

# Эксплуатация и ремонт авиационного оборудования самолетов и вертолетов

## Электрооборудование летательных аппаратов и силовых установок







**Тема №2:**  
**Бортовые аккумуляторные батареи**

**Занятие №2:**  
**Кислотные (свинцовые)  
аккумуляторные батареи**



## **Вопросы занятия:**

- 1. Принцип действия свинцовых А.Б.**
- 2. Конструкция и ОТД свинцовых А.Б.**
- 3. Электрические и эксплуатационные характеристики свинцовых А.Б.**
- 4. Правила эксплуатации свинцовых А.Б.**



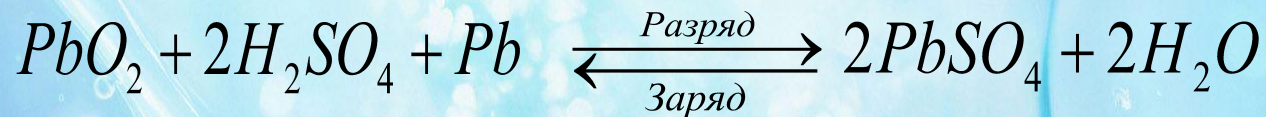
# 1. Принцип действия кислотных аккумуляторов

Электрохимическая система свинцового аккумулятора:



Активным веществом положительного электрода является двуокись свинца, электролитом— водный раствор серной кислоты, в качестве отрицательного электрода служит губчатый металлический свинец.

Реакция двойной сульфатации:



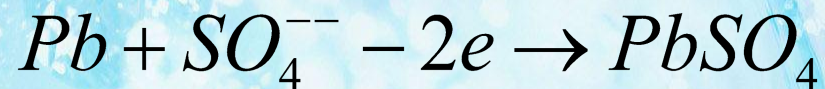
Вследствие того, что на обоих электродах в процессе разряда образуется сульфат свинца, уравнение называется уравнением двойной сульфатации. За счет выделения воды концентрация электролита при разряде уменьшается.



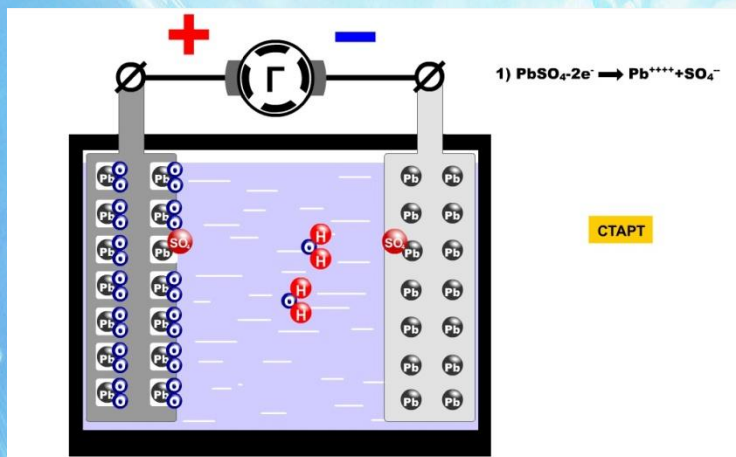
Реакция восстановления на положительном электроде при разряде аккумулятора:



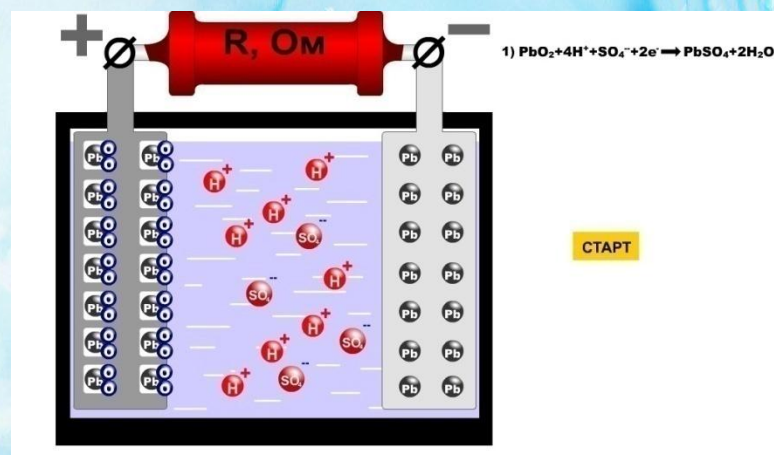
Реакция окисления на отрицательном электроде имеет вид:



Процесс заряда А.Б 12-САМ-28



Процесс разряда А.Б 12-САМ-28





## **2. Конструкция аккумуляторной батареи АБ 12-САМ-28.**

- 12- количество аккумуляторов соединенных последовательно;
- С – стартерная;
- А – авиационная;
- М – моноблочная;
- 28- электрическая емкость в [А·ч].



