



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

Учебный военный центр Отдел Военно-воздушных сил



Дисциплина: «Эксплуатация и ремонт авиационного оборудования самолетов и вертолетов»

Раздел № 1. Электрооборудование летательных аппаратов и силовых установок.

Тема № 1. Бортовые аккумуляторные батареи.
Групповое занятие № 1. Назначение, принцип действия и электрические характеристики бортовых авиационных аккумуляторных батарей.

Учебные вопросы занятия

- 1. Принцип действия и электрические характеристики аккумуляторов: свинцовых, никель-кадмиевых, серебряно-цинковых.**
- 2. Сравнение основных характеристик аккумуляторов.**
- 3. Совместная работа аккумуляторных батарей с генераторами постоянного тока и выпрямительными устройствами. Особенности летной эксплуатации.**

Литература на самоподготовку

- 1. Электроснабжение летательных аппаратов.
Под ред. Красношапкина М. М. Военное издательство министерства обороны СССР, Москва – 1973 г., стр. 03...13.**
- 2. И.М. Синдеев, А.А. Савелов. Системы электроснабжения воздушных судов. - М. :Транспорт, 1990 г., стр. 237...262.**

ВОПРОС 1

Принцип действия и электрические характеристики аккумуляторов: свинцовых, никель-кадмиевых, серебряно-цинковых.

1. Свинцовый аккумулятор

В свинцовом аккумуляторе активным веществом блока положительных электродов является диоксид свинца PbO_2 , а отрицательных – губчатый свинец Pb . Электролитом служит раствор серной кислоты H_2SO_4 в дистиллированной воде.

В электролите непрерывно происходит процесс разделение молекул на ионы (диссоциация молекул). Молекулы серной кислоты распадаются на одновалентные положительные ионы (катионы) водорода H^+ и двухвалентные отрицательные ионы (анионы) кислотного остатка SO_4^{--}



При сложном взаимодействии ионов электролита и веществ положительных и отрицательных электродов (которые, растворяясь в электролите, также образуют ионы) в процессе разряда на обоих электродах образуется сульфат свинца.

Уравнение электрохимической реакции при разряде:



Эта реакция называется процессом двойной сульфатации

При сложном взаимодействии ионов сульфата свинца с электролитом в процессе заряда происходит восстановление активных веществ электродов.

Уравнение электрохимической реакции при заряде:



При заряде аккумулятора сульфат свинца на обоих электродах восстанавливается в первоначальные активные вещества.

