

# СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ



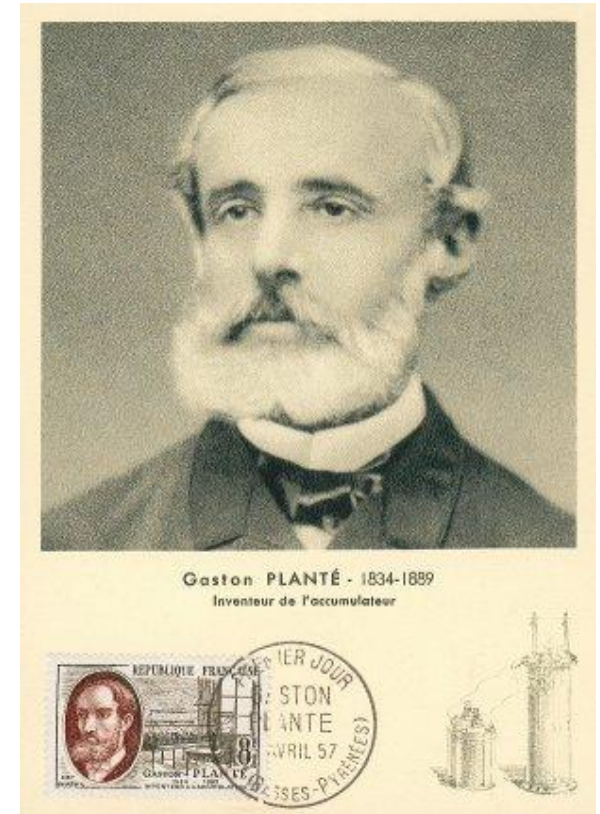
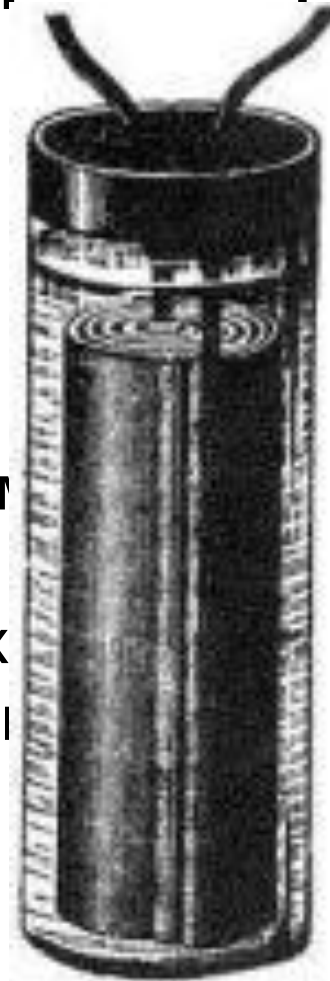


Доля свинцово-кислотных аккумуляторов составляет **70%** рынка всех вторичных источников тока в мире



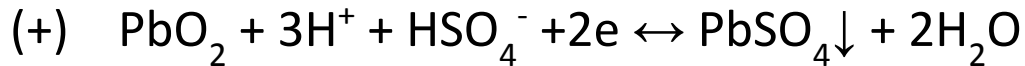
# Первый действующий образец

- 1859 г., Гастон Плантэ (Франция)
- Два свинцовых листа, разделенных плотняным сепаратором, свернутых в спираль и вставленных в банку с серной кислотой



## Токообразующие полуреакции:

### на положительном электроде

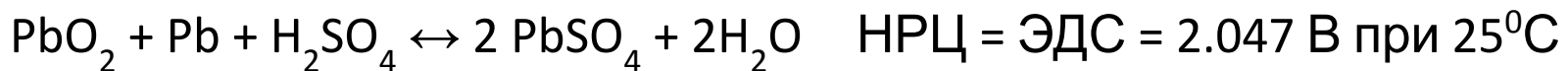


### на отрицательном электроде



### суммарная токообразующая реакция:

разряд

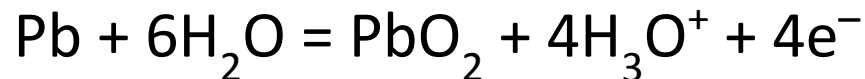


1. При разряде расходуется серная кислота, электролит разбавляется водой
2. На обоих электродах образуется малорастворимый сульфат свинца (II).

