

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5

## Часть первая Электролиз водных растворов

Глава I. Получение водорода, кислорода электролизом воды. Получение тяжелой воды [1, 2] . . . . .	8
§ 1. Способы получения водорода и кислорода . . . . .	8
§ 2. Свойства водорода и кислорода и требование к сырью . . . . .	9
§ 3. Теоретические основы процесса . . . . .	11
§ 4. Электролиз под давлением . . . . .	18
§ 5. Технологическая схема электролиза воды . . . . .	19
§ 6. Техника безопасности . . . . .	22
§ 7. Конструкции электролизеров . . . . .	23
§ 8. Получение тяжелой воды . . . . .	26
Глава II. Электролитическое производство хлора, едких щелочей (гидроксидов) и водорода [4—20] . . . . .	29
Общие сведения . . . . .	29
§ 1. Производство продуктов хлора и их применение . . . . .	29
§ 2. Физические и химические свойства хлора, гидроксида натрия и водорода . . . . .	30
§ 3. Продукты электролиза и их качество . . . . .	32
§ 4. Сырье . . . . .	34
§ 5. Электрохимические способы производства хлора и каустической соды . . . . .	36
Особенности производства хлора и едких щелочей (гидроксидов) в электролизерах с твердым катодом . . . . .	40
§ 6. Теоретические основы электролиза поваренной соли с твердым катодом . . . . .	40
§ 7. Конструкция диафрагменных электролизеров с твердым катодом . . . . .	59
§ 8. Технологическая схема электролизного цеха . . . . .	66
§ 9. Выпаривание электролитических щелоков . . . . .	68
§ 10. Очистка рассола для диафрагменного электролиза . . . . .	80
Особенности производства хлора и щелочей в электролизерах с жидким катодом . . . . .	89
§ 11. Теоретические основы электролиза поваренной соли с жидким катодом . . . . .	89
§ 12. Технологическая схема цеха электролиза, оборудованного электролизерами с жидким катодом . . . . .	102

§ 13. Оборудование электролизного цеха. Конструкция электролизеров . . . . .	103
§ 14. Донасыщение анонита и очистка рассола для ртутного электролиза . . . . .	110
§ 15. Очистка, охлаждение и компримирование водорода из ртутных ванн . . . . .	115
§ 16. Ионообменный метод получения каустической соды и хлора [21–24] . . . . .	116
Стадии производства, общие для обоих электрохимических методов по- лучения хлора и каустика . . . . .	118
§ 17. Охлаждение, осушка и перекачка хлора . . . . .	118
§ 18. Сжижение хлора . . . . .	125
§ 19. Плавка каустика . . . . .	131
§ 20. Регенерация хлора из соляной кислоты электролизом . . . . .	132
§ 21. Техника безопасности в хлорном производстве и охрана окружаю- щей среды . . . . .	133
<b>Глава III. Электрохимический синтез неорганических соединений [16, 18, 26]. Влияние разных электрохимических факторов на процессы электро- лизма . . . . .</b>	<b>135</b>
Получение кислородных соединений хлора [4, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28] . . . . .	138
<b>Глава IV. Производство гипохлорита натрия . . . . .</b>	<b>139</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	139
§ 2. Теоретические основы процесса и примеры его осуществления . . . . .	139
§ 3. Аппаратура, используемая в производстве гипохлорита натрия . . . . .	142
<b>Глава V. Производство хлората натрия . . . . .</b>	<b>144</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	144
§ 2. Теоретические основы . . . . .	145
§ 3. Технология и технологические схемы производства . . . . .	148
§ 4. Аппаратура, используемая в производстве хлората натрия . . . . .	152
<b>Глава VI. Производство хлорной кислоты [4, 26, 27] . . . . .</b>	<b>155</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	155
§ 2. Выбор условий электросинтеза . . . . .	156
§ 3. Технология производства и используемая аппаратура . . . . .	157
<b>Глава VII. Производство перхлоратов [4, 25, 27] . . . . .</b>	<b>159</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	159
§ 2. Теоретические основы . . . . .	159
§ 3. Технология и технологическая схема производства . . . . .	161
§ 4. Электролизеры для получения перхлората натрия . . . . .	162
§ 5. Техника безопасности при работе с кислородными соединениями хлора . . . . .	164
<b>Глава VIII. Получение пероксодвусерной (надсерной) кислоты, ее солей и пероксида (перекиси) водорода [17, 19, 27, 29, 30] . . . . .</b>	<b>164</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	164
§ 2. Теоретические основы процессов получения пероксодвусерной кис- лоты и пероксидсульфата аммония . . . . .	165
§ 3. Технология и технологические схемы получения пероксодвусерной кислоты, пероксидсульфатов аммония и калия и пероксида водо- рода . . . . .	169

