

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 23-26 февраля 2010 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 19-22 октября 2010 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 22 октября 2010 г.

**Р  
655/2**

# **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения.....	3
2. Меры безопасности и защиты окружающей среды.....	3
3. Электролит.....	4
4. Обслуживание аккумуляторных батарей.....	7
4.1. Общие рекомендации.....	7
4.2. Обслуживание щелочных никель - кадмиевых и никель – железных аккумуляторных батарей.....	7
4.3. Обслуживание свинцово-кислотных аккумуляторных батарей.....	8
5. Восстановление аккумуляторных батарей.....	10

## **1. Область применения**

Данные рекомендации распространяются на открытые призматические щелочные (никель – кадмиевые, никель – железные) и свинцово-кислотные аккумуляторные батареи (далее - АБ), используемые на тяговом, моторвагонном подвижном составе и пассажирских вагонах.

## **2. Меры безопасности и защиты окружающей среды**

2.1. Запрещается в одном и том же помещении выполнять работы с щелочными и свинцово-кислотными АБ, также запрещается хранить их в одном помещении.

2.2. Поскольку при заряде АБ, особенно в заключительной его фазе, из аккумуляторов выделяется водород и кислород и образуется взрывоопасная газовая смесь, заряд аккумуляторов следует производить в хорошо вентилируемом помещении. В помещениях, где выполняется заряд, на расстоянии менее 2 метров от АБ запрещается применение открытого пламени и курение.

2.3. Помещение для хранения аккумуляторов должно быть сухим с температурой воздуха не выше +50° С, при условии защиты АБ от прямых солнечных лучей.

2.4. При работе с АБ необходимо использовать инструмент с изолированными ручками. При работе с металлическими инструментами нельзя допускать одновременного его прикосновения к разнополярным выводам АБ.

2.5. При приготовлении электролита необходимо вводить щелочь или кислоту в воду. Запрещается вливать воду в сухую и концентрированную щелочь или концентрированную кислоту, т.к. это может привести к вскипанию воды и разбрызгиванию электролита.

2.6. Приготовление и заливка электролита производятся персоналом в средствах индивидуальной защиты.

2.7. При попадании электролита на кожу или одежду необходимо в течение не менее 10-15 минут промывать пораженное место водой, после чего:

- при попадании щелочного электролита промыть 3% раствором борной кислоты;

- при попадании кислотного электролита промыть 10% раствором пищевой соды или 3% раствором аммиака.

Затем место попадания электролита необходимо вновь промыть проточной водой.

При попадании электролита в глаза необходимо немедленно промыть их струей воды, а при попадании щелочного электролита - дополнительно 1,5% раствором борной кислоты, и обратиться к врачу. При попадании щелочи в рот следует прополоскать рот подкисленной уксусом водой (1 столовая ложка 9% уксуса на стакан воды) и обратиться к врачу.

2.8. Запрещается сливать электролит, кислоту и щелочи в канализацию.

2.9. Утилизация АБ и отходов от их обслуживания (электролит, кислота, щелочь и т.д.) должны выполняться в соответствии с действующим национальным законодательством.

## **3. Электролит**

3.1. В щелочных АБ используется щелочной электролит, а в свинцово-кислотных – кислотный электролит. Состав и плотность электролита определяется разработчиком (производителем) аккумуляторов.

3.2. Для приготовления электролита должны использоваться емкости из нейтральных материалов (пластмассы, керамики). Для приготовления щелочного электролита может использоваться емкость из стали, для кислотного электролита – емкость из свинца.

3.3. Категорически запрещается при приготовлении щелочного и кислотного электролита использовать одни и те же емкости и оснастку (посуду, воронки, мешалки, ареометры и др.).

