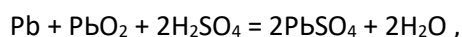


Большая советская энциклопедия (БСЭ), первое издание, **1926**, том 1, стр. 816-820 (раздел статьи АККУМУЛЯТОРЫ). *В отличие от других статей А.Н. Фрумкина в ранней версии БСЭ, эта статья содержит ряд очевидных неточностей – что связано, вероятно, с общим состоянием исследований источников тока в соответствующий период.*

АККУМУЛЯТОРЫ (лат. Accumulare — накапливать), приборы для накопления энергии с целью ее позднейшего использования. <Вводное определение ко всем частям статьи.>

1. Наибольшее значение имеют в технике **электрические А.** Чтобы выяснить, как функционирует электрический А., необходимо несколько остановиться на действии *гальванических элементов* (см.) вообще. Когда гальв. элемент работает, в нем происходит определенная химическая реакция, напр., в известном элементе Даниеля цинк переходит в раствор и осаждает из него медь; в газовом элементе водород соединяется с кислородом и дает воду. Энергия, к-рая освобождается при такой реакции, получается нами в виде энергии электрического тока, текущего в цепи. До тех пор пока идет реакция, будет течь и ток; когда же реагирующие вещества истрачены, ток прекращается: говорят, что элемент разрядился. Если теперь пропускать от внешнего источника напряжения через разряженный элемент ток в обратном направлении, то во многих случаях можно получить ту же реакцию в обратном направлении. Так, пропуская ток через воду, мы можем вновь разложить ее на водород и кислород. Такой процесс называется зарядкой элемента. При этом мы затрачиваем энергию извне для того, чтобы заставить химическую реакцию идти в направлении, обратном направлению самопроизвольного течения реакции. После того, как элемент заряжен, его можно вновь разрядить и т. д. Существенно только, чтобы элемент был обратим, т.е. чтобы при прохождении тока обратного направления химическая реакция шла в обратную сторону. Принципиально говоря, каждый обратимый элемент можно рассматривать как А. или вторичный элемент. На практике, однако, оказывается, что лишь в очень немногих случаях процессы разрядки и зарядки текут без осложнений и настолько гладко, чтобы было возможно их техническое использование. А. характеризуются следующими величинами: 1) емкостью при зарядке и разрядке, т.е. количеством электричества в ампер-часах, к-рое соответственно поглощается при зарядке и освобождается при разрядке, 2) напряжением на зажимах, 3) отдачей по емкости, т.е. отношением разрядной емкости к зарядной, 4) отдачей энергии или коэффициентом полезного действия, т.е. отношением количества энергии в ватт-часах, поглощенного при зарядке, к количеству, к-рое может быть получено при разрядке, 5) удельной емкостью, т.е. емкостью на единицу веса А. Коэффициент полезного действия всегда меньше, чем отдача по емкости, т. к. электрическая энергия равна произведению из количества электричества на величину напряжения, а последнее при зарядке всегда несколько выше, чем при разрядке. Очевидно, что для А. желательны высокая величина напряжения, коэффициента полезного действия и удельной емкости. Последняя величина приобретает особенное значение в том случае, когда А. должны быть использованы для средств передвижения, напр., для электрических автомобилей. Большое значение имеет конечно и цена А. В наст. время имеют практическое значение две системы А.: свинцовый А. и железо-никелевый А. **Свинцовый А.** в простейшем своем виде состоит из свинцовой пластины и пластины из перекиси свинца, погруженных в разбавленную серную кислоту. При разрядке А. происходит следующая реакция:

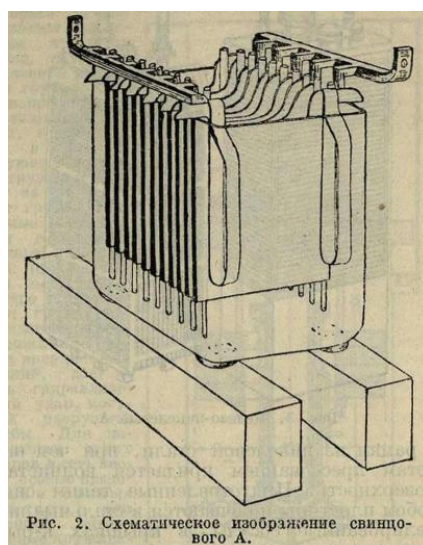
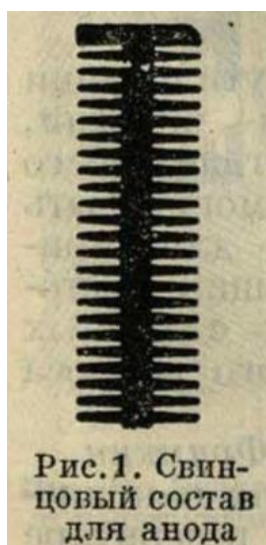


свинец и перекись свинца переходят в сернокислый свинец, а концентрация серной кислоты уменьшается. При зарядке А. та же реакция идет в обратном направлении.

