

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»  
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

А.В. КИРИЛЛОВ, М.А. КОВАЛЁВ, В.И. СОЛОВЬЁВ

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

САМАРА  
Издательство Самарского университета  
2021

УДК 629.7.064.5:621.3(075)

ББК 39.56я7

К431

Рецензенты: д-р техн наук, проф. Ф. В. Г р е ч н и к о в;

д-р техн наук, доц. А. Б. П р о к о ф ь е в

***Кириллов, Алексей Владимирович***

К431 **Эксплуатация авиационных аккумуляторных батарей:** учебное пособие / *А.В. Кириллов, М.А. Ковалёв, В.И. Соловьёв.* – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 84 с.

**ISBN 978-5-7883-1613-0**

Выполнен обзор применяемых в авиации аккумуляторных батарей и изложены правила их технической эксплуатации.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по авиационно-техническим специальностям и направлениям подготовки.

УДК 629.7.064.5:621.3(075)

ББК 39.56я7

ISBN 978-5-7883-1613-0

© Самарский университет, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	6
ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 12-САМ-28 .....	8
1.1 Общие сведения .....	8
1.2 Заряд аккумуляторных батарей .....	12
1.2.1 Заряд с обычным электролитом.....	14
1.2.2 Заряд с абсорбированным электролитом .....	15
1.2.3 Заряд в полете.....	17
1.2.4 Глубокий заряд.....	18
1.2.5 Определение степени разряженности .....	19
1.3 Особенности эксплуатации .....	20
1.3.1 Саморазряд.....	21
1.3.2 Сульфатация пластин.....	23
1.3.3 Короткие замыкания .....	25
1.3.4 Переполюсовка батареи.....	26
1.3.5 Срок службы.....	27
2 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 15СЦС-45Б .....	29
2.1 Общие сведения .....	29
2.2 Заряд аккумуляторной батареи.....	33
2.2.1 Нормальный заряд.....	33
2.2.2 Контрольный разряд .....	34
2.2.3 Доразряд.....	35

2.2.4 Подзаряд.....	36
2.2.5 Нормальный разряд.....	37
2.2.6 Применяемое оборудование и инструмент.....	38
2.3 Приведение батарей в рабочее состояние.....	39
2.3.1 Внешний осмотр.....	40
2.3.2 Заливка батарей электролитом.....	40
2.4 Регламентные работы.....	42
2.4.1 Контрольно-тренировочные циклы.....	42
2.4.2 Выравнивание уровней разряженности аккумуляторов.....	43
2.4.3 Контроль в межрегламентный период.....	45
2.4.4 Приёмка батарей в эксплуатацию.....	47
2.5 Особенности эксплуатации.....	48
2.5.1 Установка на летательный аппарат.....	48
2.5.2 Определение текущей ёмкости аккумуляторной батареи..	50
2.5.3 Характерные неисправности.....	55
2.5.4 Техника безопасности.....	57
2.5.5 Хранение.....	58
3 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 20НКБН-25(40).....	60
3.1 Общие сведения.....	60
3.2 Заряд и разряд аккумуляторной батареи.....	62
3.3 Сохранение ёмкости аккумуляторной батареи.....	63
3.4 Тепловой разгон.....	64
3.5 Срок службы.....	67

4 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 20KSX22P .....	68
4.1 Общие сведения .....	68
4.2 Технические характеристики .....	71
4.3 Проверка напряжения батареи.....	72
4.4 Проверка внешнего состояния батареи в полевых условиях....	73
4.5 Проверка внешнего состояния батареи на ЗАС .....	74
4.6 Заряд и разряд батареи .....	76
4.7 Доразряд батареи .....	77
4.8 Разборка и чистка батареи.....	78
4.9 Особенности эксплуатации .....	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	83

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ**

АБ – аккумуляторная батарея;

АД – авиационный двигатель;

ЗАС – зарядная аккумуляторная станция;

ЗРУ – зарядно-разрядные устройства;

КТЦ – контрольно-тренировочный цикл;

НРЦ – напряжение разомкнутой цепи;

САК – система автоматического контроля;

ЭДС – электродвижущая сила.

## **ВВЕДЕНИЕ**

На самолётах и вертолётах аккумуляторные батареи применяются в качестве буферных и аварийных источников электроэнергии.

Бортовые аккумуляторные батареи предназначаются для:

- питания электростартеров и аппаратуры зажигания при автономном запуске авиационных двигателей;
- питания жизненно важных потребителей во время полёта, при выходе из строя основных источников электроэнергии;
- питания бортовых потребителей электроэнергии при выполнении регламентных работ и проведении предварительной и предполётной подготовки;
- сглаживания пиковых токовых нагрузок при включении мощных бортовых потребителей электроэнергии.

В авиации применяются:

1. Аккумуляторные батареи 12-САМ-28.
2. Серебряно-цинковые батареи 15СЦС-45Б.
3. Никель-кадмиевые батареи 20НКБН-25, 20НКБН-40.
4. Никель-кадмиевая батарея 20КСХ 22 Р.

Щелочные аккумуляторы обладают лучшими эксплуатационными характеристиками по сравнению с кислотными, поэтому постепенно вытесняют последних.

# 1 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 12-САМ-28

## 1.1 Общие сведения

Различают свинцово-кислотные аккумуляторные батареи типа: 12-А-30, 12-САМ-28, 12-САМ-55, 12-АСАМ-23. В качестве аэродромных аккумуляторных батарей применяются: 12-АО-50, 12-АО-52, 12-АСА-140.

Расшифровка обозначения следующая:

Первые цифры (12) – количество аккумуляторов в батарее. Все аккумуляторы соединены последовательно.

Буквы: А – авиационный,

С – стартерный,

М – модернизированный,

АО – аэродромного обслуживания.

Первая буква А в обозначении аккумуляторной батареи 12-АСАМ-23 и 12-АСА-140 обозначает, что её электролит абсорбирован (поглощён) активным веществом электродов и сепараторами.

Последние цифры указывают номинальную ёмкость в ампер-часах. На рис. 1.1 представлена конструкция аккумуляторной батареи 12-САМ-28.

Между пластинами для изоляции вставляются сепараторы 2. Так образуется блок пластин в сборе 16.

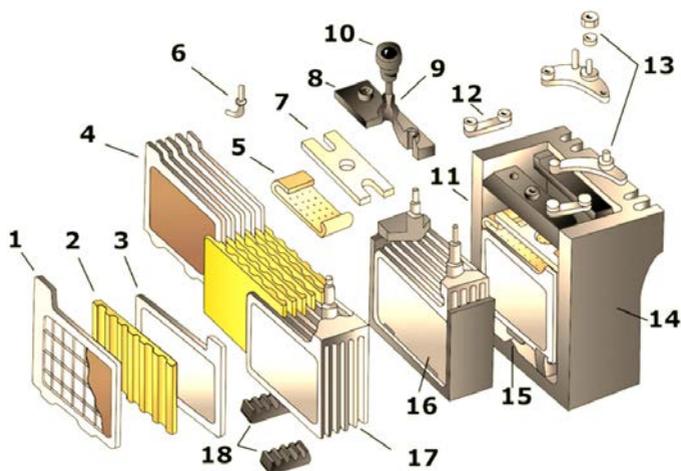


Рис. 1.1. Конструкция аккумулятора 12-САМ-28

Пластины 1 и 3 представляют собой тонкую решётку, в которую впрессовывается активная масса. Активная масса положительных пластин – двуокись свинца, а отрицательных – губчатый свинец. Решётка выполнена из свинца с примесью 6-8% сурьмы.

Сепараторы 2 представляют собой пористые перегородки, служащие для предохранения пластин разной полярности от короткого замыкания. Чем толще сепаратор, меньше диаметр его пор и больше их извилистость, тем надёжнее защита аккумулятора от коротких замыканий, но меньше его ёмкость, так как увеличивается сопротивление сепаратора. Сепараторы изготавливаются из различных кислотостойких материалов, например, дерева, эбонита, пластмассы, стекловолокна и др. Сепараторы выполняются в виде листов, гладких с одной стороны и ребристых с другой.

Гладкой стороной сепараторы обращены к отрицательным пластинам, а ребристой – к положительным. В результате увеличится объем электролита со стороны положительных пластин. Так как при заряде возле положительных пластин выделяется вода, то такое конструкторское решение позволит сохранить концентрацию электролита на достаточном уровне.

Для авиационных аккумуляторов наибольшее применение имеют сепараторы из микропористого эбонита мипор. Диаметр пор мипора составляет 3-6 микрон. Сепараторы имеют толщину порядка 0,5 мм.

Блоки пластин 4 и 17 вместе с сепараторами помещаются в отдельные эбонитовые ячейки моноблоков, на дне каждой ячейки имеются опорные призмы 15, на которые опираются выступы положительных пластин. Отрицательные пластины выступов не имеют и опираются на специальные эбонитовые башмачки 18. Призмы и башмачки предохраняют разноименные пластины от короткого замыкания, возможного при выпадении шлама во время эксплуатации.

Сверху каждая ячейка имеет предохранительный щиток 5, отражательный щиток 7 и крышку 8 с тремя отверстиями: два для выводных штырей-борнов, и одно для заливки электролита.

Отверстие для заливки электролита 9 находится посередине крышки и закрывается специальной пробкой 10. Пробка (рис. 1.2) обеспечивает отвод газов, выделяющихся при работе, и предохраняет электролит от выливания при различных эволюциях летательного аппарата.

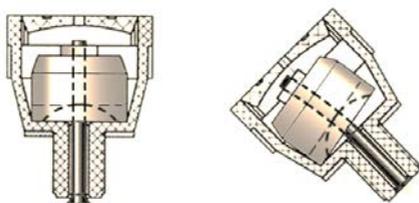


Рис. 1.2. Рабочая пробка аккумуляторной батареи

Основные технические характеристики свинцово-кислотных аккумуляторных батарей представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

	12-АСАМ-23	12-АСАМ-28	12-АСАМ-55
Номинальное напряжение, В	24	24	24
Номинальная ёмкость, А·ч	23	28	55
Напряжение аккумуляторов в конце пятичасового разряда, В	1,7	1,7	1,7
Номинально допустимый ток разряда, А	800	750	1500
Длительность запуска авиадвигателя, с	45	45	25
Количество запусков при 25°С	5	4	5
Напряжение батареи в конце запуска, В	16	16	16
Масса батареи, кг	31	28,6	58

## 1.2 Заряд аккумуляторных батарей

Заряд аккумуляторных батарей производится в специальных помещениях. Эти помещения должны быть сухими, светлыми, хорошо вентилируемыми, защищёнными от попадания прямых лучей солнца. Температура в них должна быть 13...16 °С.

Стеллажи, на которые устанавливаются батареи, должны быть обиты листовым свинцом или покрыты резиновыми ковриками.

Во избежание взрыва в зарядных помещениях не должна устанавливаться температура, при которой могут возникать искрообразования. Источниками постоянного тока для заряда аккумуляторных батарей могут быть выпрямители, питаемые от сети переменного тока или специальные зарядные агрегаты.

В зависимости от величины напряжения и мощности источника постоянного тока в зарядную цепь могут включаться одна или несколько последовательно, или параллельно соединённых батарей.

Запрещается при составлении электролита лить воду в кислоту, работать необходимо в прорезиненном фартуке, предохранительных очках и в резиновых перчатках.

Следует предохранять батарею от механических повреждений. При повреждениях корпуса и течи электролита батарею использовать нельзя.

Не допускается установка на летательный аппарат разряженной или полужаряженной батареи в связи с тем, что это приводит к ненадёжному питанию потребителей, невозможным

становиться автономный запуск двигателя, а в самой батарее могут возникнуть такие неисправности, как сульфатация и переплюсовка элементов. Следует иметь в виду, что аккумуляторная батарея в полёте не может полностью зарядиться, т.к. напряжение на батарее в конце заряда должно быть 30,6...31,8 В, а напряжение бортовой сети не превышает 28,5 В.

Не допускается держать аккумуляторную батарею в разряженном или полужаряженном состоянии более 8 часов. В конце лётного дня (ночи), а по возможности и после каждого полёта нужно проверять степень разряженности аккумуляторных батарей.

Для предотвращения сульфатации аккумуляторные батареи должны периодически подвергаться глубоким зарядам и контрольно-тренировочным циклам. Глубокий заряд (с перезарядом) проводится один раз в месяц и состоит в том, что после нормального заряда в две ступени аккумуляторная батарея отключается от зарядной цепи и после охлаждения электролита до температуры 20...25 °С включается на дополнительный заряд током второй ступени в течение 2 часов.

