

6п2.108

4-804



**Библиотека  
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

**П. И. УСТИНОВ**

**ОБСЛУЖИВАНИЕ  
СТАЦИОНАРНЫХ  
СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ  
АККУМУЛЯТОРОВ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»**

С/168846 ✓

П. И. УСТИНОВ

# ОБСЛУЖИВАНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

---

МОСКВА

1964

ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Васильев А. А., Долгов А. Н., Ежков В. В.,  
Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Синьчугов Ф. И.,  
Смирнов А. Д., Устинов П. И.

---

ЭЭ-3-3

УДК 621.355.29

У 80

*В брошюре рассматриваются режимы работы аккумуляторов, вопросы заряда и разряда аккумуляторных батарей.*

*Рассказывается об электролите аккумуляторных батарей, описываются контроль работы аккумуляторов, неисправности аккумуляторов и их устранение.*

с. 1168876



*Устинов Петр Иванович,*

**Обслуживание стационарных свинцово-кислотных аккумуляторов.**

М.—Л., Издательство «Энергия», 1964

(Б-ка электромонтера, Вып. 124).

Тематический план 1964, № 207.

Редактор С. А. Мандрыкин

Техн. редактор В. И. Сологунов

Сдано в пр-во 29/XII 1963 г.

Подписано к печати 19/II 1964 г.

Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>

4,1 п. л.

Уч.-изд. л. 4,4.

T-00876

Тираж 20.030 экз.

Цена 15 коп.

Зак. 675

Московская типография № 10 Главполиграфпрома  
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати  
Шлюзовая наб., 10.

Государственная публичная  
библиотека  
им. В. Г. Белинского  
г. Свердловск

## 1. УСТРОЙСТВО СТАЦИОНАРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

**Аккумуляторные пластины.** Для стационарных аккумуляторных батарей применяются преимущественно аккумуляторы с поверхностными положительными и коробчатыми отрицательными пластинами. Аккумуляторы с панцирными положительными пластинами и с коробчатыми отрицательными применяются реже. Пластины подвешиваются в сосуд из кислотоустойчивого материала. Между пластинами помещаются сепараторы, и сосуд заполняется электролитом (раствор серной аккумуляторной кислоты).

От стационарных аккумуляторов в первую очередь требуется длительный срок службы и постоянство параметров. Вес и размеры аккумуляторов при этом имеют второстепенное значение. Поэтому для таких аккумуляторов применяют поверхностные положительные пластины. Такая пластина представляет собой полосу чистого свинца, обработанную так, что действующая поверхность ее в 7—9 раз больше кажущейся поверхности (рис. 1). Это достигается штамповкой, фрезерованием или отливкой. В электрохимических процессах, происходящих в аккумуляторе в поверхностных пластинах, принимает участие в основном только поверхностный слой пластины. Для образования этого слоя основа пластины подвергается специальной обработке, так называемому фор-

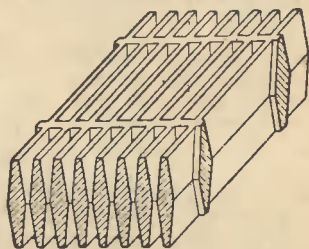


Рис. 1. Разрез поверхностной положительной пластины.

мированию. В окончательно отформированной положительной пластине поверхностный слой состоит из двуокиси свинца ( $\text{PbO}_2$ ), которая и является активной массой пластины. Чем больше в пластине этой массы, тем больше ее емкость и емкость аккумулятора.



Рис. 2. Разрез свежееотформированной положительной поверхностной пластины.

Учитывая, что толщина активного слоя практически неизменна, объем массы пропорционален ее поверхности (рис. 2). Этим и объясняется специальная обработка.

Положительные поверхностные пластины в СССР выпускаются трех типов: И-1, И-2 и И-4. Пластины типа И-2 в 2 раза больше И-1 и по размерам, и по емкости. Пластина И-4 в 2 раза больше пластины И-2 и соответственно в 4 раза больше пластины И-1.

Технические данные положительных пластин приведены в табл 1.

Отрицательные пластины, у которых активная масса состоит из губчатого свинца, поверхностного типа не применяются. Губчатый свинец в отличие от двуокиси свинца на положительных пластинах плохо срастается с основой отрицательной пластины. Кроме этого, губчатый свинец поверхностного слоя быстро теряет пористость. Поэтому в качестве отрицательных пластин применяют коробчатые пластины, в которых активная масса, приготовленная из окислов свинца и свинцового порошка, вмазывается в ячейки решетки. Конструкция решетки и разрез отрицательной коробчатой пластины показаны на рис. 3.

Для того чтобы активная масса не выпадала из ячеек, пластина с обеих сторон закрывается листами перфорированного свинца. На рис. 4 показана коробчатая пластина с отогнутым перфорированным листом.

Отрицательные пластины делятся на средние и боковые и, так же как положительные, выпускаются трех типов: И-1, И-2 и И-4. Боковые отрицательные пластины

Таблица 1

## Характеристики пластин аккумуляторов С и СК

## Положительные пластины

Обозначение	Емкость при 10-часовом разряде, а·ч	Устанавливаются в элементах	Размеры, мм	Средний вес, кг
+И-1	36	С и СК 1—5	175×168×12	2,7±0,2
+И-2	72	С и СК 6—20	346×167×12	5,0±0,3
+И-4	144	С и СК 24—148	368×348×10,8	10,5±0,5

## Отрицательные пластины

Обозначение	Сорт	Устанавливаются в элементах	Размеры, мм	Средний вес, кг
—И-1	Средние	С и СК 1—5	173×170×8	1,2±0,1
—1/2И-1	Боковые	С и СК 1—5	173×170×8	1,0±0,1
—И-2	Средние	С и СК 6—20	345×170×8	2,3±0,2
—1/2И-2	Боковые	С и СК 6—20	345×170×8	1,7±0,2
—И-4	Средние	С и СК 24—148	370×350×8	4,8±0,3
—1/2И-4	Боковые	С и СК 24—148	370×350×8	3,6±0,3

имеют активную массу только с одной рабочей стороны. Для боковых отрицательных пластин приняты обозначения  $\frac{1}{2}$  И-1,  $\frac{1}{2}$  И-2,  $\frac{1}{2}$  И-4. Технические данные отрицательных пластин приведены в табл. 1.

**Сепараторы.** Для предотвращения соприкосновения пластин разной полярности в аккумуляторах предусматривается установка между пластинами специальных сепараторов (разделителей). В стационарных аккумуля-

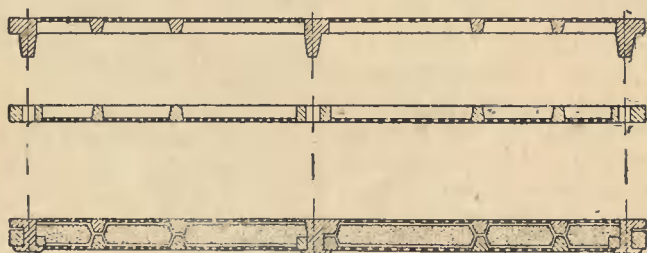


Рис. 3. Разрез коробчатой отрицательной пластины.



Рис. 4. Коробчатая отрицательная пластина.

под действием электролита выделяет вещества, способствующие сохранению работоспособности отрицательных пластин. Толщина фанеры (шпона) 1,5 мм, толщина палочек 8,5 мм.

**Сосуды.** Аккумуляторные сосуды должны обладать безусловной кислотостойкостью и не выделять в электролит веществ, вредных для аккумуляторов. Стекланные сосуды наиболее отвечают указанным выше требованиям. Немаловажным преимуществом стекланных сосудов является их прозрачность, позволяющая видеть все внутренние детали собранного аккумулятора. Единственный недостаток стекланных сосудов — их

торах для этой цели применяют листы специально обработанной однослойной ольховой фанеры (шпона).

Сепаратор должен обладать достаточной пористостью и кислотостойкостью. Для того чтобы создать и фиксировать определенные объемы электролита у пластин, фанерка вкладывается в дистанционные палочки, разрезанные вдоль. Фанерка устанавливается в аккумуляторе так, чтобы волокна древесины были направлены горизонтально (рис. 5). Древесина фанерных сепараторов

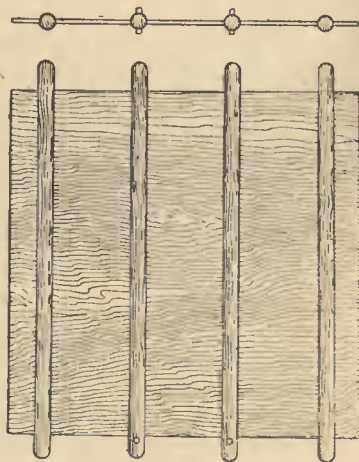


Рис. 5. Собранный сепаратор.



хрупкость. По условиям технологии изготовление больших стеклянных сосудов затруднительно, поэтому ГОСТ 825-61 предусматривает поставку аккумуляторов в стеклянных сосудах только до типа СК-16, С-16.

Размеры стеклянных сосудов приведены в табл. 2.

Для больших аккумуляторов широко применяются деревянные баки, выложенные свинцом. К недостаткам таких сосудов нужно отнести их непрозрачность, электропроводность свинцовой обкладки (невозможность непосредственной подвески пластин на стенки бака) и самое главное — большой расход дефицитного свинца. Размеры деревянных баков, выложенных свинцом, приведены в табл. 2.

В целях экономии свинца, упрощения и удешевления монтажа в настоящее время широко применяются керамиковые баки. В этих баках пластины могут навешиваться непосредственно на стенки бака.

**Сборка аккумуляторов.** Открытые стационарные аккумуляторы не приспособлены для перевозки в собранном виде. Поэтому детали аккумуляторов транспортируются россыпью со сборкой на месте. При использовании стеклянных или керамических сосудов пластины навешиваются непосредственно на стенки сосудов. В аккумуляторах с деревянными баками, выложенными свинцом, пластины навешиваются на специальные подпорные стекла. В аккумуляторах малой емкости со стеклянной сепарацией сборка идет в следующей последовательности (для примера взята сборка элемента С-1): боковую отрицательную пластину подвешивают у края сосуда активной стороной внутрь; на край сосуда накладывают две резиновые муфточки, к которым прижимают пластину. Затем устанавливают на дно сосуда две стеклянные трубки, помещая их вверху в приливы ушек пластины. После этого подвешивают положительную пластину, полюсный хвост ее должен быть повернут на  $180^\circ$  по отношению к полюсному хвосту отрицательной пластины. Устанавливают две стеклянные трубки и подвешивают вторую боковую отрицательную пластину. Ее полюсный хвост должен быть повернут в ту же сторону, что и первой боковой пластины, а активная сторона обращена внутрь сосуда. Плотная сборка нового аккумулятора не допускается. Во время эксплуатации пластины разбухают, коробятся и, если не оставить зазора между край-



Технические данные аккумуляторов С и СК

Обозначение типа		Число пластин в аккумуляторе			Габаритные размеры сосуда, мм			Вес аккумулятора без кислот, кг	Количество электролита удельного веса 1,18 для аккумулятора с жервавной сепарацией, л
аккумулятора	пластины	положительных	отрицательных	боковых	Длина	Ширина	Высота		
			средних						
С-1	И-1	1	0		80 ± 4	215 ± 4	270 ± 4	8,6	3,0
С-2	И-1	2	1		130 ± 4	215 ± 4	270 ± 4	14,1	5,5
С-3	И-1	3	2		180 ± 4	215 ± 4	270 ± 4	18,5	8,0
С-4	И-1	4	3		215 ± 4	230 ± 4	270 ± 4	22,5	9,5
С-5	И-1	5	4		215 ± 4	230 ± 4	270 ± 4	28,0	11,0
С-6	И-2	3	2		220 ± 4	195 ± 4	485 ± 4	31,9	15,5
С-8	И-2	4	3		220 ± 4	195 ± 4	485 ± 4	41,9	14,5
С-10	И-2	5	4		220 ± 4	260 ± 4	485 ± 4	51,6	15,5
С-12	И-2	6	5		220 ± 4	270 ± 4	485 ± 4	60,0	17,5
С-14	И-2	7	6		220 ± 4	295 ± 4	484 ± 4	67,7	19,0
С-16	И-2	8	7		220 ± 4	345 ± 4	485 ± 4	78,6	23,0
С-18	И-2	9	8		220 ± 4	395 ± 4	485 ± 4	89,3	26,0
С-20	И-2	10	9		220 ± 4	425 ± 4	485 ± 4	95,0	36,0
С-24	И-4	6	5		460 ± 2	330 ± 2	588 ± 2	137,6	45,0
С-28	И-4	7	6		460 ± 2	365 ± 2	588 ± 2	157,8	51,0
С-32	И-4	8	7		460 ± 2	400 ± 2	588 ± 2	176,9	57,0
С-36	И-4	9	8		460 ± 2	440 ± 2	588 ± 2	196,6	64,0
С-40	И-4	10	9		470 ± 2	485 ± 2	588 ± 2	214,6	69,0
С-44	И-4	11	10		470 ± 2	520 ± 2	588 ± 2	233,5	75,0
С-48	И-4	12	11		470 ± 2	560 ± 2	588 ± 2	253,9	81,0
С-52	И-4	13	12		470 ± 2	595 ± 2	593 ± 2	271,9	87,0
С-56	И-4	14	13		470 ± 2	635 ± 2	593 ± 2	291,6	93,0

Продолжение табл. 2

Обозначение типа		Число пластин в аккумуля- торе				Габаритные размеры сосуда, мм			Вес аккумуля- тора без кисло- ты, кг	Количество электро- лита удельного веса 1,18 для аккумуля- тора с деревянной сепарацией, л
		положи- тельных	средних	боковых	Длина	Ширина	Высота			
аккумулятора	пластины							И-4	15	14
C-60	И-4	15	14	2	470	670	593	311,2	99,0	
C-64	И-4	16	15	2	470	705	593	329,3	105,0	
C-68	И-4	17	16	2	470	745	593	347,3	111,0	
C-72	И-4	18	17	2	470	780	593	368,6	118,0	
C-76	И-4	19	18	2	470	820	593	388,2	125,0	
C-80	И-4	20	19	2	470	855	593	406,2	131,0	
C-84	И-4	21	20	2	470	890	593	427,5	138,0	
C-88	И-4	22	21	2	470	930	593	448,8	144,0	
C-92	И-4	23	22	2	470	965	593	468,5	150,0	
C-96	И-4	24	23	2	470	1005	593	488,1	158,0	
C-100	И-4	25	24	2	470	1040	593	507,8	164,0	
C-104	И-4	26	25	2	470	1075	593	527,5	171,0	
C-108	И-4	27	26	2	470	1115	598	547,1	177,0	
C-112	И-4	28	27	2	470	1150	598	565,1	184,0	
C-116	И-4	29	28	2	470	1190	598	584,8	191,0	
C-120	И-4	30	29	2	470	1225	598	604,4	197,0	
C-124	И-4	31	30	2	470	1260	598	622,5	204,0	
C-128	И-4	32	31	2	470	1300	598	647,0	211,0	
C-132	И-4	33	32	2	470	1340	598	663,2	217,0	
C-136	И-4	34	33	2	470	1375	598	683,0	224,0	
C-140	И-4	35	34	2	470	1410	598	704,4	231,0	
C-144	И-4	36	35	2	470	1445	598	720,7	237,0	
C-148	И-4	37	36	2	470	1485	598	753,5	245,0	

ними пластинами и стенками сосуда, то последний будет разорван. Поэтому обязательно оставление зазора. Для фиксации положения пластин между крайней пластиной и стенкой сосуда подвешиваются свинцовые пружины (рис. 6). Аккумулятор С-1 в сборе показан на рис. 7.

Аккумуляторы с фанерной сепарацией в стеклянных или керамиковых сосудах собираются на шаблонах.

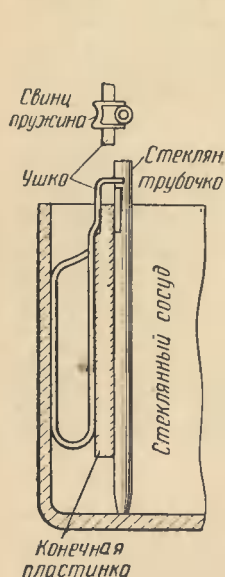


Рис. 6. Подвеска свинцовых пружин.

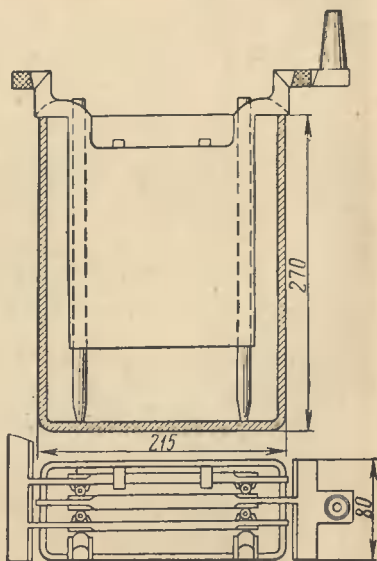


Рис. 7. Аккумулятор С-1 в сборе.

Сначала подвешивают одну боковую отрицательную пластину, затем все положительные пластины. После этого подвешивают все средние и вторую боковую отрицательные пластины. Между пластинами временно помещаются деревянные палочки, несколько большего диаметра, чем разрезные палочки постоянной сепарации. После пайки пластин временные палочки удаляются, а вместо них опускаются постоянные палочки с зашеченной в них фанерой. Между стенкой сосуда и крайней пластиной сепараторы не устанавливаются.

В зависимости от степени заполнения сосуда фиксация положения пластин достигается либо подвеской

свинцовых пружин, либо установкой стеклянных трубок с резиновыми муфточками. Собранный аккумулятор в стеклянном сосуде с деревянной сепарацией показан на рис. 8.

Как уже указывалось выше, непосредственная подвеска пластин на края деревянных баков, выложенных свинцом, невозможна. Поэтому к стенкам бака с двух

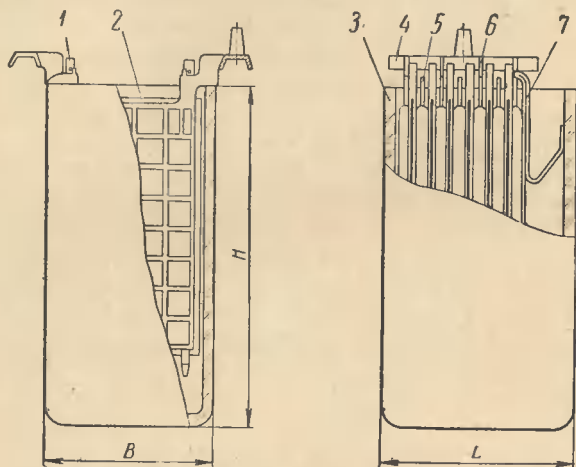


Рис. 8. Аккумулятор в стеклянном сосуде с деревянной сепарацией.