Для того, чтобы уяснить себе, каким образом эта реакция может быть источником тока, нужно рассмотреть отдельно процессы, происходящие на катоде (отрицательном электроде) и аноде (положительном электроде). На катоде свинец (Pb) переходит в ион свинца (Pb⁺⁺), при этом

освобождаются два электрона, к-рые заряжают катод отрицательно. Ион свинца (Pb^{++}) встречает ион серной кислоты (SO_4^{--}) и дает трудно растворимый серноокислый свинец, к-рый выпадает из раствора. На аноде перекись свинца (PbO_2) в очень небольшом количестве растворяется в серной кислоте, образуя серноокислую соль четырехвалентного свинца $Pb(SO_4)_2$. Раствор этой соли содержит ионы свинца с четырьмя положительными зарядами (Pb^{++++}), эти ионы отнимают от анода два электрона и переходят в ионы Pb^{++} , к-рые дают с ионом SO_4^{--} опять таки $Pb(SO_4)_2$, второй же ион SO_4^{--} из $Pb(SO_4)_2$ освобождается. При этом анод заряжается положительно. Эти процессы идут до тех пор, пока отрицательный заряд катода не задержит дальнейший переход Pb в Pb^{++} , а положительный заряд анода — переход Pb^{++++} в Pb^{++} . Если же теперь соединить катод с анодом, т.е. замкнуть А., то в цепи потечет ток, заряды электродов нейтрализуются, и реакция будет идти до тех пор, пока свинец и перекись свинца не превратятся в серноокислый свинец. При зарядке А. все описанные процессы обращаются: на катоде ионы свинца восстанавливаются в металлический свинец, а на аноде они окисляются в перекись свинца. Неработающий А. также мало-по-малу разряжается, гл. обр., вследствие того, что растворяющаяся на аноде PbO_2 мало-по-малу диффундирует к катоду, и здесь происходит совершенно та же реакция, что и при работе А.; однако, вследствие крайне малой растворимости PbO_2 этот процесс идет лишь очень медленно.

А. может действовать только в том случае, если как свинцовая пластина, так и перекись свинца имеют пористое, губчатое строение и могут хорошо пропитаться серной кислотой. Техника изготовления свинцового А. и сводится к получению таких пластин. Первые свинцовые А. изготовлялись по способу Планте, путем продолжительного попеременного заряда и разряда двух свинцовых пластин, опущенных в серную кислоту. Фор усовершенствовал процесс формирования, нанося предварительно на пластины сурик. По применяемому ныне способу Тюдора, отливаемые из свинца с примесью сурьмы пластины снабжаются большим числом борозд (карманов), к-рые заполняются т. н. активной массой, состоящей из смеси окислов свинца, свинцовых опилок и серной кислоты (рис. 1). Изолированные друг от друга положительные и отрицательные пластины (число положительных пластин на единицу больше числа отрицательных) помещаются обыкновенно в сосуды из стекла, иногда из эбонита (большие типы помещаются в деревянных ящиках, выложенных свинцом), заполненные серной кислотой с удельным весом от 1,17 до 1,19 или от 21° до 23° по Боме (рис. 2).

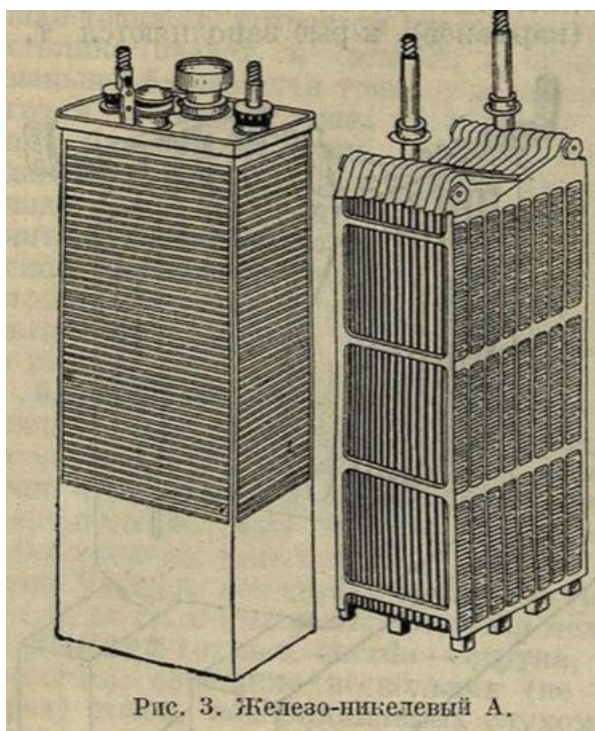


При первом длительном заряде происходит формирование пластин: на положительных пластинах образуется перекись свинца (PbO_2), а на отрицательных — губчатый свинец (Pb). При разряде концентрация раствора серной кислоты повышается. Емкость свинцовых А. равна приibl. 2V. Внутреннее сопротивление весьма невелико (внутр. падение напряжения — 2%). Напряжение

