

Содержание тома 1

Предисловие к шестому изданию.....	V
Предисловие к русскому изданию.....	VIII
Обращение партнера издания.....	X
Об этой книге	XI

1. Введение: алюминий, его свойства, сплавы и покрытия	1
1. ИСТОРИЯ, СВОЙСТВА И СПЛАВЫ	1
История алюминия	2
Свойства алюминия	2
Создание алюминиевых сплавов.....	4
2. ОКСИДНАЯ ПЛЕНКА.....	5
3. КОРРОЗИЯ АЛЮМИНИЯ	8
Факторы, способствующие коррозии.....	8
Виды коррозии	11
Питтинговая коррозия	11
Межкристаллитная коррозия.....	11
Коррозия под напряжением	13
Нитевидная коррозия	15
Щелевая коррозия и коррозия под покрытием.....	17
Биметаллическая или электрохимическая коррозия.....	18
Ударная и кавитационная коррозия	19
Химические среды	19
4. ЗАЩИТА АЛЮМИНИЯ	20
Катодные системы	21
Металлизация напылением.....	22
Герметики.....	22
Ингибиторы	22
Защитные покрытия	24
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	25
2. Механическая обработка поверхности и отделка.....	27
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	27
2. СТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА	29
Механическое воздействие	30
3. ПОЛИРОВАНИЕ КРУГОМ И ШЛИФОВАНИЕ	30
Процедуры механического полирования	33
Шлифование	34
Черновое полирование («черновая» или «предварительная обработка»)	34
Полирование мягким кругом со смазкой («замасливание» или «конечная обработка»).....	35
Полирование мягким кругом	36

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 1

Отделка (или «окрашивание»)	38
Отражательная способность	39
Матовые и сатинированные поверхности	40
Обработка проволочными щетками	41
4. ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОЧИСТКЕ АБРАЗИВНЫМ МАТЕРИАЛОМ И ПОЛИРОВАНИИ	42
5. БАРАБАННЫЕ СИСТЕМЫ И ВИБРОСИСТЕМЫ	45
Полирование в барабане	45
Виброполирование	46
Полировальные среды	47
Составы	50
Прочие вопросы, связанные с отделкой алюминиевых деталей	51
Загрузка	51
Время обработки	51
Отделка центробежным способом	52
6. МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОЛИРОВАНИЕ	55
Контактное полирование	55
Мягкое полирование	56
Применение полирующего состава	56
При низком давлении	56
Системы высокого давления (системы распыления без использования воздуха)	57
Высокоскоростные системы распыления	57
Сатинирование	58
Полировальные круги	59
Складчатые круги	59
Пальчиковые круги	60
Дисковые круги	60
Прошитые круги	60
Выбор составов	61
Трепел	61
Составы для очистки	61
Составы для очистки и красящие составы	61
Окрашивающие или отделочные составы	62
Жидкие полировальные составы для автоматического или полуавтоматического полирования	62
Современные тенденции	63
Химико-механическое полирование и механическое травление алюминия	63
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	64
3. Электролитическое и химическое полирование	65
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	65
2. ЭЛЕКТРОПОЛИРОВАНИЕ	68
Введение	68
Теория	68
Соотношение «сила тока—напряжение»	71
Подавление травления	73
Механизм сглаживания поверхности	74
Морфология электрополированного алюминия	75
Процессы электролитического осветления	76
Процессы электролитического полирования	77

