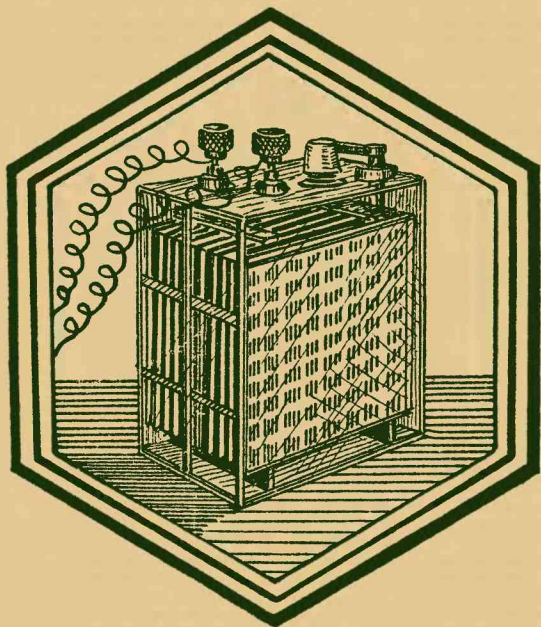


Г. ЕМЦОВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АККУМУЛЯТОРЫ



Изд. „КРАСНОЙ ГАЗЕТЫ“
ЛЕНИНГРАД
1927

ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА
„НАУКА и ТЕХНИКА“

Вып. 23 (44)

Г. ЕМЦОВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АККУМУЛЯТОРЫ

ИЗД. „КРАСНОЙ ГАЗЕТЫ“
Л Е Н И Н Г Р А Д
1 9 2 7



Ленинградский Облит № 52432.
Заказ № 1976.

Тираж 20.000 экз.

ИСТОРИЯ.

Первые опыты, показавшие возможность аккумулировать, т.е. скоплять электрическую энергию, были произведены вскоре после открытия итальянским ученым Вольтой явления гальванического электричества. В 1801 году французский физик Готеро, пропуская через воду посредством платиновых электродов ток, обнаружил, что после того, как ток через воду прерван, можно, соединив между собой электроды, получить кратковременный электрический ток. Ученый Риттер проделывал затем тот же опыт, употребляя вместо платиновых электродов электроды из золота, серебра, меди и т. д. и отделяя их друг от друга кусками сукна, пропитанными растворами солей, он получил первый вторичный, т.е. способный отдавать запасенную в нем электрическую энергию, элемент. Первые попытки создать теорию такого элемента были сделаны Вольтой, Марианини и Бекерелем, которые утверждали, что действие аккумулятора зависит от разложения электрическим током растворов солей на кислоту и щелочь и что эти последние затем, соединяясь, дают снова электрический ток. Эта теория была разбита в 1926 году опытами Деряжина, который первый применил в аккумуляторе подкисленную воду. Подкисленная вода при прохождении тока разлагается, очевидно, на кислород и водород, и этому разложению элемент и обязан своим последующим действием. Это положение блестяще доказал Грове, построив свой знаменитый газовый аккумулятор, состоящий из пластин, опущенных в подкисленную воду и окруженных в верхней части: одна — водородом и другая — кислородом. Однако, аккумулятор в таком виде был очень непрактичен, так как для запасаения больших количеств электричества требовалось хранить очень большое количество газов, которые занимали большой объем. Большое практическое усовершенствование в развитии аккумуляторов было внесено в 1859 году Гастоном Планте, который в результате длинного ряда опытов пришел к типу аккумулятора, состоящего из свинцовых пластин с большой поверхностью, которые при зарядке током покрывались окисью свинца, а выделяя кислород и жидкость, отдавали

электрический ток. Планте брал две полосы из листового свинца, прокладывая между ними полосы сукна и сворачивал полосы вокруг круглой палки. Затем получившийся сверток он стягивал резиновыми кольцами и ставил в сосуд с подкисленной водой. При многократном зарядании и разрядании такого аккумулятора, на поверхности пластин образовывался активный действующий слой, который участвовал в процессе и придавал элементу большую емкость. Однако, необходимость очень большого числа зарядов и разрядов аккумулятора Планте для придания ему некоторой емкости, очень сильно удорожало стоимость аккумулятора и затрудняло его выработку. Следующим усовершенствованием, приведшим аккумулятор к его современному виду, было применение в 1880 году Камиллом Фором решетчатых свинцовых пластин, ячейки решеток которых были набиты специально приготовленной массой, изготовленной заранее. Этот процесс сильно упростил и удешевил изготовление аккумуляторов, сведя формовку аккумулятора к очень непродолжительному процессу. Дальнейшие усовершенствования в истории свинцовых аккумуляторов шли уже по пути улучшения примененного Фором способа заполнения и формовки решетчатых пластин, не внося резких изменений в конструкцию аккумулятора.

Параллельно с развитием свинцовых аккумуляторов, обладающих рядом крупных и неустраняемых недостатков, как, например, большой вес на единицу емкости, невозможность сохранения без порчи в разряженном состоянии и т. д., шла разработка возможностей применения для изготовления аккумуляторов и других металлов, кроме свинца. Простейшим из этих аккумуляторов, но и обладающим рядом недостатков, является элемент Лаланда, описанный в книге «Гальванические элементы» (Научно-Популярная Библиотека журнала «Наука и Техника», вып. 10 (31, стр. 28 и след.). При пропускании через «отработавший» элемент Лаланда тока в обратном нормальном направлении, восстановившаяся медь превращается в окись меди, жидкость восстанавливает свои свойства, а на цинковом электроде осаждается цинк в виде рыхлой массы или порошка. Последнее обстоятельство и мешает применению элемента Лаланда в качестве аккумулятора, так как осевший цинк держится на электроде очень непрочно, легко отделяется от него и не дает хорошего контакта. Большим преимуществом этого элемента является его незначительный вес на единицу емкости, по сравнению со свинцовым аккумулятором. Работа над усовершенствованием этого аккумулятора была

проделана многими учеными, как Ренье, Сомелином, Дарриусом и др, и в 1901 году новый тип несвинцового аккумулятора был запатентован одновременно Эдиссоном и Юнгнером. Этот аккумулятор состоит из двух систем пластин, содержащих одна окись железа, а другая черную окись никкеля, опущенных в 20% раствор едкой щелочи, обычно едкого кали, с прибавлением 0,5 — 1% едкого ли-

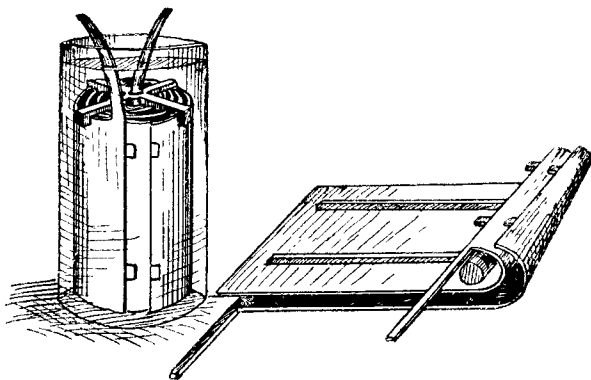


Рис. 1. Аккумулятор Планте.

тия. Элементы Эдиссона и Юнгнера получили широкое применение в тех случаях, когда необходим малый вес и неприхотливость аккумуляторов к зарядке, так как они могут стоять как угодно долго в разряженном состоянии. Вытеснить свинцовые аккумуляторы они, однако, не смогли как благодаря их высокой цене, так и вследствие малой отдачи и низкого напряжения, даваемого ими. Таким образом, железониккелевым аккумуляторам отведено, большое место во всех переносных и подвижных установках, в то время как за свинцовыми аккумуляторами остается широкое поле применения в стационарных установках, где большую роль играет экономия.

ТЕОРИЯ ДЕЙСТВИЯ СВИНЦОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.

В действии аккумулятора принимает участие, как сказано, не целиком вся масса пластин, погруженных в раствор серной кислоты, а лишь активная масса. По новейшим воззрениям, в полностью заряженном аккумуляторе активная масса отрицательных пластин состоит из весьма рыхлого

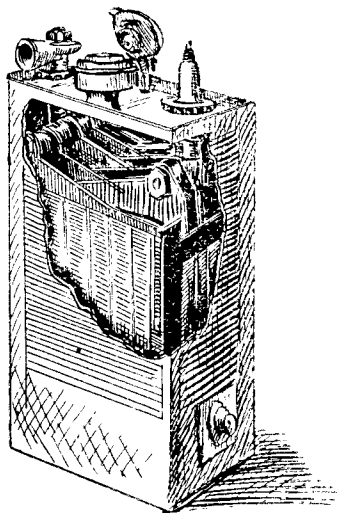


Рис. 2. Железоникелевый аккумулятор Эдиссона.

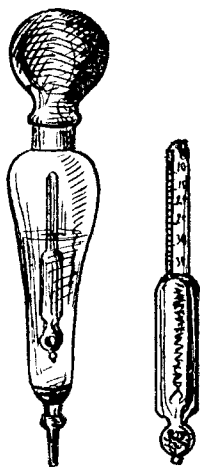


Рис. 3. Ареометр. Внизу в расширение трубки налита ртуть для устойчивости. Рис. 4 (слева). Ареометр в трубке с резиновой грушей.

осадка металлического свинца, а положительных пластин — из пятиоксида свинца. По мере протекания через элемент разрядного тока масса положительных пластин отдает часть своего кислорода и превращается в перекись свинца—

соединение, содержащее меньшее количество кислорода, чем пятиокись, а отрицательная масса соединяется с серной кислотой и дает полосульфат (сернокислую закись) свинца, т. е. соединение двух частиц свинца с одной частицей серной кислоты *). Разность потенциалов между электродами в заряженном аккумуляторе достигает 2 — 2,2, вольт, а по мере разряда падает, сначала очень медленно, затем к концу

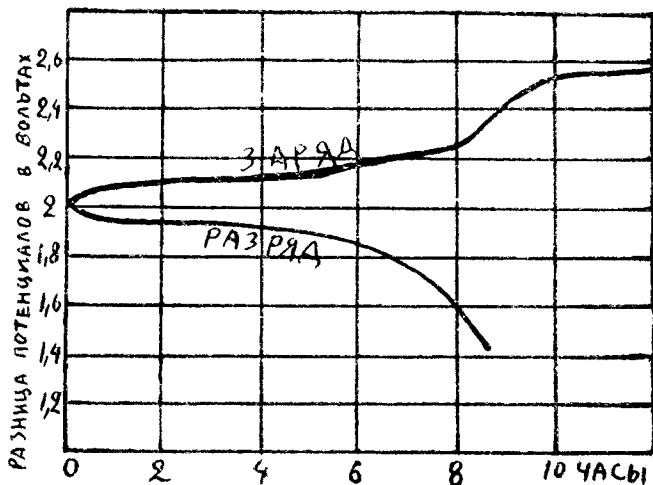


Рис. 5. Изменение напряжения на аккумуляторе во время зарядки и разрядки.

разряда, после достижения 1,8 — 1,7 вольт, очень быстро. Плотность раствора серной кислоты, во время разряда аккумулятора также не остается постоянной, а падает, так как

*) Для знающих химию приводим химическую формулу реакции.



