

## Аккумуляторы

В широком смысле слова в технике под термином «Аккумулятор» понимается устройство, которое позволяет при одних условиях эксплуатации накапливать определенный вид энергии, а при других — расходовать ее для нужд человека.

Их применяют там, где необходимо собрать энергию за определенное время, а затем использовать ее для совершения больших трудоемких процессов. Например, гидравлические аккумуляторы, используемые в шлюзах, позволяют поднимать корабли на новый уровень русла реки.



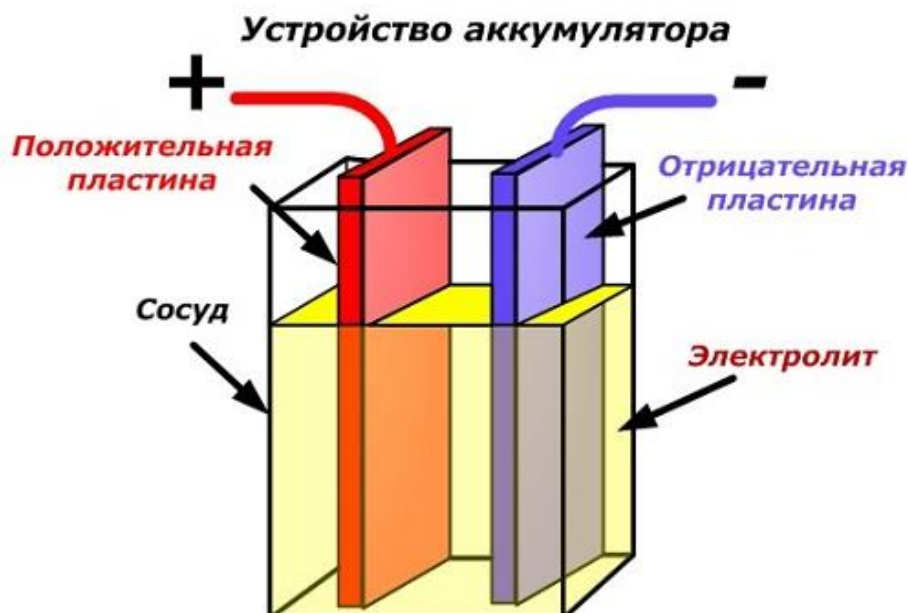
**Электрические аккумуляторы** работают с электроэнергией по тому же принципу: вначале накапливают (аккумулируют) электричество от внешнего источника заряда, а затем отдают его подключенным потребителям для совершения работы. По своей природе они относятся к химическим источникам тока, способным совершать много раз периодические циклы разряда и заряда.

Во время работы постоянно происходят химические реакции между компонентами электродных пластин с заполняющим их веществом — электролитом.

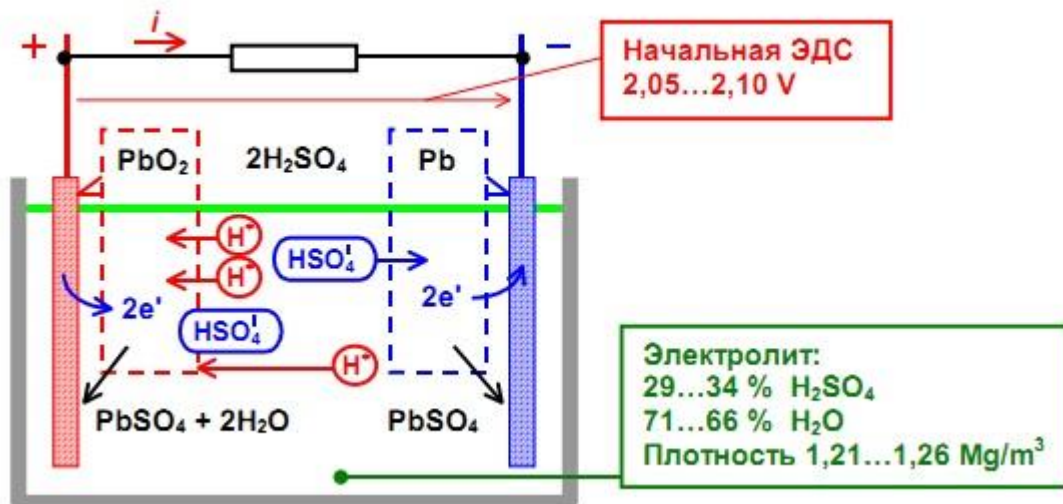
Принципиальную схему **устройства аккумулятора** можно представить рисунком упрощенного вида, когда в корпус сосуда вставлены две пластины из разнородных металлов с выводами для обеспечения электрических контактов. Между пластинами заливается электролит.

