

Н. ЛАМТЕВ

САМОДЕЛЬНЫЕ
АККУМУЛЯТОРЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПО ВОПРОСАМ РАДИО
МОСКВА 1936

ПРЕДИСЛОВИЕ

В течение последних нескольких лет различными издательствами было выпущено в свет свыше десятка популярных книг и брошюр, посвященных детальному описанию устройства и конструкций, а также порядка эксплоатации различных типов фабрчных свинцовых и щелочных аккумуляторов. В числе этих книг имелось и несколько достаточно фундаментальных трудов.

Однако, у нас не было издано ни одной книжки или брошюры популярного характера на тему о самодельных аккумуляторах и практике ремонта и эксплоатации любительских аккумуляторов, рассчитанной на малоподготовленного радиолюбителя.

А между тем, именно в такой книге, которая могла бы служить для всякого радиолюбителя и радиослушателя, а также техника низового трансляционного узла первым учебником, справочником и руководством в их повседневной практической работе с аккумуляторами, все время и ощущалась настоятельная потребность.

Изданием настоящей брошюры Радионзрат и преследовал цель оказания помощи в повседневной практической работе именно этой категории читателей.

Брошюра „Самодельные аккумуляторы“ написана простым и понятным для всякого грамотного языком и содержит все главнейшие материалы и сведения, относящиеся к практике изготовления, ремонта и эксплоатации простейшего типа свинцовых аккумуляторов.

ОТ АВТОРА

Производство высококачественных аккумуляторов дело очень сложное, требующее в заводских условиях больших теоретических знаний и многолетнего опыта. В любительской практике оно осложняется недостатком материала нужного качества и, что не менее важно, полным отсутствием в популярной литературе сведений о многочисленных факторах, определяющих качество конечного фабриката (главным образом пластин).

Однако, радиолюбители довольно часто занимаются изготовлением аккумуляторов и многочисленные, нередко весьма пытливые запросы таких конструкторов побудили автора написать предлагаемую брошюру, в которой в самых кратких чертах указаны методы изготовления самодельных аккумуляторов.

Помимо данных практического характера, в книжке приведены некоторые теоретические сведения, необходимые для сознательного конструирования аккумуляторов.

Срок службы аккумуляторов в значительной степени зависит от правильного с ними обращения, почему в содержании брошюры некоторое место уделено эксплуатации аккумуляторных батарей и указаны способы устранения возникающих неисправностей.

В конце книги помещены данные, характеризующие аккумуляторы ВАКТ и новейшие модели заграничных батарей.

Привести здесь детальное описание процесса производства аккумуляторов и их эксплуатации невозможно, так как это заняло бы очень много места. В этой части настоящая брошюра без сомнения имеет пробелы.

Автор обращается к читателям с просьбой сообщить ему через Издательство все замечания и пожелания об улучшении содержания, которые будут учтены при подготовке материала к следующему изданию, если оно окажется необходимым.

Н. Ламтев

ВВЕДЕНИЕ

Любой гальванический элемент является химическим источником электрического тока, т. е. в нем электрическая энергия получается за счет химической. Для того, чтобы использованный гальванический элемент был снова пригоден для работы, существуют два способа. Первый заключается в том, что в элементе израсходованные вещества заменяются свежими. Второй способ состоит в том, что из продуктов, служивших для образования тока и уже израсходованных, путем пропускания постоянного электрического тока в противоположном направлении получаются снова исходные вещества. Гальванические элементы, допускающие такую регенерацию тока в достаточных для практических целей размерах, называются аккумуляторами (от латинского слова «аккумуляре», что значит — накапливать) или вторичными элементами.

Следовательно, электрический аккумулятор представляет собой химический источник тока, который после истощения (разряженного состояния) способен возвращаться в начальное химическое состояние (заряженное) посредством пропускания через него постоянного тока в направлении, обратном направлению тока при его разряде.

Отдельный электрический аккумулятор называется аккумуляторным элементом, а два или больше аккумуляторов, соединенных между собой последовательно, аккумуляторной батареей.

Электрический аккумулятор состоит в основном из жидкости (электролита) и помещенных в нее пластин (электродов) с зажимами для приема и отвода тока.

Положительными пластинами называются электроды, присоединяющиеся к положительному полюсу заряжающего аккумулятор источника тока, отрицательными же — электроды, соединяющиеся с отрицательным полюсом зарядного агрегата.

Группой пластин является комплект пластин одной полярности, принадлежащих данному аккумулятору.

Активной массой пластины называется та часть пластины, в которой происходят химические изменения в связи с прохождением электрического тока во время заряда и разряда аккумулятора.

Аккумуляторы различаются между собой химической природой электродов и электролита, не говоря уже о конструктивном оформлении. Известно несколько сот различных видов аккумуляторов, но практическое применение в наше время имеют преимущественно два типа: свинцовые (кислотные) и щелочные.

Первые в качестве электродов имеют свинцовые пластины, покрытые тем или иным способом активной массой (перекисью свинца на положительной и губчатым металлическим свинцом на отрицательной пластинах). Пластины погружены в водный раствор серной кислоты.

У щелочных элементов электродами служат никелированные трубочки — пакеты с окисями никеля на положительном и окисью железа или смесь окиси железа с кадмием — на отрицательном полюсе, а электролит представляет собой раствор едкого кали. Эти элементы известны также под названием железо-никелевых (Эдисона) и железо-кадмиево-никелевых (Юнгера).

Глава первая

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Каким требованиям должен отвечать аккумулятор, предназначенный для питания радиоаппаратуры. К аккумуляторам, которые должны питать цепи накала и анода ламп приемника, можно предъявить следующие требования:

а) Высокая и постоянная электродвижущая сила. При составлении различных батарей это качество аккумуляторов позволяет взять минимальное количество элементов, что упрощает уход за батареей и снижает ее стоимость.

б) Низкое внутреннее сопротивление. Это свойство элементов дает возможность без больших потерь внутри аккумулятора потреблять достаточно мощные токи, необходимые в некоторых случаях.

в) Невысокий саморазряд. Под этим понятием следует подразумевать не только внутренний, но и внешний саморазряд, особенно большой у анодных батарей, состоящих из значительного количества элементов небольшой емкости.

г) Небольшие размеры и вес, что особенно важно для батарей, работающих в радиопередвижках.

д) Наибольшая надежность действия.

е) Простота конструкции и прочность.

ж) Невысокая стоимость.

Свинцовые (кислотные) аккумуляторы полностью отвечают пунктам а, б, в, д (при надлежащем уходе) и частично пунктам г и ж — в отношении неболь-

ших размеров и простоты устройства; щелочные же аккумуляторы уступают кислотным в отношении требований, перечисленных в пунктах а, б и ж, в остальном же они обладают более высокими качествами, чем свинцовые аккумуляторы.

Несмотря на весьма ценные качества щелочных аккумуляторов, конструирование их собственными средствами, вследствие целого ряда технических затруднений, невозможно, почему в дальнейшем изложении говорится только о кислотных или, как их обычно называют, свинцовых аккумуляторах.

2. Типы аккумуляторов (Планте и Фора-Фолькмара).

Свинцовые аккумуляторы в зависимости от конструкции положительных пластин подразделяются на элементы:

- с поверхностными пластинами (типа Планте),
- с пастированными (намазными) пластинами (типа Фора-Фолькмара) и
- с трубчатыми (панцырными) пластинами.

Отличаются они способом производства электродов и характером изготовления активной массы.

Поверхностной положительной пластиной называется электрод, изготовленный из чистого свинца и обладающий большой поверхностью, вследствие ребристого строения самой пластины (рис. 1). Активная масса поверхности пластины получается из металла самого электрода путем соответствующей электрохимической обработки.

Пастированной или намазной пластиной называется электрод, состоящий из металлической (сплав 90—95% свинца с 5—10% сурьмы) основы — решетки (рис. 2), ячейки которой намазываются соответствующей пастой из свинцовых соединений, служащей активной массой пластины.

Трубчатой или панцырной пластиной называется электрод, состоящий из металлической (сплавы свинца с сурьмой) рамки с вертикальными стержнями, во-

круг которых помещается активная масса пластины, заключенная в перфорированные трубы из эбонита, или другого соответствующего материала.

Аккумуляторы с поверхностными пластинами очень просты по своему устройству, требуют значительного количества химически чистого свинца, имеют большой вес, отличаются несколько повышенным самораз-

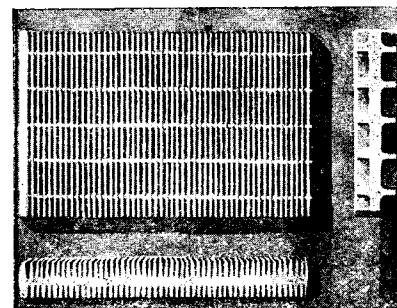


Рис. 1. Поверхностная положительная пластина

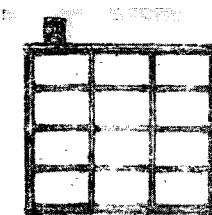


Рис. 2. Намазная пластина (решетка)

рядом (см. § 13), но вместе с тем выдерживают очень большое число заряд-разрядов, т. с. имеют долгий срок службы.

Намазные пластины при одинаковой емкости весят гораздо меньше поверхностных, так как на решетку расходуется сравнительно небольшое количество сурьмянистого свинца; саморазряд их меньше, но по сроку службы они значительно уступают поверхностным пластинам.

Что касается аккумуляторов с трубчатыми электродами, то они по своим свойствам лежат между описанными типами, но производство их очень сложно и возможно лишь в заводских условиях.

3. Электролиз. Прохождение электрического тока в металлах по современным научным взглядам заклю-

чается в том, что мельчайшие отрицательно заряженные частицы электричества — электроны — с большей или меньшей скоростью движутся по проводнику в направлении приложенного напряжения. Прохождение тока не изменяет металлического проводника.

Однако, существуют проводники, заметно изменяющиеся от прохождения через них тока. Это, так называемые электролиты — растворы кислот, щелочей, солей и т. д. Протекающий через электролит ток влечет за собой перемещение материальных частиц электролита, сопровождаемое химическим разложением. Это явление называется электролизом. Причем, когда происходит электролиз кислоты на катоде (пластиине, соединенной с отрицательным полюсом источника тока), всегда выделяется водород; при электролизе щелочей и солей на катоде выделяется металл и в то же время на аноде (на пластиине, соединенной с положительным полюсом источника тока) выделяется остающаяся часть электролита.

Как показал недавно умерший шведский ученый Сванте-Аррениус, молекулы электролита находятся в состоянии диссоциации, т. е. некоторая их часть распадается, расщепляется (диссоциирует) на составные части, обладающие противоположным электрическим зарядом.

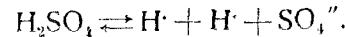
У кислот, солей и оснований положительно заряженными частицами или ионами являются атомы водорода и металлов, а отрицательно заряженными ионами — кислотные и водные остатки. Например, молекула серной кислоты H_2SO_4 распадается на положительно заряженный ион водорода и отрицательно заряженный ион SO_4^{2-} . Сумма положительных зарядов, получаемых ионами одного рода, равна сумме отрицательных зарядов ионов другого рода, поэтому весь раствор остается в целом электрически нейтральным.

Когда через раствор пропускается электрический ток, ионы перемещаются в жидкости по двум противоположным направлениям. Причиной такого переме-

щения является взаимодействие разноименно заряженных ионов. Ионы, заряженные положительно и называемые катионами, направляются к заряженному отрицательно катоду; отрицательные же ионы — анионы — движутся к положительно заряженному аноду. Достигнув электродов, ионы отдают свои заряды, превращаясь в обычные нейтральные атомы или группы атомов. Последние или выделяются из раствора или входят во взаимодействие с водой или с материалом электродов, образуя новые вещества.

Ионы обозначаются теми же химическими знаками как атомы и молекулы с добавлением к ним справа вверху точки или знака плюс в случае положительных зарядов и штриха или знака минус, если заряды отрицательные. Так, например, ион водорода будет обозначен H^+ или $H\cdot$, ион кислотного остатка SO_4^{2-} или SO_4^{--} .

Диссоциация электролитов выражается обычными уравнениями, но знак равенства заменяется стрелками, так как процесс обратим, например



4. Законы Фарадея. Отчего зависит количество продуктов разложения (электролиза), выделяющихся за определенное время на электродах? Ответ на этот вопрос дал Фарадей своими законами электролиза.

1-й закон Фарадея. Весовое количество выделяющихся при электролизе веществ пропорционально времени и количеству электричества, прошедшего через раствор.

2-й закон Фарадея. При прохождении одного и того же количества электричества через различные электролиты весовые количества выделившихся веществ пропорциональны их химическим эквивалентам.

Как известно, химическим эквивалентом того или другого элемента называется отношение атомного веса элемента к его валентности. В таблице 1 помещены

атомные веса, валентность и химический эквивалент некоторых элементов.

Таблица 1

Элементы	Атомный вес	Валентность	Химический эквивалент
Водород	1,008	1	1,008
Кислород	16,0	2	8
Серебро	107,88	1	107,88
Алюминий	26,97	3	8,99
Свинец	207,21	2	103,61

Оба закона Фарадея можно объединить в общий закон электролиза, гласящий: «Количество вещества, выделяющегося из электролита, пропорционально химическому эквиваленту вещества и количеству прошедшего через раствор электричества».

Количество вещества, выделившегося под влиянием количества электричества, равного 1 ампер-секунде (т. е. 1 кулону), называется его электрохимическим эквивалентом. Для каждого вещества электрохимический эквивалент строго постоянен и пропорционален его химическому эквиваленту, т. е., говоря иначе, коэффициент пропорциональности С равен электрохимическому эквиваленту К, деленному на химический эквивалент ϵ ; он является постоянной величиной для всех химических элементов и равен 0,01036. В таблице 2 показаны значения С для некоторых веществ.

Оба закона Фарадея можно выразить одной формулой

$$Q = 0,01036 \cdot \epsilon \cdot i \cdot t,$$

где Q — количество выделившегося вещества, ϵ — химический эквивалент, i — величина тока в амперах, t — время в секундах.

Пример. Сколько выделится свинца, если через вольтаметр проходит ток в 1 ампер в течение 1 часа (3600 секунд).

$$Q = 0,01036 \cdot 103,61 \cdot 1 \cdot 3600 = 3,86 \text{ г.}$$

Практические измерения показали, что для выделения одного граммэквивалента¹ водорода (или другого одновалентного вещества) надо пропустить через раствор 94 494 или, округляя, 96 500 кулонов электричества. Для выделения 1 граммэквивалента двухвалентного элемента надо взять в два раза больше электричества и т. д. Число 96 500 в честь Фарадея названо его именем и обозначается буквой F (не смешивать с фарадой).

Таблица 2

Элементы	Электрохим. эквивалент	Химический эквивалент	$C = \frac{K}{\epsilon}$
Водород	0,01044	1,008	0,01036
Кислород	0,0829	8	0,01036
Свинец	1,073	103,61	0,01036
Хлор	0,3675	35,46	0,01036

Пример. Пользуясь числом 96 500, повторим выше-приведенный пример. 1 амперчас равен 3 600 кулонам (60×60). Следовательно, 1 фарадей = $96\,500 : 3\,600 = 26,8$ амперчасов. Граммэквивалент свинца — 103,61. Отсюда нетрудно сделать вывод, что 1 амперчас выделит $103,61 : 26,8 = 3,86$ г свинца.

Законы Фарадея, опубликованные 100 лет назад (1836 г.), имеют огромное значение в электрохимии и в дальнейшем изложении нам придется к ним неоднократно обращаться.

5. Принцип действия и химические реакции свинцового аккумулятора. Для объяснения действия свинцовых аккумуляторов возьмем стеклянный сосуд, наполним его разведенной серной кислотой и погрузим в раствор две совершенно одинаковые свинцовые пластинки. Теперь пропустим через прибор постоянный ток от внешнего генератора (от динамо, аккумуляторов или гальванических элементов). Из сказанного вы-

¹ Граммэквивалентом вещества называется его весовое количество в граммах, равное химическому эквиваленту данного вещества.

ше мы знаем, что катионы серной кислоты стремятся к отрицательному полюсу. Если бы в сосуд были погружены платиновые пластинки, то на аноде выделялся бы кислород, а на катоде водород. Теперь же никакого выделения газа не происходит.

При погружении свинцовых пластинок в кислоту (еще до соединения их с источником тока), они немедленно под действием серной кислоты покрываются тонким слоем сернокислого свинца $PbSO_4$ (рис. 3). Пос-

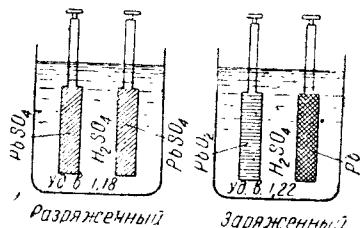
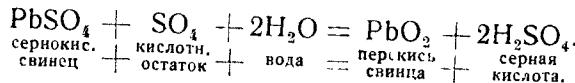
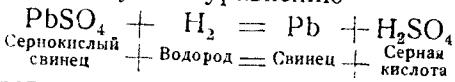


Рис. 3. Схема свинцового аккумулятора

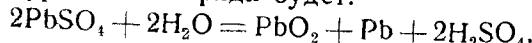
ле включения тока выделяющийся при электролизе кислотный остаток SO_4^{2-} действует на анод, дающий с сернокислым свинцом перекись (или вернее, двуокись свинца) PbO_2 и серную кислоту H_2SO_4 , причем в этом процессе участвует вода электролита. Происходящий здесь химический процесс можно выразить уравнением



В то же время на катоде водород восстанавливает сернокислый свинец, вытесняя из него свинец и образуя серную кислоту по уравнению



Общее уравнение заряда будет:

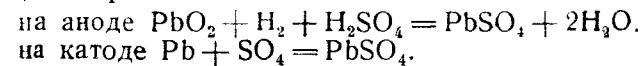


Из уравнения видно, что количество воды в растворе уменьшается, плотность же электролита увеличивается. Во время этого процесса (заряда) меняется цвет электродов, анод приобретает темно шоколадный цвет перекиси свинца, а катод становится серым (цвет губчатого свинца).

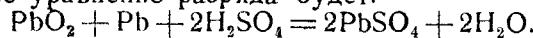
Описанный процесс заряда будет происходить лишь до тех пор, пока на пластинах будет находиться сернокислый свинец. Когда же он полностью перейдет в перекись на аноде и в губчатый металл на катоде, дальнейшее прохождение тока не будет изменять химического состояния пластин, а будет лишь разлагать воду электролита на ее составные части, причем, как и при платиновых электродах, кислород начинает выделяться на аноде, а водород — на катоде. Аккумулятор начинает «кипеть», что служит признаком окончания заряда.

Выключим теперь источник тока и включим в цепь нашего прибора вольтметр. Он покажет напряжение немного больше 2 в, причем ток разряда будет течь в противоположном зарядному току направлении. Через короткий промежуток времени напряжение упадет до нуля.

Во время разряда ток внутри сосуда идет от катода к аноду. На катоде выделяется кислотный остаток SO_4^{2-} , водород же выделяется на аноде. На катоде происходит соединение свинца с кислотным остатком, в результате чего образуется сернокислый свинец; выделяющийся на аноде водород восстанавливает перекись в окись, которая в свою очередь, соединяясь с серной кислотой, образует сернокислый свинец и таким образом на обоих электродах восстанавливается исходное положение. Процесс разряда можно представить следующим образом:

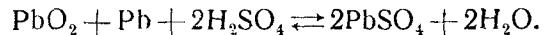


Общее уравнение разряда будет:



Во время разряда, благодаря связыванию серной кислоты и образованию воды, плотность кислоты уменьшается.

Сравнивая общее уравнение заряда и разряда, можно видеть, что они тождественны, но только идут в разных направлениях, т. е. полную реакцию можно выразить так:



Уравнение это, называемое уравнением «двойной сульфатации» (так как активная масса обоих электродов при разряде переходит в сернокислый свинец, т. е. сульфат свинца), предложено еще в 1882 г. Гладстоном и Трайбом и до настоящего времени, несмотря на многочисленные попытки его оспорить (самая последняя теория Фери 1917—1926 гг.), считается наиболее вероятной для объяснения химических реакций, происходящих в свинцовом аккумуляторе. Теория Фери, после обсуждения ее на Всемирном конгрессе электриков в Париже (1932 г.), считается окончательно опровергнутой.

Глава вторая

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА СВИНЦОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Каждый аккумулятор характеризуется известными электрическими величинами, знание которых необходимо для правильного суждения о свойствах элемента.

6. Электродвижущая сила. Электродвижущая сила (э. д. с.) аккумулятора (т. е. разность потенциалов в разомкнутой цепи) при нормальной плотности и средней температуре электролита принимается в среднем равной 2 вольтам, независимо от размеров элемента, так как величина э. д. с. определяется различием химического состава активных масс анода и катода, а не их размерами.

Установлено, что электродвижущая сила зависит от различных внешних условий, из которых главные — плотность электролита, т. е. большее или меньшее содержание кислоты в растворе. На рисунке 4 изображена кривая, показывающая изменение э. д. с. аккумулятора в зависимости от удельного веса раствора серной

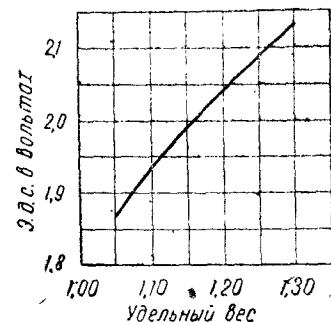


Рис. 4. Зависимость э. д. с. аккумулятора от плотности электролита

кислоты. Существует простая формула, с помощью которой нетрудно определить э. д. с. аккумулятора, когда известна плотность электролита:

$$\text{э. д. с.} = 0,84 + \text{удельный вес электролита при } 15^\circ\text{C}.$$

Если, например, удельный вес электролита равен 1,21, то э. д. с. данного аккумулятора будет: $0,84 + 1,21 = 2,05$ в.

От температуры электролита э. д. с. зависит в очень незначительной степени, она повышается в пределах тысячных долей вольта на каждый градус Цельсия.

Отсюда понятно, что э. д. с. аккумулятора, измеренная при разомкнутой цепи, не может дать действительного представления о состоянии заряда, так как из рисунка 4 видно, что э. д. с. разряженного аккумулятора с высокой плотностью электролита больше, чем э. д. с. элемента с меньшим процентом содержания серной кислоты в растворе.

7. Внутреннее сопротивление. Внутреннее сопротивление аккумулятора очень невелико и даже в самых маленьких элементах, применяющихся для питания анодных цепей, оно при полном заряде достигает всего одной или двух десятых долей ома. Внутреннее сопротивление — величина непостоянная, она изменяется в продолжение заряда и разряда в связи с химическими реакциями, имеющими место в аккумуляторе. При разряде это сопротивление растет по мере образования сернокислого свинца, имеющего высокое удельное сопротивление, и по мере уменьшения плотности электролита. При заряде же в связи с восстановлением губчатого металла, образованием перекиси свинца и повышением плотности раствора кислоты внутреннее сопротивление уменьшается. Следовательно, полное внутреннее сопротивление аккумулятора слагается из сопротивления электролита и пластин. Рисунок 5 показывает изменение при заряде внутреннего сопротивления маленькой анодной батареи, состоящей из 12 элементов. При полном разряде ее со-

противление равно 6,4 ом, а при полном заряде — 1,29 ом.

При этом внутреннее сопротивление в продолжение всего времени разряда зависит от величины тока. С увеличением разрядного тока повышается и внутреннее сопротивление при одинаковом количестве отдельных аккумулятором ампер-часов. Это объясняется уменьшением концентрации кислоты в порах пластин и снаружи их, вследствие недостаточности ее обмена при больших плотностях тока.

8. Напряжение. Когда внешняя цепь аккумулятора разомкнута, его напряжение, измеренное вольтметром с большим сопротивлением, будет равно электродвижущей силе. Но как только элемент будет включен в цепь и начнет отдавать ток для производства какой-то работы, напряжение его понизится на величину падения напряжения внутри аккумулятора. Величина этого падения будет равна произведению силы разрядного тока на внутреннее сопротивление элемента. Обозначая через E электродвижущую силу, U — напряжение, I — силу тока и $R_{вн.}$ — внутреннее сопротивление, получим:

$$U = E - (I \cdot R_{вн.}),$$

где $I \cdot R_{вн.}$ — падение напряжения в самом аккумуляторе.

И обратно, при заряде напряжение, приложенное к зажимам аккумулятора, должно быть больше его электродвижущей силы, так как заряжающему току I приходится преодолевать внутреннее сопротивление

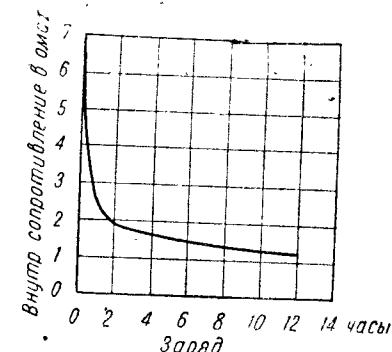


Рис. 5. Изменение внутреннего сопротивления в анодной батарее во время разряда

аккумулятора, т. е. в данном случае мы получим:

$$U = E + I_1 \cdot R_{\text{вн.}}$$

Говоря иначе, напряжение аккумулятора при заряде и разряде будет тем больше отличаться от электродвижущей силы, чем больше окажется величина зарядного или разрядного тока. Во время разряда величина напряжения не остается постоянной, она постепенно уменьшается и когда падение напряжения достигает 10% первоначальной величины ($2\text{в} - 0,2\text{в} = 1,8\text{ в}$) дальнейший разряд аккумулятора обыкновенно прекращают.

При включении аккумулятора на разряд его напряжение сразу снизится на величину падения напряжения внутри аккумулятора, но так как внутреннее сопротивление аккумуляторного элемента очень мало, то и падение напряжения в нем будет весьма небольшим. После этого начинается разряд, в течение которого, как нам известно из § 5, серная кислота электролита связывается с активной массой пластин, причем образуется вода. Поэтому около пластин получается слой электролита меньшей плотности, чем во всем аккумуляторе. А так как электродвижущая сила аккумулятора, а с ним и напряжение зависит от плотности окружающего пластины электролита (§ 6), то э. д. с. и напряжение падают. Правда, внутри аккумулятора будет происходить перемешивание электролита, но эта диффузия отстает, в результате чего около пластин и внутри их (пластины пронизаны насекомь по всем направлениям большим количеством мельчайших пор) плотность будет ниже, чем в остальном сосуде. По мере хода разряда, как это видно из рисунка 7, напряжение начинает очень медленно и равномерно уменьшаться. Это объясняется двумя причинами. Прежде всего при разряде расходуется серная кислота и поэтому постепенно уменьшается плотность электролита во всем аккумуляторе. Затем пластины постепенно по-

крываются сульфатом на своей поверхности и внутри пор. Так как сульфат занимает больший объем, чем перекись свинца и губчатый металл, то сульфат по мере своего образования сначала суживает, а затем совершенно закупоривает поры внутри пластин. Поэтому диффузия кислоты постепенно замедляется и, на-

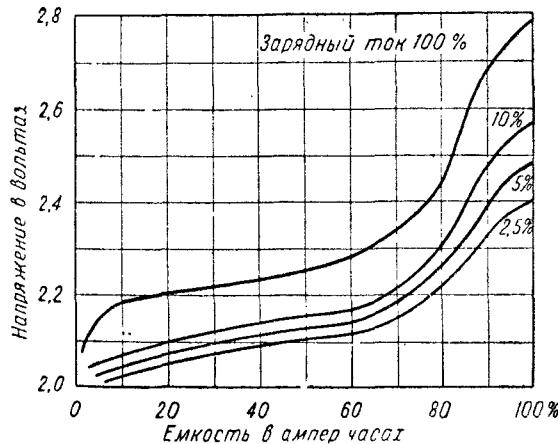


Рис. 6. Зарядные кривые напряжения

конец, наступает момент, когда диффузия оказывается уже не в состоянии выравнивать плотность кислоты. В результате этого внутри пластин получается электролит, содержащий очень мало кислоты, и потому напряжение аккумулятора резко падает. Это и есть конец разряда, но до такого состояния аккумулятор разряжать нельзя и разряд прекращают как только напряжение в аккумуляторах, предназначенных для питания ламп радиоприемников, понизится до 1,8 в. Если же теперь разомкнуть внешнюю цепь аккумулятора, то диффузия, хотя и медленно, но выравнивает плотность электролита внутри пластин и во всем элементе и поэтому э. д. с. снова достигнет вели-

чины, соответствующей плотности электролита, т. е. произойдет, так называемое, «восстановление» э. д. с.