## Состав АБ 12-САМ-28:

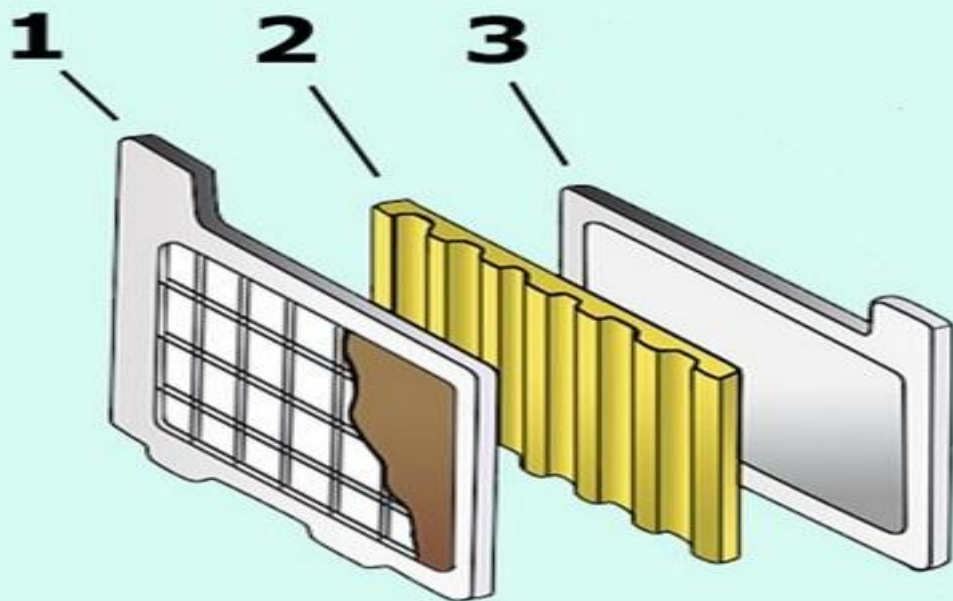
1. Эбонитовый моноблок, состоящий из 12 секций для размещения аккумуляторов и имеющий ручки для переноса.
2. 12 аккумуляторов, соединенных последовательно в батарею перемычками.
3. Эбонитовая крышка, фиксируемая накидными гайками.

Внутри АБ разделена на 12 изолированных друг от друга секций в которых расположены аккумуляторы. Аккумуляторы соединены последовательно в батарею с помощью перемычек. Отверстия предназначены для заливки электролита, закрываются пробками.





**Положительные и отрицательные электроды аккумулятора выполнены в виде набора положительных и отрицательных пластин, соединенных между собой в полублоки.**



- 1 – Положительная пластина
- 2 – Сепаратор
- 3 – Отрицательная пластина

**Каждая пластина выполнена в виде решетки из свинца с добавлением 6-8% сурьмы для прочности. Пластины между собой разделены сепараторами.**

**Внутри решетки впрессовывается активная масса:**

**«+» пластина- двуокись свинца.**

**«-» пластина - порошковый свинец.**

**Пластины между собой разделены сепараторами.**

**Сепараторы выполнены из микропористого эбонита и предназначены для предохранения пластин разной полярности от К.З.**

**Они гладкие с одной стороны и ребристые с другой. Ребристой стороной сепаратор обращен к «+» пластинам для увеличения объема электролита у «+».**