$$E = 2.041 + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{a_{\text{H}_2\text{O}}}$$

# Побочные электрохимические процессы

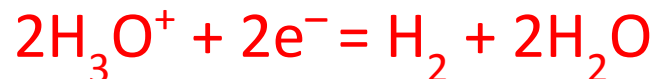
- коррозия положительного электрода



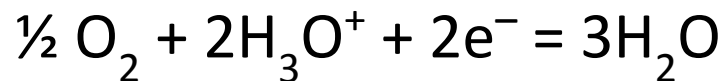
- выделение кислорода на положительном электроде



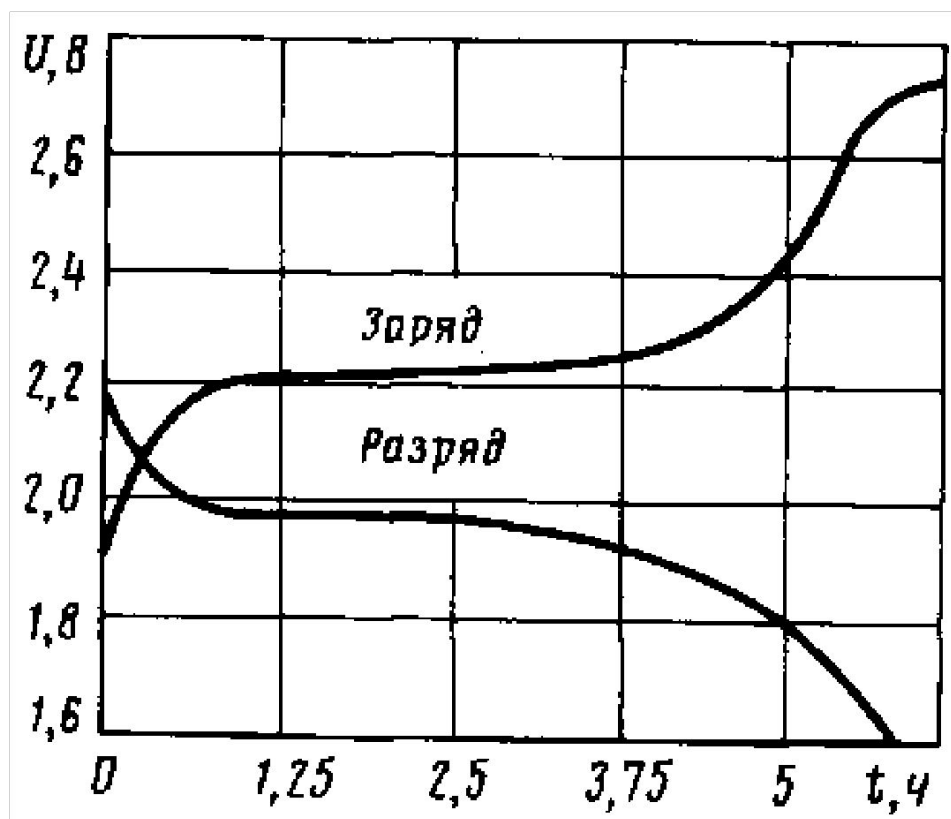
- выделение водорода на отрицательном электроде