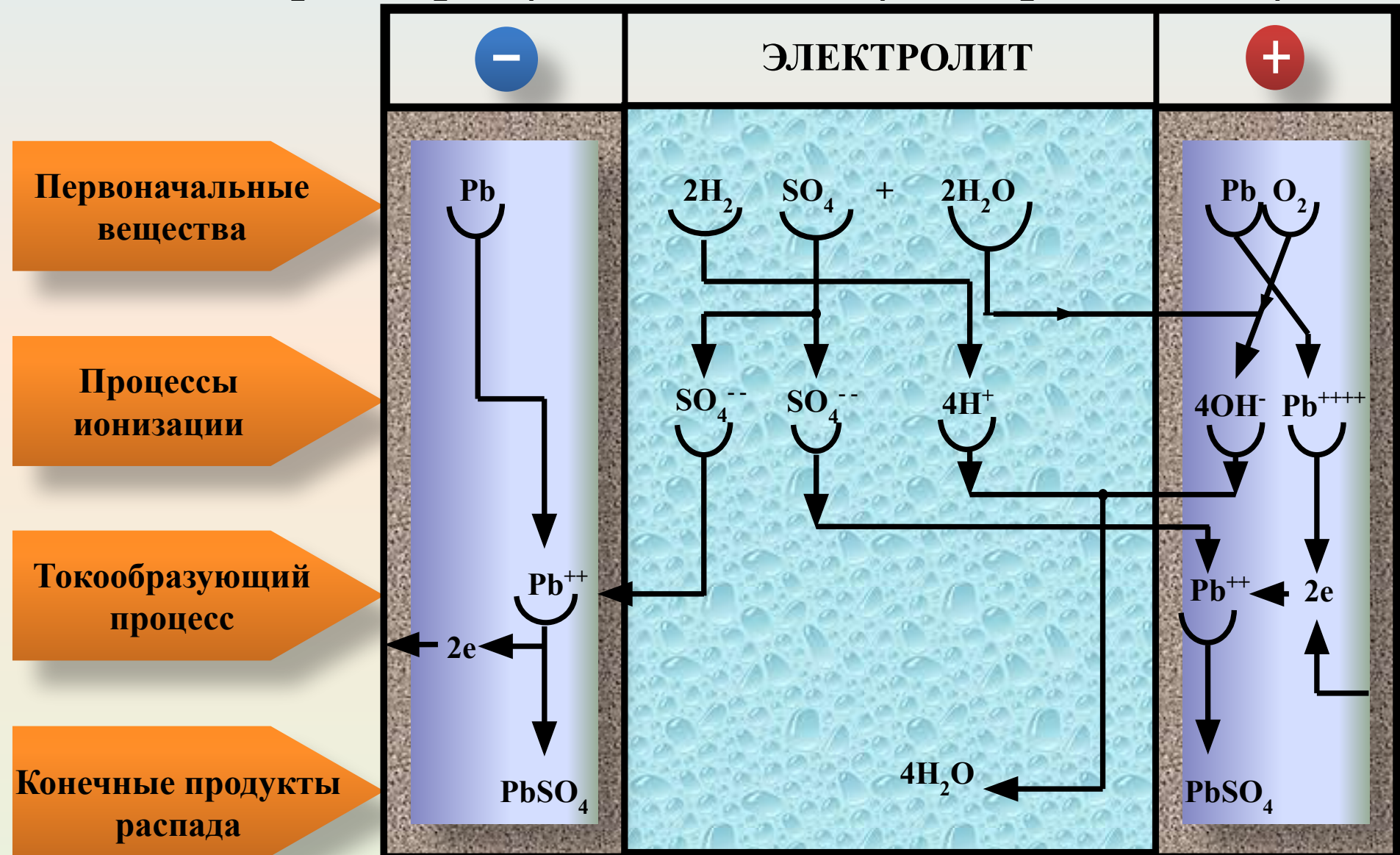
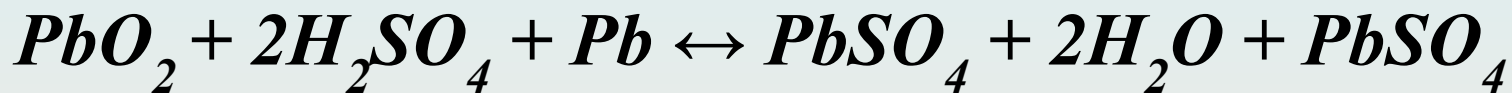
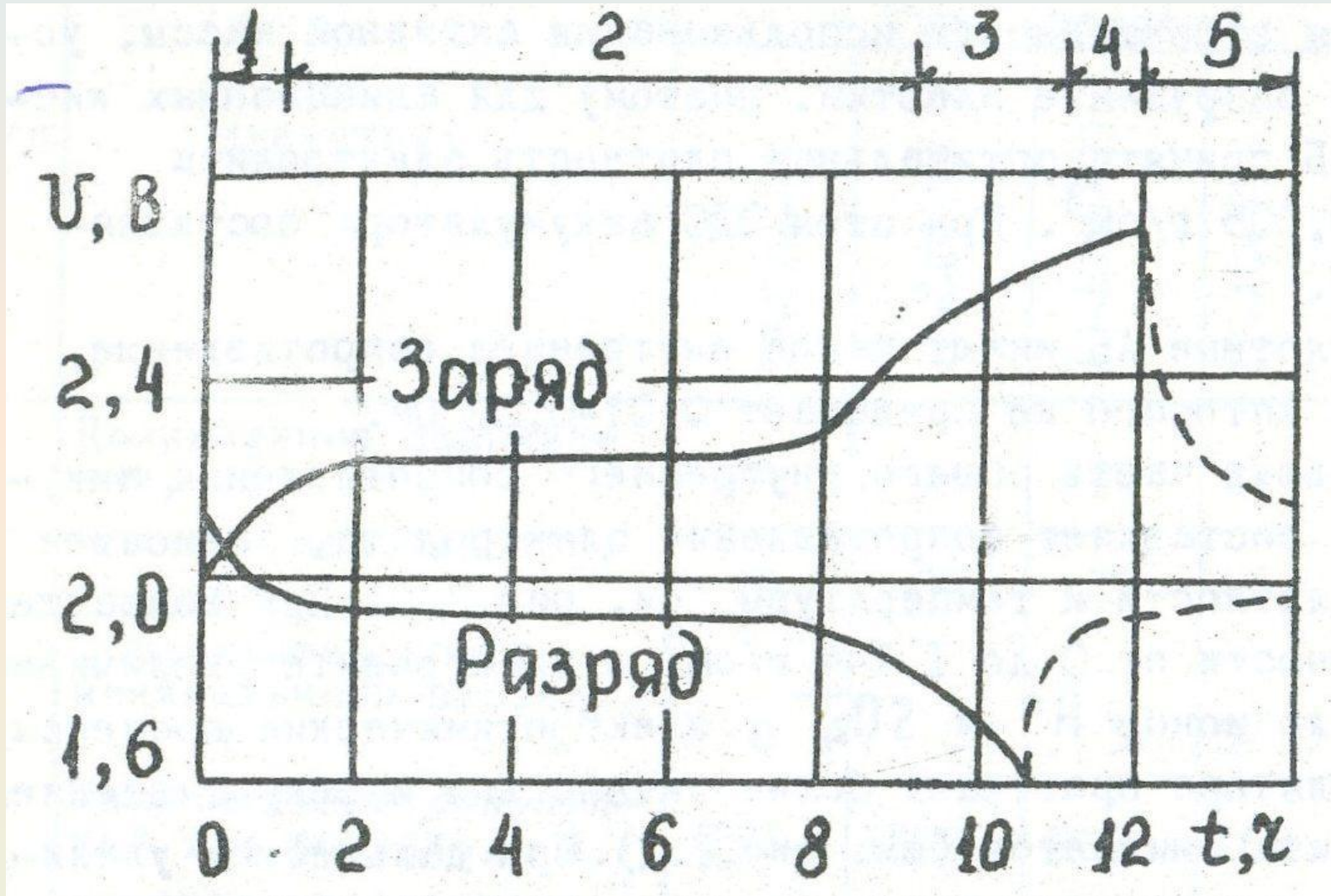