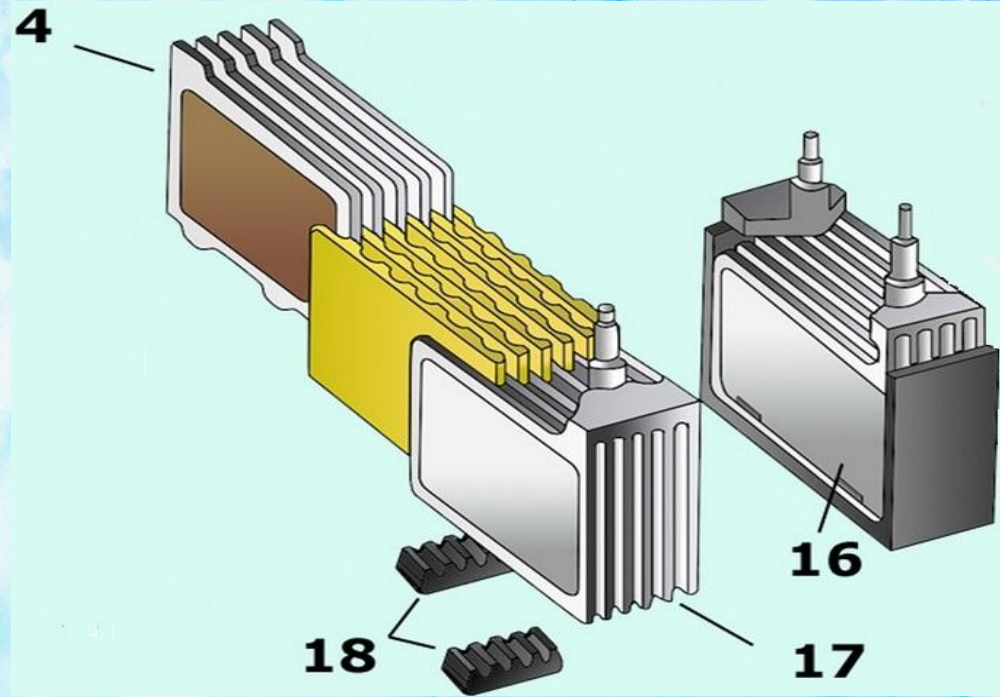
«+» и «-» полублоки, вместе с сепараторами вставляются один в другой так, чтобы пластины разной полярности чередовались через одну. Вставленный один в другой полублоки вместе с сепаратором образуют блок аккумулятора.

4 – Блок положительных пластин

16 – Блок пластин в сборе

17 – Блок отрицательных пластин

18 – Эбонитовые башмачки



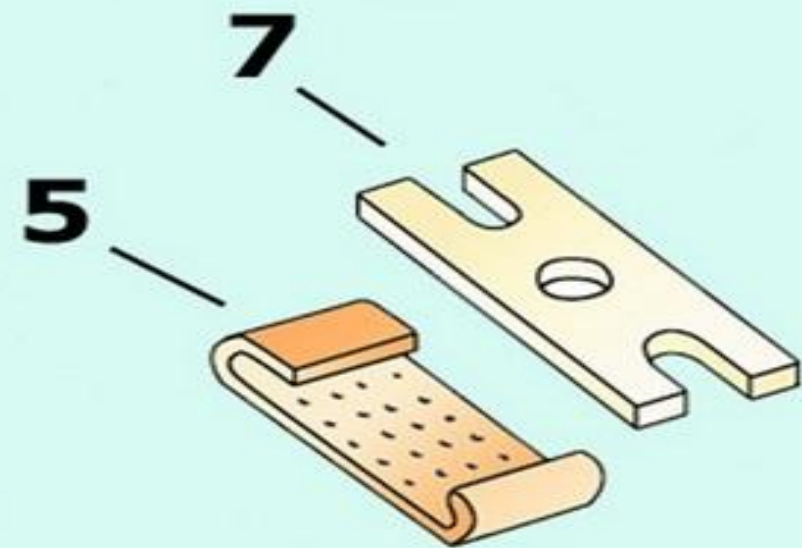
Блок аккумулятора размещается в секции моноблока, причем отрицательные пластины опираются на опорные башмачки, а положительные пластины, своими выступами на опорные призмы, которые выполнены в виде отливов на дне секции. В нижней части секции образуется пространство, которое необходимо для предохранения пластин от К.З, возможного при выпадении активной массы пластин при эксплуатации.



Сверху блока аккумулятора устанавливаются предохранительный винипластовый и отражательный эбонитовый щитки для предотвращения расплескивания электролита.

5 – Предохранительный щиток

7 – Отражательный щиток



Секция, сверху, закрывается крышкой аккумулятора, выполненной из эбонита и имеющей три отверстия. Два из них для вывода борнов, центральное с резьбой для заливки электролита, сверху закрывается пробкой. Крышка герметизируется резиновыми уплотнителями и заливается кислотостойкой мастикой.