Если в процессе дополнительного заряда напряжение на элементах и плотность электролита не увеличиваются, то глубокий заряд на этом заканчивается.

В сильно засульфатированной батарее в процессе дополнительного заряда наблюдается рост напряжения и плотности электролита. В этом случае дополнительные заряды, с переры-

вами для охлаждения, необходимо продолжать до постоянства напряжения и плотности электролита.

Контрольно-тренировочные циклы проводятся через каждые три месяца. Они включают глубокий заряд, разряд батареи номинальным током до напряжения 1,7 В, а затем нормальный заряд в две ступени.

В заключении следует сказать, что при соблюдении правил технической эксплуатации батареи, она обеспечивает безотказную работу в течение всего гарантийного срока.

### ***1.2.1 Заряд с обычным электролитом***

Большинство авиационных свинцово-кислотных аккумуляторов выпускается заводами в сухозаряженном состоянии. При вводе в эксплуатацию сухозаряженных аккумуляторов их заливают электролитом нормальной плотности.

Для аккумуляторов типа А и АСАМ плотность электролита 1,285, для САМ и АСА – 1,265 г/см<sup>3</sup>. Электролит заливают выше уровня пластин на 6...10 мм. При приготовлении электролита необходимой плотности следует заливать кислоту в воду.

После заливки электролита аккумуляторы на 1-2 часа оставляют для пропитки. Температура электролита при пропитке повышается вследствие взаимодействия электролита с активной массой пластин. На заряд аккумуляторы можно ставить, когда температура снижается до +35 °С.

Первый заряд производится током второй ступени (в соответствии с техническими условиями на аккумуляторную

батарею) и продолжается до явных признаков конца заряда, наблюдаемых в течение двух часов. Продолжительность первого заряда равна примерно пяти часам.

В особых условиях, при необходимости быстрого ввода аккумуляторных батарей в эксплуатацию, допускается установка их на летательные аппараты без первого заряда, сразу после пропитки электролитом. При этом батареи отдают лишь 75% номинальной ёмкости.

Разряженная аккумуляторная батарея должна быть заряжена не позднее чем через 8 часов после разряда. При большем времени хранения разряженной батареи мелкозернистый сульфат свинца переходит в крупнозернистый, трудно восстанавливаемый. Длительное хранение разряженной батареи приводит к потере ёмкости, если не к полному выходу её из строя.

### ***1.2.2 Заряд с абсорбированным электролитом***

Приведение в рабочее состояние сухозаряженных аккумуляторных батарей типа 12-АСАМ-23 с абсорбированным электролитом имеет особенности и состоит из следующих операций:

- 1) заливка и пропитка пластин аккумуляторов электролитом;
- 2) проведение трёх формовочных зарядно-разрядных циклов со свободным электролитом;
- 3) проведение четвёртого заряда со свободным электролитом;

4) удаление свободного электролита из всех аккумуляторов батареи и установка рабочих пробок с резиновыми клапанами.

При выполнении трёх зарядно-разрядных циклов батареи 12-АСАМ-23 первый заряд производится током 4 А в течение 5 часов. Разряд производится током 5 А до снижения хотя бы на одном аккумуляторе до 1,7 В. Второй и последующие заряды производятся в две ступени. На первой ступени зарядный ток равен 4 А, а время заряда – от 5 до 6 часов до повышения напряжения на каждом аккумуляторе до 2,38...2,42 В. На второй ступени зарядный ток равен 2 А, а время заряда 13...14 часов.

Время перерыва между зарядом и разрядом при выполнении формируемых циклов должно быть не менее 2 часов и не более 12 часов, а время между разрядом и зарядом – не более 3 часов.

Батарея 12-АСАМ-23 считается пригодной к эксплуатации, если её ёмкость, полученная на третьем разряде, будет не менее 24 А·ч. В противном случае проводится ещё один тренировочный зарядно-разрядный цикл. Полученная при разряде ёмкость должна быть приведена к температуре + 25 °С по формуле:

$$Q_{25} = \frac{Q}{1 + 0,0009(\tau_{cp} - 25)},$$

где  $\tau_{cp}$  – средняя температура электролита при разряде.

При работе аккумуляторной батареи на высотах более 20 000 м происходит удаление пузырьков воздуха из электролита и активной массы пластин. Вследствие этого наблюдается

картина «исчезновения» электролита, который впитывается в пластины, занимая место удалённого воздуха. При охлаждении электролита ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  уровень электролита повышается.

Аккумуляторные батареи на летательном аппарате являются резервным, буферным источником и работают в параллель с генераторами постоянного тока или с выпрямительными устройствами.

Так как напряжение основного источника постоянного тока поддерживается постоянным, то, очевидно, что заряд аккумуляторов полете производится при постоянном напряжении, а не при постоянном токе, как это имеет место в наземных условиях заряда.

### *1.2.3 Заряд в полете*

Характерные особенности заряда при постоянном напряжении следующие:

- в первый момент заряд идёт быстрее, вследствие большого значения напряжения, а, следовательно, и зарядного тока;
- время полного заряда больше, чем при заряде постоянным зарядным током;
- максимально используется зарядный ток для заряда при небольшой затрате на разложение воды.

Следует иметь в виду, что если запуск газотурбинного двигателя происходил от бортовой аккумуляторной батареи, то остаточная ёмкость батареи, как правило, составляет 45...60%. В полёте батареи подзаряжаются от сети с напряжением 28,5 В.

Степень восстановления ёмкости зависит от продолжительности полёта и температуры.

Исходя из этого, в конце полётов, а при возможности и после каждого полёта, нужно проверять степень разряженности аккумуляторных батарей.

### *1.2.4 Глубокий заряд*

Для предотвращения вредной сульфатации аккумуляторные батареи должны периодически подвергаться глубоким зарядам с контрольным тренировочным циклом.

Глубокий заряд (с перезарядом) проводится один раз в месяц и состоит в том, что после нормального заряда в две ступени аккумуляторная батарея отключается от зарядного устройства и после охлаждения электролита до температуры 20...25 °С включается на дополнительный заряд током второй ступени в течение 2 ч. Если в процессе дополнительного заряда напряжение на аккумуляторах и плотность электролита не увеличиваются, то глубокий заряд на этом заканчивается.

В сильно засульфатированной батарее, в процессе дополнительного заряда, наблюдается рост напряжения и плотности электролита.

В этом случае дополнительные заряды, с перерывами для охлаждения, необходимо продолжать до постоянства напряжения и плотности электролита.

Контрольные тренировочные циклы проводятся через каждые 3 месяца. Они включают глубокий заряд, разряд батареи

номинальный ток до напряжения на аккумуляторе 1,7 В и затем нормальный заряд в две ступени. При разряде проверяется ёмкость батарей. Она должна быть не менее 75% номинальной.

### ***1.2.5 Определение степени разряженности***

Степень разряженности аккумуляторной батареи со свободным электролитом определяется по плотности электролита и по напряжению. Напряжение измеряется при токе нагрузки, равном двукратному номинальному.

Зависимость степени разряженности авиационных аккумуляторов и батареи от напряжения и плотности электролита приведена в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Степень разряженности свинцового аккумулятора и батареи

Степень разряженности	Плотность электролита, приведённая к +25 °С, г/см <sup>3</sup>		Напряжение	
	Для аккумуляторов А и АО	Для аккумуляторов САМ, АСАМ, АСА	Аккумулятора	Батареи
Заряжена полностью	1,280-1,290	1,255-1,285	2,03-2,08	24-25
Разряжена на 25%	1,235-1,255	1,200-1,225	2,00-2,03	24-25
Разряжена на 50%	1,185-1,225	1,160-1,180	1,94-1,98	23,5-24
Разряжена на 75%	1,135-1,175	1,110-1,130	1,85-1,90	22,5-23
Разряжена полностью	1,050-1,100	1,050-1,080	1,70-1,80	20,4-21

Степень разряженности аккумуляторной батареи с абсорбированным электролитом определяется по напряжению.

### **1.3 Особенности эксплуатации**

При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С не разрешается оставлять батарею на летательном аппарате. Батарея также снимается с летательного аппарата, если он находится на консервации или в ангаре.

Периодически проверяется состояние и производится очистка рабочих пробок, в том числе вентиляционных каналов, так как закупорка каналов может привести к разрыву батареи. Вместе с тем контролируется уровень электролита в банках элементов.

На крышке батареи не должно быть электролита. Это приводит к ускоренному саморазряду. Если по какой-либо причине крышка окажется залитой электролитом, нужно протереть её сухой тряпкой.

Основными причинами неисправностей аккумуляторных батарей является несоблюдение правил технической эксплуатации и неграмотная эксплуатация. При соблюдении основных правил эксплуатации: содержание батарей в чистоте, недопустимость разряда номинальным током ниже напряжения 1,7 В на аккумулятор, своевременный заряд разряженной батареи, а также поддержание уровня электролита в заданных пределах, гарантируется надёжная работа батареи в течение всего срока эксплуатации, установленного техническими условиями на батарею.

На летательном аппарате должны быть всегда в исправном состоянии устройства, защищающие аккумуляторные батареи от воздействия низких и высоких температур (контейнеры).

Аккумуляторные батареи снимаются с летательного аппарата, если он находится на консервации.

Не допускается установка или эксплуатация на летательном аппарате аккумуляторной батареи в разряженном или полузаряженном состоянии.

Периодически проверяется состояние рабочих пробок, уровня электролита, целостности моноблока. Батарея всегда должна быть чистой, включая её зажимы (борны). Загрязнение вентиляционных отверстий рабочих пробок может привести к разрыву аккумуляторов. Загрязнения ускоряют саморазряд.

В конце лётного дня, а при возможности после каждого полёта, необходимо проверять степень разряженности аккумуляторной батареи.

К основным неисправностям аккумуляторов относятся: ускоренный саморазряд, вредная сульфатация пластин, короткие замыкания, переполусовка.

### *1.3.1 Саморазряд*

Саморазрядом называется потеря аккумулятором ёмкости, когда он находится в бездействующем состоянии. Различают два вида саморазряда: естественный и ускоренный.

*Естественный саморазряд* не является причиной неисправности аккумулятора и определяется природными свойствами

ми активных веществ. Он состоит в том, что вполне исправный, правильно эксплуатируемый аккумулятор, при хранении его в выключенном состоянии, постепенно разряжается, теряя в сутки до 1% ёмкости.

Причинами, вызывающими естественный саморазряд, являются:

- неодинаковая плотность электролита по высоте пластин. Внизу электролит более плотный, чем сверху, в результате чего нижние части пластин имеют больший потенциал, чем верхние, и между ними протекают уравнивательные токи, вызывающие саморазряд аккумулятора;
- электрохимические процессы, происходящие между электролитом и активной массой положительных и отрицательных пластин.

Учитывая явление естественного саморазряда аккумуляторов, их необходимо периодически подзаряжать, если они находятся длительное время в бездействии. В противном случае аккумулятор может засульфатироваться и выйти из строя.

*Ускоренный саморазряд* относится к неисправности аккумуляторов и происходит в основном по двум причинам:

- 1) из-за загрязнения наружной поверхности аккумулятора или наличия на крышке кислоты, воды и других токопроводящих жидкостей. При этом создаётся возможность разряда аккумулятора через электропроводящую плёнку, находящуюся между клеммами или межэлементными соединениями;

- 2) из-за наличия примесей, внесённых в аккумулятор с электролитом. Особенно сильный саморазряд вызывают примеси солей металлов. Достаточно иметь в электролите 1% железа, чтобы аккумулятор разрядился полностью в течение 24 часов.

Во избежание ускоренных саморазрядов необходимо аккумулятор содержать в чистоте, регулярно протирать его и нейтрализовать случайно попавшую на поверхность серную кислоту. При составлении электролита следует применять химически чистую серную кислоту и дистиллированную воду. При отсутствии дистиллированной воды, в крайнем случае, можно пользоваться дождевой или снеговой водой, но собранной не с железных крыш. При этом вода должна быть тщательно отфильтрована через бумагу или полотно.

### ***1.3.2 Сульфатация пластин***

Известно, что при разряде свинцового аккумулятора активные вещества положительной и отрицательной пластин превращаются в сульфат свинца. Этот сульфат имеет мелкокристаллическую структуру и легко превращается в активное вещество при заряде аккумулятора.