График изменения напряжения в процессе заряда и разряда свинцовой АБ.



№ п/п	Параметры	Тип батареи				
		12- САМ-2 8	12- САМ- 55	12- АСА М-23	12- АО-52	12- АСА-14 5
1	Номинальное напряжение, В	24	24	24	24	24
2	Номинальная ёмкость, А·ч	28	55	23	45	145
3	Продолжительность номинального разряда, ч.	5	5	5	5/10	5
4	Максимально допустимый ток разряда, А	750	1500	800	360	1500
5	Напряжение аккумулятора в конце пятичасового разряда, В	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
6	Количество запусков при $t = -5 \pm 2^\circ\text{C}$	2	3	2	2	4
7	Изменение стартерного тока, А	650-75	1300-360	650-75	225	1350-250
8	Напряжение АБ в конце запуска, В	16	16	16	16	16
9	Саморазряд, % в сутки	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0
10	Количество электролита, дм	3,6	8,0	3,6	7,0	17,1
11	Масса, кг	28,5	58	31	56	180
12	Высотность, км	18	18	35	-	-

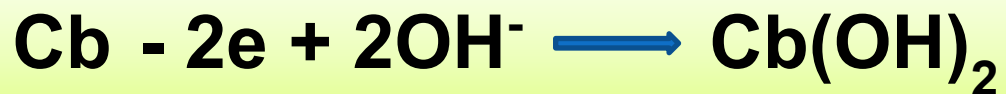
Общий вид свинцовой авиационной аккумуляторной батареи



2. Никель-кадмиевый аккумулятор



При разряде на отрицательном электроде происходит окисление кадмия, сопровождающееся переходом электронов во внешнюю цепь. При этом катионы кадмия Сb^{++} связываются гидроксильными ионами щелочи ОН^- , образуя гидрат закиси кадмия $\text{Сb}(\text{ОН})_2$



На положительном электроде происходит восстановление окиси никеля



Переносчиком электрических зарядов с одного электрода на другой служат анионы OH^- . При заряде аккумулятора все процессы протекают в обратном порядке.

Электрохимическая реакция процессов, происходящих в АБ при заряде и разряде в обобщенном виде:



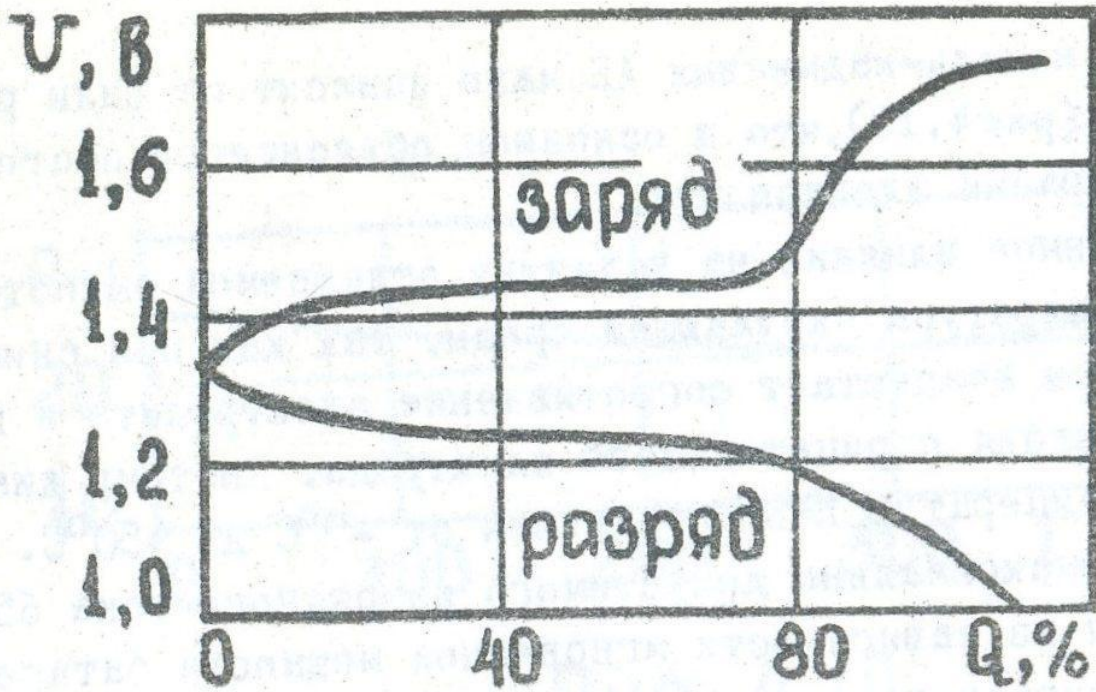
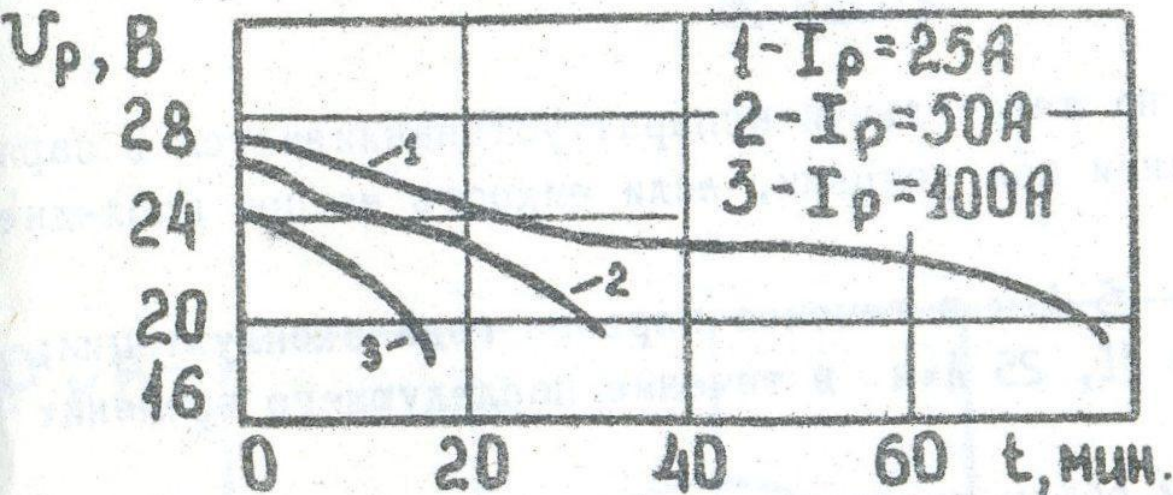


Рис. 4.7

График изменения напряжения в процессе заряда и разряда АБ.



Разрядная характеристика АБ в зависимости от тока разрядки.

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, В	24
Номинальная емкость, А*ч	25
Ток разряда, А	
- Непрерывный	100
- Пусковой	650
Интервал рабочих температур, °С	
- с обеспечением разрядных характеристик	от -20 до +50
- с сохранением работоспособности	от -60 до +60
Вид исполнения по ГОСТ 15150-69	умеренная климатическая зона
<u>Стойкость к механическим нагрузкам и вибрация</u>	
- ускорение, g	10
- частота, Гц	10 – 2000
<u>Удары</u>	
- ускорение, g	12
- длительность импульса, мс	2 – 20
- количество ударов, шт.	10000
Масса с электролитом, кг	24
Габаритные размеры (макс.), мм	370x174x229
Сохраняемость заряда, сутки	30
Устойчивость к длительному перезаряду при повышенной температуре по методике п. 10СТ МЭК 952-1 (1988 г.) и MIL-D-26220 (USAF)	соответствует
Минимальная наработка (заряд-разряд), циклов	250
Гарантийный срок, лет	5
Назначенный срок службы, лет	8

Область применения никель-кадмиевых аккумуляторных батарей

- автономный запуск основных и вспомогательных авиационных двигателей или турбостартеров;
- обеспечение электропитания в наземных условиях отдельных приемников при неработающих основных и вспомогательных авиационных двигателях и отсутствии электропитания от аэродромных источников электроэнергии;
- запуск в полете остановившегося авиадвигателя или турбостартера;
- питания в полете приемников 1-й категории при аварийной работе системы энергоснабжения.