8 – Предохранительный щиток

9 – Отражательный щиток

10 – Пробка





Пробки бывают глухие и рабочие.

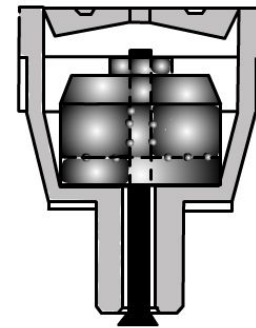
-глухие пробки выполнены цельными из эбонита и применяются при хранении аккумуляторных батарей.

-рабочие пробки используются при эксплуатации А.Б.

## Работа рабочей пробки А.Б

Рабочая пробка выполнена из текстолита и состоит из полого корпуса, внутри которого расположен свинцовый груз, конструктивно связанный с резиновым стержнем и имеющим клапан.

*Принцип действия рабочей пробки*





### 3. ОТД и электрические характеристики АБ 12-САМ-28.

ОТ  
Д

- $Q_H = 28 \text{ А} \cdot \text{ч}$
- $Q_{\min} = 75\%$
- $Q_{\min} = 21 \text{ А} \cdot \text{ч}$
- $U_{\min} = 20,4 \text{ В}$  (Это  $U$  ниже которого нельзя разряжать АБ, в противном случае в АБ происходят необратимые процессы и АБ выходит из строя.)
- $I_H = 5,6 \text{ А}$
- $I_{\max} = 750 \text{ А}$
- $C = 1\%/\text{сутки}$  (саморазряд)
- $\eta_q = 0,85 \dots 0,9$
- $\eta_w = 0,65 \dots 0,75$
- Срок службы – 2 года.
- Масса  $m = 28,6 \text{ кг}$ .



# Электрические характеристики авиационной АБ.

## 1) Электродвижущая сила(Е).

Величину Е можно с достаточной точностью определить по следующей формуле:

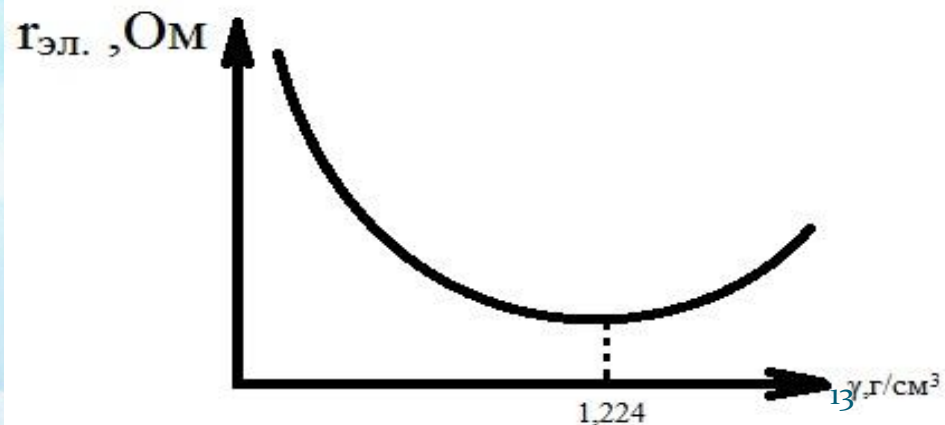
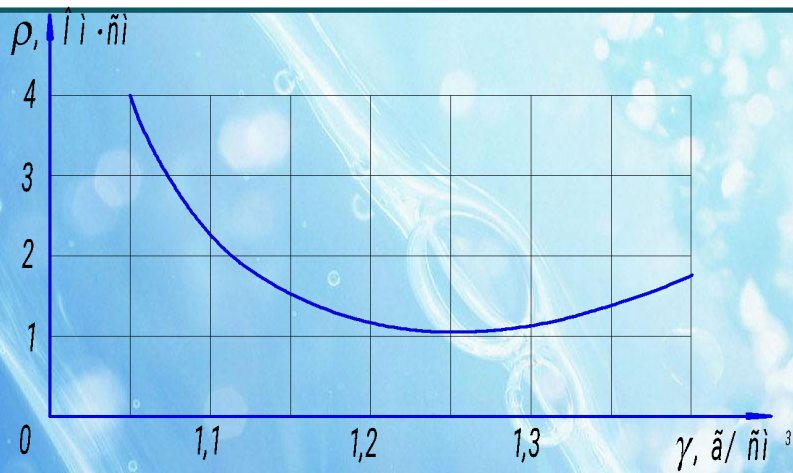
$$E=0,84+\gamma, \text{ где } \gamma \text{ – плотность электролита в г/см}^2$$

## 2) Внутреннее сопротивление аккумулятора(R).

Оно очень мало и зависит лишь от  $r_{\text{эл}}$ . Следовательно справедливо записать  $R=r_{\text{эл}}$

В свою очередь  $r_{\text{эл}}$  зависит от  $\gamma$ .