1 — палочка; 2 — сепаратор; 3 — стеклянный сосуд; 4 — соединительная полоса; 5 — положительная пластина; 6 — отрицательная пластина; 7 — пружина.

противоположных сторон ставят по два подпорных стекла, толщиной 5—6 мм, высотой  $540 \pm 4$  мм (ширина стекла по месту).

Подпорные стекла, нагруженные весом пластин, могли бы легко продавить свинцовую обкладку на дне бака. Во избежание этого стекла устанавливаются в специальные свинцовые желобки, распределяющие давление на большую площадь.

Подвеска пластин начинается также с боковой отрицательной. Для изоляции этой пластины от свинцовой обкладки между пластиной и стенкой бака ставят четыре стеклянных трубки длиной 550 мм, диаметром 15—16 мм с надетыми на них резиновыми муфточками

(рис. 9). В остальном сборка идет так же, как описано выше. После навески второй боковой пластины, если бак заполнен пластинами полностью, она отделяется от стенки бака стеклянными трубками так же, как первая боковая пластина.

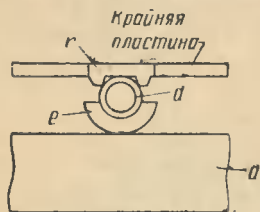


Рис. 9. Изоляция крайних пластин от свинцовой обкладки деревянных баков.

Если в баке остается неиспользованное пространство, то пластины фиксируются свинцовыми пружинами. Пружины должны упираться в стенку бака через стеклянные трубки. Аккумулятор в деревянном баке показан на рис. 10.

**Покровные стекла.** На конечной стадии заряда аккумуляторов большая часть зарядного тока расходуется на электролиз воды электролита. Из электролита бурно выделяются пузырьки газа, которые уносят с собой электролит. Аккумуляторное помещение заполняется сернокислотным туманом. Это недопустимо по санитарным условиям и вредно для оборудования.

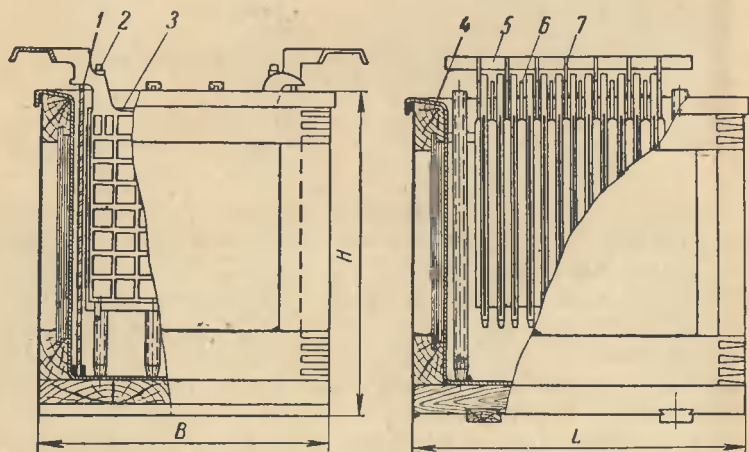


Рис. 10. Аккумулятор в деревянном баке.

1 — стекло подпорное; 2 — палочка; 3 — сепаратор; 4 — деревянный бак; 5 — соединительная полоса; 6 — положительная пластина; 7 — отрицательная пластина.

Самым простым способом предотвращения выноса электролита пузырьками газа является закрытие аккумуляторов покровными стеклами. Электролит, увлекаемый пузырьками газа, оседает на нижней стороне стекла и стекает обратно в сосуд.

Покровные стекла нарезаются из обыкновенного оконного стекла толщиной 2 мм. Размер покровных стекол выбирается таким, чтобы между краями стекла и стенками сосуда был зазор 5—7 мм. В противном случае электролит, собирающийся на стекле, будет стекать на стеллажи.

Таблица 3

**Характеристики аккумуляторов С-1 и СК-1**

Основные величины	Аккумулятор СК-1		Аккумулятор С-1			
	1	2	3	5	7,5	10
Режим разряда, ч . . . . .	1	2	3	5	7,5	10
Разрядный ток, а . . . . .	18,5	11	9	6	4,4	3,6
Емкость, а·ч . . . . .	18,5	22	27	30	33	36
Предельное напряжение разряда, в . . . . .	1,75	1,75	1,80	1,80	1,80	1,80
Максимальный зарядный ток, а	11		9			

**Основные электрические характеристики аккумуляторов С и СК.** В стационарных установках преимущественное применение имеют аккумуляторные батареи, собранные из аккумуляторов типов С и СК.

Аккумуляторы типа С (стационарные) предназначены для разрядов длительностью от 3 до 10 ч и более. Аккумуляторы типа СК (стационарные для коротких режимов разряда) допускают разряд в течение 1—2 ч. При более длительных разрядах аккумуляторы СК имеют характеристики, подобные характеристикам аккумуляторов типа С. Аккумуляторы СК отличаются от аккумуляторов С только усиленными соединительными полосами, остальные детали (сосуды, пластины, сепарация) полностью идентичны. Аккумуляторы С и СК выпускаются в 46 типовых исполнениях емкостью от 18 до 5 328 а·ч.

Аккумуляторы С-1 (СК-1) до С-5 (СК-5) собираются из пластин И-1 и в соответствии с ГОСТ 825-61 должны выпускаться как в открытом, так и в закрытом исполнении. Аккумуляторы С-6 (СК-6) до С-20 (СК-20)

Электрические характеристики аккумуляторов С (СК)-0,5 до С (СК)-148

Типы аккумуляторов	Максимальный зарядный ток, а	Режимы разрядов					
		10-часовой		3-часовой		1-часовой	
		Ток, а	Емкость, а·ч	Ток, а	Емкость, а·ч	Ток, а	Емкость, а·ч
		Для типов С и СК				Для типа СК	
C-0,5	4,5	1,8	18	4,5	13,5	9,2	9,2
СК-1	9	3,6	36	9	27	18,5	18,5
С-2, СК-2	18	7,2	72	18	54	37	37
С-3, СК-3	27	10,8	108	27	81	55,5	55,5
С-4, СК-4	36	14,4	144	36	108	74	74
C-5, СК-5	45	18	180	45	135	92,5	92,5
С-6, СК-6	54	21,6	216	54	162	111	111
С-8, СК-8	72	28,8	288	72	216	148	148
С-10, СК-10	90	36	360	90	270	185	185
С-12, СК-12	108	43,2	432	108	324	222	222
С-14, СК-14	126	50,4	504	126	378	259	259
С-16, СК-16	144	57,6	576	144	432	296	296
С-18, СК-18	162	64,8	648	162	486	333	333
С-20, СК-20	180	72	720	180	540	370	370
С-24, СК-24	216	86,4	864	216	648	444	444
С-28, СК-28	252	100,8	1008	252	756	518	518
С-32, СК-32	288	115,2	1152	288	864	592	592
С-36, СК-36	324	129,6	1296	324	972	666	666
С-40, СК-40	360	144	1440	360	1080	740	740
С-44, СК-44	396	158,4	1584	396	1188	814	814
С-48, СК-48	432	172,8	1728	432	1296	888	888
С-52, СК-52	468	187,2	1872	468	1404	962	962



Продолжение табл. 4

Типы аккумуляторов	Максимальный зарядный ток, а	Режимы разрядов					
		10-часовой		3-часовой		1-часовой	
		Ток, а	Емкость, а·ч	Ток, а	Емкость, а·ч	Ток, а	Емкость, а·ч
		Для типов С и СК					
		Для типов С и СК					
C-56, СК-56	504	201,6	1 016	504	1 512	1 036	1 036
C-60, СК-60	540	216	2 160	540	1 620	1 110	1 110
C-64, СК-64	576	230,4	2 304	576	1 728	1 184	1 184
C-68, СК-68	612	244,8	2 448	612	1 836	1 258	1 258
C-72, СК-72	648	259,2	2 592	648	1 944	1 332	1 332
C-76, СК-76	684	273,6	2 736	684	2 052	1 406	1 406
C-80, СК-80	720	288	2 880	720	2 160	1 480	1 480
C-84, СК-84	756	302,4	3 024	756	2 268	1 554	1 554
C-88, СК-88	792	316,8	3 168	792	2 376	1 628	1 628
C-92, СК-92	828	331,2	3 312	828	2 484	1 702	1 702
C-96, СК-96	864	345,6	3 456	864	2 592	1 776	1 776
C-100, СК-100	900	360	3 600	900	2 700	1 850	1 850
C-104, СК-104	936	374,4	3 744	936	2 808	1 924	1 924
C-108, СК-108	972	388,8	3 888	972	2 916	1 998	1 998
C-112, СК-112	1 008	403,2	4 032	1 008	3 024	2 072	2 072
C-116, СК-116	1 044	417,6	4 176	1 044	3 132	2 146	2 146
C-120, СК-120	1 080	432	4 320	1 080	3 240	2 220	2 220
C-124, СК-124	1 116	446,4	4 464	1 116	3 348	2 294	2 294
C-128, СК-128	1 152	460,8	4 608	1 152	3 456	2 368	2 368
C-132, СК-132	1 188	475,2	4 752	1 188	3 564	2 442	2 442
C-136, СК-136	1 124	489,6	4 896	1 224	3 672	2 516	2 516
C-140, СК-140	1 260	504	5 040	1 260	3 780	2 590	2 590
C-144, СК-144	1 296	518,4	5 184	1 296	3 888	2 664	2 664
C-148, СК-148	1 332	532,8	5 328	1 332	3 996	2 738	2 738

собираются из пластин И-2, аккумуляторы С-24 (СК-24) до С-148 (СК-148) из пластин И-4 и выпускаются только в открытом исполнении.

Установившееся напряжение вполне заряженного аккумулятора С (СК) при разомкнутой цепи должно быть не ниже 2,05 в. Номинальные емкости этих аккумуляторов кратны емкости аккумулятора с одной положительной пластиной типа И-1, т. е. аккумулятора С-1 (СК-1). Зарядные и разрядные токи также кратны таковым у аккумулятора С-1 (СК-1). Поэтому характеристики аккумулятора С-1 (СК-1) можно считать удельными характеристиками (табл. 3).

По типовому номеру аккумулятора можно, зная данные аккумулятора С-1 (СК-1), определить емкость аккумулятора, число и размер пластин, зарядный и разрядный токи.

**Пример.** Аккумулятор СК-32. Число условных положительных пластин И-1 32 шт. Фактически, учитывая, что в аккумуляторе СК-32 пластины И-4, их будет  $32 : 4 = 8$ . Отрицательных пластин И-4 7 средних, 2 боковых. Емкость при 10-часовом разряде  $36 \cdot 32 = 1152 \text{ а} \cdot \text{ч}$ . Разрядный ток  $3,6 \cdot 32 = 115,2 \text{ а}$ , максимальный зарядный ток соответственно  $9 \cdot 32 = 288 \text{ а}$ . Полные конструктивные данные аккумуляторов С и СК и их развернутые электрические характеристики приведены в табл. 2 и 4.

## 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Существуют три основных режима работы аккумуляторных батарей: режим постоянного подзаряда, режим заряд—разряд и режим заряд—покой—разряд.

**Режим постоянного подзаряда.** Под этим режимом понимается параллельная работа аккумуляторной батареи и подзарядного агрегата. На подзарядном агрегате поддерживается такое напряжение, что он питает всю нагрузку и компенсирует саморазряд батареи, т. е. постоянно ее подзаряжает.

При толчках тока нагрузки напряжение подзарядного агрегата «садится», толчок принимает на себя батарея. При неисправности подзарядного агрегата или при потере переменного тока аккумуляторная батарея полностью берет нагрузку. Работая по такому режиму, ба-

тарей находится постоянно в состоянии полного заряда. Для предприятий с постоянной нагрузкой постоянного тока, не допускающей отключения или снижения в аварийных режимах или при потере переменного тока, такой метод работы наиболее предпочтителен.

Покажем это на примере тепловой электрической станции. Нормально от аккумуляторной батареи питаются цепи релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации. Толчки нагрузки имеют место при включении выключателей с электромагнитными приводами. При аварии на станции с потерей собственных нужд прибавляется длительная нагрузка в виде аварийного освещения и двигателей масляных насосов турбин.

Для ликвидации аварии и восстановления нормального положения в конце аварийного периода производятся неоднократные включения масляных выключателей.

Если бы батарея не находилась на постоянном подзаряде, то под воздействием постоянной нагрузки батарея к началу аварии пришла бы частично разряженной и к моменту ликвидации аварии напряжение на ней упало бы так низко, что не удалось бы включить выключатели. Во избежание этого пришлось бы брать очень большую батарею или при меньшей батарее прибегать к очень частым зарядам. Частые заряды вредны аккумуляторам и требуют больших расходов. Поэтому на тепловых электрических станциях в обязательном порядке все аккумуляторные батареи работают в режиме постоянного подзаряда.

**Режим заряд—разряд.** На ряде предприятий предъявляются особо высокие требования к качеству постоянного тока (не допускается пульсация, нетерпимы скачки напряжения и пр.). Нагрузка постоянной величины не круглосуточная, аварийные режимы отсутствуют. В этих условиях может оказаться целесообразным эксплуатировать аккумуляторную батарею в режиме заряд—разряд. Для этого на основе анализа нагрузок постоянного тока устанавливается календарный график зарядов батарей, используя в основном ночное время. Поскольку никаких внезапных набросов нагрузки быть не может, разряды можно делать достаточно глубокие. Соответственно не понадобятся и частые заряды. Такой способ

эксплуатации требует малой затраты труда и не вызывает большого износа аккумуляторов.

**Режим заряд—покой—разряд.** На небольших автоматизированных гидроэлектростанциях и подстанциях без обслуживающего персонала нагрузка постоянного тока в нормальных условиях практически отсутствует. Эта нагрузка (преимущественно толчковая) возникает только при оперативных или аварийных отключениях и включениях выключателей. При осмотрах станции или подстанции, а также при ремонтных работах включается нагрузка цепей сигнализации, а при аварийных работах — нагрузка аварийного освещения. В таких условиях аккумуляторная батарея разряжается только от саморазряда.

Иметь на необслуживаемой станции или подстанции вращающийся агрегат (подзарядный агрегат) нерационально и его наличие вызывает необходимость частых посещений объекта дежурным персоналом. Дешевле и надежнее может оказаться эксплуатация батареи в режиме заряд—покой—разряд. Саморазряд исправного аккумулятора составляет в сутки 0,5—1% его номинальной емкости. Поэтому можно допустить работу батареи на саморазряд и покрытие толковых нагрузок в течение 15—20 суток с регулярными зарядами батареи при посещении объекта персоналом по графику. Поскольку от батареи будет отниматься малая емкость, заряды не будут отнимать много времени.

**Разряд аккумуляторов.** Основные правила, которыми необходимо руководствоваться при разряде стационарных аккумуляторов, гласят:

1) нельзя при разряде отнимать от аккумуляторов емкость, большую гарантированной для данного разрядного тока;

2) нельзя длительно разряжать аккумулятор током, превышающим максимально допустимый;

3) при толковой нагрузке длительностью не более 5 сек не допускать ток разряда, больший 2,5-кратного одночасового разрядного тока.

Несоблюдение этих правил приводит к временной или постоянной потере емкости и к разрушению пластин. При разряде аккумулятора двуокись свинца в положительных пластинах и губчатый свинец в отрицательных превращаются в сульфат свинца. Чем больше разрядный

ток, тем энергичнее идет этот процесс, тем больше образуется сульфата свинца и расходуется серной кислоты. Поры активной массы уменьшаются, доступ электролита внутрь активной массы затрудняется. Поэтому даже при наличии большого количества непрореагировавшей активной массы в пластинах аккумулятор оказывается разряженным.

При разряде малыми токами процесс образования сульфата идет медленно, доступ электролита в поры не

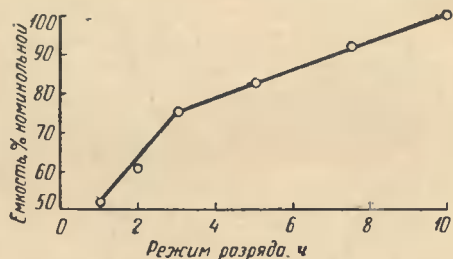


Рис. 11. Зависимость емкости стационарного аккумулятора от режима разряда (по ГОСТ 825-61).

закрывается и диффузия его идет беспрепятственно. Емкость аккумулятора будет больше, чем в первом случае.

Зависимость емкости аккумуляторов от режима разряда (величины разрядного тока) показана на рис. 11. Из этого рисунка видно, что **чем больше разрядный ток, тем меньшую емкость можно отбирать от аккумулятора.** Слишком длительный разряд малым током тоже опасен, так как приводит к ненормальной сульфатации пластин и их короблению. Поэтому глубина разряда должна строго контролироваться обязательно по двум показателям: напряжению аккумулятора и плотности электролита.

При разряде током 1—2-часового режима разряд должен прекращаться при снижении напряжения до 1,75 в на элемент, при 3—10-часовом режиме — соответственно до 1,8 в на элемент. При разряде малыми токами (токами, меньшими 10-часового режима) разряд должен прекращаться при снижении напряжения до 1,9 в на элемент.

На аккумуляторных батареях с элементными коммутаторами разряд контролируется по напряжению основных элементов. По одному напряжению судить о степени разряда трудно. Поэтому разряд необходимо одновременно контролировать по плотности электролита. Снижение плотности электролита на 3—5 пунктов против плотности электролита в начале разряда свидетельствует об исчерпании емкости для данного режима разряда.

Для каждого номера аккумулятора устанавливается максимальный разрядный ток (см. табл. 4). Систематический разряд токами, большими максимально допустимого, не разрешается, так как это приводит к короблению положительных пластин и к усадке активной массы отрицательных пластин. На электрических станциях и подстанциях с масляными выключателями, снабженными электромагнитными приводами, при включении последних на аккумуляторную батарею толчком накладывается нагрузка до 250 а. Длительность толчка обычно не превышает 0,2—1,0 сек.

Испытаниями установлено, что такие толчки практически не разряжают батарею. Однако, исходя из условий сохранности аккумуляторов, толчки не должны превышать максимальный разрядный ток более чем в 2,5 раза. При работе батареи в режиме длительного разряда (10 ч и выше) разряжать батарею более чем на 75% гарантированной для этого режима емкости, не рекомендуется. При толчках нагрузки из-за большой посадки напряжения могут не сработать подключаемые механизмы (например, не включится масляный выключатель).