Аккумуляторная батарея 20НКБН-25-У3 (20 – число аккумуляторов; НК – никель-кадмиевая; Б – безламельная; Н – намазная; 25 – емкость в А·ч; У – для умеренного климата; 3 – категория распространения) состоит из 20 последовательно соединенных аккумуляторов НКБН-25



3. Серебряно-цинковый аккумулятор

Положительные электроды изготавливаются из порошкообразного серебра, а отрицательные - из смеси окиси цинка и цинкового порошка. В результате формирования (заряда АБ) на положительных электродах образуется двухвалентная окись серебра Ag_2O , а на отрицательных – чистый губчатый цинк Zn .

Электрохимическая система аккумулятора имеет вид:



В ходе токообразующей реакции электролит выполняет роль переносчика ионов.

Суммарная токообразующая реакция имеет вид:



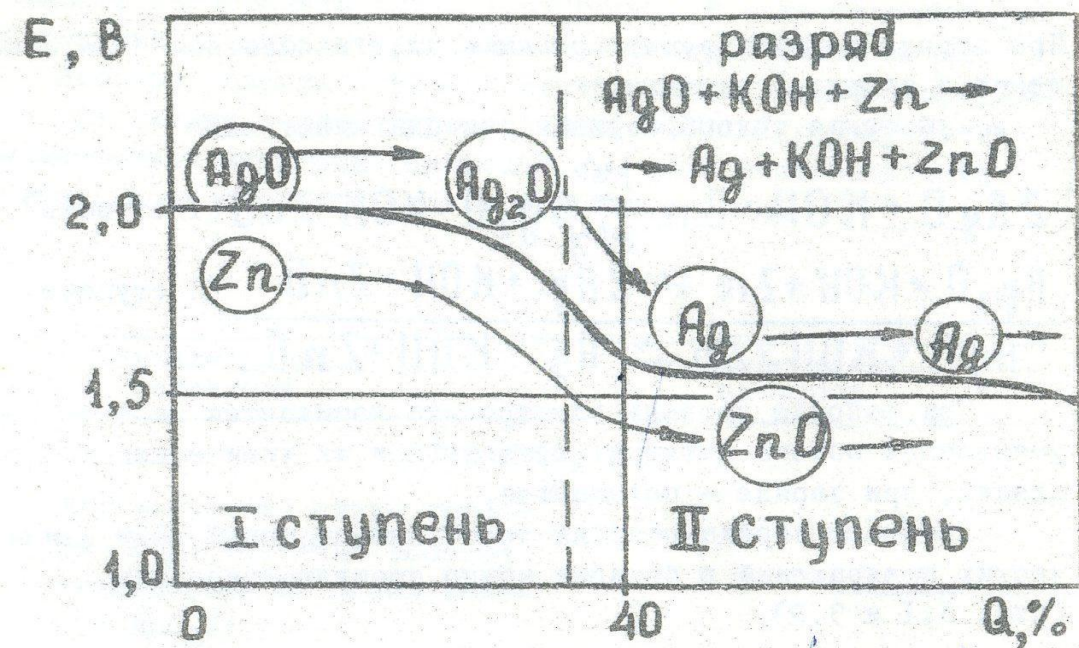


Рис. 3.1 (жестко)

График изменения напряжения в процессе разряда свинцово-цинковой АБ.

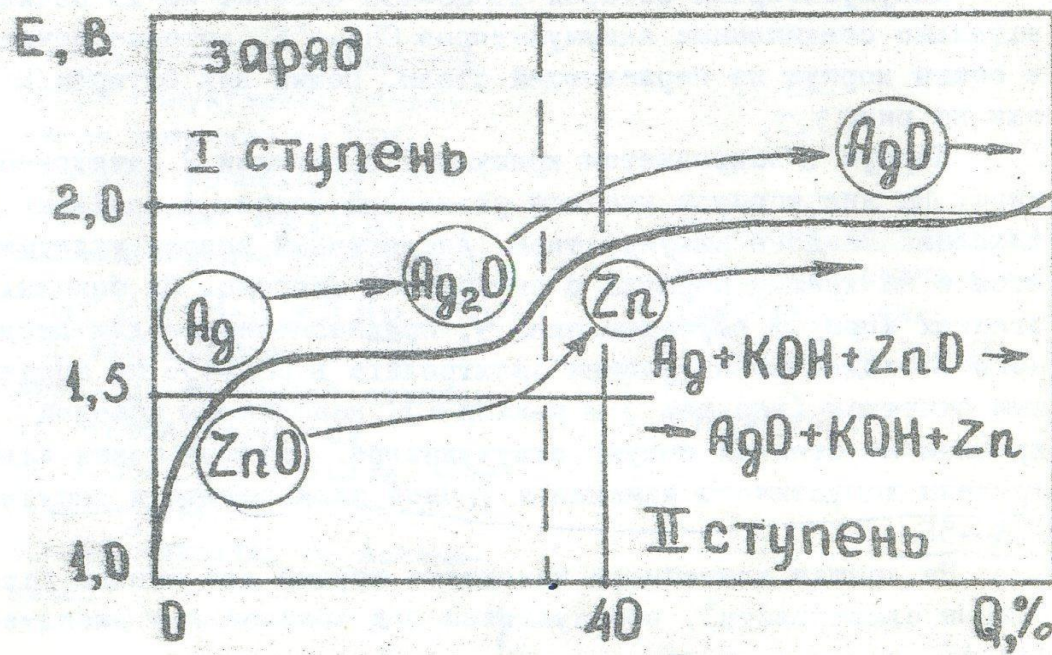


График изменения напряжения в процессе заряда свинцово-цинковой АБ.