Во время заряда происходит то же самое, но в обратном направлении. Внутри и около пластин выделяется образующаяся серная кислота, что вызывает повышение удельного веса электролита и увеличение э. д. с. и напряжения аккумулятора. Как и при разряде, диффузия выравнивает плотность электролита,

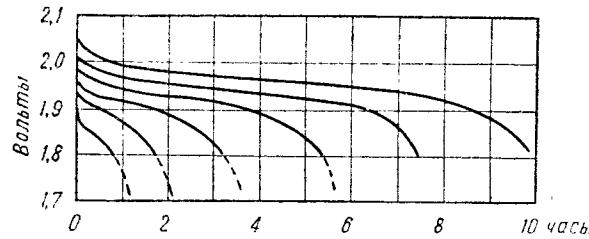


Рис. 7. Кривые разрядного напряжения

но за счет постепенного увеличения плотности раствора во всем элементе и в порах пластин кривая э. д. с. и напряжения постепенно повышается. Чем слабее зарядный ток, тем меньше будет выделяться серной кислоты, тем быстрее диффузия начнет выравнивать плотность и напряжение будет расти меньше, как это и показывает рис. 6.

Когда большая часть сульфата перейдет в перекись и губчатый свинец, то часть зарядного тока за недостатком сульфата начнет разлагать воду на кислород и водород, которые будут выделяться в виде пузырьков газа. К концу заряда это «кипение» заметно усиливается и когда почти весь сульфат превратится в PbO_2 и Pb , то плотность электролита перестанет увеличиваться и напряжение, достигнув определенного максимума, также остановится на этой предельной величине (2,6—2,75 в), что и служит признаком окончания заряда.

Если теперь по окончании заряда аккумулятор выключить из зарядной цепи, то через некоторое время его напряжение упадет до величины, соответствующей плотности кислоты, так как диффузия выравнивает плотность раствора кислоты.

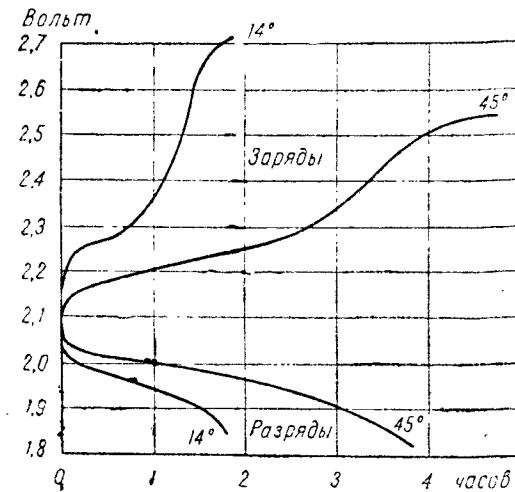


Рис. 8. Кривые напряжения при разной температуре электролита

Это явление подтверждает положение, что о состоянии заряда можно судить по напряжению при разряде аккумулятора на внешнюю нагрузку с допустимой для него величиной тока, а не при разомкнутой цепи (см. § 6).

Следовательно, кривая напряжения при заряде идет тем выше, чем больше зарядный ток (рис. 6), а при разряде она наоборот будет тем ниже, чем больше ток разряда (рис. 7). Причина этого — действие диффузии.

Чем ниже температура, тем большее удельное сопротивление электролита. Это увеличивает падение на-

пряжения внутри аккумулятора и кроме того при низких температурах электролит становится более вязким (малоподвижным), диффузия затрудняется и процесс выравнивания плотности протекает гораздо медленнее. В результате этих причин кривая напряжения разряда идет ниже, а кривая заряда — выше.

Повышение температуры электролита способствует диффузии и увеличивает проводимость кислоты и поэтому кривые разряда при повышении температуры становятся более пологими.

9. Емкость. Самой важной величиной, характеризующей тот или иной аккумулятор, является его электрическая емкость, т. е. выраженное в ампер-часах количество электричества, полученное от аккумулятора при его разряде нормальной величиной тока до минимально допустимого напряжения (1,8 в у радиоаккумуляторов).

Если обозначить емкость через C , величину разрядного тока через I , а время разряда в часах через t , то емкость выражается простой формулой, которая будет правильной при условии неизменности величины разрядного тока $C = I \cdot t$.

Полная емкость аккумулятора будет всегда несколько больше величины, полученной указанным выше способом, но допускать аккумулятор до полного истощения нельзя, так как от этого он может испортиться.

Емкость при одном и том же количестве активных веществ не является величиной постоянной, она изменяется в зависимости от состояния активной массы, типа пластин, силы разрядного тока, количества и плотности электролита и «возраста» аккумулятора.

Если взять количество веществ (высчитанное на основе токообразующих реакций и закона Фарадея), необходимое теоретически для получения 1 ампер-часа¹,

¹ По теории двойной сульфатации для получения 1 ампер-часа теоретически требуется перекиси свинца 4,46 г, губчатого свинца — 3,86 г, серной кислоты — 3,66 г.

то аккумулятор, построенный из такого количества веществ, даст емкость гораздо ниже 1 ампер-часа, так как конструкция пластин не позволяет доводить химические реакции до конца и при предельном использовании активной массы и электролита уничтожились бы те подводы и отводы тока из губчатого металла и перекиси свинца, которые ведут от активной массы к основанию пластин и без которых заряд аккумулятора становится почти невозможным.

Практика показала, что в аккумуляторах с решетчатыми пластинами активная масса используется всего в пределах от 35 до 15%. При одинаковых прочих данных коэффициент использования, т. е. отношение между весом вещества, действительно давшего емкость, и полным весом активной массы различны в зависимости от конструкции пластин и условий разряда.

Чем пористее активная масса, тем большей емкостью будет обладать аккумулятор, так как при этом электролит может легче проникать в толщу активной массы. Толстая и плотная пластина, наоборот, будет иметь меньшую емкость. Повышению коэффициента использования способствует малая толщина пластин (вернее активной массы). Однако, недостаточная механическая прочность слишком тонких пластин и быстрая их изнашиваемость не дают возможности применять очень тонкие пластины. Точно также вредна чересчур большая пористость, так как она способствует чрезмерному отпаданию пасты. Пластины в плохом состоянии — сульфатированные или отвердевшие (отрицательные) всегда имеют меньшую емкость.

Чем большей величины берется ток от аккумулятора, тем быстрее активная масса переходит в сернокислый свинец, т. е. расходуется больше серной кислоты. Поэтому при большом разрядном токе скорее наступает описанный выше момент, когда диффузия из-за сужения пор активной массы пластин будет не в состоянии поддерживать необходимую плотность кислоты в порах. И хотя на электродах имеется еще достаточно коли-

чество активной массы, аккумулятор окажется разряженным.

Этим объясняется столь характерная зависимость емкости свинцового аккумулятора от величины разрядного тока. Чем больше разрядный ток, тем меньше емкость аккумулятора. На рис. 9 дана кривая зависимости

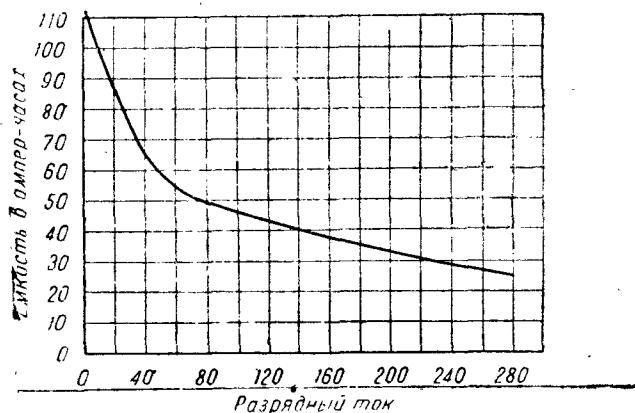


Рис. 9. Зависимость емкости от величины разрядного тока. Кривая снята для аккумулятора типа СТ-112 емкостью 112 а/ч при 20 час. разряде

сти емкости пастированного аккумулятора от величины разрядного тока.

Доказательством того, что разряд сильным током не требует расхода большого количества активной массы, а он лишь не дает возможности полностью использовать ее, служит тот факт, что после некоторого «отдыха» разряженный, казалось бы до конца, аккумулятор способен отдать еще сравнительно большое количество энергии при слабом режиме разряда.

Крепость (концентрация) электролита также влияет на емкость, последняя возрастает до некоторого максимума с увеличением удельного веса электролита, по-

сле чего емкость начинает убывать, причем при быстром разряде наибольшая емкость получается при плотности электролита 1,32, а при медленном — 1,20. Но так как высокая концентрация отрицательно сказывается на сохранности заряда (способствует повышению саморазряда), то обычно применяют кислоту средней плотности.

Температура электролита имеет большое значение для емкости аккумулятора; чем выше температура, тем большее емкость. Можно в среднем считать, что нарастание емкости сравнительно с емкостью при температуре 15° С равно 1% на каждый градус при нормальной величине тока. Процентная величина возрастает с усилением режима, что объясняется повышением при нагреве проводимости электролита и облегчением диффузии в порах пластин. Однако нельзя рекомендовать этот способ повышения емкости, потому что высокая температура электролита способствует разрушению пластин и усиливает саморазряд аккумуляторов. Понижение температуры ниже нормальной величины точно также оказывается на емкости в сторону ее уменьшения.

Всякая жидкость с понижением температуры становится более густой и вязкой; диффузия же замедляется с увеличением вязкости электролига. К тому же поры активной массы настолько суживаются, что диффузия заметно замедляется.

Поэтому все аккумуляторные заводы указывают гарантированную емкость при определенной температуре электролита во время разряда. Например, для аккумуляторов накала ВАКТ (Всесоюзный аккумуляторный трест) дает согласно ОСТ гарантированную емкость при температуре + 25° С.

При температуре ниже — 5° С падение емкости происходит еще резче. Диффузия при низкой температуре протекает очень медленно и плотность электролита в порах пластин падает весьма быстро. Может случиться, что электролит внутри пор активной массы превратится

почти в чистую воду, которая замерзнет и аккумулятор потеряет емкость (временно, до отогревания).

Емкость аккумулятора в течение его срока службы не остается постоянной; она изменяется в довольно значительных пределах, причем это изменение происходит неодинаково для положительных и отрицательных пластин.

Активная масса положительных пластин недостаточно прочна, к тому же изменения объема¹ во время заряда и разряда влекут за собой постепенное отпадание перекиси, усиливающееся вследствие сильного газообразования в конце заряда. Газы выходят из пор пластин со значительной силой, увлекая за собой частицы перекиси свинца, так что мало-по-малу положительные пластины разрушаются и перекись свинца, размельченная и смешанная с кислотой, стекает на дно сосуда, образуя шлам.

Отрицательные пластины в начале их службы всегда обладают большей емкостью, чем положительные. Происходит это потому, что губчатый свинец во время работы аккумулятора сжимается, теряет пористость и активность, так что емкость пластины уменьшается. Уплотнение массы сопровождается уменьшением объема и отставанием ее от основы пластины, что ухудшает контакт между массой и решеткой и емкость снижается еще больше. Отсюда понятно, что отрицательные пластины могут потерять емкость полностью, несмотря на то, что масса целиком находится в их решетках.

10. Удельная емкость. Удельной емкостью называют частное от деления емкости в ампер-часах на полный вес аккумулятора в килограммах. При сравнении удельной емкости аккумуляторов той или иной конструк-

¹ 207, 2 г металлического свинца (уд. вес 11,4) занимают объем 18,27 см³, перейдя же при разряде в 303,3 г сернокислого свинца (удельный вес 6,3), занимают уже 48,65 см³. То же самое количество сернокислого свинца (303,3 г) даёт 239,2 г перекиси свинца (удельный вес 9,4) объемом 26,84 см³.

ции емкость берется при одинаковых разряждающих режимах и одинаковой температуре.

11. Плотностью тока называют силу тока (при заряде или разряде) аккумулятора, приходящуюся на 1 дм² действующей поверхности положительных пластин с обеих сторон, т. е.

$$N = \frac{I}{S},$$

где N — плотность тока, I — сила тока в амперах при данном режиме разряда и S — полная поверхность положительного электрода, исчисленная по наружным размерам с обеих сторон в квадратных дециметрах.

12. Отдача. При разряде аккумулятор возвращает не всю энергию, полученную им во время заряда. Часть энергии безвозвратно теряется, как и в любой машине, внутри самого аккумулятора.

Во-первых, во время заряда, особенно в конце его, неизбежно выделяются кислород и водород, т. е. часть тока бесполезно расходуется на их образование.

Затем, каждому аккумулятору свойственен, так называемый, нормальный самозаряд (§ 13) вне зависимости от того, работает аккумулятор или стоит в бездействии. На разложение образовавшегося сульфата затрачивается некоторое количество энергии.

Тратится бесцельно энергия вследствие нагревания электролита, происходящего благодаря смешиванию образующейся при заряде серной кислоты с водою, а также на джоулево тепло (во внутреннем сопротивлении).

Понятно поэтому, что отдача аккумулятора всегда будет меньше 100%. В аккумуляторе различают отдачу по емкости, представляющую процентное отношение емкости в ампер-часах, полученной от аккумулятора при его разряде, к тому количеству ампер-часов, которое потребуется после этого для полного его заряда,

и отдачу по энергии (по работе), являющуюся отношением энергии в ватт-часах, полученной от аккумулятора при его разряде, к количеству ватт-часов, которое потребуется для полного его заряда.

При постоянной, неизменяющейся величине тока заряда и разряда, отдачу по емкости (η_a) можно выразить формулой

$$\eta_a = \frac{I_p \cdot t_p}{I_s \cdot t_s},$$

а отдачу по энергии

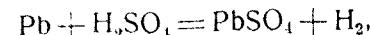
$$\eta_w = \frac{U_p \cdot t_p \cdot I_p}{U_s \cdot t_s \cdot I_s}.$$

В этих уравнениях I_s — ток заряда, I_p — ток разряда t_s — время заряда (в часах), t_p — продолжительность разряда, U_p и U_s — средние значения напряжения при разряде и заряде.

Отдача по энергии, как это вытекает из формул, зависит от величины отдачи по емкости и от соотношения между напряжением аккумулятора при заряде и разряде. А так как напряжение при разряде тем выше, а при заряде тем ниже, чем меньше величина тока, то, уменьшая разрядный и зарядный токи, можно повышать отдачу аккумулятора. Естественно также, что отдача по энергии будет тем больше, чем меньшая емкость была взята от элемента при разряде, так как в случаях неполного разряда среднее напряжение повышается.

13. Саморазряд. Неработающий кислотный аккумулятор с намазными пластинами самопроизвольно теряет в обычных условиях ежедневно от 0,5 до 1% своей емкости. Такой саморазряд считается нормальным. Происходит он главным образом на отрицательном электроде благодаря очень большой поверхности соприкосновения мельчайших зерен губчатого свинца (средний перечник частичек свинца равен 0,07—0,17 мм) с электролитом. Раствор серной кислоты действует на свин-

цовую губку, образуя сернокислый свинец и водород по уравнению



т. е. электрод сульфатируется с выделением водорода. Чем выше температура и крепче раствор, тем больше ускоряется процесс, тем больше образуется сульфата, сильнее происходит выделение водорода и, следова-

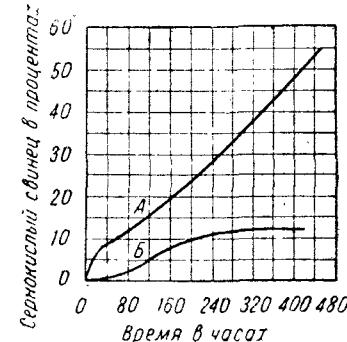


Рис. 10. Саморазряд отрицательных пластин

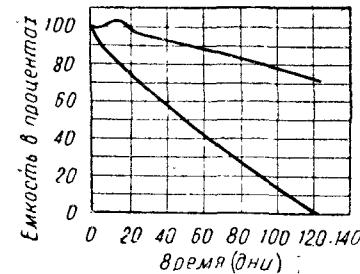


Рис. 11. Кривые саморазряда обоих электролов аккумулятора

тельно, выше саморазряда. Кроме того, новейшие исследования показали, что саморазряд отрицательных пластин происходит тем быстрее, чем больший процент сурьмы содержится в основе положительных пластин.

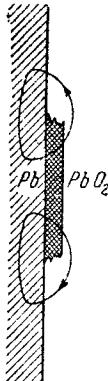
На рисунке 10 показано как растет с течением времени количество сернокислого свинца на отрицательных пластинах неработающего аккумулятора. В данном случае опыты производились с намазными пластинами толщиной 6 мм. Кривая А относится к аккумулятору с кислотой удельного веса 1,32, а кривая Б — к элементу с электролитом плотностью 1,19.

На рисунке 11 приведены кривые, показывающие величину саморазряда отдельных электродов заряженного аккумулятора. Из кривых видно, что отрицательные пластины через 121 день потеряли всю свою емкость (нижняя кривая), а положительные лишь 28%.

На положительных пластинах такого действия серной кислоты не наблюдается, так как на свинцовом осте (решетке) всегда имеется тонкий слой сульфата, предохраняющий металл от дальнейшего разъединения. Саморазряд положительных пластин объясняется разностью потенциалов, существующей между перекисью свинца и металлическим свинцом решетки. Здесь получается целый ряд короткозамкнутых элементов, вследствие чего происходит превращение активной массы в сульфат (рис. 12). Одновременно с саморазрядом происходит формирование свинца рамы, который при последующем заряде переходит в перекись свинца. Кроме того, имеют значение и концентрационные токи, получающиеся вследствие неодинаковой плотности электролита в его разных слоях.

Рис. 12. Короткозамкнутый элемент на положительном электроде

Обычно плотность его выше в нижней части сосуда, т. е. нижние части пластин находятся в электролите большей плотности, чем верхние. Известно, что потенциал положительных пластин увеличивается с повышением плотности кислоты. Отсюда понятно, что если существует разность потенциалов между отдельными точками, то между ними появляются концентрационные токи, вызывающие саморазряд.



Глава третья ИЗГОТОВЛЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ

14. Общие указания. На первый взгляд изготовить свинцовый аккумулятор любительскими средствами кажется довольно просто; надо иметь лишь листовой или чушковый свинец, серную кислоту и воду.

Однако, как много разочарований приносят довольно часто аккумуляторы собственного изготовления, когда приходится их пускать в работу! Известно также, что и покупные аккумуляторы заводского производства не всегда отвечают предъявляемым к ним требованиям.

Радиожурналы прошлых лет, а также многочисленные брошюры в свое время уделяли немало внимания кустарному аккумуляторостроению. Предлагались самые разнообразные конструкции и рецепты массы, причем, почти как правило, указывалось на преимущество данного типа аккумулятора перед другими, описанными раньше. Некоторые из элементов можно было причислить к разряду довольно удачно сконструированных. Но насколько часто элемент, изготовленный точно по указаниям автора, оказывался крайне неудовлетворительным. Добавим, что большинство конструкций с успехом испытывалось на практике....

Почему же происходят неудачи?

Мы сказали вначале, что на изготовление аккумуляторов весьма часто смотрят как на занятие пустяковое, не требующее особой внимательности и тщательности. И вот этот-то подход обычно оказывается

причиной последующих неудач, так как для того, чтобы аккумулятор мог соответствовать нормальным условиям эксплоатации, следует учесть многие, мелкие на первый взгляд, детали и приложить немалую долю внимания и старательности.

Производство аккумуляторов по своей сущности является делом отдельных мелких операций и если даже одну из них выполнить кое-как, без достаточной внимательности, эффект окажется отрицательным и аккумулятор, без сомнения, в дальнейшем покажет недостаточно удовлетворительные качества. Если же две-три операции будут выполнены «спустя рукава», то можно с уверенностью сказать, что в результате получится заведомый брак.

Поэтому основным положением самодельного производства аккумуляторов является точнейшее выполнение мероприятий, указанных ниже, особенно в отношении приготовления пасты, ее намазки и формирования пластин, так как большинство последующих неудач берут свое начало именно в этих процессах.

В дальнейшем изложении методов изготовления аккумуляторов упор сделан на подробное описание процессов производства, а не на описание конструкции деталей и самого аккумулятора какой-то определенной емкости, так как очень часто местные условия и наличные материалы заставляют конструктора отступать от точного изготовления какой-либо детали и соблюдения приведенных на чертеже ее размеров.

15. Выбор типа аккумулятора. Какого типа делать аккумуляторы — Планте или Фора-Фолькмар? Конечно, конструкция аккумулятора Планте проще, прочнее и при существующих методах формирования процесс получения достаточно толстого слоя активной массы длится не дольше, чем у элементов с намазными пластинами. У аккумуляторов Планте отпадает необходимость в сложных операциях изготовления пасты, литья решетки, пастировки, сушки и т. д.

Однако, для получения поверхностных пластин достаточно удовлетворительного качества необходимо иметь очень чистый, так называемый «аккумуляторный» свинец, содержащий не менее 99,98% чистого свинца при полнейшем отсутствии примесей благородных металлов, хлора, нитратов и др. Обычный же рольный или чушковый свинец почти всегда содержит в довольно значительном количестве примеси цинка, железа, мышьяка и т. д. Эти металлы, находясь в свинце даже в очень небольшом количестве, при работе аккумулятора переходят в раствор и вызывают саморазряд, так как свинец работает всей своей большой поверхностью. Не следует также забывать, что удельная емкость поверхностных пластин гораздо меньше пастированных, почему для изготовления аккумулятора потребуется в этом случае в 3—4 раза больше дефицитного свинца, чем для элемента с намазными пластинами.

Однако, в некоторых случаях все же приходится прибегать к помощи поверхностных пластин (особенно в анодных батареях), почему ниже отводится некоторое место описанию производства небольших пластин этого типа.

В качестве материала для решеток намазных пластин можно воспользоваться металлом от старых, негодных, разрушенных пластин, и так как поверхность соприкосновения решетки с кислотой весьма невелика, можно в этих условиях построить аккумулятор со сравнительно небольшими внутренними потерями, если, конечно, активная масса достаточно свободна от вредных примесей.

16. Свинец, глет и сурик. Познакомимся в самых кратких чертах со свойствами основных исходных веществ, применяющихся в производстве пастированных пластин.

Свинец — металл большого удельного веса (11,4); атомный его вес — 207,2. Свежий разрез свинца имеет

металлический блеск и синевато-серый цвет, но при обыкновенной температуре блеск исчезает вследствие образования под влиянием кислорода воздуха слоя окислов. Это обстоятельство сильно затрудняет пайку свинца. Чистый свинец очень мягок и плавится при 327°С. При отвердении он сильно сокращается в объеме (на 1% своей длины) и плохо заполняет формы. При нагревании близко к точке плавления свинец становится очень хрупким и легко крошится.

Пары свинца и свинцовая пыль имеют сладковатый вкус и действуют, как медленный яд.

Губчатый свинец (активная масса отрицательных пластин) представляет собой свинец в очень размельченном пористом состоянии [абсолютный удельный вес такой же, как у обычного свинца, а кажущийся (объемный) — около 3,4]. При соприкосновении с водой в присутствии кислорода воздуха он переходит в гидроокись свинца $Pb(OH)_2$, сильно нагреваясь при этом. Эффект особенно повышается при наличии серной кислоты. Имели место случаи, когда теплота, выделяемая этой реакцией, плавила пластины. Поэтому, прежде чем вынимать из аккумулятора отрицательные пластины, необходимо их сперва промыть в воде с тем, чтобы удалить из массы пластин серную кислоту. Губчатый свинец, являющийся активной массой отрицательных электродов, получается уже в самом аккумуляторе под действием зарядного тока, почему он для защиты от воды и кислорода воздуха должен всегда быть покрыт электролитом.

Глет. Главными частями пасты, применяющейся для намазки самодельных пластин, служат преимущественно свинцовые окислы в виде сурика и глета.

Глет — окись свинца PbO получается прокаливанием свинца в сильной струе воздуха. Затвердевшая кристаллическая масса окиси свинца желтоватого цвета известна под названием гleta. Желтая порошкообразная масса окиси свинца называется массикотом и может быть получена прокаливанием азотнокислого или углекисло-

го свинца. Окись свинца при долгом лежании на воздухе поглощает углекислоту и переходит в углекислый свинец. Удельный вес гleta равен 9—9,5, а кажущийся — 4—4,5. Молекулярный его вес — 223,2. Теоретический состав гleta — 92,8% свинца и 7,2% кислорода.

Сурик — яркорасный порошок удельного веса 9,07, имеет молекулярный вес 685,6, кажущийся удельный вес 4—4,5. Сурик Pb_3O_4 можно представить как соединение окиси свинца PbO с перекисью свинца PbO_2 . Сурик теоретически состоит из 34,8% перекиси свинца и 65,11% окиси свинца, химически связанных между собою. Рыночный же продукт является физической смесью собственно сурика Pb_3O_4 с глетом, что происходит вследствие неравномерного нагревания при производстве. В обычном сурике содержание перекиси колеблется в пределах 20—28%.

Глет и сурик изготавливаются заводами, входящими в объединение «Лакокраска» — имени Менделеева в Ленинграде и «Свободный труд» в Ярославле, причем на долю второго приходится около 80% выработки. Аккумуляторный сурик идет главным образом из Ярославля.

Сурик и глет должны быть совершенно чистыми, без примеси вредных веществ (железные, марганцевые, хлорные, азотистые и уксуснокислые соединения). Степень размельчения окислов оказывает огромное влияние на свойства готовых пластин. Мелкозернистые легкие окислы дают мягкие, пористые пластины большой начальной емкости, допускающие весьма значительные разрядные токи. Для получения пластин, рассчитанных на длительную работу, следует применять более тяжелые крупнозернистые окислы.

Понятно, что химически чистые продукты надлежащего качества, применяемые на аккумуляторных заводах, далеко не всегда доступны радиолюбителю, но надо стремиться во что бы то ни стало приобрести или изготовить самому вещества необходимого качеств-

ва, так как применение загрязненных материалов, повторяем еще раз, весьма отрицательно повлияет на качество конечной продукции. Аккумуляторы, изготовленные из «грязных» материалов, не будут долго держать заряда, т. е. отдача их будет невелика и срок службы значительно сократится. В любительских условиях качество материалов обычно определяется только опытом.

В заводском производстве при изготовлении пасты помимо глета и сурика в настоящее время все большее распространение присобретает свинцовий порошок, предложенный впервые еще в 1881 г. Фолькмаром. Порошок этот получается путем размалывания свинцовых шариков с доступом воздуха в специальных мельницах. Во время размельчения происходит некоторое окисление свинцовых зернышек и в результате получается очень мелкозернистый свинцовый порошок, обладающий характерным для него серовато-зеленым цветом. Химический состав свинцового порошка непостоянен и в среднем отвечает формуле $PbO_{0.5}$. Он состоит из металлического свинца, покрытого снаружи слоем окиси различной толщины. Удельный вес его колеблется в зависимости от состава, в среднем он равен 9,5—10,1 и уменьшается вместе с увеличением степени его окисления, так же как уменьшается и кажущийся (объемный) вес его от 3,4 до 1,8.