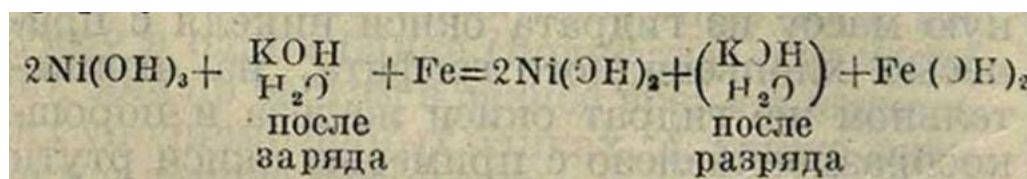
при заряде возрастает от 2,1 — 2,2 в начале до 2,6 — 2,7 в конце разряда; при разряде напряжение падает с 2,1 до 1,9 — 1,85 V, после чего разряд прекращают. Допускаемая сила тока зависит от размера поверхности пластин [1,2 — 1,8 А на дм² (6,45 см²)]. Коэфф. полезного действия зависит от силы разрядного и зарядного тока и колеблется от 0,75 до 0,84. А. соединяются в батареи.

Свинцовые А. имеют сравнительно большой вес: для стационарных А. — 1 кг общ. веса дает ок. 6 — 15 ватт-часов, для переносных 25 — 50 ватт-часов.

Железо - никелевый А. (рис. 3) имеет на положительном электроде активную массу из гидрата окиси никеля с примесью хлопьевидного графита, на отрицательном же гидрат окиси железа и порошкообразное железо с примесью окиси ртути — для достижения большей электропроводности



В качестве электролита применяется 21% раствор едкого кали. Активные массы электродов заключаются в пакетах для отрицательного электрода и в трубках для положительного, изготовляемых из тонких листов никелевой стали с очень маленькими отверстиями. Пакеты и трубки вставляются в рамки из никелевой стали, причем пакетам прессованием придается волнистая поверхность. Приготовленные таким способом пластины помещаются в стальные никелированные сосуды, в крышках к-рых имеются два отверстия: одно для наливания электролита или доливания воды, второе для автоматического выпуска газов, образующихся во время работы А. Химические процессы могут быть представлены для железо-никелевого А. в виде следующей формулы:



По сравнению с свинцовыми А., щелочные имеют следующие недостатки: 1) для получения батареи данного напряжения свинцовых А. требуется меньше, так как среднее рабочее

напряжение свинцового равно 1,9 V, щелочного же 1,2 V; 2) отдача щелочных А. по емкости и энергии ниже, чем у свинцовых; 3) стоимость щелочных А., отнесенная к емкости в ватт-часах при нормальном разряде выше, чем свинцовых. Достоинством щелочных А. являются: значительно большая прочность, нечувствительность к продолжительному недозаряду или перезаряду, нечувствительность к окружающей температуре, простота обращения с ним, безопасность в пожарном отношении и значит, больший срок службы.

Применения электрических А. очень разнообразны. На электрических станциях батареи А. служат для накопления энергии и последующей отдачи ее в сеть, когда машины не работают или в часы наибольшей нагрузки. Далее, батареи А. служат источником электрической энергии для обеспечения, в случае внезапного перерыва в работе центральной станции, предприятий, работа на которых не может быть прервана, а на гидро-электрических установках для использования водяной силы в ночное время. А. применяются также на телефонных и телеграфных станциях, в электрических автомобилях и поездах, подводных лодках, для освещения вагонов ж. д. и для карманных фонарей. Проблему легкого и дешевого А. до сих пор нельзя считать технически разрешенной. Между тем, постройка такого А. имела бы огромное значение как для электрификации наших средств сообщения, так и для утилизации таких природных источников энергии, которые как, напр., ветер, вследствие своего непостоянства лишь с трудом могут быть непосредственно использованы для приведения в движение наших машин. Естественно поэтому, что попытки с разных сторон подойти к решению этого вопроса все время продолжаются.

К. Круг и А. Фрумкин.