В батареях с элементными коммутаторами по мере разряда основных элементов для поддержания напряжения в заданных пределах вводятся концевые элементы. После полного или частичного разряда батареи ее следует немедленно поставить на заряд. Если по каким-либо причинам батарея оставалась в течение 1—2 суток разряженной, ее необходимо подвергнуть уравнительному заряду.

Емкость аккумуляторов зависит не только от величины разрядного тока, но и от температуры окружающей среды, а следовательно, температуры электролита. При понижении температуры увеличиваются вязкость и



электрическое сопротивление электролита, замедляется диффузия электролита в толщу пластин, емкость аккумулятора существенно падает. При этом, чем больше ток разряда, тем больше относительное снижение емкости. Рис. 12 иллюстрирует эту зависимость. Оптимальной температурой для аккумуляторов является температура 15—20° С. Обеспечение такой температуры при размещении батареи в обслуживаемых помещениях не пред-

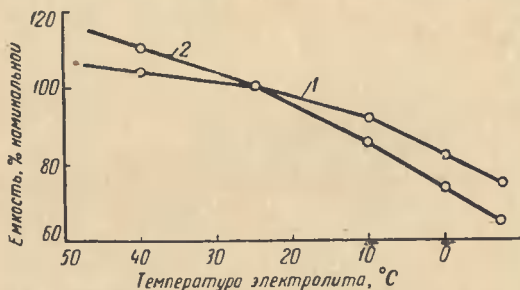


Рис. 12. Зависимость емкости стационарного аккумулятора от температуры электролита.

1 — разряд 6-часовым режимом; 2 — разряд 1-часовым режимом.

ставляет затруднений. Однако на ряде объектов батареи устанавливаются в зданиях без обслуживающего персонала (необслуживаемые гидростанции и подстанции), где трудно осуществлять надзор за отопительными устройствами. Поэтому в южных районах страны, где температура в закрытых помещениях не падает ниже +5°, можно обойтись без искусственного отопления, если батарея не имеет длительной аварийной нагрузки, а снижение емкости на 20% не скажется на обеспечении необходимого уровня напряжения при толчках нагрузки. В более холодных районах и там, где существенное снижение емкости недопустимо, температура в аккумуляторных помещениях должна поддерживаться не ниже +10° С.

**Заряд аккумуляторов.** До недавнего времени существовало мнение, что отечественные стационарные аккумуляторы с поверхностными положительными и коробчатыми отрицательными пластинами должны заряжаться обязательно напряжением (в конце заряда) до 2,7—



2,8 в на элемент. При этом полагали, что при несоблюдении этого уровня зарядного напряжения срок службы аккумуляторов (из-за сульфатации) резко снижается.

Потребители постоянного тока (реле, электромагнитные приводы, двигатели и пр.) не допускают длительную работу при напряжении выше 1,1 их номинального напряжения. Напряжение на батарее в конце заряда при напряжении 2,7—2,8 в на элемент достигает 1,35—1,40 номинального. Поэтому приходится или переводить нагрузку во время заряда на другой источник постоянного тока, или применять элементный коммутатор. Применение элементного коммутатора позволяет, не отключая нагрузки, проводить все стадии заряда вплоть до напряжения 2,8 в на элемент.

Недавними исследованиями установлено, что отечественные стационарные аккумуляторы могут надежно заряжаться при напряжении, начиная с 2,2 в на элемент, без существенных опасений за сульфатацию пластин. Неудобством заряда при низких напряжениях является их большая продолжительность. При напряжении 2,2 в на элемент, например, полный заряд длится более 48 ч. Такой способ заряда целесообразен для аккумуляторных батарей без элементных коммутаторов, работающих в режиме заряд—покой—разряд. Конечное напряжение заряда должно выбираться так, чтобы напряжение на подключенных приемниках постоянного тока не превышало 1,1 номинального.

**Пример.** Батарея 108 элементов. Допустимое напряжение на приемниках постоянного тока  $1,1 \cdot 220 = 242$  в. Напряжение на зажимах батареи с учетом падения напряжения в кабелях составляет  $1,05 \cdot 242 = 254$  в. Максимальное зарядное напряжение  $254 : 108 = 2,35$  в на элемент.

Учитывая, что батарея, работающая в таком режиме, разряжается очень мало (только саморазряд), заряд не будет очень длительным.

Для аккумуляторных батарей с постоянной нагрузкой и с ограниченным временем для заряда наилучшим способом является заряд с напряжением до 2,7—2,8 в на элемент. При таком напряжении полностью разряженную батарею можно зарядить за 5—6 ч. Наличие элементного коммутатора в этом случае обязательно.

Перед зарядом батарея осматривается, проверяется уровень электролита во всех элементах, напряжение и плотность электролита контрольных элементов. Измеряется напряжение батареи в целом. Пускается вентиляция. Убедившись, что вентиляция действует исправно, можно начинать заряд. Заряд при неисправной вентиляции не допускается. Зарядная ползушка элементного коммутатора ставится в конечное положение, при котором все элементы батареи были бы включены на заряд. Включается зарядный агрегат. Напряжение на нем поднимается до величины на 2—3 в выше напряжения батареи. После этого включается максимально обратный автомат и зарядный агрегат оказывается подключенным к батарее. Регулированием напряжения зарядного агрегата устанавливается нужный зарядный ток. Если разряд батареи был глубоким (аварийный разряд при расчетном режиме) и необходимо батарею зарядить в короткий срок, первую стадию заряда ведут **максимальным зарядным током**. Такой ток поддерживается до тех пор, пока напряжение на батарее не поднимется до 2,3—2,4 в на элемент и не начнется заметное газообразование. Ток заряда снижают в 2 раза и этим током заряжают батарею до тех пор, пока напряжение не достигнет опять 2,4 в на элемент. Ток заряда опять снижают в 2 раза и этим током доводят заряд до конца.

Окончание заряда устанавливается по совокупности трех признаков:

- 1) напряжение батареи достигло 2,5—2,7 в на элемент и в течение часа держится неизменным;
- 2) плотность электролита достигла 1,20—1,21 и держится в течение часа неизменной;
- 3) сильное газообразование, пузырьки газа крупные, выделяются с пластин обеих полярностей.

Во время заряда необходимо регулярно следить за температурой электролита (по контрольным элементам). При достижении температуры 35°С зарядный ток должен быть снижен. При температуре 40°С заряд необходимо прервать для остывания электролита. Через 20—30 мин после окончания заряда, т. е. после выравнивания плотности электролита в порах пластин и вне пластин (за счет диффузии) производится измерение напряжения и плотности электролита **во всех элементах**.

При обнаружении элементов с пониженным напря-

жением и плотностью электролита должна быть найдена и устранена причина неисправности. Концевые элементы, как правило, бывают разряжены меньше основных и тем меньше, чем ближе к краю батареи. Поэтому эти элементы заряжаются скорее основных и должны по мере заряда отключаться передвижением зарядной ползушки элементного коммутатора. По мере подъема напряжения заряда разрядная ползушка элементного коммутатора должна постоянно перемещаться в сторону уменьшения числа подключенных к ней элементов. Напряжение на приемниках постоянного тока при заряде не должно подниматься выше 1,1 номинального.

При наличии на батарее нагрузки при постановке зарядной ползушки в крайнее положение через все концевые элементы проходит ток, равный сумме нагрузочного и зарядного тока. При заряде максимальным током концевые элементы окажутся в недопустимых условиях.

При повышенной плотности тока химические превращения в активной массе будут происходить преимущественно в наружных слоях пластин, что вызывает резкое изменение соотношения внутренних и наружных объемов и как следствие деформацию пластин.

Если суммарный ток, проходящий через концевые элементы, ограничить до величины максимально допустимого зарядного тока, то при достаточном токе нагрузки через основные элементы пойдет ток, недостаточный для заряда батареи в установленный срок. В таких случаях целесообразно перед началом заряда поставить зарядную ползушку на тот же элемент, на который поставлена разрядная ползушка и дать максимальный зарядный ток. Всю первую стадию заряда зарядная ползушка должна следовать за разрядной.

После снижения тока заряда в 2 раза зарядную ползушку перемещают в крайнее положение для включения на заряд всех концевых элементов. Поскольку концевые элементы менее разряжены, они успеют зарядиться вместе с основными.

**Постоянный подзаряд аккумуляторов.** При постоянном подзаряде аккумуляторная батарея должна постоянно находиться в полностью заряженном состоянии. Это достигается тем, что батарея нормально не несет нагрузки, а ее саморазряд покрывается непрерывным зарядом током, примерно равным току саморазряда. Для этого

напряжение подзаряда строго поддерживается на уровне  $2,15 \pm 0,05$  в на элемент, а ток подзаряда должен быть не менее

$$I_{\text{п}} = \frac{0,03C_{\text{н}}}{36}, \text{ а,}$$

где  $C_{\text{н}}$  — номинальная емкость аккумулятора.

Систематическое «газирование» большинства элементов батареи и повышенное отложение темно-коричневого шлама свидетельствуют о чрезмерно высоком токе подзаряда. Снижение плотности электролита против величины 1,20—1,21 в большинстве элементов показывает на недостаточность тока подзаряда. Если своевременно не увеличить ток подзаряда, батарея может засульфатироваться и для ее исправления понадобятся специальные меры.

Действующими инструкциями в целях предупреждения образования сульфата в пластинах батарей, эксплуатируемых по методу постоянного подзаряда, предписывается производить 1 раз в месяц **тренировочные разряды** таких батарей током 10-часового разряда с отнятием 75% номинальной емкости. После этого батарея немедленно заряжается нормальным способом. Кроме этого, инструкции предписывают регулярный, 1 раз в 3 мес., **уравнительный перезаряд**, совмещаемый с тренировочным разрядом. Батарея током 10-часового разряда разряжается до напряжения 1,8 в на элемент и немедленно заряжается нормальным способом. После окончания заряда отключается зарядное устройство и батарея находится в покое (с минимальной нагрузкой) в течение 1 ч. После перерыва батарея включается повторно на заряд током не более 40% максимального зарядного. При появлении устойчивого сильного газообразования заряд прекращается на 1 ч. Затем батарея снова включается на заряд до сильного газообразования. Так повторяется до тех пор, пока батарее не будет сообщена трехкратная номинальная емкость.

Если в данном месяце батарея глубоко разряжалась (аварийно или при ремонте зарядного устройства), то подвергать ее тренировочному разряду не следует. Не следует ее также повторно разряжать для уравнительного перезаряда. Тренировочные разряды и уравнитель-

ные перезаряды весьма осложняют эксплуатацию аккумуляторных батарей и увеличивают их износ.

За рубежом аккумуляторы, работающие в режиме постоянного подзаряда, никаким специальным тренировочным разрядам и уравнительным перезарядам не подвергаются. Для предохранения пластин от сульфатации и выравнивания напряжений и плотности электролита

Таблица 5

**Напряжение  
дополнительного заряда**

Напряжение на элемент, в	Длительность дополнительного заряда, ч
2,42	3—8
2,39	4—12
2,36	6—16
2,33	8—24
2,30	11—34

в элементах применяется дополнительный заряд. Для этого без предварительного разряда батареи на ней поднимается напряжение до 2,3—2,45 в и батарея дозарядается в течение времени, указанного в табл. 5.

В СССР успешные опыты работы отечественных аккумуляторов в таком режиме были проведены на гидростанциях Узбекэнерго.

Очевидно, в недалеком будущем можно будет отказаться от тренировочных разрядов и очень сложного и длительного уравнительного заряда.

**Работа аккумуляторов в режиме заряд — разряд.** Заряд и разряд аккумуляторов, работающих в режиме заряд—разряд, проводятся так же, как и при постоянном подзаряде. Учитывая, что аккумуляторы систематически разряжаются, тренировочные разряды не делаются. Уравнительные перезаряды проводятся 1 раз в 3 мес. после одного из нормальных разрядов. Если после глубокого разряда батарея по какой-либо причине оставалась незаряженной более 24 ч, ее необходимо подвергнуть внеочередному уравнительному заряду.

**Работа аккумуляторов в режиме заряд—покой—разряд.** Аккумуляторы в этом режиме практически бездействуют, подвергаются саморазряду, что при непринятии мер приводит к неизбежной сульфатации. Для устранения сульфатации в самой начальной стадии необходимо каждый заряд делать продолженным. Для этого после нормального заряда батарея на 1 ч оставляется в покое, после этого повторно включается на заряд до наступления обильного газовыделения. Батарея отключается на 1 ч и опять включается на заряд до обильного газовыде-



ления. Так повторяется до тех пор, пока газовыделение не начнется немедленно после включения батареи на заряд. Заряд ведется током, равным 40% максимального. Уравнительный заряд с предварительным разрядом током 10-часового разряда до напряжения 1,8 в на элемент проводится 1 раз в 3 мес.

**Концевые элементы.** Все концевые элементы аккумуляторной батареи, работающей при постоянном подзаряде, находятся в одинаковых условиях, т. е. все бездействуют и систематически подвергаются саморазряду. Это приводит к сульфатации пластин и потере емкости.

Для предупреждения сульфатации пластин и ее устранения, если все же она появится, существует несколько способов. Действующие инструкции рекомендуют ежемесячно проводить тренировочный разряд концевых элементов с последующим нормальным зарядом. Разряд проводится током 10-часового разряда до 1,8 в на элемент. При разряде от концевых элементов снимается 80—85% их номинальной емкости. Разряд ведется на жидкостный реостат, установленный вне аккумуляторного помещения. Заряд осуществляется от специального резервного зарядного устройства.

При отсутствии отдельного зарядного устройства концевые элементы должны 2 раза в месяц заряжаться от основного зарядного устройства без нарушения работы основных элементов батареи и не отключая нагрузку. Для этого зарядная ползушка элементного коммутатора устанавливается в крайнее положение и вся батарея вместе с концевыми элементами ставится на заряд. Зарядный ток концевых элементов не должен превышать нормальный зарядный ток. Заряд ведется до появления сильного газообразования и получения стабильной плотности электролита (1,20—1,21). Через основные элементы при заряде концевых элементов проходит ток, равный разности токов, проходящих через концевые элементы и через нагрузку.

Так как основные элементы и до этого были полностью заряжены, прохождение через них такого тока вызывает их перезаряд и, следовательно, повышенный износ.

Для уменьшения перезаряда основных элементов рекомендуется искусственно повышать ток нагрузки ба-

тарей. Тогда ток, проходящий через основные элементы, будет соответственно уменьшаться.

На ряде электростанций концевые элементы аккумуляторных батарей переведены на постоянный подзаряд от небольших выпрямительных устройств. Этот способ поддержания концевых элементов в работоспособном состоянии является наилучшим. В батареях, работающих в режиме заряд—разряд, концевые элементы регулярно разряжаются и заряжаются. Однако при разряде даже ближайшие к основным концевые элементы разряжаются всего на 25—30%, крайние концевые элементы разряжаются еще меньше. При заряде пластины концевых элементов не успевают освободиться от сульфата в толще активной массы, это приводит к потере емкости.

Для сохранения концевых элементов в работоспособном состоянии необходимо их регулярно подвергать уравнительному перезаряду одновременно с основными элементами. Если батарея часто разряжается и заряжается, то при каждом седьмом заряде концевые элементы должны заряжаться продолженным зарядом (см. раздел «Работа аккумуляторов в режиме заряд—покой—разряд»). При редких зарядах и разрядах продолженным нужно делать каждый третий заряд. Продолженный заряд концевых элементов удобнее проводить от специального зарядного устройства. При его отсутствии можно продолженный заряд осуществлять от основного зарядного устройства через реостат, включенный последовательно с концевыми элементами.

**Осмотры аккумуляторных батарей.** В аккумуляторных батареях невозможно внезапное появление неисправности одновременно во всех элементах (исключая случаи доливки водой, содержащей вредные примеси). Сами неисправности развиваются довольно медленно и могут быть обнаружены и устранены в начальной стадии.

При отсутствии регулярного и грамотного надзора неисправности могут охватывать все большее количество элементов и в результате в критический момент (авария на стороне переменного тока) батарея откажет в работе. Поэтому необходимы систематические осмотры аккумуляторных батарей по твердому графику. Осмотры делятся на текущие и инспекторские. Текущие осмотры проводятся лицом, которому поручено обслуживание данной батареи. В установках с постоянным об-



служивающим персоналом такой осмотр делается раз в сутки. В установках без постоянного обслуживающего персонала текущий осмотр батарей производится одновременно с осмотром другого оборудования установки.

Инспекторский осмотр проводится двумя лицами: работником, обслуживающим батарею, и техником или мастером. Такой осмотр делается 1—2 раза в месяц.

При текущих осмотрах необходимо проверять:

1) целостность сосудов и уровень электролита в них, правильность положения покровных стекол, отсутствие трещин и течей в сосудах, чистоту сосудов, стеллажей, пола и стен, отсутствие окислов в местах соединения шин с наконечниками;

2) состояние пластин (цвет, коробление, чрезмерный рост положительных пластин, наросты на отрицательных пластинах);

3) уровень и характер шлама (в стеклянных сосудах);

4) отсутствие механических дефектов, приводящих к короткому замыканию (соприкосновение свинцовых обкладок, падение на дно элемента пружин, стеклянных трубок, фанерных сепараторов и деревянных палочек);

5) правильность режима подзаряда (проверкой плотности электролита и напряжения контрольных элементов); для батарей, работающих в режиме заряд—разряд и заряд—покой—разряд, по контрольным элементам проверяется степень разряженности батареи;

6) исправность зарядных и подзарядных агрегатов, исправность элементного коммутатора;

7) исправность вентиляции и отопления (в зимнее время);

8) температуру электролита (по контрольным элементам).

Текущие осмотры батарей, работающих в режиме заряд—разряд и заряд—покой—разряд, желательно приурочивать к зарядам батарей. Так при заряде легче выявить ряд неисправностей.

В табл. 8 систематизированы признаки неисправностей аккумуляторов, которые можно установить при осмотре, и их причины. При обнаружении незначительной неисправности она должна быть немедленно устранена (низкий уровень электролита в отдельных сосудах, со-

прикосновение свинцовых обкладок, доступное короткое замыкание и т. д.).

При серьезных неисправностях, но не требующих немедленного устранения (обнаружение сульфатации пластин, изменение цвета и количества шлама и т. д.), осматривающий делает записи в журнале и по возвращении с обхода докладывает руководителю подстанции или цеха. Последний устанавливает срок и способ устранения неисправности.