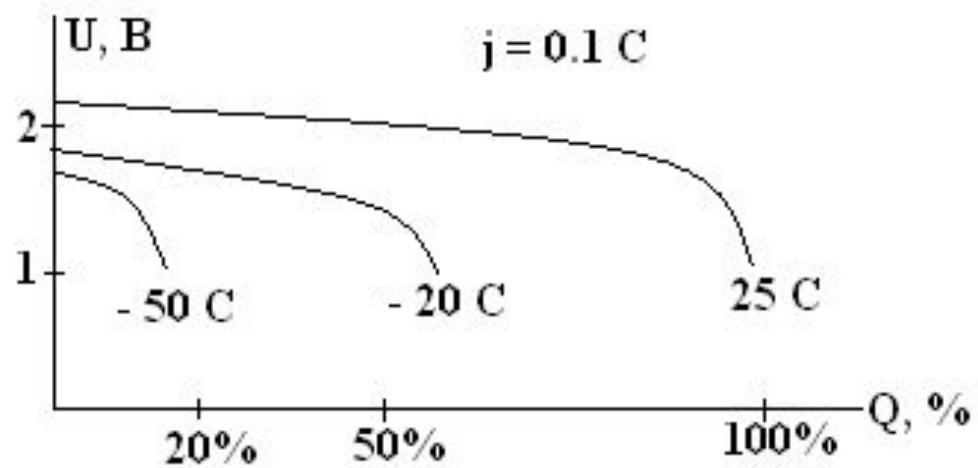
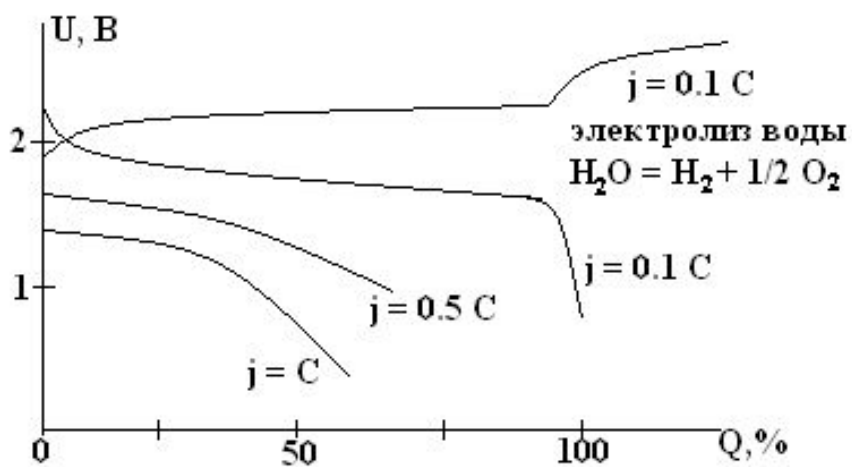
- восстановление кислорода на отрицательном электроде



# Напряжение разомкнутой цепи и кривые разряда/заряда



Емкость довольно сильно зависит от тока и от температуры



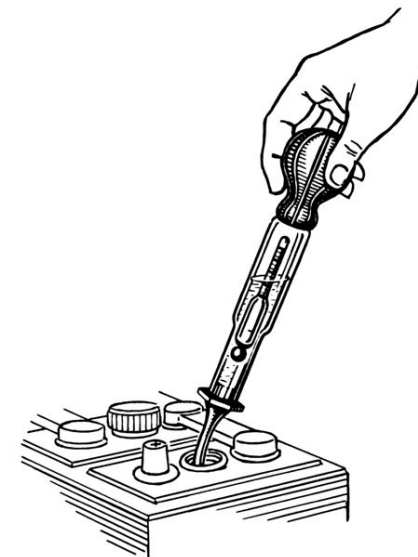
Рекомендуемая плотность электролита для стартерных аккумуляторов:

1.25 г/см<sup>3</sup> в летний период

1.28 г/см<sup>3</sup> в зимний период.

В общем случае плотность электролита может меняться от 1.30 г/см<sup>3</sup> до 1.20 г/см<sup>3</sup>.