Серебряно-цинковая аккумуляторная батарея 15СЦС-45Б имеет следующие технические характеристики:

Напряжение

при токе нагрузки 50-100 А и при температуре электролита от -5°C до $+20^{\circ}\text{C}$ – не менее 21,0 В

при токе нагрузки 9 А и при температуре электролита от -5°C до $+20^{\circ}\text{C}$ – не менее 22,5 В

ЭДС заряженного аккумулятора - 1,84 -1,86 В

Саморазряд АБ составляет 10-15% от номинального заряда

Высотность – до 25 км

Масса батареи – 17,5 кг

Аккумуляторная батарея 15СЦС-45Б состоит из 15 последовательно соединённых аккумуляторов СЦК-45Б, которые помещены в общий корпус из нержавеющей стали.

Соединение аккумуляторов в последовательную цепь осуществляется медными посеребрёнными шинами, закреплённых на борнах гайками.



ВОПРОС 2

Сравнение основных характеристик аккумуляторов.

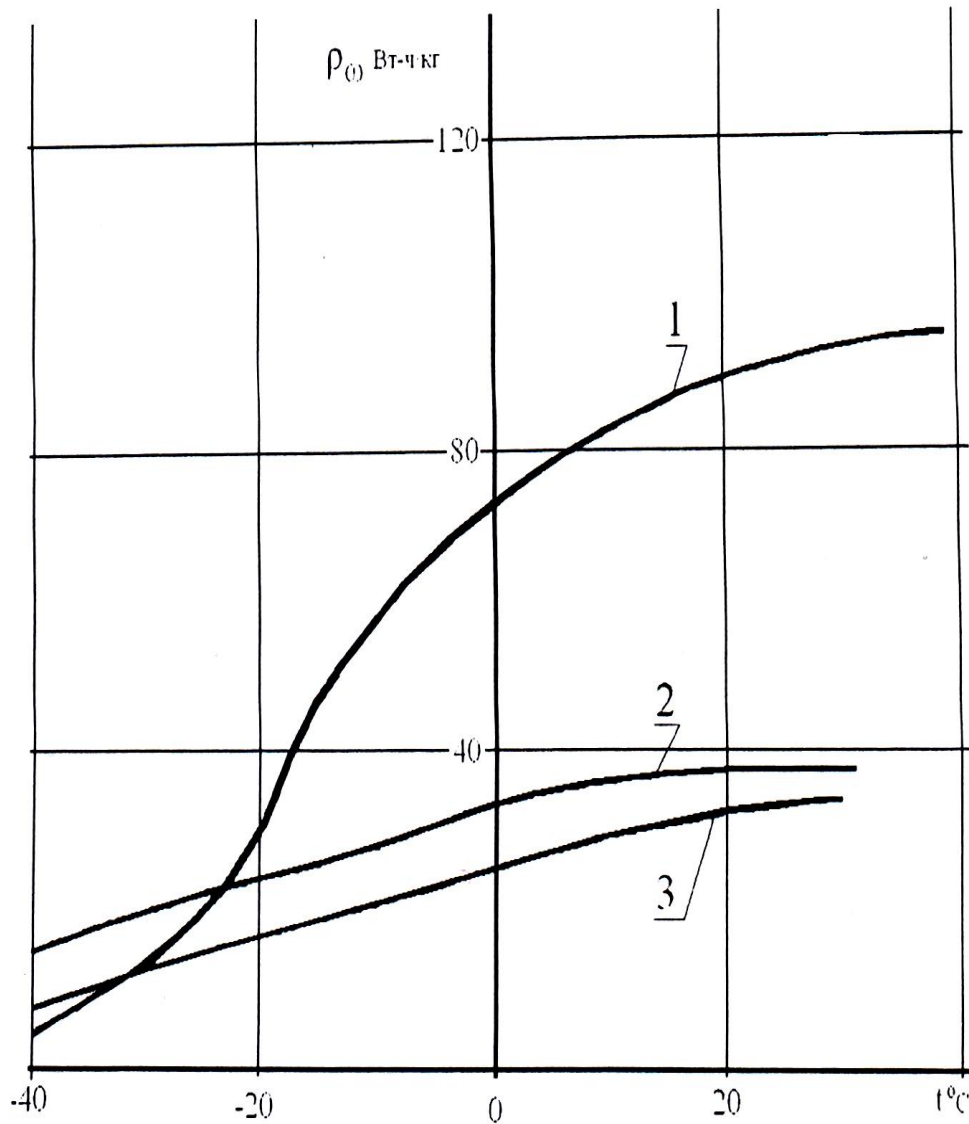
Сравнение основных характеристик аккумуляторов.