Однако, получение свинцового порошка должного качества даже в заводских условиях требует большого опыта и внимания, почему в дальнейшем мы ограничимся данными по изготовлению пасты на основе свинцовых окислов, хотя паста, изготовленная из свинцового порошка, по своим качествам выше окисной.

17. Расчет аккумуляторов. Без сомнения, одной из самых сложных операций аккумуляторного производства является расчет аккумуляторов. Для того чтобы получить хотя бы приблизительно правильные результаты, необходимо учитывать самые разнообразные

факторы, влияющие на расчетные величины и затрудняющие их объединение в более или менее простые формулы. Не имея возможности в популярной брошюре подробно рассмотреть расчет аккумулятора в полной его совокупности, мы остановимся лишь на некоторых наиболее существенных моментах, приведя данные, достаточные для сознательного подхода к конструированию самодельных аккумуляторов.

Во-первых, остановимся на вопросе определения емкости. Во всех статьях и брошюрах, посвященных производству самодельных аккумуляторов, обычно указывается, что средняя емкость пастированных пластин равна 4—10 а/ч на квадратный дециметр поверхности положительного электрода.

Понятно, что эти данные не могут решить поставленного конструктором вопроса, так как емкость при одинаковой поверхности и прочих равных условиях (состав пасты и ее обработка) может колебаться в весьма значительных пределах в зависимости от толщины электродов, устройства решетки и т. д.

В аккумуляторной промышленности существуют три наиболее часто практикующиеся способы изготовления активной массы для намазывания решетчатых пластин. Эти пасты отличаются друг от друга рецептурой и методом производства.

Первый из них — это так называемый аммиачный способ. Здесь в качестве исходных материалов берут сурик и сернокислый аммоний. Этот способ в последнее время на советских заводах начинает выходить из употребления, так как пластины вследствие недостатков сырья обладают весьма неоднородным качеством и, кроме того, недостаточной прочностью — активная масса нередко быстро трескается и выкрашивается, чем сокращается срок службы.

Второй способ — порошковый. В нем исходным материалом является свинцовый порошок, замешивающийся на разведенной серной кислоте. Получаются пластины очень высокого качества.

И, наконец, третий способ — кислотный, в котором применяются свинцовые окислы и серная кислота. Правильно изготовленная паста по этому способу отличается также высокими качествами и является наиболее подходящей для самодельных аккумуляторов.

Для определения теоретической емкости какой-либо пасты исходят из содержания металлического свинца в единице объема по весу пасты, весу ее составных частей и их химическому составу.

Для примера возьмем пасту следующего состава: 200 г сурика, 200 г глета, 60 г серной кислоты (50 см^3 удельного веса 1,2) и 32 г дистиллированной воды, общий вес которых 492 г.

Атомный вес свинца — 207,2; молекулярный вес глета — 223,2 и перекиси свинца — 239,2. Аккумуляторный сурик состоит приблизительно из 25% перекиси и 75% окиси свинца. Тогда чистого свинца в PbO_2 окажется

$$\frac{\text{Pb} \cdot 100}{\text{PbO}_2} = \frac{207,2 \cdot 100}{239,2} \cong 87\%,$$

а в PbO окажется

$$\frac{\text{Pb} \cdot 100}{\text{PbO}} = \frac{207,2 \cdot 100}{223,2} \cong 92,8\%.$$

Отсюда:

$$\begin{array}{lcl} \text{Вес свинца в } \text{PbO}_2 (25\%) & = 0,87 \times 50 & = 43,5 \text{ г} \\ \rightarrow & \text{PbO} (75\%) & = 0,928 \times 150 = 139,2 \text{ г} \end{array}$$

$$\text{Общий вес свинца в сурике} = 43,5 + 139,2 = 182,7 \text{ г}$$

$$\text{Вес свинца в гlete} \dots 0,928 \times 200 = 185,6 \text{ г}$$

$$\text{Общий вес свинца в пасте} . . . 182,7 + 185,6 = 368,3 \text{ г}$$

$$\text{Процент свинца в пасте} . . . \frac{368,3}{492} = 74,8.$$

Следовательно, если один кубический сантиметр такой пасты весит 4,4 г, то свинца в ней будет $4,4 \times 0,748 = 3,29 \text{ г}/\text{см}^3$.

Принимая теоретическую цифру на 1 ампер-час в 3,86 г свинца, получим, что один кубический санти-

метр нашей пасты обладает теоретической емкостью $3,29 : 3,86 = 0,85$ ампер-часа.

Однако, как нам уже известно из § 9, аккумулятор, построенный из 1 см^3 пасты, никогда не даст такой емкости, а всегда меньше, так как коэффициент использования активной массы ниже единицы и для самодельных элементов его следует считать в пределах от 0,25 до 0,15—0,20. При этом активное вещество положительных пластин используется несколько лучше губчатого свинца. При расчете аккумуляторов емкость отрицательных пластин предусматривается на 15—20% больше емкости положительных.

Коэффициент использования массы зависит от толщины пластин, но не строго пропорционально; он тем меньше, чем толще пластина. С уменьшением плотности разрядного тока и увеличением толщины электрода емкость изменяется сильнее. Это явление легко объясняется диффузией и показывает ее значение при том или ином режиме разряда.

Большое значение имеет конструкция решетки. Чем чаще решетка, тем лучше отводы для тока и тем выше коэффициент использования активной массы. Но здесь следует учесть и обратную сторону медали, т. е., что при густой решетке уменьшается количество пасты при одном и том же объеме пластин. В радиоаккумуляторах, от которых потребляют разрядные токи небольшой силы, применяются по преимуществу пластины, имеющие решетки с довольно редкими продольными и вертикальными ребрами.

Состояние активной массы имеет огромное значение с точки зрения использования максимума вещества. Чем пористее масса, тем легче совершается диффузия в глубине пластин и поэтому тем выше коэффициент использования. Однако слишком большая пористость, как мы знаем, вредна, так как она снижает долговечность пластин. Пористость же зависит как от сорта исходных веществ, так и последующей их обработки и консистенции пасты.

Рисунок 13 дает средние практические величины емкости положительных пластин и ее изменения в зависимости от толщины электрода при различных разрядных режимах. На основании рисунка 13 можно сделать заключение, что выгоднее конструировать аккумуляторы с тонкими пластинами, так как в них масса используется лучше.

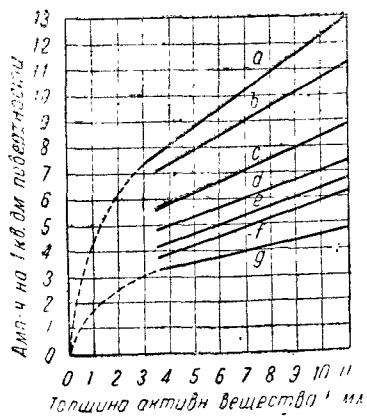


Рис. 13. Изменение емкости в зависимости от толщины пластины и величины тока

Однако, как мы знаем, недостаточная прочность слишком тонких пластин и быстрая потеря ими емкости не дают возможности применять пластины тоньше определенного минимума, устанавливаемого практической для каждого отдельного типа аккумуляторов.

Указать толщину пластин, которая была бы наилучшей во всех отношениях для радиоаккумуляторов, очень затруднительно. Дело в том, что наивысшая удельная емкость не соответствует максимальной прочности, долговечности и наименьшему саморазряду. Прочные же, толстые пластины обходятся значи-

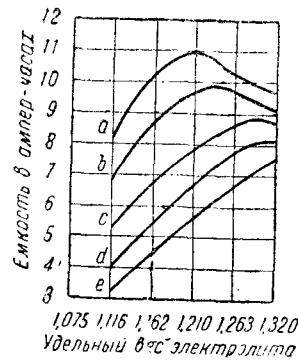


Рис. 14. Изменение емкости в зависимости от плотности электролита и величины тока разряда

тельно дороже одинаковых по емкости, но тонких пластин. Поэтому вопрос о толщине пластины целесообразнее всего решать, сообразуясь с тем, какие из свойств для данного случая наиболее важно. Во всяком случае при изготовлении электродов для радиоаккумуляторов в целях удлинения их срока службы и снижения саморазряда необходимо делать пластины при средней густоте их решетки не тоньше 4,5—5 мм.

Плотность и количество электролита, как нам известно, оказывают значительное влияние на емкость аккумуляторной батареи. Емкость возрастает с увеличением плотности кислоты до некоторого предела, после чего начинает убывать. Рисунок 14 показывает изменение емкости в зависимости от концентрации электролита и величины тока разряда. Кривые вновь указывают на важное значение диффузии.

Для радиоаккумуляторов более подходящим является электролит плотностью (при полном заряде) 1,21—1,22 с расчетом количества электролита 15—25 см³ на 1 ампер-час. Не следует забывать, что чем больше электролита, тем меньше изменяется его плотность во время работы и, следовательно, улучшается диффузия, вслед за которой идет увеличение емкости и среднего разрядного напряжения, т. е. повышается отдача.

Так как электролит в кислотном аккумуляторе принимает участие в токообразующем процессе, необходимо соблюдать некоторое определенное расстояние между электродами.

Расстояние это зависит от толщины положительных пластин, по которым ведется расчет емкости аккумулятора.

Для самодельных аккумуляторов его можно считать равным 0,6—0,75 от толщины пластин.

18. Изготовление решеток. На металлическую неактивную часть пластины возлагается выполнение весь-

ма важных функций, а именно подвод и распределение тока в активной массе, а также механическое удержание последней от выпадения. Очень важно, чтобы активная масса крепко держалась на своем месте, не крошилась и не вываливалась, так как иначе емкость аккумулятора резко снижается.

Хотя в пластинах, например, анодных аккумуляторов, для достаточного распределения тока (учитывая крайне слабый режим разряда) можно использовать лишь одну наружную окружающую активную массу

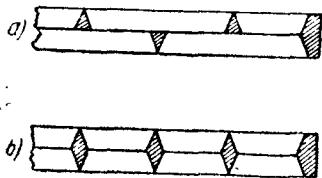


Рис. 15. Строение решетки

зующих ячейки больших или меньших размеров. Наиболее употребительной формой попечеренных ребер в настоящее время является треугольник, обращенный одним из углов наружу решетки (рис. 15a) и со всех сторон окруженный активной массой. Вертикальные или продольные ребра представляют сдвоенную конструкцию, т. е. имеют вид ромба (рис. 15b).

Такие решетки обычно отливаются в специальных формах. Наилучшими формами следует признать две металлические доски, вдоль и поперек которых идут параллельные желобки, пересекающиеся под прямым углом и образующие, таким образом, как бы разделенные на равные прямоугольники (или квадратики) поля. Эти желобки имеют в сечении форму треугольника, обращенного одним углом книзу; когда формы при наложении аккуратно покрывают друг друга, образуются ромбовидные каналы, которые и заливаются жидким свинцом, образующим решетку. После засты-

вания свинца из формы вынимают готовую решетку. Имея подобную форму, можно сделать решетки довольно разнообразного рисунка. Для этого следует только передвигать одну форму относительно другой. Например, сдвигая одну форму в направлении продольных каналов на половину расстояния между двумя каналами, мы получим решетку, состоящую из ромбовидных идущих вертикально стержней, пересе-

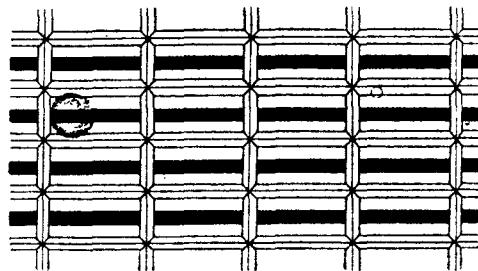


Рис. 16. Решетка для пластины батареи накала

каемых уже не ромбовидными, а треугольными ребрами, расположенными то с одной, то с другой стороны, причем вершина треугольника обращена наружу (рис. 15a). В образованной таким путем решетке активная масса разделена вертикальными стержнями на совершенно независимые друг от друга полосы. Масса отдельной полосы представляет собой одно неразрывное целое благодаря тому, что горизонтальные ребрышки доведены только до половины.

Решетки этой конструкции, дающей вполне удовлетворительные результаты на практике, мы будем придерживаться при изготовлении пластин.

Густота решетки при определенной толщине зависит от назначения аккумулятора. В аккумуляторах накала решетка делается гуще, а пластина тоньше; в анодных батареях, где от аккумуляторов потребля-

ются точки небольшой интенсивности, наоборот, применяется редкая решетка и более толстая.

Для отрицательных пластин целесообразно применять решетки с несколько меньшими отверстиями (делать ее более густой) с целью получения лучшего контакта активной массы с ребрами вследствие уплотнения с течением времени массы губчатого свинца и уменьшения его объема.

Расчет частоты решетки и толщины ребрышек и стержней весьма сложен. Во всяком случае, воспользовавшись формой решетки, указанной на рис. 16, можно получить основу пластины для батарей накала достаточно удовлетворительного качества. Что касается анодных аккумуляторов, то конструкция основы положительных и отрицательных пластин может быть такой же, но более редкой (в $1\frac{1}{2}$ раза).

19. Формы отливки для решеток. Выше указывалось, что наилучшими формами следует считать металлические (медные или железные). Они очень прочны и, что не менее важно, их можно подогревать, чем преодолевается застывание свинца при отливке до окончательного заполнения формы расплавленным металлом. Поэтому, если имеется хотя бы малейшая возможность, следует изготовить медные или железные формы.

Если же изготовление металлических форм недоступно, придется довольствоваться деревянными формами, которые при внимательном к ним отношении служат не плохо.

Остановимся несколько на их конструкции. Принцип изготовления металлических и деревянных форм одинаков, меняется лишь способ их обработки.

Берут две ольховые без сучьев, совершенно сухие, тщательно оструганные доски толщиной 25—30 мм, размером на 2—3 см больше поверхности будущих пластин. На одной стороне первой доски чертят точ-

ный рисунок пластины, учитывая будущее расположение треугольных ребрышек (они должны быть расположены в шахматном порядке); то же самое проделывают на другой доске с таким расчетом, чтобы при наложении одной доски на другую рисунки точно совпали, за исключением чередующихся треугольных ребрышек. На каждой доске по рисунку строго по линейке вырезываются стамеской или острым ножом бороздки треугольной формы вершиной книзу (глубина бороздок зависит от толщины будущей пластины); крайние бороздки и выступы (рамка решетки и хвосты) делаются прямоугольными. Точно так же вырезываются литники (отверстия для заливки металлом) и каналы для выхода воздуха.

Две таких деревянных формы связываются между собою прочными петельками и плотно пригибаются друг к другу так, чтобы между сложенными половинками форм не было щелей. Закрытая форма запирается крючком или зажимается в тиски.

На рисунках 17 и 18 показана схема устройства такой формы, причем литником служит канал а, через который наливается расплавленный свинец. Как только свинец покажется в канале в, это будет являться признаком, что вся форма наполнилась свинцом.

Для получения безукоризненных пластин необходимо, чтобы соприкасающиеся поверхности досок формы составляли гладкие плоскости, чтобы бороздки были сделаны гладко, доски сильно скжаты и при складывании доски формы точно накладывались одна на другую. Для этого помимо петель на двух противоположных углах одной доски следует вбить небольшие гвозди (без шляпок), а в другой — в соответствую-

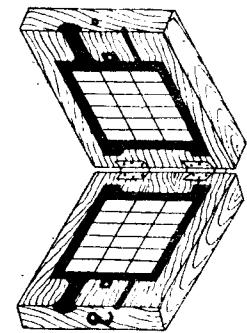


Рис. 17. Форма в виде записной книжки (схема)

ющих точках сделать небольшие углубления. Перед отливкой каждой пластины форму натирают мелким графитовым порошком или кусковым мелом, что защищает дерево от обугливания при заливке расплавленным свинцом.

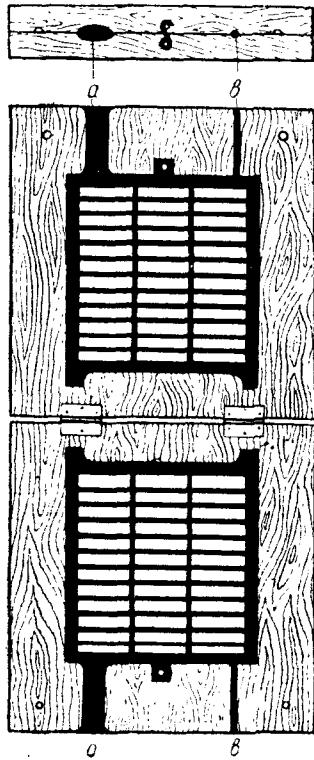


Рис. 18. Конструкция деревянной формы

следить, чтобы она была совершенно сухая, так как лить металла в сырую форму очень опасно..

Такая деревянная форма может служить для изготовления нескольких десятков пластин, причем иногда после 30—40 отливок, когда форма, несмотря на протирку графитом или мелом, все же несколько обугливается — ребра теряют строгие формы. Этот недостаток можно отчасти исправить ножом, но, конечно, гораздо лучше в тех случаях, когда необходимо приготовить большое количество пластин, сделать несколько форм, тем более, что их производство весьма несложно.

Вместо деревянных можно использовать гипсовые формы, способ изготовления которых неоднократно описывался в многочисленных брошюрах и статьях. Однако, чтобы сделать такую форму необходима модель решетки, изготовленить которую гораздо сложнее, чем деревянную форму. Кроме того, гипсовые формы очень хрупки. Если все же придется пользоваться гипсовой формой, необходимо

Вследствие своей гигроскопичности гипс постоянно поглощает влагу из воздуха и поэтому качество его бывает различно. Обыкновенно наливают в гипс столь-

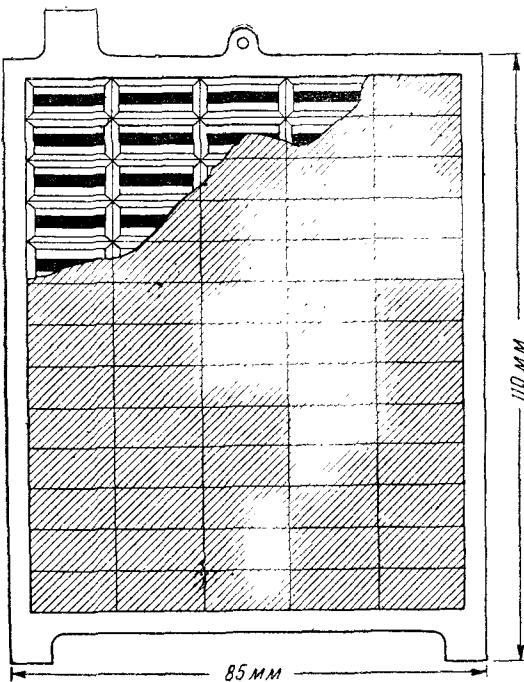


Рис. 19. Положительная пластина емкостью
8 а = 4

ко воды, чтобы получилась масса консистенции густой сметаны. Полученная масса при свежем гипсе густеет быстро, при лежалом — дольше. В этой работе необходим предварительный личный опыт. Готовую гипсовую форму протирают также мелким графитовым порошком.

Размер решетки здесь не указывается сознательно, так как его нетрудно подобрать самостоятельно в зависимости от потребности и имеющихся в распоряжении сосудов, пользуясь данными, приведенными выше. Для примера на рис. 19 дан схематический чертеж положительной пластины (применяя описанный ниже процесс производства) емкостью при толщине в 6 мм около 8 ампер-часов.

20. Литье решеток. Как было сказано выше, для решеток можно воспользоваться старым свинцом от негодных решетчатых пластин или же чистым свинцом (какой, например, применяется в водопроводных трубах), к которому для твердости и кислотоустойчивости прибавляют 3—4% сурьмы.

Свинец плавится в железном ковше или другом подходящем котелке на примусе или печке. Когда металл совершенно расплавится, следует обязательно снять железной палочкой плавающие на его поверхности окислы, затем хорошенько размешать и быстро лить в форму через литник до тех пор, пока металл не заполнит отверстия, служащего для выхода воздуха. Наполненной металлом форме дают несколько остить, затем ее открывают и вынимают готовую пластину. Лишние концы, образовавшиеся в обоих каналах, отрезаются ножом или кусачками. Пластины получаются слепыми в тех случаях, когда доски были неплотно сжаты или неправильно оструганы.

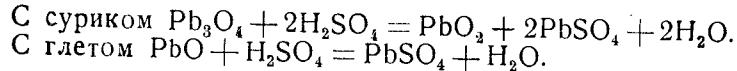
21. Паста для положительных пластин. Паста для положительных пластин изготавливается из смеси сурька с глетом, размешанных на водном растворе серной кислоты. Окислы весьма тщательно смешиваются в сухом виде в продолжение 15—20 минут. Смешивание должно вестись в совершенно сухом и чистом стеклянном, фарфоровом или свинцовом сосуде. Дело в том, что свинцовые окислы при соприкосновении с водой набухают и в случае недостатка последней бы-

стро затвердеют, причем глет схватывается скорее: сурька и комочки сурька растираются в порошок легче комков глета.

На качество пасты очень большое влияние оказывает степень ее перемешивания. Следует помнить, что первая порция воды, приливаемая к окислам, сперва их только слегка смачивает, увлажняет и притом неравномерно, что ведет к образованию комков, сильно затрудняющих дальнейшее перемешивание. Последующее прибавление воды, несмотря на обязательное беспрерывное перемешивание стеклянной или эбонитовой палочкой (а еще лучше двумя, врачающимися в противоположных направлениях), соприкасается не со всей массой окислов, вследствие чего в отдельных участках, ввиду образующейся при реакции теплоты, развивается высокая температура, влекущая за собой также образование комков. Комочки эти состоят из окислов, на которые еще не подействовала серная кислота, окруженных слоем окислов, уже связавшихся с кислотой.

Сильно затвердевшие эти комки в значительной степени затрудняют растирание и перемешивание пасты, так что окислы даже при длительном размешивании не распределяются равномерно. Поэтому для получения однородной пасты массу следует размешивать беспрерывно и в высшей степени тщательно.

При заливке исходных веществ раствором серной кислоты идут следующие реакции:



В результате реакций образуется свинцовый сульфат, перекись свинца и вода. Сернокислый свинец играет весьма значительную роль в качестве связывающего вещества пасты и регулятора емкости будущих пластин.

На качество пасты сильно влияет способ прибавления к окислам воды и раствора кислоты. После воды

немедленно наливается раствор кислоты и с таким расчетом, чтобы при заливке жидкости охватывали всю смесь.

Следует учитывать, что добавление раствора серной кислоты сейчас же сильно повышает температуру пасты, что влечет за собой быстрое ее схватывание и затрудняет перемешивание и, если не воспользоваться внешним искусственным охлаждением (поместив сосуд с перемешиваемой пастой в холодную, температурой 8—10°C, воду), паста может получиться комковатой. Необходимо следить, чтобы температура пасты не поднималась выше 60°C.

Это обстоятельство очень важно, так как паста, приготовленная при температуре ниже 60°C, характеризуется не только отсутствием комков, но и другими положительными качествами, проявляющимися при дальнейшей обработке пластин.

Приготовленную пасту можно пускать в дело, когда она охладится ниже 30°C. Если взять в намазку пасту с более высокой температурой, то в последующих процессах (формировании и т. д.) она будет вести себя недостаточно удовлетворительно.

Состав пасты для положительных пластин можно взять следующий:

Глет	10	частей по весу
Сурик	10	» » »
Серная кислота уд. веса 1,2 . . .	3	» » »
Дестиллированная вода	1,6	» » »

Если при указанном количестве воды паста окажется слишком крепкой, после 20-минутного перемешивания можно ввести еще небольшое количество воды, после чего пасту надо снова мешать 5—10 минут.

Готовая паста должна иметь консистенцию густой оконной замазки. Контроль консистенции имеет большое значение для качества готовых пластин и на аккумуляторных заводах он производится особым методом самым тщательным образом.

Пропорция глета и сурика разных рецептов колеблется в весьма широких пределах. Некоторые заводы применяют только один глет. Прибавление сурика к глету помимо других ценных свойств задерживает слишком быстрое схватывание последнего и одновременно облегчает проработку пасты. Из чистого же сурика получить пластическую массу почти невозможно. Кроме того, при намазке пластин из очень быстро схватывающихся окислов для сохранения необходимой для пастирования консистенции приходится вводить в пасту большое количество воды, что сильно уменьшает удельное содержание в пасте свинца, и, следовательно, понижает емкость.

От степени первоначальной сульфатации и влажности зависит качество пасты, коэффициент использования активной массы и срок службы электродов.

22. Паста для отрицательных пластин. Эта паста по своему составу несколько сложнее положительной, так как в нее приходится вводить особые расширители.

Как известно, отрицательная активная масса при работе аккумулятора обладает способностью сокращаться, сжиматься в объеме, причем губчатый свинец как бы спекается, что значительно понижает емкость отрицательного электрода. Для предотвращения такого спекания употребляют, так называемые, расширители (разрыхлители), которые обычно вводятся в состав пасты.

В качестве расширителя предлагались самые разнообразные вещества, но наиболее простым и в то же время достаточно удовлетворительным расширителем является ламповая копоть (сажа), которая добавляется к отрицательной пасте в количестве 0,5—0,7% по весу.

Роль сажи, повидимому, сводится к тому, что она механически разделяет кристаллы свинца и сульфата, образующиеся по мере разряда аккумулятора. Сажа препятствует росту отдельных кристаллов губчатого

свинца, разделяя сульфат, а при заряде она не допускает спекания кристаллов свинца и превращения их в плотную свинцовую массу.

Вместо сажи можно взять сульфат бария. Необходимо только следить за тем, чтобы отдельные кристаллики этого вещества были размельчены до такой степени, чтобы порошок напоминал собой очень мелкую и чрезвычайно тонкую пудру. Сульфат бария вводится в количестве 1% по весу отрицательной массы.

Состав отрицательной пасты:

Глет	85 частей по весу
Сурик	14,5 » » »
Сажа	0,5 » » »
Серная кислота уд. в. 1,2	12 » » »
Вода дистиллированная	8 » » »

Пасту можно делать также из одного глета с расширителем, но добавление небольшого количества сурика заметно оказывается на емкости пластин и времени, потребном для их полного формирования. По многочисленным исследованиям, пластины, активная масса которых содержит небольшой процент сурика, в противоположность теории формируются как катоды быстрее, чем изготовленные из одного глета.

Сперва производится смешивание глета с суриком (в совершенно сухом сосуде). Сажа добавляется после. Смешивание должно быть очень тщательное и продолжаться не меньше 15—20 минут, после чего добавляется вода при постоянном перемешивании и серная кислота. Перемешивание длится еще около 10—15 мин.

При смешивании кислоты с глетом реакция идет очень быстро и с большим выделением тепла. Следует помнить, что при повышенной температуре способность глета к цементации увеличивается. Температура приготовления отрицательной пасты не должна превышать 65—70° С, так как иначе сильно страдает качество пасты. Перемешивание прекращается, когда температура упадет до 30° С.

Нередко случается, что после введения воды окислы так сильно схватываются, что затормаживают перемешивание, и если не добавить некоторого дополнительного количества воды окислы могут оказаться непригодными для изготовления пасты.

23. Добавления к пасте. Иногда советуют добавлять к пасте небольшое (1—2%) количество глицерина. Глицерин придает пластины значительную прочность и во время формирования активная масса приобретает высокую пористость. Однако, наблюдается, что при этом активная масса катодов после некоторого количества разрядов начинает пузыриться и отпадать. При формировании положительных пластин с глицериновой пастой решетки подвергаются очень сильной коррозии под действием органических веществ, образующихся в результате разложения глицерина.

В последнее время некоторые аккумуляторные заводы стали заменять глицерин (особенно в массовых пластинах с очень редкой решеткой) гликолями. Примесь гликолов придает пластинаам свойства глицериновой пасты и в то же время она свободна от недостатков последней. Гликоли добавляются в пасту сейчас же за кислотой в количестве 3% по весу всех веществ.