3.4. Для приготовления электролита и корректировки его уровня в аккумуляторах следует применять дистиллированную или деионизированную воду, имеющую следующие показатели:

Массовая концентрация остатка после выпаривания, мг/дм <sup>3</sup> , не более	5
Аммиак и аммонийные солей (NH <sub>4</sub> ), мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,02
NO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,2
SO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,5
Cl, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,02
Al, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,05
Fe, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,05
Ca, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,8
Cu, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,02
Pb, %, не более	0,05
Zn, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,2
Вещества, восстанавливающих KMnO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,08
pH воды	5,4 - 6,6
Удельная проводимость при 20° С, Сименс/метр, не более	5·10 <sup>-4</sup>

3.5. Для приготовления щелочного электролита используется гидроксид калия (KOH) или гидроксид натрия (NaOH) и гидроксид лития (LiOH). В электролит некоторых типов аккумуляторов добавляется сернистый натрий (Na<sub>2</sub>S). Если иное не оговорено разработчиком (производителем) аккумуляторов, указанные вещества должны соответствовать следующим требованиям:

#### 3.5.1. Гидроксид калия

Показатель	Твердое вещество	Раствор
Массовая доля едких щелочей (KOH+NaOH) в пересчете на KOH, %, не менее	95,0	54,0
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , %, не более	1,5	0,4
Na в пересчете на NaOH, %, не более	2,0	1,7
Fe, %, не более	0,03	0,004
KClO <sub>3</sub> , %, не более	0,2	0,15
Хлориды в пересчете на Cl, %, не более	0,7	0,7
Сульфаты (SO <sub>4</sub> ), %, не более	0,05	0,03
Ca, %, не более	0,01	0,005
Al, %, не более	0,005	0,003
Si, %, не более	0,02	0,15
Нитраты и нитриты в пересчете на N, %, не более	0,003	0,003

### 3.5.2. Гидроокись натрия

Показатель	Твердое вещество	Раствор
Массовая доля NaOH, % не менее	98,5	45,5
NaHCO <sub>3</sub> , %, не более	0,8	1,1
NaCl, %, не более	0,05	1,0
Fe в пересчете на Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %, не более	0,004	0,008
Сумма окислов Fe и Al, %, не более	0,02	0,05
Кремниевая кислота в пересчете на SiO <sub>2</sub> , %, не более	0,02	0,5
Cu, %, не более	Не нормируется	0,002
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %, не более	0,03	Не нормируется
Ca и Mg в пересчете на Ca, % не более	0,01	Не нормируется
NaClO <sub>3</sub> , %, не более	0,01	Не нормируется
Hg, %, не более	0,0005	Не нормируется

3.5.3. Указанные в п.п. 3.5.1 и 3.5.2 нормы примесей даны в массовых долях, нормы примесей для раствора даны в пересчете на 100% продукт.

3.5.4.

3.5.5. Гидроокись лития должен содержать массовую долю (LiOH) не менее 53%. Массовая доля примесей не должна превышать значений:

Карбонаты (CO <sub>3</sub> ), %	0,8
---------------------------------	-----

Na+K, %	1,0
Ca, %	0,06
Mg, %	0,01
Al, %	0,05
Fe, %	0,01
Si, %	0,04
Pb, %	0,01
Хлориды в пересчете на Cl, %	0,04
Сульфаты (SO <sub>4</sub> ), %	0,1

3.5.6. Сернистый натрий (Na<sub>2</sub>S) обычно используется в виде кристаллогидратов (Na<sub>2</sub>S x 9H<sub>2</sub>O). Массовая доля примесей не должна превышать значений:

Нерастворимые в воде вещества, %	0,005
Вещества (SO <sub>2</sub> ), окисляемые йодом, %	0,4
Общий азот (N), %	0,006

3.6. Для приготовления кислотного электролита используется серная кислота, имеющая массовую долю моногидрата (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 92 - 94%. Массовая доля примесей не должна превышать значений:

Fe, %	0,01
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	0,0001
As, %	0,00008
Cl (соединения), %	0,0003
Mn, %	0,0001
Cu, %	0,0005
Остаток после прокаливания, %	0,03
Тяжелые металлы в пересчете на Pb, %	0,01
Вещества, восстанавливающие KMnO <sub>4</sub> , мл раствора с (1/5 KMnO <sub>4</sub> ) = 0,01 моль/л,	7

3.7. После приготовления кислотного электролита его следует выдержать для охлаждения до температуры 20 - 25° С, после чего выполнить корректировку плотности.

При приготовлении щелочного электролита ему дают отстояться в течение 24 часов при температуре 20 - 25° С, после чего осветленную часть слить с осадка и при необходимости выполнить корректировку плотности.