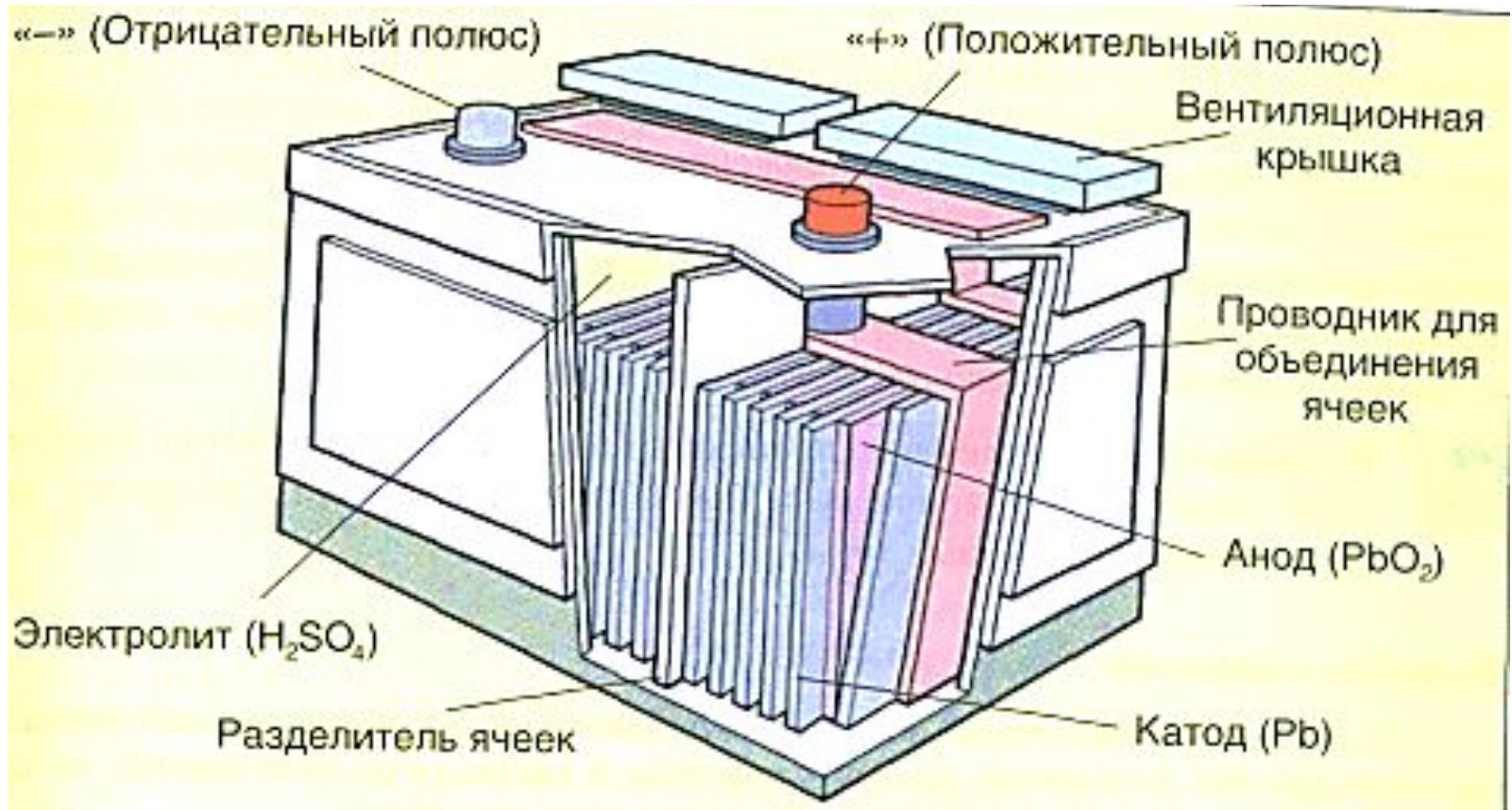
$\rho$ , г/мл	$a(\text{H}_2\text{SO}_4)$	$a(\text{H}_2\text{O})$	U, В
1,050	0,0069	0,96	1,890
1,334	118	0,48	2,174



Измеряя плотность раствора  
электролита,  
можно судить о степени разряда  
свинцового аккумулятора