Рассмотрим график зависимости  $r_{\text{эл}}$  от  $\gamma$ .





### 3) Ёмкость аккумулятора(Q).

Q- важная характеристика для авиационных АБ( по величине Q судят о пригодности АБ к дальнейшей эксплуатации).12-САМ-28

$$Q=75\%(Q_{\text{нач}})$$

**Q зависит от ряда факторов:**

1. Количества активных веществ
2. Срок службы
3.  $t^{\circ}\text{C}$  электролита
4. Величина  $I_{\text{разр}}$

При разряде аккумулятора реакция проходит как на поверхности, так и распространяется вглубь, следовательно аккумулятор с тонкими пластинами но с большой S обладают большей Q.

Особенно при разряде большим  $I_r$ . У авиационных АБ пластины тоньше, чем у промышленных. В связи с этим срок службы всего 2 года (75%).

Зависимость от  $t^{\circ}\text{C}$  определяется формулой  $Q_{\tau}=Q_{25}(1+\alpha(\tau-25))$ .

С повышением  $I_{\text{разр}}$  - уменьшается Q.



Процесс изменения  $U$  при заряде и разряде.

$$U = E \pm IR$$

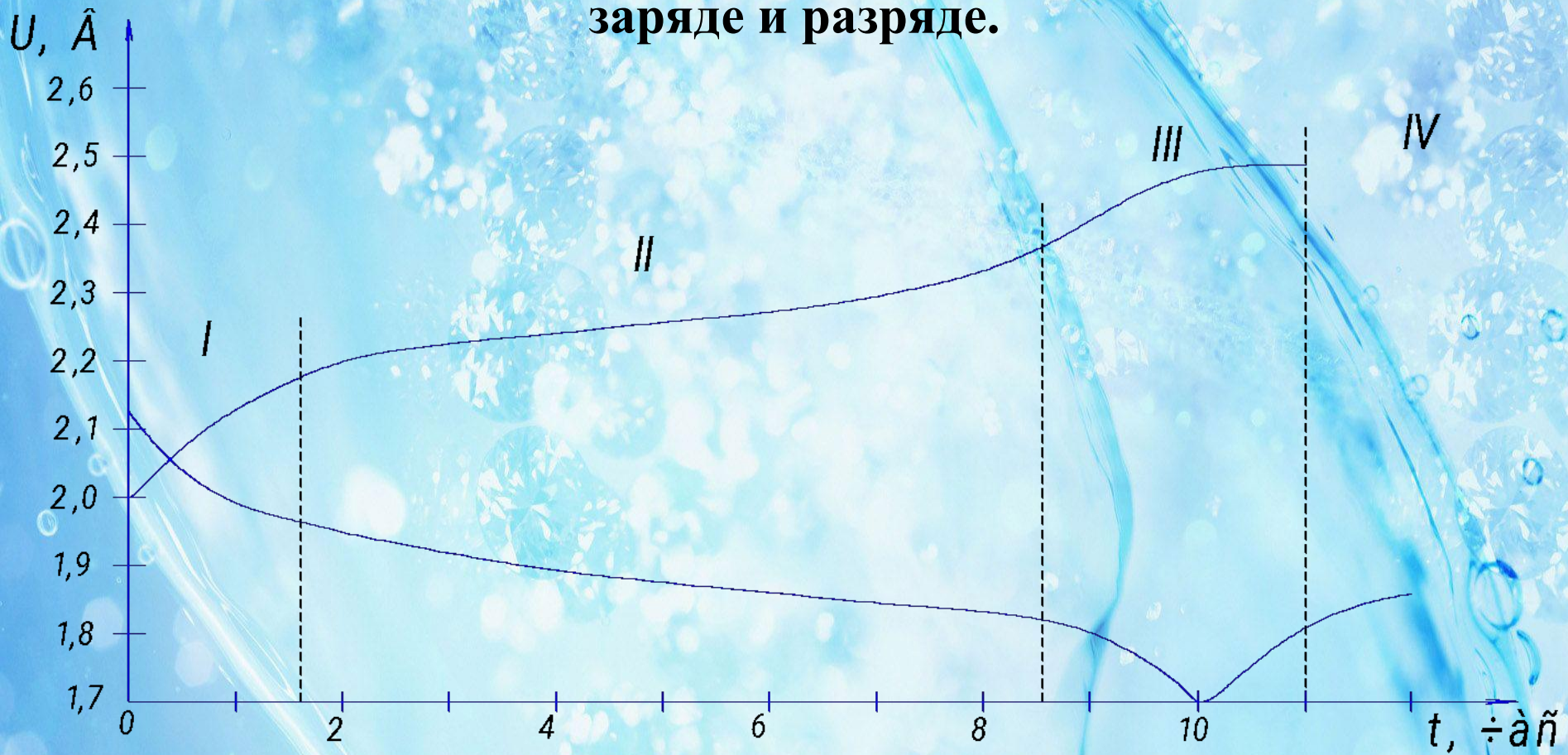
$U_z$  и  $U_p$  отличаются друг от друга на величину  $IR$  – падение напряжения на внутренней цепи.