Тип АБ	Электрохимическая система	Уравнения химических реакций	Расход веществ, г/А ч	Удельная энергия, Вт ч/кг	ЭДС, В
Свинцовые	$PbO_2 H_2SO_4 Pb$	$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \rightleftharpoons$ $\rightleftharpoons PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$	$4,46(+)+3,86(-)+$ $+3,36(эл.)=11,98$	40	2,1
Серебряно-цинковые	$Ag_2O KOH Zn$	$Ag_2O + KOH + Zn \rightleftharpoons$ $\rightleftharpoons Ag + KOH + ZnO$	$2,31(+)+$ $+1,39(-)=3,70$	120	1,82 - 1,84
Никель-кадмиевые	$Ni(OH)_3 KOH Cd$	$2Ni(OH)_3 + KOH + Cd \rightleftharpoons$ $\rightleftharpoons 2Ni(OH)_2 + KOH + Cd(OH)_2$	$4,09(+)+$ $+2,1(-)=6,19$	50	1,27

Сравнение основных характеристик аккумуляторов.

№ п/п	Параметры	Бортовые АБ		
		I2-САМ-28 (I2-АСАМ-23)	20НКБН-25	I5-СЦС-45Б
I	Масса, кг	28,5 (31)	24	I7
2	Удельная емкость, А·ч/кг	I	I,05	2,65
3	Удельная энергия, Вт·ч/кг	40	50	I20
4	Конечное напряжение разряда аккумулятора, В	I,7	I, I	I,0
5	Саморазряд, о.е. в сутки	I	0,5-0,7	0,2-0,4
6	Удельная стоимость, руб/кВт·ч	0, I-0,4	0,9-I,2	4 - IO
7	Стоимость обслуживания, руб/кВ·ч за I цикл	0, I-0,3	0,5-I,5	3-8

Зависимость удельной энергии от температуры аккумуляторов



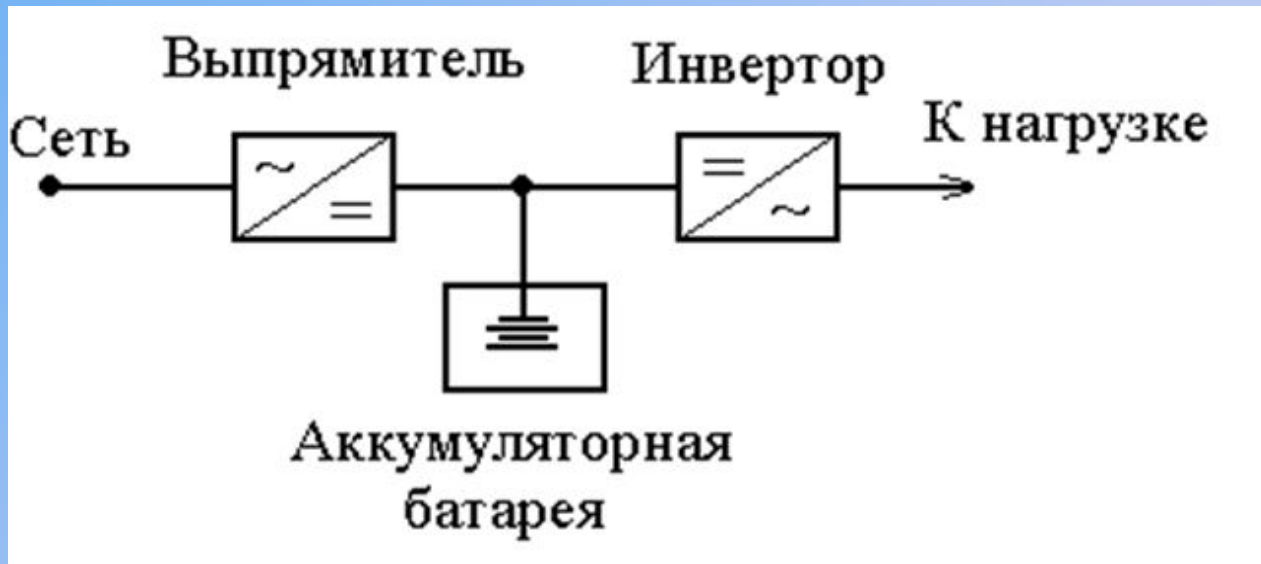
- 1) Серебряно-цинковый;
- 2) Никель-кадмиевый;
- 3) Свинцовый.