3.8. При первой заливке сухих АБ электролит следует заливать с избытком, так как при пропитке электродов его первоначальный уровень понижается. Для пропитки электродов и стабилизации уровня электролита батарею выдерживают около 4 часов, после чего выполняется корректировка уровня электролита и контрольно-тренировочные циклы заряд - разряд.

#### 4. Обслуживание аккумуляторных батарей

## 4.1. Общие рекомендации

4.1.1. Контрольно-тренировочные циклы заряд-разряд и определение емкости АБ в процессе ее эксплуатации следует производить в соответствии с рекомендациями разработчика (производителя) АБ.

4.1.2. Сопротивление изоляции АБ  $R_x$  [кОм] относительно металлоконструкции батарейного отсека определяется с помощью прибора для измерения полного сопротивления изоляции аккумуляторных батарей, имеющего класс точности не ниже 2,5, или с помощью вольтметра с внутренним сопротивлением  $R_{BH} \geq 500$  кОм по формуле Фриша:

$$R_x = R_{BH} \cdot \left( \frac{U_{AB}}{U_1 + U_2} - 1 \right) \quad (1)$$

где:  $R_{BH}$  – внутреннее сопротивление вольтметра, кОм;

$U_{AB}$  – напряжение на зажимах батареи, В;

$U_1$  – напряжение между положительным выводом батареи и металлоконструкцией батарейного отсека, В;

$U_2$  – напряжение между отрицательным выводом батареи и металлоконструкцией батарейного отсека, В.

## 4.2. Обслуживание щелочных никель – кадмиевых и никель - железных аккумуляторных батарей

Если иное не определено разработчиком (производителем) АБ следует выполнять следующие рекомендации:

4.2.1. Контроль и корректировка уровня электролита в процессе эксплуатации АБ выполняется на плановом виде технического обслуживания или ремонта. Корректировка уровня должна выполняться только добавлением дистиллированной воды.

4.2.2. Контроль плотности электролита при эксплуатации АБ проводится с интервалом не более 6 месяцев. Корректировка плотности электролита проводится, если ее величина ниже минимально допустимой. Не следует измерять плотность электролита сразу после доливки электролита, необходимо провести несколько циклов заряд - разряд, чтобы электролит перемешался.

4.2.3. Определение содержания карбоната калия ( $K_2CO_3$ ) в электролите выполняется на технологических ремонтах, при которых аккумуляторная батарея снимается с подвижного состава.

4.2.4. Содержание карбоната калия [г/л] можно определить по соотношению объемов соляной кислоты, затраченной на титрование пробы электролита при определении общей щелочности (V) (индикатор – метилоранж) и затраченной на титрование при определении гидроксида калия ( $V_1$ ) (индикатор – фенолфталеин).

Для определения V [мл] берется 20 мл электролита, разбавляется водой до 100 мл, перемешивается, затем 10 мл разбавленного раствора повторно разбавляется водой до 100 мл, прибавляется 2 капли метилоранжа и титруется однонормальным раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски в оранжевую.

Однонормальным является раствор, содержащий 82,8 мл концентрированной соляной кислоты удельного веса 1,19 г/мл в 1 литре воды.

Для определения  $V_1$  [мл] берется 20 мл электролита, разбавляется водой до 100 мл, перемешивается, отбирается 10 мл разбавленного раствора, прибавляется к нему 80 мл воды и 20 мл 10 % раствора хлорида бария, перемешивается, закрывается пробкой и оставляется на 5 минут. Затем к полученному раствору прибавляется 2 - 3 капли индикатора - фенолфталеина и раствор титруется однонормальным раствором соляной кислоты до обесцвечивания.

Содержание карбоната калия  $X$  [г/л] определяется как:

$$X = \frac{(V - V_1) \cdot 0,069 \cdot 100}{V_2} \quad (2)$$

где:  $V$  - объём однонормального раствора соляной кислоты, израсходованной при титровании электролита с метилоранжем, мл;

$V_1$  - объём однонормального раствора соляной кислоты, израсходованной при титровании с фенолфталеином, мл;

0,069 - титр однонормального раствора соляной кислоты по карбонату калия, г/л;

$V_2 = 20$  мл - объём электролита, взятый для титрования.

Подставляя в формулу (2) вышеуказанные значения, получаем:

$$X = 0,345 \cdot (V - V_1) \quad (3)$$

4.2.5. При превышении допустимой концентрации карбонатов кальция аккумуляторы промываются, а электролит заменяется на свежий. При промывке также удаляется скопившийся на дне аккумуляторов шлам.