во время разряда серная кислота соединяется со свинцом отрицательной пластины. При зарядке аккумулятора, производящемся пропуском через него тока, все упомянутые явления происходят в обратном порядке. Напряжение на электродах аккумулятора постепенно растет, а плотность раствора увеличивается. Химические реакции проходят также в обратном порядке. Прохождение тока

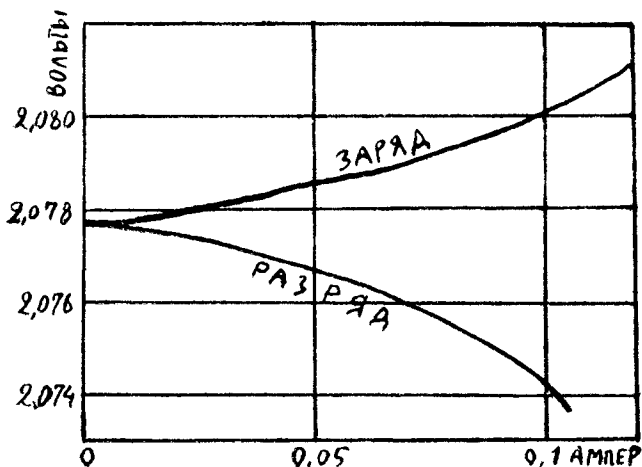


Рис. 6. Изменение напряжения в зависимости от силы разрядного или зарядного тока.

отнимает с отрицательной пластины частицы серной кислоты, оставляя чистый губчатый свинец, а на положительный электрод наносит частицы кислорода, образуя перекись свинца. Мы видим, что при зарядке и разрядке аккумулятора в нем происходят следующие изменения: напряжение повышается или понижается, плотность раствора серной кислоты также растет или падает, и происходят химические изменения состава пластин. В разряженном аккумуляторе отрицательные пластины, состоящие из полусульфата свинца, имеют темно-серый цвет; во время зарядки, полусульфат свинца, превращаясь в губчатый свинец, принимает более светлый серый цвет. Положительная пластина, имеющая в разряженном состоянии темно-коричне-

вый цвет перекиси свинца, покрывается при заряде пятикисью свинца, имеющей черный цвет. Однако, судить по цвету пластин о степени зарядки аккумуляторов нельзя, так как этот способ является слишком неточным и может давать лишь очень грубые указания. Часто применяемый способ проверки состояния аккумулятора измерением на-

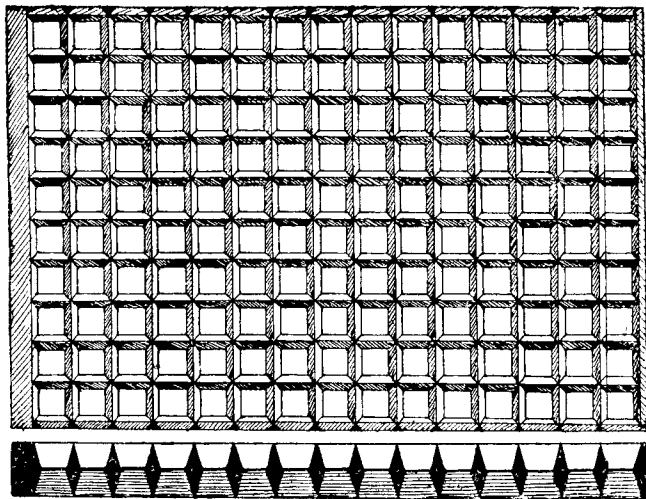


Рис. 7. Свинцовая решетка для пластины нормального аккумулятора.

пряжения помощью вольтметра дает гораздо более точные результаты, но при одном обязательном условии: напряжение, даваемое аккумулятором нужно мерить в то время, когда аккумулятор нагружен, т.е. когда его разряжают, беря ток. Иначе показания вольтметра окажутся неверными и не дадут никакого представления о состоянии аккумулятора. Третий способ определения состояния аккумулятора— измерение плотности жидкости в элементе — дает наилучшие результаты, давая определенные указания и при разряде аккумулятора, и при стоянии его без тока. Для из-

мерения плотности (или удельного веса) электролита обычно употребляются ареометры — стеклянные поплавки со шкалой, по величине погружения которых в жидкость можно определять плотность жидкости, читая ее по шкале (см. вып. 38 Попул. Библ. Науки и Техники» «Химик-Любитель». Специально для работы с аккумуляторами употребляется очень удобный тип ареометров, в которых поплавков находится в стеклянной трубке, соединенной с резиновой грушей. Опуская конец трубки в жидкость аккумулятора, мы посредством груши насасываем в трубку некоторое количество жидкости и по ареометру можем определить ее плотность. Особенно удобно это приспособление при ра-

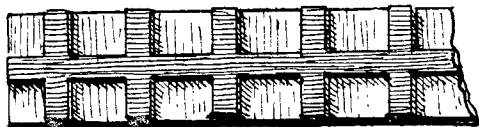


Рис. 8. Разрезы через пластину «поверхностного» аккумулятора.

боте с переносными аккумуляторами в эбонитовых сосудах или деревянных ящиках, куда нельзя опустить ареометр и сквозь стенки которых не видно внутренности ящика. Следить за состоянием свинцового аккумулятора особенно важно не только потому, что разряженный аккумулятор не годен к работе, но также и вследствие того, что аккумулятор очень быстро портится и приходит в негодность при стоянии в разряженном состоянии. Закисный сульфат свинца, который покрывает разряженные отрицательные пластины, окисляется и соединяется с серной кислотой в нормальный сульфат (серно-кислую окись) свинца, покрывающий белым налетом пластины аккумулятора. Этот налет, нерастворимый в электролите аккумулятора, очень мешает действию аккумулятора, так как обладает очень малой электропроводностью, и не пропускает электриче-

ство сходить с пластин в жидкость или наоборот. Удалить этот налет с пластин без вреда аккумулятору почти невозможно, поэтому лучше не допускать на аккумулятор до сульфатирования (т.е. образования сульфата), для чего необходимо только следить за аккумулятором и заряжать его, как только он разряжен, не давая ему стоять разряженным.

Обычно аккумулятор состоит из стеклянного, эбонитового или целлуидного сосуда (иногда для больших ста

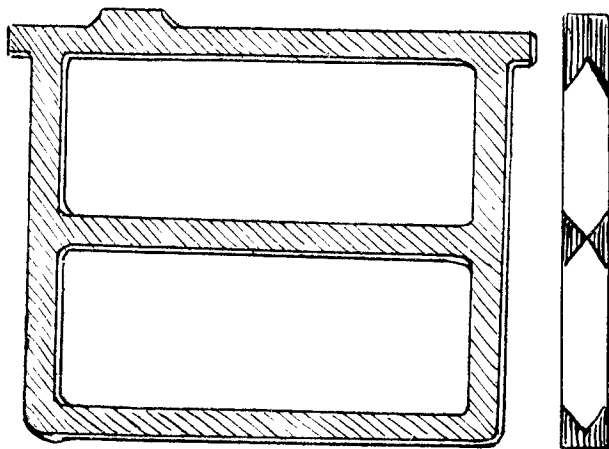


Рис. 9. Свинцовая рамка, в которую впрессовывается активная масса в аккумуляторе.

ционных аккумуляторов сосуды делаются из дерева и выкладываются изнутри свинцом), в котором установлены в чередующемся порядке положительные и отрицательные пластины (обычно отрицательных берут на одну больше), погруженные в водный раствор серной кислоты, плотность которого в заряженном аккумуляторе должна быть 1,22 до 1,24 (от 26 до 28 градусов по Боме). При разряде плотность кислоты падает до 1,17 — 1,21 (до 20 — 25° Б), в зависимости от количества кислоты в аккумуляторе. В переносных аккумуляторах, для которых важен легкий вес, берут более

крепкий раствор кислоты уд. в. 1.285 (32° Б), низводя его количество до 12 куб см на 1 ампер час емкости аккумулятора. Нормально же берут 40—100 куб. см. раствора указанной выше крепости на 1 ампер-час емкости аккумулятора.

Пластины современных аккумуляторов делаются трех типов, в зависимости от условия работы аккумуляторов. Пластины, предназначенные для нормальной работы, при условии разряда не менее чем в течение 10 часов, делаются в виде решеток с ячейками около 1—2 см в поперечнике, отлитых из чистого свинца с прибавлением для прочности 5—10% сурьмы. Содержание олова в пластинах очень вредно, так как сильно увеличивает саморазряд аккумуляторов. Примеси железа, меди и др. металлов также вредны. Ячейки пластин набиваются массой, приготовленной из окислов олова (сурика и глета), замешанных в кашу с раствором серной кислоты. В процессе такой «формовки» аккумулятора окислы свинца превращаются в те соединения, которые необходимы для работы. Заполненные массой пластины помещают в сосуд, заливают раствором серной кислоты, формуют и в переносных аккумуляторах заливают сверху сосуд смолой, оставив отверстие для смены жидкости и выпуска газов, затыкаемое пробкой. В стационарных аккумуляторах обычно жидкость сверху ничем не покрывается.

Пластины аккумуляторов, предназначенных для быстрого разряда (напр., в течение 1 часа) и сильных токов (например, стартерные автомобильные аккумуляторы), напоминают по идее пластины аккумулятора Планте; активная масса на них не наносится, а активный слой образуется в результате продолжительной формовки заряданием и разряданием. Такие пластины делаются с очень большой поверхностью, что достигается отливкой на пластинах очень узких и глубоких желобков: развитие поверхности, т.-е. отношение полной поверхности всех желобков к площади пластины, достигает 12 и даже у пластин некоторых фабрик 15. Большая поверхность способствует достижению больших емкостей при непродолжительной формовке, а малая толщина прочно держащегося слоя дает возможность брать от аккумулятора сильные токи, не боясь коробления пластин и выпадения активной массы. Однако, благодаря тому, что необходимо иметь всю пластину из свинца, на котором находится лишь тонкий слой активного вещества, вес таких аккумуляторов непомерно велик.

Кроме того, саморазряд и сульфатация на таких аккумуляторах сказываются очень резко

Прямой противоположностью предыдущему является тип «массовых» пластин, состоящих из легкой свинцовой рамки, все пространство внутри заполнено активной массой. Такие пластины обладают очень большой емкостью на единицу веса, мало подвержены саморазряду и сульфатации и долго держат заряд. Все же они обладают и большими недостатками: именно малой прочностью пластин, способностью крошиться и коробиться при прохождении сильного тока. Для установок, потребляющих ток малой силы, аккумулятор из таких пластин оказывается самым подходящим.

СВОЙСТВА СВИНЦОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.

Как было уже сказано, свинцовые аккумуляторы представляют собой так наз. вторичные элементы, т. е. элементы, способные отдавать энергию, которой их зарядили. Напряжение аккумулятора сейчас же после окончания заряда достигает 2,2 — 2,4 вольта, но очень быстро падает в начале разряда до 1,95 вольта, и затем в течение всего разряда очень медленно падает до 1,85 — 1,8 вольта, в зависимости от силы разрядного тока, и после этого снова начинает быстро падать. В этот момент следует считать аккумулятор полностью разряженным и ставить его в зарядку, несмотря на то, что он еще может давать ток. Дальнейшая разрядка ведет к очень быстрому покрыванию пластин белым сульфатом и порче аккумулятора и никогда не должна допускаться.

Заряжание аккумулятора ведется пропусканием через него тока, обратного по направлению, с напряжением, растущим во время заряда от 2,2 до 2,7 вольта. Сила тока при этом не должна превышать указанную на аккумуляторе, иначе масса из пластин может выкрошиться.

Сила тока, которую может дать аккумулятор при коротком замыкании очень велика, так как пластины с очень большой поверхностью, поставленные очень близко друг к другу дают очень маленькое внутреннее сопротивление. Никогда, однако, не следует брать ток от аккумулятора превышающий известный предел. Этот предел устанавливается обычно следующим образом. Принимают нор-

мальную продолжительность разряда аккумулятора в 10 часов и делая емкость аккумулятора на 10, считая это наибольшим допускаемым значением силы тока. Однако, при этом встает вопрос об определении емкости аккумулятора, так как при разряде емкость оказывается тем больше, чем дольше происходит разряд аккумулятора. Объяснение этого очень простое: при более медленном разряде химические процессы, служащие основой для образования напряжения успевают проникнуть гораздо глубже в активную массу и захватить ее большее количество.