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 1

3. ПРОЦЕССЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОПОЛИРОВАНИЯ	77
Процесс Брайтал.....	77
Процесс Альзак	84
Процессы электролитического полирования с использованием фосфорной кислоты	86
Современный процесс электролитического полирования Баттелле	86
Другие процессы с использованием фосфорной кислоты	89
Процесс Апуфлекс.....	90
Растворы для электролитических ванн, содержащие хлорную кислоту.....	91
Краткие сведения о процессах, в которых используется фосфорная/серная кислота	92
Краткие сведения о процессах, в которых используется фосфорная кислота без серной кислоты.....	93
Процессы, использующие растворы азотной кислоты.....	95
Растворы для электролитического осветления на основе серной кислоты	95
Растворы для электролитического осветления на основе серной/хромовой кислот	96
Краткие сведения о процессах электролитического полирования, использующих щелочные растворы	97
4. ХИМИЧЕСКОЕ ПОЛИРОВАНИЕ	98
Механизм химического полирования	98
5. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ.....	105
Процессы, в которых используются растворы на основе фосфорной кислоты	105
Процессы, использующие фосфорную и серную кислоты.....	106
Процессы, использующие фосфорную и азотную кислоты	107
Процессы, использующие фосфорную, азотную и уксусную кислоты	111
Процессы, использующие фосфорную, серную и азотную кислоты	112
Другие процессы с использованием фосфорной кислоты	115
Процессы, использующие фосфорную и азотную кислоты	115
Современные растворы, используемые в настоящее время.....	115
Контроль состава растворов	120
Азотная кислота	120
Медь	122
Плотность	123
Вязкость	123
Другие процессы.....	128
Растворы на основе азотной кислоты и фторидов	128
Процесс Эрфтверк.....	128
Процедуры осветления, разработанные компанией Kaiser	131
Щелочные растворы	132
6. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	133
Закрепление деталей на подвеске.....	133
Отвод газа	135
Регенерация раствора и контроль содержания примесей.....	136
Вынос и время стекания раствора	137
Анодирование после химического полирования	139

7. ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ, ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ И ТОЛЩИНА АНОДНОГО ПОКРЫТИЯ	140
Влияние микроструктуры	140
Влияние состава сплава	142
Удаление налета после электролитического или химического полирования	146
Отражательная способность после анодирования	146
Износоустойчивость покрытия, полученного блестящим анодированием	150
8. ПРИМЕНЕНИЕ	152
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	154
4. Химическое обезжиривание и травление	157
1. ОБЕЗЖИРИВАНИЕ	157
Чистота	157
Проверка поверхностного натяжения	159
Другие характеристики поверхности	159
Пористость	159
Состав сплава	160
Гладкость или шероховатость поверхности	160
Функции цикла обезжиривания	160
Способы обезжиривания	161
Обезжиривание паром	161
Законодательство, касающееся использования хлорсодержащих растворителей	164
Ультразвуковое обезжиривание	165
Эмульсионное обезжиривание	166
Обезжиривание коронным разрядом	167
Моечные машины	168
Ротационно-барабанные моечные машины	168
Моечные машины с распылением под давлением	168
Щелочное обезжиривание	168
Ингибиторы	169
Смачивание, эмульгирование, дефлокуляция, омыление	170
Обезжиривающие материалы	172
Управление составом щелочного обезжиривающего раствора	174
Электролитическое щелочное обезжиривание	174
Промывка	176
2. КИСЛОТНОЕ ОБЕЗЖИРИВАНИЕ И ТРАВЛЕНИЕ	177
Кислотные обезжиривающие растворы	177
Растворы для кислотного травления и обезжиривания	178
Электролитическое обезжиривание в растворах кислот	181
Матовое травление в кислотах	184
Погружение в кислоту перед щелочным обезжириванием	185
Кислотные методы осветления	186
Кислотное травление для получения изображений	187
Кислотное травление для литографических пластинок (электрохимическое зернение)	188
Влияние кислотного травления на адгезию тефлона	197

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 1

Травление фольги для производства электролитических конденсаторов	198
3. ЩЕЛОЧНОЕ ТРАВЛЕНИЕ.....	200
Травление в течение длительного времени.....	207
Травление с нитратами в качестве ускорителей.....	209
Регенерация растворов	210
Механическое травление	211
Другие добавки	212
4. ХИМИЧЕСКОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ И ДРУГИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ...	215
Щелочные растворы для химического фрезерования	216
Кислотные растворы для химического фрезерования	217
Хроматно-сернохлоридный раствор для химического фрезерования.....	218
Сравнение воздействия кислотных и щелочных растворов.....	218
Контроль размеров при химическом фрезеровании.....	218
Отделка поверхности, получаемая химическим фрезерованием	220
Влияние на усталостную прочность	220
Обезжиривание до и после сварки.....	221
Предварительная обработка для адгезивного связывания.....	224
Циклы обезжиривания	225
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	226
5. Конверсионные покрытия и пленки для предварительной подготовки	233
1. ВВЕДЕНИЕ.....	233
Функции и преимущества конверсионных покрытий.....	233
Свойства пленок предварительной обработки	234
2. ИСТОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ	235
3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МЕТОДОМ ГИДРАТАЦИИ	238
Окисление в горячей воде.....	238
Механизм роста пленки.....	239
Процессы гидратации	240
Пленки, получаемые при обработке паром.....	240
Бемитовые покрытия	241
Пленки, образованные химической гидратацией	242
Гидроталькиитовые пленки	242
Бемитовые пленки, образующиеся в водном растворе аммиака и органических азотных соединениях.....	242
Покрытия, образованные реакцией с водными растворами солей металлов.....	243
4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЩЕЛОЧАМИ С ИНГИБИТОРАМИ	243
Процессы M.V.V. и E.W.....	244
5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ХРОМАТАМИ.....	246
Образование пленки	246
Процессы с хроматами и фосфатами	254
Оборудование	259
Цвет покрытия.....	260
Контроль состояния раствора	261
Добавление борной кислоты.....	262
Вольфраматы, молибдаты и другие добавки	263