При обнаружении неисправности, требующей немедленного устранения, осматривающий по телефону сообщает о ней руководству и приступает к устранению неисправности. Например, при разрушении сосуда или сильной течи с быстрым снижением уровня электролита аккумуляторщик должен немедленно вырезать больной элемент из батареи и заменить его перемычкой или двумя перемычками из медного гибкого провода. После прибытия ему в помощь других людей пластины из больного элемента вынимаются и помещаются (раздельно) в сосуды с дистиллированной водой. Порядок восстановления вышедшего из строя элемента решается позднее.

При инспекторском осмотре к объему текущего осмотра добавляется: проверка напряжения и плотности электролита **во всех элементах**, проверка уровня шлама (в деревянных и керамиковых баках), детальный осмотр ошиновки и вентиляционных устройств.

**Ремонт аккумуляторных батарей.** Плановый текущий ремонт аккумуляторных батарей производится 1 раз в год. В номенклатуру планового текущего ремонта входит: проверка состояния пластин и их замена в отдельных элементах, замена сосудов части элементов, частичная замена сепарации, откачка шлама из элементов, частичная или полная замена электролита, ремонт стеллажей и строительной части аккумуляторного помещения.

Капитальный ремонт батареи назначается руководителем предприятия при возникновении надобности. При капитальном ремонте производится замена всех или большей части пластин, полная замена сепарации, полная замена керамиковых сосудов или вставление в них пластиковых чехлов, обязательное удаление шлама и пр. При наличии второй аккумуляторной батареи на-

грузка переносится на нее, ремонтируемая батарея из работы выводится полностью.

При невозможности снятия нагрузки, батарея ремонтируется постепенно, по 3—4 элемента одновременно. При замене пластин нельзя в одном элементе допускать наличие старых и новых пластин одной полярности. Новые пластины имеют меньшее электрическое сопротивление и быстро выйдут из строя из-за недопустимо глубоких разрядов. Из исправных старых пластин должны собираться отдельные элементы. Эти элементы целесообразно использовать в качестве концевых.

**Техника безопасности при обслуживании стационарных аккумуляторов.** В конце заряда аккумуляторов, а также при неправильном режиме подзаряда значительная часть зарядного тока расходуется на разложение электролита. В результате из аккумуляторов выделяются водород и кислород. Смесь водорода с кислородом (так называемый «гремучий газ») взрывоопасна. Поэтому не разрешается курение в аккумуляторном помещении и пользование открытым пламенем.

При необходимости проведения пайки пластин принимаются специальные меры безопасности. За 2 ч до начала пайки прекращается заряд или подзаряд батареи. Включается вентиляция, которая должна работать все время до окончания пайки. Пайка ведется специально обученным монтером с помощником.

Взрыв гремучего газа возможен не только от тлеющей папиросы или открытого огня. Причиной взрыва может быть искра в штепсельной розетке или выключателе, плохой контакт в них или в осветительном патроне. Поэтому выключатели, предохранители, штепсельные розетки должны устанавливаться вне аккумуляторного помещения. Для стационарного освещения аккумуляторных помещений должны применяться лампы накаливания во взрывозащищенной арматуре. Применение люминесцентных ламп не допускается. Переносные лампы для осмотра аккумуляторов оборудуются шланговым проводом и снабжаются защитными стеклянными колпаками на уплотнительных прокладках и сетками.

Серная кислота вызывает сильные ожоги. Поэтому все работы с серной кислотой (разведение электролита, заливка и доливка элементов) должны производиться в грубошерстном костюме, в резиновом фартуке

(рис. 13), резиновых сапогах и перчатках и в защитных очках. При попадании серной кислоты на кожу пораженное место необходимо немедленно промывать большим количеством воды или нейтрализовать 10%-ным раствором двууглекислой («чайной») соды. Такой раствор всегда должен быть под рукой у аккумуляторащика.



Рис. 13. Фартук аккумуляторащика.

При проверке покоробленных пластин, при выемке пластин из сосудов от пластин отваливаются кусочки окислов свинца. Эти окислы опасны для сухожилий пальцев. Поэтому при наличии на пальцах царапин или трещин кожи не следует работать с пластинами голыми руками.

При зачистке ушков пластин перед пайкой в воздухе у рабочего места повышается концентрация свинцовой пыли. Вдыхание этой пыли вредно. Поэтому зачистку рекомендуется производить в респираторе с простым сменным ватным фильтром. При пайке пластин в воздух выделяются пары свинца. Упомянутый выше респиратор полезен и при пайке пластин. Во всяком случае рабочие при зачистке и пайке пластин должны соблюдать следующие меры предосторожности: а) не курить во время работы; б) не принимать пищу в рабочем помещении; в) перед едой или курением полоскать рот и мылом мыть лицо и руки; г) по окончании работы принять душ и переодеться.

### 3. ВКЛЮЧЕНИЕ В РАБОТУ НОВОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Проверка после монтажа, установка сепарации, заливка электролитом, формировочный заряд. После завершения пайки все элементы до установки сепарации тщательно просматриваются с обязательным просвечиванием. Проверяется отсутствие на пластинах и между пластинами нитей паяльного свинца, застывших каплей свинца и других предметов, могущих вызвать короткое замыкание.

Непосредственно перед заливкой аккумуляторов электролитом устанавливается сепарация. Заблаговременная установка сепарации не рекомендуется, так как фанерки пересыхают. Это приводит к повышению их электрического сопротивления, неполностью снимаемого после смачивания электролитом. После этого аккумуляторы заливаются электролитом удельного веса 1,18 при температуре не выше 30°С.

Потребное для заливки батареи количество электролита можно определить по табл. 2.

Аккумуляторы, залитые электролитом, должны выстояться 2—4 ч, для того чтобы электролит успел заполнить все поры активной массы пластин. С другой стороны, оставление без заряда аккумулятора, заполненного электролитом, в течение более 6 ч не допускается, так как это приводит к сульфатации пластин. Поэтому все количество электролита, необходимое для одновременного заполнения всех аккумуляторов батареи, должно быть подготовлено к моменту заливки.

Учитывая, что во время формирования может понадобиться дистиллированная вода или электролит, необходимо иметь запас того и другого. Уровень электролита при заливке должен быть на 15 мм выше верхних кромок пластин.

В непрозрачных аккумуляторных сосудах проверку уровня электролита рекомендуется делать при помощи стеклянной трубки, 1 диаметром 5—6 мм и длиной 150—200 мм. На одном из концов трубки должны быть нанесены риски через каждые 5 мм. Трубка ставится на верхнюю кромку, 2 пластины, затем верхний конец трубки закрывается пальцем и трубка вынимается. Высота жидкости в трубке покажет с достаточной в данном случае точностью уровень, 3 электролита над пластинами (рис. 14). После этого элементы закрываются покровными стеклами.

Для сборки новых батарей заводы поставляют пластины не полностью отформированными. На положительных пластинах активный слой состоит из губчатого свинца вместо двуокиси свинца, а в отрицательных пла-

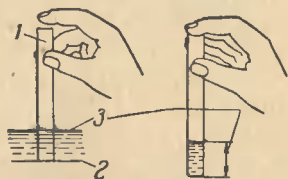


Рис. 14. Трубка для измерения уровня электролита.



стинах масса состоит из смеси окислов свинца. Поэтому на месте установки аккумуляторы посредством длительного заряда формируют.

Для формирования пластин необходимо во время формировочного заряда сообщить батарее не менее 10-кратной номинальной емкости (т. е. емкости при 10-часовом разряде). Длительность формировочного заряда составляет 70—80 ч. Первые 25 ч заряд должен проходить без перерыва, так как отключения тока в этот период вредны для аккумуляторов. При нарушении режима формировочного заряда сырая масса, заполняющая ячейки отрицательной пластины, не полностью превращается в губчатый свинец. Впоследствии часть пасты выкрошится, что приведет к снижению емкости. Положительные пластины могут покрыться слоем крупнокристаллического сульфата свинца, что потребует их специальной обработки. Поэтому зарядный агрегат еще до заливки электролита должен быть тщательно проверен, должны быть отрегулированы устройства регулирования возбуждения и максимально обратный автомат. Лучше, если зарядный агрегат обкатать в течение 25—30 ч на холостом ходу.

Во время формировочного заряда должна непрерывно работать вентиляция. Поэтому обязательна предварительная проверочная работа вентиляционной установки непрерывно в течение суток. Во избежание переполюсовки аккумуляторов должна быть проверена правильность подключения зарядного агрегата. Положительный полюс зарядного агрегата должен быть присоединен к положительному полюсу батареи, отрицательный полюс агрегата — к отрицательному полюсу батареи.

Формировочный заряд ведется током такой величины, чтобы на одну пластину +И-1 приходилось не более 7 а, на пластину +И-2 — не более 10 а и на пластину +И-4 — не более 18 а.

**Пример. 1.** Какой максимальный ток заряда допустим при формировке аккумуляторной батареи СК-20? В аккумуляторах СК-20 содержится 10 пластин +И-2; максимальный ток заряда при формировке  $10 \cdot 10 = 100$  а.

**2.** Батарея аккумуляторов СК-32. Аккумулятор СК-32 содержит 8 пластин +И-4. Ток заряда  $18 \cdot 8 = 144$  а.

После заполнения аккумуляторов электролитом батарея будет иметь малое напряжение, иногда даже обратного знака (из-за переплюсовки при заводском формировании пластин). Поэтому в начале формировочного заряда необходимо принять меры по ограничению зарядного тока. Для этого начальная стадия заряда ведется через жидкостный реостат при напряжении на зарядном агрегате всего на 4—5 в выше напряжения батареи.

Заряд начинается при заполнении жидкостного реостата чистой водопроводной водой. Поэтому начальный ток будет очень малым. Затем в воду постепенно, при непрерывном размешивании, добавляют малыми порциями крепкую серную кислоту. Ток заряда при этом повышается.

При достижении заданной величины тока добавка кислоты прекращается. Этот ток должен неукоснительно поддерживаться все время заряда. По мере роста противоэлектродвижущей силы батареи ток заряда начнет снижаться. Для его поддержания следует сближать электроды реостата или добавлять в жидкость кислоту. Примерно после 2 ч заряда сопротивление реостата настолько снизится, что его можно закоротить и регулирование тока заряда вести изменением возбуждения генератора.

Во избежание коробления положительных пластин не следует допускать превышение установленной величины тока. Во время заряда не реже чем 1 раз в 2—3 ч необходимо измерять и записывать напряжение, температуру и плотность электролита каждого элемента. Температура электролита в контрольных элементах должна измеряться ежечасно. Число контрольных элементов берется равным 4—5% общего числа элементов. При начале газообразования наблюдают, все ли элементы одновременно в него вступают и с одинаковой ли интенсивностью газируют.

При обнаружении отстающих элементов (по плотности электролита, напряжению и газированию) выясняют и устраняют причину отставания.

После 25 ч непрерывного заряда зарядный агрегат отключается и батарея оставляется в покое на 1 ч. Через 1 ч батарея снова включается на заряд тем же током и ей сообщается номинальная емкость. Затем



опять 1 ч покоя и опять заряд. Это длится до тех пор, пока батарея не получит 10-кратную емкость.

Примерный график формировочного заряда батареи из аккумуляторов СК-20 приведен ниже. Батарея из аккумуляторов СК-20 имеет емкость при 10-часовом разряде, равную 720 а·ч, 10-кратная емкость, следовательно, 7 200 а·ч.

Ток заряда при формировке 100 а. Общая примерная длительность заряда  $7\,200 : 100 = 72$  ч. Первый период заряда 25 ч — батарее сообщается  $25 \cdot 100 = 2\,500$  а·ч. Первый период покоя 1 ч. Затем следуют шесть периодов заряда, в каждом из которых батарее сообщается номинальная емкость, т. е. 720 а·ч. Длительность каждого периода заряда  $720 : 100 = 7$  ч, длительность перерывов между ними 1 ч. Восьмой период, если он понадобится, будет завершающим. Признаками окончания формирования являются: напряжение элементов достигло 2,5—2,75 в и держится постоянным в течение 2—3 ч, плотность электролита достигла величины 1,20—1,21 и держится постоянной, во всех элементах электролит «кипит» крупными пузырьками газа.

В продолжение всего формировочного заряда доливку элементов производят только электролитом удельного веса 1,18. Температура электролита во время формировочного заряда не должна быть выше 40° С. Если температура электролита превысит 40° С, ток заряда необходимо снизить с соответствующим увеличением длительности формирования. Если снижение зарядного тока не дает эффекта, необходимо заряд прервать для охлаждения электролита до 30° С.

**Контрольные испытания.** Номинальные емкости аккумуляторов, указанные в табл. 4, гарантируются на четвертом тренировочном цикле заряд—разряд. Поэтому после окончания формирования необходимо провести контрольные разряды и заряды батареи для определения ее соответствия гарантированным данным ГОСТ 825-61.

Разряд свежееотформированной батареи производится током 3- или 10-часового режима до снижения напряжения на элементах до 1,8 в через жидкостный реостат, установленный вне аккумуляторного помещения. После окончания разряда батарея получает нормальный заряд.

Через полчаса после завершения заряда можно приступить к контрольному разряду. Контрольный разряд

предписано ГОСТ 825-61 проводить током 10- или 3-часового режима разряда до напряжения 1,8 в на элемент. Разряд ведется на жидкостный реостат. Контроль разрядного тока осуществляется по амперметру класса 1,0. При 10-часовом режиме разряд ведется до тех пор, пока напряжение хотя бы на одном элементе снизится до 1,8 в. При 3-часовом режиме разряд считается законченным, когда напряжение на большинстве элементов снизилось до 1,8 в. При этом 5% элементов испытываемой батареи могут иметь напряжение, равное 1,78 в.

Перед началом контрольного разряда проверяется плотность электролита во всех элементах. Она должна быть в пределах 1,20—1,21.

Во время контрольного разряда ежечасно производятся измерения и запись:

- а) напряжения каждого элемента и батареи в целом;
- б) плотности электролита в каждом элементе;
- в) температуры электролита в контрольных элементах.

Изменять разрядный ток в процессе разряда не рекомендуется, так как это приведет к искажению результатов. Поэтому следует тщательно поддерживать постоянную величину разрядного тока с записями не реже 2 раз в час.

После прекращения разряда подсчитывается полученная от батареи емкость по формуле

$$I_{\text{разр.ср}} t_{\text{разр.}} = C_{\text{факт}},$$

где  $I_{\text{разр.ср}}$  — средний разрядный ток;

$t_{\text{разр.}}$  — время разряда, ч.

ГОСТ 825-61 нормирует емкость аккумуляторов при температуре электролита 25° С. Поэтому если при контрольном разряде температура электролита отличается от 25° С, то фактически полученную емкость приводят к емкости при 25° С по формуле

$$C_{25} = \frac{C_{\text{факт}}}{1 + 0,008(t - 25)},$$

где  $C_{25}$  — емкость, приведенная к 25° С;

$C_{\text{факт}}$  — фактическая емкость, полученная от батареи при контрольном разряде;

$t$  — средняя температура электролита при разряде.

Приведенная емкость  $C_{25}$  должна быть не ниже указанной в табл. 4.

Если батарея не отдала гарантированной емкости, то анализируют записи по каждому элементу и, проверив плотность электролита в элементах (она не должна быть ниже 1,145), определяют причину недостаточной емкости. Если явных причин не обнаруживается, то батарея подвергается повторному заряду и контрольному

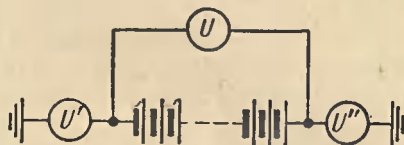


Рис. 15. Измерение сопротивления изоляции аккумуляторной батареи методом трех вольтметров.

разряду. Если после четырех циклов заряд—разряд батарея не дает гарантированной емкости, она считается не выдержавшей испытания и до обнаружения и устранения причины не может быть принята в эксплуатацию.

После проведения контрольных разрядов измеряется сопротивление изоляции аккумуляторной батареи относительно земли. Действующими инструкциями предписывается, чтобы сопротивление изоляции новой аккумуляторной батареи напряжения до 110 в должно быть не менее 50 000 ом, батареи 220 в — не менее 100 000 ом.

Измерение производится по схеме трех вольтметров (рис. 15). Вольтметры  $U$ ,  $U'$  и  $U''$  должны иметь одинаковые параметры, в частности внутреннее сопротивление не менее 30—50 ком. Можно обойтись одним вольтметром, производя измерения поочередно. Сопротивление изоляции батареи определяется по формуле

$$R_{из} = \left( \frac{U}{U' + U''} - 1 \right) r_v,$$

где  $R_{из}$  — сопротивление изоляции;

$U$  — напряжение покоя батареи;

$U'$  — напряжение между плюсом батареи и землей;

$U''$  — напряжение между минусом батареи и землей;

$r_v$  — сопротивление вольтметра.

Перед измерениями сопротивления изоляции батареи необходимо тщательно протереть чистыми сухими концами или ветошью шинные изоляторы, сосуды, изоляторы сосудов и стеллажи.

**Приемка аккумуляторной батареи.** Принимающая организация проводит контрольный осмотр батареи, знакомится с технической документацией (проект, инструкции, анализы, журналы формирования и контрольных зарядов—разрядов).

При осмотре аккумуляторного и вспомогательных помещений проверяется качество штукатурки и окраски стен, качество асфальтовых или метлахских полов, наличие и исправность замков в дверях, наличие запоров на окнах. Детально проверяется вентиляционная установка и вентиляционные короба.

Вентиляционные короба должны быть снаружи и внутри окрашены кислотоупорной краской. Вентиляционная установка запускается, проверяется ее производительность и отсутствие «воздушных мешков», т. е. неventилируемых участков аккумуляторного помещения. При наличии отопления оно опробовывается независимо от времени года. Проверяется освещение помещений. Проверяются зарядный и подзарядный агрегаты во всех проектных режимах, опробовываются автоматы, проверяется соответствие предохранителей проектным данным.

Проверка исправности элементов осуществляется принимающей организацией во время контрольных зарядов и разрядов как путем непосредственного наблюдения за их работой, так и анализом записей измерений.

После последнего контрольного разряда из контрольных элементов должна быть взята проба электролита. Химический анализ этих проб на отсутствие в электролите вредных загрязнений должен быть предъявлен принимающей организации вместе с анализами серной аккумуляторной кислоты и дистиллированной воды, примененных для составления электролита.

Сдающая организация должна передать принимающей следующую техническую документацию:

а) принципиальную схему и исполнительные чертежи схемы соединений аккумуляторной батареи, зарядных и подзарядных устройств;

б) заводские паспорта и инструкции по обслуживанию аккумуляторов;

- в) ведомости измерений при формировке батареи;
- г) журнал контрольных зарядов и разрядов и совместный протокол, подтверждающий, что батарея имеет гарантированную емкость;
- д) протокол измерения сопротивления изоляции батареи;
- е) протоколы химических анализов серной кислоты, дистиллированной воды и электролита;
- ж) журнал эксплуатации батареи до момента ее сдачи;
- з) ведомость смонтированного оборудования.