У читателя может возникнуть неверное представление о том, что можно получить от аккумулятора больше энергии, чем мы в него ввели при зарядке, просто сильно замедляя разряд. Чтобы рассеять это представление, следует указать, что аккумулятор отдает всегда гораздо менее энергии, чем сам получил при зарядке. Если, мы, например, заряжали аккумулятор током в 10 ампер в течение 20 часов, то мы влили в него при среднем напряжении в 2,5 вольта, 200 ампер-часов, или, переводя на энергию (для чего нужно помножить на среднее напряжение), 500 ватт-часов. Если мы теперь этот аккумулятор будем разряжать током такой же силы (10 ампер), то продолжительность разряда будет около 17 часов, при среднем напряжении в 1,9 вольта, т. е. аккумулятор отдаст нам 170 ампер-часов или 325 ватт-часов. Таким образом, мы видим, что аккумулятор отдает всего 85% всего количества ампер-часов, введенных в него, и 65% энергии, потраченной на него. При более медленном разряде мы, может быть, сможем добиться отдачи 90% ампер-часов или 70% затраченной энергии, но не больше. Всякие же надежды на то, что аккумулятор сможет отдать больше энергии, чем в него введено при заряде следует считать несбыточными мечтами того же сорта, что и попытки соорудить «вечный двигатель». Аккумуляторы могут служить лишь для запасаения энергии впрок, и то лишь с потерей 30 — 35% ее.

Для определения размеров и числа необходимых элементов и способа их соединения следует определить, какую силу тока и при каком напряжении мы предполагаем брать от аккумулятора. Для таких расчетов берут обычно наименьшее напряжение, даваемое одним элементом, т. е. 1,8 вольта. Определение числа элементов, которое необходимо соединить последовательно для получения заданного напряжения, удобнее всего произвести, разделив напряжение на напряжение, даваемое одним аккумулятором.

Если получается дробь очевидно следует взять ближайшее большее целое число. Возьмем пример: для работы какого-то прибора требуется ток напряжением в 10 вольт. Разделив 10 на 1,8 получаем 5,55. Взяв 6 элементов, мы получаем напряжение в 10,8 вольта, т.е. излишек в 0,8 вольта, который мы можем поглотить, например, в реостате. В начале разряда, когда напряжение аккумулятора равно 1,95 вольта, от всей батареи мы получаем 6 помноженное

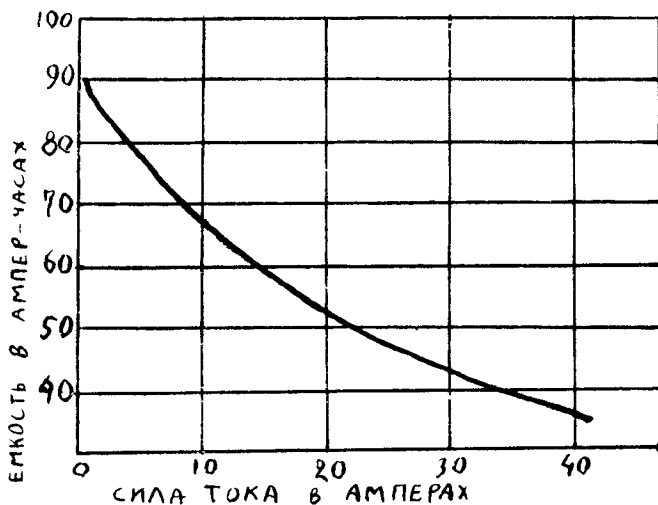


Рис. 10. Зависимость емкости аккумулятора от скорости разряда его. При увеличении силы разрядного тока емкость аккумулятора падает, вследствие того, что химические реакции не успевают проникнуть вглубь пластин.

на 1,95, т.е. 11,7 вольта, избыток в 1,7 вольта. Взяв же 5 элементов, мы получаем в начале разряда 9,75 вольта, т.е. недостаток в 0,25 вольта, а в конце разряда 9 вольт, т.е. недостаток в 1 вольт.

Размер элементов берется в зависимости от требуемой силы тока, при чем обычно, если не задано специально число часов службы без перезарядки, берут разряд в течение 10 часов. Следовательно, чтобы получить потребную

емкость аккумулятора, наибольший ожидаемый ток множат на 10, получая при этом емкость в ампер-часах. Если под руками имеются аккумуляторы большей емкости, то взять их, конечно, можно, при чем в таком случае продолжительность работы между заряжениями возрастет. При неимении же под руками аккумуляторов достаточной емкости, можно меньшие аккумуляторы соединить параллельно, так как при этом их емкости складываются. Если нам надо составить батарею из аккумуляторов, имеющих слишком малую емкость, и если эта батарея должна давать напряжение больше, чем 1,8 вольта, применяется смешанное соединение, которое можно осуществить двумя способами. Можно нужное число аккумуляторов соединить последовательно, и не-

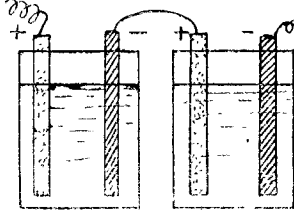


Рис. 11. Последовательное соединение двух аккумуляторов.

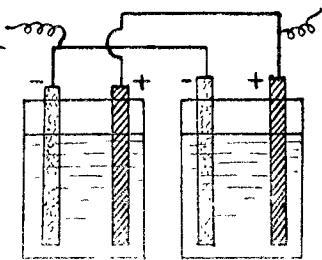


Рис. 12. Параллельное соединение двух аккумуляторов.

сколько таких групп соединить параллельно. Можно также соединить элементы параллельно и затем полученные группы соединять последовательно. Оба эти способа приблизительно равноценны, и можно выбирать тот или другой по желанию.

Приводим пример смешанного соединения. Необходимо составить батарею, дающую 6 ампер при 5,5 вольтах, из аккумуляторов, имеющих емкость в 30 ампер-часов. Определяем число потребных элементов: $5,5$ деленное на $1,8$ дает приблизительно 3. Помножив потребную силу тока в амперах на 10, получаем 60. Два имеющиеся аккумулятора по 30 ампер-часов, соединенные параллельно, дадут емкость в 60 ампер-часов. Три группы по два параллельно соединенных аккумулятора составят требуемую батарею.

ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРОВ.

Зарядку аккумуляторов можно вести двумя способами— поддерживая или напряжение или силу тока постоянными. Первый способ удобен, когда имеется какой-либо источник тока с напряжением, близко подходящим к потребному для зарядки аккумуляторов напряжению, например, батареи элементов или специальная динамо-машина. Напряжение на зажимах аккумулятора поддерживается равным 2,3 вольта, а сила тока во время зарядки меняется. В начале, когда элемент еще разряжен, сила тока бывает довольно большая, затем по мере увеличения заряда она падает. Лишь в самом конце заряда, когда сила тока через элемент очень падает, ее увеличивают, увеличив напряже-

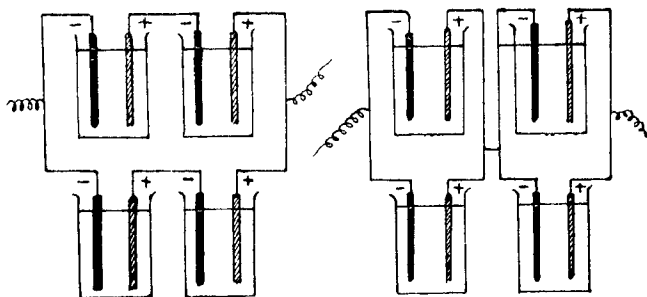


Рис. 13. Два типа смешанного соединения аккумуляторов.

ние до 2,6 вольт на аккумулятор, например, включением добавочного элемента, или усилением возбуждения машины. При таком способе большую часть заряда аккумулятор получает в начале зарядки, в конце же скорость ее сильно падает. Поэтому, этот способ особенно удобен, когда достаточно лишь отчасти зарядить аккумулятор, а доведение его до состояния полного заряда не важно.

Второй способ — зарядка током постоянной силы — удобен при наличии тока постоянного напряжения, значительно превышающего напряжение, требуемое для зарядки аккумуляторов, например, при зарядке двух-трех аккумуляторов от сети электрического освещения с напряжением в 110 или 220 вольт. В этом случае все излишнее напряжение поглощается в реостате, и постоянная сила тока получается без регулировки.

Практически, обычно не применяют ни одного из этих способов, в чистом виде, так как это требует частой и точной регулировки, а допускают в первом способе, как указано, повышение напряжения в конце зарядки, во втором же в конце зарядки ослабляют ток.

Обычно величину заряжающего тока берут не более одной десятой или одной пятнадцатой части общей емкости аккумулятора. К концу зарядки сила тока делается еще меньшей, для лучшего проникновения химического действия в толщу пластин. Зарядка считается конченной, когда на-

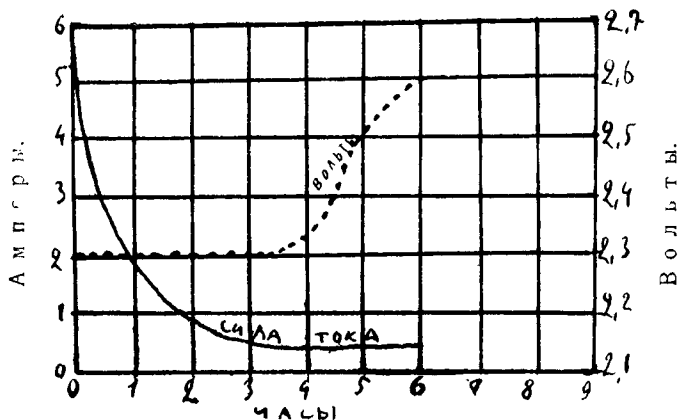


Рис. 14. Диаграмма, выражающая изменения силы тока в продолжении заряда при заряде постоянным напряжением.

пряжение на зажимах батареи дошло до 2,6 — 2,7 вольта, и на электродах элемента начинают бурно выделяться пузырьки газов, придающие электролиту непрозрачность. Никогда не следует рассматривать внутренность элемента с зажженной спичкой или вообще с огнем, так как выделяющаяся смесь газов (водород и кислород) очень взрывчата. В аккумуляторах с непрозрачными сосудами (например, из эбонита или в деревянных ящиках) подобное наблюдение невозможно, и о степени их зарядки придется судить только по вольтметру, или, в крайнем случае, по шуму, производимому выделяющимися пузырьками.

ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРОВ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ.

Простейшим, но и наиболее невыгодным, является зарядание аккумуляторов посредством батарей, составленных из гальванических элементов. К этому способу приходится прибегать, если не имеется подведенного в квартиру электрического тока и если количество заряжаемых аккумуляторов не настолько велико, чтобы стоило устраивать специальную зарядную станцию.

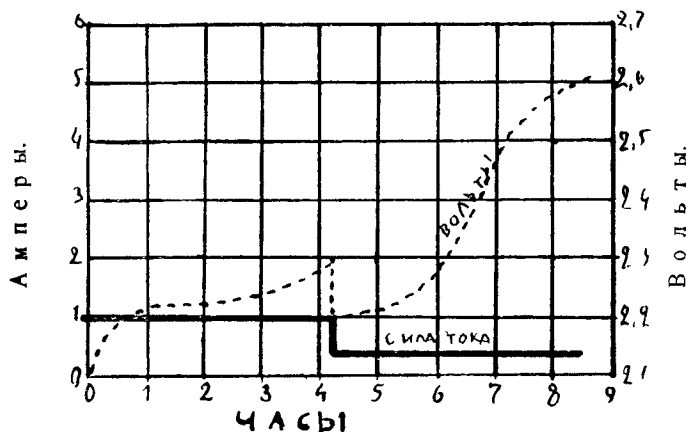


Рис. 15. Диаграмма, выражающая изменения напряжения в продолжении заряда при заряде постоянной силой тока.

