

Содержание

| | |
|--|-----------|
| Предисловие к первому изданию | 7 |
| Предисловие ко второму изданию | 9 |
| Предисловие к третьему изданию | 10 |
| Предисловие к четвертому изданию | 11 |
| ГЛАВА 1. ЛЕГКИЕ МЕТАЛЛЫ | 13 |
| 1.1. Общее введение | 13 |
| 1.1.1. Характеристики легких металлов и сплавов | 13 |
| 1.1.2. Относительная распространенность | 18 |
| 1.1.3. Тенденции в производстве и случаи применения | 19 |
| 1.1.4. Переработка | 24 |
| 1.2. Производство алюминия | 27 |
| 1.2.1. Процесс Байера для извлечения глинозема | 29 |
| 1.2.2. Производство алюминия посредством процесса Холла-Эру | 30 |
| 1.2.3. Альтернативные методы производства алюминия | 34 |
| 1.3. Производство магния | 34 |
| 1.3.1. Электролитическое выделение магния | 36 |
| 1.3.2. Термические процессы | 37 |
| 1.4. Производство титана | 38 |
| Дополнительная литература | 41 |
| ГЛАВА 2. ФИЗИЧЕСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ | 43 |
| 2.1. Деформационное упрочнение и отжиг | 46 |
| 2.1.1. Характеристики деформационного упрочнения | 48 |
| 2.1.2. Упрочнение субструктуры | 50 |
| 2.1.3. Предельные кривые формования | 51 |
| 2.1.4. Текстуры | 53 |
| 2.1.5. Вторичные эффекты деформационного упрочнения | 55 |
| 2.1.6. Поведение отжига | 55 |
| 2.2. Принципы упрочнения при старении | 58 |
| 2.2.1. Разложение перенасыщенных твердых растворов | 58 |
| 2.2.2. Растворимость зон GP | 61 |
| 2.2.3. Зоны, свободные от выделения у границ зерен | 62 |
| 2.2.4. Эффекты микролегирования | 64 |
| 2.2.5. Механизмы упрочнения | 68 |
| 2.3. Процессы старения | 77 |
| 2.3.1. Последовательности осаждения | 77 |
| 2.3.2. Явления образования обогащенных примесными атомами зон (скоплений) | 79 |
| 2.3.3. Промежуточные выделения | 81 |
| 2.3.4. Вторичное осаждение | 82 |
| 2.4. Коррозия | 85 |
| 2.4.1. Поверхностная оксидная пленка | 85 |
| 2.4.2. Соприкосновение с разнородными металлами | 87 |
| 2.4.3. Влияние легирующих элементов и примесей | 89 |
| 2.4.4. Щелевая (контактная) коррозия | 91 |
| 2.4.5. Кавитационная коррозия | 92 |
| 2.4.6. Коррозия по ватерлинии | 93 |
| 2.4.7. Металлургическая и термическая обработка | 93 |
| 2.5. Механическое поведение | 94 |
| 2.5.1. Механические свойства при растяжении | 96 |
| 2.5.2. Ударная вязкость | 98 |