**Инвентарь, материалы и запасные части.** При вводе вновь смонтированной аккумуляторной батареи в эксплуатацию она должна быть оснащена необходимым инвентарем. Должны быть приобретены следующие приборы и оборудование:

- 1) два денсиметра (ареометра) с пределами измерений от 1,1 до 1,4 с ценой деления 0,005;
- 2) два термометра (без оправы) с пределами измерения 0—50° С с ценой деления 1° С;
- 3) стенной термометр с пределами измерений от —10 до +40° С;
- 4) вольтметр класса 0,5 магнитоэлектрический со шкалой 3—0—3 в;
- 5) стеклянные кружки или кувшины емкостью 1—2 л;
- 6) переносные лампы взрывозащищенного исполнения с проводом в гибком шланге;
- 7) бачки для хранения фанеры;
- 8) резиновые груши, резиновые шланги и пр.

Для обеспечения безопасности работ с аккумуляторами в инвентаре должны быть следующие защитные приспособления: очки, резиновые перчатки, резиновые сапоги, резиновый фартук и грубошерстный костюм.

Учитывая возможность появления неисправностей аккумуляторов, требующих замены сосудов, электролита, пластин или сепарации, необходим неснижаемый запас материалов и деталей.

В соответствии с «Инструкцией по эксплуатации стационарных свинцовых аккумуляторных батарей, утвержденной б. Союзглавэнерго, на каждой стационарной батарее полагается иметь (в процентах количества находящегося в эксплуатации):



- 1) сосуды — 5%;
- 2) пластины — 5% (каждой полярности);
- 3) фанера и палочки — 5%;
- 4) стеклянные трубки с резиновыми муфтами (для элементов С, СК-24 и выше) — 1%;
- 5) стеклянные трубки для элементов С, СК-1 до С, СК-5 — 1%;
- 6) стекла опорные (для аккумуляторов в деревянных баках, выложенных свинцом) — 1%;
- 7) свежий электролит удельного веса 1,18—3%;
- 8) дистиллированная вода — 5%;
- 9) покровные стекла — 5%.

#### 4. ЭЛЕКТРОЛИТ

**Составление электролита.** Электролит свинцово-кислотных аккумуляторов представляет собой водный раствор серной кислоты. Для его составления применяются аккумуляторная серная кислота (ГОСТ 667-53) и дистиллированная вода. Употребление технической серной кислоты, а также водопроводной или речной воды категорически запрещается из-за наличия в них примесей, вредных для аккумуляторов.

Аккумуляторная серная кислота поставляется в стеклянных бутылках с деревянной обрешеткой или в корзинах. Эта кислота концентрированная (удельный вес 1,83) и для непосредственной заливки в аккумуляторы непригодна.

Для заливки новых стационарных аккумуляторов, аккумуляторов, вышедших из ремонта, а также для доливки употребляется раствор удельного веса 1,18. Для его составления необходимо на каждый литр дистиллированной воды брать 329 г или 179 см<sup>3</sup> концентрированной аккумуляторной кислоты удельного веса 1,83.

Во избежание загрязнения электролита вредными примесями он должен готовиться в деревянных баках, выложенных свинцом, или в керамических аккумуляторных сосудах. Небольшие количества электролита целесообразнее готовить в стеклянной посуде.

В целях безопасности следует всегда вливать кислоту в воду, а не наоборот. Кислота должна вливаться в воду тонкой непрерывной струей при одновременном перемешивании раствора эбо-



нитовой палкой. Исключая случаи разведения особо больших количеств электролита, не рекомендуется наливать кислоту в растворный бак непосредственно из бутылей. Целесообразнее наливать из бутылей кислоту в меньшие емкости (например, стеклянные кружки, малые бутылки), а из них уже в растворный бак.

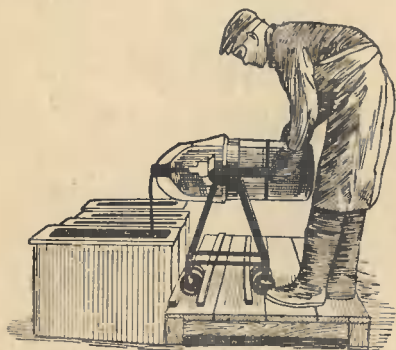


Рис. 16. Станок для переливания кислоты.

Производить перелив кислоты из бутылей в другие емкости, держа бутылку в руках, не разрешается. Бутылка может выскользнуть из рук и разбиться. Оператор получит тяжелые ожоги. Следует применять приспособление, показанное на рис. 16.

Аккумуляторщик во время любых операций с концентрированной серной кислотой

должен быть в защитных очках, резиновом фартуке, перчатках и резиновых сапогах.

Для измерения удельного веса раствора электролита применяются денсиметры (ареометры) с пределами измерения 1,1,—1,4 с ценой деления 0,005.

Удельный вес любой жидкости изменяется в зависимости от ее температуры. Например, раствор серной кислоты, имеющий при  $20^{\circ}\text{C}$  удельный вес 1,21, при  $-20^{\circ}\text{C}$  равен 1,182, а при  $40^{\circ}\text{C}$  соответственно 1,224. Поэтому принято при составлении электролита, а также при измерении удельного веса электролита в работающей батарее все измерения приводить к температуре  $20^{\circ}\text{C}$ .

При растворении серной кислоты в воде выделяется много тепла и раствор нагревается.

Измерение удельного веса нагретого раствора может привести в заблуждение. Например, раствор серной кислоты удельного веса 1,18 при температуре  $40^{\circ}\text{C}$  после охлаждения до  $20^{\circ}\text{C}$  увеличит удельный вес до 1,194. Такой раствор нельзя заливать в аккумуляторы. Поэтому следует замерять удельный вес после остывания рас-

твора до 20° С и в соответствии с этим замером исправлять раствор в ту или в другую сторону. Однако такой способ при составлении больших количеств электролита непригоден, так как требует много времени. Можно, пользуясь таблицей поправок на температуру (табл. 6), определять истинный удельный вес электролита (т. е. удельный вес при 20° С) при любой его температуре. Для этого к удельному весу электролита, замеренного при данной температуре, отличной от 20° С, прибавляют или вычитают поправку. При фактической температуре электролита выше 20° С поправка прибавляется к показанию денсиметра, при температуре ниже 20° С поправка вычитается.

Таблица 6

Температурные поправки

Температура электролита, °С	Поправка	Температура электролита, °С	Поправка	Температура электролита, °С	Поправка
+45	0,0175	+20	0,000	—5	0,0175
+40	0,0140	+15	0,0035	—10	0,0210
+35	0,0105	+10	0,0070	—15	0,0245
+30	0,0070	+5	0,0105	—20	0,0280
+25	0,0035	0	0,0140		

**Пример.** При температуре 40° С денсиметр показал удельный вес 1,164, истинный удельный вес, т. е. удельный вес при температуре 20° С, будет:

$$1,164 + 0,014 = 1,18.$$

Для измерения температуры в аккумуляторном хозяйстве должны быть термометры на пределы измерения 0—50° С с ценой деления 1° С. Термометры не должны иметь деревянной или металлической оправы. Готовый электролит после охлаждения в случае необходимости длительного хранения разливается в бутылки, закрываемые стеклянными или керамическими пробками.

Серная кислота вызывает тяжелые ожоги. Поэтому при попадании кислоты на кожу она должна быть немедленно смыта большим количеством воды или нейтрализована раствором двууглекислой (так называемой чайной) соды.

**Доливка.** В процессе эксплуатации электролит в открытых аккумуляторах испаряется. При заряде аккумуляторов во время так называемого «газования аккумуля-

ляторов» электролит подхватывается пузырьками водорода и при отсутствии покровных стекол уносится из аккумулятора. Это приводит к понижению уровня электролита.

Во избежание сульфатации пластин уровень электролита над ними должен быть не менее 10—15 мм. Поэтому при понижении уровня электролита должна производиться доливка элементов.

Как правило, доливка должна производиться дистиллированной водой, а не электролитом. Систематическая доливка электролитом приводит к разрушению сепараторов и сульфатации пластин. Доливка свежим электролитом допускается только для компенсации утраченного из элементов электролита (откачка шлама, отбор для анализов и пр.). Доливку следует делать перед зарядом аккумуляторов. В этом случае лучше и скорее происходит перемешивание электролита.

**Требования к кислоте и дистиллированной воде.** При наличии в электролите вредных примесей работоспособность аккумуляторов падает, а в случае непринятия нужных мер, они могут выйти из строя. Источником вредных примесей, как правило, являются аккумуляторная кислота и вода, применяемая для составления электролита и для доливок. Поэтому ГОСТ 667-53 регламентирует наличие примесей в аккумуляторной кислоте.

При получении кислоты необходимо поручить химической лаборатории провести анализ. Наибольшее количество примесей вносится с доливочной водой и ее контроль должен быть особо тщателен. Количество вредных примесей в ней не должно превышать 10% количества примесей, допускаемых ГОСТ 667-53 для свежей аккумуляторной кислоты.

Широко распространенными и наиболее опасными примесями являются железо и хлор. Поэтому не следует применять для составления электролита и доливок водопроводную, речную воду и воду из артезианских скважин. Для составления электролита и доливок должна применяться дистиллированная вода. На современных электрических станциях с котлами высокого давления предъявляются очень высокие требования к чистоте конденсата. Такой конденсат можно применять для составления электролита и доливок.

**Проверка дистиллированной воды.** При получении дистиллированной воды со стороны или после изготовления ее на собственном дистилляторе необходимо проверить отсутствие в ней вредных примесей. Наиболее простые способы проверки следующие.

#### *Проверка на железо*

К 25 см<sup>3</sup> испытуемой воды, подкисленной химически чистой серной кислотой, прибавляют 1 см<sup>3</sup> азотной кислоты удельного веса 1,1—1,2 (10—15%). Смесь нагревается до кипения. После охлаждения до комнатной температуры к смеси добавляется 2—3 см<sup>3</sup> 10%-ного раствора желтой кровяной соли. Если жидкость окрасится в синий цвет, вода содержит железо в недопустимых количествах. Если окрашивание зеленоватое или очень слабое голубоватое, воду можно считать годной для составления электролита и добавок. Таким способом можно определять содержание железа, начиная с 0,0004%.

#### *Проверка на хлор*

В пробирку высотой 150 мм и диаметром 15 мм наливается испытуемая вода на  $\frac{3}{4}$  высоты пробирки. Затем добавляют к воде 3—4 капли 10%-ной азотной кислоты и 4—5 капель 10%-ного азотно-кислого серебра (ляписа). В течение 2 мин содержимое пробирки перемешивается встряхиванием. Появление следов опалесцирующей муты свидетельствует о наличии в воде хлора.

#### *Проверка на медь*

При использовании для составления электролита и доливок конденсата турбин необходимо, кроме проверки на железо и хлор, проверять конденсат на наличие меди. Для этого к испытуемой воде, подкисленной химически чистой серной кислотой, приливается нашатырный спирт. При наличии в воде меди, образуется белый осадок. После того как нашатырный спирт полностью нейтрализует кислоту, осадок окрашивается в синий цвет. Чувствительность такого метода 0,005%.

**Проверка серной кислоты.** Поставляемая заводами серная аккумуляторная кислота должна полностью соответствовать ГОСТ 667-53. Нормы на свежую серную кислоту и электролит приведены в табл. 7.

Таблица 7

## Нормы на серную кислоту

В зависимости от содержания примесей кислоту подразделяют на два сорта — А и Б.

1. Содержание серной кислоты в сортах А и Б должно быть в пределах 92—94%.

2. Наибольшие количества допустимых примесей, %.

Названия примесей	Сорт А	Сорт Б
Нелетучий остаток . .	0,03	0,05
Марганец (Mg) . . . .	0,00005	0,0001
Мышьяк (As) . . . . .	0,00005	0,0001
Железо (Fe) . . . . .	0,006	0,012
Хлор (Cl) . . . . .	0,0005	0,0005
Окислы азота (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . .	0,00005	0,0001

При получении серной кислоты в бутылках с исправной укупоркой обычно не проводят химические анализы кислоты, требуемые ГОСТ 667-53. Однако каждую бутылку следует проверить простейшими методами на отсутствие вредных примесей.

*Проверка на железо*

В пробирку наливается 25 см<sup>3</sup> испытуемой серной кислоты, разбавленной наполовину дистиллированной водой, проверенной на отсутствие железа. Затем к жидкости приливается 1 см<sup>3</sup> 10%-ной азотной кислоты, и она нагревается до кипения. После охлаждения до комнатной температуры к жидкости добавляется 2—3 см<sup>3</sup> 10%-ного раствора желтой кровяной соли. Если в кислоте железа мало (меньше 0,0004%), жидкость окрасится в зеленоватый или очень слабый голубой цвет. При значительных количествах железа жидкость окрасится в синий цвет. В этом случае необходимо поручить химической лаборатории сделать химический анализ в полном соответствии с требованиями ГОСТ 667-53.

*Проверка на хлор*

10 см<sup>3</sup> серной кислоты разбавляют до 100 см<sup>3</sup> дистиллированной водой, проверенной на отсутствие хлора. К раствору приливают 1 см<sup>3</sup> 10%-ного раствора азотно-кислого серебра (ляписа) и перемешивают встряхива-

нием. Если по истечении 2 мин не появится опалесцирующее помутнение, хлор отсутствует. При появлении помутнения кислоту следует направить в химическую лабораторию для количественного анализа.

При большом содержании хлора в кислоте на дно пробирки выпадает белый творожистый осадок хлористого серебра. Осадок не растворим в кислотах, но растворяется в нашатырном спирте. Выпадение творожистого осадка дает основание браковать серную кислоту.

**Химическая посуда и химические материалы для анализов.** Для проведения описанных выше простейших анализов серной кислоты и дистиллированной воды необходимо, чтобы лицо, обслуживающее аккумуляторную батарею, было обучено этому специалистом химиком. В рабочем шкафчике аккумуляторщика должен храниться набор необходимых химикатов и химической посуды.

Обязательный набор посуды должен содержать:

а) десять пробирок прозрачного стекла (высота 150 мм, диаметр 15 мм) с двумя деревянными подставками;

б) ершик для чистки пробирок;

в) две мензурки или два измерительных цилиндра с делениями емкостью 100 см<sup>3</sup>;

г) пипетка Мора емкостью 25 см<sup>3</sup>;

д) капельница из темного стекла емкостью 100 см<sup>3</sup>;

е) капельница из светлого стекла емкостью 100 см<sup>3</sup>.

В числе химикатов должны быть:

а) 10%-ный раствор химически чистой азотной кислоты;

б) 10%-ный раствор химически чистой серной кислоты;

в) 10%-ный раствор химически чистого азотно-кислого серебра (хранить обязательно в посуде темного стекла);

г) 10%-ный раствор химически чистой желтой кровяной соли;

д) дистиллированная вода, проверенная на отсутствие железа и хлора.

Дистиллированная вода должна иметься в количестве не менее 10 л, так как она расходуется не только при анализах серной кислоты, но и для многократного ополаскивания химической посуды. При ополаскивании хи-



мической посуды и проведении подготовки к анализам нужно строжайшим образом избегать держания пробирок и мензурок за внутренние поверхности. В потовых выделениях человека содержатся хлориды, поэтому если держать пальцами посуду за внутреннюю поверхность, то анализ может быть искажен.

**Приготовление воды для доливок и составления электролита.** На тепловых электростанциях с прямоточными котлами высокого давления для составления электролита и доливок может применяться турбинный конденсат. Конденсат рекомендуется отбирать за конденсатными насосами до первого подогревателя.

Питательная вода на таких электростанциях также пригодна для этих целей. Но отбирать питательную воду нужно обязательно в такой точке, где еще в нее не введены вещества для внутрикотловой обработки воды (гидразин и пр.). На электростанциях с глубоким обессоливанием химически очищенной воды (ионообменными смолами) качество этой воды такое же, как конденсата.

Брать для нужд аккумуляторного хозяйства химически очищенную воду нужно или до бака химически очищенной воды или из этого бака. Бак во избежание обогащения воды железом изнутри должен быть защищен от коррозии (покраской перхлорвиниловым лаком или другим способом). Защита от коррозии, как правило, предусматривается по проекту независимо от потребностей аккумуляторного хозяйства.

Из трех вышеуказанных источников снабжения аккумуляторов доливочной водой и водой для разведения электролита следует отдать предпочтение двум: конденсату и химически очищенной воде. Отбор воды производится в чистые стеклянные бутылки, предварительно ополоснутые отбираемой водой. Бутылки должны закрываться плотно подогнанными пробками.

Категорически запрещается устройство каких-либо металлических трубопроводов от места забора воды до аккумуляторного помещения. Вода, застаиваясь в таких трубопроводах, обогащается железом. После доставки бутылей в аккумуляторное помещение вода из каждой бутылки проверяется на железо и хлор. Конденсат дополнительно проверяется на медь.

На предприятиях, где отсутствует высококачественный конденсат или глубокообессоленная химически очи-

щенная вода, аккумуляторное хозяйство должно быть обеспечено дистиллированной водой. Для этого применяются дистилляторы разного типа. Можно дать только общие рекомендации по устройству дистиллятора: котел дистиллятора (испаритель) должен быть медным, хорошо вылуженным чистым оловом, змеевик холодильника должен быть изготовлен из свинцовой трубы. Во избежание заброса воды в холодильник заполнять котел до верха не рекомендуется. Не следует испарять воду из котла до конца. Лучше остаток (15—20%) удалять из котла, а котел заливать свежей водой.

Безусловно не рекомендуется многократная добавка свежей воды в котел, не сливая остатка. Это приводит к концентрации солей в котле, к увеличению вспенивания и возможности заброса воды в змеевик и порче дистиллята.

Дистиллятом заполняются чистые бутылки. Из каждой бутылки берется анализ на железо и хлор. При обнаружении железа или хлора вода подвергается второй перегонке. При второй перегонке требования, описанные выше, можно не соблюдать.

**Контроль электролита в работающей батарее.** Как уже указывалось выше, с доливочной водой в электролит вносятся вредные примеси. Поэтому концентрация примесей со временем увеличивается. Кроме этого, могут быть и другие причины загрязнения электролита (наличие пыли или газов в аккумуляторном помещении, капель с вентиляционных коробов и пр.). Поэтому электролит каждого элемента должен 1 раз в 3 года подвергаться химическому анализу на содержание примесей. Целесообразно ежегодно проводить анализ из одной трети элементов данной батареи. Рекомендуется в каждой батарее иметь несколько контрольных элементов. Химический анализ электролита из этих элементов должен производиться 1—2 раза в год.