Под явлением *вредной сульфатации* понимают перекристаллизацию сульфата свинца, т.е. когда мелкокристаллический сульфат превращается в крупные кристаллы, которые трудно переходят в первоначальные активные вещества.

Вредная сульфатация является результатом неправильной эксплуатации аккумуляторов. Основными причинами, вызывающими её, являются:

- систематические недозаряды;
- длительное нахождение аккумуляторов в разряженном или полужаряженном состоянии;
- частые глубокие разряды (разряды ниже допустимого напряжения);
- хранение аккумуляторов в местах, в которых на них могут попадать солнечные лучи;
- низкий уровень электролита.

Сульфатация ведёт к снижению ёмкости аккумулятора и разрушению его пластин.

Признаками вредной сульфатации пластин являются:

- повышенное напряжение при заряде и пониженное – при разряде;
- почти неизменная плотность электролита при заряде;
- преждевременное наступление газовой выделения при заряде;
- резкое падение напряжения и понижение ёмкости при заряде;
- быстрое повышение температуры электролита при заряде.

При вскрытии элемента засульфатированные пластины можно определять и по внешнему виду. Поверхность отрица-

тельных пластин становится жёсткой, шероховатой и их цвет из серого превращается в беловатый, а при значительной сульфатации на положительных и отрицательных пластинах образуется белая корка.

Если аккумуляторная батарея не сильно засульфатирована, то ее работоспособность можно восстановить путём десульфатации. Для этого из батареи выливают электролит, заливают её дистиллированной водой и ставят на зарядку током 0,2 номинального. Заряд ведут до тех пор, пока плотность электролита и напряжение перестанут возрастать и будут оставаться постоянными в течение 6 часов. После окончания заряда из батареи выливают электролит и вместо него заливают свежий электролит нормальной плотности. Затем батарею разряжают номинальным током до напряжения 1,7 В на элемент.

Если при разряде ёмкость окажется ниже номинальной, но выше, чем до десульфатации, то процесс десульфатации повторяют ещё один-два раза. Аккумуляторная батарея, у которой ёмкость после повторных разрядов будет ниже 75% номинальной, к эксплуатации не допускается.

Необходимо иметь в виду, что срок службы батареи после десульфатации значительно сокращается.

### ***1.3.3 Короткие замыкания***

Короткие замыкания внутри элементов между пластинами разного знака могут произойти вследствие:

- износа или повреждения сепараторов;

- соприкосновения пластин с осадками на дне сосуда;
- попадания металлических предметов между пластин;
- образования наростов губчатого свинца на кромках отрицательных пластин и перекрытия ими сепараторов.

Внутренние короткие замыкания могут быть определены по ряду признаков.

1. При зарядке батареи плотность электролита в элементе, имеющем короткое замыкание, почти не повышается и его напряжение ниже, чем у других элементов.
2. Процесс газообразования в таком элементе наступает позже и температура электролита быстро повышается.
3. При отключении батареи из зарядной цепи напряжение повреждённого элемента резко падает, иногда до нуля.

Для установления причины и устранения короткого замыкания обычно требуется вскрытие элементов.

### ***1.3.4 Переполюсовка батареи***

Переполюсовка батареи может произойти при неправильном подключении её в зарядную цепь, т.е. при подключении с перепутанной полярностью. При этом батарея вначале разряжается до нуля, а затем заряжается в обратном направлении и на её отрицательных пластинах образуется двуокись свинца, а на положительных – губчатый свинец. Переполюсованная батарея не может нормально работать.

Переполюсовка отдельных элементов происходит в том случае, когда заряд батареи продолжается после того, как на-

пряжение одного или нескольких элементов снизится до предельного допустимого значения. Эти элементы быстро разряжаются до нуля, в то время как напряжение на остальных элементах может быть выше предельного или, во всяком случае, выше нуля. Разрядный ток более сильных элементов, проходя через слабые элементы, будет заряжать последние в обратном направлении.

Переполюсовка отдельных элементов вызывает снижение напряжения батареи от 2 до 4 В на каждый переполюсованный элемент.

Переполюсовка батарей и отдельных её элементов способствует вредной сульфатации пластин, и, кроме того, после устранения переполюсовки ёмкость и срок службы батареи значительно снижаются.

### ***1.3.5 Срок службы***

При работе аккумуляторной батареи происходит постепенное разрушение активных веществ и выпадение их из пластин. Поэтому ёмкость аккумулятора с течением времени уменьшается.

Срок службы аккумуляторных батарей определяется по времени и по числу циклов.

Для бортовых аккумуляторов срок службы определяется только по календарному времени непосредственной работы на летательном аппарате, так как на летательных аппаратах аккумуляторные батареи работают в режиме частичных разрядов и зарядов.

Время работы бортовых аккумуляторных батарей составляет:

12-А-30 и 12-САМ-28	2 года;
12-САМ-55	1,5 года;
12-АСАМ-23	1 год.

Для аэродромных аккумуляторных батарей срок службы определяется двумя годами непрерывной эксплуатации и числом циклов. Число циклов для авиационных аэродромных аккумуляторов составляет:

12-А-50	50 циклов;
12-АО-52	70 циклов;
12-АСА-145	75 циклов.

К концу срока службы ёмкость аккумуляторных батарей снижается до 70-75%. Ёмкость аккумуляторной батареи определяется по контрольному циклу заряд-разряд.

Сравнительно небольшой срок службы авиационных аккумуляторов вызван тем, что они имеют небольшую толщину пластин.

## 2 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 15СЦС-45Б

### 2.1 Общие сведения

Аккумуляторные батареи 15СЦС-45Б являются аварийными источниками электрической энергии постоянного тока и предназначены:

- для обеспечения автономного запуска авиационных двигателей на земле и в воздухе;

- для питания жизненно важных для самолёта приёмников электрической энергии при отказе в полёте основного источника (стартер-генератора ГСР-СТ-12/40А) до совершения вынужденной посадки;

- для обеспечения связи с командным пунктом при неработающих двигателях.

На самолёте МиГ-29 установлены две аккумуляторные батареи 15СЦС-45Б общей ёмкостью 80...90 А·ч.

Расшифровка маркировки:

15 – количество последовательно соединённых аккумуляторов, типа СЦК-45Б, в батарее;

СЦ – серебряно-цинковая (электрохимическая система);

С – самолётная;

45 – номинальная ёмкость в А·ч (при пятичасовом режиме разряда);

Б – модификация.

Внешний вид батареи 15СЦС-45Б представлен на рис. 2.1

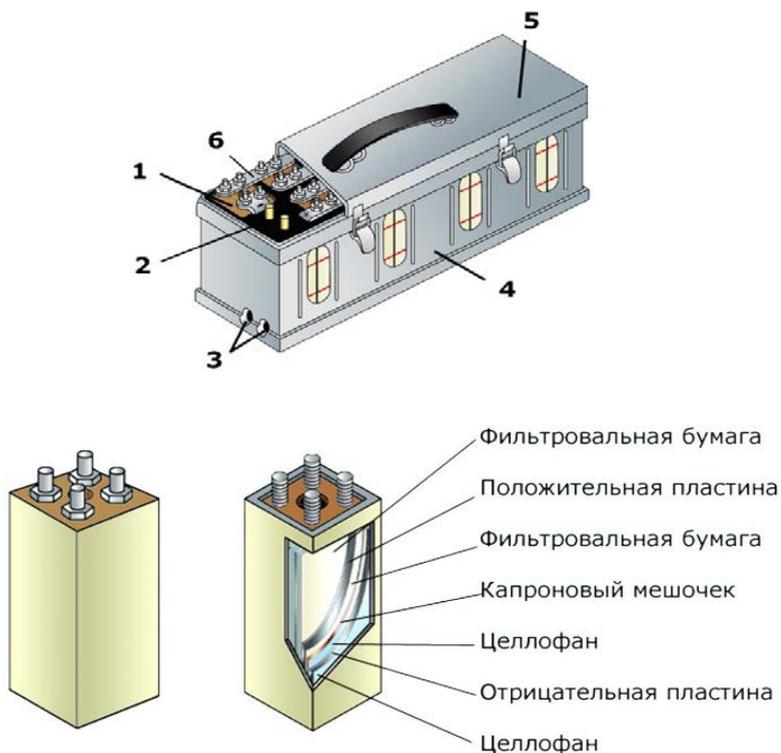


Рис. 2.1. Устройство 15СЦС-45Б:

1 – аккумулятор СЦК-45; 2 – фальшбанка; 3 – гнезда; 4 – контейнер;  
5 – крышка; 6 – шины

В состав батареи входит 15 последовательно соединённых аккумуляторов СЦК-45Б, помещённых в контейнер из нержавеющей стали. Буква «К» в наименовании аккумулятора означает, что аккумулятор допускает кратковременный режим разряда большими токами.

Аккумуляторы в контейнере расположены в два ряда. В первом ряду помещается 8, а во втором – 7 аккумуляторов. Восьмое место во втором ряду занимает фальшбанка из электроизоляционного материала. Размеры фальшбанки аналогичны размерам аккумулятора СЦК-45Б. Токосъём батареи 15СЦС-45Б может осуществляться через гнезда или штыри фальшбанки.

Соединение аккумуляторов в последовательную цепь осуществляется медными, посеребрёнными шинами, которые закрепляются на борнах гайками с пружинными шайбами. Контейнер изготовлен из листов нержавеющей стали в виде прямоугольной коробки с откидной крышкой, закрывающейся пружинными замками. В крышке контейнера установлен штуцер для вывода газов, выделяющихся при работе аккумуляторов.

При необходимости может быть осуществлена перестановка штуцера на противоположную сторону крышки контейнера, где для этого предусмотрено запасное отверстие с накидной глухой гайкой. Накидная гайка в этом случае устанавливается на место штуцера.

На дне контейнера уложен резиновый уплотнитель, состоящий из листа губчатой резины. Между рядами аккумуляторов установлена разделительная прокладка. Резиновый уплотнитель и окантовка крышки контейнера обеспечивают амортизацию аккумуляторов, и предохраняют их от вертикального смещения. На боковых стенках контейнера с каждой стороны имеется по четыре окна, предназначенных для контроля уровня электролита во всех аккумуляторах.

Основные технические характеристики представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Параметр	Значение
Номинальное напряжение, В	22,5
Номинальный разрядный ток при пятичасовом режиме разряда, А	9
Номинальная электрическая ёмкость при пятичасовом режиме разряда, А·ч	45
Конечное напряжение разряда батареи, В	15
Расход ёмкости на 1 запуск, А·ч	не более 5
Пределы изменения величины тока во время запуска, А	700...750
Количество запусков при температуре не ниже + 20°C	3
Максимально допустимый разрядный ток, А	750
Ток заряда, А	5
Общая продолжительность нормального заряда, ч	11
Коэффициент отдачи по ёмкости	0,9
Саморазряд, %	0,3
Гарантийный срок службы, месяцев	12
Технический ресурс, месяцев	18
Температура окружающей среды, °С	от -50 до +50
Высотность, км	до 25
Масса батареи, кг: – залитой электролитом – сухой	не более 17,5 не более 14,8

## **2.2 Заряд аккумуляторной батареи**

Заряд аккумуляторной батареи 15СЦС-45Б состоит из следующих операций и в эксплуатации называется «Формировка»:

1. нормального заряда;
2. контрольного заряда;
3. дозаряда.

### ***2.2.1 Нормальный заряд***

Перед нормальным зарядом необходимо проверить уровень электролита в аккумуляторах и в случае необходимости долить или удалить излишний электролит. Подключить батарею к зарядной установке. Напряжение источника постоянного или выпрямленного тока должно быть не менее  $(2n + 5)$  В, где  $n$  – количество соединённых аккумуляторов в общей цепи.

Нормальный заряд батареи проводится током 5А в течение 11 часов. В процессе заряда необходимо контролировать величину зарядного тока.

Контроль напряжения на каждом аккумуляторе производится сразу после включения батареи в зарядную цепь. Последующие замеры в первые 8 часов заряда необходимо производить через каждые 2 часа, затем через 30 минут, а при напряжении более 1,9 В – ежеминутно.

Напряжение аккумуляторов в конце заряда не должно быть выше 2,0 В. Если напряжение одного или двух аккумуляторов батареи достигнет значения 2,0 В ранее 11 часов заряда, заряд батареи прекратить. Аккумуляторы, напряжение которых дос-

тигло 2 В, отключить, отсоединив соединительные шины, поставить вместо аккумуляторов перемычки и продолжить заряд током 5А.