Для зарядки одного аккумулятора нужно применить два элемента Бунзена или Грене или два элемента Лекланше, или три элемента типа Даниэля (элемент Даниэля, Мейдингер, Калло, Минотто или Томсона). Купроновых элементов требуется на один аккумулятор четыре штуки. Применение элементов Лекланше или купроновых для зарядки нерационально, так как элемент Лекланше очень быстро разряжается и не может отдать много энергии, а купроновые элементы могут быть употреблены самостоятельно, и нет смысла тратить энергию, заряжая и разряжая аккумулятор. Таким образом, для быстрой зарядки аккумуляторов следует применять два элемента Бунзена или

Грне, соединенных последовательно, для зарядки же двух аккумуляторов следует брать три элемента, для зарядки трех аккумуляторов следует взять 5 элементов, для четырех — 6 и т. д. Для медленной же зарядки можно применять элементы типа Даниэля, применяя по три последовательно соединенных элемента на каждый аккумулятор (шесть на два последовательно соединенных аккумулятора и т. д.). Соединения делаются следующим образом: отри-

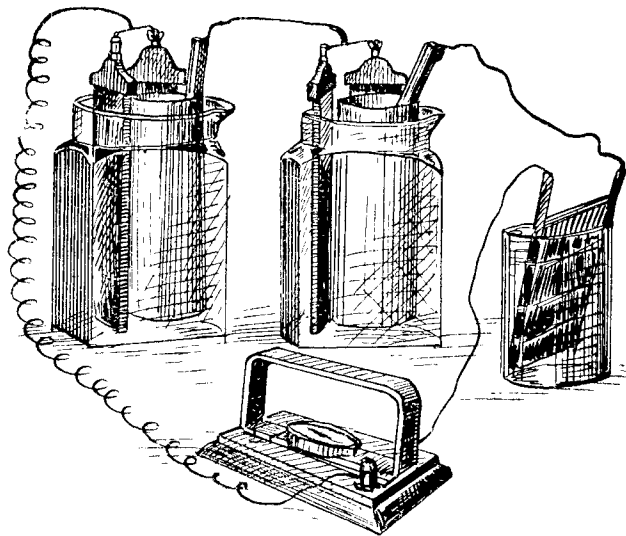


Рис. 16. Схема соединений при зарядке аккумулятора от двух элементов Бунзена.

цательный полюс аккумулятора соединяется непосредственно с отрицательным полюсом (крайним цинком) батареи гальванических элементов. Положительный же полюс соединяется с положительным полюсом батареи через ряд вспомогательных приспособлений, как плавкий предохранитель, выключатель, реостат и амперметр или указатель силы и направления тока. Замкнув выключателем цепь, реостат доводим силу тока, следя по амперметру, до нужной величины. При включении реостат должен быть

установлен на наибольшую величину сопротивления, при регулировке же мы уменьшаем его до достижения нужной силы тока. Предохранитель вводится в цепь для того, чтобы в случае порчи или короткого замыкания в устройстве через цепь не мог потечь слишком сильный ток, могущий испортить аккумулятор и другие приборы. При работе с медноцинковым элементом (Даниэля), из цепи можно выкинуть реостат, так как внутреннее сопротивление элемента настолько велико, что не дает силе тока возрасти до опасной величины. Амперметр же или в крайнем случае

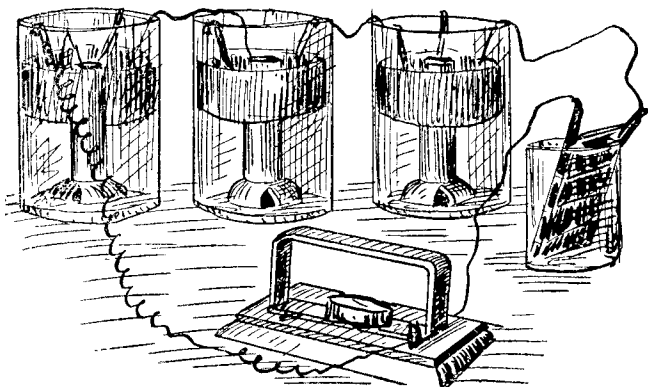


Рис. 17. Схема соединений при медленной зарядке аккумулятора от трех элементов Даниэля.

указатель направления тока во всяком случае желателен, так как нам нужно всегда знать, заряжены ли аккумуляторы или нет. Ясно, что амперметр должен быть специально предназначен для постоянного тока и содержать в себе постоянный магнит, для того, чтобы он мог указывать направление тока.

Очень удобным является соединение аккумуляторов и медноцинковых элементов на постоянное, с тем, что при требовании сильного тока этот ток дается аккумулятором, а при отсутствии внешнего тока элементы постепенно заряжают аккумулятор. Главным достоинством такого соединения является то обстоятельство, что при не очень частом отводе тока аккумулятор всегда находится в заряженном

состоянии и не сульфатируется. Необходимо только тщательно следить за исправностью элементов, так как при падении в них напряжения аккумулятор будет разряжаться и все устройство будет приведено в негодность.

Зарядка аккумуляторов от осветительной сети постоянного тока ведется обычно, как сказано, током постоянной силы, до тех пор, пока не будет достигнуто нужное напряжение на зажимах аккумулятора, или пока он не закипит.

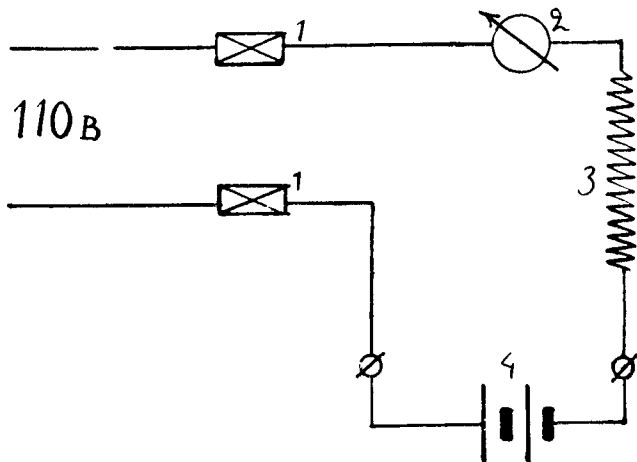


Рис. 18. Зарядка аккумулятора от сети постоянного тока. 1 — плавкие предохранители (пробки), 2 — указатель силы и направления тока, 3 — реостат (регулируемое сопротивление), 4 — заряжаемые аккумуляторы.

Величина зарядного тока зависит при малом числе последовательно включенных аккумуляторов почти целиком от величины сопротивления, включенного последовательно с элементами. В самом деле, предположим, что мы заряжаем два последовательно соединенных аккумулятора от сети постоянного тока напряжением в 120 вольт. Напряжение на зажимах батареи в конце зарядки достигнет величины 5,2 вольта, и остается 114,8 вольта, которые мы должны поглотить в реостате. В начале же зарядки, когда напряжение батареи равно $1,9 \times 2 = 3,8$ вольта на реостат падает

116,2 вольт. Таким образом, мы в начале и конце зарядки должны поглощать в реостате почти один и тот же излишек напряжения, разница в 1,4 вольта будет наверно меньше, чем обычные колебания напряжения в сети. Следовательно, мы, по закону Ома, будем иметь по реостату, при постоянном его сопротивлении, одинаковую силу тока, а значит и постоянство тока, заряжающего аккумуляторы. При часто встречающемся напряжении сети в 220 вольт разница в напряжениях будет еще менее заметна.

Величина сопротивления реостата очень легко может быть найдена, если мы поделим напряжение, которое должно

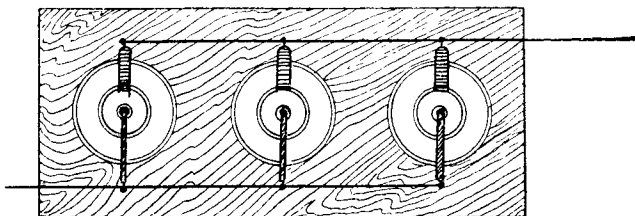


Рис. 19. Ламповый реостат, состоящий из доски, на которой расположены соединенные параллельно ламповые патроны.

быть поглощено в реостате, на силу тока, проходящего через реостат. Если мы заряжаем от сети тока с напряжением в 120 вольт 2 аккумулятора, емкостью по 30 ампер-часов, которые должны заряжаться током силой в 2 ампера, то величина сопротивления получится равной (приблизительно) 115, деленным на 2, т. е. 57,5 омов. При токе в 3 ампера величина сопротивления должна быть 38,5 ома и т. д. Такой реостат может быть сделан из никкелиновой или манганиновой проволоки подходящей толщины.

Очень удобны для зарядки аккумуляторов ламповые реостаты, состоящие из известного числа ламп, включенных параллельно. Расчет таких реостатов делается обычно по силе тока, потребляемого лампами. Для экономических ламп следует принять, что они расходуют около 1,5 ватта на свечу, и для получения потребляемой мощности надо умножить число свечей на 1,5. Полученная таким образом или указанная на лампе мощность в ваттах делится затем на напряжение в сети, в результате получается сила тока через лампу. При небольшом числе включенных аккумуля-

торов, до 5, при напряжении в сети 120 вольт, или до 10 при 220 вольтах, такой метод расчета достаточно точен, при большем же количестве последовательно включенных аккумуляторов действительная сила тока получается меньше, чем рассчитано. Регулировка силы тока очень просто достигается ввинчиванием или вывинчиванием отдельных ламп.

При небольшом количестве последовательно соединенных аккумуляторов, например, 2 или 3, при том достаточной емкости, и небольшом потреблении тока в квартире, можно включать заряжаемые аккумуляторы последовательно в цепь квартирной проводки, например, около предохранителя. Необходимо только при этом, как впрочем

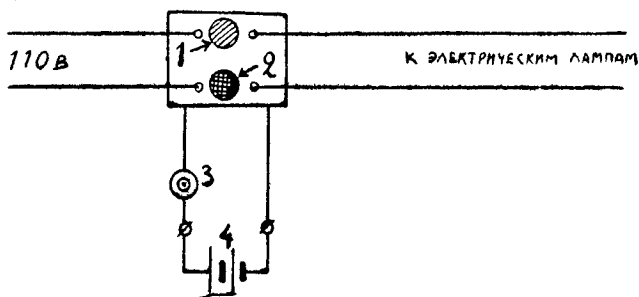


Рис. 20. Зарядка аккумуляторов током, идущим для освещения квартиры. 1 — завинченная пробка, 2 — гнездо для пробки без пробки, 3 — выключатель, 4 — заряжаемые аккумуляторы.

и во всех предыдущих случаях выяснить направление тока, чтобы не включить аккумулятор неправильно, так как при таком неправильном соединении аккумулятор будет разряжаться вместо того, чтобы заряжаться.

Для определения полюсов источника тока можно применить различные приспособления. Если смочить кусочек реактивной лакмусовой бумаги раствором соли и приложить к нему концы проводов, то под отрицательным проводом бумага окрасится в синий цвет, вследствие выделения щелочи, а под положительным окрасится в красный цвет — от кислоты. Более удобна бумага, изготовленная следующим образом. В 10 куб. см. воды растворяют 1 грамм селитры и прибавляют несколько капель спиртового раствора фенолфталеина. Фильтровальную бумагу вымачивают в этом растворе и высушивают. Для определения

полюсов следует намочить кусочек бумаги водой и приложить к нему концы проводов. Тогда под отрицательным полюсом появится красное пятно.