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 1

Процессы с хроматами	263
Выполнение предварительной обработки хроматами.....	268
Методы оценки коррозионных характеристик.....	268
Коррозионная стойкость пленок без покрытия	269
Коррозионная стойкость и адгезия окрашенных пленок	269
Процессы с хроматами и протеинами	272
Процессы с трехвалентным хромом	272
6. ПРОЦЕССЫ БЕЗ ПРОМЫВКИ	273
Системы без промывки на основе хрома	273
Составы частично восстановленных хроматов и коллоидного оксида кремния	274
Нанесение состава для предварительной обработки	277
Модифицированные составы	277
Использование хроматно-фосфатной обработки без промывки.....	278
7. ПРОЦЕССЫ БЕЗ ХРОМА	281
Предварительная обработка на основе циркония.....	281
Состав и структура пленок	283
Состав и характеристики	285
Аммоний-цирконий-карбонат и предварительная обработка с его использованием	288
Нанесение составов аммоний-цирконий-карбоната	289
Процессы на основе титана	290
Составы и характеристики	294
Составы для использования без промывки.....	296
Конверсионные покрытия с использованием перманганата.....	296
Другие виды предварительной обработки, основанные на использовании перманганата.....	300
Предварительная обработка с использованием оксида церия	301
Предварительная обработка с использованием соединений кобальта.....	302
8. ПРОЦЕССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОСФАТОВ	304
Процессы на основе использования фосфорной кислоты.....	304
Процессы с использованием фосфатов металлов	305
Покрытия из фосфатов с цинком	307
Покрытия из фосфатов железа	310
фосфатирование без промывки	310
Контроль загрязнений	310
9. ВИДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОБРАБОТОК НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОГО СОПРЯЖЕНИЯ	312
Силаны.....	312
Применение и свойства	313
Полидиорганосилоксаны	314
Титанаты	314
10. МЕХАНИЗМЫ АДГЕЗИИ КРАСОК.....	314
11. ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ КОНВЕРСИОННЫХ ПОКРЫТИЙ	315
Отделка органическими материалами	315
Применение в архитектуре	316
Адгезионное связывание	317
Включения тяжелых металлов	318
Прочие применения	319
12. ПРОЦЕССЫ ОКРАШИВАНИЯ	319

13. СМЕЖНЫЕ ПРОЦЕССЫ	321
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	322
6. Основы анодирования	329
1. ВВЕДЕНИЕ	329
Процессы образования пленки на поверхности алюминия	330
Процессы, происходящие при анодировании.....	330
2. ОБРАЗОВАНИЕ АНОДНОЙ ПЛЕНКИ	331
Рост пористой пленки и ее морфология.....	332
Образование барьерного слоя.....	334
Начальная стадия образования пленки и появление пор	340
Морфология пористых пленок.....	359
3. СОСТАВ И СТРУКТУРА ПЛЕНОК	380
Влияние состава электролита	380
Анионы кислот в анодных пленках	380
Распределение и поглощение ионов кислоты	382
Вода.....	389
Смешанные электролиты.....	391
Структура анодной пленки.....	393
Кристаллическая или аморфная.....	393
Тонкая структура.....	395
Дефекты.....	400
Кристаллизация	400
Влияние субстрата.....	405
Поверхности	417
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	419
7. Декоративное и защитное анодирование.....	427
1. 1. ВВЕДЕНИЕ.....	427
2. 2 ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ.....	428
Поведение сплавов	428
Роль интерметаллических соединений	433
Внешний вид анодированных сплавов	435
Алюминий, пригодный для анодирования.....	436
Деформируемые изделия.....	436
Отливки	440
Характеристики процесса анодирования сплавов.....	441
Выбор сплавов для анодирования	446
3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА; ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА ПОДВЕСКЕ; ОБОРУДОВАНИЕ	447
Предварительная обработка до анодирования	447
Закрепление деталей на подвеске.....	448
Рассеивающая способность и вспомогательные электроды	458
Полые прессованные профили.....	460
Оборудование для анодирования.....	461
Ванны	461
Охлаждение и управление температурой	462
Системы перемешивания и вытяжной вентиляции	465
Источники питания.....	466
Катоды	469
Управление состоянием растворов.....	470

