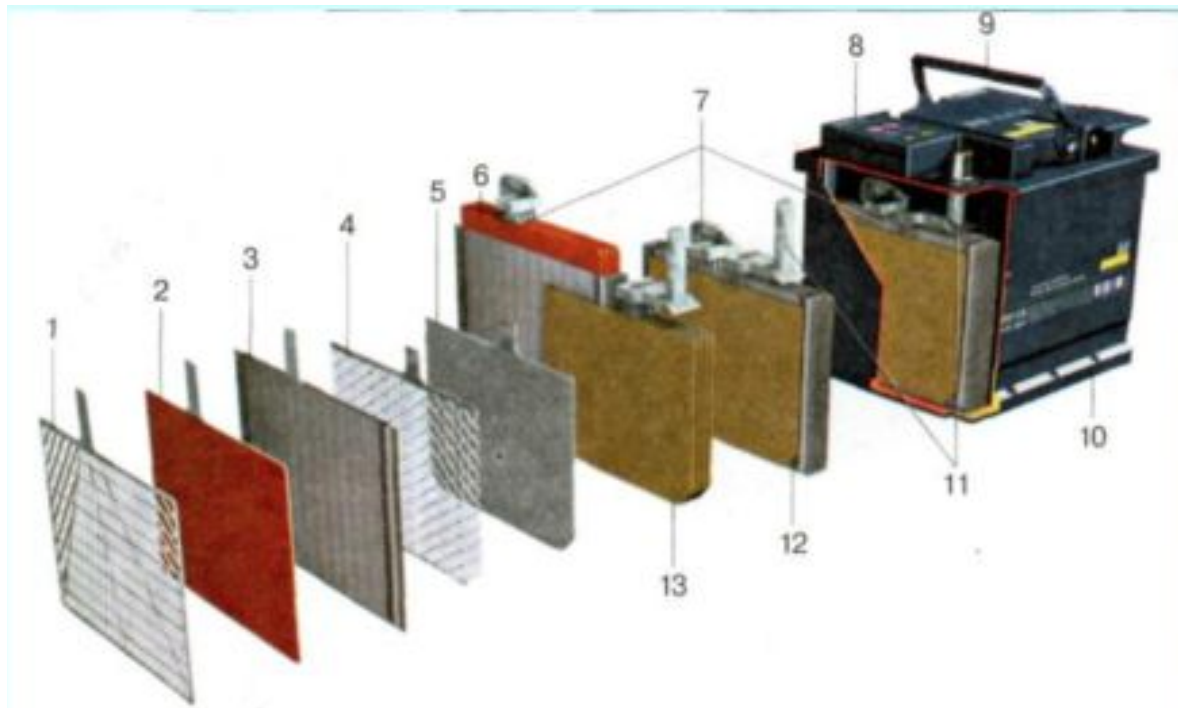
- **Ток холодной прокрутки ($I_{х.п.}$)** – по ГОСТу 959-2002 – это ток разряда, который способна отдать батарея при температуре электролита минус 18°C в течение 10 с напряжением не менее 7,5 В.
- Чем этот параметр выше, тем лучше двигатель будет пускаться зимой, но из-за увеличения нагрузки на стартер может снизиться его ресурс.

Ток холодной прокрутки

- Величина тока холодной прокрутки зависит от методики ее измерения. Примерное соответствие значений тока холодной прокрутки, определенного по разным стандартам, приведено в таблице.

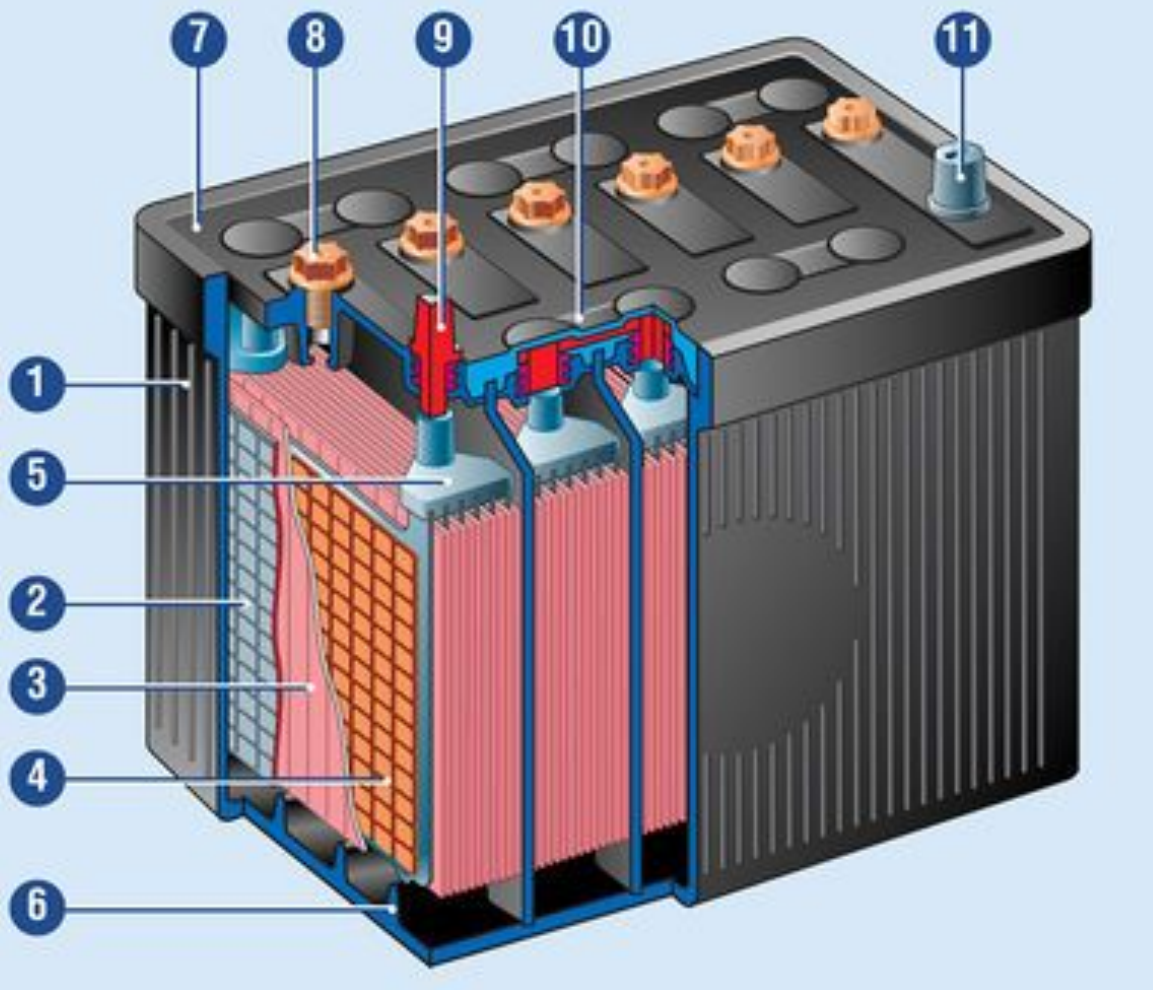
DIN 43559, ГОСТ 959-91	170	200	225	255	280	310	335	365	395	420
EN 60095-1, ГОСТ 959-2002	280	330	360	420	480	520	540	600	640	680
SAE J537	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750

Устройство аккумуляторной батареи



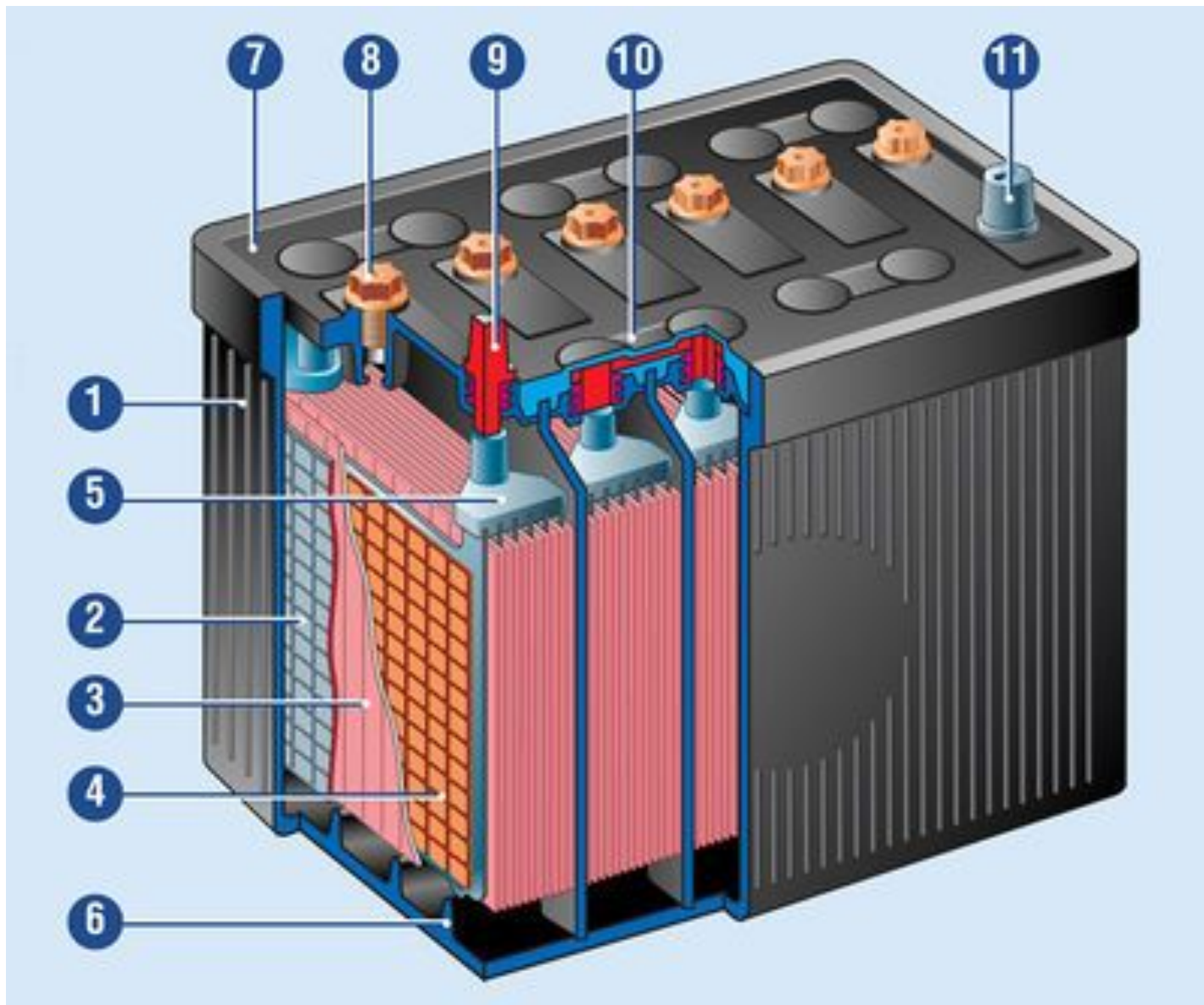
- 1 - положительный токоотвод; 2 - положительный электрод;
3 - положительный электрод в конверте-сепараторе;
4 - отрицательный токоотвод; 5 - отрицательный электрод;
6 - блок положительных электродов;
7 - межэлементное соединение (борн); 8 - крышка батареи (общая);
9 - ручка; 10 - моноблок; 11 - выводной борн;
12 - блок электродов в сборе; 13 - блок отрицательных электродов.

Устройство обслуживаемой АКБ:

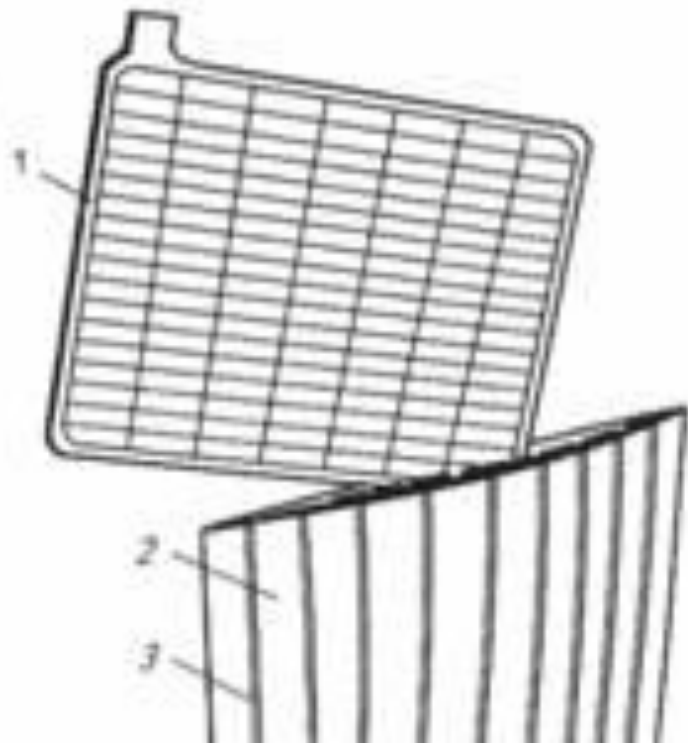


- 1 – корпус;
- 2 – отрицательный электрод (пластина);
- 3 – сепаратор;
- 4 – положительный электрод (пластина);
- 5 – баретка;
- 6 – опорные призмы;
- 7 – крышка;
- 8 – пробка заливного отверстия;
- 9 – положительный вывод;
- 10 – межэлементная перемычка (соединительный мостик);
- 11 – отрицательный вывод

Устройство обслуживаемой АКБ



Устройство аккумуляторной батареи



- 1 - отрицательный электрод;
- 2- сепаратор-конверт;
- 3-ребро сепаратора

Устройство аккумуляторной батареи

- Химический состав решёток (токоотводов) оказывает значительное влияние на характеристики аккумуляторной батареи.
- Классическим составом является свинцово-сурьмянистый сплав, содержащий 7...8% сурьмы и 0,1...0,2% мышьяка.
- Его преимущества в сравнении с чистым свинцом:
 - хорошие литейные свойства;
 - высокая прочность;
 - высокая коррозионная стойкость.
- Его недостатки:
 - обильное газовыделение;
 - взрывоопасность;
 - интенсивное уменьшение уровня электролита;
 - повышенная трудоёмкость обслуживания;
 - повышенная коррозия электродов.