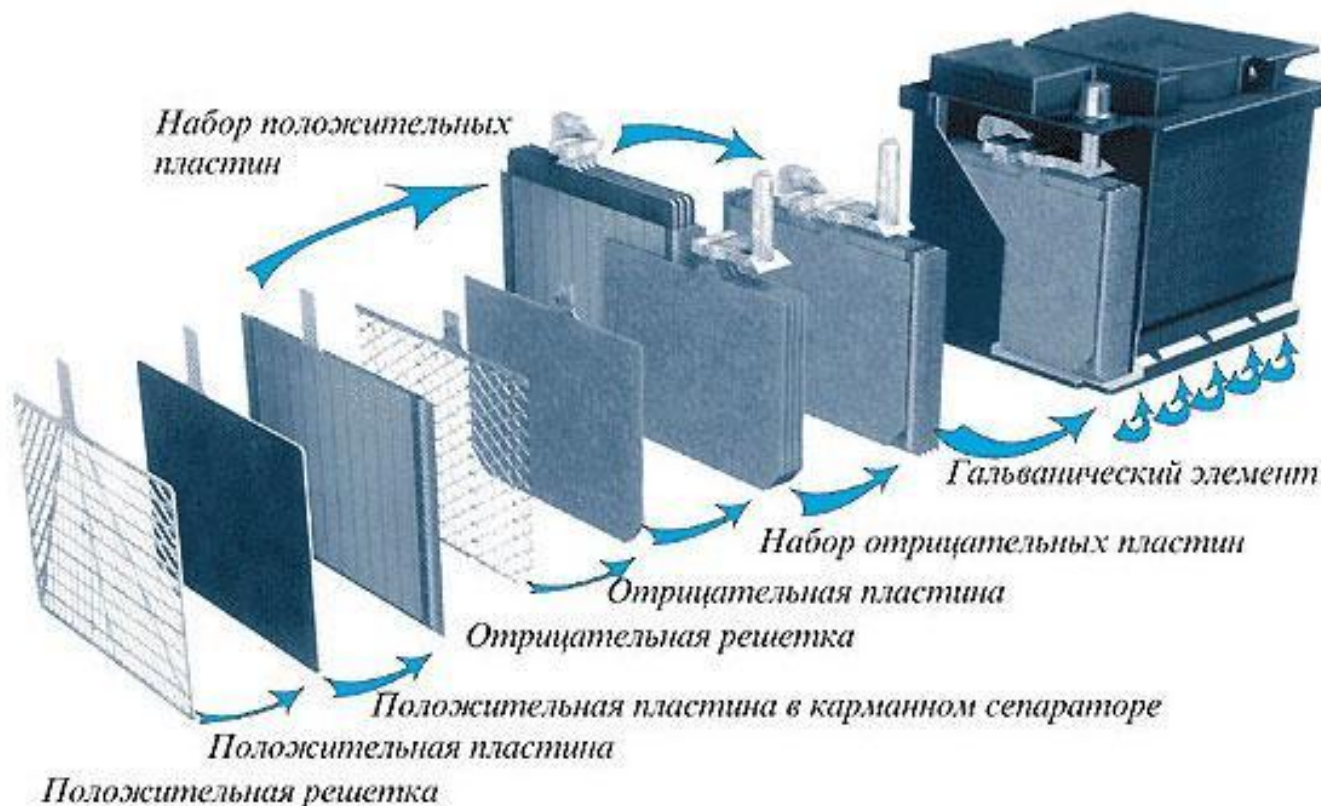


# СТРОЕНИЕ АККУМУЛЯТОРА



Активные вещества свинцового аккумулятора, принимающие участие в токообразующих реакциях:

- на положительном электроде - двуокись свинца  $PbO_2$  (темно-коричневого цвета);
- на отрицательном электроде - губчатый свинец  $Pb$  (серого цвета);
- электролит - водный раствор серной кислоты  $H_2SO_4$



## Типы свинцово-кислотных аккумуляторов (по емкости):

- стартерные (5 – 200 А·ч) – для запуска двигателей внутреннего сгорания и энергообеспечения устройств машин
- тяговые (40 – 1200 А·ч) – для электроснабжения электрокаров, подъемников, шахтных электровозов, электромобилей и других машин
- стационарные (5 – 5000 А·ч) – в энергетике, на телефонных станциях, в телекоммуникационных системах, в качестве аварийного источника тока и т.д. Обычно они работают в режиме непрерывного подзаряда



[www.oborudunion.ru](http://www.oborudunion.ru)



# Уход и эксплуатация

Хранить только в ЗАРЯЖЕННОМ состоянии.  
(Глубокий разряд свинцового аккумулятора очень вреден для него).