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 1

Анодирование в барабанах или корзинах.....	470
4. ПРОЦЕССЫ АНОДИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ..	472
Описание технологического процесса.....	474
Влияние условий проведения процесса.....	476
Коэффициент покрытия.....	484
Анодирование с применением переменного тока.....	486
Влияние формы кривой напряжения.....	491
Анодирование в растворах серной кислоты при низких напряжениях.....	494
Добавки к электролитам на основе серной кислоты.....	494
5. ПРОЦЕССЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХРОМОВОЙ КИСЛОТЫ.....	498
Процесс Бенгоу-Стюарта.....	498
Обезжиривание.....	498
Описание технологического процесса.....	498
Процесс с применением хромовой кислоты при постоянном напряжении.....	500
Примеси в растворах хромовой кислоты.....	505
Анодирование с использованием хромовой и серной кислот.....	506
Ванна для анодирования в растворе хромовой кислоты и бихромата калия.....	508
Регенерация растворов хромовой кислоты.....	508
Утилизация растворов хромовой кислоты.....	509
6. ПРОЦЕССЫ АНОДИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЫ.....	511
Добавки и примеси.....	513
Влияние рабочих условий.....	514
7. ДРУГИЕ ПРОЦЕССЫ ДЕКОРАТИВНОГО И/ИЛИ ЗАЩИТНОГО АНОДИРОВАНИЯ.....	515
Процесс анодирования с применением сульфаминовой кислоты..	515
Процесс анодирования с использованием малоновой кислоты.....	516
Процессы анодирования с использованием фосфорной кислоты ..	518
Непрозрачные покрытия.....	523
Процесс анодирования с применением меллитовой кислоты.....	525
Прочие кислоты, используемые для анодирования.....	525
Анодирование в электролитах на основе органических растворителей.....	531
Анодирование в щелочных электролитах.....	534
8. ЭЛЕКТРОЛИТЫ БАРЬЕРНОГО ТИПА.....	540
Растворы тартрата аммония.....	540
Растворы борной кислоты.....	543
Пленки оксида кремния.....	544
Электролитические конденсаторы.....	544
Процесс анодирования при переменном токе в растворе борной кислоты.....	551
Твердые электролиты.....	552
Использование различных органических электролитов для получения барьерной пленки.....	553
Анодирование в расплавленных солях.....	553
«Рубиновые пленки».....	555

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 1

Функциональное анодирование.....	556
Диски для магнитной записи	558
Пористые мембраны.....	559
Другие области применения	561
9. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АНОДИРОВАНИЯ.....	562
Анодирование проволоки.....	563
Применение анодированной проволоки	564
Анодирование листов и полос.....	565
Применение анодирования при изготовлении материалов для обмоток при производстве электронных компонентов	571
Рефлекторы	574
Анодирование на месте	574
Анодирование щеткой.....	575
Автоматическое анодирование готовых изделий	576
Автоматическая линия для блестящего анодирования	579
Американские линии.....	579
Европейские линии	584
Автоматическое анодирование мелких деталей.....	585
10. УПРАВЛЕНИЕ СОСТАВОМ РАСТВОРОВ ДЛЯ АНОДИРОВАНИЯ.....	587
Процессы с участием серной кислоты.....	587
Процессы с участием хромовой кислоты.....	589
Процессы с участием щавелевой кислоты	590
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	590