Характеристика	Свинцовые	Никель-кадмиевые	Серебряно-цинковые
Отдача энергии, %	0,65	0,5	0,75 - 0,85
Срок службы, циклов	70-300	250-400	55-100
Механическая прочность	Невелика	Очень прочное	Прочное
Саморазряд при температуре 20°С в течение месяца, %	20-30	15-20	5-10
Условия хранения	Сложное	Простое	Средние
Воздействие на оборудование и обслуживающий персонал	Вредное	Среднее	Среднее
Техническое	Очень	Простое	Сложное

ВОПРОС 3

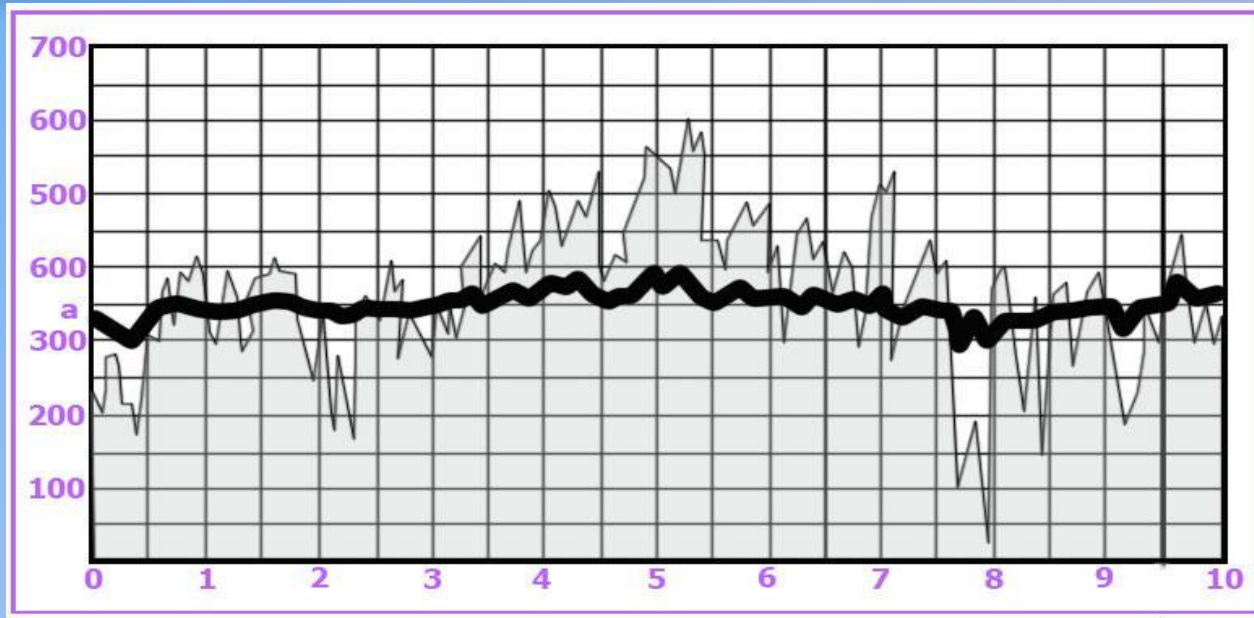
**Совместная работа
аккумуляторных батарей с
генераторами постоянного тока
и выпрямительными
устройствами. Особенности
летной эксплуатации.**

Буферная батарея



Буферная батарея - аккумуляторная батарея, включенная параллельно с генератором постоянного тока или выпрямительным устройством для совместного питания нагрузки.

Буферная батарея



При наличии батареи, работающей параллельно с машиной, сеть все время работает на некоторую среднюю нагрузку, а батарея доставляет недостающую до полной силу тока; тогда кривая изменений нагрузки машины превращается, как это видно, почти в прямую (указано жирной линией).

Буферная батарея

Буферная батарея используется:

- для питания потребителей тока при уменьшении мощности генератора;
- в качестве резерва (в режиме непрерывной буферной работы с постоянным подзарядом) на случай прекращения работы основных источников питания, например в устройствах связи;
- с целью снижения колебаний напряжения и тока в цепи.

Особенности летной эксплуатации

Из руководства по летной эксплуатации ближнемагистрально-го пассажирского самолета

Ан-148-100:

Внутренний осмотр следует выполнять при подключенном на борт электропитании от ВСУ или аэродромного источника. В случае невозможности использования ВСУ или аэродромного источника электропитания может быть использовано питание от аккумуляторных батарей.

ПРИМЕЧАНИЕ. Длительное использование питания от аккумуляторных батарей приводит к их разрядке и необходимости выполнить подзарядку.