Регулярно доливать ДИСТИЛЛИРОВАННУЮ ВОДУ  
При коррозии свинца и при перезаряде вода разлагается.  
В последние годы выпускаются герметизированные необслуживаемые СА.

Помещение, в котором производится заряд, должно хорошо вентилироваться (выделяются токсичные стибин  $SbH_3$  и арсин  $AsH_3$ )

## Еще одна классификация

СА

обслуживаемы  
е

необслуживаемы  
е

**СВИНЦОВО- КИСЛОТНЫЕ ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫЕ  
КЛАПАННО- РЕКОМБИНАЦИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ (VRLA)**

**Аккумуляторы** этой группы часто обозначают сокращенно **VRLA** (Valve Regulated Lead Acid , в переводе с англ. Клапанно-Регулируемые Свинцово-Кислотные) или же **SLA** (Sealed Lead Acid Герметизированные Свинцово-Кислотные).

Особенность **аккумуляторов типа VRLA** – отсутствие необходимости долива воды в течение всего срока службы и практически полное отсутствие выделения газов (водорода и кислорода) – продуктов электролиза воды, входящей в состав электролита.

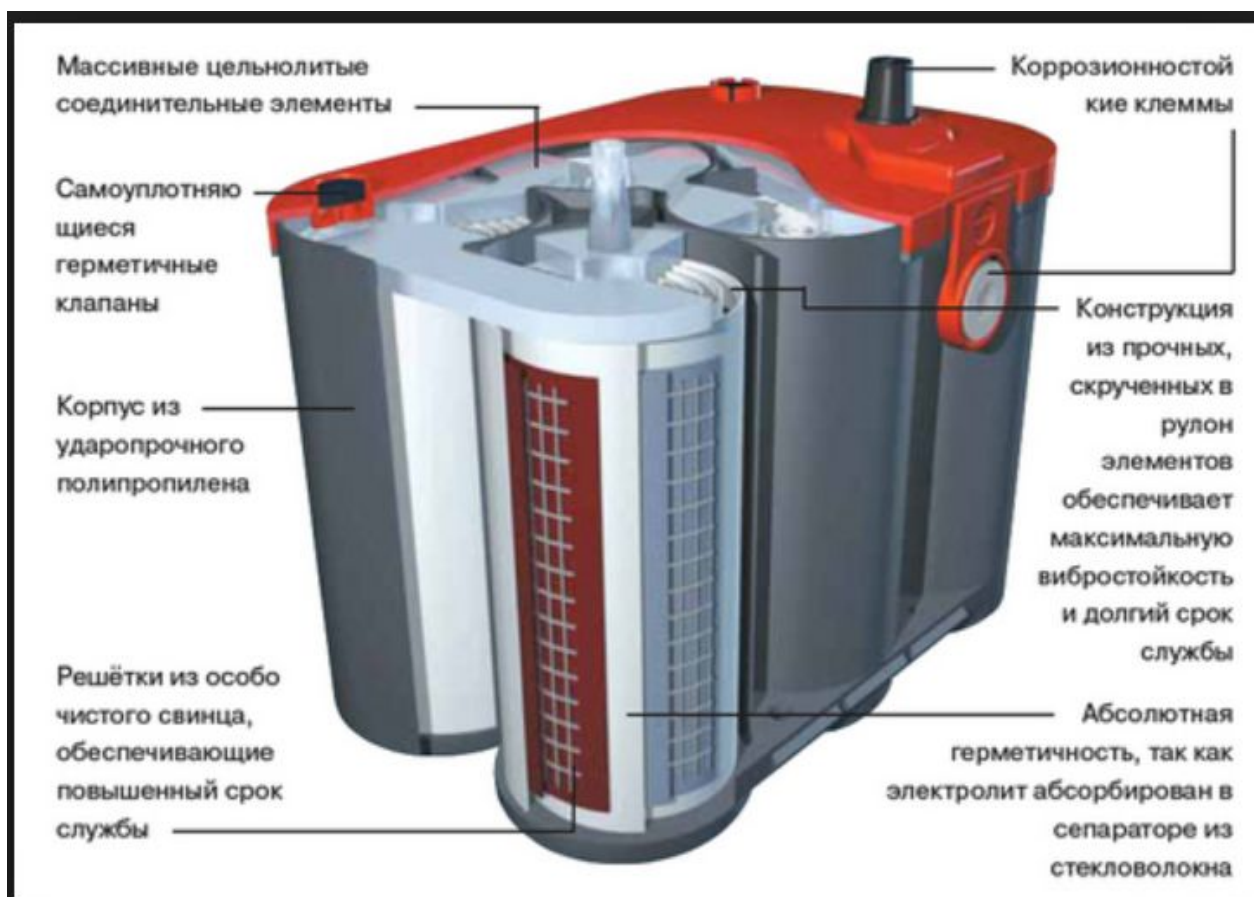
Благодаря особенностям конструкции и составу материалов пластин, сепараторов и электролита продукты электролиза воды - молекулы водорода и кислорода – в аккумуляторах данного типа рекомбинируют, превращаясь в молекулы воды и возвращаясь в состав электролита.