§ 4. Аппаратура, используемая в производстве пероксодувсерной кислоты, ее солей и пероксида водорода . . . . .	174
§ 5. Техника безопасности в производстве пероксида водорода и охрана окружающей среды . . . . .	176
Получение кислородных соединений марганца [31—44] . . . . .	177
<b>Глава IX. Производство электролитической двуокиси марганца — диоксида марганца (ЭДМ) . . . . .</b>	<b>177</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	177
§ 2. Теоретические основы процессов . . . . .	178
§ 3. Влияние условий электролиза на качество диоксида марганца . . . . .	182
§ 4. Технология, технологическая схема производства и аппаратура . . . . .	182
§ 5. Электролизеры для получения ЭДМ . . . . .	185
§ 6. Получение гонкалита . . . . .	186
<b>Глава X. Производство перманганата калия . . . . .</b>	<b>187</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	187
§ 2. Теоретические основы процесса получения перманганата по полуэлектрохимическому способу . . . . .	188
§ 3. Технология и технологическая схема производства полуэлектрохимического метода . . . . .	189
§ 4. Теоретические основы электрохимического метода . . . . .	191
§ 5. Технология и технологическая схема производства электрохимического метода . . . . .	193
§ 6. Аппаратура, используемая в производстве . . . . .	195
§ 7. Техника безопасности при получении марганцевых препаратов и охрана окружающей среды . . . . .	198
<b>Глава XI. Получение пероксобората (пербората) натрия [17, 19, 27] . . . . .</b>	<b>199</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	199
§ 2. Теоретические основы электросинтеза пероксобората натрия . . . . .	199
§ 3. Технология процесса . . . . .	200
<b>Глава XII. Получение гексациано-(III)феррата калия (красной кровянной соли) [16, 17] . . . . .</b>	<b>200</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	200
§ 2. Условия электросинтеза . . . . .	201
§ 3. Технология процесса . . . . .	202
<b>Глава XIII. Получение продуктов методом электроокисления с использованием растворимых металлических анодов [18, 19, 27] . . . . .</b>	<b>202</b>
§ 1. Получение оксидов меди . . . . .	203
§ 2. Получение свинцовых белил . . . . .	203
<b>Глава XIV. Применение электрохимических методов для регенерации отходов производства [27] . . . . .</b>	<b>204</b>
§ 1. Электрохимическая регенерация марганцевых окислителей . . . . .	204
§ 2. Электрохимическая регенерация двухромовой кислоты . . . . .	205
§ 3. Регенерация травильных растворов . . . . .	205

§ 4. Другие способы электрохимической регенерации отходов производства . . . . .	206
<b>Глава XV. Электрохимический синтез продуктов на катоде [27] . . . . .</b>	<b>206</b>
§ 1. Получение пероксида водорода . . . . .	206
§ 2. Получение гидросульфита (дитионата) натрия . . . . .	207
§ 3. Получение гидроксиламина . . . . .	208
Литература . . . . .	209