Продолжение в томе 2

Содержание тома 2

8. Использование анодированного алюминия в архитектуре	603
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	603
Толщина покрытия и стандарты	604
Основной металл	608
Выбор отделки	610
Предварительное анодирование	617
Оборудование и технологии.....	619
Другие характеристики конструкции установки	630
Окрашенные покрытия	632
Уплотнение	633
Органические покрытия	634
Сборка анодированных строительных деталей	634
Техническая очистка.....	635
Системы обеспечения качества.....	638
Цветные покрытия в архитектуре	640
2. ПРОЦЕССЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОКРАШИВАНИЯ.....	641
Начальные процессы.....	641
Процесс Калколлор (США)	642
Процесс Дуранодик 300 (США)	644
Другие процессы интегрального окрашивания	646
Общие характеристики для процессов интегрального окрашивания ...	646
Кислоты, использующиеся в процессах интегрального окрашивания	648
Электролиты на основе смеси щавелевой и серной кислот	649
Сульфорезорцин	650
Сульфоантраниловая кислота	651
Замещенная янтарная кислота	652
Лигнинсульфоокислота	652
Процесс в смеси сульфаминовой и серной кислот.....	653
Процесс Вероксап (Германия)	655
Процесс Пермалюкс (Швейцария)	657
Процесс в смеси мапеиновой и серной кислот (Швейцария)	658
Процесс в смеси виннокаменной и серной кислот (Швейцария).....	659
Контроль содержания сульфата	659
Анодирование при резонансных частотах.....	660
Процесс Акадай (Италия)	660
Процесс в смеси виннокаменной, щавелевой и серной кислот (Италия).....	661
Процесс в смеси мапеиновой, щавелевой и серной кислот (Италия).....	662
Процесс Автоколор-ЭйчЭсЭйч (Венгрия).....	662

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

Смесь сульфосалициловой и муравьиной кислот (Венгрия)	663
Процесс Евроколор 100 (Франция)	664
Хромотроповая кислота (Франция)	664
Смесь сульфокислот и пропионовой кислоты (Франция)	665
Сульфомапеиновая кислота (Франция)	665
Сульфоитаконовая и сульфоцитраконовая кислоты (Франция)	666
Карбоновые кислоты - кислые соли серной кислоты (Франция)	666
Процесс Алканодокс (Великобритания)	667
Анодирование в щавелевой кислоте с импульсным током (Великобритания)	667
Процесс Акорн Анодаизинг (Великобритания)	668
Фенолсульфокислота (Япония)	669
Нафталиндисульфокислота (Япония)	670
Крезолсульфокислота (Япония)	671
Щавелевая кислота - серная кислота (Япония)	671
Щавелевая и лимонная кислота (Япония)	671
Винная кислота - сульфаминовая кислота (Япония)	672
Сульфогумариновая кислота (Япония)	672
Сульфосапициловая - муравьиная кислота (Япония)	672
Щавелевая кислота - сульфосалициловая кислота (Россия)	672
Щавелевая кислота - лимонная кислота - борная кислота (Россия)	673
Щавелевая кислота - хромовая кислота (Голландия)	673
Исследования цветного анодирования с самоокрашиванием	673
Процесс Reynolds Metals Company (США)	677
Двойное анодирование	678
Белое анодирование	678
3. СПЛАВЫ ДЛЯ ЦВЕТНОГО АНОДИРОВАНИЯ С САМООКРАШИВАНИЕМ	680
4. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОКРАШИВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ КРАСИТЕЛЯМИ 684	
Метод электрохимического окрашивания	687
Электролиты на основе никеля	688
Электролиты на основе кобальта	689
Электролиты на основе олова	691
Электролиты на основе солей меди	695
Смешанные электролиты	696
Прочие электролиты	697
Оборудование для электролитической окраски	699
Электроды	699
Источники электропитания, используемые при проведении процессов электролитического окрашивания	702
Процесс окрашивания при постоянном токе	707
Непрерывное электролитическое окрашивание	710
Общий метод окрашивания	711
Механизм электролитического окрашивания	713
Свойства покрытий, окрашенных электролитическим методом	724
Интерференционное окрашивание	731
Комбинированное окрашивание	741