Гелевы  
е

AGM аккумуляторы



**GEL VRLA (SLA), или гелевые аккумуляторы** (электролит – гелеобразный) – подвид свинцово-кислотных необслуживаемых герметичных аккумуляторов, в которых иммобилизация электролита на пластинах достигается путем добавления к серной кислоте силиконового наполнителя





# AGM аккумуляторы

**AGM (Absorbent Glass Mat) — это технология изготовления свинцово-кислотных аккумуляторов, созданная инженерами Gates Rubber Company в начале 1970-х годов. Отличие батарей AGM - абсорбированный электролит, а не жидкий**

**AGM** - стекловолоконный пористый материал, из которого выполнен сепаратор, заполняющий пространство между пластинами аккумулятора. Сепаратор напитан, как губка, жидким электролитом (водным раствором серной кислоты). Такой конструкцией сепаратора достигается несколько целей:

- **высокое качество изоляции пластин;**
  - **усложняется выход за пределы капиллярной системы сепаратора газов, облегчается их рекомбинация с максимальной эффективностью (свыше 99% при нормальных условиях);**
  - **подвижность ионов в жидком электролите остается высокой, обеспечивая отличные динамические разрядные и зарядные характеристики;**
  - **легко обеспечивается ускоренный заряд величиной до  $0,3C^{10}$ , а кратковременно – до  $0,5C^{10}$ ;**
  - **умеренные требования к качеству зарядного напряжения (стабильность, пульсации);**
  - **температурные неоднородности выравниваются благодаря подвижности жидкого электролита внутри стеклокапиллярного материала;**
  - **электролит связан в сепараторе благодаря капиллярным эффектам, не вытекает за пределы сепаратора, аккумуляторы могут эксплуатироваться в любом положении (кроме перевернутого);**
  - **стекловолоконный сепаратор дополнительно фиксирует активный материал пластин, предотвращая их осыпание из-за коррозии в процессе эксплуатации.**
- Обеспечиваемые такой конструкцией и особенностью работы преимущества сделали аккумуляторы типа AGM одними из самых распространенных в мире.**



Принципиальная конструкция автомобильного аккумулятора Bosch с использованием технологии AGM

# Преимущества и недостатки

+

- надежность
- долговечность
- низкая стоимость производства
- возможность неоднократной переработки

-

- свинец - металл, опасный для окружающей среды
- длительный процесс заряда
- малая производительность при низкой температуре