

УДК 621.355.9

ИСТОРИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Артемов Г.И., студент группы ИСт-212, II курс
Кузнецова А.Д., студент группы ТХТ-211, II курс
Андреев В.А., старший преподаватель каф.ОЭ

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева»
г. Кемерово

В современной жизни мало кто не пользуется батарейками или аккумуляторами разных форм и размеров. Те же смартфоны в качестве источника питания используют аккумуляторы, которые множество раз способны вновь заряжаться, аккумуляторы, используемые в автомобилях - АКБ. В общем аккумуляторы и батарейки входят в множество химических источников тока, первоначальные версии которых были изобретены человеком уже около двух столетий назад и со временем развивались.

Химическим источником тока является источник электродвижущей силы (ЭДС), в котором энергия протекающих в нём химических окислительно-восстановительных реакций (ОВР) непосредственно превращается в электрическую энергию [1].

На рисунке 1 изображен медно-цинковый гальванический элемент. Это две пластинки - медная и цинковая, соединенные проводником (например, медной проволокой), находящиеся в растворах своих солей, разделенных мембраной. Принцип его работы построен на разности потенциалов меди и цинка. В раствор сульфата цинка с цинковой пластинки переходят катионы цинка (анод, соответственно, растворяется). Избыток электронов с цинковой пластинки устремляется по проводу к медной пластинке, на которой осаждаются ионы меди. Это движение электронов происходит упорядоченно и является электрическим током.

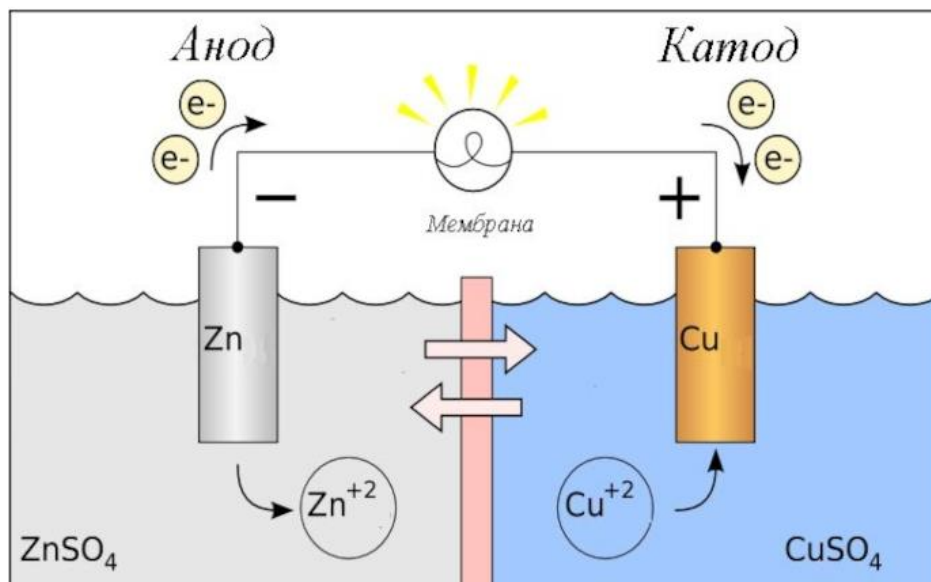


Рисунок 1 - Схема гальванического элемента Даниэля-Якоби [5].

По возможности или невозможности повторного использования ХИТ делятся на: первичные - гальванические элементы, вторичные - электрические аккумуляторы, топливные элементы - электрохимические генераторы. Первичные ХИТ практически невозможно перезарядить - в них происходят необратимые реакции. Например, в щелочной цинково-марганцевой батарее, в которой заряд переносят гидроксид-ионы (OH^-), когда оксид марганца восстанавливается полностью или если весь цинк окисляется, то батарейка больше не будет работать. Если попытаться её зарядить, то вода в электролите начнет распадаться на кислород и водород (а это может привести в том числе к взрыву батарейки!). Вторичные ХИТ являются перезаряжаемыми гальваническими элементами. Их с помощью внешнего источника тока (то есть зарядного устройства) можно перезарядить для дальнейшего использования (запустить обратную реакцию). Электрохимические генераторы — это устройства, которые подобны гальваническому элементу, но с тем отличием, что вещества для электрохимической реакции подаются в него извне. Продукты же реакции из него непрерывно удаляются. Так что подобные генераторы могут работать непрерывно, пока есть реактивы [1].

Деление элементов на первичные и вторичные при этом довольно условно. Всё же можно заряжать, например, щелочные батарейки, однако эффективность этой подзарядки будет очень низкой [1].

По типу используемого электролита ХИТы делятся на солевые (например, цинк-хлорный аккумулятор), щелочные (например, никель-цинковый аккумулятор) и кислотные (например, свинцово-плавиновый элемент) [1].