Кроме плановых химических анализов, могут понадобиться внеплановые анализы при появлении признаков загрязнения электролита вредными примесями. Например, если работавший ранее исправно аккумулятор снижает емкость, а проверка покажет отсутствие коротких замыканий в нем или усадки активной массы в отрицательных пластинах, следует искать причину в наличии вредных примесей.

«Газирование» аккумулятора при разряде, а также ненормальное отложение белесого шлама — явные признаки загрязнения электролита.

Химический анализ электролита работающих аккумуляторов с выявлением загрязнений и их количеств достаточно сложен. Поэтому такие анализы должны поручаться квалифицированным лабораториям, имеющим опыт выполнения таких анализов. Если анализ выполняется лабораторией, которой до этого такие анализы не поручались, необходимо в задании на анализ указать, какие примеси интересуют и нормы их содержания.

## **5. НЕИСПРАВНОСТИ АККУМУЛЯТОРОВ И ИХ УСТРАНЕНИЕ**

**Неисправности сосудов.** В современных аккумуляторных стационарных батареях наибольшее применение получили керамические сосуды. Благодаря неудовлетворительному качеству глазури такие сосуды через 6—12 мес. начинают протекать. Замена дефектных сосудов новыми не дает результата, так как через 6—12 мес. потекут и эти сосуды.

Целесообразно при замене дефектных сосудов укладывать в новые сосуды мешки из кислотоупорного пластика. (Способ изготовления мешков изложен в приложении 1).

Снятые дефектные сосуды, если они не потеряли механическую прочность, промывают горячей водой и просушивают. Такие сосуды со вложенными в них пластиковыми мешками могут быть использованы для подмены.

При замене аккумуляторных сосудов неизбежна выемка всех пластин из сосуда. Перед выемкой пластин дефектный элемент вырезается и шунтируется перемычкой.

Для сохранения работоспособности отрицательных пластин необходимо аккумулятор предварительно разрядить. В аварийном случае допустима выемка пластин и из неразряженного элемента. Вынутые пластины при этом должны немедленно погружаться в дистиллированную воду, положительные отдельно от отрицательных. Дистиллированную воду, в которой сохраняются отрицательные пластины, необходимо менять каждые 2—3 ч. Заряженные отрицательные пластины на воздухе разогреваются и могут прийти в негодность.

Разрушение стеклянного сосуда начинается в большинстве случаев с появления трещин. Поэтому при регулярном надзоре за батареей можно всегда дефект обнаружить в начальной стадии.

Наибольшее количество трещин в стеклянных сосудах появляется в первые годы эксплуатации батарей. Причинами появления трещин в стеклянных сосудах, зависящих от качества монтажа, являются неравномерное опирание дна сосуда на изоляторы, разная толщина или отсутствие прокладок между дном сосуда и изоляторами, деформация стеллажей, сделанных из сырой древесины и пр. Трещины могут появляться также из-за местного нагрева, вызванного коротким замыканием пластин. Порядок хранения вырезанных пластин при замене сосудов описан выше.

В деревянных баках, выложенных свинцом, наиболее часто встречающейся неисправностью является течь свинцовой обкладки. Причины появления течей следующие: неправильная установка подпорных стекол (без свинцовых желобков), плохая пропайка швов, дефекты свинца.

При соприкосновении обкладки бака с положительными пластинами (чаще всего через шлам) свинец обкладки формируется, на ее поверхности образуется двуокись свинца. С каждым циклом заряд—разряд толщина слоя двуокиси увеличивается, прочность обкладки падает. Если не принять мер, обкладка будет изъязвлена массой сквозных отверстий.

Признаком формирования обкладки является изменение ее окраски с темно-серого в темно-коричневый (цвет заряженной положительной пластины). При обнаружении течи из деревянных баков пластины вынимаются, бак опорожняется и для извлечения обкладки переворачивается вверх дном. Обкладка промывается и тщательно осматривается с лупой. Все свищи и подозрительные места пропаяваются. Отремонтированная обкладка наполняется электролитом и выдерживается сутки. Обкладки, подвергшиеся глубокой формировке, заменяются новыми. Деревянный бак промывают раствором соды.

При разрушении сосуда или большой течи электролит разливается по полу аккумуляторного помещения, попадает на стеллажи. Разлившийся электролит собирают сухими опилками. Стеллажи промывают при помощи

тряпки (на палке), досуха вытирают и нейтрализуют раствором соды.

**Неисправности пластин.** Типичными неисправностями пластин являются: короткие замыкания, чрезмерный рост, коробление, чрезмерное шламообразование, ненормальная сульфатация.

### *Короткие замыкания*

Короткие замыкания могут быть следствием коробления положительных пластин (рис. 17), замыкания шламом пластин разной полярности (рис. 18), разрушения сепараторов, попадания капель паляющего свинца между пластинами, губчатые наросты на отрицательных пластинах. Короткозамкнутый элемент из-за повышенного саморазряда сульфатируется и теряет емкость.

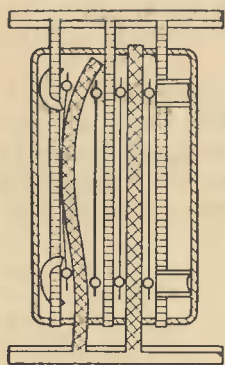


Рис. 17. Короткое замыкание из-за коробления положительных пластин.

Признаками короткого замыкания являются пониженные напряжения и плотность электролита в короткозамкнутом элементе по сравнению с другими.

При металлическом коротком замыкании греются хвосты пластин, температура электролита также повышается.

При нормальной эксплуатации короткие замыкания крайне редки. Коробление и рост положительных пластин, появление наростов на отрицательных пластинах, повышение уровня шлама происходят сравнительно медленно. Поэтому своевременно принятыми мерами можно предотвратить короткие замыкания.

Выявление короткозамкнутых элементов целесообразно производить в конце заряда батареи. При достаточном «газировании» здоровых элементов короткозамкнутый элемент или не «газирует» совершенно или «газирует» очень слабо. Если напряжение такого элемента и плотность электролита в нем ниже напряжения и плотности электролита нормально «газирующих» элементов, то это явный признак короткого замыкания.



При обнаружении признаков короткого замыкания элементы в стеклянных сосудах тщательно осматриваются с просвечиванием сильной лампой. Как правило, удастся обнаружить причину замыкания. Если причиной замыкания явилось коробление положительных пластин, необходимо в месте соприкосновения покоробленной пластины с отрицательной ввести дополнительно полоску выщелоченной фанеры. Волокна этой полоски должны быть расположены вертикально. Если положительные пластины сравнительно новые (проработали 2—3 года), более целесообразно покоробленные пластины (после заряда) вырезать и выправить между двумя гладкими досками. После впайки этих пластин обратно в элемент вставляются новые сепараторы и элемент заряжается.

При обнаружении на верхних краях отрицательных пластин наростов губчатого свинца их осторожно соскабливают стеклянной полоской.

Если осмотром установлены неисправности сепарации, то следует сменить все сепараторы и палочки в данном элементе. Для облегчения их выемки следует предварительно вынуть пружины, снять резиновые муфточки и слегка раздвинуть пластины. После выемки сепараторов все промежутки между пластинами следует прочистить эбонитовой палочкой. После установки новой сепарации пружины и муфточки возвращаются на место и элемент подзаряжается. При первых зарядах в элементе с новой сепарацией выделяется пена. Это явление нормальное и само прекратится.

В аккумуляторах с деревянными, выложенными свинцом баками или с керамиковыми сосудами обнаружение места короткого замыкания из-за непрозрачности сосудов труднее. Короткое замыкание через шлам в большинстве случаев можно определить измерением напряжения между пластинами и свинцовой обкладкой. При коротком замыкании через шлам напряжения «плюс — обкладка» и «минус — обкладка» равны нулю или близ-

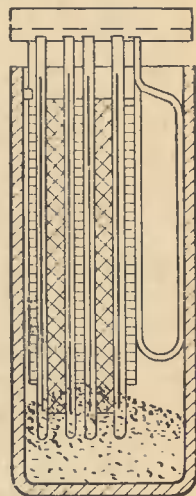


Рис. 18. Короткое замыкание шламом.



ки к этому. У исправного элемента, находящегося в покое, напряжение «плюс — обкладка» близко к 1,3 в, а напряжение «минус — обкладка» близко к 0,7 в.

При обнаружении замыкания через шлам нужно шлам откачать, элемент долить электролитом (удельный вес 1,18) и зарядить. При невозможности немедленной откачки шлама следует сделать попытку разравнивать шлам угольником и вывести его из соприкосновения с пластинами.

Для нахождения коротких замыканий между пластинами пользуются искателем коротких замыканий (компасом (малого диаметра в пластмассовом корпусе). При помещении искателя на ушко крайней пластины замечают положение стрелки. Затем искатель перемещают по очереди по ушкам всех пластин данной полярности. При установке искателя на замкнутую пластину стрелка искателя отклонится от первоначального положения. Это измененное положение сохранится на всех пластинах до конца соединительной полосы. Таким же порядком проверяются пластины другой полярности. Пластина, на которой изменится направление стрелки, и будет парной к замкнутой пластине первой полярности.

Если не будет замечено заметное коробление положительных пластин, следует вынуть сепарацию, прочистить промежутки между пластинами, поставить новую сепарацию и подзарядить элемент.

### *Чрезмерный рост и коробление положительных пластин*

Чрезмерный рост и коробление вызываются целым рядом причин. Главнейшие из них: чрезмерный зарядный и разрядный ток, излишне высокое напряжение подзаряда, ненормальная сульфатация, короткие замыкания, загрязнение электролита вредными примесями. Исправление чрезмерно выросших положительных пластин вообще невозможно. Исправление покоребленных пластин может уверенно производиться, только если они не слишком стары (не старше 3 лет). Править положительные пластины допускается только в заряженном состоянии. Пластины вырезаются и по одной штуке помещаются между гладко выстроганными досками. На верхнюю доску накладывается груз. Старые пластины приобретают хрупкость и при правке ломаются.

Поскольку при правке теряется часть активной массы, элемент после впайки выправленных пластин подвергается дополнительному заряду. Если пластины старше 3 лет, их правка рискованна. Следует ограничиться мерами предохранения от коротких замыканий (вставка дополнительных полосок выщелоченного шпона и т. д.).

В случаях коробления, угрожающего повреждением сосуда, нужно сменить все положительные пластины. Одновременное нахождение в элементе старых и новых пластин одной полярности недопустимо. Новые пластины имеют сопротивление меньше, чем старые. Поэтому при разряде они будут отдавать ток, больший, чем старые, и быстро придут в негодность.

#### *Чрезмерное шламообразование*

На конечной стадии заряда и при неправильно выбранном напряжении подзаряда аккумулятор «газирует». Пузырьки газа, вырываясь из пор положительной пластины, отрывают от нее частицы активной массы (двуокись свинца). Эти частицы падают на дно и образуют так называемый шлам.

Газование на конечной стадии заряда и выпадаемый по этой причине шлам явление нормальное, неизбежное, и с его учетом берется расстояние от нижнего конца пластин до дна сосуда. В правильно эксплуатируемом аккумуляторе шлама выпадает очень мало и его удаление приурочивается к капитальному ремонту со сменой пластин.

В особо благоприятных условиях находятся аккумуляторы, работающие в режиме постоянного подзаряда. По количеству и характеру шлама можно легко определить уровень эксплуатации батареи. Малое количество шлама коричневого цвета говорит о правильной эксплуатации батареи. Большое количество коричневого шлама, образовавшегося в короткий срок, свидетельствует о недопустимо высоком напряжении подзаряда, о систематических и длительных перезарядках, о чрезмерно высоких токах заряда.

Шлам светло-серого цвета в больших количествах показывает, что аккумулятор систематически недозарядается, засульфатирован. Такой же шлам выпадает при загрязнении электролита. Слоистый шлам является следствием систематического применения доливочной воды, загрязненной хлором.

### *Ненормальная сульфатация*

Образование кристаллов сульфата свинца в пластинах при разряде аккумулятора явление нормальное, происходящее из сущности электрохимического процесса разряда. Двуокись свинца активной массы положительных пластин и губчатый свинец активной массы отрицательных пластин заряженного аккумулятора в процессе разряда переходят в пластинах обеих полярностей в сульфат свинца. В нормальных условиях кристаллы сульфата весьма малых размеров и равномерно распределены в активной массе пластин. Растворимость кристаллов сульфата свинца обратно пропорциональна их размерам. Поэтому при нормальном заряде аккумулятора сульфат легко растворяется и переходит в двуокись свинца на положительных пластинах и в губчатый свинец на отрицательных.

При определенных условиях образуются крупные кристаллы сульфата, неполностью растворяющиеся при нормальных зарядах. Если не устранить причину образования крупных кристаллов сульфата и не принять специальных мер по их растворению, количество этих кристаллов будет увеличиваться. Кристаллы сульфата закупоривают поры активной массы пластин и закрывают доступ электролита к внутренним слоям активной массы. С увеличением количества сульфата в пластинах увеличивается внутреннее сопротивление аккумулятора. Это приводит к снижению емкости аккумулятора, а при глубокой сульфатации к полной ее потере.

При разряде аккумулятора каждый  $1 \text{ см}^3$  металлического свинца переходит в  $2,7 \text{ см}^3$  сульфата свинца. При ненормальной сульфатации это приводит к резкому увеличению объема активной массы отрицательных пластин, ее выпучиванию из гнезд коробчатой пластины, разрывом перфорированного листа и выкрашиванию. Ненормальная сульфатация положительных пластин вызывает их коробление.

Причиной ненормальной сульфатации аккумуляторов являются:

- а) короткие замыкания;
- б) систематические недозаряды; в батареях с элементными коммутаторами от этого часто страдают концевые элементы;
- в) слишком крепкий электролит; это обычно полу-

чается из-за доливок элементов электролитом вместо доливки водой;

г) недопустимо высокая температура электролита; распространенная причина — близкое к отопительным приборам размещение аккумуляторов и отсутствие защитных экранов;

д) систематические глубокие разряды;

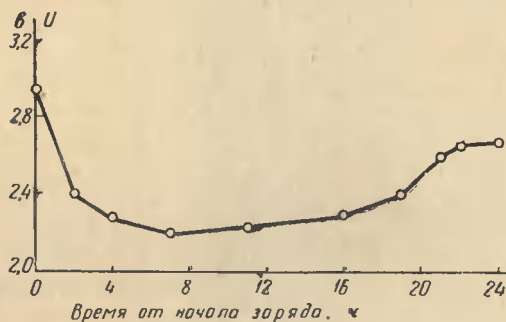


Рис. 19. Кривая напряжения глубоко засульфатированного аккумулятора.

е) частые заряды большими токами;

ж) длительное оставление разряженной батареи без заряда.

Ненормальную сульфатацию можно установить по следующим признакам:

а) пониженная емкость;

б) пониженная плотность электролита;

в) специфический характер кривой напряжения при заряде (рис. 19);

г) появление светлосерого шлама на дне сосуда (рис. 20);

д) чрезмерный рост (рис. 21) или коробление положительных пластин;

е) выпучивание активной массы отрицательных пластин.

Учитывая, что такие же признаки неисправностей и по другим причинам, нужно рассматривать их в совокупности. Наиболее показателен специфический характер зарядной кривой.

Как явствует из перечня причин сульфатации, она при нормальной эксплуатации может быть полностью

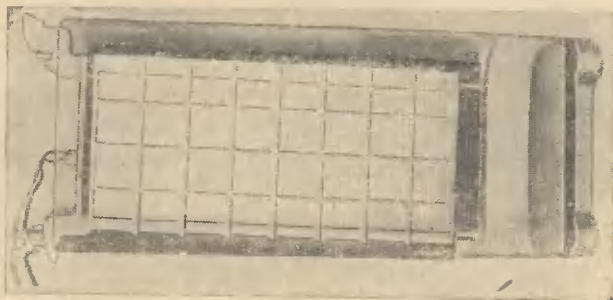


Рис. 20. Светло-серый шлам на дне сосуда.

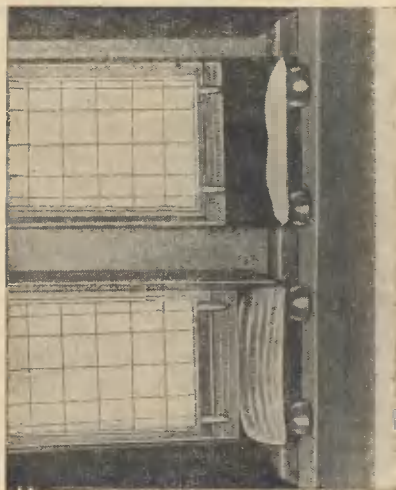


Рис. 21. Влияние загрязнений электролита на рост положительных пластин и количество шлама.

предотвращена. Если сульфатация допущена, ее можно устранить весьма простыми способами.

Если сульфатация не очень глубокая, сульфатированные элементы не вырезают и всю батарею длительно заряжают током, равным 0,1 нормального зарядного тока. Признаком окончания десульфатации будет повышение плотности электролита до 1,21 и его неизменность в течение 2 ч.

Если плотность электролита поднимается выше 1,21, то это явный признак того, что элемент доливался электролитом вместо воды. После окончания заряда часть электролита из этого элемента нужно отсосать грушей и путем добавки дистиллированной воды довести электролит до плотности 1,21.

В случаях глубокой сульфатации аккумуляторы подвергают специальному десульфатационному заряду.

**Неисправности сепарации.** Наиболее распространенной неисправностью деревянной сепарации является ее почернение и потеря механической прочности. Как правило, это происходит или от недопустимо высокой концентрации электролита или от недопустимо высокой температуры электролита. Достаточно указать, что при температуре 40° С сепаратор служит в 3 раза меньше, чем при температуре 25° С.

Почерневшие сепараторы подлежат замене. При полной замене сепарации необходимо первые 2—3 заряда удлинить на 0,5—1 ч.

При глубокой сульфатации аккумулятора сульфат откладывается и на сепараторах. Это вызывает увеличение электрического сопротивления сепараторов, а следовательно, увеличение внутреннего сопротивления элемента в целом. Такие сепараторы подлежат безусловной замене. Ниже дается сводная таблица неисправностей стационарных аккумуляторов (табл. 8).

**Неисправности электролита.** Основной неисправностью электролита является загрязнение вредными примесями.

Наиболее опасными и часто встречающимися примесями являются примеси: железо, хлор и азотистые вещества. Примеси вносятся в аккумуляторы в основном кислотой и с доливочной водой.