Когда напряжение достигнет 2,0 В еще на одном или нескольких аккумуляторах, заряд прекратить.

Если в процессе проведения заряда батарея не получит необходимой ёмкости 55 А·ч из-за того, что напряжение отдельных аккумуляторов не достигло 2,0 В, то эти аккумуляторы разрешается допускать к дальнейшей эксплуатации при условии отдачи ими ёмкости более 40 А·ч при нормальном разряде, а также при величине ЭДС не ниже 1,84 В после заряда и выдержки в течение суток.

### ***2.2.2 Контрольный разряд***

Контрольный разряд производится с целью определения пригодности батареи к эксплуатации.

Методика его проведения:

- перед включением на разряд, т.е. через 2 часа после заряда, но не позже чем через 2 суток, замерить ЭДС каждого аккумулятора;
- контрольный разряд проводится током 45 А. Перед разрядом проверить уровень электролита;
- напряжение контролировать на каждом аккумуляторе и на батарее через каждые 10 минут. При снижении напряжения на каком-либо аккумуляторе до 1,4 В замеры

проводить через 5 минут, а при достижении 1,2 В – ежеминутно;

- разряд прервать при снижении напряжения на каком-либо аккумуляторе до 1,0 В, отключить этот аккумулятор, заменить его изолированной перекидной перемычкой, после чего продолжить разряд остальных аккумуляторов тем же током. Разряд прекращается, когда напряжение снизится до 1,0 В ещё на каком-либо аккумуляторе.

Батарея должна отдавать на контрольном разряде ёмкость не менее 40 А·ч и иметь общее напряжение не менее 20 В. Ёмкость подсчитывается по первому вышедшему аккумулятору.

*Примечание:* если батарея отдала ёмкость на контрольном разряде менее 40 А·ч, провести доразряд, нормальный заряд, контрольный разряд. Если на втором контрольном заряде какой-либо из аккумуляторов отдаст менее 40 А·ч, то он считается негодным для эксплуатации и подлежит замене аккумулятором из запасного комплекта. Ёмкость батареи в этом случае определяется по второму аккумулятору.

### **2.2.3 Доразряд**

Доразряд проводится с целью выравнивания ёмкостей отдельных аккумуляторов. Он производится током 9 А. Замеры напряжения в каждом аккумуляторе во время доразряда произ-

водить через каждые 30 минут, а при снижении напряжения на каком-либо аккумуляторе до 1,4 В – через 5 минут, а при достижении 1,2 В – ежеминутно.

Когда напряжение на одном из аккумуляторов снизится до 1,0 В, то необходимо аккумулятор отключить, поставив специальную перемычку и разряд батареи продолжить, отрегулировав величину разрядного тока 9 А.

Доразряд прекратить, когда напряжение снизится до 1,0 В ещё на каком-либо одном или нескольких аккумуляторах.

### *2.2.4 Подзаряд*

Подзаряд серебряно-цинковых аккумуляторных батарей проводится на ЗАС током 5А в случаях:

1. когда батарея не обеспечивает необходимой ёмкости для запусков и аварийного режима, т.е. по показаниям счётчика ампер-часов имеет ёмкость менее 40 А·ч;
2. если ЭДС аккумуляторов в батарее при приёме с ЗАС менее 1,84 В, а в процессе эксплуатации – менее 1,82 В;
3. если напряжение батареи под нагрузкой 50...100 А менее 21 В.

Замеры напряжения при подзаряде производить на каждом аккумуляторе через каждые 30 минут. При достижении на одном-двух аккумуляторах напряжения 1,96 В замеры производить через 5 минут, чтобы не допустить перезаряда отдельных аккумуляторов выше 2,0 В. Подзаряд прекратить при достижении на одном-двух аккумуляторах напряжения 2,0 В.

### *2.2.5 Нормальный разряд*

Если батарея не подлежит установке на самолёт, необходимо её хранить до начала эксплуатации в разряженном состоянии.

Нормальный разряд проводится с целью определения фактической ёмкости аккумуляторной батареи. Перед включением на разряд, т.е. через 2 часа после заряда, но не позднее, чем через двое суток, замерить ЭДС каждого аккумулятора. Перед включением на разряд проверить уровень электролита.

Нормальный разряд проводится током 9А. В течение разряда контролировать величину разрядного тока. В процессе разряда производить замеры напряжения на каждом аккумуляторе: в течение первых 3-х часов разряда – каждый час, затем каждые 30 минут до момента достижения на каком-либо аккумуляторе 1,5 В, последующие замеры проводить через 5 минут, а при достижении напряжения на аккумуляторах 1,2 В – ежеминутно.

Окончание нормального разряда осуществлять аналогично окончанию доразряда.

Аккумуляторная батарея при разряде должна отдавать ёмкость не менее 45 А·ч в течение первых шести месяцев эксплуатации и не менее 40 А·ч при последующей эксплуатации.

Разрядная ёмкость подсчитывается по первому вышедшему аккумулятору. При этом общее напряжение должно быть не менее 20 В. Если какой-либо аккумулятор отдаёт ёмкость менее той, что указана, то его необходимо заменить аккумулятором из запасного комплекта.

После разряда батарею тщательно протереть от следов щелочи и закрыть крышкой.

### ***2.2.6 Применяемое оборудование и инструмент***

Для обслуживания аккумуляторных батарей 15СЦС-45Б на стационарных и передвижных зарядных аккумуляторных станциях необходимы:

1. Зарядно-разрядные установки типа: П-142-69, ЗУ-СЦ-«Байкал», У-2494-77, АЗС-5 и др.
2. Барокамера, позволяющая создавать разряжение до 10 мм рт. ст. за 4...8 минут.
3. Вольтметр типа М45М класса точности 1,0 с пределом измерения до 3 В для замера ЭДС аккумуляторов.
4. Контрольно-проверочный пульт для проверки батарей под нагрузкой.
5. Мегаомметр М1101.
6. Пульт поэлементного контроля.
7. Переносная лампа для подвески при определении уровня электролита.
8. Стеклоанная воронка, мерный цилиндр.
9. Заливочное приспособление (медицинский шприц).
10. Эмалированная ванночка для промывки пробок.
11. Электрический чайник для подогрева воды.

## 12. Инструмент:

- ключ гаечный торцевой с изолированной внешней поверхностью под гайку М10;
- отвёртка с лезвием 6 мм;
- плоскогубцы.

## 13. Предохранительные очки с бесцветными стёклами, резиновые перчатки, фартук.

## 14. Кислота борная ГОСТ9656-61 или её 1% раствор.

## 15. Электролит в отдельных полиэтиленовых сосудах.

## 16. Ветошь.

На ЗАС должны быть заведены журналы:

- приёма, заряда (подзарядка, КТЦ) и выдачи аккумуляторных батарей;
- регистрации работ, проводимых ЗАС (по форме в паспорте аккумуляторных батарей).

### **2.3 Приведение батарей в рабочее состояние**

Техническое обслуживание батарей на ЗАС включает операцию приведения батарей в рабочее состояние.

Операция выполняется в следующей последовательности:

#### 1. на незалитых электролитом:

- внешний осмотр;
- заливка аккумуляторов электролитом;
- формировка (заряд).

2. на залитых электролитом, в отформированном разряженном состоянии (если батареи находились в таком состоянии не более одного месяца):

- внешний осмотр;
- нормальный заряд.

3. на залитых электролитом, в отформированном разряженном состоянии (если батареи находились в таком состоянии более одного месяца):

- внешний осмотр;
- нормальный заряд;
- нормальный разряд;
- нормальный заряд.

### ***2.3.1 Внешний осмотр***

Внешний осмотр батареи производится в следующей последовательности:

1. снять пломбы, открыть крышку контейнера, убедиться в отсутствии внешних механических повреждений;
2. проверить затяжку всех гаек, крепящих шины. При слабой затяжке подтянуть их торцовым ключом;
3. вывернуть клапаны, убедиться в отсутствии повреждений.

### ***2.3.2 Заливка батарей электролитом***

Заливка и пропитка аккумуляторов электролитом может производиться двумя способами: с выдержкой в барокамере и без выдержки в барокамере (естественная пропитка).

Первый способ более быстрый – 1...2 часа, второй – длительный – 48 часов.

Аккумуляторы заливать электролитом, поставляемым вместе с батареей в отдельных полиэтиленовых сосудах.

После заливки электролита (перед пропиткой) необходимо проверить наличие ЭДС на каждом аккумуляторе вольтметром М45М. Отсутствие ЭДС указывает на то, что электролит в аккумулятор не был залит.

*Заливка с пропиткой в барокамере* производится следующим образом. В каждый аккумулятор с помощью заливочного приспособления залить по 100 мл электролита. Через 30...60 мин. после заливки батарею с открытыми отверстиями поместить в барокамеру.

Давление в барокамере снизить до 500 мм рт.ст., выдержать это давление 2...3 минуты, затем поднять до атмосферного. Указанную операцию повторить 5 раз, каждый раз уменьшая остаточное давление на 80...120 мм рт. ст. Последний раз остаточное давление в барокамере должно быть не более 80 мм рт. ст.

Батарею вынуть из барокамеры и в каждый аккумулятор долить по 15 мл электролита. Батарею вновь поместить в барокамеру и повторить указанные выше операции, но последний раз остаточное давление в барокамере должно быть не более 20...30 мм рт. ст.

*Заливка без применения барокамеры:*

а) в каждый аккумулятор залить по 115 мл электролита;

б) в заливочное отверстие вставить пробки (не ввёртывая их) и оставить батарею для пропитки на 48 часов. Для лучшей пропитки необходимо поставить батарею под углом  $30^\circ$  от горизонтального положения (по длинной боковой стороне) на 24 часа, а затем изменить угол наклона в противоположную сторону до конца пропитки.

В случае попадания электролита на детали аккумулятора его удалить и протереть детали тканью, смоченной в спирте или 5-процентном растворе борной кислоты, затем сухой тканью.

По окончании пропитки вернуть и плотно затянуть пробки.

## **2.4 Регламентные работы**

При техническом обслуживании батарей на ЗАС выполняются регламентные работы.

Регламентные работы включают:

- контрольно-тренировочный цикл (КТЦ);
- внеочередной контрольно-тренировочный цикл;
- подзаряд батарей.

### ***2.4.1 Контрольно-тренировочные циклы***

Контрольно-тренировочные циклы проводятся на ЗАС с целью определения фактической ёмкости аккумуляторной батареи и пригодности к дальнейшей эксплуатации. КТЦ проводится периодически через каждые 10 полётов с автономными запус-

ками. КТЦ (внеочередной КТЦ) проводится в следующей последовательности:

- доразряд батареи;
- нормальный заряд;
- нормальный разряд;
- нормальный заряд.

Методика проведения перечисленных операций аналогична операциям проводимых при приведении батарей в рабочее состояние.

#### ***2.4.2 Выравнивание уровней разряженности аккумуляторов***

После отработки аккумуляторными батареями гарантийного срока службы 12 месяцев, а затем через каждые 3 месяца эксплуатации, проводится специальный КТЦ, который предназначен для выравнивания уровней заряженности аккумуляторов в батарее.

Специальный КТЦ проводится в следующей последовательности:

- внешний осмотр батареи;
- доразряд батареи;
- нормальный заряд;
- нормальный разряд с выравниванием уровней заряженности аккумуляторов;
- нормальный заряд;
- выдержка батарей на ЗАС.

Назначение и порядок проведения этих операций в основном рассмотрены ранее.

Нормальный разряд с выравниванием уровней заряженности аккумуляторов выполняется в следующей последовательности:

- а) проверить уровень электролита и ЭДС каждого аккумулятора. Уровень электролита должен быть между верхней и нижней чертой на сосуде аккумулятора, ЭДС аккумуляторов – не ниже 1,84 В;
- б) нормальный разряд батареи током 9А. Проводится через 2 часа после заряда, но не позднее, чем через сутки. В течение всего времени разряда контролировать величину разрядного тока.

Замеры напряжения на каждом аккумуляторе производить через каждые 30 минут, при снижении напряжения на каком-либо аккумуляторе до 1,4 В – через 5 минут, а при достижении 1,2 В – ежеминутно.