Но, конечно, добавление глицерина и гликолов к пастам рассмотренного нами выше состава необязательно, так как при правильном изготовлении эти пасты дают достаточно прочные и пористые пластины.

24. Консистенция пасты. Консистенция пасты оказывает весьма заметное влияние на качество пластины. Слабая паста обычно дает мягкие и пористые пластины. Крепкая, густая паста способствует получению твердых пластин.

В этом отношении очень показательны опыты, производившиеся в Германии. Были изготовлены 4 пасты из одинаковых количеств исходных веществ (сурик), но разных объемов серной кислоты удельного веса

1,18. Во все пасты вводилось небольшое количество глицерина. В результате получились четыре пасты различной консистенции от нормальной до довольно слабой. После намазки пластины высушивались обычным способом и затем формировались в кислотной ванне. Оказалось, что хотя объем активного вещества был одинаков, вес активной массы пластины, намазанной самой жидккой пастой, был меньше, чем у пластины, намазанной нормальной пастой, а емкость на 21% больше. Вместе с тем пластины с рыхлой пористой массой оказались наименее прочными.

25. Намазка решеток. На крупных аккумуляторных заводах решетки пастируются посредством специальных намазочных машин, но в любительской практике речь может идти только о ручной намазке.

Пастировка производится на деревянном столе дубовой лопаточкой. Решетки предварительно очищаются от грязи, графита и жира мытьем в содовом растворе (1 : 10), затем промываются чистой водой, погружаются в слабый раствор серной кислоты (уд. веса 1,10) и затем поступают в намазку.

На стол кладется кусок чистой пропускной (фильтровальной) бумаги, а уже на нее — решетка. Бумага служит защитным средством от прилипания пасты к столу и вместе с тем она способствует поддержанию влажности пасты. Очень важно, чтобы бумага обладала достаточно хорошей промокающей способностью (не была проклеена). Бумагу можно заменить льняными (полотняными) лоскутами.

Качество пластин в сильной степени зависит от приемов намазки. На практике хорошо известны случаи, когда пластины, намазанные одной и той же пастой, в одних и тех же условиях, но разными пастировщиками, показывают в эксплуатации далеко неравноценные качества.

Повторяем еще раз, на качестве пластин сильно отражается температура изготовления пасты, температу-

ра пасты при намазке, консистенция пасты и ее однородность.

Если паста изготовлена ипущена в намазку при температуре выше допустимой, то во время процесса пастирования она может так затвердеть, что начнет крошиться. Паста же, сделанная при температуре ниже нормальной и пущенная в намазку при одинаковой температуре с пастой, изготовленной при высокой температуре, сохраняет свою эластичность достаточно долгое время.

Во время намазки надо стараться как можно плотнее набивать пасту в ячейки решетки для достижения однородности массы и надежного ее соприкосновения с решеткой. Намазав пластину с одной стороны, ее переворачивают и проделывают такую же операцию с другой стороны, после чего, сняв излишек массы, готовую пластину покрывают другим листом фильтровальной бумаги (или льняной тряпкой) и помещают на несколько минут под пресс. Прессом может служить гладко выструганная доска с наложенным на нее грузом в 15—20 кг. Пластины так и остаются прикрытыми с обеих сторон бумагой.

26. Недостатки пастировки. В результате недостаточно хорошей пастировки обычно бывают следующие дефекты:

а) Получается слабый контакт пасты с решеткой. Это влечет за собой чрезмерное сульфатирование активной массы у поверхности решетки. И так как сульфат является очень плохим проводником электрического тока, то активная масса оказывается изолированной от проводящей ток основы пластины, вследствие чего полный заряд становится невозможным.

б) Образуются трещины в активной массе, что наиболее часто происходит при малопластичной и комковатой пасте. У таких пластин активная масса при работе легко вымывается электролитом, что сокращает срок службы аккумулятора.

в) Происходит отпадение пасты, главным образом, из-за неудовлетворительного ее качества.

г) Образуются пузыри и чешуйки на поверхности активной массы пластины вследствие неравномерного высыхания пасты (наружный слой влажной пасты высыхает значительно быстрее более глубоких ее слоев).

д) Неравномерная толщина слоя активной массы, получающаяся из-за неудовлетворительной пастировки, является одной из причин искривления пластин.

27. Цементация (окисление) пластин Намазанные пластины в целях повышения количества свинцового сульфата, образовавшегося в активной массе, и увеличения их прочности, подвергают процессу цементации, заключающемуся в погружении свежепастированных пластин в раствор серной кислоты уд. веса 1,2—1,24.

Положительные и отрицательные пластины цементируются в отдельных сосудах, куда они поступают не позже, чем через 30—40 минут после намазки.

Процесс цементации протекает очень спокойно, если только пластины нормально пастированы и своевременно опущены в кислоту. Если же имеют дело с пластины, паста которых приготовлялась и пускалась в намазку при чрезмерно высокой температуре, они могут начать пузыриться с последующим отпадением пасты. Когда применяют пластины, намазанные слишком жидкой пастой, активная масса при окислении может сползти. Если при окислении кислота нагреется выше 50° С, пластины также испортятся.

Сняв фильтровальную бумагу, пластины опускают в сосуд с серной кислотой, причем надо следить, чтобы они не соприкасались между собой и чтобы кислота могла свободно циркулировать между соседними пластины. Каждые полчаса электролит основательно перемешивается. Процесс цементации заканчивается через 10—12 часов. На каждую пластину емкостью 10 а/ч надо взять приблизительно 120—150 см³ раствора кислоты.

Держать пластины в цементирующем ванне дольше 12 часов не следует, так как от этого качество их понижается. После цементации пластины поступают в сушку.

28. Сушка. Сушкой удаляется с поверхности пластин излишняя влажность. Пластины, изготовленные по описанному выше способу, подвергаются сушке на воздухе в обычных условиях не дольше 8—10 часов; при температуре 50—60° С испарение излишней влажности длится всего минут 15—20 для отрицательных и 30—40 минут — для положительных пластин.

Процесс сушки должен производиться под присмотром, так как слишком просушенные пластины во время формировки требуют затраты гораздо большего количества энергии по сравнению с нормально просушенными пластины.

По окончании сушки пластины собираются в комплекты и поступают в формировочные ванны.

29. Формирование. Под формированием, как известно, подразумевают совокупность операций, которые необходимо проделать, чтобы преобразовать смесь свинцовых соединений, составляющих пасту решеток, в перекись свинца на положительных и в губчатый свинец — на отрицательных пластинах.

Электролитом для формировочных ванн в заводском производстве применяются как растворы серной кислоты в пределах уд. веса 1,02—1,16, так и слабо кислые растворы сернокислых солей натрия, магния, аммония или алюминия.

Выбор того или иного электролита зависит от предшествовавшего технологического процесса производства пластин, т. е. от состава пасты, метода намазки, характера окисления и т. д.

Приобретаемая пластины во время формирования пористость имеет весьма большое значение для дальнейшей работы.

Когда формирование производится в кислоте повышенной против указанной плотности, образование губчатого свинца и перекиси хорошо идет вначале, но затем раскисление и восстановление глубоколежащих слоев сильно затрудняется. С другой стороны, следует избегать формирования в воде, как это иногда делают, особенно если паста слабо окислена. Когда в электролите очень мало серной кислоты, то образуется не перекись, а низший окисел, одна часть которого, растворяясь в кислоте, осаждается на отрицательном электроде, а другая часть выделяется в виде крупных хлопьев, вначале плавающих в жидкости, а затем осаждаясь, чем ослабляется положительный электрод.

Формирование пластин, изготовленных по приведенным выше данным, производится в кислоте уд. в. 1,05—1,06.

Предназначенные для формирования положительные и отрицательные пластины помещаются в формировочную ванну (стеклянный сосуд соответствующих размеров) вперемежку, т. е. положительные между отрицательными. Для предохранения от соприкосновения между собой пластины разделяются стеклянными или эбонитовыми палочками. Положительные пластины соединяются с плюсом источника постоянного тока, а отрицательные — с минусом.

Начальный формирующий ток не должен превышать (при пластинах в 5—6 мм толщиной) — 0,3—0,4 ампера на квадратный дециметр поверхности (с обеих сторон) положительных пластин. Через 30 часов он снижается до 0,2 ампера. При таком режиме весь процесс формирования пластин обеих полярностей заканчивается в 75—80 часов.

Применять более высокую плотность тока не следует, так как при этом формировка произойдет только на поверхности пластин, а глубоколежащие слои пасты не полностью перейдут в активную массу. С другой стороны, вести формирование очень слабым током тоже не рекомендуется, так как при этом действие элек-

тролиза, разлагающего сернокислый свинец и освобождающего серную кислоту, окажется слабее непосредственного действия электролита на окислы, образующего сернокислый свинец и связывающего серную кислоту. В этом случае плотность электролита начнет уменьшаться и параллельно с этим увеличиваться внутреннее сопротивление аккумулятора.

Понятно, что продолжительность формирования изменяется в зависимости от состава пасты и величины зарядного тока.

Теоретическое количество ампер-часов, необходимое для окисления или восстановления 1 кг различных свинцовых соединений, показано в таблице 3, но нужно иметь в виду, что отдача никогда не бывает равной единице. Величина ее зависит в значительной степени от интенсивности газообразования в продолжении процесса формирования. Отдача у любительских аккумуляторов редко превышает 65—70%. Поэтому цифры, помещенные в таблице, надо увеличить в полтора или даже два раза, чтобы получить практическое количество ампер-часов.

Таблица 3

Вещество	Восстановление в Pb а-ч	Окисление в PbO ₂ а-ч
Окись свинца PbO	240	240
Сурник Pb ₃ O ₄	313	156
Сульфат свинца PbSO ₄	176	176
Свинец Pb	—	449

Вначале процесса формирования количество свинцового сульфата, содержащегося в пластинах, в результате химических реакций пастирования и окисления увеличивается, так как помимо электрохимических процессов, в ванне идут чисто химические процессы — взаимодействие свинцовых окислов с серной кислотой.

Однако, процент сернокислого свинца по мере течения процесса формирования снижается до весьма малой величины, в то время как плотность кислоты формирующей ванны, уменьшившись вначале процесса, затем возрастает. Кривые рисунков 20 и 21 показывают по-

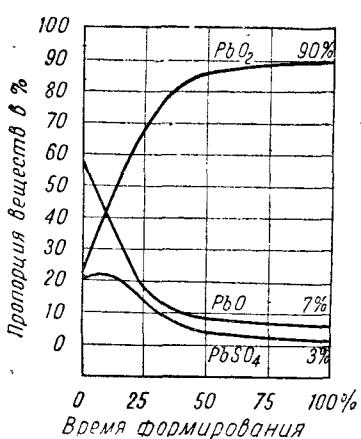


Рис. 20. Изменение химического состава активной массы положительных пластин во время формирования

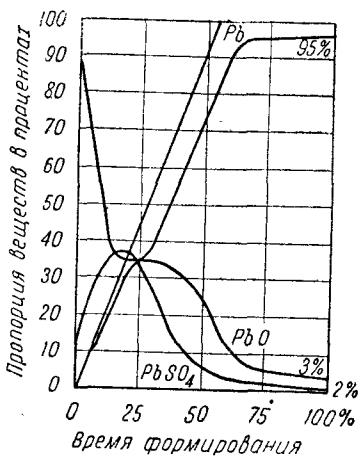


Рис. 21. Изменение состава активной массы отрицательного электрода во время формирования

степенные изменения в химическом составе активной массы по мере осуществления процесса формирования.

Следовательно, в отформированных пластинах всегда остается небольшой процент сернокислого свинца. Этот сульфат имеет очень большое значение для жизни пластин, так как он является цементирующим материалом для активной массы электрода.

Понятно, что показанные на рисунках 20 и 21 данные анализов начальной, промежуточной и конечной пасты при формировании отвечают некоторым средним значениям, так как практические величины в зависимо-

сти от рецептуры и качества исходных материалов могут несколько отличаться от них.

Во время формирования происходят весьма значительные изменения в объеме активных веществ, что в связи с тем или иным рецептом пасты, методами сушки и окисления дает в итоге ту или иную пористость пластин. Сульфат свинца, как вещество менее плотное, чем губчатый свинец и перекись, занимает больший фактический объем, чем последние, почему при наличии большого процента сульфата в пасте во время формирования пластин активная масса делается пористой.

Напряжение в начале формирования достигает 2,3 в, затем она падает до 2 в и к концу процесса поднимается до 2,45—2,5 в и даже несколько выше. К концу формирования цвет положительных пластин приобретает равномерный темношоколадный оттенок, а отрицательные пластины получают нормальный цвет. Если эта окраска появляется только на отдельных частях поверхности пластин, то это служит признаком недостаточного формирования. Законченные формированием положительные пластины кажутся наощупь жирно-бархатистыми. Активная масса отрицательных пластин делается мягкой.

Сильное газообразование на обоих электродах развивается не задолго до истечения времени теоретического конца формирования.

Плохо или неправильно проведенное формирование ведет к короблению пластин. Такие пластины склонны к сульфатации и быстрому отпадению активной массы, что значительно сокращает срок их службы.

30. Первый заряд. После окончания формирования пластины из формировочного электролита вынимают и держат их над ванной до тех пор, пока электролит не стечет с их поверхностей. Группы пластин помещают в аккумуляторные сосуды, где электроды заливаются раствором серной кислоты уд. веса 1,285 и заряжают

током в 0,2 ампера (на квадратный дециметр поверхности пластин) в течение 10—12 часов.

Первый заряд служит для освобождения пор пластин от слабого формировочного электролита, а также для деформирования наиболее глубоких их частей. Заряд идет до установившегося напряжения 2,5—2,6 в на элемент.

Плотность электролита при первом заряде должна несколько понизиться вследствие выравнивания концентрации налитого раствора кислоты и формировочного электролита, оставшегося в порах пластин.

После первого заряда пластины будут готовы к постоянной работе. Плотность электролита у вполне заряженных аккумуляторов, предназначенных для питания радиоприемников, не должна превышать 1,21—1,22.

31. Сепараторы. При сборке аккумуляторов следует обращать большое внимание на изоляцию разнополюсных пластин друг от друга. При слабой изоляции частицы активной массы, случайно выпадающие во время работы из решеток или уносимые электролитом из них во время заряда, могут осесть между положительными и отрицательными пластинами и создать, таким образом, короткое замыкание. В результате часть тока при включении аккумулятора на заряд будет проходить через эти проводящие осадки и поэтому пластины заряжаются не полностью. Во время разряда такие пластины разряжаются скорее.

Поэтому пластины, как правило, разделяют одну от другой изолирующими прокладками, например, стеклянными трубками, такими же палочками и эbonитовыми, каучуковыми или фанерными листами, которые называются сепараторами.

Наиболее простыми по устройству являются фанерные сепараторы.

Деревянные сепараторы получили такое широкое распространение, потому что фанера очень дешева, ее

легко достать, она надежно защищает пластины от короткого замыкания и, что не менее важно, фанерные, предварительно обработанные, сепараторы обладают весьма ценным свойством, а именно: они, вследствие выделения некоторых веществ, предупреждают уплотнение губчатого свинца отрицательных пластин и тем самым удлиняют срок их службы.

Однако, помимо положительных фанерных сепараторов свойственны и отрицательные качества. Например, под действием кислоты электролита фанера расщепляется и выделяющиеся из нее вещества входят в соединение с активной массой положительного электрода, что увеличивает саморазряд аккумулятора. Саморазряд этот, почти незаметный при 15° С, резко возрастает с повышением температуры и плотности электролита. Однако, в аккумуляторах, применяемых для питания радиоприемников, деревянные сепараторы не могут оказать сколько-нибудь заметное вредное влияние, если только предварительная их обработка будет произведена надлежащим образом.

Фанерные сепараторы у аккумуляторов заводского производства имеют одну сторону ребристую, причем этой стороной они всегда прилегают к положительной пластине. Такое расположение принято по многим соображениям, например, в целях облегчения циркуляции кислоты у поверхности положительной пластины, уменьшения вредного влияния сильно окисляющей перекиси на фанеру и т. д.

Однако, для радиолюбителя изготовление таких ребристых сепараторов крайне затруднительно. Поэтому самодельные прокладки делаются из обыкновенной гладкой фанеры; соприкосновение же сепаратора с положительными пластинами устраняется при помощи фанерных же или эbonитовых шпилек (шипов), продеваемых сквозь дерево сепаратора так, как это показано на рис. 22.

Для изготовления сепараторов следует брать непреклонную сухую, чистую, без пятен, плесени фанеру

толщиной $1\frac{1}{2}$ —2 мм, из которой нарезывается необходимое количество дощечек нужных размеров.

Такая необработанная фанера перед ее использованием в качестве сепараторов сперва поступает в выщелачивающую ванну. Дело в том, что в своем обычном состоянии дерево не содержит уксусной и других органических кислот. Но при соприкосновении волокон фанеры с серной кислотой эти кислоты образуются и

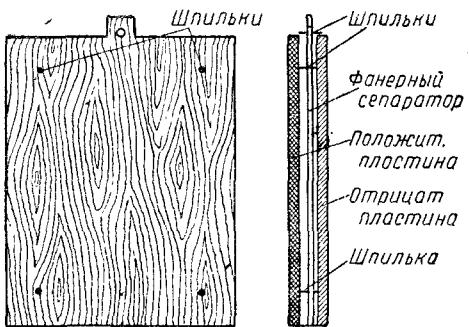


Рис. 22. Самодельный сепаратор из фанеры

тем скорее, чем выше температура раствора кислоты. Известно, что органические кислоты пагубно действуют на свинцовые решетки и вызывают преждевременный износ их, особенно положительных пластин, почему деревянная фанера может применяться в аккумуляторах только после предварительной обработки, или после, так называемого, «выщелачивания», во время которого большая часть органических кислот и их сложных эфиров удаляется из древесины.

Нарезанные дощечки ставятся вертикально по их волокну в сосуд надлежащих размеров. Во избежание прилипания друг к другу фанерки разделяются тонкими деревянными палочками, которые впоследствии могут служить материалом для изготовления шпилек.

На дощечки фанеры для предупреждения всплывания их на поверхность раствора кладется какой-либо груз — лучше всего стеклянный.

Затем в сосуд наливается раствор технического едкого натра (каустической соды) или едкого кали удельного веса 1,12—1,14. Конечно, лучше брать химически чистые вещества, но они слишком дороги, почему без особого ущерба делу можно пользоваться и технически чистым продуктом. Раствор должен покрывать верхние края фанерок на 3—4 см. Выщелачивание продолжается 6—8 дней, причем каждые два дня рекомендуется в течение нескольких секунд помешивать раствор деревянной или стеклянной палочкой. После такой обработки фанера приобретает коричневую окраску.

По окончании процесса выщелачивания раствор щелочи выливается из сосуда и фанера несколько раз основательно промывается водой, после чего она заливается «окислительной» ванной — раствором серной кислоты удельного веса 1,12, в которой держится двое суток. Затем кислота выливается, фанера промывается один раз водой, после чего она может ити в дело.

В окислительной ванне фанера под действием раствора меняет свою окраску, приобретая вместо коричневого желтый цвет, причем на поверхности правильно обработанной хорошего качества фанеры не должно быть никаких пятен.

Упомянутые выше шпильки (рис. 22) делаются с таким расчетом, чтобы их длина соответствовала расстоянию между пластинами, а вверху каждой фанерки продевается шпилька большей длины, на которой висит фанерка, опираясь на верхние края соседних пластин.

При этом шпильки продеваются с таким расчетом, чтобы поверхность сепаратора, обращенная к отрицательной пластине, почти прилегала к последней; от положительной же пластины фанерку должно отделять почти все межпластинное пространство, что, ослабляя

взаимодействие фанеры с положительным электродом, в то же время способствует лучшей сохранности емкости отрицательной пластины. Сквозь каждый сепаратор продеваются 5 шпилек — три вверху (одна для поддержки сепаратора) и две внизу. Дистанционные четыре шпильки продеваются симметрично по отношению к краям фанерки так, чтобы при установке сепаратора между пластинами они находились приблизительно на 4—5 мм от краев пластин.

32. Конструкция аккумуляторов и батарей. Не следует забывать, что качество батарей вообще и в особенности анодных, состоящих из большого числа последовательно соединенных элементов, в значительной степени зависит от целесообразно выбранной конструкции.

Удачная конструкция довольно часто ведет к тому, что самодельная батарея показывает лучшие результаты, чем покупная, в то же время неправильная сборка элементов даже прекрасного качества дает в конце-концов низкокачественную батарею.

33. Батарея накала. Батарея накала (напряжением 4 в) состоит из двух элементов соответственно выбранной емкости, соединенных между собой последовательно. Размеры пластин в большинстве случаев приходится выбирать в соответствии с размерами имеющихся сосудов, в качестве которых лучше всего воспользоваться стеклянными банками от гальванических элементов прямоугольной или квадратной формы. Конечно, с большим успехом можно применять сосуды эbonитовые или из пластмассы.

При расчете размера пластин надо учитывать, что положительные пластины при работе всегда немного расширяются (растут) и, если не оставить между пластинами и внутренними стенками банки некоторого свободного (0,5 см) пространства, то сосуд может лопнуть.

Конструкция пластин и их обработка описаны выше,

здесь же мы остановимся на весьма существенной части изготовления аккумуляторов — на их сборке. Элементы более или менее значительной емкости (15—40 ампер-часов) состоят из нескольких (2—5) положительных и 3—6 отрицательных пластин. Пластины одинаковой полярности соединены между собой параллельно посредством спайки их отростков с так называемым соединительным мостиком.

Из рисунка 18 видно, что все решетки для аккумуляторов накала отливаются с двумя ножками и петелькой. Перед спайкой в группы у всех положительных пластин отрезаются ножки, а у отрицательных — петельки.

Несмотря на то, что пайка свинца — дело довольно хлопотное (паять свинец следует исключительно свинцом без помощи оловянного припоя, который растворяется в кислоте и нарушает контакт, одновременно загрязняя раствор), все соединения внутри свинцового аккумулятора следует спаивать исключительно свинцом. Стягивание проволокой, зажимы и т. д. дают очень недежный контакт.

В любительских условиях наиболее простой метод пайки, дающий вместе с тем вполне удовлетворительные результаты, показан на рис. 23, 24 и 25.

Предположим, что каждый аккумулятор имеет 2 положительных и 3 отрицательных пластины. Приступают к пайке отрицательной группы. Для этого пластины *a* сперва отделяются одна от другой с помощью деревянных прокладок соответствующей толщины *d* (учитывая толщину положительных пластин и межпластинного пространства), после чего весь комплект слегка зажимают в тиски или струбциники *h* (рис. 23). Во избежание выкрашивания активной массы, между пластинами и деревянными дощечками помещаются прокладки из сукна или другой плотной материи. На хвосты (отростки) пластин надевают заранее отлитые из свинца мостики *b* (рис. 25), под которые предварительно подкладываются тонкие картонные или асbestosевые под-

стилочки *e* (для удержания расплавленного свинца). Вырезав из жести или листового железа два угольника *g* и *f*, их приставляют ребром к мостику и обмазывают гипсом или глиной *k*.

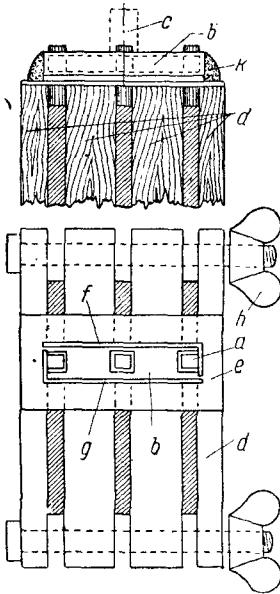


Рис. 23. Соединение пластин с полюсным мостиком

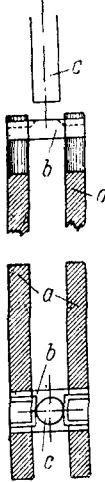


Рис. 24. Пайка отвода с полюсным мостиком

Хвосты, а также мостик тщательно зачищаются до металлического блеска и сейчас же нагретым паяльником или паяльной лампой плавят верхушки хвостов. Расплавленный металл заполняет отверстия мостиков, спаивая пластины в целую группу. Припоеем служит стеарин или канифоль. К средине мостика припаивают полюсный отвод *C* (рис. 24).

Таким же образом спаивается и группа положительных пластин.

При сборке положительная группа вставляется в отрицательную, после чего прокладываются между пластинами фанерки и в петельки положительных пластин и фанерок продевается эbonитовая или деревянная выщелоченная и проваренная в парафине шпилька. Таким

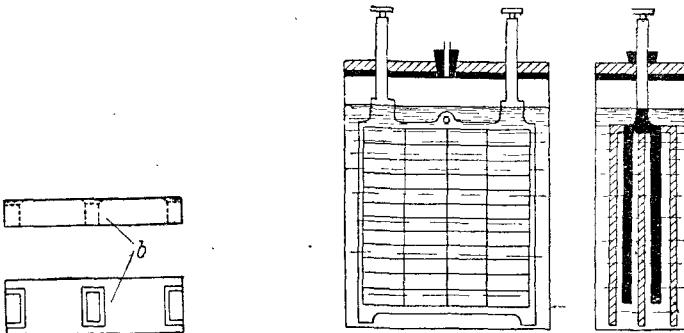


Рис. 25. Полюсный мостик

Рис. 26. Собранный аккумулятор накала

образом, положительный электрод и сепараторы поддерживаются отрицательным комплектом пластин, который устанавливается непосредственно на дно сосуда. В качестве крышки можно воспользоваться соответственным образом вырезанным куском картона, который предварительно должен быть основательно прокипячен в парафине. Для винтовых зажимов, которыми заканчиваются полюсные отводы *C*, в крышке проделываются отверстия необходимых размеров. Кроме этих двух отверстий посередине крышки вырезывается круглое отверстие, служащее для выхода из элемента при заряде газов. Это отверстие закрывается резиновой пробкой с просверленным в ней отверстием, после чего крышка заливается мастикой.

Рецептов кислотоупорной мастики существует очень много; приведем здесь несколько из них:

1. Битум нефтяной	80	частей
Озокерит	15	»
Гарпиус	5	»
2. Битум	83	»
Машинное масло № 2	12	»
Нефтяная сажа	5	»
3. Канифоль	45	»
Битум	15	»
Терпентин	5	»

Положительный отвод одного элемента соединяется с отрицательным отводом другого пайкой или при помощи свинцовой полоски. Оставшиеся свободными крайние отводы элементов покрывают эмалевой краской: плюс — красной, а минус — синей.

Для удобства переноски и во избежание повреждений, оба аккумулятора рекомендуется поместить в деревянный, наполненный древесными опилками ящик вышиной в половину высоты сосудов. Если же батарея будет стоять неподвижно, можно обойтись и без деревянного ящика, поставив элементы на войлочную подстелку. Эскиз аккумулятора для батареи накала дан на рис. 26.

34. Анодная батарея. Особено большое значение имеет правильное конструирование анодных батарей, обладающих небольшой емкостью и высоким напряжением. У этих батарей при неудачной конструкции внешний саморазряд достигает весьма большой величины. Нередко нормально заряженная батарея, простояв без работы 10—15 дней, почти полностью теряет свой заряд (саморазряжается).