**Железо,** попавшее в электролит, растворяется, и его соли воздействуют на пластины обоих полярностей, вызывая их саморазряд. При наличии в электролите 0,015%



## Неисправности аккумуляторов, их признаки и причины

Видимые признаки	Причина неисправности	Способ устранения
------------------	-----------------------	-------------------

## Неисправности пластин

*Ненормальная сульфатация*

а) Белые пятна на положительных пластинах, поверхность песчанистая	а) Недостаточен фор-мировочный заряд	а) В начальной стадии ненормальной сульфатации обычно достаточно провести уравнительный заряд
б) Слишком высокое напряжение в начале заряда (до 3 в)	б) Систематические недозаряды	б) При глубокой сульфатации проводится десульфатационный заряд
в) Преждевременное газообразование при заряде	в) Чрезмерно глубокие разряды	в) Устраняются причины, перечисленные в пп. б, в, г, д, е, ж, з, и
г) Ненормальное повышение температуры электролита при заряде (одновременно с п. 1б)	г) Продолжительное бездействие батареи	
д) Разбухание отрицательных пластин, часть активной массы вытеснена в шлам	д) Оставление батареи без заряда длительное время е) Недостаточный уровень электролита ж) Доливка элементов кислотой вместо воды з) Отсутствие уравнительных зарядов и) Слишком высокая температура аккумулятора помещения	—

*Короткие замыкания*

а) Слишком низкое напряжение элемента в конце заряда	а) Попадание между пластинами капель или нитей паяльного свинца	а) При помощи компаса найти и устранить короткое замыкание
--	---	--

Видимые признаки	Причины неисправности	Способ устранения
б) Отсутствие или запаздывание газо-выделения элементом	б) Образование мостиков из-за отпадания активной массы положительных пластин или перфорация отрицательных пластин	б) Выправить покоробленные пластины или проложить дополнительно полоски шпона
в) Слишком низкая плотность электролита в элементе в конце заряда	в) Коробление положительных пластин	в) Сменить неисправные сепараторы
г) Повышение температуры электролита (одновременно с признаком п. 2а)	г) Износ и разрушение сепарации д) замыкание через шлам или через упавшие пружины или трубки	г) Ликвидировать замыкание через шлам

*Коробление пластин*

Покороблены положительные пластины	а) Чрезмерно большой ток формирочного заряда б) Чрезмерные зарядные и разрядные токи в) Глубокие разряды г) Ненормальная сульфатация д) Короткое замыкание е) Низкий уровень электролита ж) Недостаточное перемешивание электролита з) Примеси в электролите	а) Устранить причины, перечисленные в пп. б, в, г, д, е, ж, з б) Вырезать и выправить покоробленные пластины (если они не старше 3 лет) или проложить дополнительную сепарацию
Покороблены отрицательные пластины	Результат давления соседней положительной пластины	Выправить покоробленные пластины

*Рост положительных пластин*

Чрезмерный рост положительных пластин	а) Систематические глубокие разряды	Для прекращения дальнейшего роста устранить причины по пп. а, б, в, г, д
---------------------------------------	-------------------------------------	--

Видимые признаки	Причины неисправности	Способ устранения
	б) Разряды недопустимо большими токами в) Ненормальная сульфатация г) Короткие замыкания д) Примеси в электролите	

*Усадка активной массы отрицательных пластин*

Активная масса не заполняет ячейки полностью	а) Систематические недозаряды б) Систематические глубокие разряды в) Чрезмерный ток разряда г) Слишком низкая температура электролита д) Чрезмерный перезаряд при непрерывном газовыделении е) Чрезмерный зарядный ток ж) Старость пластин з) Старение деревянной сепарации	а) Устранить причины по пп. а, б, в, г, д, е б) Сменить сепарацию в) Сменить пластины
--	--	---

*Чрезмерное шламообразование*

На дне сосудов большой слой коричневого шлама	а) Большой срок службы пластин б) Слишком высокое напряжение подзаряда в) Систематические излишние заряды и перезаряды	а) Устранить причины пп. б и в б) При слишком большом слое шлама, откачать его
На дне сосудов большой слой светлосерого шлама	а) Чрезмерная систематическая сульфатация пластин б) Примеси в электролите	а) Найти и устранить причину сульфатации б) Проверить электролит и при необходимости сменить

Видимые признаки	Причины неисправности	Способ устранения
Слоистый шлам. Чередуются слои коричневого и светлого серого шлама	Систематическое применение для доливок воды, загрязненной хлором	Применять для доливок только проверенную воду

*Неисправности сепарации*

1. Чрезмерная хрупкость свежей сепарации	1. Неправильное выщелачивание	1. Сменить на доброкачественную
2. Очень хрупкая, цвет близок к черному	2. а) Естественное старение б) Чрезмерно высокая плотность электролита	2. Сменить на новую. Не допускать нарушений по п. б
3. Отбеленные сепараторы. Сторона фанерки, обращенной к положительной пластине, после высушивания, приобретает серебристый оттенок	3. Присмеси марганца в электролите	3. Сменить электролит и сепараторы

*Неисправности электролита*

1. Электролит мутный, коричневого цвета	1. Загрязнение частицами активной массы положительных пластин из-за длительного перезаряда с сильным газовыделением	1. Не допускать длительных перезарядов
2. Пониженная плотность электролита	а) Короткое замыкание в элементе б) Повышенный саморазряд в) Сульфатация пластин	2. Устранить причины
3. В конце заряда плотность электролита не достигла величины 1,20+1,21 (для С и СК) и 1,235—1,245 (для СП и СПК)	3. а) Заряд не доведен до конца б) Начальная плотность электролита ниже нормы в) Короткое замыкание	3. Устранить причины

Видимые признаки	Причины неисправности	Способ устранения
<i>Ненормальный саморазряд</i>		
1. Элемент в покое и при разряде газирует	1, 2. а) Загрязнение электролита вредными примесями (наиболее вероятно — железом)	1, 2. а) Проверить электролит
2. Емкость элемента, находящегося в покое быстро падает	б) Короткое замыкание в) Большие утечки из-за нарушения изоляции батареи относительно земли г) Ненормально высокая температура электролита д) Ненормально высокая плотность электролита	1, 2. Устранить причины по пп. б, в, г и д

железа (т. е. в 2 раза больше нормы 0,008%) самозаряд аккумулятора увеличивается в 3 раза.

Внешними признаками (рис. 21) загрязнения электролита железом являются ненормальный рост положительных пластин, их коробление, быстрый саморазряд элемента, пониженная емкость. Поскольку эти же признаки характерны и для других неисправностей (короткое замыкание, сульфатация), необходимо для проверки провести химический анализ электролита из подозрительного элемента.

Отбор проб для анализа производится из разряженного элемента, так как большинство примесей при разряде переходит в электролит. При обнаружении в электролите железа больше 0,008%, аккумулятор разряжают и удаляют из него электролит. После промывки аккумулятор заполняют дистиллированной водой и заряжают. Раствор заменяют свежим электролитом и аккумулятор разряжают. В конце раз-

ряда электролит проверяют на содержание железа. При недостаточной очистке обработка повторяется.

**Хлористые соединения**, попавшие в аккумулятор в результате химических реакций, преобразуются в соляную кислоту, действующую разрушающе на активную массу пластин обоих полярностей. В результате реакции соляной кислоты с двуокисью свинца выделяется газообразный хлор, запах которого и сигнализирует о загрязнении электролита. За счет выделения газообразного хлора содержание хлористых соединений в электролите постепенно уменьшается.

В элементе, загрязненном хлором, выпадает светлосерый шлам. Поэтому при систематическом применении доливочной воды, загрязненной хлором, после каждой доливки на нормальный коричневатый шлам откладывается слой светлого шлама, а в целом получается характерный слоеный шлам, изображенный на рис. 22.

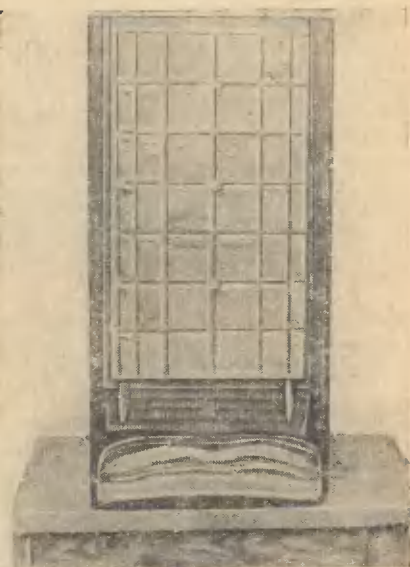


Рис. 22. Результат применения доливочной воды, содержащей хлор.

**Азотистые соединения** (обычно в виде аммиака) вызывают повышенный саморазряд отрицательных пластин и разрушающе действуют на основу положительных пластин.

Азотистые соединения постепенно при зарядах сами удаляются в виде двуоксида азота.

В случаях тяжелых загрязнений хлором и азотом аккумулятор разряжают, удаляют загрязненный электролит и промывают дистиллированной водой. После этого аккумулятор заполняют свежим электролитом и подвергают 2—3-кратному циклу заряд—разряд.



**Саморазряд аккумуляторов.** Саморазрядом называется потеря емкости аккумулятором, находящимся в бездействии. Саморазряд аккумулятора продолжается и при его разряде, а также заряде. Саморазряд неизбежен и объясняется паразитными химическими реакциями, происходящими в пластинах аккумулятора. Это так называемый **нормальный саморазряд**.

Для исправного аккумулятора типов С и СК ГОСТ 825-61 регламентирует этот нормальный саморазряд (см. табл. 9).

Таблица 9

**Нормы саморазряда аккумуляторов С и СК**

Продолжительность бездействия аккумулятора, сутки	Потери емкости за все время бездействия	Потери емкости за 1 сутки в среднем
	%, не более	
30	30	1,0
15	21	1,4
3	5,4	1,8

В исправном аккумуляторе саморазряд имеет максимальную величину в первые часы после заряда. Затем интенсивность саморазряда падает, снижаясь при длительном бездействии до 0,5% емкости в сутки. Снижение интенсивности объясняется образованием на поверхности активной массы отрицательных пластин слоя сульфата свинца, затрудняющего доступ электролита в глубь активной массы. Однако случается, что новый аккумулятор не держит заряда и полностью теряет емкость в 10—15 суток.

Старые аккумуляторы, исправно работавшие ряд лет, также могут практически внезапно начать терять емкость. Такой саморазряд является ненормальным и подлежит безусловному устранению.

Наиболее распространенными причинами ненормального саморазряда является длительная работа аккумуляторов при высокой температуре окружающей среды (а следовательно, и электролита) и слишком высокая плотность электролита. Необходим строгий контроль за температурой аккумуляторного помещения (особенно летом) и при необходимости включение вентиляции. Не следует допускать облучение аккумуляторов прямыми

солнечными лучами. Для предотвращения этого облучения необходимо стекла покрывать белой краской. Доливку аккумуляторов производить только водой.

Ненормальный саморазряд может быть из-за больших утечек при нарушении изоляции батареи, из-за конденсации паров электролита на сосудах, стеллажах и изоляторах.

При расслоении электролита из-за длительной работы при постоянном подзаряде без уравнительных зарядов также возникает ненормальный саморазряд. Нижние половины пластин, находящиеся в более плотном электролите, чем верхние половины, имеют потенциал по отношению к электролиту более высокий, чем верхние половины пластин. Между половинами пластин через электролит возникают токи, разряжающие пластины.

Однако все описанные выше причины повышенного саморазряда не вызывают, как правило, опасного состояния аккумуляторов. Более опасны ненормальные саморазряды, вызываемые попаданием в электролит вредных примесей. Наиболее вредна примесь железа. При содержании железа в электролите в количестве 0,015%, т. е. примерно в 2 раза больше допустимого для долго работавшего электролита, за 20 суток аккумулятор теряет до 50% емкости. При содержании железа 0,5% аккумулятор полностью теряет емкость через 10—12 суток. Столь же вредное действие оказывает марганец.

Длительное использование для доливок конденсата или дистиллированной воды, содержащих медь, может также вызвать ненормальный саморазряд.

При загрязнении электролита электроположительными металлами (к ним относится и медь) при саморазряде выделяется водород. Поэтому аккумулятор «газирует» при бездействии и даже при разряде.

Наиболее действенным средством против саморазряда является строжайший контроль доливочной воды. В случаях обнаружения в электролите недопустимых количеств вредных примесей негодный электролит должен удаляться. Аккумуляторы промываются проверенной дистиллированной водой (или проверенным конденсатом) и заливаются свежим электролитом.

**Десульфатация пластин.** Начальная стадия сульфатации, как уже указывалось выше, устраняется уравнительным зарядом батареев. Запущенную глубокую сульфатацию таким способом устранить не удастся. При глубокой запущенной сульфатации сульфат находится в форме плохо растворяющихся крупных кристаллов; поры пластин почти полностью закупорены этими кристаллами. Поэтому при нормальном заряде засульфатированный аккумулятор очень быстро начинает «газировать» и зарядный ток почти полностью расходуется на электролиз электролита. Поэтому десульфатацию пластин ведут малым током, не допуская длительного газообразования в первой половине заряда. Десульфатацию можно проводить двумя способами.

а) Заряд слабым током, в своем электролите

Если сульфатация не очень запущена, заряд можно вести в собственном электролите. Засульфатированные аккумуляторы доливают дистиллированной водой или конденсатом выше нормального уровня и включают на заряд нормальным зарядным током. После появления заметного газообразования зарядный ток отключают. Это отключение (на 20—30 мин) необходимо для того, чтобы пузырьки газа успели полностью выйти из пор пластин. После этого аккумуляторы повторно включаются на заряд током, равным 10% нормального зарядного тока. Эта величина тока строго поддерживается на всем протяжении заряда.

При слабом зарядном токе газообразование отсутствует или очень слабое. Поэтому, несмотря на сужение пор, электролит получает возможность проникать внутрь активной массы. Сульфат начинает растворяться, и образующаяся серная кислота выделяется в электролит. Постепенно весь сульфат переходит в активную массу и все элементы начинают усиленно газировать. Плотность электролита все время повышается и, достигнув определенной величины, стабилизируется. Неизменность напряжения и плотности электролита в течение 2 ч является признаком окончания десульфатации. Процесс десульфатации длится несколько суток.

### **б) Заряд слабым током в дистиллированной воде**

При очень тяжелой форме сульфатации заряд в собственном электролите может оказаться неуспешным. В таких случаях следует применить заряд в дистиллированной воде. Для этого аккумуляторы разряжают до 1,8 в на элемент. После этого из аккумуляторов удаляют электролит и заполняют их дистиллированной водой или конденсатом.

Через час аккумуляторы включают на заряд. Ток заряда так регулируют, чтобы напряжение на аккумуляторах не превышало 2,3 в на элемент. Ток заряда в начале будет очень малым. Но по мере растворения сульфата плотность электролита будет повышаться, вместе с этим будет и повышаться (практически автоматически) величина зарядного тока.

После того как плотность электролита достигнет величины 1,12 режим заряда изменяется. Дальнейший заряд ведется током, равным 20% нормального зарядного тока.

Когда плотность раствора перестанет повышаться и начнется равномерное газообразование, заряд прекращается. Аккумуляторы в течение 2 ч разряжаются током, равным 20% 10-часового разрядного тока. Затем аккумуляторы заряжаются тем же режимом до достижения постоянства напряжения и плотности электролита. Повторно разряжаются и опять заряжаются до достижения постоянства показаний. После этого добавлением раствора свежей серной кислоты электролит доводят до плотности 1,20—1,21. Для перемешивания электролита аккумуляторы дополнительно заряжают нормальным зарядным током до наступления сильного и равномерного газообразования.

## **6. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАЦИОНАРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С ПАНЦИРНЫМИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ПЛАСТИНАМИ (ТИПОВ СП и СПК)**

**Характеристики аккумуляторов СП и СПК.** Как уже указывалось выше, поверхностные положительные пластины требуют для их изготовления большое количество

чистого свинца. При этом основа пластины, т. е. часть, не участвующая в электрохимических процессах (см. рис. 2), составляет преобладающую долю расхода свинца. Поэтому были разработаны и выпускались стационарные аккумуляторы с панцирными пластинами, в которых соотношение активной и конструктивных частей пластины более благоприятное.

Положительная панцирная пластина представляет собой, грубо говоря, свинцовую рамку, в которую впаяно большое количество свинцовых стержней с нанесенной на них активной массой. Для того чтобы активная масса при зарядах и разрядах не оползала, она заключена в эбонитовые цилиндры (панцири) с узкими прорезями для доступа электролита. В качестве отрицательных пластин в аккумуляторах СП и СПК применяются коробчатые пластины, аналогичные по конструкции отрицательным пластинам аккумуляторов С и СК.

По сравнению с аккумуляторами, собранными на поверхностных положительных пластинах, аккумуляторы с панцирными положительными пластинами имеют более круто падающую разрядную характеристику. Поэтому при наложении на длительную нагрузку толчков нагрузки (например, в конце ликвидации аварии на электростанции, при включении электромагнитных приводов масляных выключателей) напряжение на батарее может упасть до недопустимого.

Данные аккумуляторов СП и СПК приведены в табл. 10.

**Включение в работу аккумуляторов после замены пластин.** После окончания монтажа и установки сепарации аккумуляторы заполняются электролитом удельного веса 1,22, охлажденным до температуры 20°С, и оставляются в покое на 2—4 ч, после чего включаются на формировочный заряд.

Формировочный заряд производится в две ступени. Длительность первой ступени примерно 20 ч, второй ступени примерно 40 ч.

Переход с тока заряда первой ступени на ток заряда второй ступени осуществляется после того, как напряжение на большинстве элементов достигнет 2,4 в.

В табл. 11 приведены величины тока формировочного заряда для аккумуляторов СП и СПК.