Между пластинами электродов, для предотвращения замыкания, вставляют сепараторы – пористые пластины, которые не препятствуют циркуляции электролита и не взаимодействуют с ним.

Отдельная пластина электрода – это решетка из металлического свинца, в которую впруссаван (намазан) реагент.



## Принцип действия



Принцип действия аккумулятора рассмотрим на примере свинцово-кислотного аккумулятора. Он основан на образовании разности потенциалов между двумя электродами, погруженными в электролит.

При подключении нагрузки (электротехнических устройств) к клеммам аккумулятора в реакцию вступают электролит и активные элементы электродов. Происходит процесс перемещения электронов, который, по сути, и является электрическим током.

**При разряде** аккумулятора (подключении нагрузки) губчатый свинец анода выделяет положительные двухвалентные ионы свинца в электролит. Избыточные электроны перемещаются по внешней замкнутой электрической цепи к катоду, где происходит восстановление четырехвалентных ионов свинца до двухвалентных. При их соединении с отрицательными ионами серного остатка электролита, образуется сульфат свинца на обоих электродах.

Ионы кислорода от диоксида свинца катода и ионы водорода из электролита соединяются, образуя молекулы воды. Поэтому плотность электролита понижается.

**При заряде** происходят обратные реакции. Под воздействием внешнего напряжения ионы двухвалентного свинца положительного электрода отдают по два электрона и окисляются в четырехвалентные. Эти электроны движутся к аноду и нейтрализуют ионы двухвалентного свинца, восстанавливая губчатый свинец. На катоде, путем промежуточных реакций, снова образуется двуокись свинца.

## Способы соединения аккумуляторов

### Параллельное соединение

Величина тока разряда, которую может выдержать одна банка, зависит от многих факторов, но в первую очередь от конструкции, примененных материалов и их габаритов. Чем значительнее площадь пластин у электродов, тем больший ток они могут выдерживать.

Этот принцип используется для параллельного подключения однотипных банок у аккумуляторов при необходимости увеличения тока на нагрузку. Но для заряда такой конструкции потребуется поднимать мощность источника. Этот способ используется редко для готовых конструкций, ведь сейчас намного проще сразу приобрести

необходимый аккумулятор. Но им пользуются производители кислотных АКБ, соединяя различные пластины в единые блоки.

### Последовательное соединение

Примером подобной конструкции служит широко распространенная автомобильная разработка на основе серной кислоты и свинцовых пластин-электродов.

Обычно в народе, особенно среди водителей транспорта, принято называть аккумулятором любое устройство, независимо от количества его составных элементов — банок. Однако, это не совсем правильно. Собранная из нескольких последовательно подключенных банок конструкция является уже батареей, за которой закрепилось сокращенное название «АКБ». Ее внутреннее устройство показано на рисунке.

### Устройство кислотной аккумуляторной батареи



### Виды аккумуляторов.

#### В качестве металла электродов могут встретиться:

- свинец;
- железо;
- литий;
- титан;
- кобальт;
- кадмий;
- никель;
- цинк;
- серебро;
- ванадий;
- алюминий
- некоторые другие элементы.

Они влияют на электрические выходные характеристики, а, следовательно, на область применения.

Способность выдерживать кратковременно большие нагрузки, возникающие при раскрутке коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания электродвигателями-

стартерами, характерна для свинцово-кислотных АКБ. Они широко используются в транспорте, источниках бесперебойного питания и системах аварийного электроснабжения.

Стандартные гальванические элементы (простые батарейки) обычно заменяют никель кадмиевыми, никель-цинковыми и никель-металлгидридными аккумуляторами.

А вот литий-ионные или литий-полимерные конструкции надежно работают в мобильных и компьютерных устройствах, строительном инструменте и даже электромобилях.

**По виду применяемого электролита аккумуляторы бывают:**

- кислотными;
- щелочными.

**Существует классификация аккумуляторов по назначению.**

Например, в современных условиях появились устройства, используемые для передачи энергии — подзаряда других источников. Так называемый **внешний аккумулятор** выручает владельцев многих мобильных устройств в условиях отсутствия переменной электрической сети. Он способен многократно заряжать планшет, смартфон, мобильник.

Все эти аккумуляторы имеют однотипный принцип работы и подобное устройство. Например, пальчиковая литий-ионная модель, представленная на рисунке ниже, повторяет во многом конструкцию рассмотренных ранее кислотных АКБ.