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

5. ОКРАШИВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	744
Оксапат железоаммония	744
Смесь ацетата кобальта и перманганата калия	745
Список литературы	746
9. Твердое анодирование	753
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	753
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОБОРУДОВАНИЕ.....	753
Получение толстослойных покрытий.....	754
Процессы с использованием раствора серной кислоты.....	756
Наложение переменного тока на постоянный	761
Разбавленная серная кислота.....	767
Формирование пленки	768
Влияние условий анодирования	771
Электролиты, содержащие смеси кислот	777
Электролиты на основе гидросульфата и органических соединений.....	777
Сульфоновые кислоты.....	779
Электролиты для интегрального цветного анодирования	780
Смесь серной и азотной кислот	780
Смесь серной и соляной кислот.....	782
Щавелевая или глиоксильная кислоты	782
Смесь серной и сульфаминовой кислот + Ni/Co.....	782
Многоцелевой электролит Рейнолдс.....	782
Электролиты на основе винной кислоты.....	783
Охлаждение и смешивание	783
Электрооборудование.....	784
Анодирование при низком давлении	786
Способы крепления на подвеске.....	787
Покрытие предохранительным слоем.....	788
Предварительная обработка и структура.....	790
Уплотнение	792
Хонингование и шлифование.....	795
3. СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ АНОДНЫХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ	796
Внешний вид и однородность.....	796
Твердость и износостойкость	800
Обработка поверхности	809
Влияние состава основного металла.....	810
Термостойкость.....	813
Термические свойства	814
Электрические свойства.....	815
Адгезия.....	816
Механическая прочность и усталостные характеристики	818
Пористость	820
Коррозионная стойкость.....	821
4. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОГО АНОДИРОВАНИЯ	822
Список литературы	826

10.Окрашивание анодных оксидных покрытий красками и пигментами.....	829
1. ОКРАШИВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИМИ КРАСИТЕЛЯМИ	830
Теория окрашивания	832
Использование водорастворимых красителей	833
Типы водорастворимых красителей	833
Оптимальные условия для окрашивания.....	837
Дефекты окрашивания	846
Вымывание красителя при уплотнении.....	849
Удаление красителя	849
Обесцвечивание окрашенных жидких промышленных отходов	850
Светостойкость	850
Стойкость к воздействию внешней среды	852
Термостойкость	854
Контроль свойств раствора для окрашивания	854
Окрашивание в растворителях	856
2. ОКРАШИВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ	859
3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ	864
Окрашивание в различные цвета	864
Процессы окрашивания шильд.....	864
Растворимые красители.....	867
Фотографические резистные материалы.....	868
Контактные процессы.....	868
Оборудование.....	869
Фотографические процессы	870
Абсорбция других соединений	871
Список литературы	872
11.Уплотнение анодных оксидных покрытий.....	875
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	875
2. УПЛОТНЕНИЕ В ГОРЯЧЕЙ ВОДЕ И ПАРОМ.....	876
Воздействие на анодное оксидное покрытие	877
Исследования механизма уплотнения	879
Процесс уплотнения	885
Уплотнение на практике	889
Влияние температуры	892
Влияние рН	892
Влияние свойств воды	893
Влияние оксида кремния в воде.....	896
Практические выводы	898
Уплотнение водяным паром	899
Уплотнение паром	901
3. НАЛЕТ ПОСЛЕ УПЛОТНЕНИЯ	901
Образование налета.....	902
Удаление налета	902
Предотвращение образования налета.....	902

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

4. ДОБАВКИ В ВАННЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ.....	903
Уплотнение солями никеля.....	903
Ацетат аммония	906
Уплотнение в триэтаноламине	907
Добавки, предотвращающие образование налета	908
5. УПЛОТНЕНИЕ В БИХРОМАТЕ	909
Ускоренный метод Tomashov и Tyukina	910
Механизм	912
Рабочие условия.....	913
Двойное уплотнение.....	914
Российские работы в области уплотнения покрытий.....	916
6. УПЛОТНЕНИЕ В РАСТВОРЕ СИЛИКАТА НАТРИЯ.....	916
Процессы двойного уплотнения	917
7. ХОЛОДНАЯ ПРОПИТКА (ХОЛОДНОЕ УПЛОТНЕНИЕ).....	918
Ранние исследования.....	918
Современные методы	920
Механизм холодной пропитки	924
8. УПЛОТНЯЮЩИЕ РАСТВОРЫ И МЕТОДЫ УПЛОТНЕНИЯ.....	926
Ацетат свинца.....	926
Другие растворы солей тяжелых металлов.....	927
Соли щелочных металлов	927
Молибдаты и вольфраматы.....	927
Уплотнение при средних температурах.....	928
Прочие органические добавки.....	929
Уплотнение с помощью лаков, восков и т.п.....	930
Электрофоретическое уплотнение	932
9. ВЛИЯНИЕ УПЛОТНЕНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АНОДНОГО ОКСИДНОГО ПОКРЫТИЯ	934
Коррозионная стойкость.....	934
Устойчивость к воздействию света	939
Устойчивость к воздействию тепла.....	939
Устойчивость к истиранию	943
Импеданс	944
Анализ моста	944
Значение проводимости и коэффициент диэлектрических потерь	948
Анализ с использованием одной частоты	948
Другие исследования	949
Метод спектроскопии электрохимического импеданса	952
Электрическая прочность	953
Излучающая способность и способность отражать тепло.....	954
Растрескивание анодных оксидных покрытий.....	955
Адгезия краски.....	956
Адгезивное соединение	957
Уплотнение силиконом	958
Старение уплотненных покрытий	959
Коррозионные испытания.....	959