Удобный полюсный определитель получается, если мы раствор селитры с фенолфталеином нальем в стеклянную трубочку и заткнем с обеих сторон пробками с пропущенными проводами. Тогда при пропускании тока в трубке около отрицательного полюса появится розовое окрашивание, которое исчезает при встряхивании трубки. Таким образом, полюсоопределитель всегда готов к действию и никогда не изнашивается. Если же под руками нет ничего подходящего, можно для определения полюсов применить обыкновенную картофелину, разрезанную пополам. К све-

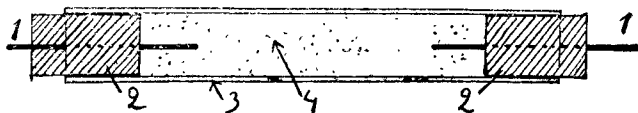


Рис. 21. Полюсоопределитель 1 — электроды из медных проволочек, 2 — пробки, сквозь которые пропущены электроды, 3 — стеклянная трубка, 4 — раствор селитры с примесью фенолфталеина. При пропускании постоянного тока у отрицательного полюса появляется розовая окраска, при пропускании же переменного тока розовая окраска появляется у обоих полюсов. Для приведения полюсоопределителя в рабочее состояние после употребления достаточно его встряхнуть.

жей поверхности прикладывают медные провода, и под положительным показывается зеленое пятно, вследствие окисления меди.

При зарядке от динамо-машины или осветительной сети, следует устраивать специальные приспособления для предохранения от разряда аккумуляторов через машину или сеть при неожиданном перерыве подачи тока. Для этого употребляются специальные выключатели обратного тока, одна из конструкций которых была описана в вып. 24 (3). Библиотеки журнала «Н. и Т.» Другой тип выключателя изображен на прилагаемом рисунке.

В катушку, соединенную с зажимами аккумулятора, вставлен сердечник, снабженный двумя опускающимися вниз наконечниками. Непосредственно под этими наконечниками находится якорь, окруженный катушкой из толстой

провода или медной ленты, через которую проходит весь ток от аккумулятора. Якорь насажен на конец рычага, который притягивается наконечниками, когда якорь притянут электромагнитом. Когда в аккумулятор течет ток правильного направления, катушка намагничивает якорь таким образом, что он притягивается к электромагниту.

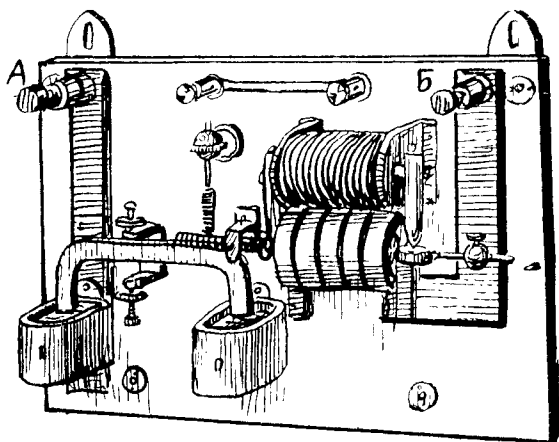


Рис. 22. Выключатель обратного тока. Между зажимами А включается динамомашина, между зажимами Б — заряжаемые аккумуляторы.

Когда же ток течет из аккумулятора, якорь перемагничивается и отталкивается от наконечников электромагнита.

Дуга, находящаяся на другом конце рычага, поднимается из чашечек со ртутью и прерывает ток. На конце рычага прикреплена переставляющаяся гиря, и кроме того рычаг оттягивается кверху регулируемой пружиной, и посредством их регулировки можно устанавливать чувствительность выключателя.

ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРОВ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ.

Зарядка аккумулятора от сети переменного тока значительно сложнее. Дело в том, что переменный ток непосредственно для зарядки аккумуляторов не годится. Его необходимо выпрямить, что большей частью составляет довольно большие трудности.

Выпрямление выполняют при помощи выпрямителей, представляющих собою приборы, пропускающие ток в одном каком-либо направлении и задерживающие

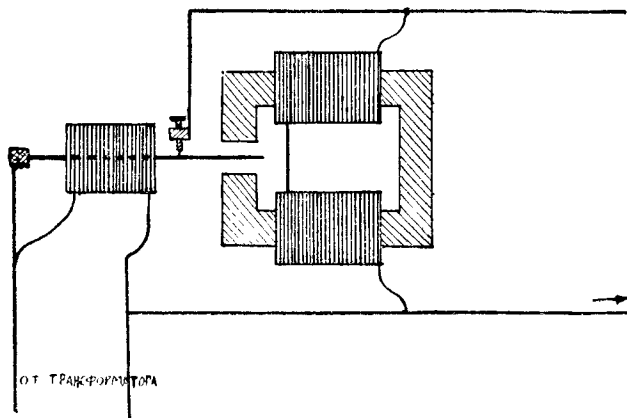


Рис. 23. Схема включения механического выпрямителя.

его прохождение в другом направлении. Выпрямители бывают «вакуумные» — с вакуумной электронной лампой, газовые — со специальной выпрямительной лампой, ртутные, в которых для выпрямления используется вольтовая дуга в атмосфере ртутных паров, затем электролитические, коллоидные и механические. Для зарядки аккумуляторов преимущественно употребляются три последних вида выпрямителей.

Простейший из упомянутых выпрямителей — механический состоит из железной или стальной пружины, намагничиваемой от специальной катушки, через которую проходит переменный ток, и колеблющейся между полюсами постоянного магнита или электромагнита. В зависимости от напря-

вления тока намагничивающей катушки, пружина притягивается к тому или другому полюсу магнита и устанавливает и прерывает контакт с помещенным против конца ее упорным винтом. Таким образом, контакт будет установлен лишь при одном определенном направлении тока. В течение же следующего полупериода, когда ток примет обратное направление, он будет прерван, так как пружина притянется к противоположному полюсу. Действие выпрямителя, такое простое теоретически, сильно усложняется тем обстоятельством, что пружина имеет свой период колебаний, и, при

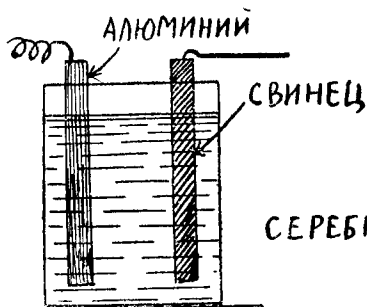


Рис. 24. Электролитический выпрямитель.

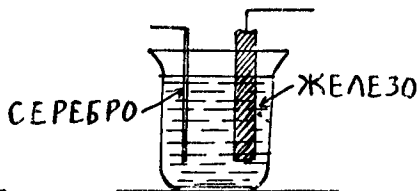


Рис. 25. Коллоидный выпрямитель.

несовпадении его с периодом переменного тока, получают биения, нарушающие работу выпрямителя. Для предупреждения этого следует подбирать длину и массу пружины так, чтобы она резонировала с колебаниями переменного тока, т.е. имела такой же период колебаний. Затем, при работе выпрямителя между подвижным и неподвижным контактами образуется искра, которая очень быстро разъедает контакты. Для предупреждения этого между контактами включается конденсатор большой емкости (около одной микрофарды или больше). Тогда искрение совершенно прекращается и контакты могут служить без замены очень долгое время, особенно если они сделаны из платины или хотя бы из серебра.

Электролитический выпрямитель, называемый обычно содовым, состоит из сосуда с раствором двууглекислой соды, буры или фосфорно-кислого натрия (либо аммония)

в воде, в которую опущены два электрода — свинцовый или железный и алюминиевый. Ток между этими электродами может течь только в одном направлении, — от свинцового электрода к алюминиевому — в обратном направлении он проходить не может. Это происходит вследствие того, что при переходе тока из алюминиевого электрода в жидкость, на электроде выделяется большое количество кислорода, который окисляет поверхность алюминия и образует на нем непроводящую электричество корку. При прохождении тока из жидкости на алюминиевый электрод, эта корка разрушается, и ток может свободно проходить.

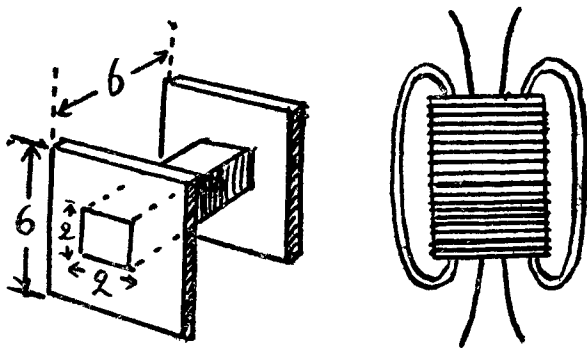


Рис. 26. Слева — вид катушки для обмоток трансформатора; справа — вид готового трансформатора с железным сердечником.

Выпрямитель с алюминием в работе сильно греется и начинает пропускать ток в обоих направлениях. Чтобы этого не произошло, следует брать очень большой сосуд для выпрямителя и наливать в него большое количество жидкости. Поверхность алюминиевого электрода также не следует брать слишком малой — обычно берут по 100 кв. см. на каждый ампер пропускаемого тока — иначе действие выпрямителя будет также нарушаться. Жидкость готовят в виде раствора указанных выше химически чистых солей в дистиллированной воде (для двууглекислой соды берут 7% раствор, из буры делают насыщенный 2,5% раствор, из фосфорнокислого натрия—4%). В не-

которых случаях можно также приготовить раствор на дождевой воде, но в этом случае чистоту воды надо испытать. Для этого в несколько куб. сантим. исследуемой воды, налитой в пробирку, наливают 5—10 капель 10%-ного раствора ляписа (азотно-кислого серебра) в воде. Если появляется хотя слегка заметное помутнение, то вода негодна для употребления в электролитическом выпрямителе, так как содержит хлор (в виде хлористого натрия и т. п.). Алюминий также не должен содержать никаких примесей. К сожалению, примеси в алюминии не так легко распознаются, поэтому испытать алюминий можно только собрав выпрямитель и пробуя его действие.

Для защиты алюминия от быстрого разъедания по линии соприкосновения раствора с воздухом, следует покрыть верхнюю часть алюминиевого электрода до глубины около $\frac{1}{2}$ см. под поверхностью жидкости каким нибудь лаком или налить на жидкость тонкий слой вазелинового масла. При пуске выпрямителя в ход, он не сразу дает выпрямленный ток, а должен быть сначала отформован, т. е. должен быть замкнут в электрическую сеть через лампочку и стоять в течение получаса или часа. Сначала лампочка будет гореть полным накалом, затем начнет тускнеть и к концу формовки накал будет весьма слабым. Тогда можно считать выпрямитель отформованным, так как на поверхности алюминиевого электрода образуется корка, служащая для выпрямления. После перерыва в работе выпрямителя, длящегося несколько дней, необходимо его снова формовать, так как корка на алюминиевом электроде разрушается.

Главнейший недостаток алюминиевого выпрямителя заключается в том, что вследствие внутреннего сопротивления, он греется и при достижении температуры жидкости около 60° , отказывается работать. Этот недостаток устранен в другом типе электролитического выпрямителя—выпрямителе танталовом. В этом выпрямителе алюминиевый электрод с большой поверхностью заменен электродом из редкого металла тантала с малой поверхностью. Раствор соды или буры заменен 7%-ным раствором серной кислоты, а железный электрод оставлен. Этот выпрямитель обладает очень малым внутренним сопротивлением и очень мало греется. То обстоятельство, что жидкость содержит серную кислоту, а не соли, позволяет помещать танталовый выпрямитель в одном футляре с аккумулятором, не опасаясь загрязнения того и другого.

Танталовый выпрямитель обладает только одним недостатком—стоимость тантала для изготовления электрода очень велика; иначе этот выпрямитель завоевал бы себе первенство во всех случаях, так велики его достоинства.

