

УДК 621.35  
ББК 31.251  
С 11

Русин А., Найденов В., Кудрявцев А. Современные свинцовые аккумуляторы / под редакцией профессора А. И. Русина. – СПб.: ИД «Петрополис». – 148 с.

Размножение материалов книги без согласия авторов является нарушением закона Российской Федерации об авторских правах

ISBN 978-5-9676-0812-4

© А. И. Русин, 2016  
© В. Найденов, 2016  
© А. А. Кудрявцев, 2016  
© ИД «Петрополис», 2016

Содержание

Введение.....	7
<b>Глава 1. Процессы, протекающие в свинцовом аккумуляторе.....</b>	<b>9</b>
<b>Глава 2. Основные характеристики свинцовых аккумуляторов .....</b>	<b>12</b>
2.1. Электродвижущая сила (э. д. с.) .....	12
2.2. Емкость .....	14
2.3. Мощность .....	16
2.4. Энергия.....	17
2.5. Удельные характеристики .....	17
2.6. Саморазряд.....	17
2.7. Нарботка. Срок службы .....	20
2.8. Внутреннее сопротивление .....	20
2.9. Электрические характеристики.....	22
2.10. Сохраняемость .....	23
2.11. Сейсмостойкость. Ударо-вибростойкость .....	23
<b>Глава 3. Полиморфизм диоксида свинца и его влияние на работу положительного электрода .....</b>	<b>24</b>
3.1. Структура и физико-химические свойства $\alpha$ - и $\beta$ - $PbO_2$ .....	24
3.2. Условия образования $\alpha$ - и $\beta$ -модификаций $PbO_2$ .....	27
3.3. Влияние полиморфизма $PbO_2$ на работу положительного электрода свинцового аккумулятора .....	28
3.4. Структура $\alpha$ - и $\beta$ - $PbO_2$ в заряженном и разряженном состояниях аккумулятора.....	29
<b>Глава 4. Отрицательный электрод. Пассивация свинцового электрода. Сульфатация. Расширители. Саморазряд. Ингибиторы саморазряда .....</b>	<b>32</b>
4.1. Пассивация свинцового электрода. Сульфатация .....	32
4.2. Расширители .....	34
4.3. Саморазряд.....	35
<b>Глава 5. Свинцовые порошки .....</b>	<b>38</b>
5.1. Теоретические основы получения свинцового порошка .....	39



5.2. Методы получения свинцового порошка и применяемое оборудование .....	40
5.2.1. Метод истирания в мельничных установках .....	40
5.2.2. Метод распыления расплавленного свинца (Бартон-процесс) .....	42
5.2.3. Электролитический способ .....	43
5.3. Физико-химические свойства свинцовых порошков .....	43
5.3.1. Фазовый состав .....	43
5.3.2. Фракционный состав .....	44
5.3.3. Микроструктура .....	45
5.3.4. Насыпная масса .....	45
5.3.5. Абсорбционная способность .....	46
5.3.6. Влагоемкость .....	46
5.3.7. Степень окисленности .....	46
<b>Глава 6. Свинцовые сплавы .....</b>	<b>47</b>
6.1. Малосурьмяные свинцовые сплавы .....	47
6.1.1. Сплавы свинец-сурьма .....	47
6.1.2. Сплавы свинец-сурьма-мышьяк .....	50
6.1.3. Сплавы свинец-сурьма-олово .....	51
6.1.4. Сплавы свинец-сурьма-серебро .....	52
6.1.5. Сплавы свинец-сурьма-теллур .....	54
6.1.6. Малосурьмяные многокомпонентные сплавы .....	54
6.2. Бессурьмяные свинцовые сплавы .....	55
6.2.1. Сплавы свинец-теллур, свинец-литий, свинец-стронций, свинец-серебро .....	55
6.2.2. Сплавы свинец-кальций .....	56
6.2.3. Сплавы свинец-кальций-олово и свинец-кальций-олово-алюминий .....	58
6.2.4. Сплавы свинец-кальций-серебро .....	59
<b>Глава 7. Конструкции свинцовых аккумуляторов и батарей .....</b>	<b>60</b>
7.1. Стартерные аккумуляторы .....	60
7.2. Стационарные аккумуляторы .....	64
7.2.1. Поверхностно-коробчатые аккумуляторы .....	66
7.2.2. Аккумуляторы панцирной конструкции .....	67
7.2.3. Аккумуляторы с намазными электродами .....	68
7.2.4. Аккумуляторы типа GroE .....	69
7.3. Погружные аккумуляторы .....	69
<b>Глава 8. Сепараторы в современных аккумуляторах .....</b>	<b>72</b>
<b>Глава 9. Электролит .....</b>	<b>80</b>