Устройство аккумуляторной батареи

- В малообслуживаемых и необслуживаемых аккумуляторных батареях для решёток токоотводов используются малосурьмянистые сплавы (1,5...2% сурьмы) и бессурьмянистые свинцово-кальциево-оловяннистые сплавы.
- Преимущества таких сплавов в сравнении с классическим свинцово-сурьмянистым сплавом:
 - потери воды в электролите при этом снижаются в 15...17 раз (в зависимости от температуры и напряжения);
 - уровень электролита в батарее можно проверять не чаще 1 раза в год (малообслуживаемые батареи);
 - отсутствие взрывоопасной смеси водорода и кислорода.
- Недостатки:
 - сложный технологический процесс производства;
 - высокая цена.

Аккумуляторная батарея

Занятие 2

1. Основные характеристики АКБ.
2. Принцип работы свинцового аккумулятора.
3. Электролит.

Основные характеристики аккумуляторных батарей

Основными электрическими параметрами стартерных аккумуляторных батарей являются:

- электродвижущая сила (ЭДС) E ;
- внутреннее сопротивление R ;
- напряжение разрядки и зарядки U ;
- мощность P ;
- ёмкость C .

- **Электродвижущая сила E** - разность потенциалов между электродами при разомкнутой внешней цепи.
- E зависит от химических свойств активных веществ.
- Температура мало влияет на величину ЭДС.
- При работе аккумулятора ЭДС изменяется в зависимости от концентрации серной кислоты в электролите.
- На ЭДС не влияют содержание в аккумуляторе активных материалов и геометрические размеры электродов.
- Электродвижущая сила увеличивается пропорционально числу последовательно включенных аккумуляторов.

- **Внутреннее сопротивление аккумулятора R** – сопротивление, оказываемое аккумулятором протекающему внутри него току.

- Полное внутреннее сопротивление:

$$R=R_0+R_p,$$

где R_0 – омическое сопротивление электродов, электролита, сепараторов, вспомогательных деталей (мосты, борн, перемычки);

R_p - сопротивление поляризации, которое зависит от изменения плотности электролита по мере удаления от электродов.

Основной составляющей R является сопротивление электролита которое зависит от температуры и плотности.

- **Напряжение аккумулятора U - при разрядке меньше, а при зарядке больше ЭДС на величину падения напряжения во внутренней цепи при прохождении разрядного тока, или зарядного тока I .**

- **Ёмкость аккумулятора** – количество электричества, которое отдает полностью заряженный аккумулятор при непрерывном разряде током постоянной силы до определенного конечного напряжения, выраженное в ампер-часах (А·ч).

- **Номинальная ёмкость**, которая гарантируется заводом-изготовителем, определяется при непрерывном 20-часовом разряде, силой тока $I_p = 0,05 \cdot C_{20}$ (А) до напряжения 10,5 В (или 1,75 В - на один «отстающий» аккумулятор), при температуре электролита 25°C и начальной плотности 1,28 г/см³.
- Ёмкость аккумуляторной батареи равна ёмкости одного аккумулятора, так как соединение аккумуляторов последовательное.

Резервная ёмкость определяется временем разрядки (в минутах) полностью заряженной батареи током $(25 \pm 0,25)A$ до конечного напряжения на аккумуляторе $1,75V$.

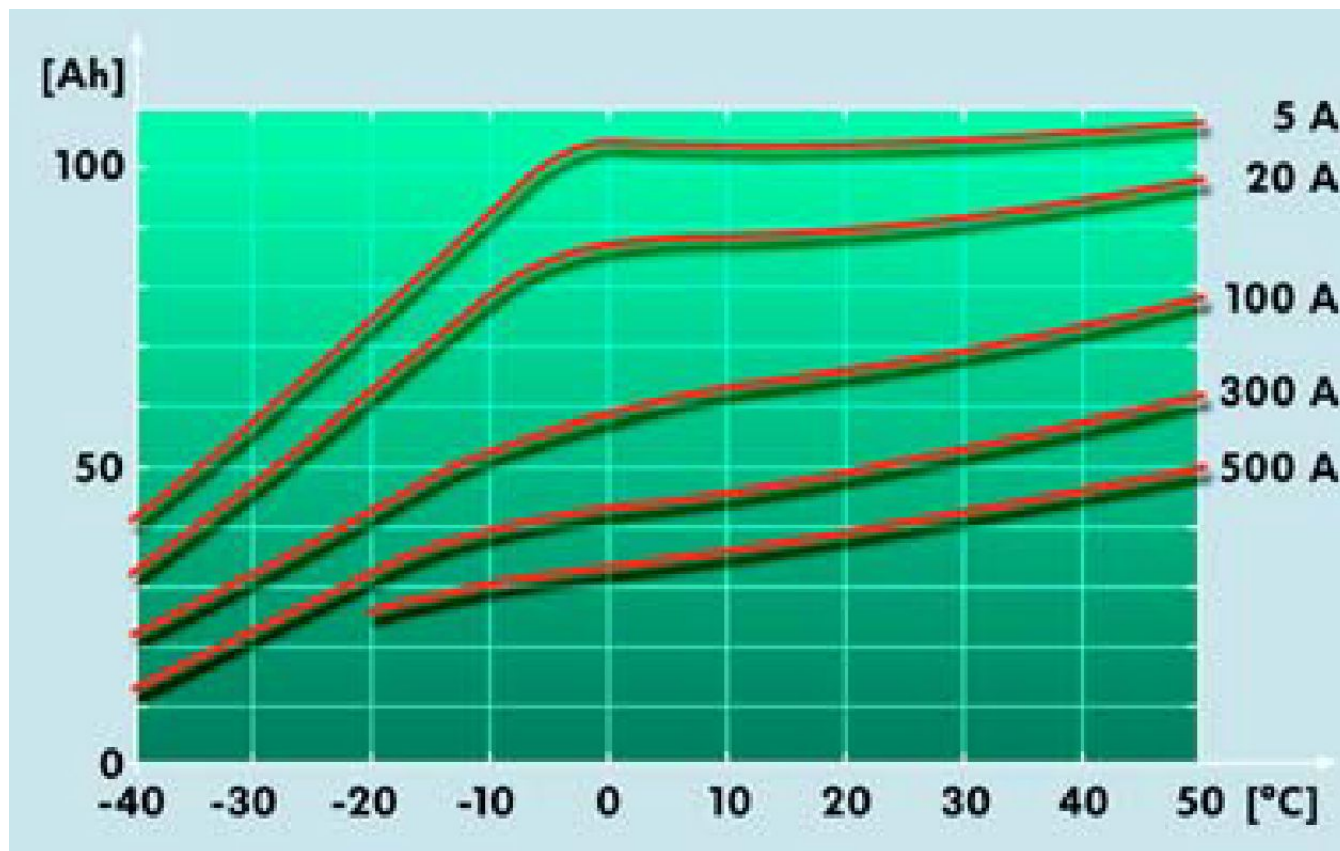
Примечание. По **ГОСТу 959-2002** номинальную и резервную емкость определяют поместив батарею в ванну с водой, имеющей температуру $25 \pm 2^{\circ}C$.

Резервная емкость численно в 1,63 раза больше номинальной (например, для батареи емкостью 55 А·ч она составляет 90 минут). Это расчетное время, в течение которого полностью заряженная АКБ обеспечивает электроэнергией минимум потребителей, необходимых для безопасного движения автомобиля в случае отказа генератора.

Факторы, влияющие на ёмкость АКБ:

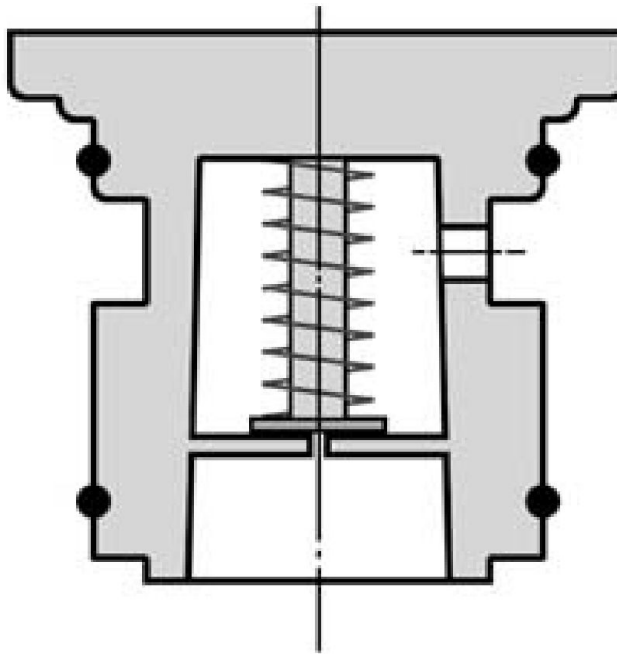
- режим разряда;
- количество и размер пластин;
- температура электролита;
- плотность электролита;
- срок службы АКБ;
- саморазряд;

Факторы, влияющие на ёмкость АКБ:



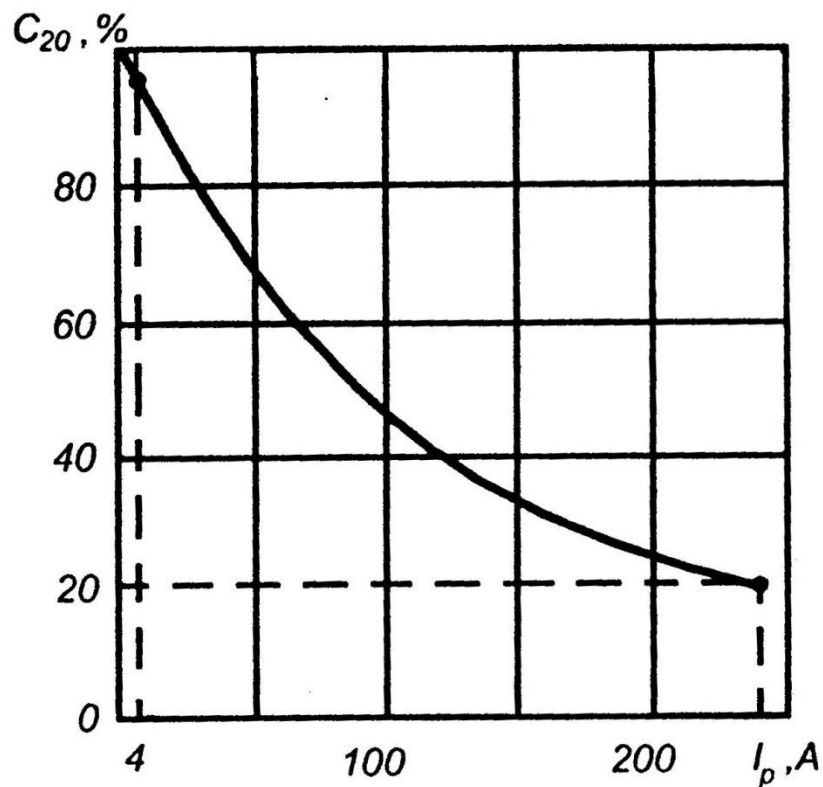
Разрядная емкость полностью заряженной аккумуляторной батареи (12 В, 100 А·ч) в зависимости от температуры и разрядного тока.