Когда напряжение на одном из аккумуляторов снизится до 1,0 В, разряд прекратить. Отключить этот аккумулятор, отсоединив соединительные шины, поставив специальную перемычку и продолжить разряд током 9 А. При снижении напряжения до 1,0 В на следующем аккумуляторе разряд прекратить и аналогично первому отключённому аккумулятору отсоединить его от разрядной цепи. Далее продолжить разряд батареи таким же способом. Разряд батареи прекратить, когда будет отключено пять аккумуляторов и напряжение снизится до 1,0 В на шестом аккумуляторе;

в) после окончания разряда аккумуляторы с ёмкостью менее 40А·ч из батареи изъять. Подключить к батарее все отсоединённые аккумуляторы с ёмкостью 40 А·ч и более.

Для замены изъятых аккумуляторов используются аккумуляторы, входящие в групповой ЗИП. Разрешается также производить разборку неотформированной батареи. При этом аккумуляторы залить электролитом и подготовить к работе.

Также разрешается замена изъятых аккумуляторов на аккумуляторы, бывшие в эксплуатации, с ёмкостью более 40 А·ч и достаточным сроком службы.

Выдержка батарей на ЗАС проводится в течение 24 часов с целью выявления неисправных аккумуляторов с пониженной ЭДС, что может указывать на внутренние короткие замыкания в аккумуляторах.

### ***2.4.3 Контроль в межрегламентный период***

С целью повышения надёжности работы аккумуляторных батарей в полёте необходимо тщательно контролировать их состояние в межрегламентный период, выполняя следующие работы.

При приёме аккумуляторных батарей с ЗАС:

- проверка внешнего состояния;
- проверка уровня электролита;
- проверка ЭДС каждого аккумулятора;
- проверка напряжения батарей под нагрузкой;

- проверка сопротивления изоляции между токоведущими частями батареи и корпусом контейнера.

После установки на самолёт батарей, полученных ЗАС:

- проверка напряжения каждой из батарей под нагрузкой;
- выставка стрелки и индекса счётчика ампер-часов.

При предварительной подготовке:

- проверка внешнего состояния;
- проверка ЭДС каждого аккумулятора;
- проверка напряжения батарей под нагрузкой;
- проверка показаний счётчика ампер-часов.

При предполётной подготовке:

- проверка внешнего состояния (если батареи были сняты с объекта);
- проверка напряжения батарей под нагрузкой;
- проверка показаний счётчика ампер-часов.

При подготовке к повторному полёту:

- проверка показаний счётчика ампер-часов.

При послеполётной подготовке:

- проверка показаний счётчика ампер-часов.

При периодическом осмотре ( $60 \pm 5$  суток):

- проверка внешнего состояния;
- проверка ЭДС каждого аккумулятора;
- проверка напряжения батарей под нагрузкой.

В межрегламентный период, если произошёл перезаряд батарей, т.е. ёмкость аккумуляторных батарей стала больше того

значения, которое было установлено на счётчике ампер-часов по данным последнего КТЦ проводиться внеочередной КТЦ.

На внутренней части крышки контейнера размещается табличка с указанием даты заливки, формировки, КТЦ, ёмкости батареи и росписью лица, получившего батарею с ЗАС.

#### ***2.4.4 Приёмка батарей в эксплуатацию***

К эксплуатации допускаются батареи, отвечающие следующим требованиям.

Контейнеры и аккумуляторы не должны иметь механических повреждений, следов перегрева. Недопустимо наличие пыли, загрязнений, следов электролита. Гайки крепления шин и газовые клапаны должны быть надёжно затянуты. Замки крышки контейнера должны надёжно закрываться. Контактные гнезда и штыри не должны иметь загрязнений, окисного налёта.

При приёме батарей с ЗАС необходимо также проверить правильность соединения аккумуляторов в батарее. Положительные борны одного аккумулятора должны быть соединены с отрицательными борнами другого, и наоборот.

Уровень электролита в аккумуляторах должен быть между верхней и нижней красными чертами, нанесёнными на стенке сосуда. Определение уровня производить визуально через смотровые окна. При плохой прозрачности сосудов использовать подсвет электрической лампы.

ЭДС аккумуляторов. При приёме аккумуляторных батарей с ЗАС ЭДС каждого аккумулятора должна быть не ниже 1,84 В.

В процессе эксплуатации допускается снижение ЭДС аккумуляторов до 1,82 В.

Напряжение батарей под нагрузкой 50-100 А в течение 2...3 секунд должно быть не ниже 21 В.

Остаточная ёмкость аккумуляторных батарей по счётчику ампер-часов должна быть не ниже 40 А·ч (записывается в журнал подготовки самолёта).

Если ёмкость батарей по счётчику ампер-часов превышает значение ёмкости после КТЦ, батареи необходимо с самолёта снять для проведения внеочередного КТЦ. На самолёте проверить величину напряжения бортового генератора постоянного тока.

Сопротивление изоляции токоведущих частей по отношению к корпусу контейнера при температуре  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности  $65 \pm 15\%$  должно быть не менее 2 МОм.

Батареи, не отвечающие указанным требованиям, должны быть направлены на ЗАС для проведения подзаряда, внеочередного КТЦ или корректировки уровня электролита.

## **2.5 Особенности эксплуатации**

### ***2.5.1 Установка на летательный аппарат***

Авиационные аккумуляторные батареи 15СЦС-45Б закрепляются за летательными аппаратами. На аккумуляторных батареях делается надпись с указанием номера самолёта и принадлежности к подразделению.

При неисправности аккумуляторных батарей разрешается устанавливать на самолёт запасные аккумуляторные батареи. По решению инженера части по авиационному оборудованию в порядке исключения допускается временная установка на самолёт аккумуляторных батарей, закреплённых за другими самолётами.

На самолётах отсеки аккумуляторных батарей пломбируются техником самолёта. Факт установки (снятия) аккумуляторных батарей регистрируются в журнале подготовки за подписью начальника (техника) группы обслуживания и техника самолёта.

Аккумуляторные батареи хранятся на борту самолёта при температуре воздуха выше  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Оставлять аккумуляторные батареи на борту самолёта запрещается в следующих случаях:

- при их неисправности или разряженности ниже допустимых пределов;
- если ёмкость батарей по счётчику ампер-часов превышает значение ёмкости после КТЦ или было перенапряжение в сети;
- при консервации или хранении самолёта более 1 месяца.

Снятые с борта аккумуляторные батареи должны храниться в отапливаемых помещениях на ЗАС.

Для хранения аккумуляторных батарей вблизи самолётов используются наземные контейнеры КАБ-1 с каталитическими печами КФП-1-130.

Совместное хранение кислотных и щелочных аккумуляторных батарей запрещено.

Гарантийный срок службы батареи 15СЦС-45Б составляет 180 лётных часов в течение 12 месяцев.

Технический ресурс батарей составляет 18 месяцев. Разрешается замена в аккумуляторных батареях до истечения гарантийного срока службы не более пяти аккумуляторов СЦК-45Б. Аккумуляторные батареи с ёмкостью менее 40 А·ч к дальнейшей эксплуатации не допускаются.

### ***2.5.2 Определение текущей ёмкости аккумуляторной батареи***

Поскольку ни плотность электролита, ни ЭДС, ни напряжение не позволяют определить степень разряженности серебряно-цинковых аккумуляторных батарей, то контроль их ёмкости на самолёте осуществляется с помощью интегрирующих счётчиков ампер-часов.

На самолётах аккумуляторные батареи 15СЦС-45Б работают совместно с интегрирующим счётчиком ампер-часов ИСА-К.

Интегрирующий счётчик ампер-часов ИСА-К предназначен для измерения текущей ёмкости бортовых аккумуляторных батарей 15СЦС-45Б.

Текущее значение ёмкости определяется:

$$Q = Q_0 \pm \Delta Q,$$

где  $Q_0$  – начальная ёмкость аккумуляторной батареи при установке её на самолёт;

$\Delta Q$  – изменение ёмкости заряда или разряда. Зная начальное значение ёмкости  $Q_0$  и учитывая изменение ёмкости  $\Delta Q$ , можно всегда определить текущее значение ёмкости.

В комплект интегрирующего счётчика ИСА-К входят:

- указатель счётчика ампер-часов ИСА-1К;
- шунт ШИС-1.

Основные технические данные указателя ИСА-1К:

1. Напряжение питания, В – 24..30.
2. Измеряемая ёмкость, А·ч – 0...100.
3. Нагрузка контактного устройства, А – не более 120.
4. Цена деления шкалы, А·ч – 2.

Структурная схема указателя ИСА-1К представлена на рис. 2.2.

Устройство счётчика включает в себя:

1. Интегрирующий магнитоэлектрический двигатель постоянного тока ДИ-1-2000.
2. Многоступенчатый планетарный редуктор (1) с передаточным отношением 1:14336.
3. Контактное устройство (2).
4. Шкалу (3).
5. Стрелку (4).

Шунт ШИС-1 представляет собой калиброванное сопротивление. Для лучшего теплоотвода, стабильности омического сопротивления при различных температурах и уменьшения габаритов калиброванное сопротивление выполнено в виде трёх

гофрированных пластин из манганина, подсоединённых к медным наконечникам, имеющим токовые зажимы. Для подсоединения указателя имеются два потенциальных зажима.

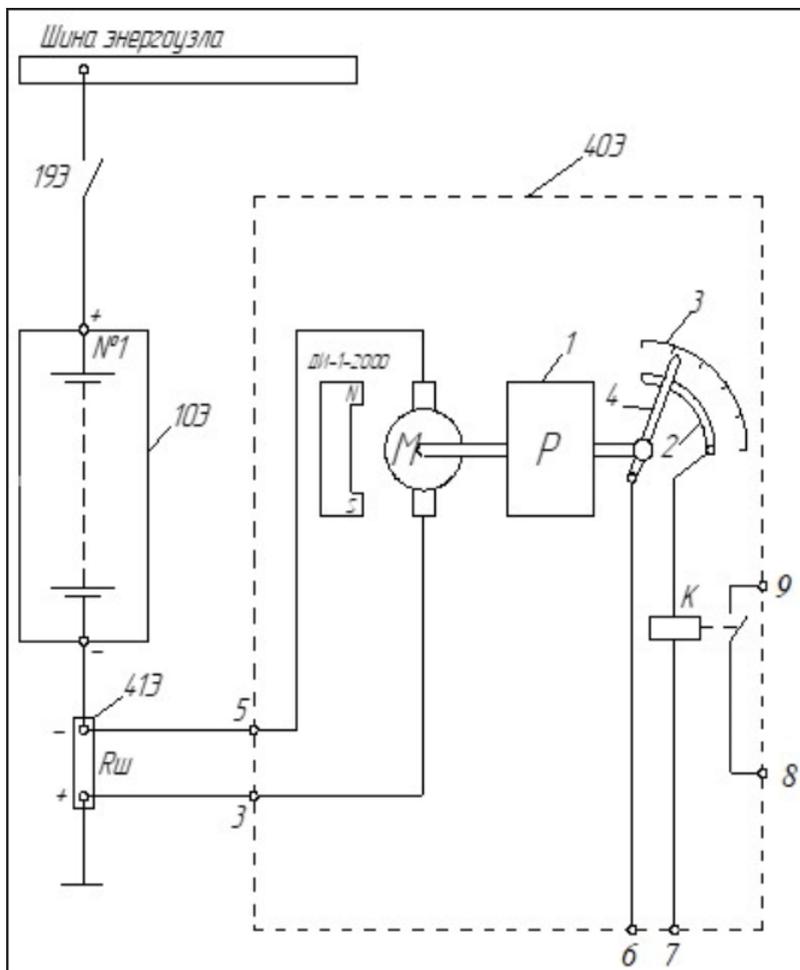


Рис. 2.2 Интегрирующий счётчик ампер-часов ИСА-К

На шунте нанесены надписи:

- номинальный ток «150А»;
- падение напряжения на калибровочном сопротивлении «150 mV».

Основные технические данные шунта ШИС-1:

1. Номинальный ток, А – 150.
2. Номинальное падение напряжения, мВ – 150.
3. Сопротивление шунта, Ом –  $0,001 \pm 1\%$ .

Шунт включается в минусовую цепь аккумуляторной батареи последовательно, т.е. по нему течет ток заряда или разряда батареи.

Работа счётчика основана на принципе непрерывного интегрирования токов заряда и разряда аккумуляторной батареи.