| | |
|---|------------|
| 2.5.3. Усталость | 101 |
| 2.5.4. Растрескивание в результате коррозии под напряжением | 107 |
| 2.5.5. Коррозионная усталость | 111 |
| 2.5.6. Ползучесть | 111 |
| Дополнительная литература | 113 |
| ГЛАВА 3. ДЕФОРМИРУЕМЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ | 115 |
| 3.1. Производство деформируемых сплавов | 115 |
| 3.1.1. Плавка и литье | 115 |
| 3.1.2. Непрерывное литье с подвижным кристаллизатором | 119 |
| 3.1.3. Уменьшение размера зерна посредством модификации | 121 |
| 3.1.4. Гомогенизация слитков, полученных посредством процесса литья с прямым охлаждением | 123 |
| 3.1.5. Изготовление слитков по технологии с прямым охлаждением | 125 |
| 3.1.6. Термическая обработка | 128 |
| 3.2. Обозначение сплавов и состояний | 135 |
| 3.2.1. Номенклатура сплавов | 135 |
| 3.2.2. Состояние или номенклатура при термической обработке | 137 |
| 3.3. Сплавы, не подвергаемые термической обработке | 147 |
| 3.3.1. Сверхчистый алюминий и алюминий промышленной чистоты (серия 1xxx) | 148 |
| 3.3.2. Сплавы Al-Mn и Al-Mn-Mg (серия 3xxx) | 148 |
| 3.3.3. Сплавы Al-Mg (серия 5xxx) | 149 |
| 3.3.4. Прочие сплавы (серия 8xxx) | 151 |
| 3.4. Подвергаемые термической обработке сплавы | 151 |
| 3.4.1. Сплавы Al-Cu (серия 2xxx) | 151 |
| 3.4.2. Сплавы Al-Cu-Mg (серия 2xxx) | 154 |
| 3.4.3. Сплавы Al-Mg-Si (серия 6xxx) | 158 |
| 3.4.4. Сплавы Al-Zn-Mg (серия 7xxx) | 162 |
| 3.4.5. Сплавы Al-Zn-Mg-Cu (серия 7xxx) | 167 |
| 3.4.6. Литийсодержащие сплавы | 174 |
| 3.5. Соединение | 182 |
| 3.5.1. Сварка | 183 |
| 3.5.2. Пайка твердым припоем | 190 |
| 3.5.3. Пайка мягким припоем | 191 |
| 3.5.4. Диффузионное соединение | 192 |
| 3.6. Специальные изделия | 192 |
| 3.6.1. Авиационные сплавы | 192 |
| 3.6.2. Автомобильный лист и конструкционные сплавы | 198 |
| 3.6.3. Судостроение | 206 |
| 3.6.4. Строительство | 207 |
| 3.6.5. Упаковка | 208 |
| 3.6.6. Изделия, полученные методами порошковой металлургии | 212 |
| 3.6.7. Подшипники из алюминиевого сплава | 218 |
| 3.6.8. Сверхпластичные сплавы | 220 |
| 3.6.9. Сплавы для электрических проводников | 223 |
| 3.6.10. Электрические аккумуляторные батареи | 226 |
| Дополнительная литература | 228 |
| ГЛАВА 4. ЛИТЕЙНЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ | 230 |
| 4.1. Обозначение, состояния и характеристики литейных алюминиевых сплавов | 232 |
| 4.1.1. Система Ассоциации алюминия Соединенных Штатов | 232 |
| 4.1.2. Британская система | 233 |
| 4.1.3. Общие характеристики | 233 |

| | |
|--|------------|
| 4.2. Сплавы на основе системы алюминий-кремний | 242 |
| 4.2.1. Модификация | 242 |
| 4.2.2. Двойные сплавы Al-Si | 246 |
| 4.2.3. Сплавы системы Al-Si-Mg | 247 |
| 4.2.4. Сплавы системы Al-Si-Cu | 250 |
| 4.3. Сплавы на основе системы алюминий-медь | 252 |
| 4.4. Алюминиево-магниевые сплавы | 253 |
| 4.5. Сплавы алюминий-цинк-магний | 254 |
| 4.6. Новые литейные процессы | 255 |
| 4.6.1. Полутвердая обработка | 255 |
| 4.6.2. Литье под давлением | 257 |
| 4.6.3. Процесс Косворт | 259 |
| 4.6.4. Оптимизированный процесс литья под низким давлением | 261 |
| 4.7. Соединение | 262 |
| Дополнительная литература | 262 |
| ГЛАВА 5. МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ | 264 |
| 5.1. Введение в поведение при легировании | 264 |
| 5.2. Плавка и литье | 277 |
| 5.2.1. Плавка | 277 |
| 5.2.2. Измельчение зерна | 280 |
| 5.2.3. Литье и обработка | 281 |
| 5.3. Обозначения сплавов и состояний | 286 |
| 5.4. Безциркониевые литейные сплавы | 287 |
| 5.4.1. Сплавы на основе магниев-алюминиевой системы | 287 |
| 5.4.2. Магниев-цинковые сплавы | 297 |
| 5.4.3. Магниев-цинково-медные сплавы | 298 |
| 5.4.4. Магниев-редкоземельно-цинковые сплавы | 300 |
| 5.5. Литейные сплавы, содержащие цирконий | 301 |
| 5.5.1. Магниев-цинково-циркониевые сплавы | 303 |
| 5.5.2. Магниев-редкоземельно-цинко-циркониевые сплавы | 303 |
| 5.5.3. Сплавы на основе системы магния-тория | 306 |
| 5.5.4. Сплавы на основе системы магний-серебро | 307 |
| 5.5.5. Магниевые сплавы, содержащие иттрий | 308 |
| 5.6. Деформируемые магниевые сплавы | 311 |
| 5.6.1. Введение | 311 |
| 5.6.2. Сплавы для производства листа и толстого листа | 313 |
| 5.6.3. Сплавы для прессования | 315 |
| 5.6.4. Ковочные сплавы | 317 |
| 5.7. Электрохимические аспекты | 317 |
| 5.7.1. Коррозия и защита | 317 |
| 5.7.2. Катодная защита | 321 |
| 5.8. Изготовление деталей | 321 |
| 5.8.1. Механическая обработка | 321 |
| 5.8.2. Соединение | 322 |
| 5.9. Направления применения магниевых сплавов | 323 |
| Дополнительная литература | 327 |
| ГЛАВА 6. ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ | 328 |
| 6.1. Введение | 328 |
| 6.1.1. Классификация титановых сплавов | 329 |
| 6.1.2. Основные принципы термической обработки | 330 |
| 6.2. α -сплавы | 334 |
| 6.2.1. Общие замечания | 334 |
| 6.2.2. Полные α -сплавы | 335 |