Свинцовые батареи с предохранительными клапанами VRLA (Valve Regulated Lead Acid Battery)



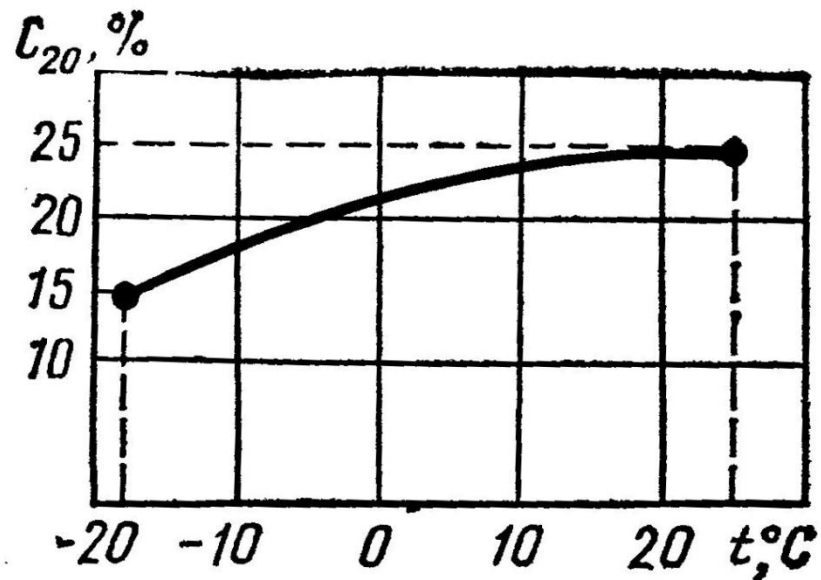
Пробка ячейки батареи типа VRLA

Влияние силы разрядного тока на ёмкость аккумуляторной батареи



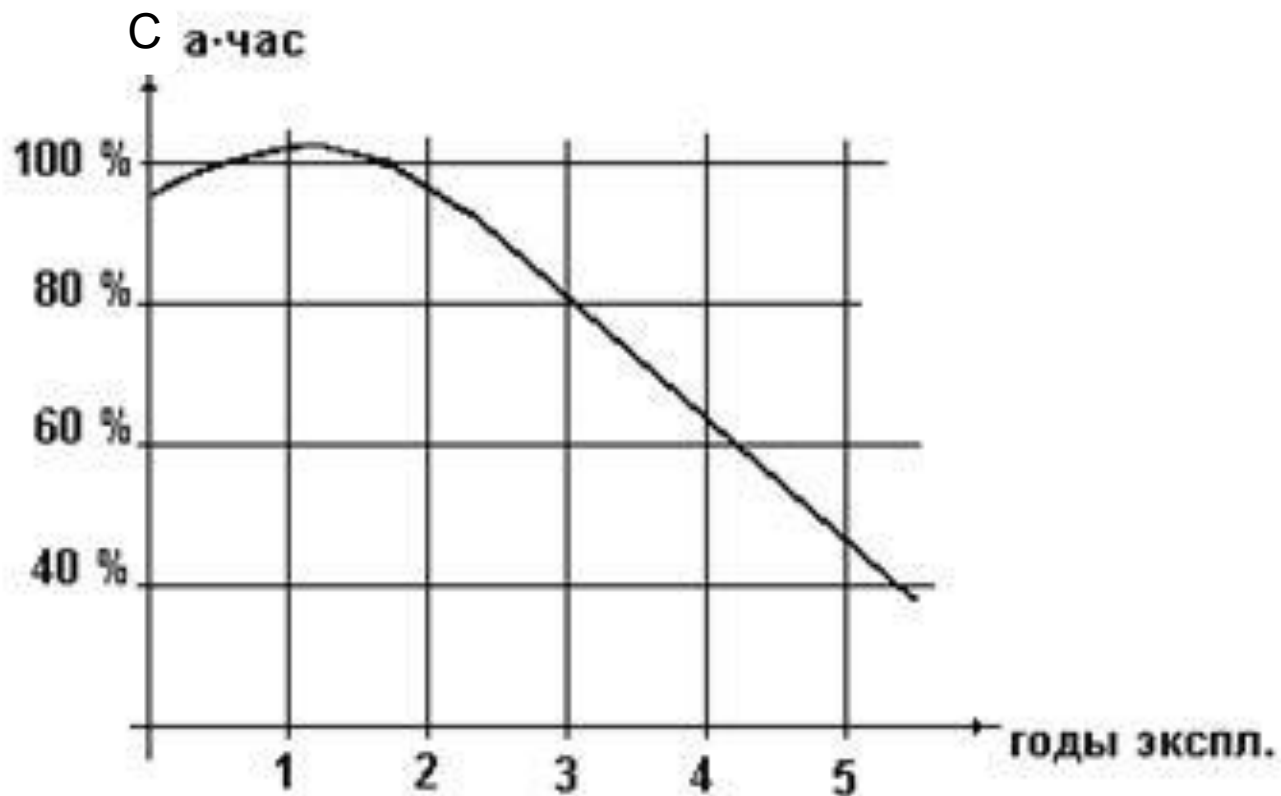
Зависимость емкости аккумуляторной батареи ЗСТ-80 от силы разрядного тока при температуре электролита +25 °С

Влияние температуры электролита на ёмкость АКБ



Зависимость емкости аккумуляторной батареи 6СТ-60 от температуры электролита при силе разрядного тока 180 А

Влияние срока службы АКБ на ёмкость

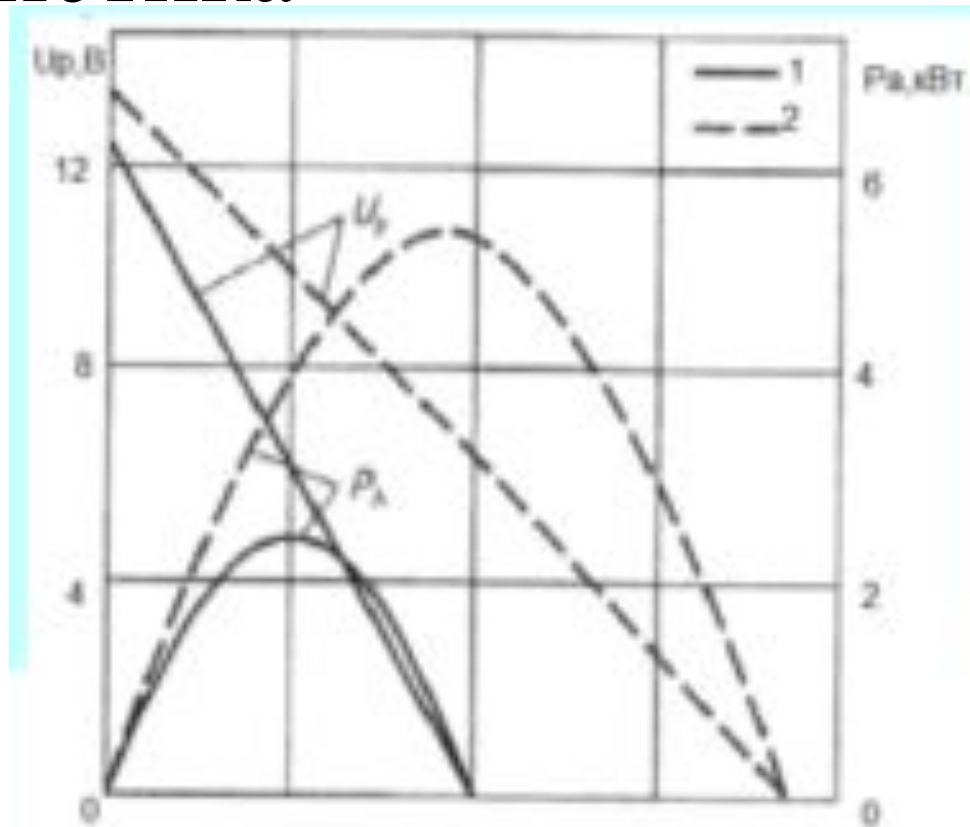


- **Мощность**, развиваемая аккумуляторной батареей во внешней цепи, определяется как произведение напряжения батареи на силу тока разряда:

$$P_6 = U_6 I_p,$$

- где P_6 – мощность аккумуляторной батареи, Вт;
- U_6 – напряжение на выводах батареи, В;
- I_p – сила тока разряда батареи, А.

Вольт-амперная и мощностная характеристика



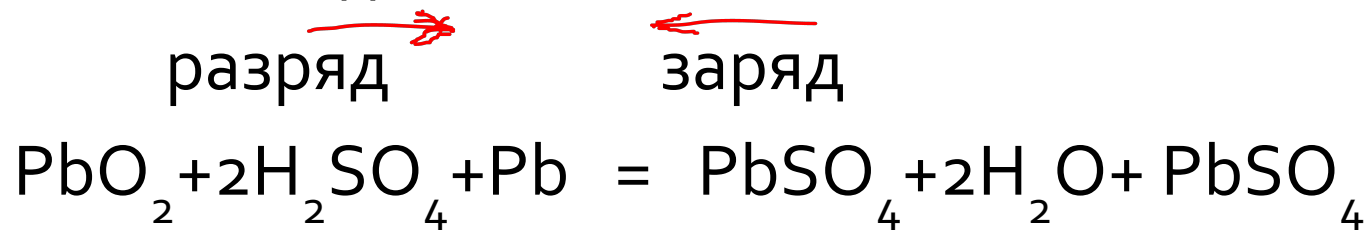
при температуре:

1 - $T = -20^\circ\text{C}$; 2 - $T = +25^\circ\text{C}$

Принцип работы свинцового аккумулятора

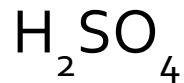
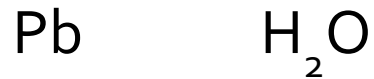
В свинцовом аккумуляторе в токообразующих процессах участвуют двуокись свинца (диоксид свинца) PbO_2 положительного электрода, губчатый свинец Pb отрицательного электрода и электролит (водный раствор серной кислоты H_2SO_4).

Химические реакции, происходящие в автомобильном свинцовом аккумуляторе описываются уравнением:

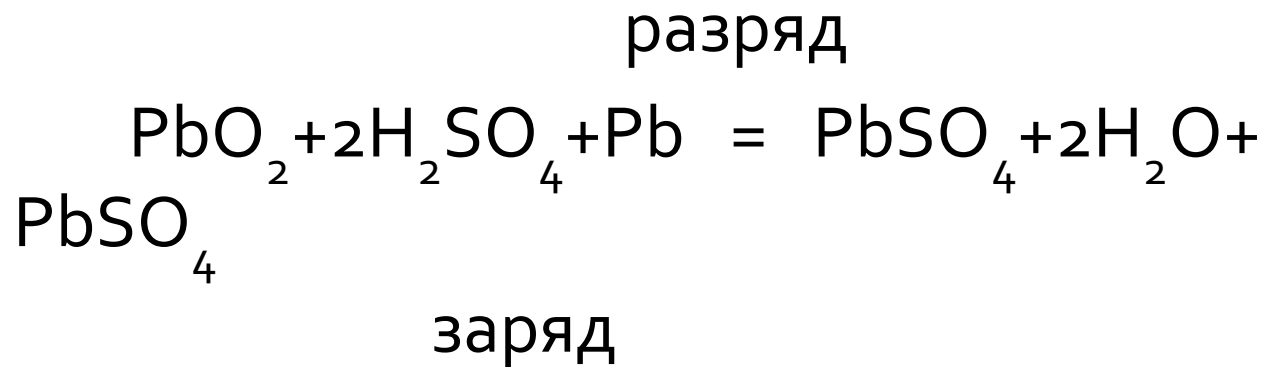


Принцип работы свинцового аккумулятора

В свинцовом аккумуляторе в токообразующих процессах участвуют...



Химические реакции, происходящие в автомобильном свинцовом аккумуляторе описываются уравнением:



Принцип работы свинцового аккумулятора

В свинцовом аккумуляторе в токообразующих процессах участвуют двуокись свинца (диоксид свинца) PbO_2 положительного электрода, губчатый свинец Pb отрицательного электрода и электролит (водный раствор серной кислоты H_2SO_4).

Таблица 1. Схема электрохимических процессов при разряде свинцового аккумулятора

	Отрицательный электрод	Электролит	Положительный электрод
Исходные продукты	Pb	$2H_2SO_4, 2H_2O$	PbO_2
Процесс ионизации		$SO_4^{2-}, 4H^+, SO_4^{2-}$	$4OH^-, Pb^{4+}$
Токообразующий процесс	$2e^-, Pb^{2+}$		$Pb^{2+}, 2e^-$
Конечные продукты разряда	$PbSO_4$	$4H_2O$	$PbSO_4$

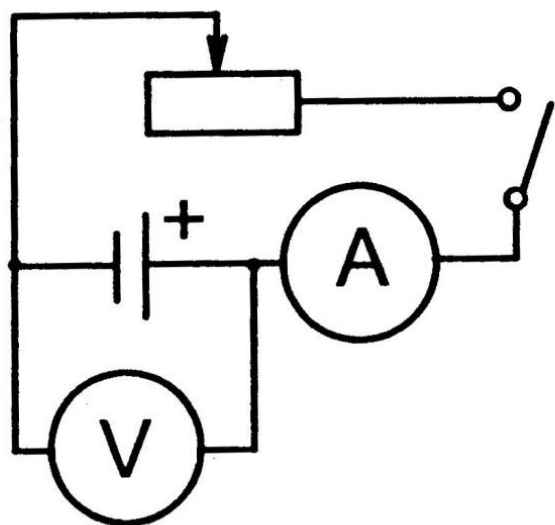
Принцип работы свинцового аккумулятора

В свинцовом аккумуляторе в токообразующих процессах участвуют двуокись свинца (диоксид свинца) PbO_2 положительного электрода, губчатый свинец Pb отрицательного электрода и электролит (водный раствор серной кислоты H_2SO_4).