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

Выводы.....	961
Испытания свойств уплотнения	961
10. КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ВЕЩЕСТВ В РАСТВОРАХ	962
Бихроматные ванны.....	962
Ванны с силикатом натрия	962
Ванны для уплотнения с содержанием соединений никеля и кобальта	962
Растворы для уплотнения в горячей воде	963
11. УДАЛЕНИЕ АНОДНЫХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	964
Список литературы	965
12. Свойства анодно-оксидных покрытий и их испытания	971
1. КАЖУЩАЯСЯ ПЛОТНОСТЬ.....	971
2. ТОЛЩИНА ПОКРЫТИЯ	975
Определение толщины покрытия	976
А. Неразрушающие методы измерения	976
Интерференционная микроскопия''	976
Напряжение пробоя'	977
Вихретоковый измеритель толщины покрытий.....	979
Радиационные методы	982
Микроскоп с расщепленным пучком	983
Эллипсометрия.....	985
Ультрафиолетовая отражательная способность	986
Электронная микроскопия	986
Б. Разрушающие методы.....	986
Изучение шлифов	986
Гравиметрическое измерение'	988
Метод измерения со стрелочным индикатором	989
Метод определения толщины покрытия по степени потери толщины при удалении покрытия	989
Метод определения толщины покрытия путем растворения металла	990
Измерение барьерных пленок	992
3. ПОРИСТОСТЬ.....	993
Количественные испытания.....	994
Поглощение уксуснокислого свинца	994
Маслопоглощение	994
Газопоглощение	994
Поглощение толуола (истинная плотность)	995
Электрохимический метод заполнения пор	995
Показатель рефракции.....	996
Диэлектрическая постоянная.....	996
Электронно-микрографический метод.....	997
Проницаемость	998
Равномерность покрытия.....	998
Метод испытания электрофорезом	999
4. АДГЕЗИЯ.....	999
5. ТВЕРДОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ.....	1000
Испытания на твердость	1000
Испытания на износостойкость	1001
Струйно-абразивные испытания	1003

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

Испытание согласно требованиям Национального бюро стандартов..	1010
Абразиметр Тайбера	1012
Испытания на абразивном круге	1014
Метод испытания наждачной бумагой.....	1016
6. ЭЛАСТИЧНОСТЬ, НАПРЯЖЕНИЕ, УПРУГОСТЬ	1019
Внутреннее напряжение	1021
Эластичность и излом пленок.....	1025
7. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПЛОТНЕНИЯ.....	1028
Испытания на растворение кислотой	1028
Испытания в подкисленном растворе сульфита (тест Каре) ..	1028
Испытания в смеси фосфорной и хромовой кислот	1029
Испытания в смеси уксусной кислоты и ацетата натрия	1030
Испытание диоксидом серы	1031
Прочие химические испытания.....	1031
Испытания с абсорбированием красителя	1032
Испытание на импеданс и проводимость	1033
Гравиметрические испытания.....	1038
Измерение излучательной способности	1039
8. ИСПЫТАНИЯ ХОЛОДНОЙ ПРОПИТКИ.....	1039
9. КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ	1040
Ускоренные испытания	1040
Традиционные испытания в солевом тумане.....	1040
Метод испытания по Британскому стандарту.....	1040
Ускоренные испытания по методу CASS.....	1041
Испытание при воздействии кислого соляного тумана.....	1044
Испытание в растворах с перекисью водорода.....	1045
Коррозионные испытания MLD.....	1045
Метод Кестерниха	1046
Испытания при воздействии кислого соляного тумана и перекиси водорода.....	1046
Коррозионные испытания по методу «Корродкот»	1046
Испытания по методу F.A.C.T	1046
Испытание EQT (электрический метод контроля качества) ...	1048
Электролитическое испытание в азотной кислоте	1048
Электролитическое испытание в серной кислоте.....	1048
Прочие электролитические испытания	1049
Натурные испытания	1049
10. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.....	1058
Диэлектрическая постоянная	1058
Электрическое сопротивление	1059
Напряжение пробоя.....	1060
Факторы, влияющие на напряжение пробоя.....	1062
Испытания на напряжение пробоя	1063
11. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	1067
Полное отражение	1067
Зеркальное отражение (зеркальный блеск).....	1068
Рассеянное отражение.....	1068
Геометрические свойства.....	1068
Полное отражение	1071
Прибор Гил да.....	1071