Здесь мы видим те же электроды-контакты, пластины, сепаратор и корпус. Только выполнены они с учетом других условий работы.



**Основные электрические характеристики аккумулятора**

На эксплуатацию устройства влияют параметры:

- ёмкость;
- плотность энергии;
- саморазряд;
- температурный режим.

**Ёмкостью** называют максимальный заряд у аккумулятора, который он способен отдать во время разряда до наименьшего напряжения. Её выражают в кулонах (система СИ) и ампер часах (внесистемная единица).

Как разновидность ёмкости существует «энергетическая ёмкость», определяющая энергию, отдаваемую при разряде до минимально допустимого напряжения. Она измеряется джоулями (система СИ) и ватт-часами (внесистемная единица).

**Плотность энергии** выражается соотношением количества энергии к весу или объему аккумулятора.

**Саморазрядом** считают потери ёмкости после заряда при отсутствии нагрузки на клеммах. Он зависит от конструкции и усиливается при нарушениях изоляции между электродами по многочисленным причинам.

**Температурный режим эксплуатации** влияет на электрические свойства и при серьезных отклонениях от указанной производителем нормы может вывести аккумулятор из строя. Жара и холод недопустимы, они влияют на протекание химических реакций и давление среды внутри банки.

## Судовые аккумуляторы



В судовых электростанциях аккумуляторные батареи резервируют электрическую энергию на случай отключения генераторов, обеспечивая при этом энергией сети аварийного освещения, радио- и телефонии, сигнализации, аварийного питания систем дистанционного управления главными дизелями, рулевого управления и станций сигнальных огней; аккумуляторы используются также для стартерного пуска дизелей.

Применение аккумуляторов вызвано необходимостью иметь постоянно готовый к действию источник энергии при аварийном режиме работы судовой электростанции, а также для питания электрических сетей, требующих постоянного напряжения.

### **Виды судовых аккумуляторов**

В зависимости от состава электролита аккумуляторы бывают кислотные и щелочные; щелочные в свою очередь разделяются на железо-никелевые, кадмиево-никелевые и серебряно-цинковые.

**Кислотные аккумуляторы** на судах используют главным образом в качестве стартерных, при пуске в ход дизелей.

Кислотные аккумуляторные батареи состоят из трех или шести последовательно включенных элементов, соединенных в одном блоке или ящике; их общее напряжение соответственно 6 или 12 В.

Каждая кислотная батарея имеет условное обозначение (маркировку). По маркировке можно определить номинальные ёмкость, напряжение, материал сепаратора и моноблока или бачка, а также месяц и год выпуска.

Кислотные аккумуляторы имеют сравнительно малое внутреннее сопротивление, поэтому их широко используют в судовых электростартерных установках. Однако в связи с падающей вольт-амперной характеристикой, зависящей от степени разряда, сравнительно слабой механической прочностью активной массы пластин и химически неустойчивыми соединениями с образованием в конечном итоге крупнозернистого сульфата свинца требуется тщательное соблюдение инструкции при их эксплуатации и хранении.

Ёмкость аккумуляторов зависит от плотности электролита.

Для каждого аккумулятора существует оптимальная плотность электролита (в пределах 1,2 - 1,3 г/см<sup>3</sup>) в зависимости от режима разряда, температуры электролита и пр. В начале эксплуатации аккумулятора ёмкость его несколько ниже той, которую он получает после нескольких циклов заряда и разряда, так как формирование пластин аккумуляторов заканчивается в процессе их эксплуатации. При правильной

эксплуатации ёмкость аккумуляторов остается в течение продолжительного времени неизменной, а затем вследствие постепенного выпадения активной массы из пластин, их сульфитации и увеличения саморазряда уменьшается. На рис. 1 приведены кривые, характеризующие работу кислотных аккумуляторов при различных условиях их разряда.