Причиной такого большого внешнего саморазряда служат, главным образом, недостаточный уход за аккумулятором и неудовлетворительная конструкция батареи. Когда за состоянием батареи невнимательно

следят, поверхность заливочной мастики, закрепляющей планок, а также стенок сосудов обливается серной кислотой и в результате этого внешний саморазряд резко возрастает. Это в высшей степени неприятное явление растет тем больше, чем выше напряжение между близлежащими полюсами батареи, чем сильнее смочены электролитом проводящие поверхности и чем короче путь между полюсами. Конечно, такой са-

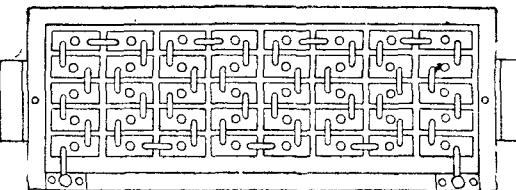


Рис. 27. Соединение элементов аиодной батареи

моразряд происходит не только между зажимами всей батареи, но и между полюсами отдельных ее секций и тем сильнее, чем выше напряжение каждой секции. Ясно поэтому, что при расположении элементов в анодной батарее надо как можно дальше разводить друг от друга отдельные полюсы цепи последовательно соединенных элементов. Хотя при этих условиях наилучшим расположением была бы установка всех элементов в один ряд, но при этом получилась бы батарея очень большой длины. Поэтому обычно элементы анодной батареи устанавливаются в 4 ряда (рис. 27).

Кроме того для уменьшения внешнего саморазряда должны быть приняты меры против смачивания кислотой стенок элементных сосудов и всех промежуточных изолирующих материалов (заливочная мастика и т. д.). Это достигается применением веществ, несмачиваемых кислотой, а также использованием более высоких сосудов, прикрепляемых к ящику батареи только своей нижней частью. При более высоких сосудах

удлиняется путь для тока утечки и поэтому батарея будет медленнее разряжаться на себя.

Как общее правило, вследствие незначительной емкости, элементы анодной батареи должны быть очень высокими, и, что не менее важно, все они должны обладать одинаковой емкостью, так как только при этом условии батарея, состоящая из большого числа последовательно соединенных элементов, будет работать удовлетворительно. Если же емкость аккумуляторов окажется неодинаковой, то элементы меньшей емкости во время работы батареи будут разряжаться раньше других. Это в конце-концов приведет к быстрой порче пластин этих элементов, потому что они каждый раз будут разряжаться ниже нормы.

Не менее важна сепарация пластин. Положительные и отрицательные пластины надо обязательно отделять друг от друга обработанной фанерой, так как нарушение изоляции разноименных пластин ведет к короткому их замыканию и сокращает общее напряжение батареи. Следует еще иметь в виду, что полюсные отводы разрушаются почти всегда раньше пластин (вследствие переформировки во время процесса последующих зарядов).

В качестве сосудов для анодных элементов хорошо применять широкие стеклянные пробирки или стаканчики соответствующих размеров, так как эbonитовые и другие непрозрачные банки не позволяют следить за состоянием пластин, количеством образовавшихся в аккумуляторе осадков и т. д. При стеклянных же прозрачных сосудах можно, наблюдая за внешним видом пластин, уровнем кислоты и т. д., судить о внутреннем состоянии аккумулятора и своевременно принимать необходимые предупредительные мероприятия. Понятно, что наиболее компактная сборка элементов получается при прямоугольной форме сосудов, но обычно их очень трудно достать.

Серьезное внимание надо уделять способу укрепле-

ния выводных крайних зажимов батарей. Довольно часто любители привычивают полюсные зажимы на деревянном ящике или панели самой батареи. Этого делать не следует у анодной батареи, обладающей высоким напряжением, потому что отсыревший или облитый электролитом деревянный ящик будет хорошо проводить электрический ток и поэтому батарея начнет саморазряжаться. Лучше всего выводные зажимы помещать непосредственно на отростках пластин крайних элементов, для чего следует несколько удлинить эти отростки.

Нетрудно сделать и выводные промежуточные зажимы для одновременного пользования от данной батареи током другого напряжения. Обыкновенные медные зажимы быстро окисляются, почему их следует покрыть асфальтовым лаком, оставив чистым лишь место непосредственного контакта с присоединенным проводом.

На страницах радиожурналов предлагались всевозможные конструктивные оформления анодных аккумуляторных батарей, которые, к сожалению, в большинстве случаев далеко не отвечали основным требованиям, предъявляемым к этим источникам тока. Наиболее существенным недостатком таких конструкций являлся именно большой внешний саморазряд, которым страдали также и заводские батареи типа «PAT» и «PTC», не так давно снятые по этой причине с производства.

В анодных батареях можно применять обычные нарезные пластины описанной выше конструкции, емкостью в 0,5, 1 или 1,5 ампер-часа. Для упрощения сборки батареи с достаточным успехом можно воспользоваться и поверхностными пластинами, изготовленными из листового свинца толщиной не менее $1\frac{1}{2}$ —2 мм. Ввиду того что в любительских условиях достать аккумуляторно-чистый свинец довольно трудно, в качестве исходного материала без особого риска

можно применить оболочку освинцованных кабеля, изготовленную обычно из достаточно чистого металла. По возможности надо стараться достать кабель максимальной толщины, чтобы после разрезания получить относительно широкие свинцовые полоски. Кабель режется на куски, длина которых определяется потребной емкостью элементов и размерами имею-

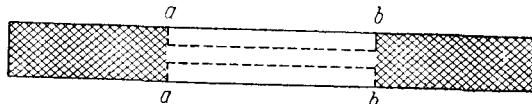


Рис. 28. Свинцовая полоска для пластин анодного аккумулятора

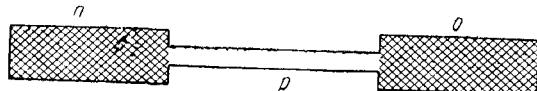


Рис. 29. Две соединенные пластинки анодного аккумулятора

щихся пробирок или стаканчиков. Емкость вполне сформированных электродов можно считать от $1\frac{1}{2}$ до $2\frac{1}{2}$ ампер-часов на каждые $0,5 \text{ дм}^2$ поверхности (с обеих сторон) положительных пластин. Для упрощения сборки и чтобы избежать пайки разрезанные полоски свинца изгибаются в виде буквы П и каждая из них опускается в два рядом расположенные стаканчики. Следовательно, одна такая полоска одновременно служит положительным электродом одного элемента и отрицательным — другого. Поэтому общая длина отдельного куска кабеля рассчитывается с учетом длины той части полоски, которая будет служить соединительным звеном между элементами. Лучше всего делать батареи из 20 элементов (40 в). Для каждой из них требуется 20 кусков кабеля, причем один из них делается на 8—10 см длиннее. Он будет служить полюсным от-

водом для промежуточного напряжения в 20 в. Деление батареи на две секции немного усложняет конструкцию, но в то же время позволяет брать анодное напряжение в 20 и 40 в и производить заряд батареи от источников постоянного тока невысокого напряжения (например, механического или другого выпрямителя и т. д.).

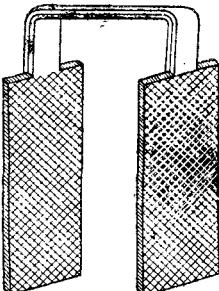


Рис. 30. Готовые электроды

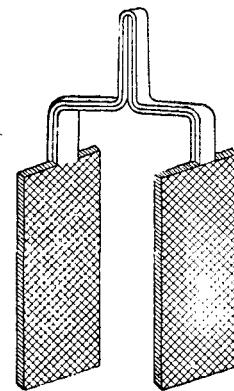


Рис. 31. Электроды с секционным отводом

Снятая с кабеля путем продольного надреза оболочка выпрямляется и очищается стеклянной бумагой до металлического блеска. Затем с обеих сторон поверхность всех полосок на протяжении 80—120 мм от их концов (в зависимости от высоты пробирок или стаканчиков) покрывают при помощи ножа или напильника глубокими и частыми бороздками (рис. 28).

Далее в точках а и б делают надрезы и отгибают свинец, в результате чего получаются как бы две пластины *п* и *о*, соединенные между собою узкой полоской *р* (рис. 29). За исключением одной полоски все остальныегибаются в виде буквы П (рис. 30). Полоска с удлиненной соединительной частью изгибается согласно рис. 31.

Две крайние пластины (+ и —) имеют насечку с одного конца; второй конец каждой из этих пластин будет служить крайним полюсным зажимом.

По окончании насечки и сгибания пластины для очистки от жира опускаются на несколько минут в слабый раствор серной кислоты (1,05—1,06), затем они слегка промываются в проточной воде и поступают в формовку.

Пластиинки, состоящие из чистого свинца и целях ускорения формируются не в серной кислоте, на что потребовалось бы 800—1000 часов и даже больше, а в особых «быстроформирующих ваннах», где формирование длится всего лишь несколько десятков часов.

В качестве вещества, ускоряющего формирование, можно воспользоваться бертолетовой солью KClO_3 . Формирующая ванна состоит из раствора серной кислоты удельного веса 1,08, к которому добавляется на каждый литр 15 г KClO_3 .

Все П-образно согнутые пластины подвешиваются на свинцовом стержне или проволоке, соединенной с положительным полюсом источника тока. В качестве противоэлектрода (катода) служат три обыкновенные, гладкие свинцовые пластины, расположенные так, как показано в разрезе на рис. 32.

Формирующая ванна наливается электролитом с таким расчетом, чтобы насеченная часть будущих аккумуляторных пластин оказалась целиком погруженной в раствор.

Зарядный ток должен быть не больше 0,1—0,12 А на dm^2 поверхности пластин. Через 50—60 часов беспрерывного заряда электроды, соединенные с положительным полюсом источника тока, покрываются плотным слоем перекиси свинца.

Затем формирующая ванна выливается, пластины и противоэлектрод основательно сполоскиваются дистиллированной водой и после этого заливаются раствором серной кислоты удельного веса 1,08. Но теперь

окисленные пластины соединяются уже с отрицательным полюсом зарядной сети. При пропускании тока такой же величины перекись восстанавливается в губчатый свинец, после чего следует новая промывка водой.

В третий раз пластины погружаются в раствор серной кислоты уже раздельно, т. е. каждый П-образный электрод помещается в два рядом расположенные стаканчики, где после включения тока (0,1 А на dm^2) одна пластина через несколько часов покрывается достаточно толстым слоем перекиси свинца, а вторая останется в виде губчатого свинца.

После этого слабая кислотная ванна выливается и аккумуляторы, залитые кислотой уд. в. 1,21—1,22, можно пускать в работу.

Если пластины пустить в работу непосредственно после первого их окисления, то такие электроды по мере работы сильно проформировываются, коробятся и быстро выходят из строя.

Укрепление пластин в сосудах и самих сосудов в деревянном батарейном ящике можно выполнить весьма простым и вместе с тем дающим вполне удовлетворительные результаты способом.

Для этого отдельные стаканчики или пробирки сперва монтируются на предварительно обработанной расплавленным парафином и покрытой асфальтовым лаком деревянной панели, в которой просверлено 20 отверстий, разных наружному диаметру сосудов. Вставленные в эти отверстия сосуды заливаются до верхних их краев мастикой, прочно связывающей их друг с другом и с деревянной панелью. После этого вставляют в сосуды сформированные электроды, и разделяют их деревянными сепараторами.

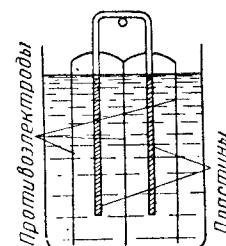


Рис. 32. Формирование пластин анодных аккумуляторов

Как видно из рисунка 33, сосуд каждого аккумулятора готовой батареи как бы состоит из двух частей: нижней (собственно стаканчика) и верхней (кусок стеклянной трубы диаметром 1 см, длиной 4—5 см), соединенных между собой впритык посредством маленькой круглой крышки из проваренного в парафине и окрашенного асфальтовым лаком картона. Свинцо-

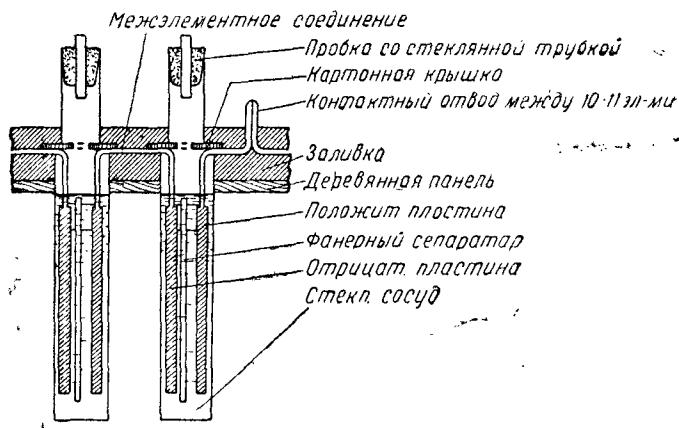


Рис. 33. Монтаж анодной батареи

ый мостик, соединяющий электроды соседних элементов, проходит через эту крышку. После установки электродов, сепараторов и стеклянных трубок все элементы сверху заливаются сплошным слоем мастики, выступает лишь отвод между 10 и 11 элементами.

Это устройство по своей сущности весьма несложно, дает возможность наблюдения за внутренним состоянием пластин каждого элемента. Междуприменительные соединения, залитые слоем мастики, хорошо защищены от внешних воздействий и от возможности смачивания их кислотой, увлекаемой частицами газа при кипении электролита в конце заряда аккумулято-

ра. Разбрзгивание электролита в данной конструкции вообще сведено до минимума, так как расстояние от уровня кислоты до верха стеклянной трубы достаточно велико, что позволяет производить заряд батареи с закрытыми пробками, конструкция которых понятна из рис. 33. Пробки (если они не резиновые) обязательно провариваются в парафине, после чего сквозь пробку пропускается тонкая стеклянная трубочка, служащая для выхода газов.

В целях обеспечения возможности контроля напряжения отдельного элемента нетрудно сделать отводы наружу от каждого аккумулятора (уменьшив ширину междуприменительной соединительной пластинки на одну треть и выведя этот ее отрезок сквозь мастику наружу).

К промежуточному (между 10 и 11 элементами) и конечным отросткам припаиваются винтовые зажимы, окрашиваемые эмалевой краской. Батарея помещается в деревянный ящик в подвешенном (на панели) состоянии.

35. Меры предосторожности. При изготовлении аккумуляторов необходимо принимать некоторые меры безопасности. Свинец и его соединения являются ядами. Поступая в человеческий организм, свинцовые соединения, в каком бы виде ни были (газообразном, растворенном или пылевидном), вызывают ряд заболеваний острых (кордиальгия, рвота, колики, коллаж) и хронических (малокровие, раннее развитие артериосклероза). Хотя радиолюбителю сравнительно редко приходится заниматься сборкой и ремонтом аккумуляторов, все же необходимо соблюдать основные меры предосторожности. Если на руках есть хотя бы маленькая ранка или царапина, касаться голыми руками свинцовых окислов нельзя. Достаточно микроскопической доли окислов свинца попасть через ранку в сухожилие, как последнее начинает гнить. Развивается

флегмона. Средств от этой болезни нет никаких, кроме вырезывания сухожилия, так как извлечь попавшую частицу свинца невозможно, а ее присутствие обуславливает постоянное и притом прогрессивное гниение. Заживание раны после операции наступает через несколько недель, но тот орган или часть его (обычно палец), сухожилие которого было вырезано, перестает действовать. Еда во время работы с окислами безусловно запрещается. Мытье рук до и после работы обязательно.

При работе с аккумуляторами приходится иметь дело не только со свинцом, но и с очень ядовитой серной кислотой, дающей брызги и испарения при формировке и заряде. Поэтому надо иметь под рукой раствор соды и свежую воду. Если кислота попадет на кожу, обожженное место надо немедленно промыть содой, а затем водой. Если брызги кислоты попадут в глаз, его нужно тотчас же тщательно промыть водой, а затем слабым раствором соды, так как попадание кислоты в глаз может вызвать тяжелые повреждения.

При работе с паяльником нередки ожоги. Очень простым и действительным средством против ожогов является смесь равных объемов растительного (льняного, подсолнечного) масла и известковой воды, взболтанных в эмульсию.

Глава четвертая ЭКСПЛОАТАЦИЯ И УХОД

36. Способы заряда аккумуляторов. Аккумуляторы могут заряжаться исключительно постоянным током. В качестве источников энергии в радиопрактике применяют:

- Сеть постоянного тока (или специальный генератор).
- Выпрямленный помощью выпрямителей (ртутных, электролитических, механических и т. д.) переменный ток.
- Гальванические элементы.

37. Определение полярности зарядной цепи и соединение элементов. Когда полярность проводов зарядной цепи неизвестна, ее определить нетрудно. Способов существует несколько. Приводим наиболее простые.

а) Погружают оба провода в обыкновенную воду, в которой растворено небольшое количество поваренной соли. В один из проводов, как показано на рис. 34, во избежание короткого замыкания (от случайного соприкосновения концов) включается лампочка накаливания. Провода следует держать на расстоянии 2—3 см друг от друга. Тот провод, около которого будет происходить сильное газовыделение (водород), будет отрицательным полюсом сети.

б) Прикладывают концы проводов к смоченной водой обыкновенной чертежной использованной синьке.

Вокруг провода, соединенного с минусом источника тока, появится на синьке белое пятно.

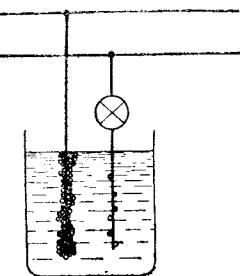


Рис. 34. Определение полярности зарядного тока

При одновременном заряде нескольких батарей накала и достаточном напряжении источника тока, все батареи соединяют последовательно; если же напряжение зарядной цепи лишь не намного превышает напряжение высоковольтной анодной батареи, то при одновременном заряде нескольких батарей их включают параллельно.

38. Способы заряда и величина зарядного тока. Существуют два основных способа заряда, а именно: при постоянной величине тока и при постоянном напряжении. В радиолюбительской практике обычно применяется первый способ, при котором в зарядной цепи протекает ток определенной величины в продолжение всего времени заряда до тех пор, пока не будет достигнуто на зажимах аккумуляторов конечное напряжение.

Величина зарядного тока для самодельных батарей может быть равна 10—12% емкости аккумуляторов, т. е. полный заряд, учитывая потери в батарее, должен продолжаться 11—13 час.

39. Заряд от осветительной сети. Проще всего производить заряд радиоаккумуляторов от осветительной сети постоянного тока напряжением 110 или 220 в.

При заряде небольшого числа аккумуляторов величина зарядного тока зависит почти исключи-

тельно от величины добавочного сопротивления, включенного последовательно с батареей. Остановимся на этом подробнее, так как не всегда радиолюбители правильно разбираются в значении сопротивления.

Так как аккумуляторная батарея является источником тока, то для того, чтобы заставить проходить через нее зарядный ток, необходимо, чтобы напряжение зарядного генератора было несколько выше напряжения, которым обладает заряжаемая батарея. Если напряжение зарядного источника тока будет равно напряжению батареи, заряда происходить не будет, так как два одинаковых напряжения, приложенные друг к другу навстречу, будут взаимно уравновешиваться.

Увеличивая напряжение зарядного тока, мы этим самым нарушаем существовавшее в цепи равновесие, в результате чего начнется заряд, т. е. через батарею начнет протекать ток. При этом величина зарядного тока в цепи будет равна разности напряжений зарядной цепи и заряжаемой батареи, деленной на полное сопротивление цепи, слагающееся из внутреннего сопротивления батареи и проводов.

Что же получится, если мы непосредственно к зажимам какой-либо батареи накала присоединим провода от осветительной сети? Так как внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи и сопротивление соединительных проводов зарядной цепи очень мало, то через батарею потечет ток огромной величины, который может причинить, помимо порчи самой батареи очень большие неприятности.

Отсюда понятно, что нормально напряжение зарядной сети должно превышать напряжение батареи на небольшую величину, для чего последовательно с батареей приходится включать дополнительное сопротивление, на котором будет происходить падение лишнего напряжения. Так например, если напряжение сети равно 120 в, а заряжается анодная батарея из 40 элементов, то на дополнительном сопротивлении должно теряться около $[120 - (40 \times 2)] / 40$ в в начале за-

ряда и $[120 - (40 \times 2,75)]$ около 10 в в конце заряда.

Чтобы можно было изменить величину падения напряжения и тем самым поддерживать постоянную величину зарядного тока, дополнительные сопротивления делают переменными, т. е. применяют для этой цели ламповые или проволочные реостаты.

Например, для заряда от сети постоянного тока напряжением 120 в пяти параллельно соединенных анодных батарей общая сила зарядного тока должна быть равна 1 а (считая по 0,2 а на каждую батарею). Величина добавочного сопротивления должна равняться: в начале заряда $40 : 1 = 40$ ом, а в конце заряда — всего лишь $10 : 1 = 10$ ом.

Другая картина получается при заряде батареи накала в тех же условиях. Здесь в дополнительном сопротивлении должно теряться около $120 - 4 = 116$ в в начале и $120 - 5,4 = 114,6$ в в конце заряда, т. е. и в первом и во втором случаях реостатом поглощается почти один и тот же излишек напряжения. Разница в 1,6 в очень мала и, конечно, она меньше, чем обычные колебания напряжения в сети. Следовательно, в данном случае, по закону Ома, в реостате при постоянном его сопротивлении имеем и одинаковую величину зарядного тока.

Однако, в случае заряда только одной батареи накала сопротивление реостата должно быть значительным, что неудобно по двум причинам — реостат получается довольно громоздким и, кроме того, в нем будет происходить бесполезная потеря значительной части электроэнергии. Поэтому для максимального использования одной и той же величины зарядного тока соединяют последовательно несколько однотипных батарей накала.

Таким образом, до включения на зарядку предварительно нужно определить число батарей, которые могут быть соединены последовательно в одну группу, а уже в зависимости от этого определяется сопротивление зарядного реостата.

40. Расчет проволочных реостатов. Приведенный ниже расчет можно положить в основу расчета любого реостата и для любых условий заряда.

Предположим, что необходимо рассчитать реостат для заряда одной или нескольких батарей емкостью в 30 ампер-часов, при напряжении зарядной сети 120 в.

Сперва следует определить наибольшее сопротивление реостата, исходя из наихудших условий, т. е. когда будет заряжаться только одна батарея.

Для этого вначале устанавливают величину падения напряжения в реостате.

Считая напряжение батареи равным 4 в, получим $120 - 4 = 116$ в.

Зарядный ток равен 3 а, следовательно, сопротивление реостата равно:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{116}{3} = 39 \text{ ом.}$$

В случае заряда не одной, а нескольких соединенных последовательно батарей сопротивление реостата следует уменьшать путем перемещения его движка, пока амперметр не покажет нужной величины тока.

Более сложной задачей является определение данных проволоки, из которой изготавливается реостат. Для этого необходимо выбрать соответствующий по материалу провод, подсчитать его сечение так, чтобы провод сильно не нагревался при пропускании через него зарядного тока нужной нам силы. Зная же общее сопротивление реостата и сечение его проволоки, можно найти и длину этой проволоки.

Обычно для реостатов применяют проволоки из специальных реостатных сплавов (никелина, константана, никрома и т. д.), обладающих высоким удельным сопротивлением.

Предположим, что у нас имеется никелиновая проволока; определим необходимое сечение проволоки, способной выдерживать ток в 3 а. В целях облегчения

подсчета нужных величин, в приложении 1 даны наименьшие допустимые нагрузки на реостатную проволоку различных сечений и сопротивление 1 м проволоки в ом.

Из этой таблицы видно, что для тока в 3 а следует взять никелиновую проволоку диаметром в 1 мм (сечением 0,785 мм), сопротивление 1 м которой равно 0,51 ом. Для получения длины проволоки в метрах следует разделить сопротивление реостата на сопротивление 1 м провода. Получим

$$39 : 0,51 = 77 \text{ м.}$$

Приведенный пример показывает неудобство применения проволочных реостатов для зарядки аккумуляторов, потому что такие реостаты получаются слишком громоздкими. Поэтому в радиопрактике (в любительских условиях) гораздо удобнее пользоваться ламповыми реостатами.

41. Ламповые реостаты. Ламповым реостатом называется прибор, состоящий из нескольких патронов, соединенных между собой параллельно; в патроны ввинчиваются обычные лампы накаливания, рассчитанные на напряжение зарядной сети, т. е. на 120 или 220 в. В зависимости от числа параллельно включенных ламп, а также их мощности будет меняться сопротивление реостата, а, следовательно, и величина тока, пропускаемого через такой реостат.

Рассчитывается ламповый реостат по величине тока, потребляемого лампами. Современные лампы с металлической нитью имеют на цоколе или баллоне обозначение величины потребляемой ими мощности, например 120V—50W, т. е. 120 в—50 вт. Величина тока, потребляемого лампой, определяется, как известно, делением мощности на напряжение в сети, т. е. указанная выше лампа потребляет следующий ток: $50 \text{ W} : 120 \text{ V} = 0,42 \text{ A}$.

Для ориентировочного подсчета необходимого количества лампочек в реостате и в зависимости от их мощности и напряжения может служить табл. 4.

Таблица 4

Мощность лампы (в вт)	Величина тока в а, потребляемого лампами при напряжении	
	120 в	220 в
10	0,08	0,045
15	0,125	0,068
25	0,21	0,12
40	0,33	0,18
50	0,42	0,23
60	0,5	0,27
75	0,63	0,34
100	0,83	0,45
200	1,67	0,90
300	2,5	1,35
500	4,17	2,25

Изменяя количество включенных в реостат лампочек, а также применяя лампочки разных мощностей, можно получить необходимую для каждого данного случая величину зарядного тока.

Следует, однако, помнить, что приведенные в таблице величины тока, потребляемого лампочками в зависимости от их мощности, будут соответствовать действительности только в том случае, если в группе заряжаются не больше 2—3 четырехвольтовых батарей накала. Если же в цепь 120 в будет включена анодная батарея из 40 элементов, то величина тока, потребляе-

мого той или иной лампочкой, будет гораздо меньше, чем это указано в таблице. Рис. 35 показывает изменение величины тока, проходящего через лампу, в зависимости от приложенного к ней напряжения. Как показывает эта кривая, уменьшение величины тока не находится в прямой зависимости от напряжения. Пользуясь этой кривой, нетрудно высчитать получающуюся величину тока для лампы иной мощности, так как соотношение остается одинаковым для всех газополных ламп.

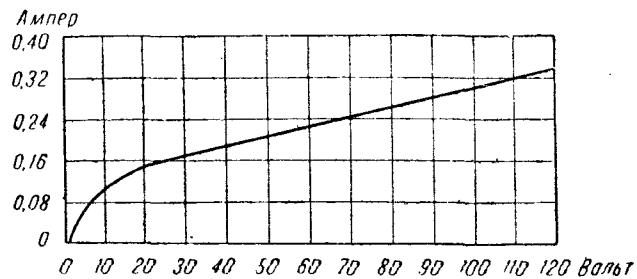


Рис. 35. Изменение величины тока в зависимости от напряжения

Если, например, для заряда анодной 80-вольтовой батареи требуется ток 0,2 А, то при включении ее в сеть постоянного тока напряжением 120 в придется в начале заряда применить в качестве реостата лампу в 40 вт, которая при приложенном напряжении 120—80 = 40 в будет потреблять как раз ток в 0,2 А. При возрастании напряжения заряжаемой батареи придется добавлять новую лампу в 25 вт, которую в конце заряда следует заменить второй 40-ваттной лампой.

Из сказанного выше понятно, что всюду, где имеется осветительная сеть, радиолюбители могут заряжать батареи накала через лампу, освещающую комнату. Для того чтобы аккумуляторы заряжались той же энергией, которая расходуется на освещение комна-

ты, следует, не доводя их до полного разряда, подзаряжать ежедневно в течение всего времени, пока горит лампа. В таком случае батарея будет заряжаться исключительно за счет освещения, т. е. практически бесплатно.

Если напряжение сети 220 в, таким же способом можно заряжать анодную батарею, помочью последовательно включенной лампочки мощностью в 15—25 вт (в зависимости от величины зарядного тока), рассчитанной на напряжение 120—127 в. Такая лампочка, как известно из сказанного раньше, будет гореть с некоторым перекалом, а к концу заряда батареи ее накал окажется близким к нормальному. От сети в 120 в можно подобным же образом заряжать и анодные батареи, если их предварительно разделить на 4 параллельные группы. Конечно, не следует забывать, что в этом случае лампочка будет гореть с некоторым перекалом.