На совершенно другом принципе основан так называемый коллоидный выпрямитель, действующий вследствие переноса частицами в коллоидном растворе электричества. Коллоидный выпрямитель состоит из стеклянного сосуда, наполненного раствором коллоидального серебра в безводной серной кислоте, в которую опущены электроды из серебра и железа (или меди). Главную трудность при изготовлении этого выпрямителя представляет изготовление коллоидального раствора и в дальнейшем—предохранение его от поглощения атмосферной

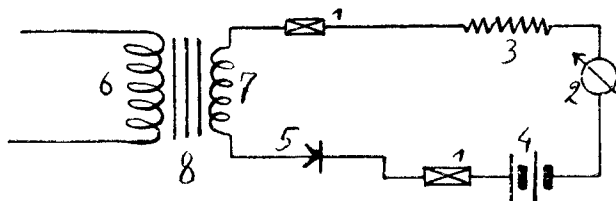


Рис. 27 Схема включения выпрямителя. 1 — плавкий предохранитель (пробка), 2 — указатель силы и направления тока, 3 — реостат, 4 — заряжаемые аккумуляторы, 5 — выпрямитель, 6 — первичная и 7 — вторичная обмотка, 8 — железный сердечник трансформатора.

влаги. Обычно рекомендуется изготовлять коллоидальный раствор серебра в серной кислоте, опустив в безводную серную кислоту два серебряных электрода и пропуская между ними переменный ток. От обоих серебряных электродов отщепляются мелкие частицы серебра, которые переходят в раствор. Затем через некоторое время ток прерывают и один из серебряных электродов заменяют железным или медным. В таком виде выпрямитель можно прямо включить на зарядку аккумулятора. Для предохранения же серной кислоты от поглощения влаги, следует покрыть жидкость выпрямителя слоем вазелина.

Все вышеупомянутые выпрямители при зарядке небольшого числа аккумуляторов, выгоднее включать непосредственно в осветительную сеть, а через пони-

тельный трансформатор. Коллоидный же выпрямитель нельзя включать на напряжение больше 15—20 вольт, а с механическим выпрямителем это опасно, так как может образоваться вольтова дуга, сжигающая электроды.

При напряжении во вторичной обмотке около 10 вольт, понизительный трансформатор для зарядки двух аккумуляторов должен развить $1\frac{1}{2}$ —2 ампера. Устройство трансформатора таково: первичная обмотка этого трансформатора для напряжения в 120 вольт состоит из 1.600 витков медной проволоки диаметром 0,3 мм с двойной бумажной изоляцией, намотанной на катушке с квадратным отверстием в 2×2 см. Длина этой катушки должна быть 6 см, а размер щек 6 см в квадрате. После намотки первичной обмотки на хорошо пропитанную шеллаком катушку, ее покрывают несколькими слоями тонкой материи и наматывают вторичную обмотку, состоящую из 160 витков проволоки в 1 мм диаметром, также с двойной бумажной изоляцией. Все выводы как первичной, так и вторичной обмотки, делаются посредством гибкого шнура. Затем следует нарезать из листа железа толщиной около $\frac{1}{2}$ мм полосы, шириной в 20 мм (их требуется около 30 штук), длиной в 25 см, хорошо обжечь их в печи, закопав в золу, затем оклеить каждую полосу с одной стороны тонкой бумагой и продеть все полосы через отверстие в катушке. Затем по одной отгибают концы полос, сначала на одной стороне попеременно сверху и снизу, потом также другой стороне. Далее, обвязывают трансформатор бечевкой и укрепляют его на доске.

Включение трансформатора, ясное из рисунка, ничем не отличается от включения в сеть, только вместо сети мы включаем все приборы во вторичную обмотку трансформатора. Предохранитель обязательно включается во вторичную обмотку, для того, чтобы в случае порчи выпрямителя или трансформатора, сильный ток от аккумулятора не мог повредить приборы.

САМОДЕЛЬНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ.

Наиболее простым видом самодельного аккумулятора является аккумулятор типа Планте, изображенный на рис. 1. Изготовление и формовка его были описаны также выше, сейчас же скажем, что формовка обычно требует так много времени, что изготовленный аккумулятор совершенно не окупается. Гораздо выгоднее делать аккумуляторы с решетками, набитыми активной массой, так как они формируются почти с первого раза и дают гораздо большую емкость, достигающую 30 ампер-часов на килограмм веса пластин или 20 ампер-часов на килограмм общего веса. Мы опишем 2—3 типа таких аккумуляторов на различные емкости, предпослав лишь некоторые указания, общие для всех типов аккумуляторов и касающиеся приготовления массы и решеток.

Для изготовления активной массы обычно приводят очень большое количество рецептов, мало отличающихся по сути. Идея составления массы заключается в том, чтобы в ее состав ввести различные вещества, отвердевающие во время сушки и не мешающие действию аккумулятора. Обычно применяется самый простой способ, состоящий в замешивании для положительных пластин свинцового сурика с раствором серной кислоты в 15⁰ по Боме, а для отрицательных пластин, свинцового глета с раствором серной кислоты в 10⁰ по Боме. Для замешивания массы из сурика и глета применяются также растворы сернокислого аммония, сернокислого магния (английской соли) иногда с прибавлением магнезии (окиси магния). Все эти способы дают укрепление пластины, но сильно усложняют изготовление аккумулятора, так как все вещества следует брать в химически чистом виде. Наилучшие результаты дает самый сложный рецепт, Фиц-Джеральда. Он советует разводить сурик до густоты густой кашицы раствором едкого калия (13—15 частей едкого калия на 100 частей воды). После прессовки и высыхания пластины, ее погружают в крепкий раствор английской соли (сернокислого магния).

По какому бы рецепту масса ни была приготовлена, ее вмазывают в ячейки пластины посредством деревянной лопаточки и затем, если есть возможность, прессуют. Для

прессовки вполне может служить обычный копировальный пресс для бумаг. Набитые и прессованные пластины собирают в сосуде и подвергают зарядке. Первая зарядка подробно описывается в конце книги.

Необходимо указать на большую опасность составления и набивания массы голыми руками. Если хотя бы небольшая частица массы попадет через ранку на палец в сухожилие, то она вызывает болезнь его, которая парализует палец на всю жизнь. Большое число специалистов по аккумуляторам поплавились пальцами за неосторожное обращение с аккумуляторной массой.

Решетки, которые применяются во всех описываемых конструкциях, должны быть отлиты из чистого свинца, без каких бы то ни было примесей, вредно влияющих на действие аккумулятора. Примесь железа, меди, олова особенно вредно отражается на аккумуляторе, уменьшая его емкость и увеличивая саморазряд. Примесь сурьмы является единственно желательной, так как от нее сильно возрастает прочность пластин, без ухудшения их электрических свойств. Очень хорош для отливки пластин свинец из старых водопроводных труб, так как эти трубы для гибкости делаются из чистого свинца, без примесей. Сурьму в количестве 5—10% можно прибавлять в свинец во время переплавки его. При отливке пластин очень важно нагревать свинец до потребной температуры, так как при недогреве формы плохо заполняются, а при перегреве свинец легко вытекает из форм через щели. Также важно подогреть формы, так как холодные формы свинец плохо заполняет.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ АККУМУЛЯТОРА ЕМКОСТЬЮ В 20 АМПЕР-ЧАСОВ.

Для отливки пластин для этого аккумулятора прежде всего необходимо изготовить форму. Сначала отливаем гипсовую плитку толщиной в 5 см, размерами в 25 × 20 см. Размечаем на ее гладкой поверхности карандашом решетку и между линиями чертежа выскребиваем гипс на глубину около 2 мм. Сверху делается с одной стороны литник, а с другой—тонкая отдушина. По трем сторонам углубляются канавки, которые будут в дальнейшем служить для правильного складывания форм. Заполняем все углубления, кроме трех каналов, разогретым, но не рас-

плавленным парафином, и, подождав пока он остынет, соскабливаем выступающий над поверхностью пластинки парафин и вынимаем парафиновый оттиск из формы. Заполняем опять углубление парафином и кладем сверху первый оттиск с отрезанным литником. Затем делаем из де-

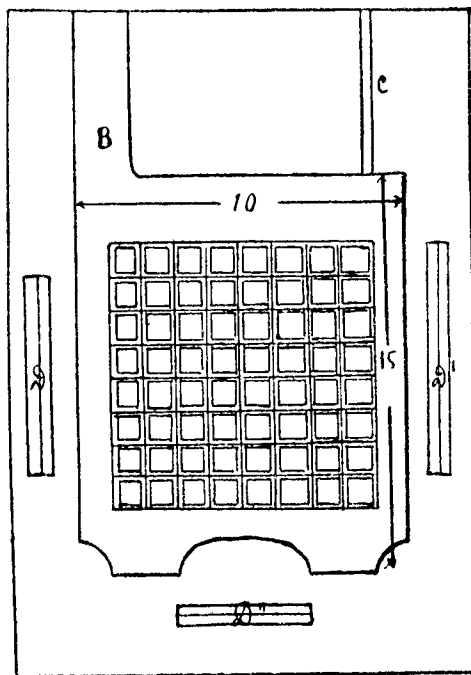


Рис. 28. Вид гипсовой формы для отливки аккумуляторных пластин.

рева стенку кругом плитки, смазываем гипс вазелином или припудриваем порошком графита и заливаем гипсом для получения второй половины формы. По остывании гипса разнимаем обе половины получившейся форминки и вычищаем парафин. Затем прочищаем в обеих половинках лит-

ник и связываем опять формы. Теперь уже можно отливать пластины. Для одного аккумулятора нам потребуется 7 пластин, из которых 3 будут положительные и 4 отрицательные. По отливке пластин очищаем их от заусениц и заполняем ячейки активной массой. Затем после просушки можно положительные пластины протравить в насыщенном растворе хлорной извести, отчего они формируются скорей. Ящик для аккумулятора делается из дерева, размером: в высоту около 17 см, в длину около 13 см и в ширину 9 см. Изнутри все стенки ящика и щели хорошо промазываются смолой, поверх которой внутренность ящика покрывается асфальтовым лаком. Можно также покрыть ящик изнутри морским клеем, который представляет собой раствор одной части каучука в 12 частях бензина, к которому прибавлены 20 частей шеллака. Для работы с морским клеем его осторожно разогревают, но ни в коем случае не на огне, а опустив банку в сосуд с горячей водой, а затем наносят кистью.

Пластины собираются попеременно положительные с отрицательным, при чем у положительных пластин литники кладутся в одну сторону, а у отрицательных в другую. Обе крайние пластины должны быть отрицательными. Между каждыми двумя пластинами прокладывают две стеклянные или парафинированные деревянные палочки и всю пачку пластин стягивают резиновой лентой. В литниках делают отверстия и стягивают все литники пластин одного знака медным болтом. Затем собранную пачку вставляют в ящик, но ставят не прямо на дно, а на стеклянные или деревянные рейки. Это делается для того, чтобы отрывающиеся и выпадающие из пластин кусочки активной массы не могли, скопясь на дне, установить короткое замыкание между пластинами. Затем можно залить аккумулятор смолой. Для этого заливают ящик на два пальца выше пластин чистой водой, на каждый аккумулятор кладут крышку из пропарафинированного дерева с отверстиями для пропуска выступающих литников и для наливания жидкости, и в эти последние отверстия вставляют стеклянные трубки. Затем заливают аккумулятор примерно на палец толщиной расплавленной смолой с прибавлением для прочности канифоли. Если слой смолы застыл неровно, то его можно снова разогреть, поднеся к нему раскаленный утюг или другой железный предмет. Когда смола окончательно застыла, выливают воду. Когда все подготовлено для зарядки — наливают в аккумулятор приготовленную заранее кислоту и сейчас же замыкают ток для

зарядки. Необходимо иметь в виду, что все медные и латунные части в аккумуляторе разъедаются кислотой; поэтому винты, которыми стянуты пластины, а также зажимы, которые укреплены на аккумуляторе, следует покрыть асфальтовым лаком. При желании сделать аккумулятор большей емкости, можно увеличить число или раз-

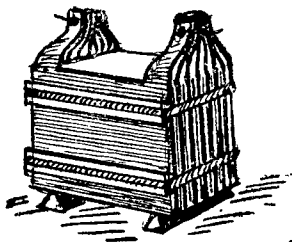


Рис. 29. Собранные в пачку пластины до установки их в ящик.