## Ч а с т ь в т о р а я

### Электролиз расплавленных сред [1—21]

<b>Глава XVI. Краткие сведения об электролизе расплавленных сред и его особенностях [1, 2, 3, 5, 17] . . . . .</b>	<b>211</b>
<b>Глава XVII. Производство натрия [2, 4, 7, 8, 9, 11, 21] . . . . .</b>	<b>217</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	217
Получение натрия из гидроксида натрия . . . . .	219
§ 2. Теоретические основы . . . . .	219
§ 3. Технология производства . . . . .	220
§ 4. Аппаратура, используемая в производстве натрия из гидроксида натрия . . . . .	222
Получение натрия из хлорида натрия . . . . .	224
§ 5. Теоретические основы процесса . . . . .	224
§ 6. Технология и технологическая схема производства . . . . .	228
§ 7. Аппаратура, используемая в производстве натрия из хлорида натрия . . . . .	232
§ 8. Новые направления в технологии получения щелочных металлов . . . . .	239
<b>Глава XVIII. Производство калия [4, 10, 11] . . . . .</b>	<b>240</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	240
§ 2. Способы получения калия . . . . .	241
§ 3. Электрохимический способ получения калия . . . . .	242
Теоретические основы получения электролизом сплава свинец—калий и вакуумной его разгонки . . . . .	242
§ 4. Технология и технологическая схема производства . . . . .	245
§ 5. Аппаратура, используемая в производстве калия . . . . .	247
<b>Глава XIX. Получение тройного сплава свинец—натрий—калий [2, 4] . . . . .</b>	<b>248</b>
§ 1. Общие сведения . . . . .	248
§ 2. Теоретические основы процесса получения электролитического тройного сплава . . . . .	249
§ 3. Технология производства . . . . .	250
§ 4. Аппаратура, используемая в производстве электролитического тройного сплава . . . . .	252
§ 5. Усовершенствование технологии процесса получения электролитического и термического тройного сплава . . . . .	253
§ 6. Системы автоматического регулирования, сигнализации и автоматического контроля в производствах натрия и калия . . . . .	254
§ 7. Вопросы техники безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды в производствах натрия, калия и тройного сплава . . . . .	254

Глава XX. Получение кальция [12, 13] . . . . .	256
§ 1. Общие сведения . . . . .	256
§ 2. Теоретические основы получения кальция . . . . .	256
§ 3. Технология процесса получения кальция электролизом с жидким катодом . . . . .	259
§ 4. Аппаратура, используемая в производстве кальция . . . . .	260
Глава XXI. Производство фтора [14, 15] . . . . .	263
§ 1. Общие сведения . . . . .	263
§ 2. Теоретические основы процессов получения фтора . . . . .	264
§ 3. Технология и технологическая схема производства . . . . .	265
§ 4. Контроль производства . . . . .	268
§ 5. Аппаратура, используемая в производстве фтора . . . . .	268
§ 6. Техника безопасности, охрана труда, промышленная санитария и охрана окружающей среды . . . . .	272
Глава XXII. Производство алюминия [1, 2, 5, 16, 17, 18] . . . . .	273
§ 1. Общие сведения . . . . .	273
§ 2. Теоретические основы процесса . . . . .	274
§ 3. Технология производства алюминия . . . . .	278
§ 4. Аппаратура, используемая в производстве алюминия . . . . .	281
Глава XXIII. Производство магния [2, 19, 20] . . . . .	284
§ 1. Общие сведения . . . . .	284
§ 2. Теоретические основы процесса электролиза . . . . .	285
§ 3. Технология производства магния . . . . .	287
§ 4. Аппаратура, используемая в производстве магния . . . . .	289
Литература . . . . .	293

### Часть третья

#### Гидроэлектрометаллургия [1—8]

Глава XXIV. Гидроэлектрометаллургия . . . . .	295
§ 1. Основы процессов . . . . .	295
Получение металлов методом электроррафинирования . . . . .	303
§ 2. Электролитическое раффирирование меди . . . . .	303
§ 3. Электролитическое раффирирование серебра . . . . .	305
§ 4. Электролитическое раффирирование золота . . . . .	306
§ 5. Электролитическое раффирирование никеля . . . . .	306
§ 6. Электролитическое раффирирование свинца . . . . .	307
§ 7. Электролитическое раффирирование сурьмы . . . . .	308
§ 8. Электролитическое раффирирование олова . . . . .	308
Получение металлов методом электроэкстракции . . . . .	309
§ 9. Электроэкстракция меди . . . . .	309
§ 10. Электролитическое получение цинка . . . . .	309
§ 11. Электролитическое получение марганца . . . . .	311
§ 12. Электролитическое получение железа . . . . .	312

§ 13. Электролитическое получение кобальта . . . . .	312
§ 14. Электролитическое получение хрома . . . . .	313
Литература . . . . .	314