42. Заряд от сети переменного тока. Заряд аккумуляторов от переменного тока значительно осложняется, так как переменный ток непосредственно для заряда аккумуляторов не годится. Его необходимо сперва преобразовать в постоянный ток, что связано с довольно значительными затруднениями.

Выпрямление переменного тока производится посредством или мотор-генераторов, состоящих из генератора переменного тока, соединенного с динамомашиной постоянного тока, или при помощи выпрямителей, представляющих собою приборы, пропускающие ток только в одном каком-нибудь направлении и задерживающие его прохождение в противоположном направлении. Известны ртутные выпрямители, в которых для выпрямления используются вольтова дуга в атмосфере ртутных паров, затем газотронные, оксидные (металлические), электролитические и механические выпрямители. В любительских условиях наиболее часто используются последние два типа.

Описание устройства выпрямителей не входит в нашу задачу, тем более, что в радиожурналах неоднократно описывались весьма неплохие конструкции механических и электролитических выпрямителей.

Для регулирования величины зарядного тока, потребляемого от выпрямителей, как и в случае использования постоянного тока от сети, в зарядную цепь включают необходимое сопротивление. Учитывая некоторое падение напряжения в самом выпрямителе, мощность ламп и сопротивление реостата определяются в данном случае опытным путем, так как дать заранее расчет очень трудно.

43. Заряд аккумуляторов от гальванических элементов. К заряду аккумуляторов посредством гальванических элементов приходится прибегать в тех случаях, когда нет вблизи электрической сети постоянного или переменного тока, а зарядная станция отсутствует. Этот способ очень прост, но крайне невыгоден. Наиболее часто он применяется для заряда анодных батарей.

Как уже пояснялось выше, полный заряд возможен, если источник энергии обладает напряжением несколько более высоким, чем конечное напряжение аккумуляторов при заряде, так как в противном случае может наступить момент, когда напряжение достигнет величины питающего источника и заряд прекратится сам собой. Если же напряжение генератора окажется почему-либо ниже, аккумуляторы, естественно, станут разряжаться через генератор.

Это положение приходится особенно иметь в виду при заряде аккумуляторов посредством гальванических элементов, так как неправильный расчет может повлечь за собой бесцельную трату материалов и порчу аккумуляторов.

Для заряда можно применять любые первичные элементы постоянного напряжения, т. е. Бунзена, Томсона, Калло. Не рекомендуется пользоваться всеми типами Лекланше, вследствие быстрого падения на-

пражения на их зажимах при сколько-нибудь значительном токе. Что касается элементов Лала ида, являющихся в сущности типичными обратными элементами, то они могут с успехом заменять аккумуляторы на накала и нет смысла употреблять их для заряда последних.

Для нормального заряда аккумуляторов, требующих тока в 0,2 А и выше (т. е. накала), применяют элементы большой емкости Бунзена, Фуллера, Томсона, с малым внутренним сопротивлением. Для токов в пределах 0,05—0,15 А можно использовать элементы типа Калло.

44. Электролит. Электролитом в кислотном аккумуляторе, как нам уже известно, является химически чистая серная кислота, растворенная в такой же химически чистой (дестиллированной) воде. Если дестиллированной воды достать нельзя, в крайнем случае можно пользоваться чистой дождевой водой (снегом), которая должна собираться в деревянном или стеклянном (но не железном или медном) сосуде и храниться в бутылях, закрытых пробками. Присутствие посторонних примесей, как будет видно из дальнейшего, очень вредно отражается на аккумуляторах.

45. Ареометр и измерение плотности кислоты. Электролит для аккумуляторов должен иметь определенную плотность (удельный вес), почему для приготовления раствора определенного веса существует немало таблиц и формул, пользуясь которыми и имея в распоряжении концентрированную кислоту удельного веса 1,84, нетрудно получить электролит желаемой плотности. Однако, покупная серная кислота обычно содержит в себе уже некоторое количество воды (кислота всегда поглощает влагу из воздуха), почему составленный из такой кислоты электролит будет обладать пониженней (против теоретической) плотностью. Поэтому при постоянном пользовании аккумуляторами, радиолюбителю необходимо иметь ареометр, точно определяющий плотность кислоты.

Изготовить ареометр собственными средствами (если не удастся его купить) нетрудно. Для этого надо оттянуть стеклянную трубочку и подобрать грузик (ртуть или мелкую дробь) с таким расчетом, чтобы при погружении оттянутой внизу и запаянной трубочки в хо-

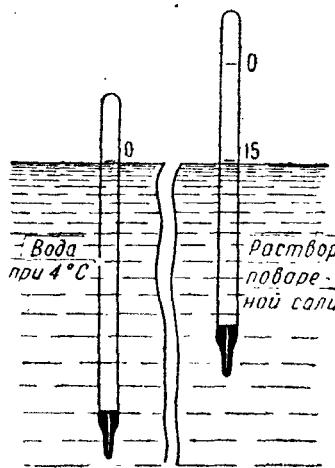


Рис. 36. Градуирование ареометра

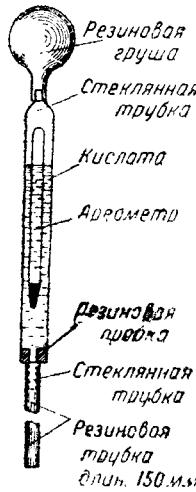


Рис. 37. Изготовление сифонного ареометра

лодную дистиллированную воду (4°C) она погружалась до самого верха. На трубочке, по уровню воды, наносят черту, против которой ставят цифру 0 (рис. 36). Опустив затем трубочку в раствор предварительно хорошо высущенной поваренной соли, состоящий из 15 весовых частей соли и 85 частей дистиллированной воды, ставят цифру 15 в том месте, до которого доходит уровень раствора. Расстояние между нулем и 15 делят на 15 равных частей. Определив таким образом величину одного деления, наносят на шкалу на трубке и ниже цифры 15 до самого конца стеклянной

трубки. Деления на шкале будут представлять собой градусы Боме.

Чтобы перевести градусы Боме в удельный вес (при 15°C), применяют формулу

$$d = \frac{144,3}{144,3 - B},$$

где d — удельный вес, а B — градусы Боме. Сопоставление градусов Боме с удельным весом дано в приложении 2.

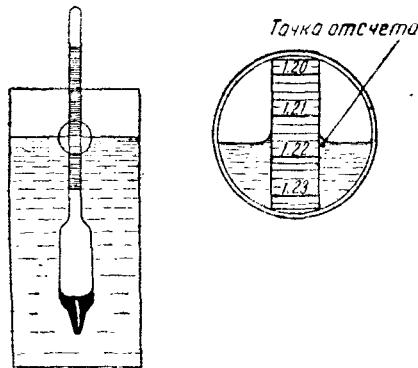


Рис. 38. Отсчет плотности ареометром

Опускать ареометр непосредственно в сосуд радиоаккумулятора конечно невозможно; обычно электролит набирается при помощи резиновой груши в мензурку или пробирку, куда и вставляется затем ареометр.

Сифонный ареометр может упростить измерение плотности кислоты у небольших аккумуляторов. Устройство его несложно. Трубочка, в которую помещается ареометр, берется из легкоплавкого стекла, что облегчит оттягивание ее верхнего конца (нагреванием на спиртовке или примусе), на который и надевается резиновая груша. Остальное понятно из рис. 37.

При работе с ареометром надо следить, чтобы прибор не прилипал к стенкам сосуда. Отсчет плотности следует делать по средней части образующегося в сосудах вследствие капиллярности мениска (рис. 38).

46. Свойства серной кислоты. Серная кислота — густая маслообразная жидкость, в химически чистом виде совершенно бесцветна. Она чрезвычайно жадно соединяется с водой, выделяя при этом большое количество тепла.

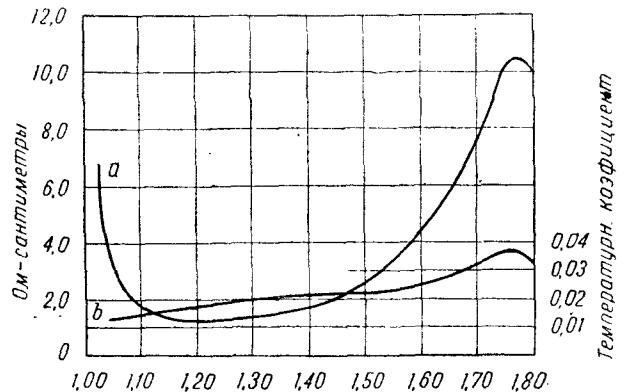


Рис. 39. Сопротивление и температурный коэффициент серной кислоты

ство тепла. При смешивании кислоты с водой происходит настоящее химическое соединение и объем получаемого раствора всегда меньше объемов отдельно взятых кислоты и воды. Например, 50 л серной кислоты и 50 л воды дадут только 97 л разбавленного раствора. Помещенная в приложении табл. 3 для составления раствора определенной плотности рассчитана с учетом этого уменьшения объема.

Как известно, сопротивление электролита R прямо пропорционально длине и обратно пропорционально поперечному сечению столба раствора, через который

проходит ток; сопротивление, кроме того, зависит от постоянной величины ρ , называемой удельным сопротивлением. Иначе говоря

$$R = \rho \frac{l}{s}.$$

Если длина l равняется 1 см и сечение $s = 1 \text{ см}^2$, то $\rho = R$, т. е. удельным сопротивлением является со-

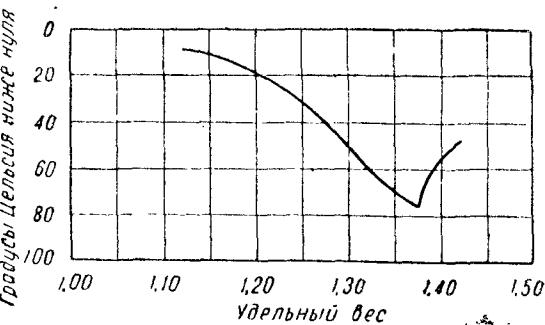


Рис. 40. Точка замерзания электролита

противление столбика электролита длиной в 1 см и площадью сечения 1 см^2 и выражается в $\text{ом}/\text{см}$.

Удельное сопротивление раствора серной кислоты зависит от концентрации и температуры электролита. Как показывает рис. 39, с увеличением процента содержания серной кислоты удельное сопротивление электролита сначала уменьшается, достигая минимума при удельном весе 1,224 (1,36 $\text{ом}/\text{см}$), а затем при дальнейшем увеличении плотности удельное сопротивление снова увеличивается.

Величина сопротивления электролита, применяемого в аккумуляторах, близка к своему минимальному пределу.

Удельное сопротивление растворов, температура которых выше 18°C , рассчитывается по уравнению

$$\rho_t = \rho_{18} [1 - \alpha (t - 18^{\circ})],$$

где α — температурный коэффициент. Величина его дана на рис. 39.

Точка замерзания электролита в сильной степени зависит от плотности раствора, как это видно из рис. 40.

При измерении плотности электролита необходимо учесть, что ее величина зависит от температуры. Если последняя отличается от нормальной (15°C), то необходимо взять поправку на температуру, принимая ее по ОСТ равной $0,07^{\circ}$ Боме для электролита в пределах

обычно применяемой в аккумуляторах плотности на каждый градус температуры в ту или другую сторону. Рис. 41 показывает зависимость плотности электролита от температуры.

Отсюда понятно, что плотность приготовляемого электролита должна измеряться с поправкой на температуру или же по остыванию раствора.

47. Приготовление раствора. Для приготовления электролита нужной плотности крепкую серную кислоту разводят в чистой стеклянной, фарфоровой или глиняной посуде. Пользоваться для разведения кислоты железными, оцинкованными или медными сосудами нельзя. Составляя электролит, серную кислоту следует постепенно и понемногу, при непрерывном размешивании жидкости стеклянной или эbonитовой палочкой, влиять в воду. Ни при каких условиях нельзя лить воду в кислоту, так как первые же капли воды, коснувшись кислоты, разогреются и превратятся в

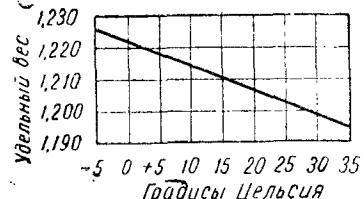


Рис. 41. Зависимость плотности электролита от температуры

пар, последний может увлечь за собой брызги кислоты и обжечь работающего. Следует помнить, что даже при правильном составлении из крепкой кислоты раствора, например плотностью 1,26, температура может достигнуть 100°C .

48. Специальные электролиты. Помимо серной кислоты для аккумуляторов неоднократно предлагались патентованные всевозможные «специальные» электролиты, которые по словам их составителей «улучшают работу аккумуляторов, повышают процент использования активной массы пластин, препятствуют чрезмерной сульфатации и понижают саморазряд». Иногда предлагаются другие вещества с целью просто «заменить ядовитую и опасную серную кислоту».

Большинство патентованных электролитов (Lighting, Electrol, Blitz, akkumulad, Phönix, Toniolyt и др.) представляют собой водный раствор серной кислоты (350–450 г на литр) с прибавлением сернокислых солей магния, алюминия, натрия, аммония. Некоторые электролиты (Gruconpīn) кроме того содержат калиевые квасцы и медный купорос. Большинство растворов окрашено эозином в темнокрасный цвет и приправлено для запаха нитробензолом.

Вполне понятно, что все патентованные электролиты не могут улучшить работу аккумуляторов. Их действие сказывается после одного-двух десятков заряд-разрядов, когда положительные пластины совершенно разрушаются, а активная масса отрицательных пластин покрывается наростами губчатого свинца.

Неоднократно предлагалось заменить нормальный электролит растворами сернокислых натрия (глауберова соль), магния (английская соль), алюминия и даже аммония. Такая замена, кроме вреда, ничего не может принести аккумуляторам. Сернокислые электролиты, во-первых, сильно повышают внутреннее сопротивление элементов, увеличивают растворимость сернокислого свинца, отчего размягчается активная масса и

усиливается ее отпадение. В результате этого аккумулятор быстро снижает емкость (после некоторого ее увеличения вначале). Применение сернокислого аммония вообще недопустимо, так как он окисляется на анодах, образуя азотную кислоту, растворяющую свинец.

В радиопериодике неоднократно помещались заметки, в которых указывалось на положительные качества «содового» или «поташного» электролита. К сожалению, теория ничего не может сказать в их защиту, так как, применяя в аккумуляторе углекислый натр или калий, мы переводим его в сернокислый, так как аккумуляторные пластины всегда содержат определенное количество сульфата свинца, образующего при первом же заряде серную кислоту, которая немедленно нейтрализует соду. Качества электролита из сернокислых солей рассмотрены выше.

Для батарей, работающих нерегулярно и заряжающихся через довольно длительные промежутки времени, в целях предупреждения чрезмерной сульфатации, можно к электролиту добавить на каждый литр раствора 20 г сульфата магния (английской соли), являющегося наименее вредной примесью. В нормально содержащихся аккумуляторах электролитом должен быть исключительно водный раствор серной кислоты без всяких добавлений.

49. Плотность электролита. Наиболее подходящей для самодельных аккумуляторов плотностью электролита (в заряженном состоянии) можно считать 1,21—1,22. Для аккумуляторов заводского производства нормальная плотность раствора указана в главе V.

В тех случаях, когда в распоряжении имеются аккумуляторы неизвестного происхождения, желательно, чтобы плотность электролита при полном заряде элементов не превышала 1,21—1,22. Требование это основывается на положении, что для аккумуляторов, рассчитанных на разряд небольшой силой тока (что имеет

место в радиоустановках), плотность электролита в целях уменьшения саморазряда и сульфатации не должна быть высокой.

Летом, в большие жары, особенно на юге, во избежание большого саморазряда и быстрого износа положительных пластин плотность кислоты желательно поправить до 1,2 и даже больше, в зависимости от местных климатических условий. Падение емкости батареи вследствие уменьшения концентрации электролита в этом случае компенсируется за счет влияния более высокой температуры окружающего воздуха, благодаря чему фактическая емкость аккумулятора при этом может остаться прежней.

50. Заливка электролита маслом. В английских аккумуляторных установках связи применяют на поверхности электролита защитный масляный слой. Слой этот значительно улучшает эксплоатационные свойства батарей. Во-первых, испарение раствора сводится до минимума, так что в течение года уровень электролита понижается (в открытых стационарных батареях!) всего на 1—1,5 см, что происходит исключительно благодаря электролизу воды при чрезмерных зарядах. Во-вторых, совершенно устраняется чрезвычайно неприятное и вредное разбрзгивание и увлечение газами мельчайших капелек кислоты в конце заряда. При наличии на поверхности электролита слоя масла аккумуляторные батареи могут заряжаться в любой комнате без всякого опасения за сохранность находящихся в ней предметов. Наконец, масло, будучи прекрасным изолятором, обволакивает верхние части электродов и стенки сосудов, чем уменьшается внешний саморазряд. Это особенно следует отнести к батареям высокого напряжения и малой емкости (анодным), у которых внешний саморазряд, как известно, является одной из самых главных причин потери емкости.

В Англии для этой цели применяют парафиновое масло, но с неменьшим успехом можно использовать

и вазелиновое масло. Надо только пользоваться чистым продуктом, не содержащим никаких загрязнителей, вредно влияющих на электроды.

Масло наливается слоем толщиной в 5—8 мм в зависимости от размеров аккумуляторов.

51. Неподвижный электролит. Неподвижный электролит получил на Западе значительное применение в батареях радиопередвижек, несмотря на свойственные ему серьезные недостатки. Наиболее существенные его недостатки заключаются в следующем:

а) снижение емкости у аккумулятора на 40—60% по сравнению с такими же аккумуляторами, наполненными жидким электролитом;

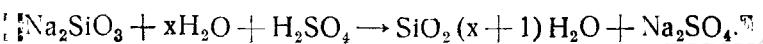
б) внутреннее сопротивление увеличивается, значительно, в два раза;

в) значительный саморазряд и быстрый износ пластин, вследствие сильных концентрационных токов.

Однако, в некоторых случаях все-таки бывает выгодно пользоваться неподвижным электролитом, несмотря на все его недостатки, почему мы и считаем полезным остановиться на ознакомлении со способами его изготовления.

Одним из самых старых, но и лучших, является способ, предложенный Шоопом еще в 1889 г. Он основан на свойстве растворимого стекла давать при смешивании с серной кислотой студенистый гель кремнекислоты. Раствор застывает в студенистую массу и благодаря сильно разветвленной структуре эта масса может удерживать внутри себя значительное количество свободной в химическом отношении кислоты. Эта кислота и является активным электролитом, обеспечивающим работу аккумулятора.

Реакция между жидким стеклом и серной кислотой может быть представлена формулой.



Жидкое стекло должно быть химически чистым. Продажный продукт иногда содержит хлористые соединения, вредно влияющие на пластины. Время и степень затвердевания массы зависят от взятого количества составных веществ.

Чем больше жидкого стекла, тем скорее схватывается масса и тем плотнее она получается. Чем большей плотности взяты исходные вещества, тем скорее заканчивается схватывание массы. Однако во избежание некоторых осложнений (кристаллизация, помутнение состава) лучше пользоваться более разведенными растворами. Правильно составленный электролит имеет бледноголубой оттенок и консистенцию студня.

Обыкновенный студнеобразный электролит сравнительно быстро дает усадку массы и с течением времени в нем появляются трещины. Во избежание этого нежелательного явления рекомендуется прибавлять 20 г протертого волокнистого асбеста на каждый кг кислоты.

Для приготовления студнеобразного электролита можно воспользоваться следующим рецессом. К 4 объемным частям серной кислоты уд. веса 1,30 добавляется протертый асбест в необходимом количестве, после чего тонкой струй вливается 1 объемная часть жидкого стекла плотностью 1,26 и вся смесь тщательно перемешивается. Аккумулятор с отформированными, пропитанными кислотой пластинами наполняют приготовленной смесью только после того, как раствор при постоянном перемешивании начнет приобретать консистенцию масла. Смесь, вначале бесцветная, по мере застывания приобретает голубоватый оттенок. К зарядке приступают через 24 часа после наполнения аккумулятора таким сгущенным электролитом. Во время заряда на пластинах освобождается небольшое количество кислоты, собирающейся на поверхности массы. Кислота эта при разряде исчезает.

При последующих зарядах, во избежание появления трещин в эластичной массе, перед включением заряд-

ного тока следует наливать в аккумулятор немного слабой кислоты, сливая ее по окончании заряда.

Для анодных батарей вместо студнеобразного электролита применяют часто так называемую сухую набивку. Процесс заполнения элементов такой набивкой осуществляется следующим образом: обыкновенный аккумулятор наполняется стеклянной ватой, состоящей из тончайших нитей безразличного к действию кислоты стекла. Налитая затем в аккумулятор кислота связывается вследствие капиллярности, т. е. чисто механически.

На свойстве капиллярности основан метод Нея, легко выполнимый в любительских условиях. Берут обыкновенную, по возможности мелкопористую резиновую губку, разрезают ее на полоски нужных размеров и помещают последние между пластинами вместо сепараторов. Более крупными ленточками и кусками губки заполняют весь сосуд, оставляя свободным небольшое пространство у крышки аккумулятора. Таким образом получают в высшей степени пористую массу, поглощающую большое количество раствора серной кислоты. Состав электролита при этом не изменяется, внутреннее сопротивление практически остается прежним, диффузия не затрудняется. Понятно, что этот способ связан с некоторыми затратами и экономически выгоден особенно для анодных батарей.

52. Содержание и уход. Обслуживание свинцовых аккумуляторов и уход за ними в общем дело несложное и мало затруднительное, но гарантировать исправное действие батареи можно только при условии соблюдения помещенных ниже указаний.

Эксплуатация батареи начинается с ее заряда. В дополнение к сведениям, помещенным выше, считаем не бесполезным указать, почему не следует аккумуляторы заряжать током, превышающим $1/8$ — $1/10$ их емкости в амперчасах. Дело в том, что при слишком мощном зарядном токе активная масса превращается в пере-

кись и губчатый свинец лишь на поверхности пластин. Большая часть тока израсходуется на бесполезное разложение воды, сопровождаемое бурным газовыделением. При этом создается слишком резкое изменение объема наружных и внутренних слоев активной массы, что ведет пластины к ускоренному разрушению. Особенно сильно портятся положительные пластины, активная масса которых более рыхла. Отрицательные пластины разбухают и покрываются с обеих сторон наростами губчатого свинца.

Температура электролита никогда не должна превышать 35° С, так как иначе пластины могут испортиться. Если при заряде, благодаря растворению образующейся при этом серной кислоты, температура приблизится к указанному пределу раньше, чем окончен заряд,— надо уменьшить силу зарядного тока.

Уровень кислоты в сосуде должен быть всегда на 1 см выше верхнего края пластин. Обнажения электродов допускать нельзя. Доливается в аккумулятор обычно одна дистиллированная вода. Доливку кислоты следует производить лишь в том случае, когда плотность электролита совершенно исправного аккумулятора, измеренная в состоянии полного его заряда, окажется ниже 1,21—1,22.

В § 8 уже описывалось поведение аккумулятора во время заряда. Признаками наступления полного заряда аккумулятора служат:

- постоянство напряжения (оно не повышается при дальнейшем заряде),
- определенная плотность кислоты (также не повышается) и
- происходит сильное газообразование.

Цвет положительных пластин становится темношоколадным, а иногда черным. Отрицательные пластины приобретают светлосерый цвет. Излишний систематический заряд вредно отражается на пластинах, но для лучшей сохранности емкости и полнейшего удаления образовавшегося во время работы сульфата работаю-

ющие аккумуляторы полезно один раз в три месяца подвергать так называемому перезаряду. Для этого элементы по окончании нормального заряда выключаются и в течение 1—2 часов оставляются в покое без разряда, а затем снова включаются на заряд током, равным половине нормальной величины. Такой дополнительный заряд продолжают 1 час, после чего элементы снова оставляют в бездействии на 1—2 часа, затем снова включают. Такую операцию производят до тех пор, пока непосредственно по включении на заряд после перерыва не начнется сильное газовыделение на пластинах обеих полярностей.

Такой перезаряд следует производить в тех случаях, когда аккумуляторы после полного разряда оставались почему-либо без заряда дольше 24 час. или батарея несколько раз подряд неполностью заряжалась, что могло повлечь за собой некоторую сульфатацию пластин.

Если почему-либо долгое время аккумуляторы не будут подвергаться разряду, то во избежание глубокого саморазряда и происходящей вследствие этого чрезмерной сульфатации пластин такие бездействующие аккумуляторы необходимо не реже одного раза в 30—40 дней подвергать полному заряду, а раз в два месяца давать батарею полный разряд, что способствует удалению образовавшегося на пластинах налета сульфата. После разряда батарею снова заряжают.

При очень длительном бездействии аккумуляторов нужно понизить до 1,06 плотность их электролита.

При этих условиях саморазряд (когда аккумуляторы хранятся в прохладном помещении) будет настолько мал, что подзаряд придется делать чрезвычайно редко. Для приведения аккумуляторов в рабочее состояние, батарею заряжают и доводят слабый электролит до его нормальной плотности.

Конечное напряжение нормально разряженного радиоаккумулятора должно быть не ниже 1,8 в, но следует помнить, что разряженные и выключенные из

цепи аккумуляторы после некоторого отдыха будут показывать снова около 2 в на элемент, что, конечно, не может служить признаком наличия в батарее заряда. Поэтому, во избежание ошибки, проверка напряжения батареи или отдельного элемента всегда должна производиться под нагрузкой, т. е. после

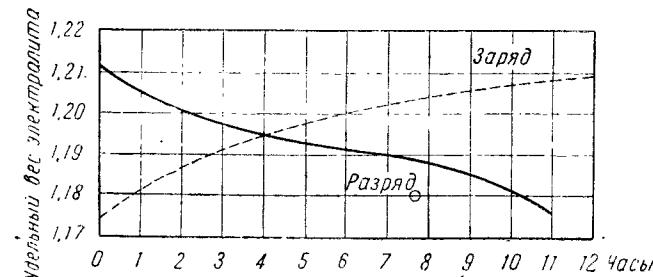


Рис. 42. Изменение плотности электролига аккумулятора в течение заряда и разряда

включения аккумуляторов в разрядную цепь. Более правильным показателем наличия запаса емкости в исправных аккумуляторах служит плотность электролита, которая понижается почти пропорционально израсходованной емкости (рис. 42).

Измерив плотность кислоты с помощью ареометра по окончании заряда и разряда, можно в последующей работе по промежуточным показаниям ареометра судить о степени разряда аккумулятора.

При эксплуатации самодельных и заводских аккумуляторов, предназначенных для радио, надо помнить три основных правила разряда:

- 1) не брать от аккумулятора тока больше допустимого максимального (10-часовой разрядный режим);
- 2) никогда не допускать падения напряжения ниже 1,80 в;

3) не брать от аккумулятора емкости выше расчетной, т. е. не производить глубоких разрядов.

Бутылки с запасным электролитом и дестиллированной водой должны быть всегда закрыты, так как случайно попавшие примеси могут принести вред аккумуляторам. Посуда, применяемая в работе, из этих же соображений перед употреблением обязательно сполоскивается дестиллированной водой.

Все наружные части элементов систематически, не реже одного раза в пятидневку, очищаются от пыли и влаги полотняной тряпкой, смоченной для нейтрализации кислотных выделений слабым раствором соли, после чего аккумуляторы вытираются насухо.

Появляющиеся время от времени на соединительных свинцовых полосках окислы должны удаляться аккуратно и осторожно, чтобы кусочки их не попали в элементы.