Номинальными условиями разряда аккумуляторов является 10-ти и 5-ти часовой режимы.

Для более подробного изучения рассмотрим 10-ти часовой режим, при этом конечное  $U_p$  не должно быть ниже 1,7В.



# Изменение напряжения свинцового аккумулятора при заряде и разряде.



На III участке снова наблюдается интенсивное уменьшение  $U$  т.к. на поверхности образуются сульфат свинца  $PbSO_4$  препятствующий концентрации  $\gamma$  в порах пластин и вблизи их выравнивается и  $U$  происходит резкое падение  $\gamma$  в порах пластин, следовательно  $\uparrow r$  электродов и  $U \downarrow$ .



# *Вредная сульфатация* пластин аккумуляторной батареи.

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.



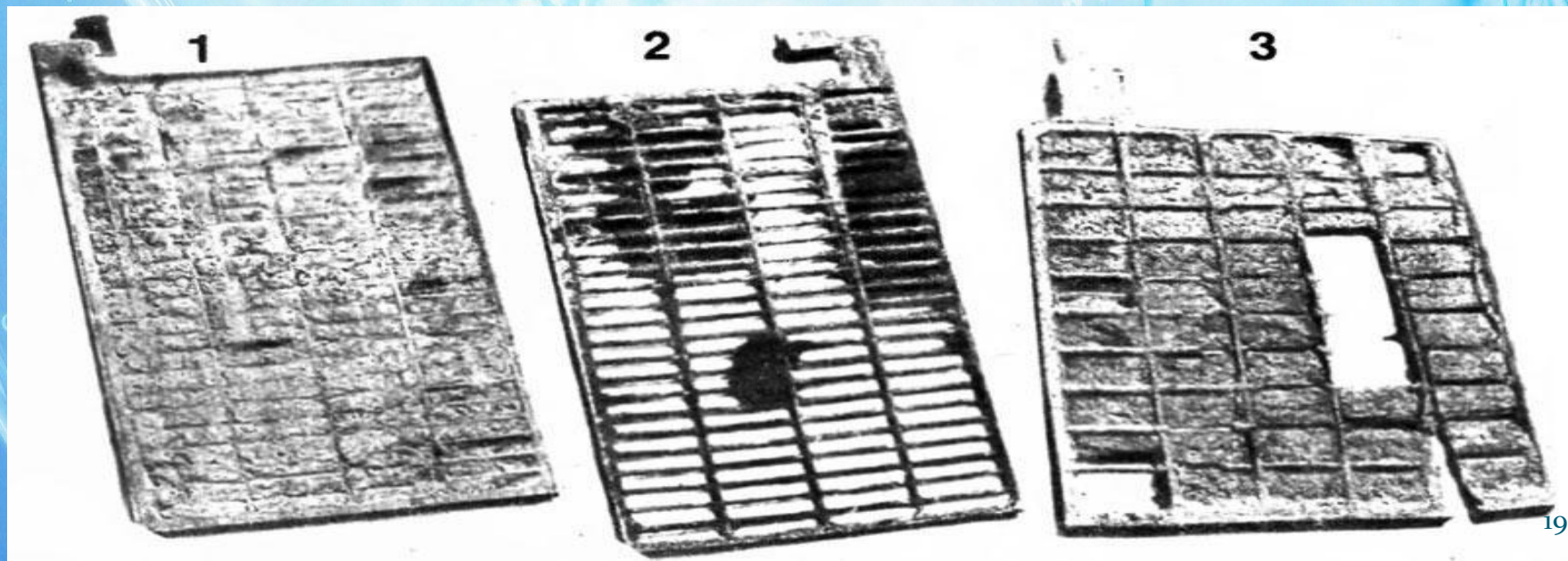
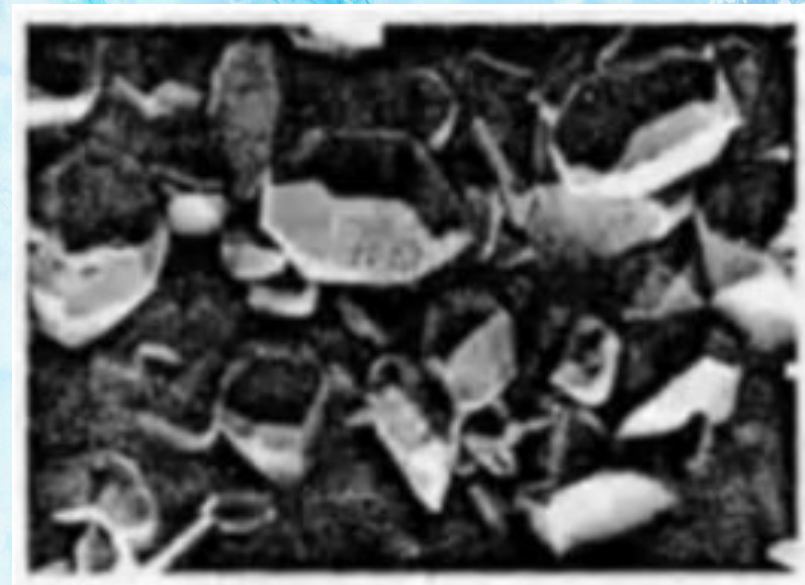
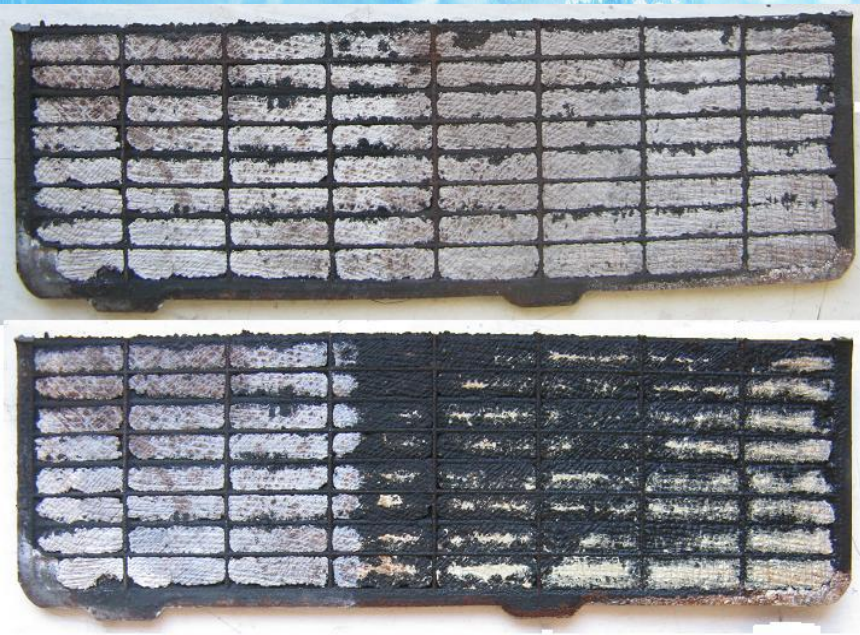
Вредная сульфатация является результатом неправильной эксплуатации аккумуляторов. Основными причинами, вызывающими ее, являются:

- 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 ведет к снижению емкости аккумулятора и разрушению его пластин.



# Примеры вредной сульфатации.





# **Задание на самоподготовку и литература:**

1. Лебедев «Автоматическое и электронное оборудование летательных аппаратов». (стр. 27...40)
2. Брускин «Электроснабжение летательного аппарата». (стр. 21...31)
3. Учебное пособие «Авиационные аккумуляторные батареи». (стр. 11...28)