9.1. Электролит в обычных аккумуляторах .....	80
9.2. Электролит в герметизированных аккумуляторах .....	82
9.3. Приготовление электролита .....	87
9.4. Влияние примесей в электролите на электрические и эксплуатационные характеристики аккумуляторов .....	89
<b>Глава 10. Медь, алюминий и их сплавы в токоведущих частях свинцовых аккумуляторов .....</b>	<b>94</b>
10.1. Медные отрицательные токоотводы .....	94
10.2. Токоведущие детали из сплавов алюминия .....	100
10.2.1. Теоретические основы термодиффузного свинцевания и лужения алюминия и его сплавов .....	100
10.2.2. Технология термодиффузионного свинцевания и лужения алюминия и его сплавов .....	104
<b>Глава 11. Режимы зарядов свинцовых аккумуляторов .....</b>	<b>108</b>
11.1. Заряд при постоянном токе .....	109
11.2. Двух- или многоступенчатые заряды при постоянном токе .....	109
11.3. Заряд при постоянном напряжении .....	110
11.4. Комбинированный заряд .....	111
11.5. Форсированный заряд .....	112
11.6. Заряд пульсирующим или асимметричным током .....	113
11.7. Уравнительный (восстановительный) заряд .....	113
<b>Глава 12. Диагностика технического состояния аккумуляторов и методы их испытаний .....</b>	<b>115</b>
12.1. Внешний осмотр аккумуляторов .....	115
12.2. Диагностика батарей .....	116
12.3. Диагностика герметизированных аккумуляторов .....	121
12.4. Метод ускоренного старения .....	121
12.5. Методика экспериментального определения тока короткого замыкания и внутреннего сопротивления свинцовых аккумуляторов .....	122
<b>Глава 13. Пути дальнейшего совершенствования свинцовых аккумуляторов .....</b>	<b>125</b>
13.1. Влияние акустической и магнитной обработки растворов $H_2SO_4$ на характеристики свинцовых аккумуляторов .....	125
13.2. Связующие добавки в положительные электроды .....	125
13.3. Добавки в активные массы отрицательных электродов .....	127



<b>Глава 14. Утилизация свинцовых аккумуляторов .....</b>	<b>130</b>
14.1. Состав аккумуляторного лома .....	131
14.2. Разделка аккумуляторного лома и основные схемы его комплексной переработки .....	131
14.3. Десульфатация оксидно-сульфатной фракции.....	134
14.4. Утилизация сернокислого электролита .....	134
14.5. Переплавка металлической части аккумуляторного лома .....	136
14.6. Термические методы переработки аккумуляторного лома .....	137
14.7. Электрохимические методы переработки аккумуляторного лома .....	141
14.8. Химические методы переработки аккумуляторного лома.....	143

## Введение

Свинцовым аккумуляторам уже более 150 лет, а они и сейчас занимают ведущее место в общем объеме выпуска вторичных химических источников тока.

В настоящее время объем производства свинцовых аккумуляторов в мире превышает 40 миллиардов долларов в год.

Сохранение столь высокого удельного веса производства свинцовых аккумуляторов обусловлено не принципиальной невозможностью их замены другими типами аккумуляторов, а существенными достижениями в их развитии.

Проведенные в разных странах фундаментальные исследования сделали возможным заметное увеличение удельной (весовой и объемной) энергии и мощности, срока службы, снижение саморазряда и газовой выделения, расширение температурного диапазона работоспособности, увеличение периода эксплуатации без обслуживания свинцовых аккумуляторов, диагностику и мониторинг технического состояния аккумуляторных батарей.

В первую очередь следует отметить дальнейшее развитие теории свинцового аккумулятора, особенно таких разделов, как термодинамика, теория пористых электродов, процессы анодного поведения свинца и его сплавов в серной кислоте, влияние поверхностно активных веществ (ПАВ) на окислительно-восстановительные процессы на свинцовом электроде и др.

К наибольшим достижениям в области конструирования свинцовых аккумуляторов следует отнести замену межэлементных соединений на крышках аккумуляторов на соединения через стенки моноблоков в батарее, создание малоуходных аккумуляторов различного назначения, применение новых конструкционных материалов.

Фундаментальные исследования в области коррозионных процессов дали возможность применить малосурьмяные и бессурьмяные свинцовые сплавы для изготовления токоотводов.

Результаты исследований, посвященных влиянию поверхностно-активных веществ на работу свинцового электрода, привели к выбору весьма эффективных расширителей и ингибиторов саморазряда.

Повышению удельных электрических характеристик свинцовых аккумуляторов способствовало применение тонкостенных и более прочных