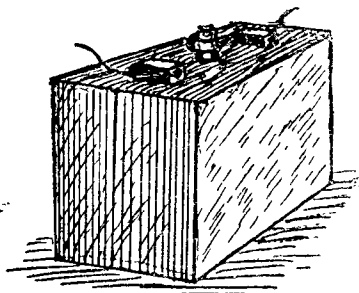


Рис. 30. Внешний вид готового аккумулятора.

меры пластин. Если взять пластины размером не 10×15 см, а 16×20 см, при числе их 7 штук (3 положительные и 4 отрицательные) и соответственно увеличить размеры ящика, то емкость аккумулятора получится около 30 ампер-часов.

КАРМАННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ НА 4 ВОЛЬТА.

Такой аккумулятор может быть употреблен для питания лампочки карман. фонаря. Его емкость будет около 2 ампер-часов. Для изготовления аккумулятора сначала изготавливаем сосуд. Лучше всего сделать его из тонкого листового эбонита, толщиной в 3 или 4 мм. Эбонит разрезается на куски нужных размеров, после чего они складываются и спаиваются между собой посредством нагревания по всем швам каким-либо горячим предметом, например, разогретым утюгом. Самым трудным делом, будет спайка внутренней стенки с боками сосуда, так как необходима ее

полная непроницаемость. После изготовления сосуд наполняют водой и оставляют на сутки, чтобы убедиться в его непроницаемости. Затем испытывают внутреннюю стенку, для чего наливают воду только в одну половину сосуда

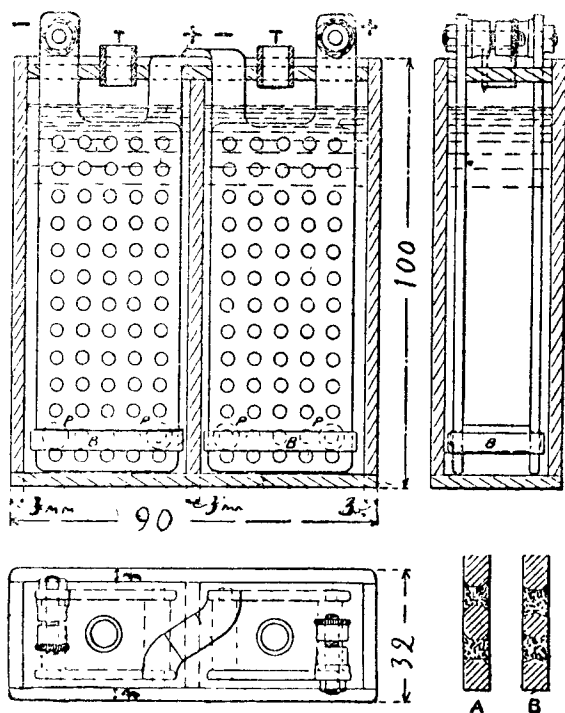


Рис. 31. Разрезы через карманный аккумулятор на 4 вольта. А и В — разрезы через пластину, показывающие, как следует раззенковывать отверстия.

и также оставляют на сутки. Все замеченные места течи надо заплотить посредством горячего предмета и затем снова испытывать сосуд.

При невозможности достать эбонит, сосуд можно сделать из деревянной фанеры толщиной в 5 мм, хорошо склеенной и скрепленной винтами. Затем сосуд покрывается смолой и асфальтовым лаком, как указано в предыдущем описании. Необходимо очень тщательно следить за непроницаемостью сосуда, так как просочившаяся через течь в стенках сосуда кислота может легко испортить платье, в кармане которого будем носить аккумулятор.

Пластины для аккумулятора мы вырежем из листового свинца толщиной в 4 мм. Каждая пластинка имеет в длину

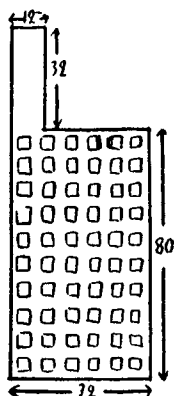


Рис. 32. Пластина для карманного аккумулятора с квадратными отверстиями.

80 мм и в ширину 32 мм и сверху ее выступает еще отро-сток длиной в 32 мм и шириной 12 мм. По телу пластинок вырезают отверстия в виде квадратов (лучше) или круглые, в 3 мм в стороне или диаметром. Края каждого отверстия затем срезаются (у круглых дыр раззенковываются), как показано на рисунке. Всего необходимо вырезать 4 пластины по 2 положительных и отрицательных.

Ячейки пластин затем заполняются активной массой. Можно применить указанные выше составы масс, но лучше применять специальные составы, которые позволяют сильно сократить процесс формовки. Масса для положительных пластин состоит из чистого сурика, замешанного в тесто с разбавленной серной кислотой (одна часть креп-

кой кислоты на 2 части воды). Эта масса вмазывается в ячейки положительных пластин, и по высыхании пластины погружаются на несколько часов в насыщенный раствор хлорной извести в воде. При этом из сурика образуется необходимая нам перекись свинца. Затем пластины должны быть очень тщательно промыты в чистой воде.

Для набивки ячеек отрицательных пластинок употребляется пористый свинец, который изготавливается следующим образом. В сосуд, наполненный раствором свинцового сахара (уксуснокислый свинец, очень ядовит) бросают обрезки цинка. Через несколько часов цинк покрывается

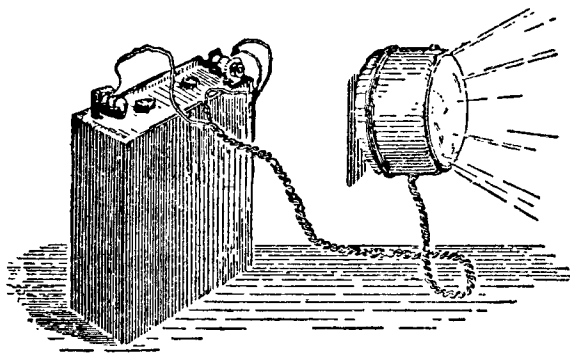


Рис. 33. Вид готового карманного аккумулятора.

слоем осажденного свинца, в виде пористой кристаллической массы, которую собирают и хранят до употребления в чистой воде. Когда накопится нужное количество свинца, его можно вмазать в ячейки пластин; он там сдавливается и обращается в плотную массу, которая, однако, обладает значительной пористостью.

Изготовленные пластины помещаем по паре в каждое отделение сосуда, вставив между ними специальные распорки, чтобы не произошло касания и короткого замыкания пластин. Отростки должны быть размещены, как показано на рисунке, и средние отростки — положительные одного аккумулятора и отрицательные другого — изгибаются и спаиваются вместе, на внешние же отростки напаяются зажимы. Затем сосуды наполняют водой, поверх

воды кладут деревянные парафинированные крышки и заливают оба сосуда смесью смолы с канифолью; предварительно, конечно, в каждый элемент вставляется стеклянная трубочка. Затем воду выливают, наливают в аккумулятор кислоту и заряжают его.

Очень удобно вместо жидкой кислоты в карманных аккумуляторах применять «твердую» кислоту (кислоту с твердым наполнителем), так как при этом уменьшается опасность порчи платья и при течи можно не бояться опрокидывать аккумулятор. Сосуды аккумулятора следует наполнить сгущенной кислотой еще до заливки смолой. В этом случае формовку аккумуляторов производят, наполнив аккумулятор обыкновенным раствором серной кислоты, а затем последний выливают и наполняют аккумулятор сгущенной кислотой, после чего уже заливают его до краев смолой с канифолью, предварительно поставив стеклянные трубки для вывода газов и доливания воды при испарении.

Сгущенная кислота готовится следующим образом. 3 части серной кислоты плотностью в 32° Боле смешивают с одной частью раствора жидкого стекла плотностью в 28° Б (он продается такой плотности). Смесь скоро отвердевает и превращается в желеобразную массу, которую и помещают в аккумулятор. Можно также для связывания электролита поместить между электродами стеклянную вату.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ.

Очень часто любителю требуется для какой-либо цели применить ток весьма малой силы, но высокого напряжения. Одним из этих случаев является питание анодной цепи ламповых радио-приемников. Мы опишем здесь образец такого аккумулятора, обладающего очень малой емкостью, но простого по изготовлению и компактного.

Аккумуляторы собираются по 10 штук на деревянной подставке. Подставка состоит из двух дощечек, связанных между собой по краям планками. Каждая дощечка имеет 5 см ширины и 20 см длины и вырезается из полдюймовой доски. В одной из дощечек высверливаются два ряда по 5 отверстий диаметром в 16 мм (5/8"), а в другой, нижней, под центрами отверстий прodelываются углубления.

По краям нижней дощечки набиваются еще две тонких деревянных планки, чтобы образовать небольшое корытце, куда затем будет налита смола для укрепления аккумулятора на месте.

Сосудами для аккумуляторов будут служить обыкновенные лабораторные пробирки диаметром по 15 мм и длиной по 12 см. Пластины вырезаются из листового свинца толщиной 1—1½ мм по форме, показанной на рисунке.

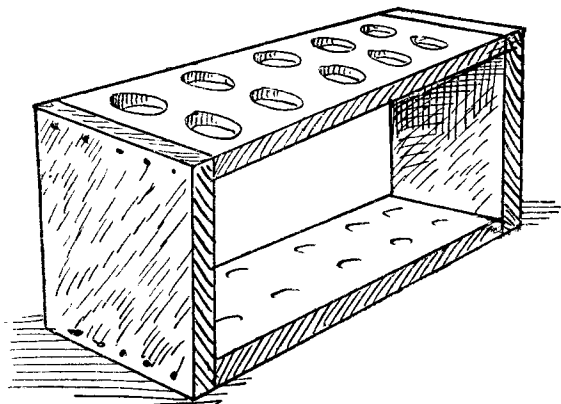


Рис. 34. Деревянная подставка для установки сосудов аккумулятора высокого напряжения.

Каждая пластинка затем посредством шила или простого гвоздя покрывается углублениями, чтобы увеличить ее поверхность. Затем пластины опускаются на сутки в раствор азотной кислоты (1 часть кислоты и 1 часть воды). Следующей стадией изготовления является вставление пластин в сосуды, уже вставленные в станок. Каждая пластинка сгибается, как показано на рисунке, и ставится в два соседних сосуда. Две пластинки разрезаются, каждая на две части, которые вставляются в крайние сосуды и концы их выводятся к зажимам на краях станка. Между пластинами в каждой пробирке вставляют полоску, вырезанную из оконного стекла, чтобы предупредить касание пластинок. Затем сосуды наполняют раствором кислоты и заливают сверху парафином, в котором проделыв-

вают отверстия для выхода газов разогретым гвоздем. Непосредственно после этого ставят аккумулятор в зарядку.

Этот тип аккумулятора приобретает полную емкость не сразу, а после нескольких зарядов и разрядов. Чтобы с самого начала получить большую емкость, можно намазать исколотую поверхность активной массой, описанной ранее. Тогда вначале большая часть емкости будет на счет массы, а в дальнейшем масса выпадает, а отформовавшаяся к тому времени поверхность пластин будет сама давать достаточную емкость.

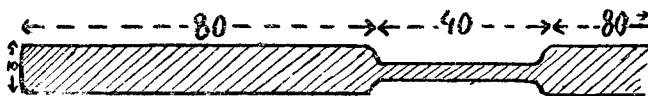


Рис. 35. Пластина аккумулятора, вырезаемая из листового свинца.

Описываемый аккумулятор дает на каждый ряд напряжение около 10 вольт, а при последовательном соединении обоих рядов— вдвое большее напряжение, т.е. около 20 вольт. При желании иметь большее напряжение следует соединять последовательно несколько описанных батарей.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КИСЛОТЫ.