4.2.6. Перед промывкой АБ необходимо разрядить до минимального напряжения, после чего батарею размонтируют, аккумуляторы закрепляют в кантователе и выливают из них электролит. Затем аккумуляторы заливают водой, выдерживают в течение часа, после чего воду сливают и заливают свежий электролит.

Для никель - железных АБ при значительном скоплении шлама может применяться струйная промывка. Для этого, после слива воды, аккумуляторы устанавливают на промывочное приспособление вниз горловиной. В горловину вводят штуцер через который подается теплая вода с температурой не выше 40° С под давлением не более 50,5 кПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>). Аккумуляторы промывают до вытекания из них светлой воды, после чего заливают их свежим электролитом.

4.2.7. При смене электролита и любом способе промывки во избежание порчи аккумуляторов они не должны более 2 часов находиться без электролита.

### 4.3. Обслуживание свинцово-кислотных аккумуляторных батарей

Если иное не определено разработчиком (производителем) АБ следует придерживаться следующих рекомендаций:

4.3.1. Контроль и корректировка уровня электролита в процессе эксплуатации АБ выполняется на плановом виде технического обслуживания или ремонта.

Корректировка уровня электролита выполняется только путем долива дистиллированной воды.

4.3.2. Контроль и при необходимости корректировка плотности электролита при эксплуатации АБ проводится с интервалом не более 6 месяцев. Необходимо учитывать, что плотность электролита свинцово-кислотных АБ зависит от степени их заряженности и должна определяться только у полностью заряженных батарей. Недопустимым является повышение плотности электролита путем добавления раствора кислоты до окончания заряда АБ.

Не следует измерять плотность электролита сразу после доливки электролита, для перемешивания электролита необходимо провести цикл заряд - разряд.

4.3.3. Контроль за содержанием примесей в электролите выполняется один раз в два года. При превышении допустимой концентрации примесей аккумуляторы промываются, и электролит заменяется на свежий.

4.3.4. Во избежание сульфатации пластин при длительном хранении залитой электролитом АБ необходимо периодически контролировать степень ее заряженности и при необходимости выполнять заряд. При средней температуре окружающей среды плюс 20° С степень заряженности контролируется не более чем, через 6 месяцев, а при температуре плюс 30° С – не более чем, через 3 месяца.

4.3.5. При отстое подвижного состава в зимнее время необходимо учитывать, что температура замерзания электролита зависит от его плотности. По мере разряда или саморазряда АБ плотность электролита уменьшается и возникает опасность его замерзания. Ориентировочная зависимость температуры замерзания электролита  $t$  [°С] от его плотности  $Q$  [кг/л] приведена на рис. 1.