В 1938 году Вильгельм Кёниг, археолог и по совместительству - директор Багдадского музея, обнаружил странный артефакт, который представлял собой глиняный сосуд, в котором находился запаянный медный цилиндр, разделенный заржавевшим железным стержнем, и между ними находился диэлектрик. Данная конструкция напоминала батарейку. А также, предположи-

тельно, эта электрохимическая ячейка использовалась для электрохимического золочения. Из этого можно сделать вывод, что очень давно человечество уже знало, что из себя представляет химический источник тока, но систематические исследования сущности процессов, происходящих внутри них, начались гораздо позже [2, 6].

В XVIII веке, в «Трактате о силах электричества при мышечном движении» было описано знаменитое открытие. Его сделал Луиджи Гальвани - итальянский анатом, врач, физиолог и физик. Сами явления, открытые им, долгое время назывались в честь него - «гальванизмом». Гальвани решил потыкать в лягушку скальпелем, используя при этом электрофорную машину (источник статического электричества), а также прикладывал к лапке мертвого животного две металлические пластинки. Его заинтересовала способность мертвого двигательного аппарата проявлять жизненные сокращения под влиянием электричества. Как позже указал Вольт, в факте вздрагивания лапки лягушки при электрическом разряде с точки зрения физики не было ничего необычного, но Гальвани подошел к факту не как физик, а как физиолог. Таким образом он стал одним из основателей электрофизиологии и учения об электричестве [3].

В 1800 году итальянский ученый Алессандро Вольт изобрел первый химический источник тока, который стал называться «элемент Вольты». Это сосуд, содержащий серную кислоту, в который опущены цинковая и медная пластины с проволочными токовыводами. Затем он собрал батарею из данных элементов, которая была названа «вольтовым столбом» [1].

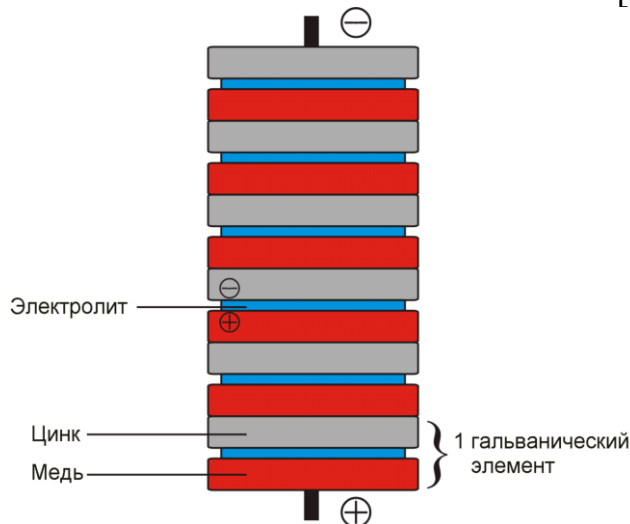


Рисунок 2 - Вольтов столб [1]

Впоследствии данное изобретение использовали другие ученые в своих исследованиях. Таким образом, английский химик Джон Даниель в 1836 году успешно усовершенствовал элемент Вольты, поместив в раствор серной кислоты медный и цинковый электроды. Эта конструкция стала называться «элементом Даниеля» [1, 3].

Стоит отметить элементы, которые используются и по сей день, хотя были изобретены уже достаточно давно. Это такие элементы, как свинцово-

кислотный аккумулятор, «элемент Лекланше», сухой «элемент Лекланше» - «Columbia» и серебряно-цинковая батарея, которая была изготовлена в Лондоне в 1840 году. Свинцово-кислотный аккумулятор является элементом аккумуляторной батареи, которая обычно используется в автомобилях. Элементы Лекланше массово используются в солевых батарейках различных устройств, в частности бытовых [1].

Вольта послал в марте 1800 года письмо президенту Лондонского королевского общества Джозефу Бэнксу, так как потерял интерес к исследованию и отошёл от научной работы. В письме Вольта описал различные конструкции своих источников электричества, которые были названы в память о Гальвани - гальваническими. Письмо Бэнкс передал своим коллегам: президенту Королевского колледжа хирургов Энтони Карлайлу и физику и химику Уильяму Николсону. И уже через месяц они по описанию Вольты изготовили батарею из 17, а потом из 36 последовательно соединенных цинковых кружков и монет в полкроны. Между ними помещались картонные прокладки, которые были пропитаны водой с растворенной в ней солью [4].

Около контакта медного проводника и цинка выделялся водород. Это в ходе опытов определил Николсон. В сентябре 1800 года Иоганн Риттер - немецкий физик собрал газ с другого электрода батареи, выделяющийся при электролизе воды. Это оказался кислород. В том же году английский химик Уильям Крукшенк расположил медные и цинковые пластинки в длинном горизонтальном ящике — при этом легко было заменять отработанные цинковые электроды. Чтобы зря не расходовать цинк, в нерабочее время электролит сливали. Электролитом вначале служил раствор хлорида аммония. Но затем Крукшенк заменил его разбавленной кислотой. Фарадей же рекомендовал смесь слабых растворов азотной и серной кислот, так как с таким электролитом цинк медленно растворяется с выделением мелких пузырьков водорода. ЭДС одного элемента батареи составляло 0,5 В [4].