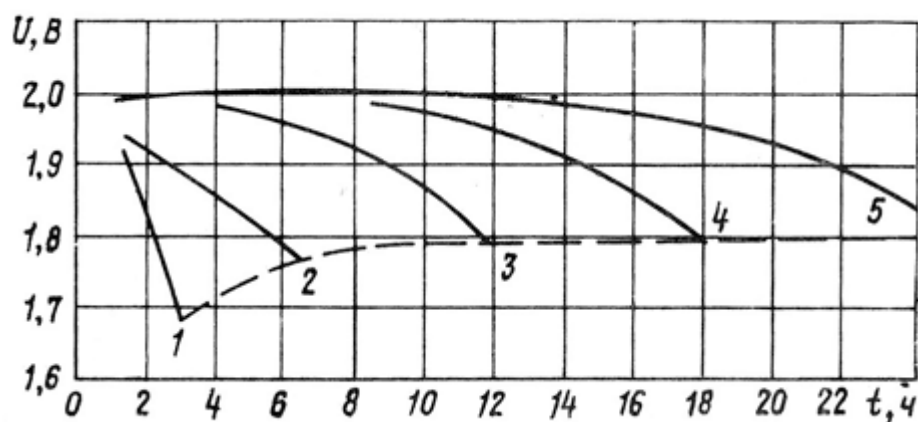


Рис. 1. График изменения напряжения на элементе кислотного аккумулятора типа СТК-180 в зависимости от времени разряда при режимах: 1 — 3-часовом; 2 — 6-часовом; 3 — 10-часовом; 4 — 18-часовом; 5 — 24-часовом

**Кадмиево-никелевые аккумуляторы** на судах находят применение для питания средств связи, сигнализации и для других целей.

**Щелочные аккумуляторные батареи** имеют значительные преимущества перед кислотными: возможность длительного хранения в полужаряженном и даже разряженном состоянии; большая перегрузочная способность по току и стойкость к коротким замыканиям; большой срок службы (в 3—4 раза больше, чем у кислотных аккумуляторных батарей); значительно большая механическая прочность; простота эксплуатации; несущественная зависимость ёмкости от разрядного тока.

Значительное внутреннее сопротивление кадмиево-никелевых и железоникелевых щелочных аккумуляторов ограничивает возможность их применения в стартерных установках вместо кислотных. Внутреннее сопротивление аккумуляторов определяется отношением напряжения к току разряда по характеристикам, указанным на рис. 2.

Размеры аккумуляторной батареи определяются ее напряжением и ёмкостью. Для повышения напряжения аккумуляторы включают последовательно, для увеличения емкости - параллельно.

В зависимости от назначения аккумуляторной батареи ее ёмкость и условия эксплуатации регламентируются Правилами Регистра.

Например, ёмкость аккумуляторной стартерной батареи для главных двигателей должна обеспечивать не менее 10 последовательных пусков дизеля от его холодного состояния без дополнительного подзаряда.

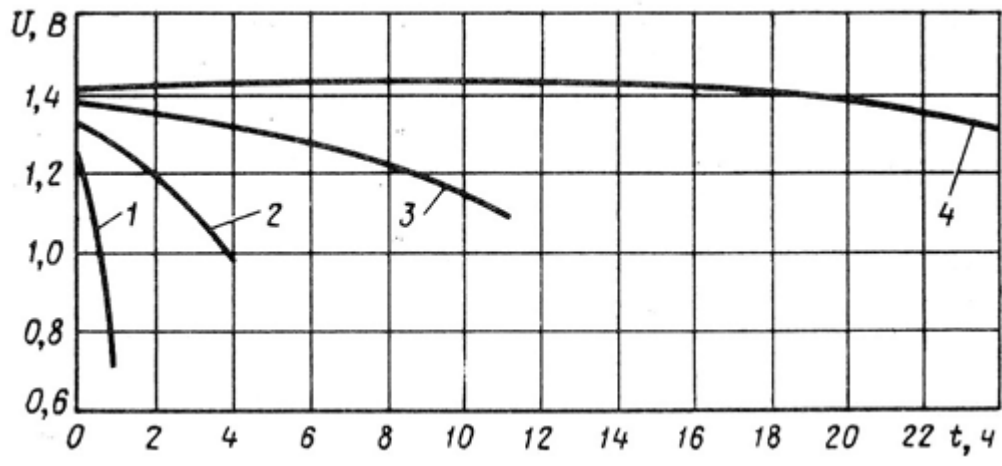


Рис. 2. Кривые изменения напряжения кадмиево-никелевого аккумулятора в зависимости от времени разряда при режимах: 1 — 2-часовом; 2 — 5-часовом; 3 — 10-часовом; 4 — 20-часовом

Стартерные аккумуляторные батареи могут заряжаться в буферном режиме от навешенных на дизели зарядных генераторов. Мощность этих генераторов должна быть достаточной для питания на ходу судна работающих приемников энергии и заряда батареи. Для заряда аккумуляторных батарей на судах, имеющих электростанцию на переменном токе, предусматривается зарядное устройство.