Обмотка якоря двигателя указателя ИСА-1К подключается параллельно шунту ШИС-1. При таком способе включения угловая скорость ротора двигателя пропорциональна величине тока заряда (разряда) батареи, а угол поворота стрелки прибора – зарядной (разрядной) ёмкости  $\Delta Q$ .

Действительно, под действием напряжения  $U = IR_{ш}$  якорь электродвигателя вращается со скоростью  $n$ , пропорциональной подводимому напряжению:

$$n = k_1 U ,$$

где  $k_1$  – постоянный коэффициент двигателя.

Угол поворота  $\alpha$  якоря двигателя за время от  $t_0$  до  $t_1$  определяется по формуле:

$$\alpha = \int_{t_0}^{t_1} n dt = k_1 \int_{t_0}^{t_1} U dt = k_1 R_{uu} \int_{t_0}^{t_1} I dt .$$

Вращение от двигателя передаётся через редуктор  $I$  на стрелку указателя, поэтому угол поворота стрелки  $\alpha_1$  за время от  $t_0$  до  $t_1$  будет равен:

$$\alpha_1 = ia = ik_1 R_{uu} \int_{t_0}^{t_1} I dt ,$$

где  $i$  – передаточное число редуктора.

$$\alpha_1 = C \Delta Q ,$$

где  $C = ik_1 R_{uu}$  – постоянная счётчика;

$\Delta Q$  – изменение ёмкости за время от  $t_0$  до  $t_1$ .

Таким образом, непрерывное интегрирование тока заряда (разряда) батарей позволяет определить изменение ёмкости во времени.

В зависимости от направления тока по шунту ёмкость  $\Delta Q$  может быть как положительной, так и отрицательной величиной.

Особенности технической эксплуатации счётчика: при установке аккумуляторных батарей 15СЦС-45Б на самолёт стрелка указателя ИСА-1К устанавливается на деление шкалы, соответствующее фактической ёмкости одной аккумуляторной батареи, имеющей меньшую ёмкость. Значение ёмкости определяется при проведении КТЦ. Значение ёмкости не должно быть

меньше 40 А·ч. Для последующего контроля над изменением ёмкости правый край индекса сигнальной шкалы совмещается со стрелкой. Установка стрелки и индекса производится поворотом кремальеры.

В процессе эксплуатации счётчика ампер-часов проверяется внешнее состояние, крепление на объекте агрегатов счётчика, надёжность подсоединения проводов, разъёма электрожгута.

Характерные неисправности ИСА-К, возможные причины и способы устранения приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
1. Стрелка не отклоняется	1. Неисправен счетчик 2. Нет контакта в местах соединения	Заменить счетчик ИСА-1К. Проверить монтаж соединительных проводов между клеммами «3» и «5». Прозвонить и установить неисправность

### 2.5.3 Характерные неисправности

Характерные неисправности аккумуляторной батареи 15СЦС-45Б, возможные причины, признаки и способы устранения приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Неисправность	Возможные причины, признаки	Способ устранения
1	2	3
Внутреннее короткое замыкание аккумулятора	Пониженная ЭДС аккумуляторов (менее 1,82 В) сразу после заряда и выдержки	Заменить неисправный аккумулятор в батарее на кондиционный

Продолжение табл. 2.3

1	2	3
	Низкое (ниже 1,9 В) напряжение неисправных аккумуляторов в конце заряда	То же
	Пониженная ёмкость аккумуляторов после полного заряда	То же
	Разогрев аккумуляторов при хранении в заряженном состоянии (обнаруживается при касании рукой)	То же
	Большая деформация сосудов	То же
Внешнее короткое замыкание	Наружное подплавление или законченность соединительных шин	Заменить неисправный аккумулятор в батарее на кондиционный
Пониженная ёмкость аккумуляторной батареи	В результате измерения выявлено заниженное значение ёмкости аккумуляторной батареи. Просачивание электролита	Провести внеочередной КТЦ. Подплавленные шины заменить. Если неисправность не устранена – заменить аккумулятор
Нарушение герметизации, трещины в сосуде и в крышке	Наличие электролита около клапана	Слить излишки электролита, если его уровень выше верхней черты
Течь электролита из под клапана	Наличие электролита около клапана	То же
Переполюсовка аккумуляторов	Неправильное соединение шин двух или нескольких аккумуляторов	Извлечь переполюсованные аккумуляторы и соединить правильно
Плохой контакт штырей фальшбанки с разъемом	Производственный дефект или превышение срока эксплуатации	Заменить аккумулятор кондиционным

#### *2.5.4 Техника безопасности*

Электролит в серебряно-цинковых аккумуляторах – крепкая, 40% щёлочь, сильно действующая на кожные покровы, глаза, одежду, обувь. Поэтому при уходе за батареями необходимо надевать резиновые перчатки и фартук, а глаза защищать очками. В случае попадания электролита на кожные покровы, глаза и одежду следует немедленно промыть поражённые места большим количеством воды, затем раствором борной кислоты и снова водой.

Основным недостатком серебряно-цинковых аккумуляторных батарей является возможность их самовозгорания. Механизм самовозгорания связан с электрохимическими процессами, протекающими в конце заряда батарей.

После восстановления окиси цинка отрицательного электрода до металлического цинка начинается выделение его из электролита, находящегося в порах электрода, а затем, и вне. Цинк выделяется в виде кристаллов (дендритов), растущих в основном на верхних кромках отрицательных электродов в сторону положительных токоотводов. Обладая высокой электропроводностью, они могут вызвать короткие кратковременные замыкания электродов. Из-за снижения ЭДС аккумуляторов при замыканиях, частичного разряда и возрастания температуры повышается зарядный ток. Это, в свою очередь, приводит к более интенсивному дендритообразованию и повышению температуры аккумулятора. Короткие замыкания становятся более частыми и мощными. Развитие процесса приводит к вскипанию элек-

тролита, перегреву электродов и возникновению между ними замыканий. Процесс возгорания может также распространиться на рядом расположенные аккумуляторы и всю батарею, или прекратиться из-за полного выкипания электролита в каком-либо аккумуляторе.

Перезаряд батарей опасен и по другой причине. Выделяющийся, вследствие электролиза воды, кислород интенсивно разрушает целлофановую плёнку сепараторов, что является одной из причин внутренних коротких замыканий.

Факторы, способствующие возгоранию аккумуляторов:

- повышенное напряжение бортовой сети;
- перезаряд батарей;
- пониженный уровень электролита;
- установка на самолёт глубоко разряженных аккумуляторных батарей.

Для предохранения аккумулятора от интенсивного образования дендритов цинка при перезарядах в электролит вводится добавка – гидроксид лития LiOH.

### *2.5.5 Хранение*

Общий срок хранения батарей – 3 года и 3 месяца с момента их изготовления, в том числе не залитых электролитом батарей – 30 месяцев, залитых и сформированных, но разряженных батарей – 9 месяцев с момента их заливки электролитом, включая и время эксплуатации.

Хранение батарей и запасных аккумуляторов, не залитых электролитом, производится в складских условиях при температуре от  $-20$  до  $+35$  °С. Хранение залитых, отформированных, разряженных батарей при температуре от  $-15$  до  $+35$  °С.

Хранение батарей в разряженном состоянии должно производиться в течение не более 9 месяцев с момента заливки их электролитом.

При крайней необходимости разрешается хранить батареи в заряженном состоянии не более 1 месяца.

## **3 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 20НКБН-25(40)**

### **3.1 Общие сведения**

Никель-кадмиевые батареи обладают более высокой надёжностью по сравнению со всеми другими аккумуляторными батареями, применяемыми на летательных аппаратах в настоящее время. Они более просты в эксплуатации и имеют самый большой срок службы. Однако для сохранения отдаваемой ими ёмкости требуется соблюдать при эксплуатации определённые правила.

На летательных аппаратах применяются никель-кадмиевые аккумуляторные батареи типа 20НКБН-25 и 20НКБН-40. Первые цифры в обозначении указывают число аккумуляторов в батарее, соединённых последовательно, НКБН – никель-кадмиевая безламельная намазная, последние цифры указывают величину номинальной ёмкости.

Учитывая большую стоимость, малый срок службы и опасность коротких замыканий, за последнее время серебряно-цинковые аккумуляторы все больше вытесняются кадмиево-никелевыми безламельными аккумуляторами, особенно на самолётах.

Внешний вид аккумуляторной батареи 20-НКБН-25-У3 представлен на рис. 3.1.

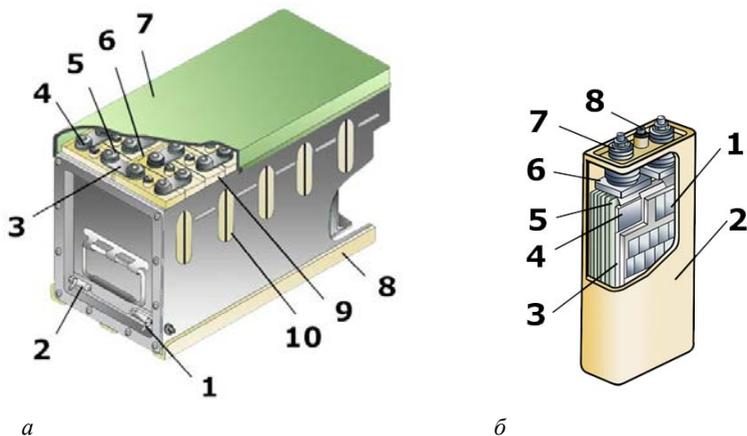


Рис. 3.1. Никель-кадмиевая аккумуляторная батарея 20-НКБН-25-У3:

*а* – батарея: 1 – ручка затвора, 2 – стержень затвора, 3 – шина, 4 – шайба, 5 – гайка, 6 – прокладка, 7 – крышка, 8 – уголок, 9 – аккумулятор, 10 – окна для контроля уровня электролита;

*б* – аккумулятор: 1 – положительная пластина; 2 – корпус; 3 – щелочестойкая бумага; 4 – отрицательная пластина; 5 – капроновый мешочек; 6 – мостик; 7 – выводы; 8 – пробка

Аккумулятор состоит из блока положительных и отрицательных пластин, разделённых сепараторами. Отрицательных пластин на одну больше, и они располагаются с краю. Одноименные пластины соединяются между собой посредством мостика, имеющего выводной борн.

Сосуды авиационных аккумуляторов изготавливаются из полиамидной смолы. Аккумуляторы закрываются пробками с

клапаном. Для космических объектов используются герметические никель-кадмиевые аккумуляторы (без пробок).

Корпус аккумуляторной батареи стальной. В одном корпусе размещаются все 20 аккумуляторов. Друг от друга и от корпуса аккумуляторы изолируются плёнкой из винипласта и специальной грунтовкой.

ЭДС заряженного аккумулятора равна примерно 1,45 В. В течение нескольких суток после окончания заряда происходит падение ЭДС до устойчивой величины 1,36 В. Величина ЭДС от концентрации и температуры электролита практически не зависит.

Внутреннее сопротивление никель-кадмиевых аккумуляторов безламельной конструкции, применяемых на летательных аппаратах, сравнимо с внутренним сопротивлением свинцовых аккумуляторов такой же ёмкости. Поэтому их можно разряжать большими стартерными токами.

Напряжение аккумулятора с увеличением разрядного тока и с понижением температуры уменьшается.

### **3.2 Заряд и разряд аккумуляторной батареи**

Заряд аккумулятора обычно производится при постоянной силе тока, равной  $0,25 I_n$  в течение 6 часов до напряжения не выше 1,48 В. Величина зарядного напряжения изменяется незначительно. Аккумуляторная батарея полностью может зарядиться от бортового напряжения 28,5 В. Особенностью эксплуа-

тации герметичных аккумуляторов является то, что они в конце заряда могут сильно перегреваться и выйти из строя, если не соблюдать правила эксплуатации и допускать перезаряд аккумулятора.

Разряд безламельных аккумуляторов разрешается производить до 1 В. Глубокие разряды являются причиной разрушения пластин.

Самозаряд не превышает 15% в первый месяц хранения, а далее он уменьшается.

### **3.3 Сохранение ёмкости аккумуляторной батареи**

Ёмкость аккумулятора зависит от количества активных веществ, конструкции (толщины и площади пластин), температуры. Особенностью никель-кадмиевых аккумуляторов является то, что их ёмкость меньше зависит от величины разрядного тока. С целью сохранения и восстановления ёмкости, отдаваемой аккумуляторами, рекомендуется через 100 циклов (не реже 1 раза в год) менять электролит в аккумуляторах.