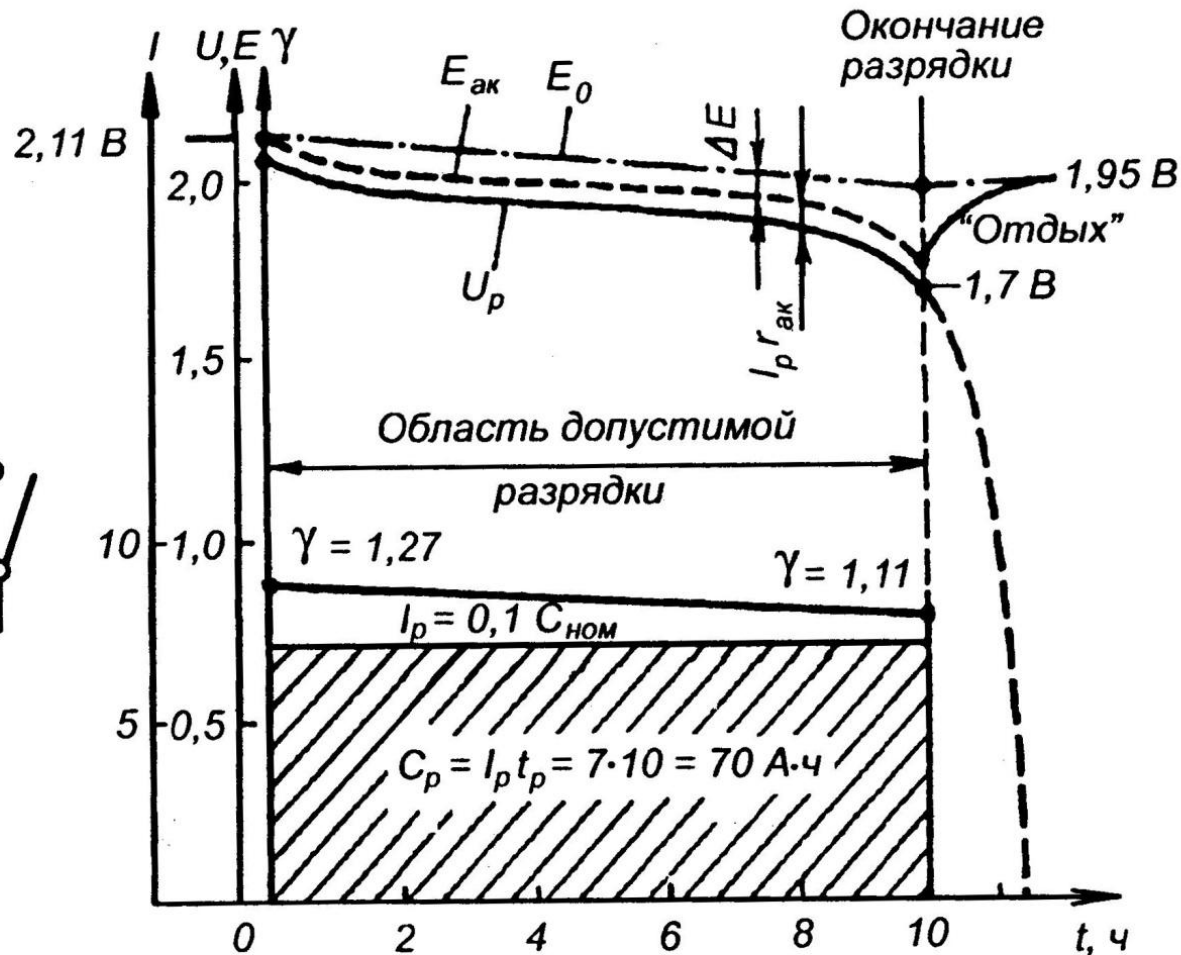
Таблица 2. Схема электрохимических процессов при заряде свинцового аккумулятора

	Отрицательный электрод	Электролит	Положительный электрод
Продукты разряда	$PbSO_4$	$4H_2O$	$PbSO_4$
Процесс ионизации	Pb^{2+}, SO_4^{2-}	$2H^+, 4OH^-, 2H^+$	SO_4^{2-}, Pb^{2+}
Использование зарядного тока	$2e^-$		$Pb^{4+}, 2e^-$
Конечные продукты разряда	$PbSO_4$	$H_2SO_4, 2H_2O, H_2SO_4$	PbO_2

Характеристика разряда аккумулятора

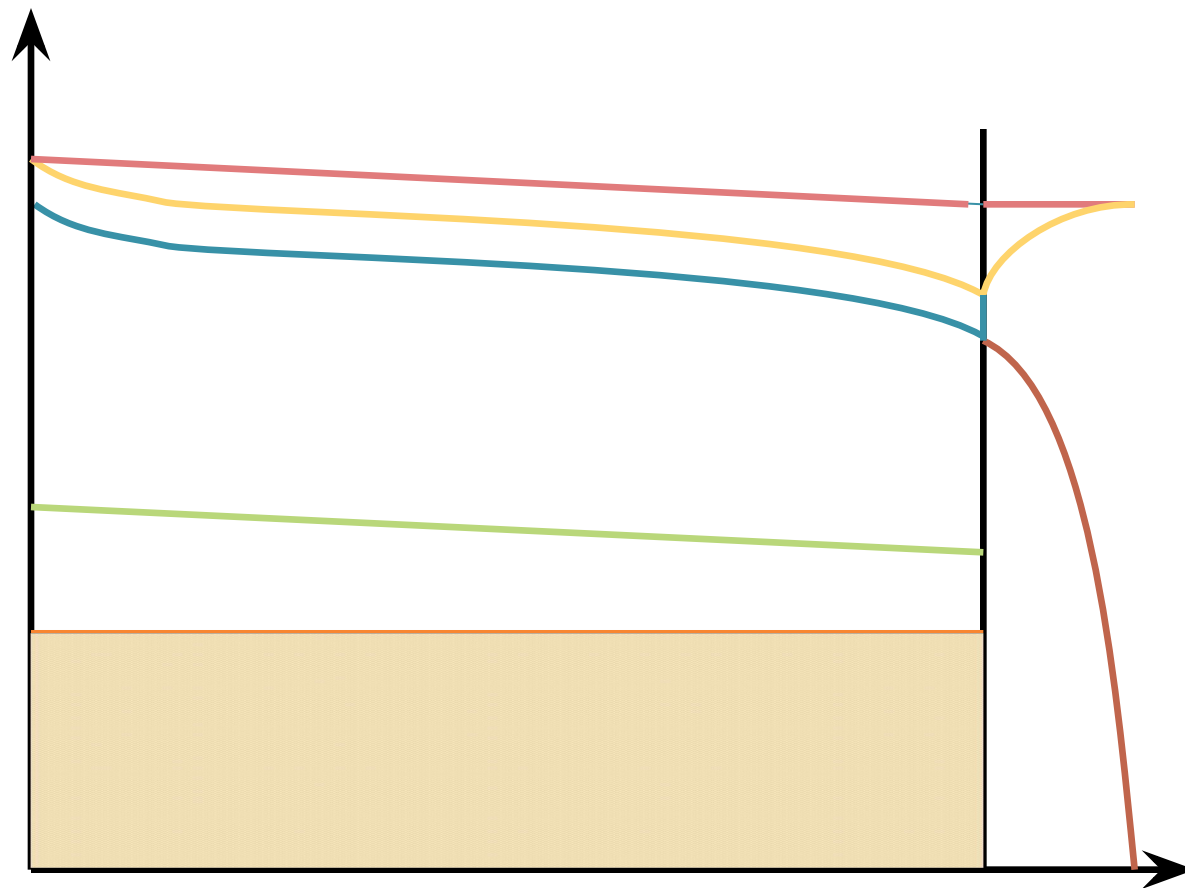


а)

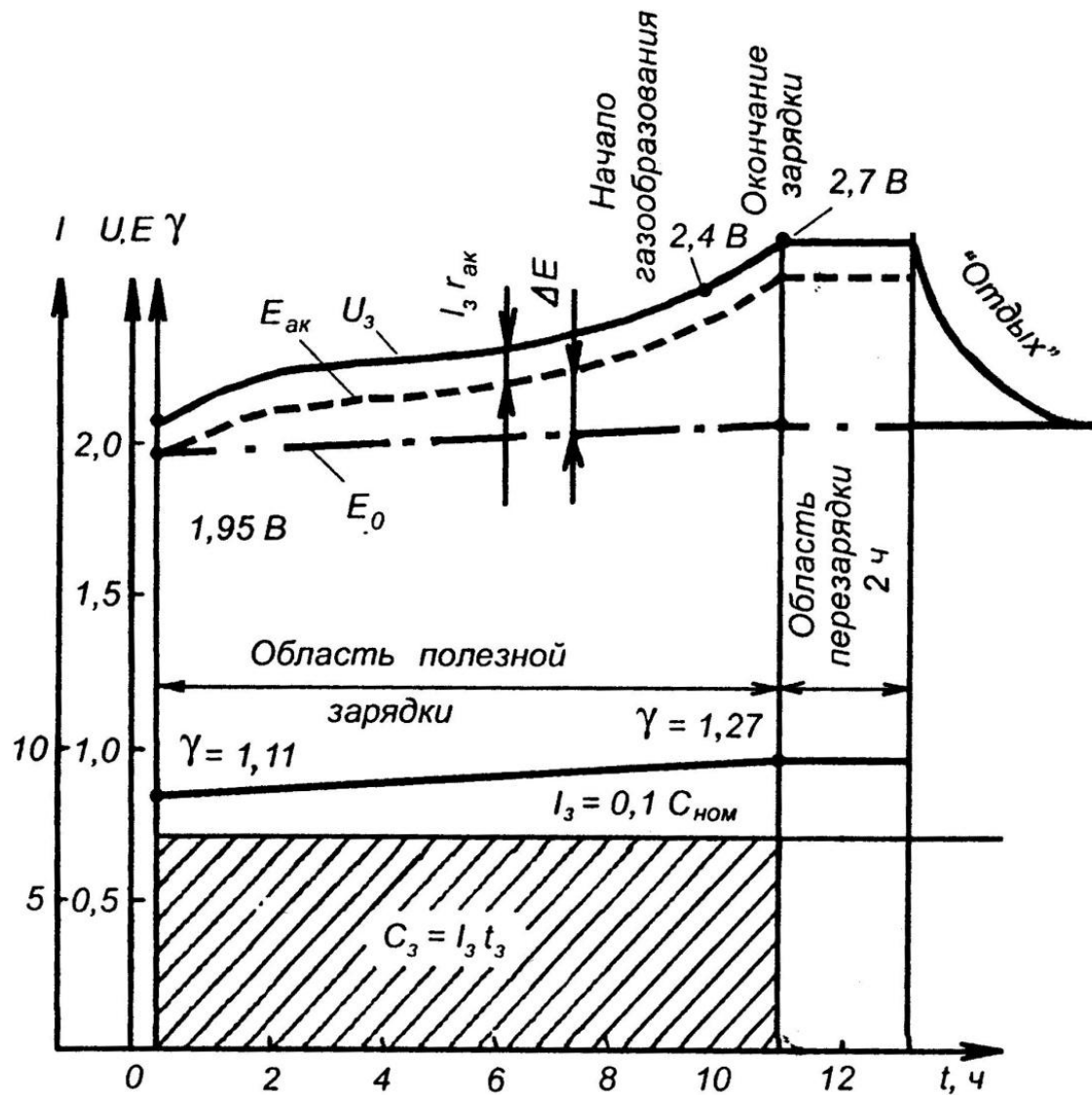
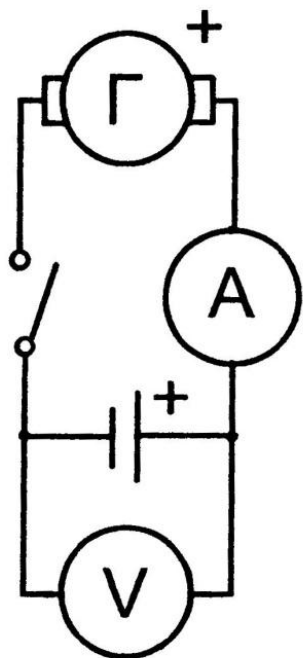


б)

Характеристика разряда АКБ



Характеристика заряда аккумулятора



а)

б)

Электролит

Электролит готовят из серной кислоты ГОСТ 667-73 и дистиллированной воды ГОСТ 6709-72.

Химически чистая серная кислота – прозрачная жидкость без цвета и запаха, содержит не менее 94% H_2SO_4 .

Её характеристики:

Плотность $\gamma = 1,83 \text{ г/см}^3$;

Температура кипения $+ 33^\circ\text{C}$.

При смешивании серной кислоты с водой происходит выделение тепла.

Электролит

Для приготовления электролита применяют пластмассовую кислотостойкую или керамическую посуду (стеклянная может лопнуть от выделяющегося при химической реакции тепла).

Обязательно нужно надеть средства защиты: прорезиненный фартук, защитные очки, резиновые перчатки и сапоги.

В посуду наливают дистиллированную воду, а потом вливают тонкой струйкой концентрированную серную кислоту, одновременно перемешивая раствор.

В продажу поступает готовый электролит плотностью $\gamma = 1,28 \text{ г/см}^3$ и электролит повышенной плотности $\gamma = 1,4 \text{ г/см}^3$.

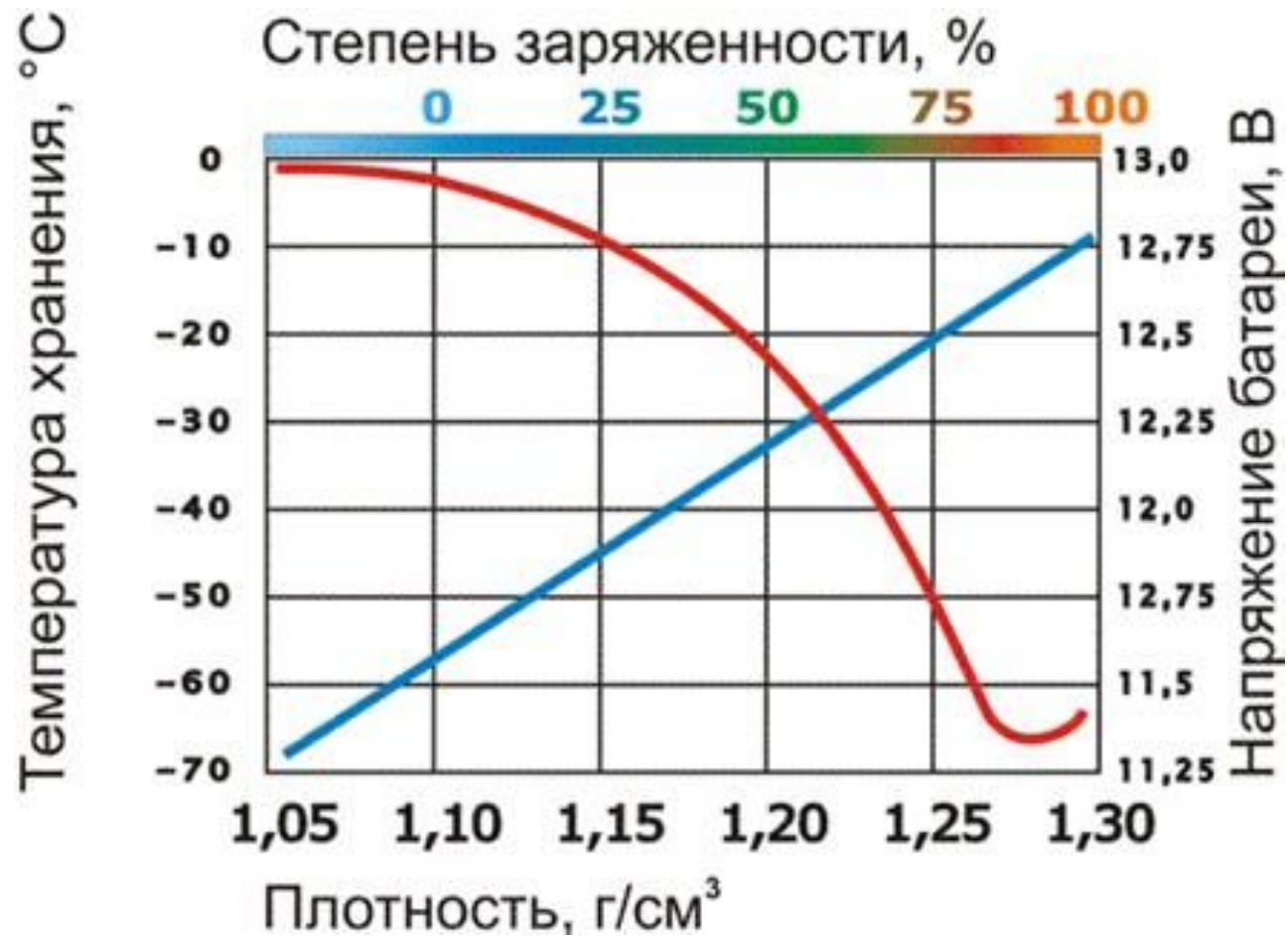
Плотность электролита в зависимости от климатической зоны