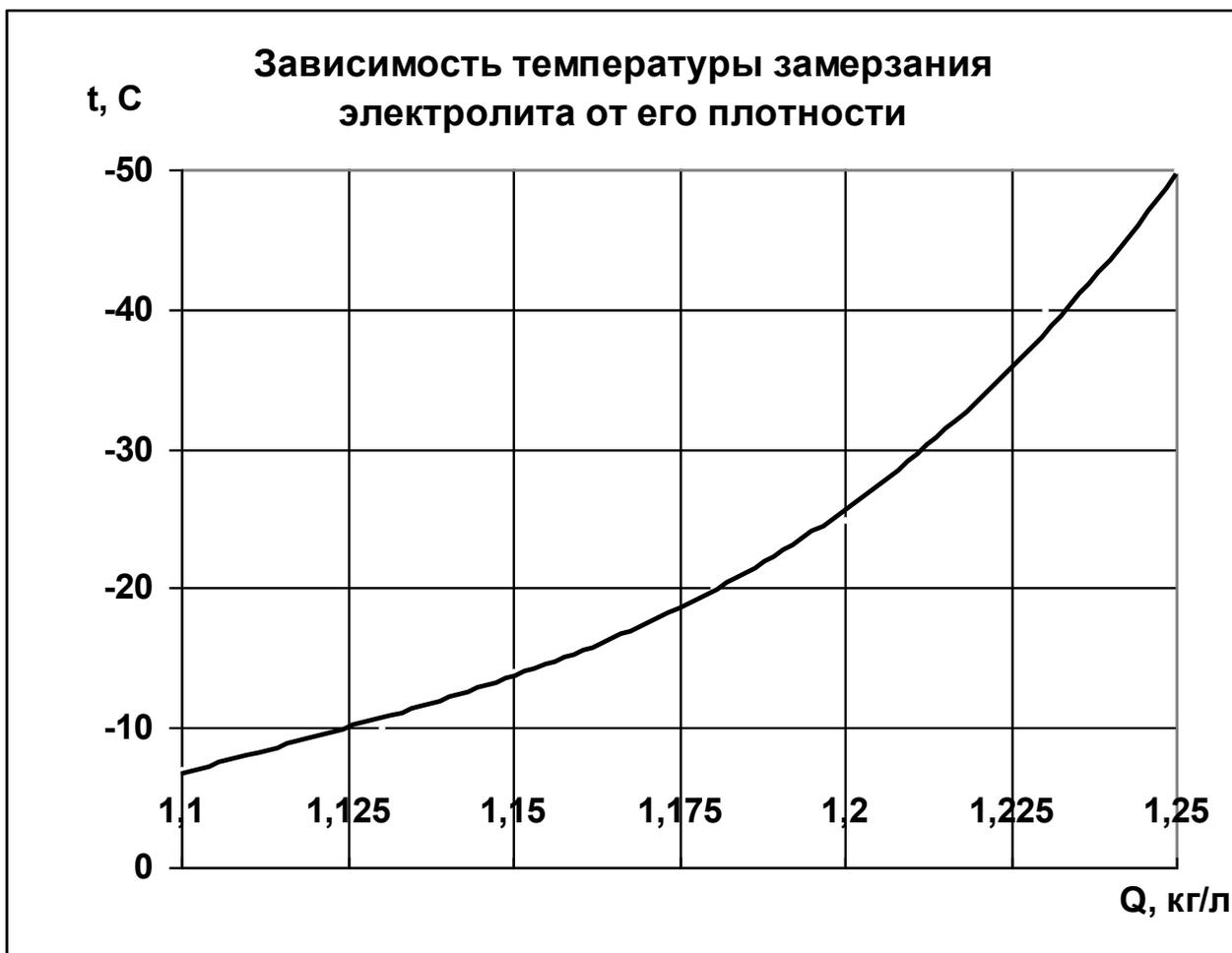


Рис.1

## 5. Восстановление аккумуляторных батарей

5.1. Одной из основных причин замены АБ является снижение их емкости ниже допустимого по условиям эксплуатации уровня. Для поддержания емкости АБ в процессе эксплуатации кроме контрольно-тренировочных циклов (см. п. 4.1.1.) применяются различные методы восстановления.

5.2. Учитывая токсичность используемых в АБ кадмия и свинца, предпочтительным является восстановление емкости без разборки аккумуляторов.

5.3. К частично устранимым дефектам АБ относятся:

5.3.1. Сульфатация свинцово-кислотных АБ т.е. образование крупных кристаллов сульфата свинца на электродах обеих полярностей. Эти кристаллы имеют высокое омическое сопротивление, вследствие своих размеров труднорастворимы и практически не участвуют в электрохимических реакциях, из-за чего часть активной массы электродов аккумулятора оказывается исключенной из токообразующих процессов. Это приводит к значительному повышению внутреннего сопротивления и снижению емкости АБ.

При очень высокой степени сульфатации может происходить замыкание кристаллами сульфата свинца положительных и отрицательных электродов.

5.3.2. Глубокая пассивация активной массы и уплотнение структуры активной массы электродов щелочных АБ, что приводит к снижению их емкости.

5.4. Для восстановления емкости АБ могут применяться различные методы, режимы которых в значительной степени зависят от параметров и состояния конкретных АБ.

5.5. Для снижения степени сульфатации свинцово-кислотных АБ применяется:

5.5.1. Введение в электролит десульфатирующих присадок. Присадки вступают в химическую реакцию с сульфатом свинца, что приводит к изменению структуры и растворению кристаллов. Некоторые виды присадок используются как профилактическое средство, снижающее степень сульфатации аккумуляторов в процессе их эксплуатации.