Для зарядки аккумуляторов, как уже сказано, употребляется раствор химически чистой серной кислоты в воде. Обычно в продаже встречается кислота плотностью в 1,84, т.е. по Боме в 66°. Иногда также встречается разведенная кислота, обладающая меньшей крепостью. Следует, однако, всегда покупать химически чистую кислоту или ее специальный раствор, называемый аккумуляторной кислотой. Мы опишем, как из кислоты с удельным весом 1,84 приготовить раствор, пригодный для наливания в аккумулятор. Для получения бутылки (0,6 л) разведенной кислоты в 28°Б, берут 400 куб. см чистой дистиллированной воды (можно взять два стакана воды) в стеклянной посуде и прибавляют, все время помешивая стеклянной палочкой, 200 куб см (один стакан) крепкой серной кислоты. Приливать кислоту следует тонкой струей,

не переставая помешивать и с перерывами, чтобы дать кислоте, которая при растворении сильно нагревается остыть. Ни в коем случае нельзя приливать воду в кислоту, потому что при этом легко происходит взрыв и кислота сильно разбрызгивается. Смешивать кислоту с водой

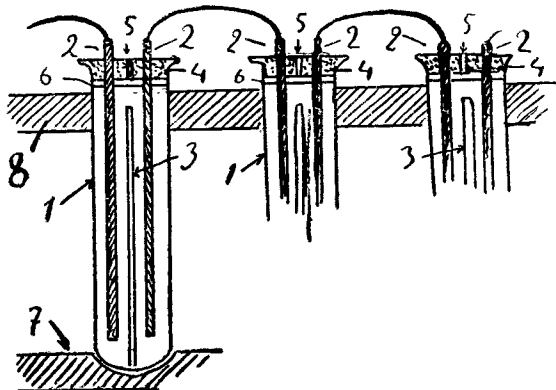


Рис. 36. Разрез через собранный аккумулятор: 1 — стеклянная пробирка, 2 — свинцовые электроды, 3 — стеклянная полоска, прокладываемая между пластинами, чтобы предупредить их касание, 4 — заливка парафином, 5 — отверстие для выхода газов, 6 — верхний уровень кислоты, 7 — нижняя доска подставки, 8 — верхняя доска подставки.

следует, по крайней мере, за 2—3 часа до наполнения ею аккумулятора, чтобы кислота успела совершенно остыть; горячий раствор кислоты наливать в аккумулятор ни в коем случае нельзя.

ПЕРВАЯ ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРА.

Только что изготовленные или купленные аккумуляторы, надо зарядить. Первая зарядка новых аккумуляторов обычно несколько отличается от нормальных зарядок. Советуют сначала налить аккумулятор кислотой не нормальной крепости, а в в 5-6° Боме (на 100 частей воды 7 частей кислоты) и заряжать током вдвое меньше нормального, т.е. на каждые 10 ампер-часов емкости аккумулятора по пол-ампера. Такая зарядка продолжается в течение 30 часов, затем аккумулятору дают отдых на 10—15 часов и снова продолжают его заряжать до тех пор, пока он не «закипит», т.е. пока в нем не начнется бурное и обильное выделение пузырьков газа. Затем заменяют жидкость в сосуде аккумулятора нормальным раствором серной кислоты и снова заряжают аккумулятор до кипения. Затем аккумулятор готов к употреблению.

Можно также налить аккумулятор с самого начала нормальной кислотой и затем заряжать его током силой в $\frac{1}{4}$, или $\frac{1}{2}$ ампера на 10 ампер-часов общей емкости аккумулятора. Последовательность заряжения и отдыха остается та же, т.е. после 30-часовой зарядки следует дать аккумулятору отдых часов на 10 и затем зарядить его до «кипения». Затем надо проверить плотность кислоты в аккумуляторе и если окажется, что она упала, то отлить часть кислоты и добавить в сосуды более крепкий раствор (2 части кислоты на 3 части воды). Но ни в коем случае нельзя добавлять в аккумулятор крепкую кислоту или еще неуспевший остыть раствор ее.

Емкость аккумулятора в покупных аккумуляторах часто, а в самодельных всегда после первой зарядки, оказывается меньшей, чем можно ожидать. Это явление совершенно нормальное, и нужная емкость достигается после нескольких зарядов и разрядов, когда пластина отформовывается. Очень долго длится процесс формовки в аккумуляторах без активной массы, так как при этом необходимо, чтобы процесс формовки проник достаточно глубоко с поверхности пластин. Применяющееся для ускорения формовки протравливание пластин в растворе азотной кислоты помогает делу, но и после него формовка также оказывается довольно продолжительной.

ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С АККУМУЛЯТОРАМИ.

1) Никогда нельзя давать разряженным аккумуляторам стоять. Их следует немедленно после разряда заряжать.

2) Нельзя брать от аккумулятора слишком сильный ток. Если не указана сила тока — не следует допускать ток сильнее числа ампер, равного цифре емкости аккумулятора в ампер-часах, деленной на 10.

3) Аккумулятор не боится работы, но очень боится бездействия, особенно в разряженном состоянии. Если даже аккумулятор не разряжается, следует дозаряжать его каждые две недели или через месяц.

4) Гораздо труднее исправить сульфатированный аккумулятор, чем предупредить сульфатирование. Поэтому следите за состоянием аккумулятора.

5) Не допускайте разряда аккумулятора ниже 1,8 вольта. Напряжение надо мерить во время работы аккумулятора, т. к. во время бездействия напряжение оказывается выше. Еще более точны пробы ареометром.

6) Следите за состоянием кислоты в аккумуляторе. В полностью заряженном аккумуляторе ареометр должен показывать 28° Б и пластины должны быть покрыты на палец жидкостью. Если жидкости мало, а плотность ее нормальная, добавьте раствор кислоты. Если же плотность повысилась (вследствие испарения воды), добавляйте дистиллированную воду.

7) При неимении ареометра добавляйте вместо испарившейся воды только дистиллированную воду, а если пролили кислоту, то нормальный раствор.

8) При работе, особенно при зарядке, аккумулятор дает вредные кислотные пары. Поэтому держите аккумулятор в хорошо проветриваемом помещении. Если имеется большая батарея аккумуляторов, держите ее в специальном хорошо проветриваемом помещении. При хранении аккумулятора в одном ящике или шкафу с металлическими предметами, последние покрываются ржавчиной и портятся.

9) Давайте аккумуляторам раз в два - три месяца покипеть (во время зарядки) в течение часа или двух. Это помогает отделению образовавшегося сульфата. Частая же зарядка аккумуляторов с доведением их до сильного «кипения» для них вредна.

10) Если на дне сосудов скопился толстый слой осадка, можно удалить его, промывая аккумулятор (в разряженном состоянии, до зарядки) дистиллированной водой.

ЖЕЛЕЗНИККЕЛЕВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ.

Предложенные в 1901 г. одновременно Эдиссоном и Юнгнером аккумуляторы с железными и никкелевыми электродами быстро нашли себе довольно широкое применение. Мы должны дать о них читателю хотя бы краткое понятие, но должны предупредить, что изготовление железониккелевых аккумуляторов домашним путем невозможно, вследствие очень большой сложности химических и механических процессов при их изготовлении.

Аккумулятор Эдиссона или Юнгнера состоит из железного сосуда, в котором укреплены две системы пластин, одна с активной массой из черной окиси никкеля, другая из окиси железа. Сосуд наполнен 20% раствором едкого калия в воде (для лучшего действия в раствор добавляют еще до 1% едкого лития) и снабжен сверху автоматическим затвором, дающим свободный выход газам и позволяющим вылиться жидкости, и двумя зажимами. Один из этих зажимов изолирован от тела сосуда, другой же с ним соединяется. Поэтому когда составляется батарея из последовательно соединенных аккумуляторов, их сосуда следует изолировать друг от друга.

Главным преимуществом железониккелевого или щелочного (как его иногда называют) аккумулятора является его стойкость в разряженном виде. Разряженный аккумулятор может стоять годами и не портиться в то время, как свинцовый в таких условиях приходит в негодность уже через несколько дней. Кроме того, щелочной аккумулятор имеет перед свинцовым преимущество несколько меньшего веса, что в некоторых случаях бывает очень важно, а также -- гораздо большей долговечности.

Напряжение, даваемое железоникелевым аккумулятором в заряженном виде, равно 1,25 вольта. Оно медленно падает в течение разряда и затем, когда аккумулятор совсем разряжен, резко падает. Плотность электролита во время работы аккумулятора не меняется.

Отдача щелочного аккумулятора значительно меньше отдачи свинцового и достигает 60—70% по количеству электричества (ампер-часы) или 40—45% по энергии. Таким образом железоникелевый аккумулятор оказывается гораздо невыгоднее свинцового и кроме того, он гораздо дороже (в два, — два с половиной раза). Все же, удобства, из которых решающим является его прочность и стойкость в разряженном виде, заставляют иногда выбирать его, особенно в подвижных и переносных установках.

ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА „НАУКА и ТЕХНИКА“

- 1) Инж. К. Кирпичников — Воздушные мотоциклетки.
- 2) Д-р В. Тимофеев — Чудеса современной хирургии.
- 3) Д-р Мандельс — Что надо знать о женских болезнях.
- 4) А. В. Соловьев — Мир луны.
- 5) Б. Н. Вишневецкий — Первобытный человек.
- 6) В. Д. Кайсаров — Мировой океан.
- 7) Инж. Л. Ямпольский — Автомобиль.
- 8) Инж. А. Фентеклюз — Силы природы.
- 9) Л. Израилевич — Как пасть и лудить.
- 10) Г. Емцов — Основы радиотехники.
- 11) Инж. А. Никольский — Газовая сварка и резка металлов.
- 12) В. Д. Кайсаров — Происхождение земли.
- 13) Инж. М. Вассерман — Борьба с огнем.
- 14) Инж. К. Кирпичников — Летящая модель аэроплана.
- 15) Д-р З. Меримский — Беременность и средства против беременности.
- 16) Г. Емцов — Как установить радио-приемник.
- 17) Инж. А. Фентеклюз — Железо в природе и технике.
- 18) Г. Емцов — Самодельный радио-приемник и его части.
- 19) Д-р Л. Мандельс — Что должна знать мать о грудном ребенке.
- 20) Ин. Комаров — Как самому построить буэр.
- 21) А. В. Соловьев — Обсерватория любителя.
- 22) Инж. И. Искольдский — Химия в технике старой Руси.
- 23) Из практики — 169 практических рецептов и советов.
- 24) Инж. А. Фентеклюз — Ветроэлектрическая станция любителя.
- 25) Инж. Л. Ямпольский — Никелирование.
- 26) А. Луговой — Спутник красавца.
- 27) Инж. К. Кирпичников — Воздушные сообщения.
- 28) Л. Израилевич — Кино-трюки.
- 29) Инж. М. Вассерман — Электротехник любитель.
- 30) Д-р В. Тимофеев — Гипноз и внушение.
- 31) Г. Емцов — Гальванические элементы.
- 32) Инж. Ф. Шеддинг — Как построить парусную шлюпку.
- 33) Д-р Меримский — Как выбрать курорт.
- 34) Инж. В. Кайсаров — Техника и война.
- 35) И. Новиков — Как переплести книги.
- 36) Справочник радио-любителя.
- 37) Инж. М. Вассерман — Самодельный телефон и телеграф.
- 38) Химик-любитель.
- 39) Л. Израилевич — Своими руками.
- 40) Проф. Каменщиков — Как наблюдать небесные светила.
- 41) Д-р Л. Мандельс — Заразные болезни.
- 42) П. Колубовский — Потопившие материни.
- 43) Г. Емцов — Электрические аккумуляторы.
- 44) Инж. Л. Ямпольский — Краски и лаки.

Цена отдельного выпуска — 15 коп., с пересылкой — 17 коп.

Можно выписать из Гл. Конторы Издательства — Ленинград, 2 отд. Фонтанка, 67.