Климатическая зона и среднемесячная температура в январе, °С	Время года	Плотность электролита при 25°С, г/см ³	
		При заливке	заряженных
Очень холодная, -30...-50°С	Зима	1,28	1,30
	Лето	1,24	1,26
Холодная, -15...-30°С	Круглый год	1,26	1,28
Умеренная, -3...-15°С	Круглый год	1,24	1,26
Жаркая, сухая, -15...+4°С	Круглый год	1,22	1,24
Тёплая, влажная, 0...+4°С	Круглый год	1,20	1,22

Температура замерзания электролита различной плотности

Плотность электролита, г/см ³ , при температуре 25 °С	Температура замерзания °С	Плотность электролита, г/см ³ , при температуре 25 °С	Температура замерзания °С
1,09	-7	1,18	-22
1,12	-10	1,20	-30
1,14	-14	1,22	-38
1,16	-18	1,24	-50

Температура замерзания электролита различной плотности



Аккумуляторная батарея

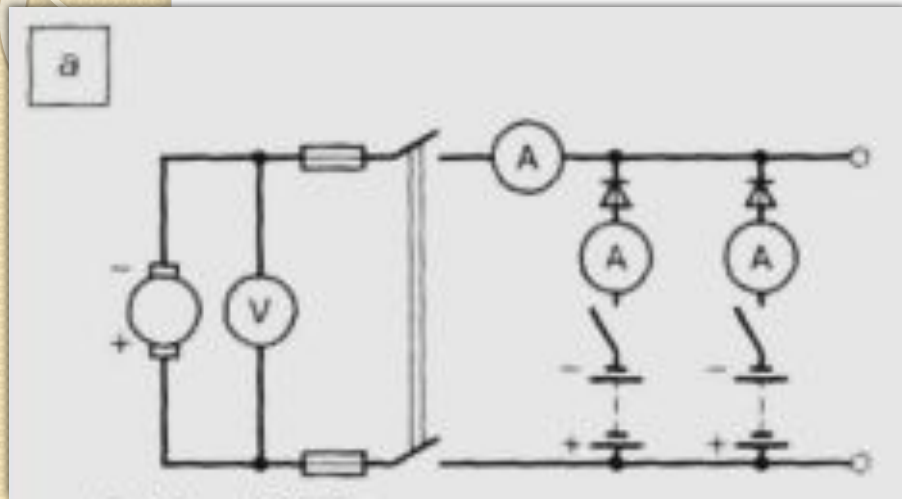
Занятие 3

1. Методы заряда аккумуляторных батарей.
2. Проверка технического состояния АКБ.
3. Техническое обслуживание АКБ.
4. Основные неисправности АКБ.
5. Хранение АКБ.

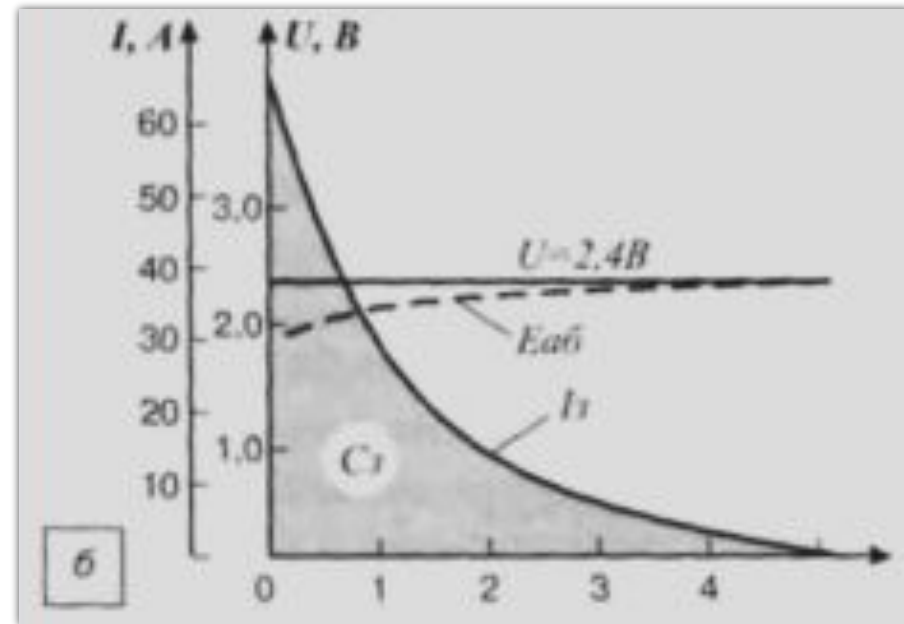
Методы заряда аккумуляторных батарей

- Заряд при постоянном напряжении
- Заряд при постоянной силе тока:
 - Стандартный режим заряда
 - Ступенчатый заряд
 - Форсированный заряд
 - Уравнительный заряд
 - Постоянный подзаряд малыми токами

Заряд аккумулятора при постоянном напряжении



а – схема зарядного устройства;



б – характеристики процесса заряда

Заряд АКБ при постоянном напряжении

Достоинства:

- быстрое доведение батареи до рабочего состояния;
- энергия заряда расходуется на восстановление активной массы электродов, а не на газообразование;
- простота зарядного устройства.

Недостатки:

- большой ток в начале заряда;
- сложность заряда при низких температурах;
- аккумулятор можно зарядить не более, чем на 90-95%.

Заряд АКБ при постоянной силе тока

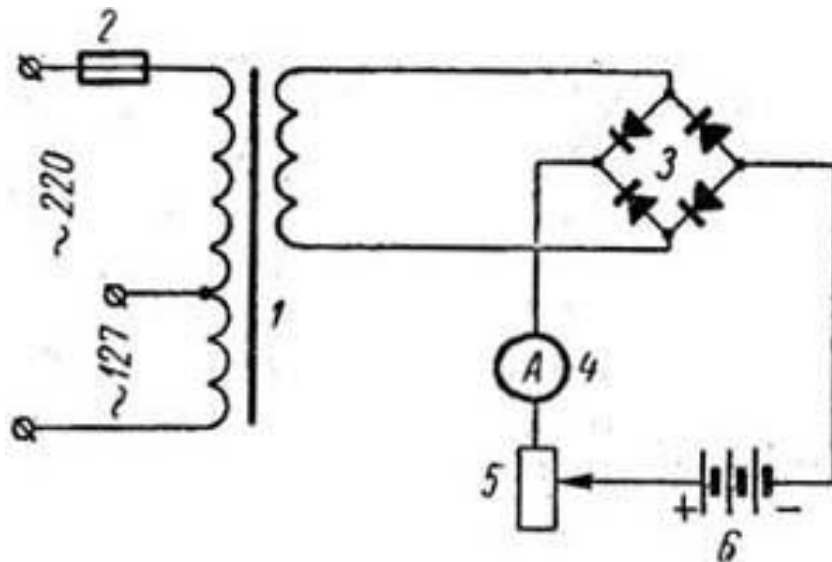


Схема заряда аккумуляторной батареи при постоянной силе тока:

- 1 – трансформатор; 2 – сетевой предохранитель;
- 3 – диодный мост; 4 – амперметр; 5 – реостат;
- 6 – аккумуляторная батарея.

Заряд АКБ

при постоянной силе тока

Стандартный режим заряда:

$$I_3 = 0,1 \cdot C_{\text{НОМ}}$$

Достоинства:

можно зарядить батарею на 100%, что способствует продлению срока службы.

Недостатки:

большое время заряда, сильное «кипение» электролита, непроизводительный расход электроэнергии.

Признаки окончания заряда:

- прекращение роста плотности электролита;
- напряжение на каждом аккумуляторе достигло 2,6-2,7 В и больше не повышается;
- обильное “кипение” электролита.

Заряд АКБ при постоянной силе тока

Ступенчатый заряд:

1. Заряжаем батарею током $I_3 = 0,1 \cdot C_{\text{НОМ}}$ до напряжения 2,4 В.
2. Уменьшаем зарядный ток до величины $I_3 = 0,05 \cdot C_{\text{НОМ}}$ и продолжаем заряжать батарею до окончания заряда.

Достоинства: менее интенсивное
«кипение», меньше расход
электроэнергии.

Заряд АКБ

при постоянной силе тока

Форсированный заряд

- $I_3 = 0,7 \cdot C_{20}$ - $t = 30$ мин
- $I_3 = 0,5 \cdot C_{20}$ - $t = 45$ мин
- $I_3 = 0,3 \cdot C_{20}$ - $t = 90$ мин

Форсированный заряд применяется в случае экстренной необходимости.

При таком заряде необходимо следить за температурой электролита. При повышении температуры электролита до 40°C , заряд необходимо прекратить.

Уравнительный заряд

Уравнительный заряд применяется в случае появления признаков сульфатации пластин – плотность электролита в аккумуляторах заряженной батареи отличается более чем на $0,01 \text{ г/см}^3$.

Уравнительный заряд проводят малыми токами - $I_3 = 0,05 \cdot C_{20}$ или менее.

Достоинства: продлевает срок службы АКБ, восстанавливает ёмкость.

Недостатки: большое время заряда, неэффективное расходование электроэнергии.

Постоянный подзаряд малыми токами

Постоянный подзаряд малыми токами производится токами $I_3 = 0,025 - 0,1$ А. Служит для постоянного поддержания АКБ в полностью заряженном состоянии, например, в экстренных службах.

Достоинства: батарея всегда заряжена на 100%.

Недостатки: сокращается срок службы АКБ, не применим для старых батарей.

Контрольно-тренировочный цикл

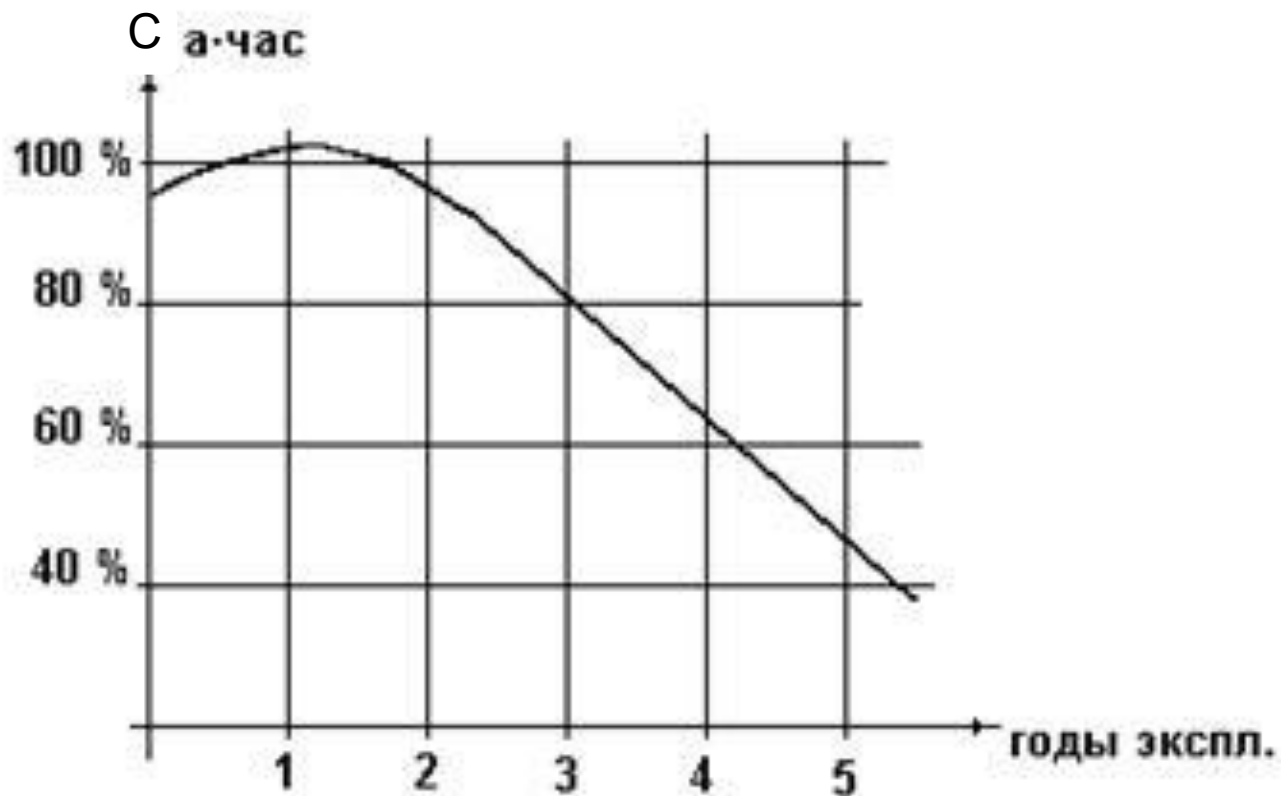
- Заряд током $I_3 = 0,1C_{20}$ до напряжения 2,4 В на каждом аккумуляторе, дальнейший полный заряд током $I_3 = 0,05 \cdot C_{20}$
- Разряд постоянным током силой $I_p = 0,05 \cdot C_{20}$ до конечного разрядного напряжения 1,75 В на отстающем аккумуляторе.
- Заряд АКБ в стандартном режиме или ступенчатый заряд.