При всякой замене в анодной батарее одного или нескольких элементов, все вновь устанавливаемые элементы предварительно должны быть полностью заряжены. Если в работающую батарею поставить разряженный или слабозаряженный элемент, он подвергнется опасности глубокого разряда, переполюсовки и сульфатации.

В анодных батареях при их заряде надо внимательно следить за тем, одновременно ли начинается газообразование и с одинаковой ли силой оно происходит во всех элементах. Если некоторые элементы батареи начинают кипеть преждевременно, нужно убедиться, не вызвано ли это чрезмерной сульфатацией пластин. Точно так же обращается внимание на слабокипящие (отстающие от других) аккумуляторы. Их внимательно осматривают и испытывают вольтметром на внутреннее короткое замыкание и, если оно окажется, его немедленно нужно устраниć.

Необходимо следить, чтобы разряженная батарея поступала на заряд немедленно и во всяком случае не позже 24 час. после окончания разряда.

Случается иногда, что фанерные сепараторы в начале работы образуют на поверхности электролита пену. Удалять ее не следует, так как, спустя некоторое время, она исчезнет сама собой.

Плотность электролита следует проверять не реже двух раз в месяц, следя за тем, чтобы уровень раствора всегда был на 1 см выше пластина.

Когда приходится добавлять в аккумулятор не воду, а кислоту (см. выше), надо помнить, что добавляемый электролит должен иметь температуру не выше обычной комнатной. Доливка производится перед началом заряда.

Во время работы пластины элементов постепенно разрушаются и активная масса в виде мельчайших частиц или небольших кусочков отпадает и осаждается на дно аккумулятора. В конце концов осадков этих может скопиться так много, что, достигнув нижнего края пластина, они вызовут короткое замыкание элемента. Поэтому надо следить за толщиной слоя «шлама» и периодически удалять его из элементов. Обычно это приходится делать не чаще одного раза в полгода. Очистка сосудов требует выемки пластина. При производстве этой операции, особенно у долго работавших элементов, необходимо соблюдать осторожность. Сначала аккумуляторы разряжаются до напряжения 1,80 в и затем сосуды освобождаются от электролита, который сливается в одно место для последующего использования. Дальше пластины вынимаются из сосудов и, если они окажутся не сильно разрушенными и поэтому годными для дальнейшего употребления, их помещают в сосуды с дестиллированной водой — положительные отдельно от отрицательных. Затем аккумуляторные сосуды тщательно промываются водой, вытираются насухо, после чего в них обратно вставляют очищенные пластины.

Понятно, что попутно с очисткой сосудов производится и необходимый ремонт элементов, т. е. смена разрушенных пластина, замена сепараторов и т. д.

53. Неисправности в аккумуляторах. Исключая вполне естественное явление — старение пластин, являющееся результатом физико-химических процессов, происходящих в аккумуляторе во время заряда и разряда (изменение объема, газовыделение), и изменения кристаллической структуры активной массы, большинство неисправностей отдельных аккумуляторных элементов и целых батарей объясняется недостаточно внимательным уходом за ними. Поэтому еще раз повторяем, что правильное обслуживание аккумуляторов предохраняет их как от преждевременного износа, так и порчи во время эксплоатации.

Почти каждая неисправность аккумулятора, обнаруженная в самом ее начале — может быть исправлена, или в худшем случае, процесс разрушения может быть приостановлен. Если же неисправность запустить — неисправность усиливается и с каждым часом аккумулятор будет портиться все больше и больше, пока не придет в полную негодность. Поэтому вопрос о том, как путем внешнего осмотра элемента и наблюдения за ним установить неисправность и как можно ликвидировать ее, а также какие нужно принять меры для предупреждения неисправностей в дальнейшем имеет большое значение.

54. Чрезмерная сульфатация. Переходя к рассмотрению неисправностей, остановимся прежде всего на чрезмерной сульфатации пластин, так как большинство описываемых ниже дефектов у аккумуляторных батарей так или иначе связано с нею.

Мы знаем, что активная масса обоих электродов при разряде переходит в сернокислый свинец, т. е. сульфатируется. Но так как коэффициент использования активной массы, в силу конструктивных особенностей и природы химических реакций свинцовых аккумуляторов, в среднем редко превышает 0,30—0,35, то образующийся при разряде сульфат оказывается как бы перемешанным с недоиспользованной активной мас-

сой. Кристаллы этого сульфата настолько малы, что могут быть обнаружены только под очень сильным микроскопом. При заряде сульфат, окруженный со всех сторон хорошо проводящей ток активной массой, легко переходит в перекись свинца на аноде и в губчатый свинец на катоде.

Чрезмерная же сульфатация заключается в том, что при известных условиях количество сульфата резко возрастает, причем он образуется неравномерно, наподобие отдельных гнезд, и кристаллы его получаются настолько крупными, что могут быть обнаружены при помощи увеличительного стекла и даже различаются невооруженным глазом. Такой «вредный сульфат», являясь очень плохим проводником тока, уменьшает количество работающей активной массы, увеличивает внутреннее сопротивление и с большим трудом поддается восстановлению при заряде аккумулятора.

Чрезмерная сульфатация проявляется различно. Активная масса твердеет настолько, что оказывается невозможно проткнуть булавкой ячейки с массой отрицательных пластин; масса анодов наощупь теряет бархатистость, приобретает светлокоричневый и даже оранжево-коричневый цвет. По мере усиления сульфатации, на отрицательном электроде выступают, вначале на отдельных участках (рис. 43), а затем по всей поверхности, белые пятна. Положительные пластины большой поверхности увеличиваются в размерах (плотность сульфата меньше плотности перекиси свинца), вообще положительные пластины всех типов коробят-



Рис. 43 Пятна (белые) сульфата на пластине анодного аккумулятора

ся (вследствие неравномерного оседания сульфата и неравномерной работы активной массы). В начале заряда напряжение сульфатированного аккумулятора выше, а при разряде ниже нормального. Наконец, сульфатация всегда ведет к уменьшению плотности электролита. Если последнее будет замечено, доливать кислоту для достижения нормальной плотности раствора нельзя, так как это только усилит сульфатацию.

Причин сульфатации может быть несколько:

- 1) оставление вполне или в значительной степени разряженной батареи в течение долгого срока без нового заряда;
- 2) чрезмерно глубокий разряд;
- 3) систематические быстрые заряды сильным током;
- 4) систематические недозаряды;
- 5) применение электролита высокой плотности;
- 6) работа аккумулятора в жарком помещении.

Выше уже указывалось, что нормально разряженный аккумулятор нельзя оставлять без нового заряда дольше 24 час. Когда же батарея разряжается продолжительное время слабым током (что имеет место в анодных цепях), промежуток между окончанием разряда и началом заряда снижается до нескольких часов.

Слишком глубокий разряд ведет к образованию чрезмерного количества сульфата, отлагающегося неравномерно. Эти кристаллики растут в размерах и при последующем заряде восстанавливаются с большим трудом.

Быстрый заряд сильным током влечет за собой значительное газообразование гораздо раньше фактического окончания заряда. В результате этого остается много неразложившегося сульфата, количество которого возрастает с каждым зарядом. Эти же явления происходят при систематическом недозаряде.

Свинцовый сульфат в электролите нормальной плотности при комнатной температуре обладает очень небольшой растворимостью, но последняя возрастает при повышении плотности раствора кислоты и резко

увеличивается при повышении температуры. В этих условиях достаточно небольших изменений температуры, чтобы растворенный сульфат начал оседать на пластинах в виде сравнительно крупных кристаллов.

Иногда в общую цепь батареи включают аккумуляторы меньшей емкости, например, хотя бы элемент одинакового размера, но старый. При каждом разряде этот элемент окажется сильно нагруженным и в результате он неизбежно сульфатируется.

Разновременно предлагалось очень большое количество рецептов устранения сульфатации, но только немногие из них имеют действительную ценность и достигают цели, не разрушая в той или иной степени пластин аккумуляторов.

Приступая к уничтожению сульфатации (к десульфатации), прежде всего устанавливают, не явилась ли сульфатация следствием загрязненности электролита или короткого замыкания между пластинами, так как в утвердительном случае вся дальнейшая работа будет бесцельной.

55. Десульфатация путем перезаряда слабым током.
Сульфатированную батарею доливают дистиллированной водой на 1—2 см выше нормального уровня электролита и заряжают нормальным для данного типа элементов током. Когда батарея начнет сильно кипеть, ее выключают на 20 минут с тем, чтобы дать возможность пузырькам газа выделиться из пор активной массы, после чего вновь включают ток, но уже очень слабый (не выше одной десятой нормальной величины зарядного тока). Когда аккумуляторы десульфатируются, начинается сильное газообразование на обоих электродах при установленной плотности электролита.

Прежде чем пустить батарею в нормальную эксплуатацию, доводят плотность ее электролита до величины, соответствующей для данного типа аккумуляторов при полном их заряде.

Десульфатация длится несколько дней и может вестись почти без всякого присмотра.

Применение этого способа может дать положительные результаты в том случае, когда сульфатация не приняла угрожающих размеров. При очень сильной сульфатации следует применить иной метод.

56. Заряд в дестилированной воде. Сульфатированный аккумулятор сначала разряжается слабым током до напряжения 1,8 в, после чего электроды его хорошо промываются водой и заливаются до нормального уровня вместо раствора кислоты дестилированной водой. Затем аккумулятор включается на заряд таким током, чтобы напряжение не превышало 2,25—2,3 в на элемент. Плотность раствора все время измеряют ареометром. Так как ток заряда очень мал, образующаяся серная кислота, несмотря на суженные вследствие сульфатации поры активной массы, медленно успевает диффундировать в наружную воду, почему внутри пор плотность не слишком разнится от плотности электролита в остальном сосуде. Как только раствор достигнет удельного веса 1,09, его заменяют свежей дестилированной водой и продолжают заряд током в 5 раз меньшим по сравнению с нормальным зарядным. Когда начнется усиленное газообразование и концентрация раствора перестанет повышаться, батарею включают на разряд, беря от нее ток, равный $\frac{1}{50}$ ее емкости. Разряжав аккумуляторы до 1,8 в на элемент, батарею заряжают током, в два раза превышающим нормальный. Такой цикл заряд-разрядов продолжают до тех пор, пока пластины не примут нормального вида, после чего доводят плотность электролита до нормальной величины ипускают батарею в эксплуатацию.

57. Заряд в сернокислых солях. Для исправления сульфатированных пластин в любительской практике часто прибегают к заряду в сернокислых солях магния, натрия и алюминия. Эти соли значительно повышают растворимость сернокислого свинца и снимают

сульфатацию, но за счет уменьшения емкости аккумуляторов.

Электролит сульфатированного аккумулятора заменяется дистиллированной водой, сменяемой через каждые 12 часов три-четыре раза, после чего пластины заливают 10—12% раствором сернокислого натра (или 10% раствором сернокислого магния) и включают в аккумулятор нормальный зарядный ток на 45—50 часов, следя за тем, чтобы температура электролита не поднималась выше 35° С. Как только температура начнет достигать указанной величины, следует снизить силу зарядного тока. По окончании заряда раствор выливают, электроды промывают дистиллированной водой и, залив аккумулятор обычным электролитом, разряжают его нормальным током, повторяя заряд-разряд два-три раза. Если это не даст полной десульфатации пластин, аккумулятор снова заряжают в растворе глауберовой или английской соли.

Правильно примененные указанные выше способы полностью уничтожают сульфатацию.

58. Внутреннее короткое замыкание. Нередко причиной порчи аккумуляторов является внутреннее короткое замыкание. Когда между разнополюсными пластинами аккумулятора попадет какой-либо токопроводящий предмет, внутри аккумулятора появляются уравнительные токи (так как все одноименные пластины соединены между собой), постепенно разряжающие элемент через место короткого замыкания. Чем меньшим сопротивлением обладает место короткого замыкания и чем дальше продолжается это замыкание, тем глубже идет разряд, тем больше падает напряжение и плотность кислоты и резче выступает чрезмерная сульфатация.

Наиболее простым внешним признаком короткого замыкания является отставание элемента, т. е. при заряде большой аккумулятор закипает позже других. Поэтому-то и рекомендуется проверять, у всех ли аккуму-

ляторов одновременно и равномерно начинается газообразование. Напряжение отстающего аккумулятора ниже напряжения остальных элементов батареи.

Короткое замыкание происходит вследствие разных причин, например вследствие попавшего внутрь аккумулятора кусочка металла, чрезмерного количества осадков, замкнувших накоротко соседние пластины, наличия покоробленной положительной пластины, сдвинувшей или даже пробившей фанерный сепаратор и соприкоснувшейся с ближайшей отрицательной пластиной элемента и т. д.

Чрезмерный заряд влечет за собой с течением времени образование на отрицательных пластинах наростов губчатого свинца. Наросты эти, вначале хлопьевидного характера, постепенно уплотняются и иногда так разрастаются, что касаются положительных пластин.

Во всех перечисленных случаях аккумуляторы разбирают, осторожно соскабливают с пластин все новообразования, очищают сепараторы, а в случае их износа заменяют новыми, промывают сосуды и выпрямляют пластины по способу, указанному ниже.

В общем надо сказать, что обнаружить короткое замыкание нетрудно, но иногда приходится разбирать элемент, что связано со значительными хлопотами.

59. Чрезмерный саморазряд. Вредные примеси. Случается иногда, что совершенно новый элемент не держит заряда или же батарея, работавшая раньше вполне исправно, вдруг начинает капризничать и в течение нескольких суток ее напряжение резко падает. Если не будет обнаружено утечки тока или короткого замыкания (внешнего или внутреннего), причина потери емкости обычно лежит в повышенном саморазряде, происходящем вследствие усиления местных реакций в аккумуляторе.

Наиболее ясным признаком наличия таких реакций служит значительное газообразование в течение всего периода разряда (или бездействия) батареи. В нор-

мальных аккумуляторах «кипение» раствора заканчивается вскоре после выключения зарядного тока (незначительное выделение газа происходит временно и в течение работы элементов). Предупреждаем, что не всегда можно судить по величине газообразования о степени саморазряда аккумулятора, так как некоторые очень вредно действующие примеси (например, соли железа) не дают значительного газообразования вследствие побочных реакций между ними и выделяющимися газами.

Особенно опасными для аккумуляторов примесями в электролите являются соли более благородных, чем свинец, металлов. Во время заряда металлы, выделяясь на катоде, образуют ряд маленьких короткозамкнутых элементов (губчатый свинец — серная кислота — металл), которые и в разомкнутом состоянии аккумулятора производят разряд катода, переводя губчатый свинец в сульфат с выделением водорода, уходящего в окружающее пространство.

Очень вредно действует хлор, соляная, уксусная кислота, алкоголь, все соединения азота, например, аммиак, азотная кислота и т. д.

Железо — одна из самых вредных примесей: оно почти всегда имеется в электролите. Когда процент содержания железа не превышает 0,01 (т. е. на 1 л раствора не больше 0,1 г), вредное действие его практически не сказывается, но при дальнейшем увеличении процентного содержания железа саморазряд начинает быстро повышаться. Например, аккумулятор, электролит которого содержит 0,5% железа, полностью разряжается на себя в течение 10 дней.

Главное зло при загрязнении электролита железом состоит в том, что удалить его невозможно.

Прибавление к электролиту соляной кислоты и других хлористых соединений в количестве более 0,1 г на 1 л оказывает уже заметное действие на емкость (особенно при этом разрушаются катоды). Однако, местные действия со временем уменьшаются, вследст-

вие образования при каждом новом заряде некоторого количества газообразного хлора.

Азотная кислота тоже пагубно влияет на катоды, но примеси ее точно так же, как и примеси соляной кислоты, удаляются из электролита в виде газообразной двуокиси азота.

Уксусная кислота и алкоголь (переходящий при разряде в уксусную кислоту) подобно хлору, аммиаку, соляной и азотной кислотам разрушают электроды, переводя свинец пластин в растворимые соли.

Удаление большинства примесей очень затруднительно и удается далеко не всегда, а некоторые примеси, как например, железо и уксусную кислоту извлечь совершенно невозможно. Для удаления других примесей следует испытать два способа. Первый из них заключается в том, что аккумулятору дают сильный перезаряд, после чего заменяют новым весь комплект отрицательных пластин. Второй способ — без потери группы катодов. Аккумулятор заряжают в обратном направлении, пока отрицательные пластины не примут светлокоричневой окраски. После этого электролит выливают, споласкивают сосуд дистиллированной водой, заливают свежим электролитом и заряжают в нормальном направлении. Но этот способ вредно действует на пластины и, если аккумулятор уже изношен, то при такой операции можно совершенно разрушить пластины.

Еще раз напоминаем, что в качестве электролита следует пользоваться проверенными химически кислотой и водой (если происхождение их неизвестно).

60. Как выявить примеси. Проверка кислоты и воды на присутствие в них наиболее часто встречающихся примесей (хлор и железо) не представляет особых затруднений. Понятно, что посуда и химикалии должны быть абсолютно чистыми, а руки перед анализом тщательно моются. Прикасаться пальцами к внутренней стороне пробирок и других сосудов при анализе нельзя.

Когда электролит берется на испытание из аккумулятора, пробу надо взять после разряда, когда металлические примеси переведены в раствор.

Испытание кислоты и воды на железо. Наливают в пробирку 25 см³ испытуемой кислоты (если анализируют крепкую кислоту, то она разводится наполовину дистиллированной водой, а если анализируется вода — ее следует подкислить химически чистой кислотой). К жидкости добавляется 1 см³ азотной кислоты удельного веса 1,2, после чего она нагревается на спиртовке до кипения. Охладив раствор до комнатной температуры, к нему прибавляют 2—3 см³ раствора желтой кровянной соли. Если жидкость окрасится в синий цвет, значит электролит (или вода) содержит железо. При незначительном количестве примеси железа испытуемый раствор окрасится в зеленоватый цвет. Кислоту можно считать годной для электролита, когда немедленно по прибавлении раствора желтой кровянной соли появляется зеленоватое или очень слабое голубое окрашивание.

Выявление хлористых соединений. Сперва смешивают 10 объемов дистиллированной воды с 1 объемом серной кислоты, после чего наливают в пробирку 25 см³ раствора и добавляют к нему 8 капель азотной кислоты удельного веса 1,2 и 20 капель 20%-ного раствора ляписа (азотнокислого серебра). Пробирку несколько раз встряхивают. Если через 10 минут не появится опалового помутнения, значит кислота годна для употребления. Слабое облачко показывает присутствие в растворе небольшого количества хлора или другого вещества его группы (брома или иода). Большое содержание хлористых соединений обнаруживается образованием белого творожистого осадка хлористого серебра.

Для испытания воды на хлор, ее наливают в пробирку до половины и прибавляют 5-7 капель раствора ляписа. Если покажутся следы мути, вода не го-

дится. Хлор часто содержится в колодезной, речной и кипяченой воде.

Испытания на остальные примеси довольно сложны и мы не имеем возможности на них останавливаться. В повседневной практике приходится обращать внимание главным образом на примеси хлора и железа, почему другие испытания производятся только в случае подозрения, что та или иная примесь случайно попала в электролит.

61. Переполосовка аккумуляторов. Явление переполосовки может иметь место при включении в схему последовательную цепь аккумуляторов разной емкости. Во время разряда такой батареи аккумуляторы, обладающие меньшей емкостью, разряжаются значительно раньше, чем остальные элементы батареи.

Поэтому при дальнейшем разряде батареи такие истощенные аккумуляторы сами тока давать не будут, между тем через них будет проходить весь разрядный ток батареи. Внутри электролита разрядный ток идет от отрицательных пластин к положительным, т. е. в направлении обратном току заряда. Следовательно в подобных случаях разрядный ток батареи, проходя через разрядившиеся элементы, будет заряжать их, но в обратном направлении. Активная масса отрицательных пластин в таких случаях переходит частично в перекись свинца, а аноды сульфатируются и нередко восстанавливаются в губчатый свинец. Такой аккумулятор уменьшает общее напряжение батареи приблизительно на 4 в. Если же в батарее окажется несколько переполосованных элементов, то при каждом включении такой батареи на разряд напряжение ее будет заметно понижаться.

Переполосованный аккумулятор должен быть выключен из батареи, когда она работает на внешнюю цепь и включен, когда она заряжается. Полезно дать ему несколько правильных зарядов и разрядов отдельно от батареи.

62. Разрушение (коррозия) положительных решеток. Решетка положительных пластин в некоторых случаях очень быстро разрушается. Коррозия эта происходит вследствие естественных причин и в силу различных ненормальностей производственного и эксплоатационного порядка.

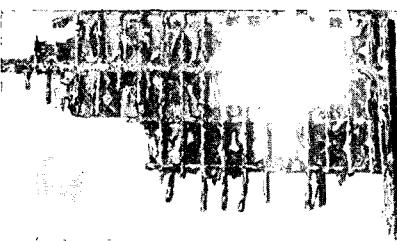


Рис. 44 Разрушающаяся решетка положительной пластины

Естественными причинами коррозии следует считать саморазряд положительных пластин, происходящий вследствие возникающих между решеткой (Pb) и активной массой (PbO_2) токов. Саморазряд этот усиливающийся с повышением температуры, влечет за собой частичное превращение металла решетки в свинцовый сульфат, окисляющийся при последующем заряде в перекись свинца. Очень вредное влияние оказывают глубокие разряды. Достаточно, например, нескольких переразрядов, чтобы решетка почти полностью разрушилась. Это явление может иметь место в тех случаях, когда в батарее имеются элементы несколько пониженной емкости. Такие элементы систематически переразряжаются и решетка в них разрушается (рис. 44).

Плохо выщелоченная фанера служит источником введения в электролит уксусной кислоты. Уже прибавление 0,1% уксусной кислоты заметно корродирует ре-

шетки, а при повышении процента до 0,5 решетки разрушаются очень быстро.

Длительное хранение бездействующих аккумуляторов в электролите обычной плотности также ведет к разъединению решетки.

63. Ремонт аккумуляторов. При ремонте аккумуляторов (смена пластин, сепараторов, ремонт соединений, сосудов и т. д.) приходится группы пластин вынимать из сосудов. В этих случаях необходимо пластины привести в такое состояние, чтобы они не портились. Губчатый свинец, покрывающий отрицательные пластины заряженного аккумулятора, как указывалось выше, при соприкосновении с водой в присутствии кислорода воздуха переходит в гидроокись свинца, сильно нагреваясь. Поэтому аккумулятор, предназначенный к разборке, сначала разряжается возможным слабым током до напряжения 1,8 в. Очень важно, чтобы напряжение не превышало этой величины, так как иначе в верхнем слое пластины окажется слишком большое количество свинца, который в дальнейшем, попадая на воздух, окисляется и тем снижает емкость. Выполнением требования вести разряд слабым током обеспечивается более полный переход губчатого свинца в сульфат. Разрядив элемент, выливают из сосуда электролит и заливают пластины дистиллированной водой. Через 3 часа воду меняют и повторяют эту операцию несколько раз, пока при пробе на язык кислота не перестанет обнаруживаться. После этого выливают воду и аккумулятор в собранном виде может некоторое время храниться без особо заметного вреда для пластин (оставшаяся внутри пластин влажность все же действует на решетку, корродируя ее). Если же разборка элемента не связана с оставлением пластин на воздухе, можно переставить положительные и отрицательные пластины раздельно в два сосуда, наполненные дистиллированной водой. В таком виде пластины могут храниться довольно долгое время без порчи.

Искривленные пластины выпрямляются очень осторожно, особенно, если они уже много работали и в некоторых местах разъедены. Для этого каждую отдельную пластину помещают между двумя гладкими и совершенно чистыми деревянными дощечками и кладут под какой-нибудь пресс, например в деревянные струбцины или вставляют в тиски. Нажим усиливается постепенно. Нельзя выпрямлять покоробившиеся пластины ударами молотка, так как от сотрясения активная масса будет выкрашиваться. Выравнивание пластин лучше всего производить после заряда, так как активная масса тогда мягче и легче поддается прессовке. Если положительный электрод состоит из группы пластин, то все пластины такого комплекта выравнивают одновременно, вставляя в промежутки между ними соответствующей толщины деревянные дощечки и подвергая затем весь комплект прессовке.

При работе у аккумулятора наибольшему износу подвергаются положительные пластины и поэтому их приходится заменять раньше. Не рекомендуется в одном элементе заменять новыми лишь часть положительных или отрицательных пластин, так как это приводит к очень быстрому разрушению вновь поставленных электродов. Происходит это вследствие того, что напряжение новых пластин всегда несколько выше напряжения старых. Но так как в элементе однополюсные пластины всегда соединены между собой, их потенциал должен быть одинаков. В данном же случае новые пластины будут давать более сильный ток, чем старые. В результате перегрузки новые пластины будут подвергаться глубокому разряду, сульфатации, искривлению и т. д.

Глава пятая

АККУМУЛЯТОРЫ ЗАВОДСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

64. Аккумуляторы накала. В качестве аккумуляторов накала ВАКТ выпускал элементы в эbonитовых (тип ЦВ) и стеклянных сосудах (тип НАТ), которые получили широкое распространение в радиоустановках в виде батарей ЦВ и НАТ.

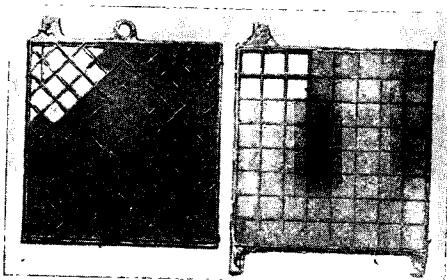


Рис. 45. Пластины аккумуляторов типа «ЦВ», положительная (слева) и отрицательная (справа)

Батареи накала типа ЦВ изготавливаются заводом «Ленинская Искра» (Ленинград) и имеют решетчатые (намазные) положительные и отрицательные пластины (рис. 45). Емкость каждой положительной пластины при разряде в течение 10 часов током в 1 А равна 10 а/ч. Размеры пластин следующие: ширина — 115, высота — 120 и толщина 4 мм при весе в 320 г. Пластины отделяются друг от друга фанерными сепараторами, имеющими на одной стороне ребрышки. Ребра расположены вертикально и прилегают к положительным пластинам. Батареи типа ЦВ (рис. 46) изготавливаются в эbonитовых сосудах, заключенных в деревянные ящики и содержат по два (для 4-вольтовых) или по 3 (для 6-вольтовых) элемента. Габаритные размеры и прочие данные о батареях ЦВ помещены в приложении.

Батареи накала «НАТ» или «Н» (уже снятые с производства) выпускались в общих стеклянных сосудах-блоках. Пластины этих аккумуляторов хотя и обладают несколько меньшими размерами, но они толще, почему их электрические характеристики совпадают с характеристиками батареи ЦВ. Габаритные размеры и другие сведения, характеризующие эти батареи, даны в приложении 5.

Батареи типа ЦВ наполняются раствором серной кислоты удельного веса 1,21 и поступают на первый заряд через два часа после заливки.

Первый заряд батарей емкостью в 40 а/ч производится током в 4 а и емкостью в 60 а/ч — током в 6 а и продолжается беспрерывно 36 часов, после чего делается 3-часовой перерыв. Затем заряд снова продолжают в течение 12 часов таким же током. Если к концу заряда напряжение не достигнет 2,5 в на каждый элемент, делается трехчасовой перерыв, после которого заряд опять продолжается прежней величиной тока, пока напряжение не поднимется до 2,5 в на каждый элемент.

Последующие нормальные заряды батарей ведутся таким же током (1 а на каждые 10 а/ч емкости батареи).

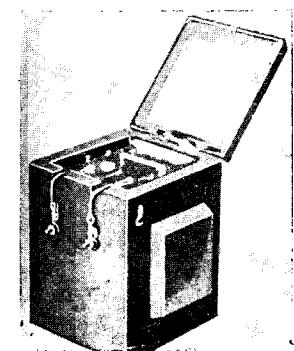


Рис. 46. Батарея накала 2 ЦВ IV

примерно в течение 12 часов и заканчиваются при сильном газообразовании и достижении постоянного напряжения около 2,6 в на каждый аккумулятор.