### Часть четвертая

#### Химические источники тока и преобразователи тока

Глава XXV. Введение [4] . . . . .	315
§ 1. Назначение химических источников тока. Их роль в народном хозяйстве . . . . .	315
§ 2. Принцип действия и основные типы химических источников тока .	316
§ 3. Основные характеристики ХИТ . . . . .	317
Глава XXVI. Химические источники тока одноразового действия [1, 4, 5] .	320
§ 1. Электрохимические системы, используемые в элементах. Предъявляемые к ним требования и их назначение . . . . .	320
§ 2. Марганцево-цинковые элементы . . . . .	322
§ 3. Производство марганцево-цинковых элементов . . . . .	332
§ 4. Медио-оксидные источники энергии (МОЭ) . . . . .	340
§ 5. Ртутно-цинковые источники энергии . . . . .	342
§ 6. «Резервные» элементы. Элементы с положительными электродами из солей металлов (магний-солевые источники тока) . . . . .	347
§ 7. Элементы с газовыми (воздушными) электродами . . . . .	349
§ 8. Некоторые перспективные системы ХИТ . . . . .	351
Глава XXVII. Топливные элементы (ТЭ) [4] . . . . .	352
§ 1. Принцип действия . . . . .	352
§ 2. Низкотемпературные ТЭ . . . . .	353
§ 3. ТЭ, работающие при средних и высоких температурах . . . . .	354
Глава XXVIII. Свинцовые кислотные аккумуляторы [3, 4] . . . . .	355
§ 1. Устройство свинцовых аккумуляторов и основные процессы при их работе . . . . .	355
§ 2. Разновидности свинцовых аккумуляторов . . . . .	357
§ 3. Процессы при заряде и разряде аккумуляторов . . . . .	359
§ 4. Емкость аккумуляторов . . . . .	360
§ 5. Меры для уменьшения пассивации электродов, саморазряда и газоизделия в аккумуляторах . . . . .	363
§ 6. Срок службы свинцовых аккумуляторов . . . . .	364
§ 7. Коррозия токоотводов положительных электродов . . . . .	366
§ 8. Сепараторы свинцовых аккумуляторов . . . . .	367
§ 9. Электролит свинцовых аккумуляторов . . . . .	368
Глава XXIX. Производство свинцовых аккумуляторов [2, 3, 4] . . . . .	369
§ 1. Схема процесса изготовления аккумуляторов с пастированными пластинами . . . . .	369
§ 2. Литье . . . . .	370
§ 3. Приготовление порошка . . . . .	372
§ 4. Изготовление пластин . . . . .	374

§ 5. Формироание . . . . .	376
§ 6. Сушка пластин и сборка батарей . . . . .	378
§ 7. Производство пластин для стационарных аккумуляторов . . . . .	379
§ 8. Уход за свинцовыми аккумуляторами в эксплуатации . . . . .	380
§ 9. Техника безопасности и охрана окружающей среды в производстве свинцовых аккумуляторов . . . . .	381
<b>Глава XXX. Щелочные никель-железные и никель-кадмиеевые аккумуляторы [3, 4] . . . . .</b>	<b>382</b>
§ 1. Принцип действия и разновидности щелочных никель-железных и никель-кадмиеевых аккумуляторов . . . . .	382
§ 2. Оксидно-никелевый электрод . . . . .	387
§ 3. Железный и кадмиевый электроды . . . . .	388
§ 4. Герметизация щелочных аккумуляторов . . . . .	390
§ 5. Электролит, сепараторы и ход разряда и заряда никель-железных и никель-кадмиеевых аккумуляторов . . . . .	391
§ 6. Уход за щелочными аккумуляторами . . . . .	393
<b>Глава XXXI. Производство никель-железных и никель-кадмиеевых аккумуляторов [2, 3, 4] . . . . .</b>	<b>394</b>
§ 1. Производство оксидно-никелевой активной массы . . . . .	394
§ 2. Производство железной и кадмиевой активных масс . . . . .	396
§ 3. Изготовление ламельных пластин и аккумуляторов . . . . .	398
§ 4. Изготовление безламельных пластин и аккумуляторов . . . . .	400
§ 5. Техника безопасности и охрана окружающей среды в производстве щелочных аккумуляторов . . . . .	402
<b>Глава XXXII. Серебряно-цинковые и серебряно-кадмиеевые аккумуляторы [4, 5] . . . . .</b>	<b>403</b>
§ 1. Процессы при работе серебряно-цинковых аккумуляторов и их показатели . . . . .	403
§ 2. Производство серебряно-цинковых и серебряно-кадмиеевых аккумуляторов . . . . .	407
<b>Глава XXXIII. Преобразование переменного тока в постоянный и его коммуникация . . . . .</b>	<b>409</b>
<b>Приложения . . . . .</b>	<b>414</b>
I. Сравнение различных типов аккумуляторов [3, 4] . . . . .	414
II. Порядок расчета химических источников тока . . . . .	415
III. Справочные данные о некоторых аккумуляторах [3] . . . . .	415
<b>Литература . . . . .</b>	<b>416</b>