Позволяет определить фактическую ёмкость АКБ. $C_{\text{факт}} = I_p \cdot t_p$

Признаки окончания допустимого разряда:

- напряжение на отстающем аккумуляторе снизилось до 1,75 В (до 10,5 В на батарее);
- плотность электролита снизилась до 1,12 г/см³.

Влияние срока службы АКБ на ёмкость



Контрольно-тренировочный цикл

В гарантийный период фактическая ёмкость должна быть не ниже 90% от номинальной.

АКБ, имеющие фактическую ёмкость 40% от номинальной и ниже подлежат замене.

АКБ, имеющие фактическую ёмкость 60% от номинальной и ниже, ставить на хранение не рекомендуется.

Способы хранения АКБ

- Хранение сухозаряженных батарей
- Хранение залитых заряженных батарей
- Обслуживание батарей во время хранения

Способы хранения АКБ

Хранение сухозаряженных батарей

Условия хранения сухозаряженных батарей:

- Обеспечение полной герметичности внутренней полости каждого аккумулятора батареи
- Температура для батарей с отдельными крышками не ниже -40°C (иначе возможно растрескивание герметизирующей мастики)
- Хранение батарей в пластмассовых корпусах с общими крышками допускается при температуре не ниже -50°C
- Температура не выше $+60^{\circ}\text{C}$ (возможно оплывание мастики)
- Батареи должны быть защищены от попадания прямых солнечных лучей

Способы хранения АКБ

Хранение сухозаряженных батарей

Условия хранения сухозаряженных батарей:

- К батареям должен быть обеспечен доступ обслуживающего персонала для осмотра и контроля надёжности герметизации пробок, крышек и целостности мастики
- Трещины в мастике должны быть устранены путём оплавления слабым огнём газовой горелки
- Срок хранения сухозаряженных батарей не должен превышать трёх лет

Способы хранения АКБ

Хранение залитых батарей

Постановка на хранение батарей после длительной эксплуатации:

- Провести контрольно-тренировочный цикл для определения фактической ёмкости
- Если фактическая ёмкость менее 60%, то такую батарею ставить на хранение нецелесообразно
- Возможно хранение на автомобиле, при этом желательно, чтобы температура не опускалась ниже -15°C

Способы хранения АКБ

Хранение залитых батарей

Условия хранения залитых батарей:

- Батареи ставить на хранение полностью заряженными
- Температура в хранилище должна быть не выше 0°С (в этом случае срок хранения может быть до 1,5 лет)
- При хранении при комнатной температуре срок хранения уменьшается до 9 месяцев
- Помещение для хранения должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией

Способы хранения АКБ

Хранение залитых батарей

Обслуживание залитых батарей во время хранения :

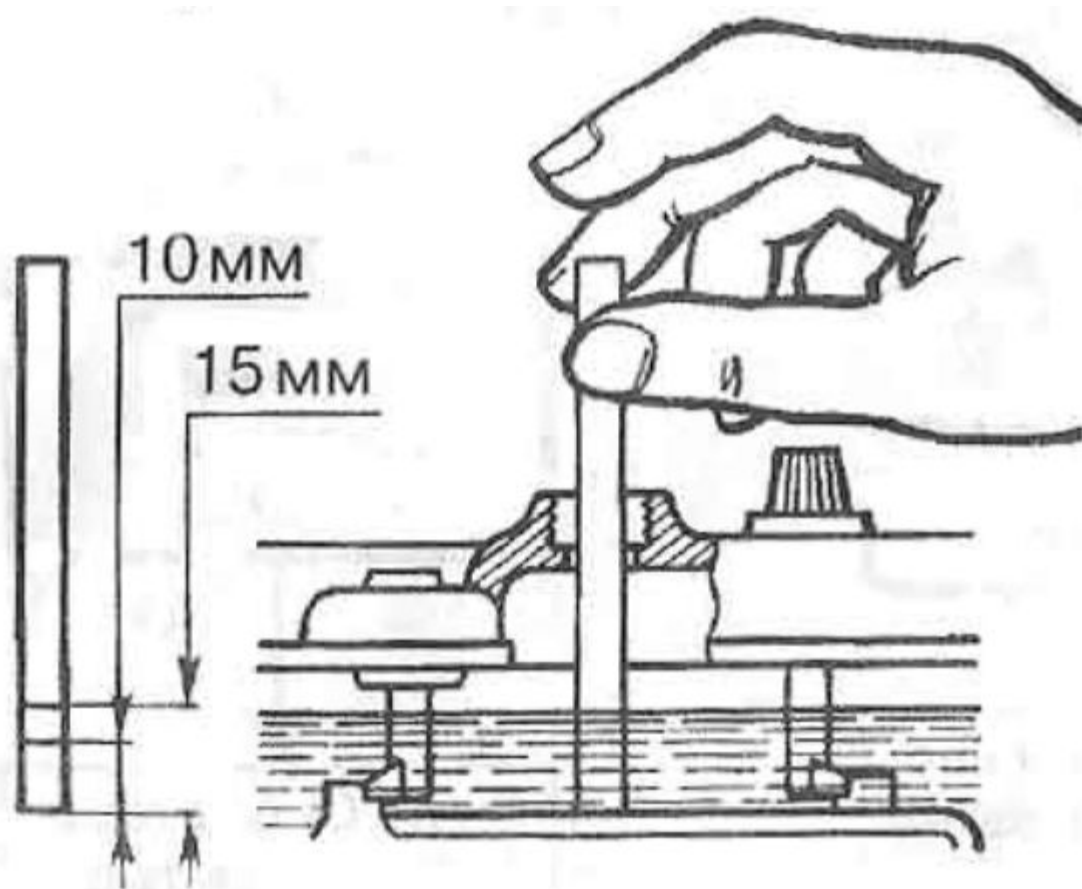
- Ежемесячная проверка плотности электролита
- Подзарядка в случае снижения плотности на $0,04 \text{ г/см}^3$ и более
- При длительном хранении при температуре выше 0°C подзаряжать ежемесячно

Проверка технического состояния АКБ

- Внешний осмотр.
- Измерение уровня электролита.
- Измерение плотности электролита.
- Измерение ЭДС.
- Оценка технического состояния.
- Проверка работоспособности пробником Э107, Э108.

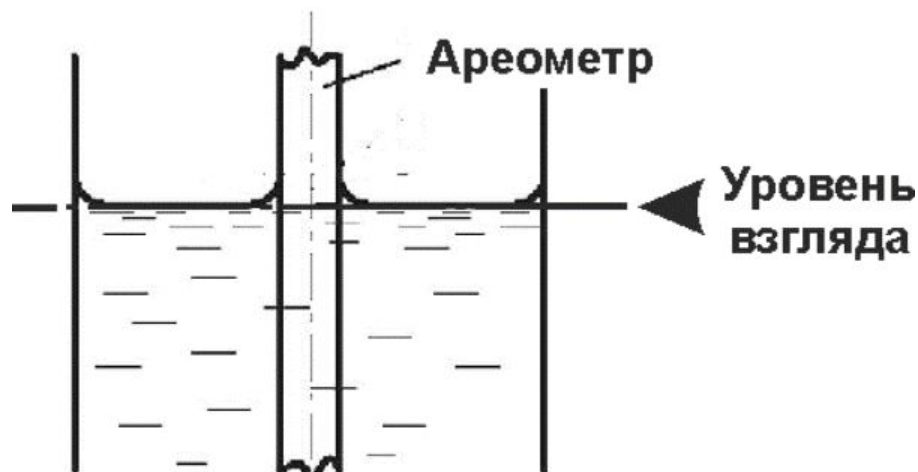
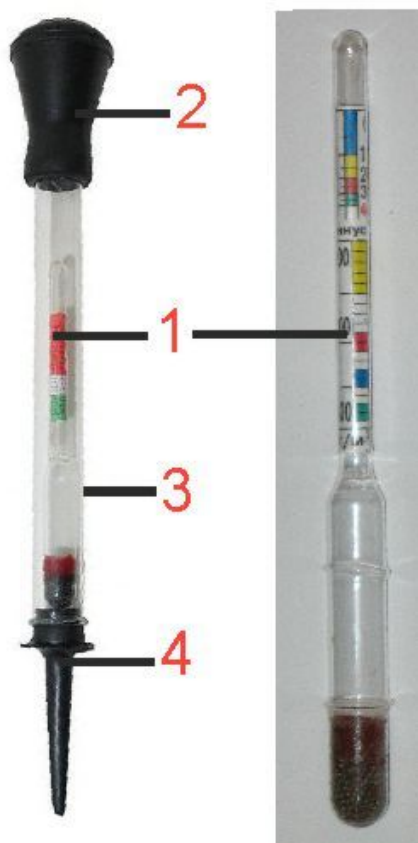
Проверка технического состояния АКБ

- Измерение уровня электролита.



Проверка технического состояния АКБ

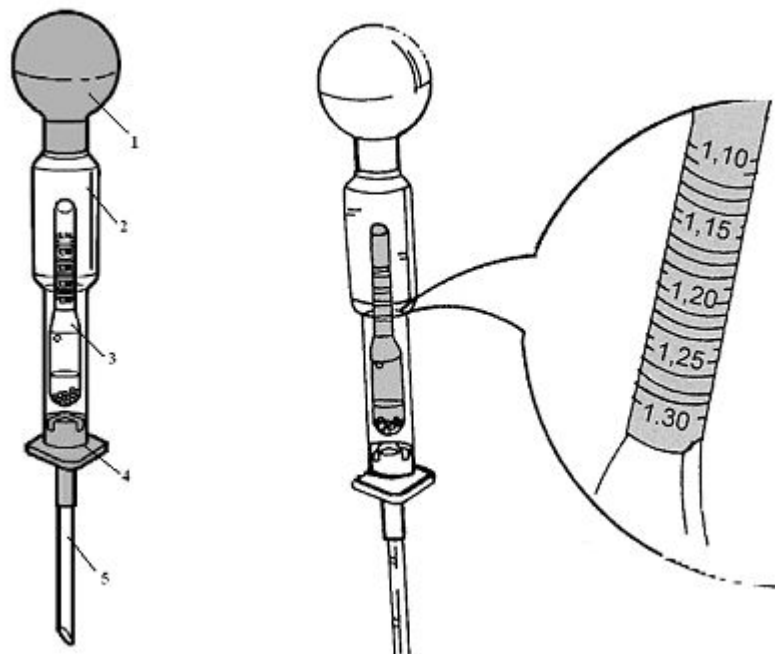
- Измерение плотности электролита.



Плотность электролита измеряется специальным прибором – денсиметром. Он состоит из ареометра 1, резиновой груши 2, стеклянной трубки 3 и наконечника 4.

Проверка технического состояния АКБ

- Измерение плотности электролита.



Аккумуляторный ареометр:
1 – резиновая груша; 2 –
стеклянный цилиндр; 3 –
поплавок ареометра; 4 –
втулка; 5 – наконечник

Гумелёв В.Ю., Картуков А.Г., Лебедев Т.Н. Диагностирование аккумуляторных батарей военной автомобильной техники

Проверка технического состояния АКБ

- Измерение плотности электролита.