5.5.2. Десульфатирующий заряд, при котором аккумуляторы полностью разряжаются, из них сливается электролит и вместо него заливается дистиллированная вода. После примерно часовой выдержки АБ заряжается током, обеспечивающим напряжение не более 2,3 В на аккумулятор. Вследствие высокого внутреннего сопротивления вначале заряда ток будет небольшим, но по мере растворения сульфата свинца величина тока будет возрастать. Заряд малым током снижает газовыделение в порах активной массы и облегчает доступ электролита к сульфату, что способствует переходу его в губчатый свинец и диоксид свинца. При этом залитая в аккумуляторы вода превращается в кислотный электролит и его плотность постепенно возрастает. Заряд прекращается после того, как плотность электролита перестанет возрастать, и в аккумуляторах начнется равномерное газовыделение. При недостаточном эффекте может быть проведено несколько циклов заряд – разряд.

Для устранения застарелой сульфатации целесообразным является проведение глубоких разрядов малыми токами с последующими зарядами токами нормативного значения. При таком режиме в реакцию вовлекаются глубинные слои активной массы электродов.

По окончании процесса восстановления выполняется корректировка плотности электролита.

5.5.3. Заряд пиковым напряжением, при котором напряжение, прикладываемое к аккумулятору, может в десять раз превышать его ЭДС, а длительность импульсов составляет от 0,1 до 0,2 микросекунд. По причине чрезвычайно малой длительности зарядных импульсов, содержащиеся в электролите ионы, не успевают переместиться в зону контакта с активной массой электродов, что ограничивает значение протекающего через аккумулятор тока. Кратковременное приложение высокого напряжения в зоне контакта электродов с электролитом приводит к разрушению структуры кристаллов сульфата свинца.

5.6. Ряд методов применим для выполнения контрольно-тренировочных и восстановительных циклов щелочных и свинцово-кислотных АБ. По сравнению со штатными режимами заряда-разряда эти методы позволяют снизить количество циклов и способствуют частичному восстановлению емкости АБ.

5.6.1. Заряд щелочных и свинцово-кислотных АБ асимметричным током, т.е. переменным током с различной амплитудой и длительностью импульсов прямой и обратной полярности, вследствие чего за период следования импульсов тока аккумулятор заряжается и частично разряжается. Амплитуда зарядных импульсов определяет эффективность заряда, их продолжительность- глубину воздействия на структуру электродов, характеристики разрядных импульсов действуют на глубину деполяризации.

5.6.2. Заряд щелочных АБ импульсным током, при котором импульсы зарядного тока в десятки раз превышает номинальный, длительность импульса составляет от 0,1 до 0,6 секунды, интервал следования импульсов от 1 до 6 секунды. Амплитуда продолжительность и частота следования зарядных импульсов устанавливаются в зависимости от состояния АБ. В некоторых случаях такой режим снижает пассивацию электродов щелочных батарей.

5.7. Для устранения пассивации электродов щелочных АБ применяется:

5.7.1. Введение в электролит предварительно разряженных аккумуляторов сернистого натрия ( $\text{Na}_2\text{S}$ ). Растворение сернистого натрия выполняется в электролите, отобранном из подлежащих восстановлению аккумуляторов. После отстоя и осветления электролита его доливают в аккумуляторы. Возрастание емкости аккумуляторов происходит постепенно в процессе выполнения контрольно-тренировочных циклов.

5.7.2. Заряд при высокой плотности электролита (1,47 г/мл). При таком заряде аккумуляторов происходит очистка положительных электродов, что приводит к повышению емкости аккумуляторов. После выполнения заряда аккумуляторы промываются (см. п. 4.2.6) и заливаются свежим электролитом нормальной плотности.

5.8. Минимальное значение остаточной емкости, при которой целесообразно восстановление аккумуляторов каждого типа и метод их восстановления следует определять на основании технико-экономических расчетов. При этом необходимо учитывать затраты на процесс восстановления, степень повышения и продолжительность сохранения емкости АБ после восстановления.

Необходимо учитывать, что никакие методы восстановления не могут компенсировать осыпание активной массы электродов аккумуляторов. Также нецелесообразно проводить восстановление аккумуляторов, имеющих течи корпусов, значительные механические повреждения крышек и токовыводов, значительную деформацию электродов.