Водород на цинке выделяется потому что данный электрод поляризуется, вследствие чего понижается потенциал элемента и увеличивается внутреннее сопротивление. Уильям Стерджен, электротехник и британский физик, а также создатель первого электромагнита, решил амальгамировать цинковые пластины, чтобы предотвратить данное явление. В 1840 году Альфред Сми, английский врач, заменил медный электрод на серебряный, который был покрыт шероховатым платиновым слоем. Данное решение ускоряло выделение из раствора водорода и увеличивало ЭДС. Такие батареи широко использовались в гальванотехнике. Метод получения электролитическим путем копий в металле разработал Мориц Герман (Борис Семенович) Якоби в 1838 году. Таким методом гальванопластики изготовили скульптуры на Исаакиевском соборе в Петербурге [4].

Уильям Хайд Волластон, известный английский медик и химик, собрал одну из лучших батарей своего времени. В каждом элементе имелся цинковый электрод, который был окружен с трех сторон медным электродом с малым зазором, через который водород выделялся в воздух [4].

Английский физик Гемфри Дэви (1778–1829) проводил опыты с батареей, которую ему подарил Вольта. Потом он начал изготавливать мощные конструкции (батареи) самостоятельно, из цинковых и медных пластин, которые были разделены водным раствором аммиака. Его первая конструкция состояла примерно из 60 таких элементов. Спустя несколько лет он собрал более мощную и большую батарею из тысячи элементов. Гемфри Дэви с помощью своих батарей смог впервые получить такие металлы, как натрий, калий, литий и так далее. А в виде амальгамы - стронций и магний.

Василий Владимирович Петров (1761–1834) создал одну из самых больших батарей. Она была создана из 4200 цинковых и медных пластин и была расположена в деревянных ящиках. Батарея состояла из 4-х рядов по 3 м длиной, которые были последовательно соединены скобами из меди. В теории данная батарея могла выдавать около 2500 В, но в реальных условиях выдавала всего-лишь 1700 В. Благодаря данной батарее, Василий Владимирович провел много опытов: электрическая дуга, разложение различных веществ с помощью тока. Батарею было очень тяжело обслуживать, ведь пластины во время опытов окислялись, поэтому их нужно было регулярно чистить. За час один человек может почистить примерно 40 пластин. Если бы батарею обслуживал один человек, то работая 8 часов в день он бы потратил примерно 2 недели, чтобы батарея была готова к следующим опытам.

Немецкий химик Фридрих Вёлер (1800–1882) создал самый необычный гальванический элемент. В 1827 году он нагревал калий и хлорид алюминия, и в результате получил металлический алюминий, в виде порошка. Чтобы получить алюминий в виде слитка, он потратил 18 лет. Элемент Вёлера состоял из двух электродов, причем оба были алюминиевыми. Один был погружен в раствор гидроксида натрия, а другой — в азотную кислоту. Солевой мостик соединял сосуды с растворами [4].

В современной жизни очень важны для человека его устройства: сенсорный телефон, умные часы, портативные колонки, ноутбуки и т.д. В них используются литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы [7].

В заключение можно сказать, что распространённость химических источников тока в нашей жизни велика. Современные аккумуляторы могут поспорить со многими источниками тока в своей эффективности и, особенно, удобстве.

Список литературы:

1. Химический источник тока [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Химический_источник_тока (Дата обращения 21.02.2023).
2. Эволюция источников тока [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://fiop.site/press-tsentr/smi-o-fonde/20190418-postnauka-evolyutsiya-istochnikov-toka/> (Дата обращения 21.02.2023).
3. Луиджи Гальвани [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гальвани,_Луиджи (Дата обращения 21.02.2023).
4. Химические источники тока в XIX веке [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/433510/Ot_Volty_do_Gassnera_ili_Khimicheskie_istochniki_toka_v_XIX_veke (Дата обращения 22.03.2023).
5. Презентация на тему Окислительно-восстановительные равновесия и процессы [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://thepresentation.ru/himiya/okislitelno-восстановительные-ravnovesiya-i-protssessy> (Дата обращения 23.03.2023)
6. Современные электрохимические источники тока. Монография [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1963913#5 (Дата обращения 23.03.2023)
7. Эволюция аккумуляторов для мобильных устройств [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.svyaznoy.ru/reviews/text_evolyuciya_akkumulyatorov_dlya_mobilnyh_ustroystv (Дата обращения 23.03.2023)