Плотность электролита заряженных аккумуляторов должна быть 1,24. Если в конце заряда плотность окажется выше, раствор разбавляется водой до плотности 1,24, если же ниже — кислотой уд. в. 1,21.

Во время эксплоатации каждые 3 месяца производится перезаряд нормальным током, как то указано в § 52.

Батарея типа «НАТ» (2-H10-IV) заливается при первом заряде кислотой удельного веса 1,18 и через 6 часов включается на заряд током в 2,5 а. При повышении напряжения до 2,6 в на элемент ток снижают до 1,6 а. В течение беспрерывного заряда дают батареи 64 а/ч. После того, как будет замечено, что плотность электролита в течение 3 часов остается неизменной, ее повышают до 1,23, медленно доливая кислоту уд. в. 1,38. Заряд производится по мере надобности, но не реже одного раза в 1½ месяца. Заряд ведется в течение 6 часов током в 4 а, который затем снижается до 2,5 а.

С 1 января 1936 г. введен новый ОСТ на химические источники тока (ОСТ 7873), по которому наша аккумуляторная промышленность должна выпускать батареи пакала, отвечающие требованиям, помещенным в приложении 6.

65. Анодные батареи. В настоящее время ВАКТ выпускает анодные батареи типа РГ, отличающиеся вполне удовлетворительными качествами. Батареи этого типа собираются в эbonитовых и стеклянных сосудах. Решетка отрицательной пластины типа РГ изображена на рис. 2, а положительной — на рис. 47. Этого типа пластины при ёмкости в 2,5 а/ч имеют следующие размеры: ширина — 50 мм, высота — 45 мм и толщина — 4,2 мм. Вес пластины около 60 г. Зарядный ток — 0,25 а, разрядный ток — 0,1 а.

В батареях типа РГ-1, ёмкостью 2,5 а/ч, каждый элемент содержит одну положительную пластину, а в батареях РГ-II, ёмкостью в 5 а/ч — по две положительных пластины (рис. 48).

Электрические данные и габаритные размеры этих батарей приведены в приложении.

Элементы наполняются химически чистой серной кислотой уд. веса 1,21 с таким расчетом, чтобы верхний край пластины был покрыт слоем кислоты высотою 0,5 см, на что требуется для элементов РГ-1 по 40 см³ и для РГ-II по 100 см³ кислоты.

Первый заряд начинается через 2 часа после наполнения батареи, причем батареи РГ-1 заряжаются током 0,1 а, а РГ-II — 0,2 а. Заряд продолжается 48 часов, затем следует 3-часовой перерыв, после чего заряд длится еще 12 часов. Если напряжение отдельного элемента к этому времени достигнет примерно 2,50 в, то батарею после второго 3-часового перерыва снова заряжают тем же током, пока напряжение не повысится до 2,7—2,75 в на элемент.

Последующие заряды ведутся для батареи РГ-1 первые 7 часов током 0,25 а, а затем в продолжение

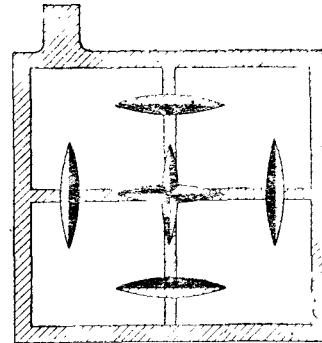


Рис. 47. Решетка положительной пластины анодного аккумулятора «РГ»

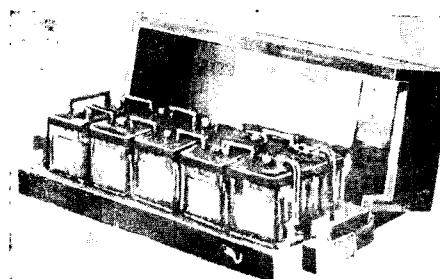


Рис. 48. Анодная батарея 10 — РГ-II

ние 15 часов — током 0,1 а. Батареи РГ-II заряжаются вдвое большим током.

Плотность кислоты заряженных аккумуляторов должна быть 1,24. Доливка производится или дистиллированной водой или кислотой удельного веса 1,21.

Если батарея почему-либо не работает, то заряжать ее все равно нужно не реже одного раза в месяц. Перезаряд производится один раз в три месяца.

Данные нового ОСТ 7873 на батареи анода приведены в приложении 8. Из него видно, что новые анодные батареи будут обладать иной емкостью, чем аккумуляторы РГ, а именно 1,5; 3 и 5 а/ч.

66. Заграницные аккумуляторы. На заре радиолюбительства, когда радиоприемники преимущественно питались от независимых источников тока (батарей различного типа), зарубежные аккумуляторные заводы не особенно задумывались над конструкцией выпускаемых батарей для питания анодных цепей и накала. В подавляющем большинстве это были обычные переносные аккумуляторы большей или меньшей емкости, смотря по назначению. Но затем, по мере развития питания приемников от сети, заводы, видя в сетевом приемнике серьезного конкурента, занялись усовершенствованием радиоаккумуляторов. В течение последних 4—5 лет на рынок были выброшены новые специального типа радиобатареи.

Наиболее характерной особенностью новейших батарей накала является их способность сохранять заряд в течение довольно продолжительного времени, т. е. саморазряд у них весьма невелик.

Саморазряд свинцовых аккумуляторов с намазными пластинами можно уменьшить следующими способами:

а) Сокращая величину раздела пластин, т. е. при одинаковом количестве активной массы, уменьшая число пластин и увеличивая их толщину.

б) Уменьшая поверхность соударения между

активной массой и рамой (решеткой) положительных пластин, что понижает величину концентрационных токов.

в) Используя для приготовления пластин особенно чистые исходные вещества (свинец, его окислы и т. д.).

г) Понижая плотность электролита и рационализируя конструктивное оформление элементов.

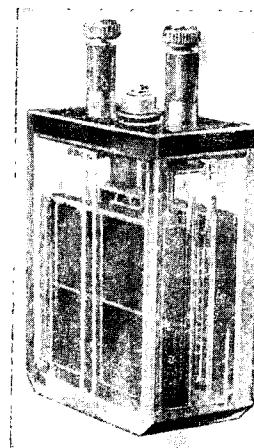


Рис. 49. Аккумулятор
«Тюдор» типа АДО

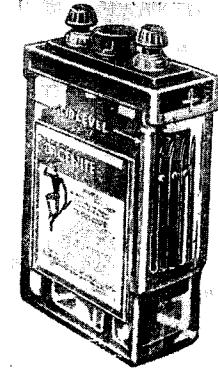


Рис. 50. Аккумулятор
с шариками

Поэтому пластины аккумуляторов накала для неподвижных радиоустановок, особенно в тех случаях, когда заряд сопряжен с большими затруднениями (батареи приходится возить на зарядные станции) делаются достаточно толстыми.

Рис. 49 показывает французский аккумулятор «Тюдор» типа АДО емкостью 85 а/ч при весе с кислотой около 6 кг. Размеры такого аккумулятора: 80×220×142 мм; толщина его положительной пластины равна 14 мм, а отрицательной — 18 мм. Сосуд сделан из

прессованного стекла. Для лучшей циркуляции кислоты и более полного использования активной массы положительная пластина имеет несколько рядов сквозных отверстий.

Отрицательная пластина со стороны, обращенной к положительной пластине, также покрыта несколькими рядами, но уже несквозных круглых отверстий. Положительные пластины устанавливаются в углубления с ребрами, имеющимися в нижней части стеклянного сосуда, чем достигается надежная устойчивость пластин и сохраняется необходимое расстояние между ними. Сосуд снабжен герметической из пластмассы крышкой и такой же пробкой, позволяющей аккумулятору работать в наклонном положении, без риска проливания электролита.

Максимальный зарядный ток элемента ADO не превышает 2 а; разряд же может производиться током не выше 8,5 а (10-часовой разрядный режим).

Такой аккумулятор может простоять без риска образования чрезмерной сульфатации свыше 3—4 месяцев. За это время он теряет всего лишь 18—20% емкости на саморазряд, в то время как обычные аккумуляторные элементы в течение такого срока полностью разряжаются.

Одновременно с производством аккумуляторов масового типа совершенствуется качество элементов с решетчатыми пластинами нормальной толщины (4—5 мм). Для уменьшения саморазряда, помимо применения указанных выше способов, понижают процент содержания сурьмы в основе анодов или же она заменяется кадмием, а также усиливают изоляцию между пластинами; в целях упрощения ухода за аккумулятором увеличивают количество кислоты, применяют остроумной конструкции крышки и приспособления для предотвращения выливания электролита при опрокидывании элементов. Большинство английских и американских аккумуляторов снабжено особыми клетками, в которых находятся два или три шарика,

имеющие при одинаковом объеме разный вес. Объем и вес шариков подбираются с таким расчетом, чтобы при полном заряде аккумулятора они все плавали в электролите. Когда аккумулятор разряжен на 50%, один из них тонет (плотность электролита понижает-

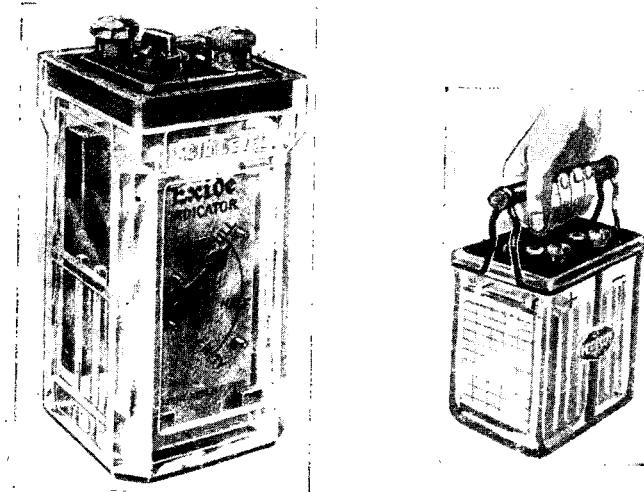


Рис. 51. Аккумулятор со стрелочным указателем

ся), когда емкость израсходована на 75% — тонет второй шарик и при полном разряде аккумулятора погружается последний.

Новейшие аккумуляторы английской фирмы «Эксайд» снажены стрелочным указателем (рис. 51). При полном заряде стрелка стоит на слове full (полный, заряженный), по мере разряда она опускается, и когда элемент будет полностью разряжен, стрелка дойдет до слова empty (разряженный). Принципы действия этого указателя одинаковы с шариковым указателем. Цены таких аккумуляторов всего лишь на 5—10% выше стоимости обычных аккумуляторов.

Большинство батарей накала, собранных в стеклянных блоксодуах, снабжено очень удобными и простыми ручками для переноски (рис. 52). Нередко эти батареи монтируются вместе с трансформатором и сухим выпрямителем (для заряда от сети переменного тока). В одной из таких батарей французской фирмы «Тюдор» стеклянный сосуд-блок содержит помимо батареи из 2 аккумуляторов полную установку для выпрямления тока, включаемую помощью штепсельной вилки в любую стенную розетку осветительной сети (рис. 53).

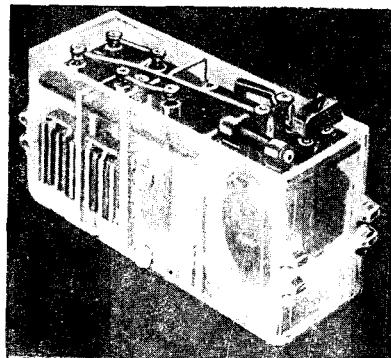


Рис. 53. Автобатарея накала «Тюдор»

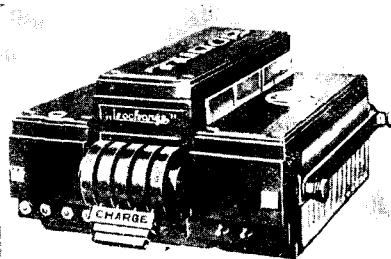


Рис. 54. Батарея — блок «Тюдор» на 4—80 вольт.

заряд также с помощью обычного штепселя.
Известный блок-аккумулятор Фуллера¹, разрез кото-

рого приведен на рис. 55, в настоящее время изготавливается уже не в круглом, а квадратном бакелитовом сосуде.

Емкость его 25 а/ч при 100-часовом разряде. Размеры этого блока следующие: высота 150 мм, длина и ширина — 75 мм. Аккумулятор снабжен ременной ручкой.

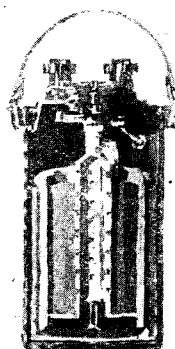


Рис. 55. Разрез аккумулятора Фуллера

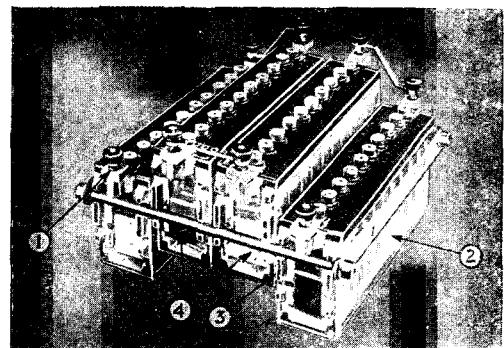


Рис. 56. Анодная батарея «Тюдор» типа СВ.
1. Стягивающий болт — ручка. 2. Стеклянный сосуд — блок. 3. Воздушный промежуток.
4. Пластины

Фирма «Эксайд» в 1935 г. выпустила аккумуляторы накала, положительный электрод которых состоит из пластин трубчатого (панцырного) типа, отличающихся долгим сроком службы.

В новейших анодных батареях обращено особое внимание на изоляцию элементов друг от друга. Продукция таких мировых фирм, как «Варта», «Фольмен», «Эксайд», «Тюдор» и др. применяется в сотнях тысяч радиоприемников, не вызывая нареканий.

На рис. 56 изображена одна из очень удачно сконструированных анодных батарей фирмы «Тюдор» (тип СВ), напряжением в 80 в, емкостью 2 а/ч. Батарея

¹ См. журн. «Радиофронт» № 21—22 за 1934 г.

составлена из 4 блоков по 10 элементов в каждом. Блоки сделаны из прессованного стекла; они имеют специальную форму, препятствующую возникновению соединительных мостиков из кислоты. Друг от друга блоки изолируются воздушным пространством и соединяются в одно целое помошью особых болтов с гайками, служащих одновременно ручками для переноски. От батарей можно получать напряжение 80, 60, 40 и 20 в. Размеры батареи 226 × 226 × 145 мм; вес ее около 12 кг. Зажимы для присоединения проводов изолированы от стеклянных блоков посредством особых вазелиновых ванночек, что совершенно исключает возможность утечки тока.

Радиоприемники редко работают круглые сутки. Поэтому в целях уменьшения утечки тока в периоды бездействия батареи выпущены анодные батареи, конструкция которых дает возможность при выключении анодной цепи автоматически разъединять между собой все элементы батареи. Это достигается помошью пружинных контактов (из освинцованный латуни), установленных на внутренней стороне крышки батарейного ящика. Когда ящик закрыт — пружины прикасаются к полюсам аккумуляторов, соединяя их последовательно. Стоит приподнять крышку, элементы оказываются разъединенными. Приспособление очень нехитрое и устройство его доступно любителю.

Новейшая анодная батарея из блок-аккумуляторов Фуллера напряжением 60 в и емкостью 5 ач весит всего 6,4 кг и имеет размеры 370×104×190 мм.

ЛИТЕРАТУРА

А) Книги

Шпрен В. — Источники тока для ламповых приемников. 1925, стр. 100.

Ламтев Н. — Электрические аккумуляторы. 1935, стр. 430. В этой книге помещен большой библиографический материал по аккумуляторам. Стр. 411—422.

Цал — Сборник научно-исследовательских работ по химическим источникам тока. Вып. I, 1935, стр. 245. Вып. II, 1935, стр. 243.

Б) Периодика

И. С. — Новые заграничные аккумуляторы. «Радиофронт», 1931, № 12.

А. Поляков — Новые заграничные аккумуляторы, «Радиофронт», 1932, № 12.

ВАКТ — Какие нужны аккумуляторные батареи. «Радиофронт», 1933, № 8.

И. С. — Улучшения в аккумуляторах. «Радиофронт», 1933, № 4.

И. С. — Новая конструкция кислотного аккумулятора, 1933, № 4.

Н. Ламтев — Современные радиоаккумуляторы. «Радиофронт»

1934, № 22.

— Автомат для формирования аккумулятора. «Радиофронт», 1935, № 6.

Albrecht R. — «Akkumulatoren fur Rundfunksempfangs ETZ». 1927, № 9, S. 274.

Albrecht R. — «Akkumulatoren fur Rundfunksempfangs ETZ». 1932, № 1, S. 11.

Приложение 2

СОПОСТАВЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА С ГРАДУСАМИ БОМЕ

Градусы Боме	Плот- ность (уд. вес)	Градусы Боме	Плотность (уд. вес)	Градусы Боме	Плотность (уд. вес)
0	1,000	23	1,190	46	1,468
1	1,007	24	1,200	47	1,483
2	1,014	25	1,210	48	1,498
3	1,022	26	1,220	49	1,515
4	1,029	27	1,231	50	1,530
5	1,037	28	1,241	51	1,547
6	1,045	29	1,252	52	1,563
7	1,052	30	1,263	53	1,580
8	1,060	31	1,274	54	1,597
9	1,067	32	1,285	55	1,615
10	1,075	33	1,297	56	1,635
11	1,083	34	1,308	57	1,652
12	1,091	35	1,320	58	1,671
13	1,100	36	1,332	59	1,693
14	1,108	37	1,345	60	1,710
15	1,116	38	1,357	61	1,732
16	1,125	39	1,370	62	1,753
17	1,134	40	1,383	63	1,775
18	1,143	41	1,397	64	1,795
19	1,152	42	1,410	65	1,820
20	1,162	43	1,421	66	1,839
21	1,171	44	1,438	—	—
22	1,180	45	1,453	—	—

Приложение 1
СОПРОТИВЛЕНИЕ И ДОПУСТИМАЯ НАГРУЗКА ДЛЯ
РЕОСТАТНОЙ ПРОВОЛОКИ

Диаметр провода (в мм)	Сечение провода (в м.м ²)	Никелин		Константан		Нихром	
		Сопро- тивление 1 м (в о.м)	Наиболь- ший до- пустим. ток (в а)	Сопро- тивление 1 м (в о.м)	Наиболь- ший до- пустим. ток (в а)	Сопро- тивле- ние 1 м (в о.м)	Наибольш- ий до- пустим. ток (а)
0,10	0,00785	51,0	0,031	62,4	0,039	127	0,039
0,15	0,0177	22,6	0,071	27,7	0,089	56,5	0,089
0,20	0,0314	12,7	0,13	15,6	0,16	31,9	0,16
0,25	0,0401	8,14	0,21	9,98	0,25	20,4	0,25
0,30	0,0707	5,66	0,28	6,93	0,35	14,2	0,35
0,35	0,0962	4,16	0,38	5,09	0,48	10,4	0,48
0,40	0,126	3,18	0,50	3,89	0,63	7,94	0,63
0,45	0,159	2,52	0,64	1,08	0,80	6,29	0,80
0,5	0,196	2,04	0,78	2,50	0,98	5,10	0,98
0,6	0,283	1,37	1,10	1,73	1,4	3,54	1,4
0,7	0,385	1,04	1,50	1,27	1,9	2,60	1,9
0,8	0,503	0,755	2,00	0,974	2,5	1,99	2,5
0,9	0,636	0,629	2,5	0,770	3,2	1,57	3,2
1,0	0,785	0,510	3,1	0,624	3,9	1,27	3,9
1,1	0,950	0,421	3,8	0,516	4,8	1,05	4,8
1,2	1,13	0,354	4,5	0,484	5,7	0,885	5,7
1,3	1,33	0,301	5,3	0,369	6,7	0,751	6,7
1,5	1,77	0,226	7,1	0,277	8,9	0,565	8,9
1,8	2,55	0,157	10,0	0,192	13,0	0,392	13,0
2,0	3,14	0,127	12,0	0,156	16,0	0,319	16,0
2,2	3,80	0,105	15,0	0,129	19,0	0,263	19,0
2,5	4,91	0,0815	19,0	0,0998	25,0	0,204	25,0
3,0	7,07	0,0566	28,0	0,0693	55,0	0,142	55,0

Приложение 3

ТАБЛИЦА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

Вода при 15—20°C	Смешанная с серной кислотой уд. в. 1,84	Дает раств. уд. в.	Вода при 15—20°C	Смешанная с серной кислотой уд. в. 1,84	Дает рас- твор уд. веса
см³	см³		см³	см³	
1 0 0 0					
	81,5	1,09		173,68	1,175
	108,8	1,113		179,12	1,180
	114,2	1,115		184,55	1,185
	119,6	1,120		195,44	1,190
	125	1,130		200,88	1,195
	130,4	1,135	1 0 0 0	206,32	1,200
	135,8	1,140		211,76	1,205
	141,2	1,145		217,20	1,210
	146,6	1,150		222,64	1,215
	152	1,155		228,08	1,220
	157,4	1,160		244,20	1,229
	162,8	1,165		271,5	1,248
	168,24	1,170			

Приложение 4

БАТАРЕИ НАКАЛА ЦВ

Тип	Напряже- ние (в в)	Емкость при 10-чा- сов. разр. (в а/ч)	Максим. разряд. и за- ряд. ток (в а)	Наружн. (разм. в мм)			Вес с кис- лот. (в кг)
				длина	ширина	выс.	
2 ЦВ-IV	4	40	4	155	170	210	10
2 ЦВ-VI	4	60	6	208	170	210	14
2 ЦВ-VIII	4	80	8	276	180	213	19,5
3 ЦВ-IV	6	40	4	216	170	210	14,5
3 ЦВ-VI	6	60	6	294	170	210	20,5
3 ЦВ-VIII	6	80	8	400	180	213	28

Приложение 5

БАТАРЕЯ НАКАЛА НАТ (Н-10)

Тип	Напряже- ние (в в)	Емкость при 10-ча- совом раз- яде (в а/ч)	Максим. ток заряда и разряда (в а)	Наружн. разм.(в мм)			Вес с кис- лотой (в кг)
				длина	ширина	высота	
2—Н10-II	4	20	2	115	118	183	6,1
2—Н10-IV	4	40	4	186	120	188	10,2
2—Н10 VI	4	60	6	278	160	200	16,0

Эти батареи до стандартизации назывались «НАТ» (аккумулятор накала тыловой). Стандартом 5008—9 им присвоено наименование Н. Цифры впереди (2) определяют число элементов батарей, римская цифра в конце (II, IV, VI) — число положительных пластин в элементе. Обозначение Н10 определяет тип пластин, причем Н указывает назначение батареи (для накала), а 10 — емкость в а/ч одной положительной пластины при нормальном разряде.

Приложение 6

ОСТ 7873 § 10. АККУМУЛЯТОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ НАКАЛА СВИНЦОВЫЕ ДОЛЖНЫ УДОВЛЕТВОРЯТЬ СЛЕДУЮЩИМ ТРЕБОВАНИЯМ

№ п/п	Обозначен. элементов и батарей	Мате- риал сосуда	Колич. элемен. в батар.	Нор- мальн. емкость в а/ч	Ток и емкость при 10 ч. ре- жиме (нормаль- но) в а		Предельн. из- праж. при ра- зряде (наимень- шее) в в
					при 10 ч. ре- жиме (нормаль- но) в а	при 10 ч. ре- жиме (нормаль- но) в а	
1	РН-60		—	60	6	6	1,8
2	2—РН-20		2	20	4	3,6	
3	2—РН-40		2	40	6	3,6	
4	2—РН-60		2	60	8	3,6	
5	2—РН-80		2	80	8	3,6	
6	3—РН-10		3	10	4	5,4	
7	3—РН-40		3	40	6	5,4	
8	3—РН-60		3	60	6	5,4	

Примечание 1. В обозначении типов аккумуляторных элементов и батарей указывается:

а) первыми цифрами 2,3 — количество элементов в батарее (при отдельных элементах этих цифр не имеется).

б) Буквами «РН» — назначение аккумулятора, т. е. радионакал, причем после букв «РН» добавляется при сосудах: 1) из эбонита — буква «Э», обозначающая эбонит, 2) из стекла буква «С», означающая стекло и 3) из пластмассы — буква «П» — пластмасса.

в) Последними цифрами 10, 20, 40, 60, 80 обозначается нормальная емкость элемента или батареи в ампер-часах.

Примечание 2. Нормальная емкость свинцовых аккумуляторных элементов и батарей соответствует 10-часовому режиму их разряда при средней температуре электролита 25° С (при удельном его весе 1,21) и при разряде указанной в таблице величиной тока до предельного напряжения (1,8 в на элемент).

Приложение 7

ОСТ 7873, § 11. АККУМУЛЯТОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ АНОДА СВИНЦОВЫЕ ДОЛЖНЫ УДОВЛЕТВОРЯТЬ СЛЕДУЮЩИМ ТРЕБОВАНИЯМ:

№ п/п	Обозначение аккумуляторных элементов и батарей	Материал сосуда	Колич. элемен. в батар.	Норм. емкость батар. или элемен- та (в а [·] ч)	Ток и емкость при 125 час. (норм.) режим. разряда		Предельное напря- жение (на зажимах) в конце разряда (в в)
					ток (в а)	емкость (в а [·] ч)	
1	10 — РА — 1,5	стекло или эбо- нит или пласт- масса	10	1,5	0,015	1,5	18
2	10 — РА — 5,0		10	5,0	0,04	5,0	18
3	20 — РА — 1,5		20	1,5	0,015	1,5	36
4	20 — РА — 3,0		20	3,0	0,03	3,0	36
5	40 — РА — 1,5		40	1,5	0,015	1,5	72
6	40 — РА — 3,0		40	3,0	0,03	3,0	72
7	45 — РА — 1,5		45	1,5	0,015	1,5	81

Примечание 1. В обозначении типов батарей указывается:
а) первыми цифрами 10, 20 и т. д. — количество элементов в батарее.

б) «РА» — назначение аккумуляторов, т. е. радиоаноя, причем после букв «РА» добавляется при сосудах: 1) из эбонита — буква «Э», обозначающая слово эбонит, 2) из стекла — буква «С» — стекло, 3) из пластмассы — буква «П» — пластмасса.

г) Последними цифрами 1,5; 3,0; 5,0 — нормальная емкость батарей в ампер-часах.

Примечание 2. Нормальная емкость свинцовых аккумуляторных батарей соответствует 125-часовому режиму разряда при средней температуре 25° С (при его удельном весе 1,24) и при разряде их соответствующей указанной в таблице величиной тока до установленного предельного значения напряжения на зажимах аккумулятора в конце разряда.

Приложение 8

АНОДНЫЕ БАТАРЕИ РГ

Тип	Напряж. (в в)	Емкость и ток в		Максимальн. ток (в а)	заря- ди	раз- ряда	Наружные разм. (в мм)		Вес с кис- лотой в кг.
		а/ч	а				ди- на	шн- ана	
40 — РГ-I . . .	80	2,5	0,02	0,25	0,1	573	185	140	14,8
20 — РГ-I . . .	40	2,5	0,02	0,25	0,1	305	185	140	9
10 — РГ-II . . .	20	5,0	0,04	0,5	0,2	333	175	150	10

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Предисловие	3
От автора	4
Введение	5
Глава первая. Общие сведения	7
Глава вторая. Основные характеристики и свойства свинцовых аккумуляторов	17
Глава третья. Изготовление аккумуляторов	33
Глава четвертая. Эксплоатация и уход	83
Глава пятая. Аккумуляторы заводского производства	124
Литература	135
Приложения	136