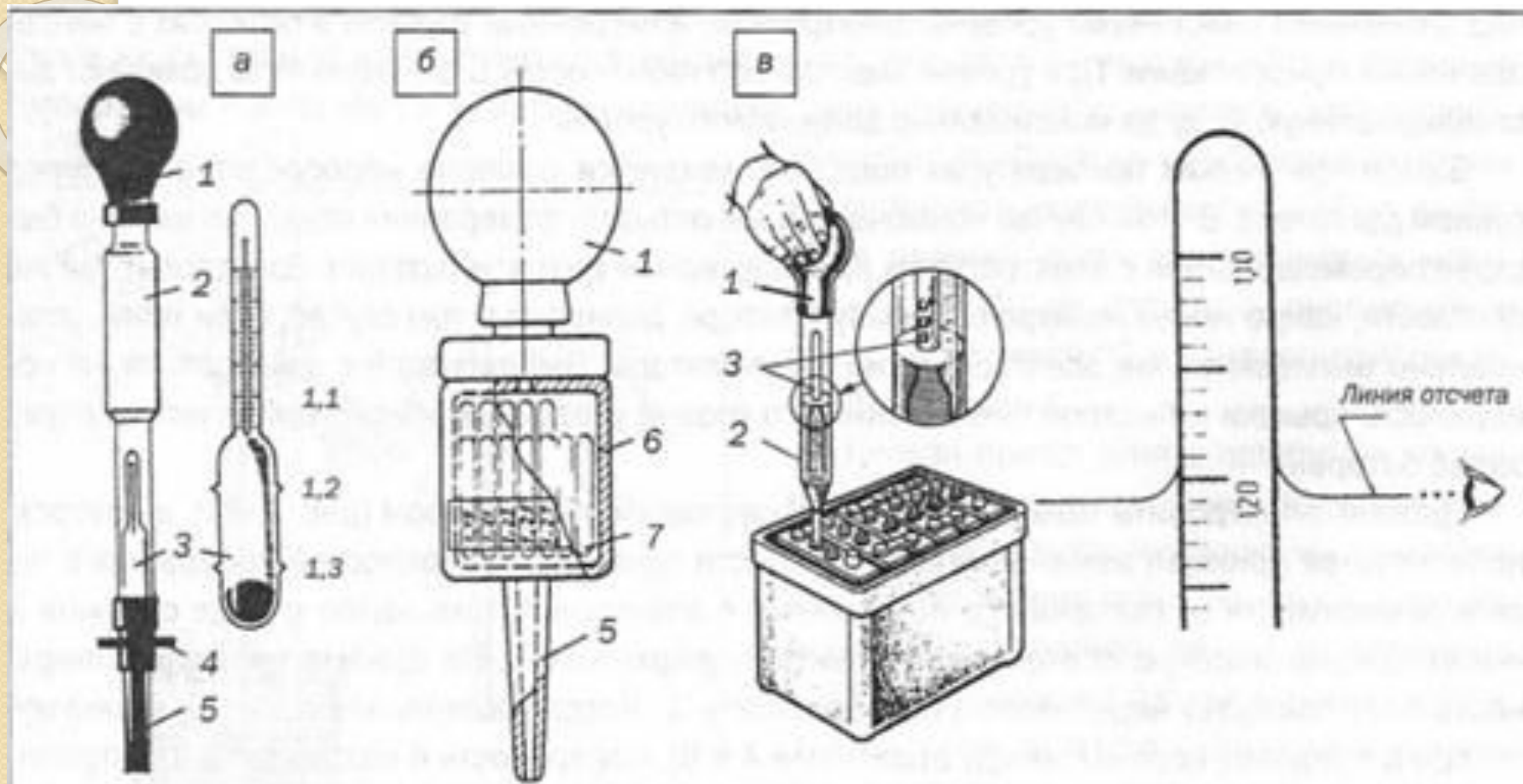


Рис. 1. Приборы для измерения плотности электролита: а — денсиметр с пипеткой; б — плотномер; в — измерение плотности денсиметром, 1 — резиновая груша; 2 — пипетка; 3 — денсиметр; 4 — резиновая пробка; 5 — пластмассовая трубка (наконечник); 6 — прозрачный корпус; 7 — пластмассовые пошавки.

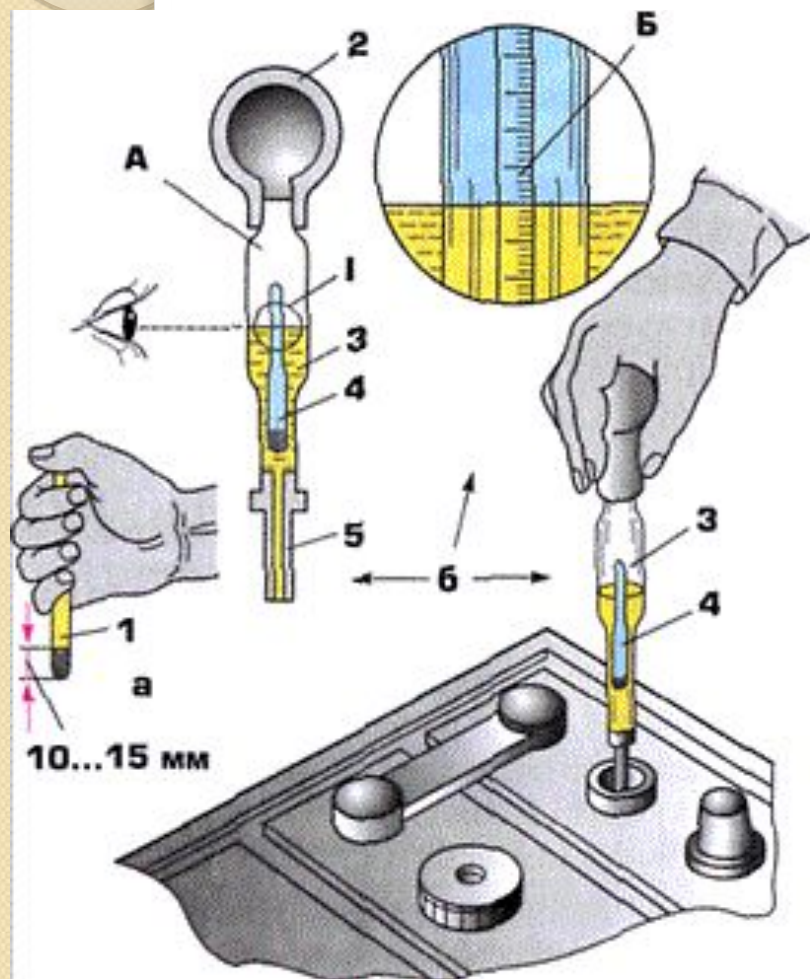
Проверка технического состояния АКБ

- Измерение плотности электролита.



Проверка технического состояния АКБ

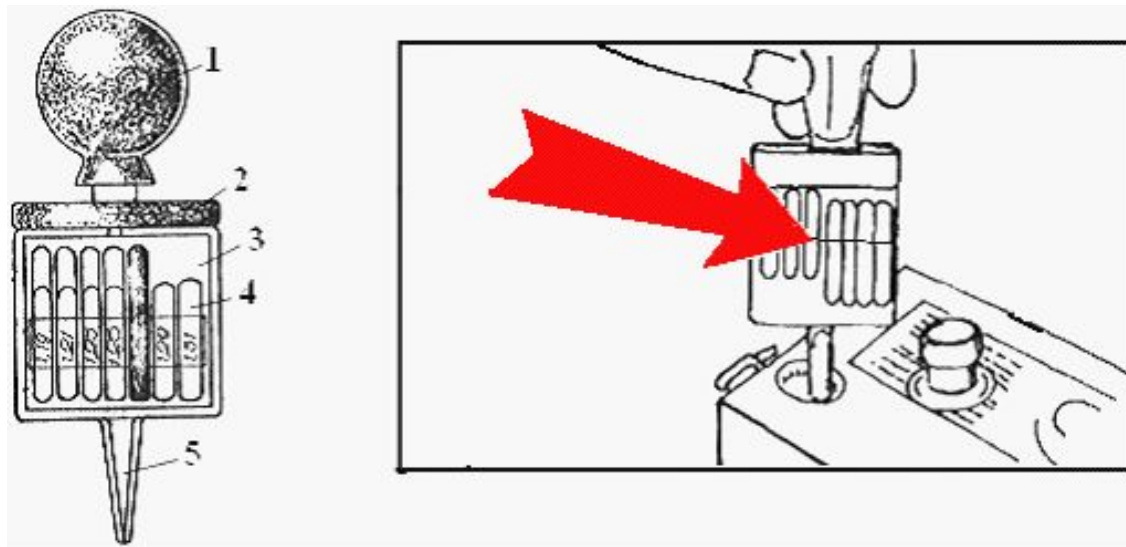
- Измерение плотности электролита.



А-ареометр,
Б-шкала денсиметра,
а-проверка уровня электролита,
б-проверка плотности электролита.
1-стеклянная трубка,
2-резиновая груша,
3-стеклянный цилиндр,
4-денсиметр,
5-наконечник,

Проверка технического состояния АКБ

- Измерение плотности электролита.



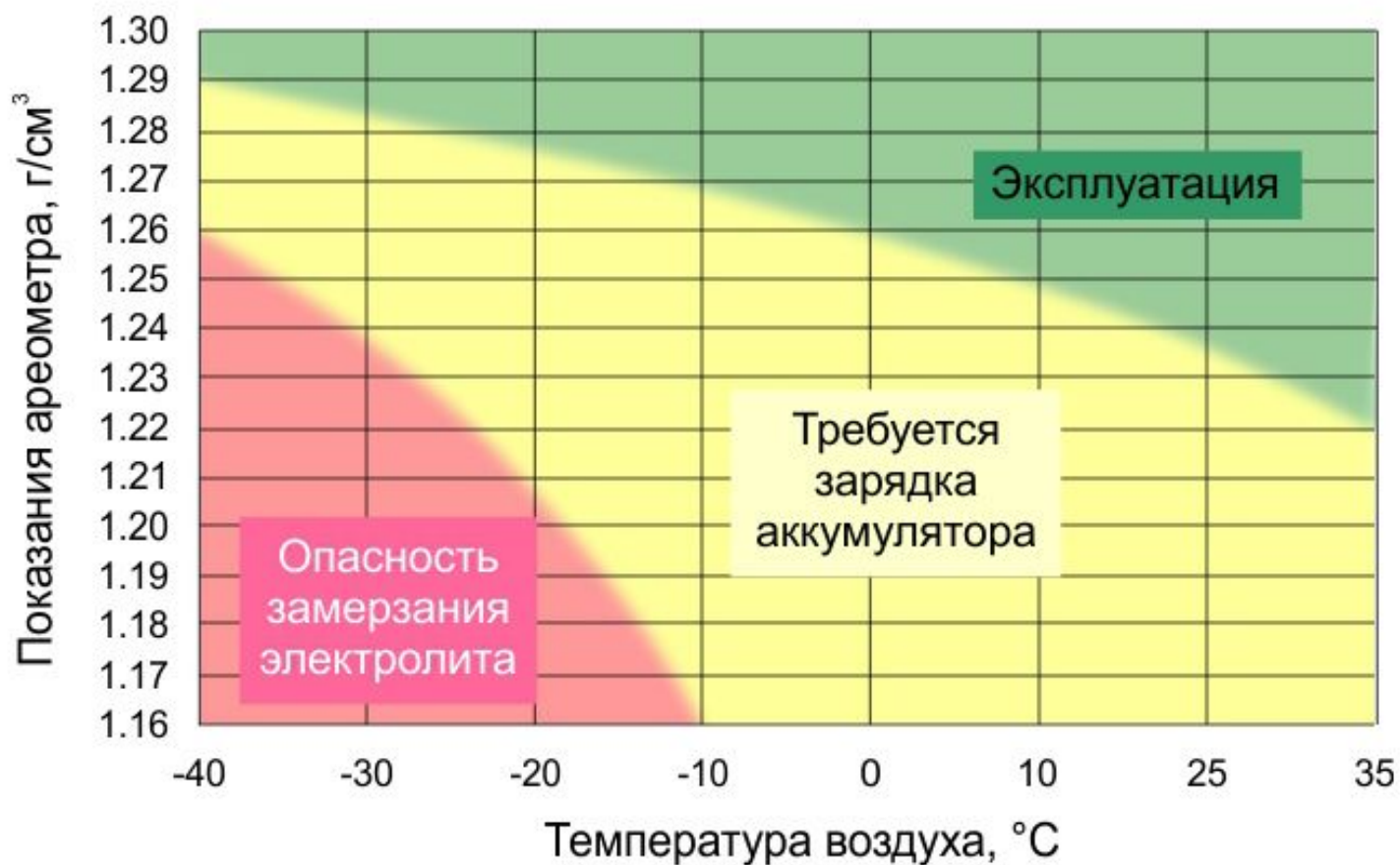
Плотномер:

1 – резиновая груша; 2 – крышка; 3 – корпус; 4 – поплавки; 5 – трубка

При использовании плотномера плотность определяют по последнему из всплывших поплавков 4, против которого на прозрачном корпусе 3 находится надпись с большим значением плотности.

Проверка технического состояния АКБ

- Измерение плотности электролита.



Оценка технического состояния АКБ

- Оценка уровня и плотности электролита.
- Сравнение измеренной ЭДС с рассчитанной по плотности электролита.
- Определение степени разряженности.
- Определение фактической ёмкости.
- Проверка работоспособности под нагрузкой.

Приведение плотности электролита к температуре +25°C

$$\gamma_{25} = \gamma_{\text{ИЗМ}} + (t_{\text{ЭЛ}} - 25) \cdot 0,0007$$

где $\gamma_{\text{ИЗМ}}$ – измеренная плотность
электролита, г/см³;

$t_{\text{ЭЛ}}$ - температура электролита в °С;

γ_{25} - плотность электролита,
приведённая к температуре +25°C.

Определении степени разряженности АКБ

- В процессе разряда плотность электролита снижается на $0,16 \text{ г/см}^3$, следовательно, при снижении плотности на $0,01 \text{ г/см}^3$ происходит разряд АКБ на $6,25\%$, тогда:

$$X_p = ((\gamma_3 - \gamma_p) / 0,16) \cdot 100$$

$$\text{или } X_p = (\gamma_3 - \gamma_p) \cdot 625$$

где X_p – степень разряженности АКБ в %,

γ_3 и γ_p – плотность электролита в г/см^3

полностью заряженного и проверяемого

(разряженного) аккумулятора при $t_{\text{эл}} = +25^\circ \text{C}$

Определении степени разряженности АКБ

Аккумуляторные батареи, степень разряженности которых больше 50% летом и 25% зимой необходимо снять с эксплуатации и зарядить в стационарных условиях.