Электролит аккумулятора легко присоединяет углекислый газ воздуха с образованием «ползучих» солей  $K_2CO_3$ . Образованию этих солей способствует повышенный уровень электролита.

Особенно вредное влияние имеет примесь катионов кальция, которые могут попасть в аккумулятор из неочищенной

воды. Одна десятая процента кальция безвозвратно снижает ёмкость примерно на десять процентов.

### 3.4 Тепловой разгон

Под тепловым разгоном аккумулятора понимают процесс самоускоряющегося разогрева при параллельной работе с генератором постоянного тока.

Это явление присуще практически всем электрохимическим системам. Однако больше относится к никель-кадмиевым аккумуляторам. Последствием теплового разгона может явиться разрушение, и даже самовозгорание АБ. Поэтому под термином «тепловой разгон» в эксплуатации часто подразумевается его наиболее опасные последствия – возгорание АБ в полёте. Нагрев никель-кадмиевых аккумуляторных батарей при заряде связывают в основном с реакцией электролиза воды из состава электролита, который протекает наряду с основной электрохимической реакцией.

В начале заряда (до 30...40% ёмкости) доля электрической энергии, расходуемой на электролиз – не более 5...7% и нагрев аккумуляторной батареи незначительный. В конце заряда на электролиз расходуется до 95% всей мощности, идущей на заряд, и темп разогрева аккумуляторной батареи повышается.

В условиях длительного полёта возможен перезаряд.

При превышении критического значения температуры для никель-кадмиевых аккумуляторных батарей 65...70 °С, начинает заметно уменьшаться ЭДС аккумуляторных батарей и

уменьшается омическое сопротивление электролита, и при постоянном напряжении в сети увеличивается ток заряда.

$$\downarrow E = U + \uparrow I_s R ,$$

где  $R = r + r_n$ ;  $r$  – омическое сопротивление;

$r_n$  – сопротивление поляризации.

Увеличение тока заряда, в свою очередь, приводит к ускорению электролиза воды, более интенсивному выделению тепла и т.д. Нагреву аккумуляторной батареи способствует также реакция окисления кадмия в верхней части отрицательного электрода, над поверхностью электролита. Это приводит к дальнейшему ускорения нагрева аккумуляторной батареи и, при определённых условиях, процесс переходит в лавинообразный до начала кипения электролита.

К числу неблагоприятных условий, способствующих развитию теплового разгона, относят повышенное напряжение в сети, старение аккумуляторных батарей, пониженный уровень электролита в аккумуляторных батареях, высокую температуру окружающей среды и др.

Опыт эксплуатации аккумуляторных батарей показывает, что у новых аккумуляторных батарей после вскипания электролита процесс теплового разгона, как правило, заканчивается без видимых признаков разрушения аккумуляторных батарей. После промывки и заливки свежим электролитом батарея способна к восстановлению своих свойств.

Признаками того, что аккумуляторная батарея входила в режим теплового разгона, являются:

- выкипание электролита (уровень электролита значительно ниже допустимого, оставшаяся часть электролита имеет тёмный цвет);

- наличие следов местного перегрева выводов и межэлементных перемычек;

- местная деформация остальных сосудов.

Плохое состояние сепараторов аккумуляторных батарей, находящихся в эксплуатации, может служить причиной появления очагов короткого замыкания, оплавления отдельных сосудов и даже воспламенения аккумуляторных батарей.

Разрушение аккумуляторной батареи сопровождается периодическим возникновением очагов короткого замыкания внутри аккумулятора, что обуславливает резкое колебание тока при тепловом разгоне.

В последнее время на летательные аппараты устанавливают бортовые автоматические зарядные устройства в виде интегральных бортовых аккумуляторных систем, состоящих из аккумуляторных батарей, зарядного устройства (управляемого выпрямителя), системы управления зарядом, устройства переключения на режим разряда и САК состояния АБ, выполненного в виде единого конструктивного блока. Такой блок позволяет повысить надёжность АБ, исключить перезаряд и тепловой разгон, уменьшить время её заряда после автономного запуска АД и снизить трудоёмкость обслуживания.

### **3.5 Срок службы**

Срок службы никель-кадмиевых аккумуляторов достигает нескольких сотен циклов. Они сохраняют работоспособность до температуры  $-35^{\circ}\text{C}$  и до высоты 35 км и более.

## 4 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 20KSX22P

### 4.1 Общие сведения

Никель-кадмиевая аккумуляторная батарея 20KSX22P взаимозаменяема с батареей 15СЦС-45Б, применяется на самолёте МИГ-29 для запуска авиадвигателей на земле и в полете, для питания наиболее важных приемников в полете при аварийной работе основной системы электроснабжения, а также для обеспечения электроэнергией отдельных приемников на земле в случаях, когда отсутствует другое электроснабжение.

Батарея 20KSX22P состоит из 20 аккумуляторов FP22H1C (рис. 4.1), помещенных в контейнер из нержавеющей стали и расположенных в нем в два ряда: в первом размещено 15 аккумуляторов, во втором – 5.

19 аккумуляторов из 20 имеют одинаковые размеры, а один аккумулятор имеет меньшую высоту по сравнению с остальными и, для сохранения емкости, большую толщину. Все аккумуляторы соединены последовательно с помощью металлических шин. Шины крепятся на аккумуляторах с помощью шайб и гаек.

Все аккумуляторы пронумерованы. Номер аккумулятора в батарее (условно) равен его порядковому номеру в последовательной цепи батареи.

Таким образом, аккумуляторы первого (начиная с утолщенного аккумулятора), и второго рядов имеют номера, соответственно 1-15 и 16-20.

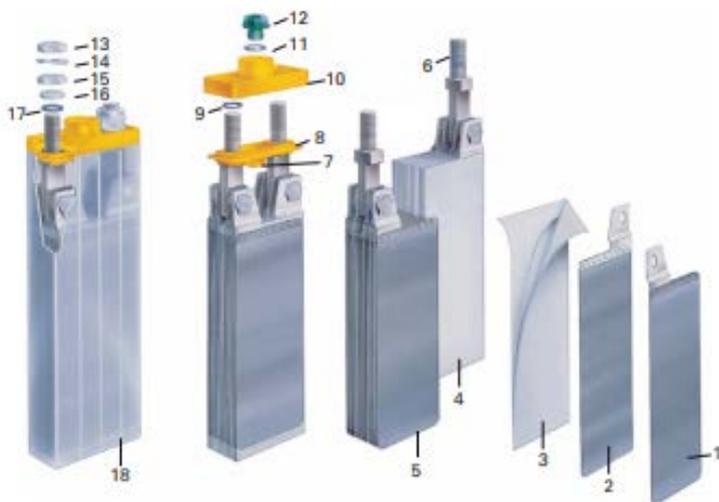


Рис. 4.1. Устройство аккумулятора FP22H1C:

- 1 – положительный электрод; 2 – отрицательный электрод; 3 – сепарация;  
 4 – блок отрицательных электродов; 5 – блок положительных электродов;  
 6 – отрицательный борн; 7 – указатели уровня; 8 – экран; 9 – уплотнительное  
 кольцо; 10 – крышка; 11 – уплотнительное кольцо пробки; 12 – пробка;  
 13 – верхняя гайка; 14 – пружинная шайба; 15 – нижняя гайка;  
 16 – колпачок ограничительный; 17 – уплотнительное кольцо; 18 – сосуд

Положительный борн первого (утолщенного) и отрицательный борн двадцатого аккумуляторов присоединены к выводам аккумуляторной батареи. Шины с гнездами размещаются в общем пластиковом П-образном корпусе, состоящем из двух половин, которые крепятся между собой с помощью винтов.

Аккумуляторы изолированы от корпуса контейнера и друг от друга изоляционными пластинами. На внутренней стороне крышки контейнера наклеена прокладка из щелочестойкой резины. Для переноски батареи 20KSX22P на крышке контейнера предусмотрена ручка. Другая ручка закреплена на задней стенке контейнера; эта ручка служит для удобства установки батареи на объекте эксплуатации.

Аккумулятор FP22H1C (рис. 4.1) состоит из блока 5 положительных электродов с активной массой из оксида никеля и блока 4 отрицательных электродов с активной массой из оксида кадмия. Блоки помещены в сосуд из полиамидной пластмассы 18. Электроды разной полярности изолированы друг от друга щелочестойкой полимерной сепарацией 3.

Токоотводы электродов соединены с борнами с помощью шпилек и гаек и через отверстия в крышке выведены наружу.

Крышка 10 с тремя отверстиями (два для борнов и одно для горловины) приварена к сосуду. На борны под крышку устанавливаются уплотнительные кольца 9. Через горловину осуществляется выход газов при заряде и производится заливка аккумулятора электролитом и доливка дистиллированной воды, что необходимо при корректировке плотности и уровня электролита в процессе выполнения регламентных работ.

Горловина закрывается пробкой 12 с клапаном, который служит для выравнивания повышенного давления внутри аккумулятора с давлением окружающего батарею, воздуха. Под пробку устанавливается уплотнительное кольцо 11 для предотвращения утечки электролита.

На каждом борне (токоотводе) установлены пружинная шайба 14, верхняя и нижняя гайки 13, 15, уплотнительное кольцо 17 и колпачок ограничительный 16.

Положительный борн отмечен знаком «+» и красной точкой на крышке аккумулятора.

Экран 8 служит для предотвращения выплескивания электролита из аккумуляторов, на нем установлены указатели 7 нормального уровня электролита.

Аккумуляторы залиты электролитом (водный раствор калия гидрата окиси) плотности 1250... 1300 кг/м<sup>3</sup> (1,25...1,30 г/см<sup>3</sup>).

## 4.2 Технические характеристики

Номинальное напряжение батареи 24 В. Масса не более 22 кг. В течение всего срока эксплуатации батарея должна обеспечивать:

- емкость не менее 22,0 А·ч при разряде током 10 А, время разряда 132 мин.;
- емкость не менее 16,7 А·ч при разряде током 100 А, время разряда 10 мин.

Электрические параметры батарей сохраняются как в процессе, так и после воздействия следующих климатических и механических факторов:

1. Температуры окружающего воздуха от +5 до +50 °С в течение неограниченного времени.
2. После пребывания при температуре от -60 °С до +60 °С (до +85 °С в течение 3 часов) с последующим доведением температуры электролита до +5...+50 °С.

3. Атмосферного давления до 666,5 Па (5 мм рт.ст.) и изменением высоты со скоростью  $20 \pm 6$  км/мин.

4. При относительной влажности воздуха 98% и температуре  $+35$  °С.

5. Линейных ускорений до  $100 \text{ м/с}^2$  (10 g) в трех взаимно перпендикулярных направлениях в рабочем положении (крышкой вверх) кроме направления дно-крышка.

6. Вибрации в нормальном положении в диапазоне частот 10...2000 Гц при ускорении  $100 \text{ м/с}^2$  (10 g) с амплитудой колебания не более 1,5 мм.

7. Ударов многократного действия ускорением  $120 \text{ м/с}^2$  (12g), длительностью действия 2...20 мс, в трех взаимно перпендикулярных направлениях в рабочем положении (кроме направления дно-крышка).

8. Ударов одиночного действия ускорением  $150 \text{ м/с}^2$  (15g), длительностью действия 15 мс в трех взаимно перпендикулярных направлениях, кроме положений «крышкой вниз» и «выводом вниз».

9. Виброудара (широкополосного случайного вибрационного процесса) в диапазоне частот 10...2000 Гц при максимальном уровне суммарного виброускорения  $500 \text{ м/с}^2$  (50g) и суммарном среднеквадратичном значении виброускорения  $150 \text{ м/с}^2$  (15g).

### **4.3 Проверка напряжения батареи**

Напряжение батареи проверяется током нагрузки 40...50 А в течение 4...5 секунд. Величина напряжения по бортовому вольтметру В-1К должна быть не менее 24 В.

В случае заниженного напряжения необходимо проверить чистоту и надёжность контактных соединений. Если контактные соединения в норме – снять батарею с воздушного судна и отправить на ЗАС, выполнить обслуживание батареи.

#### **4.4 Проверка внешнего состояния батареи в полевых условиях**

Проверка внешнего состояния батареи в полевых условиях выполняется в следующей последовательности:

1. Снять батарею и установить ее на чистую сухую немагнитическую подставку или стеллаж.