Таблица 10

## Данные аккумуляторов типа СП и СПК

Тип аккумулятора	Номинальная емкость, а·ч	Тип пластины	Число положительных пластин в элементе	Количество (ориентировочно) электролита плотностью 1,22 л
СП-35	35	П-35	1	3,3
СП-30	70	П-35	2	3,3
СП-105	105	П-35	3	4,5
СП-140	140	П-35	4	6,0
СП-175	175	П-35	5	7,0
СП-210	210	П-35	6	8,5
СП-240	240	П-48	5	11,5
СП-288	288	П-48	6	13,8
СП-336	336	П-48	7	16,0
СП-384	384	П-48	8	18,4
СП-432	432	П-48	9	20,7
СП-480	480	П-48	10	23,0

Таблица 11

## Ток и емкость формировочного заряда аккумуляторов СП и СПК

Ток аккумулятора	Номинальная емкость, а·ч	Ток формирования, а		Количество ампер-часов, сообщаемое батарее при формировании
		I ступень	II ступень	
СП-35	35	6	3	245
СП-70	70	12	6	490
СП-105	105	18	9	735
СП-140	140	24	12	980
СП-175	175	30	15	1 225
СП-210	210	36	18	1 470
СП-240	240	45	22,5	1 680
СП-288	288	54	27	2 016
СП-336	336	63	31,5	2 352
СП-384	384	72	36	2 688
СП-432	432	81	40,5	3 024
СП-480	480	90	45	3 360

Поскольку табл. 11 не полностью охватывает все типоразмеры аккумуляторов СП и СПК, при формировочном заряде типов, не охваченных таблицей, можно руководствоваться следующим: величина формировочного тока на одну положительную пластину не должна превышать:



а) для пластины типа П-35 — 6 а для первой ступени заряда и 3 а для второй ступени заряда;

б) для пластины типа П-48 — 9 и 4,5 а соответственно;

в) для пластины 2П-48 — 18 и 9 а.

Признаками завершения формировочного заряда являются:

1) постоянство плотности электролита (1,235—1,245) в течение 3—4 ч;

2) постоянство напряжения на уровне 2,5—2,75 в;

3) равномерное бурное газообразование во всех элементах. Аккумуляторы с панцирными положительными пластинами должны отдавать гарантированную емкость после трех тренировочных зарядов—разрядов. Контрольные испытания таких аккумуляторов в случае необходимости проводятся способом, описанным в § 3. При этом начальная плотность электролита должна быть не менее 1,235—1,245, а конечная (после разряда) — не менее 1,185.

**Заряды, разряды и уравнильные заряды аккумуляторов СП и СПК.** Заряд аккумуляторов СП и СПК производится в две ступени. Максимально допустимые токи заряда приведены в табл. 12.

Переход с первой ступени заряда на вторую осуществляется после того, как на большинстве элементов напряжение поднимется до 2,4 в.

Заряд можно считать законченным после того, как:

а) напряжение на элементах, поднявшись до 2,5—2,75 в, будет в течение 2 ч неизменным;

б) плотность электролита, достигнув значения 1,235—1,245, не изменяется в течение 2 ч;

в) все элементы равномерно и интенсивно «газируют».

При разряде аккумуляторов СП и СПК можно руководствоваться теми же правилами, что и для аккумуляторов С и СК. Максимальные разрядные токи в каждом режиме приведены в табл. 12.

Конечное напряжение разряда не должно быть ниже 1,7 в на элемент при разряде током 1-часового режима; 1,75 в при разряде током 2—5-часового режима; 1,8 в при разряде током 7—10-часового режима и 1,9 в при разряде более длительными режимами.

Таблица 12

## Ток заряда и разряда и емкость аккумуляторов типа СП

Тип аккумуляторов	Ток при заряде, а		При разряде в течение								5 сек (толчки), а
	I ступень	II ступень	Для элементов СП				Для элементов СПК				
			10 ч		3 ч		1 ч		Емкость, а·ч		
			Ток, а	Емкость, а·ч	Ток, а	Емкость, а·ч	Ток, а	Емкость, а·ч			
СП-35	8	4	3,5	35	7,5	22,5	15	15	15	37,5	
СП-70	16	8	7	70	15	45	30	30	30	75	
СП-105	24	12	10,5	105	22,5	67,5	45	45	45	112,5	
СП-140	32	76	14	140	30	90	60	60	60	150	
СП-175	40	20	17,5	175	37,5	112	75	75	75	187,5	
СП-210	48	24	21	210	45	135	90	90	90	225	
СП-240	60	30	24	240	55	165	115	115	115	287,5	
СП-288	78	36	28,8	288	66	198	138	138	138	345	
СП-336	84	42	33,6	336	74	231	161	161	161	402,5	
СП-384	96	48	38,4	384	88	264	184	184	184	460	
СП-432	108	54	43,2	432	99	300	207	207	207	517,5	
СП-480	120	60	48	480	110	330	230	230	230	575	

Примечание. Значения тока приведены максимально допустимые.

Уравнильные заряды батареи из аккумуляторов СП и СПК безусловно необходимо производить в следующих случаях:

а) если батарея неоднократно разряжалась или разряжалась током, превышающим максимальный разрядный ток;

б) при длительном бездействии батареи;

в) если установлено, что батарея систематически недозаряжалась;

г) при обнаружении неисправностей (отставание элементов по напряжению и плотности электролита);

д) если батарея после полного разряда оставалась более суток незаряженной.

Периодические уравнильные заряды аккумуляторных батарей СП и СПК, так же как и батареи аккумуляторов С и СК, должны производиться раз в 3 мес. Перед уравнильным зарядом батарея разряжается до напряжения 1,75 в на элемент. После этого батарее дается нормальный заряд. После 1—1,5 ч перерыва в электролит добавляется дистиллированная вода из расчета доведения плотности электролита до 1,22. Затем батарея в течение 6—8 ч заряжается током, равным 20% максимального зарядного тока. После 1 ч перерыва батарея повторно в течение 6—8 ч заряжается током, равным 20% максимального.

Признаком завершения уравнильного заряда служит обильное газообразование на положительных пластинах. Через полчаса после окончания уравнильного заряда во всех элементах проверяется плотность электролита. При обнаружении элементов с плотностью выше 1,245 в них добавляется дистиллированная вода. В элементы, где плотность электролита окажется ниже 1,235, кислота не добавляется. Плотность электролита выравнивается в процессе эксплуатации. Если в элементы добавлялась вода, то батарею нужно включить на заряд до наступления газообразования, что обеспечит необходимое перемешивание.

Батареи аккумуляторов СП и СПК, работающие в режиме постоянного подзаряда, следует 1 раз в месяц подвергать тренировочному разряду.

В настоящее время выпуск аккумуляторов СП и СПК прекращен. Однако значительное количество этих аккумуляторов находится в эксплуатации.

---

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЛАСТИКАТОВЫХ ЧЕХЛОВ-ВКЛАДЫШЕЙ ДЛЯ КЕРАМИКОВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ СОСУДОВ

Для предотвращения течей из керамиковых аккумуляторных сосудов рекомендуется вкладывать в них пластиковых чехлы-вкладыши. Для их изготовления может применяться любой легко сваривающийся листовый пластикат, устойчивый к длительному воздействию серной кислоты удельного веса 1,20—1,25 при температуре 40—45° С. Пластикат не должен выделять в электролит каких-либо вредных для пластин примесей.

При раскрое чехлов-вкладышей нельзя размеры определять по таблицам. Керамиковые сосуды имеют допуски размеров до  $\pm 10$  мм. Поэтому табличные размеры используют только для определения общего количества пластика на батарею и для изготовления приспособлений.

Каждый чехол-вкладыш должен раскраиваться по точным, снятым с натуры, размерам банки, для которой он делается. При раскрое не следует допускать, чтобы вертикальные швы попадали в угол чехла. Сварка производится горячим воздухом ( $t=210\div 230^\circ\text{C}$ ) с применением сварочных прутков из того же материала. Можно производить сварку и без сварочных прутков. Ниже описаны оба метода.

### а) Сварка с применением прутка

Для изготовления чехлов-вставок применяется листовый винилпласт толщиной 3 мм (для стенок и накладок) и 8 мм (для днищ).

Выкройку боковых стенок для реальной банки аккумулятора СК-24 показана на рис. 23. На обоих узких сторонах снимаются фаски. Винилпласт такой толщины в холодном виде не сгибается. По линии будущих сгибов винилпласт нагревается до 90—100° С, загибается на 90° и в прижатом виде охлаждается.

Вертикальный шов выполняется по рис. 24. Получившуюся бездонную коробку внизу (там, где вваривается дно) усиливают прокладкой шириной 50 мм. Дно сосуда (в данном случае размером 370×282 мм) вваривается в коробку в соответствии с рис. 25.

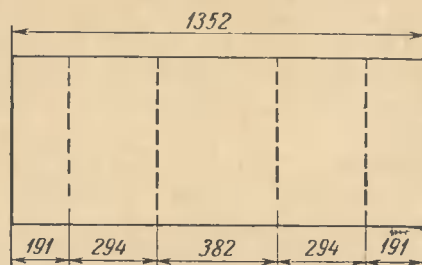


Рис. 23. Раскрой стенок вкладыша для аккумулятора СК-24 из жесткого винипласта.

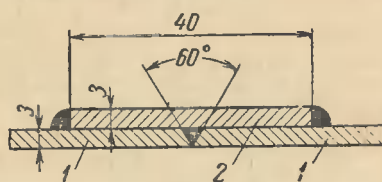


Рис. 24. Конструкция вертикального шва.

1 — стенка; 2 — накладка.



Рис. 25. Конструкция донного шва.

1 — стенка вкладыша; 2 — прокладка; 3 — днище.

Все швы выполняются с применением сварочных винипластовых электродов диаметром 3 мм. Вертикальные швы, приварка накладки выполняются тремя электродами. Приварка днища производится восемью электродами.

Процесс сварки осуществляется одновременным нагревом горячим воздухом свариваемых деталей и винипластового прутка, вкладываемого в шов. При недостаточном нагреве свариваемых деталей

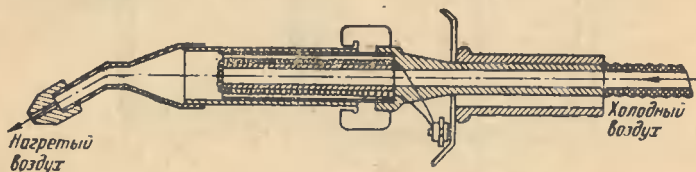


Рис. 26. Конструкция сварочного пистолета.

и прутка прутки не привариваются и при охлаждении отстают. При перегреве винипласт разлагается и шов получается непрочным.

Правильный режим нагрева устанавливается на пробных образцах. Горячий воздух подается к месту сварки сварочным пистолетом. Принцип устройства пистолета показан на рис. 26.

Нагрев воздуха — прямоточный, от раскаленных стенок керамического цилиндра, нагреваемого нихромовой спиралью. Холодный

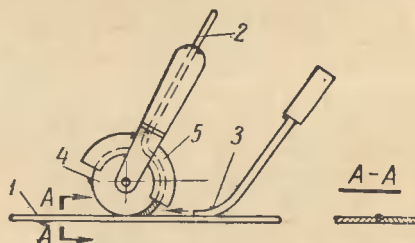


Рис. 27. Ролик для прикатки сварочного прутка.

1 — свариваемый лист; 2 — сварочный винипластовый пруток; 3 — сопло сварочного пистолета; 4 — ролик; 5 — козырек для направления сварочного прутка.

воздух подается под давлением 1,5 ат. На выходе воздух должен иметь температуру 210—230° С. Регулирование температуры выходящего воздуха осуществляется или изменением количества подаваемого холодного воздуха, или изменением напряжения, подводимого к спирали. Диаметр выходного отверстия сопла подбирается опытом, оптимальный размер 3 мм.

При сварке прутки для лучшего образования шва должны прижиматься каточком или другим приспособлением. Ленинградское



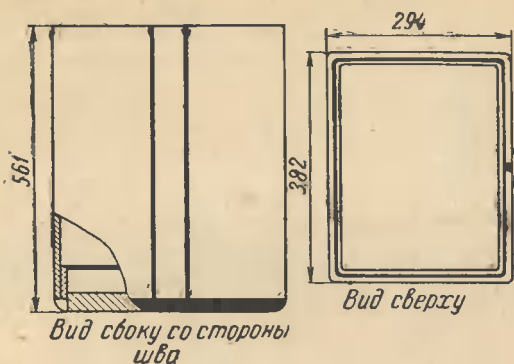


Рис. 28. Готовый чехол-вкладыш, сделанный из жесткого винипласта.

отделение ВПИ ТЭП рекомендует для прижимания сварочного прутка применять специальный ролик (рис. 27). Поскольку пруток размягчается быстрее кромки листа, струю воздуха следует направлять на кромку, обогревая пруток попутно. Чертеж готового чехла-вкладыша показан на рис. 28.

б) Сварка без применения сварочного прутка  
(по материалам Ленинградского отделения ВПИ ТЭП)

При такой технологии целесообразно применение цельнокроенных чехлов-вкладышей. На рис. 29 показан раскрой для аккумулятора СК-24. Материал вкладыша — пластифицированный винипласт толщиной 2 мм. Вертикальный шов выполняется с накладкой ши-

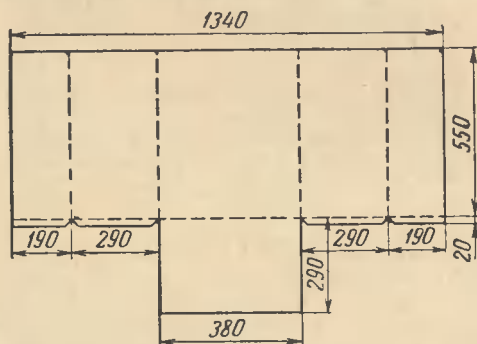


Рис. 29. Раскрой стенок и днища чехла-вкладыша для аккумулятора СК-24 из пластифицированного винипласта.

риной 15—20 мм. Под накладку подводится горячий воздух. По мере размягчения листов и накладки последняя прижимается роликом. Стык соединяемых листов не обрабатывается.

Днище вкладыша может привариваться к отогнутым кромкам боковых стенок снаружи (рис. 30,а) или изнутри (рис. 30,б). Во втором случае боковая накладка не должна доходить до края кромки. Ленинградское отделение ВГПИ ТЭП предлагает несколько

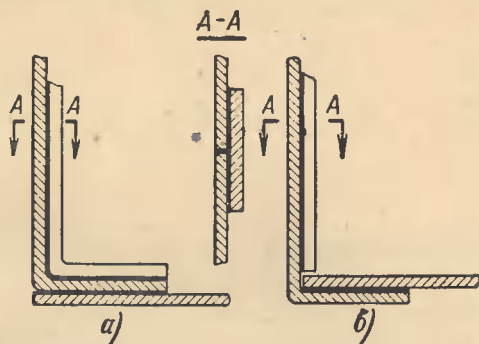


Рис. 30. Конструкция вертикального и донных швов при цельнокроенном типе чехла-вкладыша.

отличный от рассмотренного выше сварочный пистолет (рис. 31). В этом пистолете проход воздуха не прямоточный. Воздух поступает в передний конец нагревательной камеры, проходит мимо раскалиенной нихромовой спирали и в заднем конце камеры выходит в подающую трубку. У такого пистолета при сварке без прутка

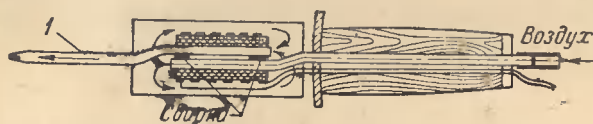


Рис. 31. Конструкция сварочного пистолета.

целесообразно применять сопло в виде лопаточки. При пользовании жестким винипластом предпочтителен первый способ, а при пользовании пластифицированным винипластом или другим пластичным материалом проще и дешевле второй способ.

Готовые чехлы-вкладыши проверяются на плотность, для чего их на сутки заполняют водой. При обнаружении течей дефектные места подвариваются.

После проверки чехол-вкладыш помещается в промытый и просушенный керамиковый бак и в него вставляются аккумуляторные пластины. При пайке пластин нужно тщательно следить за тем, чтобы капли расплавленного свинца не попадали на чехол-вкладыш,

а нагретые частицы с ним не соприкасались. Поскольку верхние кромки чехла-вкладыша могут не прилегать к стенкам керамического сосуда, нужно проверить, не будет ли электролит, стекающий с покровного стекла, попадать между стенкой сосуда и вкладышем. В сомнительных случаях стекло нужно обрезать.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Устройство стационарных аккумуляторов . . . . .	3
2. Эксплуатация стационарных аккумуляторов . . . . .	16
3. Включение в работу новой аккумуляторной батареи . . .	32
4. Электролит . . . . .	41
5. Неисправности аккумуляторов и их устранение . . . . .	50
6. Особенности эксплуатации стационарных аккумуляторов с панцирными положительными пластинами . . . . .	69
Приложение. Изготовление пластиковых чехлов-вкладышей для керамических аккумуляторных сосудов . . . . .	75

---

Цена 15 коп.

## БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

### ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

- Гомберг А. Е. и Мусаэлян Э. С., Проверки и испытания турбогенераторов в процессе монтажа (Вторичные устройства) (Вып. 104)
- Лазин А. И., Короткозамыкатели и отделители (Вып. 105)
- Черняк А. А., Как читать схемы общепромышленных электроустановок (Вып. 106)
- Седаков Л. В., Конденсаторные установки (Вып. 107)
- Овчаров Ф. Ф., Типовые ремонты турбогенераторов (Вып. 108)
- Брамаров Е. А., Как сделать простейшее устройство телесигнализации и телеизмерения (Вып. 109)
- Стасюк В. Н., Монтаж тяговой сети электрифицированного промышленного транспорта (Вып. 110)
- Фридкин И. А., Эксплуатация кабельных линий 1—35 кв (Вып. 111)
- Малкин Д. Я., Применение газоразрядных источников света (Вып. 112)
- Васильев А. А. и Симочатов Н. П., Усиление масляных выключателей 6—220 кв (Вып. 113)
- Минин Г. П., Реактивная мощность (Вып. 114)
- Сохранский С. Т. и Хромченко Г. Е., Эпоксидные кабельные муфты и заделки (Вып. 115)
- Белоцерковец В. В., Малая механизация в электромонтажном производстве (Вып. 116)
- Гурвич В. Г. и Колузаев А. М., Ремонт и эксплуатация быстродействующих выключателей типа ВАБ-28 (Вып. 117)
- Юряков П. А., Перенапряжения и электрическая прочность высоковольтной изоляции (Вып. 118)
- Дидух Ю. И. и Кутьин А. И., Опыт эксплуатации аппаратуры режимной автоматики ртутных выпрямителей (Вып. 119)

### ГОТОВЯТСЯ К ИЗДАНИЮ

- Звенигородский И. С. и Фролов Ю. А., Применение стальных проводов в сетях низкого напряжения
- Плетнев Л. Ф., Устройства автоматики в городских электросетях

Издательство «Энергия» заказов на книги не принимает и книги не высылает. Книги, выходящие массовым тиражом, высылают наложенным платежом без задатка отделения «Книга—почтой».

Отделения «Книга—почтой» имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР.

Заказ следует адресовать так: название республиканского, краевого или областного центра, книготорга, отделению «Книга—почтой».