| | |
|--|------------|
| 6.2.3. Сплавы, близкие к α -сплавам | 338 |
| 6.2.4. Сплав Ti-Cu с упрочнением при старении | 345 |
| 6.3. α/β -сплавы | 346 |
| 6.3.1. Подвергаемые отжигу сплавы | 348 |
| 6.3.2. Закалка из поля β -фазы | 352 |
| 6.3.3. Отпуск мартенситов титана | 356 |
| 6.3.4. Разложение метастабильной β -фазы | 357 |
| 6.3.5. Полностью термически обрабатываемые α/β -сплавы | 360 |
| 6.4. β -сплавы | 361 |
| 6.5. Изготовление | 365 |
| 6.5.1. Горячая деформация | 365 |
| 6.5.2. Сверхпластичное формование | 366 |
| 6.5.3. Холодная деформация | 367 |
| 6.5.4. Воздействия на текстуру | 368 |
| 6.5.5. Механическая обработка | 370 |
| 6.5.6. Обработка поверхности | 372 |
| 6.5.7. Соединение | 373 |
| 6.5.8. Изделия порошковой металлургии | 375 |
| 6.5.9. Сплавы с эффектом памяти формы | 377 |
| 6.6. Отливки из титановых сплавов | 378 |
| 6.7. Технические показатели | 379 |
| 6.7.1. Прочностные свойства и свойства ползучести | 379 |
| 6.7.2. Поведение сплавов с точки зрения усталости | 380 |
| 6.7.3. Коррозия | 382 |
| 6.7.4. Коррозионное растрескивание под напряжением | 383 |
| 6.7.5. Коррозионная усталость | 386 |
| 6.8. Области применения титановых сплавов | 386 |
| 6.8.1. Аэрокосмическая индустрия | 386 |
| 6.8.2. Общие области применения | 391 |
| 6.8.3. Биоматериалы | 395 |
| Дополнительная литература | 397 |
| ГЛАВА 7. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ | 399 |
| 7.1. Композиционные материалы (композиты) | 399 |
| 7.1.1. Слоистые композиты | 399 |
| 7.1.2. Сандвич-панели | 403 |
| 7.1.3. Композитные материалы с металлической матрицей | 404 |
| 7.2. Пенометаллы | 414 |
| 7.3. Обработка быстрым затвердеванием | 417 |
| 7.3.1. Алюминиевые сплавы | 418 |
| 7.3.2. Магниевого сплавы | 423 |
| 7.3.3. Титановые сплавы | 424 |
| 7.4. Квазикристаллы | 425 |
| 7.5. Аморфные сплавы | 427 |
| 7.6. Механическое легирование | 431 |
| 7.7. Физическое осаждение из паровой фазы | 434 |
| 7.8. Нанофазные сплавы | 435 |
| 7.9. Титановые алюминиды | 439 |
| 7.9.1. $Ti_3Al(\alpha_2)$ | 441 |
| 7.9.2. $TiAl(\gamma)$ | 443 |
| 7.9.3. $TiAl_3$ | 445 |
| 7.9.4. Методы обработки | 445 |
| 7.9.5. Области применения алюминидов титана | 446 |
| Дополнительная литература | 447 |
| ОАО «Корпорация ВСППО-АВИСМА» держит ответ перед всем миром | 448 |