Проверка соответствия измеренной ЭДС
аккумулятора и ЭДС рассчитанной по
плотности электролита

$$E_0 = \gamma_{25} + 0,84$$

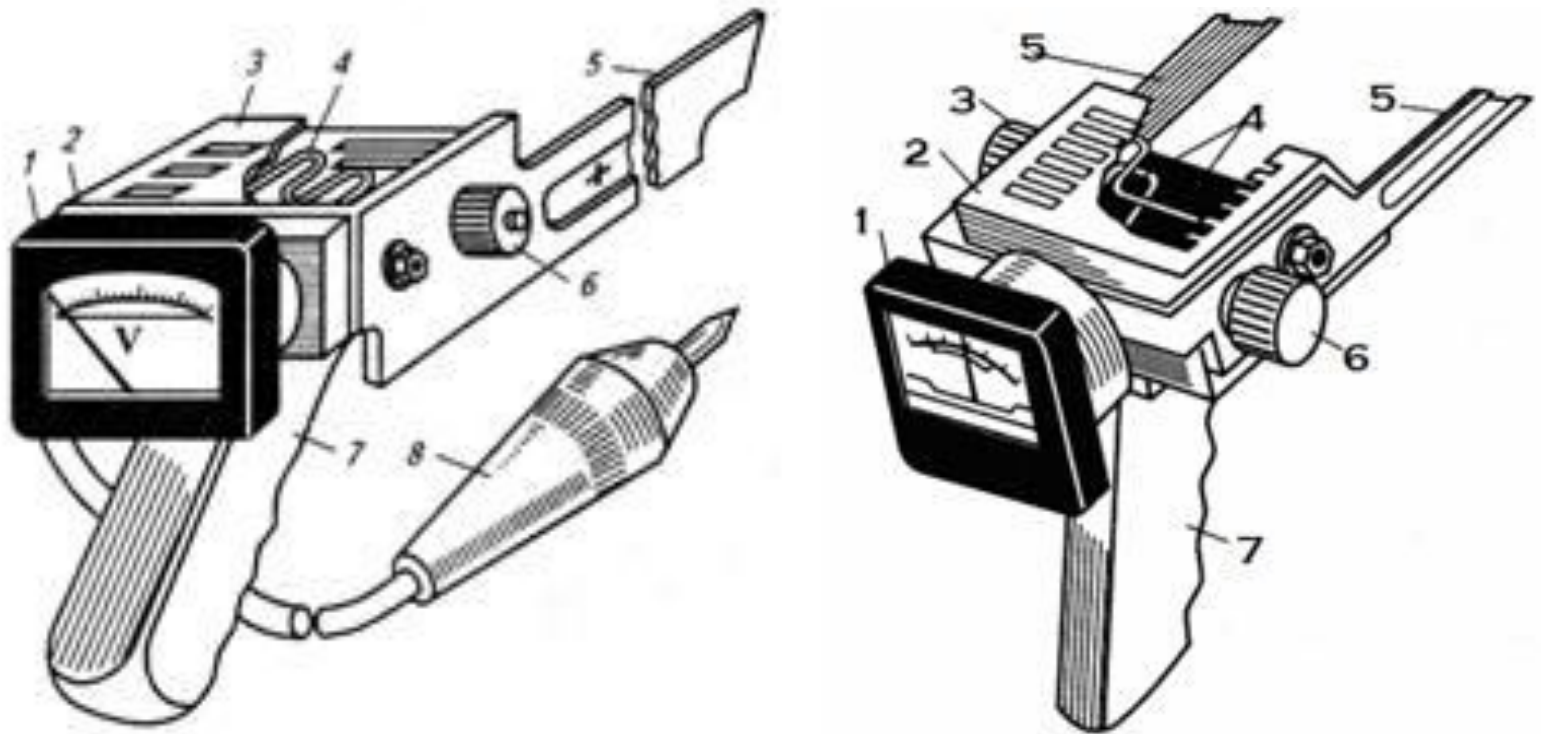
где E_0 – ЭДС, рассчитанная по плотности
электролита, В;

γ_{25} - плотность электролита,
приведённая к температуре +25°С.

Проверка АКБ под нагрузкой

- При измерении напряжения острия контактных ножек плотно прижимаются к выводам проверяемого аккумулятора, чтобы контактные ножки прокололи свинцовую окисную пленку на поверхности выводов и обеспечивали надежный электрический контакт. Время подключения нагрузки не должно быть больше 5 с, чтобы избежать перегрева нагрузочных резисторов.
- При проверке пробником Э-107. Батарея исправна, если напряжение под нагрузкой **в конце пятой секунды** будет больше **8,9 В** (если менее 10,5 в – требуется заряд).
- При проверке пробником Э-108. Если напряжение исправного и заряженного аккумулятора отличается от напряжения других аккумуляторов на **0,1 В** или падает ниже **1,4 В**, батарею требуется зарядить в стационарных условиях или отремонтировать.

Аккумуляторные пробники



а — Э107;

б — Э108;

1 — вольтметр; 2 — кронштейн; 3 — корпус;

4 — нагрузочный резистор; 5 — контактная ножка;

6 — контактная гайка; 7 — рукоятка; 8 — щуп.

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.1 Длительное включение питания на стоянках при неработающем двигателе или малой частоте вращения коленчатого вала. Продолжительное включение фар головного освещения, отопителя, обогревателей и других потребителей большой мощности.	Амперметр показывает протекание разрядного тока, показания вольтметра при работающем двигателе ниже 13,0 В.	По возможности ограничить количество включенных потребителей, время включения потребителей электроэнергии, если их суммарная мощность превышает мощность генераторной установки на данном режиме работы двигателя.

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.2 Ускоренный саморазряд вследствие утечки тока при замыкании выводов батареи грязью или электролитом по поверхности крышек	Крышка батареи покрыта слоем грязи, клеммы покрыты налётом	Очистить поверхность батареи 10%-ным раствором нашатырного спирта или кальцинированной соды

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.3. Ускоренный саморазряд вследствие утечки тока при коротком замыкании между разнополярными электродами (разрушение или «прорастание» сепараторов, образование токоведущих мостиков по кромкам электродов и сепараторов, замыкание электродов шламом, образующимся между опорными призмами моноблоков при выпадении активной массы)	Признаки короткого замыкания: <ul style="list-style-type: none">• малая ЭДС аккумуляторов при нормальной плотности электролита;• незначительное повышение плотности электролита и напряжения на выводах батареи в процессе заряда;• отсутствие или слабое газовыделение	Способы устранения: заменить разрушенные сепараторы, удалить шлам со дна бака.

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.4 Ускоренный саморазряд батареи вследствие заполнения аккумуляторов недистиллированной водой или электролитом разной плотности, а также попадания в электролит посторонних примесей	Быстрое (в течение нескольких суток) снижение ЭДС и плотности электролита при выводе АКБ из эксплуатации.	Разрядить батарею током десятичасового режима до напряжения 1,1-1,2 В на аккумулятор. Электролит вылить, батарею промыть, залить в нее свежий электролит и зарядить

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.5 Короткое замыкание в цепях первичной обмотки катушки зажигания, стартера, приборов освещения сигнализации, контроля и т. д.	Выключить все потребители и проводом от «массы» коснуться отрицательного вывода батареи. Наличие искры свидетельствует о коротком замыкании в одной из цепей.	Найти место замыкания, изолировать.

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.6. Сульфатация электродов вследствие длительного хранения батареи, эксплуатация батареи при низкой степени заряженности и с пониженным уровнем электролита.	Признаки сульфатации: высокое напряжение в начале заряда; преждевременное обильное газовыделение при незначительном увеличении плотности электролита в процессе заряда; повышенная температура и пониженное напряжение в конце заряда; пониженные емкость и напряжение в процессе разряда, быстрое снижение напряжения при его измерении нагрузочной вилкой; белый налет на поверхностях электродов.	Способ устранения: удалить электролит, залить новый электролит плотностью $1,14 \text{ г/см}^3$, зарядить батарею током небольшой силы (до $0,05 \cdot C_{20}$), к концу заряда довести плотность электролита до нормы. При значительной сульфатации сдать батарею в ремонт.

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.7. Окисление выводов батареи и наконечников проводов вследствие неплотного крепления в местах соединения	Втягивающее реле стартера срабатывает, но электродвигатель стартера не работает или не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя.	Способ устранения: Зачистить, закрепить и смазать выводы и наконечники проводов техническим вазелином.

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
1. Аккумуляторная батарея быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером при пуске		
1.8. Неисправность одного или нескольких аккумуляторов	Признаки неисправности: емкость неисправного аккумулятора значительно меньше, чем у исправных; быстро снижается напряжение; ниже плотность электролита.	Способ устранения: заменить батарею.
1.9. Неисправность генераторной установки	Амперметр показывает протекание разрядного тока, показания вольтметра при работающем двигателе ниже 13,0 В.	Проверить наличие зарядного тока; при необходимости проверить исправность генератора и регулятора напряжения

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
2. Быстрое снижение уровня электролита		
2.1. Повреждение моноблока батареи	Корпус батареи влажный, в подкапотном пространстве следы электролита, снижение уровня неравномерно по секциям.	Выявить трещины, по возможности устранить с помощью специального клея; при невозможности восстановления заменить моноблок.
2.2. Перезаряд батареи из-за повышенного зарядного напряжения	Амперметр показывает большой зарядный ток, показания вольтметра при работающем двигателе выше 15,0 В.	Проверить исправность генераторной установки; при необходимости отрегулировать уровень напряжения.

Неисправности АКБ

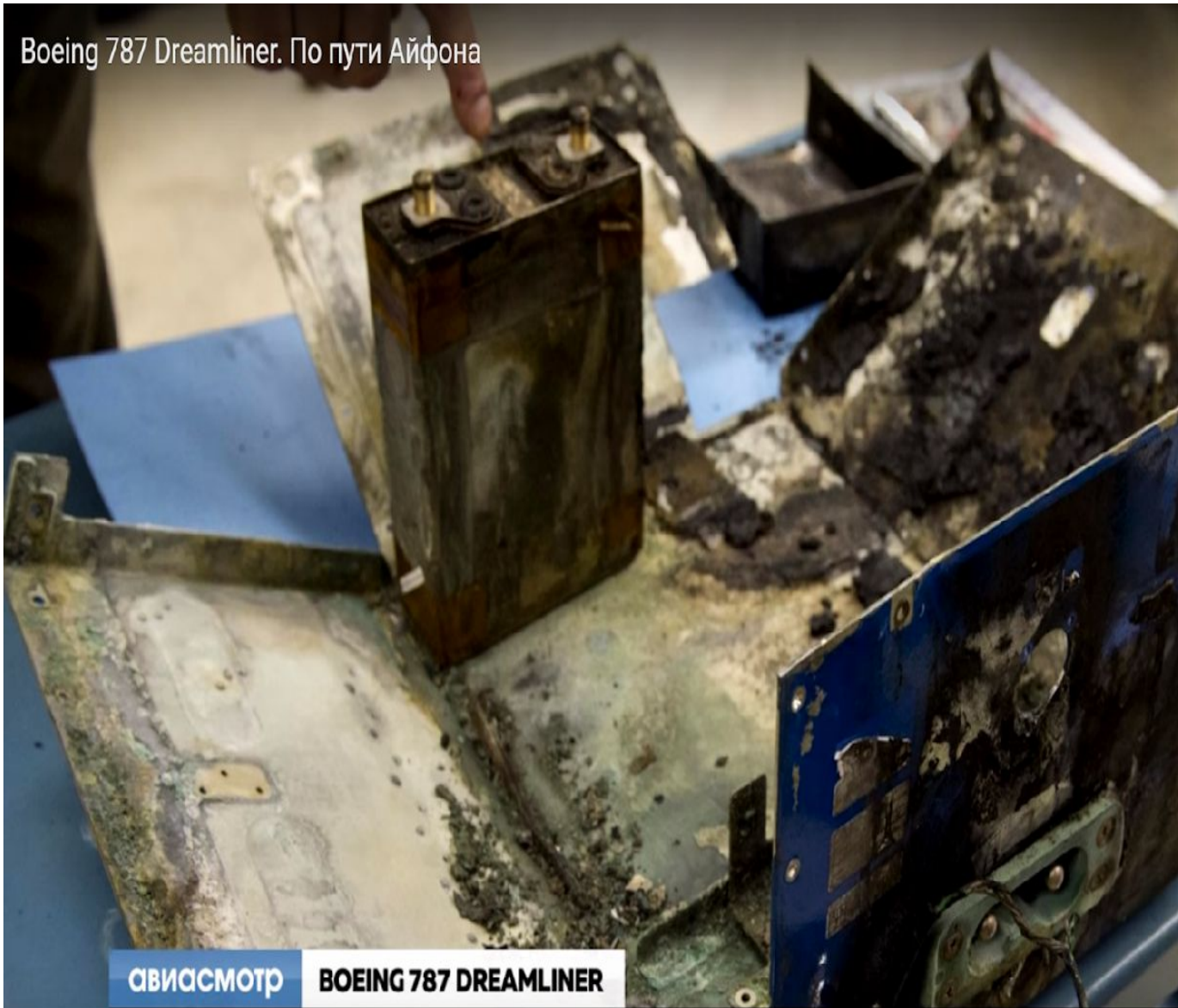
Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
3. Выплескивание электролита через вентиляционные отверстия в пробках		
3.1 Повышенный уровень электролита в аккумуляторах	Корпус батареи в потёках электролита.	Проверить уровень электролита; излишки электролита отобрать резиновой грушей.
3.2 Повышенный зарядный ток	Амперметр показывает большой зарядный ток, показания вольтметра при работающем двигателе выше 15,0 В, крышка влажная.	Проверить исправность генераторной установки; при необходимости отрегулировать уровень напряжения.
3.3. Неплотно завернуты пробки	Корпус батареи в потёках электролита.	Проверить затяжку пробок, при необходимости плотнее завернуть пробки

Неисправности АКБ

Причины неисправности	Признаки неисправности	Способ устранения
4. Аккумуляторная батарея не заряжается		
4.1 Обрыв в цепи генераторная установка — аккумуляторная батарея		Выявить и устранить неисправность
4.2 Разрушение активной массы электродов	<ul style="list-style-type: none">•малая ЭДС аккумуляторов при нормальной плотности электролита;•незначительное увеличение плотности электролита и напряжения на выводах батареи при заряде,•отсутствие или слабое газовыделение в процессе заряда,•потемнение электролита.	Способ устранения: батарею сдать в ремонт
4.3.Сульфатация электродов	См. п. 1.6	См. п. 1.6

Неисправности АКБ

Boeing 787 Dreamliner. По пути Айфона



СВИДСМОТР

BOEING 787 DREAMLINER

ЭКСПЛУАТАЦИЮ САМОЛЕТОВ ПРИОСТАНОВИЛИ В ЯНВАРЕ 2013 ГОДА ИЗ-ЗА ВОЗГОРАНИЯ АККУМУ

Неисправности АКБ