2. Осмотреть петли и замки крепления крышки батареи. Убедиться в отсутствии их деформаций, повреждений и надёжности крепления крышки к контейнеру батареи.

3. Выполнить контроль внешнего состояния батареи. Батарея не должна иметь:

- пыли и загрязнений поверхности;
- налёта окиси меди на гайках и шинах;
- механических повреждений и следов оплавлений контейнера, крышки, изоляционной пластины;
- наличия следов электролита на поверхности батареи и в контейнере.

4. Проверить правильность монтажа аккумуляторов в батарее. Отрицательный борн каждого аккумулятора должен быть

соединён с положительным борном соседнего, маркированного знаком «+» и красной отметкой на корпусе.

5. Установить батарею в контейнер самолёта, обеспечив надёжное соединение самолётных контактных штырей с контактными гнездами розетки батареи. Закрепить батарею в контейнере самолёта.

Если при осмотре внешнего состояния выявлены указанные дефекты, необходимо отправить батарею на ЗАС, заменить неисправные элементы, протереть батарею влажной тканью. Налёт окиси меди можно удалить, а шины и гайки обработать 3...5% раствором борной кислоты. При наличии следов электролита необходимо выполнить разборку и чистку батареи, устранить причину течи электролита и выполнить ежемесячное техническое обслуживание батареи.

Если батарея устанавливается на самолёт после технического обслуживания, проверяется сопротивление изоляции между корпусом батареи и корпусом самолёта при помощи мегаомметра М1101. Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 20 кОм.

#### **4.5 Проверка внешнего состояния батареи на ЗАС**

Проверка внешнего состояния батареи на ЗАС включает следующие виды работ:

1. Все работы по проверке внешнего состояния батареи в полевых условиях. Однако они выполняются более тщательно. При внешнем осмотре батареи дополнительно обращается внимание на:

– наличие вмятин, трещин, сколов и деформаций сосудов, контейнера и других деталей батареи;

– наличие следов перегревов от внутреннего или внешнего источника тепла, следы коротких замыканий: оплавления, частичные потемнения, нагар на борнах, шинах, гайках, розетке, сосудах, контейнере и других деталях батареи.

– наличие коррозии, осадений солей и карбонатов (соединений электролита с углекислотой) на борнах, гайках, шинах, клапанных пробках и сосудах аккумуляторов. При этом зелёный или голубой налёт окиси меди, белый налёт карбонатов не допускаются.

2. Измерение сопротивления изоляции между контейнером и положительным выводом батареи, которое должно быть не менее 20 кОм. Применяют мегаомметр М1101.

3. Проверка момента затяжки гаек крепления соединительных шин и клапанных пробок с помощью динамометрического торцевого гаечного ключа 0,5...20,0 Нм. Момент затяжки гаек должен соответствовать 4,5...5,5 Нм.

4. Проверка напряжения аккумуляторной батареи под нагрузкой 85...100 А в течение 4...5 с. Напряжение, измеренное вольтметром класса точности не хуже 1.0, должно быть не ниже 24 В.

5. Измерить НРЦ батареи.

6. Заполнение паспорта батареи, с указанием результатов измерений.

При обнаружении дефектов и несоответствий их устраняют. Устранение неисправностей электрического монтажа заряженной батареи проводится при наличии не менее двух человек, соблюдая максимальные меры предосторожности.

#### **4.6 Заряд и разряд батареи**

Заряд и разряд батареи производиться на автоматизированных ЗРУ типа П-142-69, УЗА-СЦ, УАЗР-0,6, П-542-85 и др. При этом допускается применение других ЗРУ, обеспечивающих следующие режимы заряда и разряда: токи заряда: 2 А, 5 А, 10 А, 22 А; токи разряда: 10 А, 22 А.

Заряд батареи осуществляется на сухих чистых изоляционных подставках. Во избежание замыканий при заряде и разряде не допускать соприкосновения батарей между собой. Запрещается производить заземление контейнера батареи.

Подключение батареи к ЗРУ осуществляется через контактные гнёзда розетки: «+» батареи к «+» ЗРУ, «-» батареи к «-» ЗРУ.

Для контроля напряжения используются вольтметры классом точности 1,0, со шкалами: 0-3 В, 0-30 В, 0-75 В.

Для контроля токов заряда и разряда используются амперметры классом точности 1,5, со шкалами: 0-10 А, 0-30 А.

Батарея может заряжаться и разряжаться многократно. Однако длительная эксплуатация батарей приводит к старению активных масс и износу батарейных и аккумуляторных деталей, что вызывает потерю емкости.

#### 4.7 Доразряд батареи

Доразряд проводится:

- при поступлении батареи на ЗАС для проведения периодического технического обслуживания (регламентных работ);
- при поиске и устранении отказов, связанных с разборкой батареи и заменой неисправных аккумуляторов;
- при постанове батареи на хранение.

Доразряд производится с помощью ЗРУ током 10 А (22 А) до напряжения 20 В на выводах батареи. При доразрядке пробки из аккумуляторов не выворачиваются. Во время доразряда каждые 30 минут при разрядном токе 10 А и каждые 15 минут при разрядном токе 22 А контролируются:

- величина разрядного тока;
- величина напряжения на выводах батареи.

При этом запрещается использование вольтметров классом точности 1,5, встроенных в ЗРУ.

Во время доразряда дважды контролируется и фиксируется в рабочем журнале напряжение каждого аккумулятора – при напряжениях на выводах батареи 23 и 22 В. При этом, если в батарее имеются аккумуляторы с напряжением ниже 1,1 В, контроль их напряжения осуществляется каждые 2-3 минуты и определяется момент, когда напряжение на них станет равным 1,0 В.

Доразряд завершается при достижении напряжения на выводах батареи 20 В. Батарея отключается от ЗРУ, фиксируется время доразряда.

После доразряда оценивается ёмкость батареи и аккумуляторов, у которых напряжение меньше 1,0 В по формулам:

$$C_{\bar{o}} = I_p \cdot t_{p\bar{o}};$$

$$C_{ai} = I_p \cdot t_{pai},$$

где  $C_{\bar{o}}$  – ёмкость батареи, А·ч;

$I_p$  – разрядный ток, А;

$t_{p\bar{o}}$  – время разряда батареи до 20 В, ч;

$C_{ai}$  – ёмкость  $i$ -го аккумулятора, А·ч;

$t_{pai}$  – время разряда  $i$ -го аккумулятора до 1,0 В, ч.

Ёмкость батареи при доразряде должна быть не менее 20 А·ч в течение гарантийного срока эксплуатации и не менее 18 А·ч по его истечению. Разность между ёмкостью батареи и аккумуляторов, имеющих минимальную ёмкость, не должна превышать 2 А·ч.

#### 4.8 Разборка и чистка батарей

При техническом обслуживании выполняется операция «разборка и чистка батареи».

Перед разборкой необходимо выполнить доразряд батареи. Процедура разборки предполагает извлечение всех аккумуляторов и изоляционных пластин из батареи. Выполняется разборка в соответствии с руководством по эксплуатации батареи.

После разборки выполняется дефектация аккумуляторов на предмет наличия тепловых, механических повреждений, утечек электролита.

Чистка аккумуляторов выполняется влажной хлопчатобумажной тканью. При необходимости аккумуляторы промываются водой и вытираются насухо. Во время промывки водой пробки аккумуляторов должны быть закрыты. Детали аккумуляторной батареи продуваются сжатым воздухом, давлением 1...2 кг/см<sup>2</sup> или сушатся в нормальных условиях в течение 1 часа.

Сборка батареи осуществляется в обратной последовательности.

#### **4.9 Особенности эксплуатации**

Техническая эксплуатация батареи осуществляется по состоянию с контролем следующих параметров: емкости батареи и аккумуляторов; напряжения батареи и каждого аккумулятора; плотности электролита; расхода дистиллированной воды за межрегламентный период. Периодичность технического обслуживания батарей неизменна, а объем выполняемых работ может изменяться в зависимости от результатов контроля технического состояния.

Длительная эксплуатация батарей приводит к старению активных масс и износу батарейных и аккумуляторных деталей, что вызывает потерю емкости. Уровень электролита в аккумуляторах FP22Н1С в зависимости от степени разреженности и срока хранения батареи в заряженном состоянии изменяется в ши-

роких пределах без изменения объема электролита за счет абсорбции (поглощения) активными массами электродов и сепарацией. Однозначное соответствие уровня и объема электролита наблюдается только в конце контрольного или рабочего заряда на полностью заряженной батарее. Категорически запрещается корректирование уровня электролита в межрегламентный период.

Эксплуатация батареи прекращается при наступлении двух событий: емкость батареи, определенная при контрольном разряде, – менее 22 А·ч при разряде током 10 А; количество аккумуляторов, замененных в батарее с начала эксплуатации, равно семи.

Гарантийный срок эксплуатации – 3 года в пределах гарантийного срока хранения. Гарантийный срок хранения – 3 года со дня изготовления. Назначенный срок службы батареи не менее 5 лет.

Батарее после рабочего заряда допускается устанавливать на самолет не ранее, чем через 1 час.

На самолете батарея может работать параллельно с основными источниками постоянного тока в буферном режиме при номинальном напряжении бортовой сети в соответствии с ГОСТ 19705-89. При этом она допускает длительные непрерывные перезаряды.

Оптимальным напряжением заряда батарей является напряжение 28,5...29,0 В, что необходимо учитывать при выполнении периодических регулировок в системе электропитания самолета.

Эксплуатация батареи при напряжениях выше 30 В приводит к ее интенсивному разогреву выше допустимых температур, что может привести к возгоранию батареи. Повышенное напряжение особенно опасно для батарей со значительными сроками эксплуатации.

Категорически запрещается корректирование уровня электролита в межрегламентный период. После использования батареи при отказе основных источников питания самолета необходимо батарею отправить на ЗАС, выполнить внеочередное 3-месячное техническое обслуживание с корректировкой уровня электролита. Техническое состояние аккумулятора оценивается следующими параметрами:

- емкостью при разряде током 10 А не менее 22 А·ч в течение гарантийного срока эксплуатации и не менее 20 А·ч – по его истечении;
- напряжением в конце заряда не менее 1,56 В и в конце разряда равным 1,0 В;

При замене аккумуляторов в батарее необходимо выполнять следующее условие: емкость вновь устанавливаемого аккумулятора не должна отличаться от емкости батареи более, чем на 2 А·ч. Разбаланс емкости более, чем на 2 А·ч, ведет к тому, что у аккумуляторов с меньшей емкостью напряжение в конце разряда уменьшается ниже 1,0 В, при заряде наблюдается их перезаряд, что снижает их срок службы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В учебном пособии были рассмотрены различные типы аккумуляторных батарей, их конструкция. Отмечены достоинства и недостатки того или иного типа аккумуляторной батареи. Рассмотрены вопросы технической эксплуатации аккумуляторных батарей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кириллов, А.В. Авиационные аккумуляторные батареи [Текст] / М.А. Ковалев, В.И. Соловьев. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2020. – 80 с.

2. Синдеев, И.М. Системы электроснабжения воздушных судов [Текст] / И.М. Синдеев, А.А. Севелов. – М.: «Транспорт», 1990. – 210 с.

3. Зотов, В.М. Системы электроснабжения летательных аппаратов [Текст] / В.М. Зотов, Б.В. Куприн. – М.: ВВИА Н.Е. Жуковского, 1988. – 110 с.

4. Брусникин, Д.Э. Основы электрооборудования летательных аппаратов [Текст] / Д.Э. Брусникин, Н.Т. Коробан, В.Т. Морозовский, И.М. Сиднеев, В.А. Шумихин. – М.: «Высшая школа», 1978. – 163 с.

5. Лебедев, А.А. Автоматическое и электрическое оборудование летательных аппаратов [Текст] / А.А. Лебедев. – М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1979. – 187 с.

*Учебное издание*

***Кириллов Алексей Владимирович,  
Ковалёв Михаил Анатольевич,  
Соловьёв Вячеслав Иванович***

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННЫХ  
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

*Учебное пособие*

Редактор И.И. Спиридонова  
Компьютерная верстка И.И. Спиридоновой

Подписано в печать 19.05.2021. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печ. л. 5,25.  
Тираж 120 экз. (1-й з-д 1-25). Заказ . Арт. – 21(Р1У)/2021.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»  
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

Издательство Самарского университета.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.