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

Рефлектометр Mark III	1072
Хаземетр Гарднера.....	1074
Зеркальное отражение	1075
Модифицированный датчик блескомера.....	1076
Обсуждение результатов, полученных с помощью датчика блескометра	1077
Оптический датчик Dr. bange	1079
Прибор Фотовольт Робинсона.....	1080
Четкость изображения (ясность изображения).....	1081
Метод освещенной сетки	1081
Измерительный прибор ДОРИ.....	1083
Упрощенный гонио фотометр	1084
Прибор Хантерлаб D36	1085
Блескометр Doi-Gon (Хантерлаб D47)	1086
Прибор Шуга для измерения ясности изображения	1087
Измерение цвета.....	1087
Факторы, влияющие на отражающую способность и ясность изображения	1092
Влияние дефектов	1095
12. ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	1097
Теплостойкость	1097
Теплопроводность	1098
Теплоизлучающая способность	1099
Отражательная способность инфракрасного излучения.....	1102
Испытание по Британскому стандарту.....	1102
Соотношение поглощения солнечного излучения/инфракрасного излучения	1104
Отражение в ультрафиолетовой части спектра.....	1106
13. ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ НА РАЗРЫВ И УСТАЛОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	1107
Список литературы	1109
13. Нанесение электролитических покрытий на алюминий.....	1117
1. ВВЕДЕНИЕ.....	1117
2. МЕТАЛЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ НА АЛЮМИНИЙ.....	1118
Сложности, связанные с электроосаждением покрытий на алюминии	1119
Классификация методов электроосаждения на алюминии	1124
3. ТРАДИЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ИММЕРСИОННОГО ОСАЖДЕНИЯ ЦИНКА .	1125
Теоретические основы процесса иммерсионного цинкования	1125
Механизм осаждения цинка	1126
Влияние состава растворов	1128
Влияние состава сплавов	1133
Влияние температуры	1136
Роль предварительной обработки.....	1137

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

4. МЕТОД ДВУКРАТНОГО ПОГРУЖЕНИЯ В ЦИНКАТНЫЙ РАСТВОР	1140
5. ПРОЦЕСС ЦИНКОВАНИЯ С УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ	1144
6. ПРОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ЦИНКОВАНИЯ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕНИЯ.....	1144
7. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ЦИНКОВАНИЯ	1146
8. ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ В МОДИФИЦИРОВАННОМ ЦИНКАТНОМ РАСТВОРЕ С ЛЕГИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ, НЕ СОДЕРЖАЩЕМ ЦИАНИДОВ	1150
9. МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИТРАТОВ И ФТОРИДОВ	1152
10. НАНЕСЕНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ЦИНКОВЫЕ ПОКРЫТИЯ	1156
Электролитическое осаждение меди.....	1156
Нанесение латунных покрытий	1157
Цинкование.....	1157
Кадмирование	1158
Нанесение железных покрытий	1159
Лужение	1159
Серебрение	1159
Электроосаждение драгоценных металлов.....	1160
Никелирование.....	1161
Хромирование	1162
Электроосаждение прочих металлов	1163
Селективное нанесение покрытий на алюминий электронатирированием	1164
11. ИММЕРСИОННОЕ ОЛОВЯНИРОВАНИЕ	1164
Растворы станнатов.....	1165
Влияние свободной щелочи	1165
Другие добавки	1165
Проведение станнатного процесса.....	1166
Механизм процесса иммерсионного оловянирования.....	1168
Раствор хлорида олова	1169
Раствор сульфата олова и гваяковой кислоты.....	1170
12. МЕДНЫЕ, СЕРЕБРЯНЫЕ И НИКЕЛЕВЫЕ ИММЕРСИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ...	1171
Медные иммерсионные покрытия.....	1171
Серебряные иммерсионные покрытия	1171
Никелевые иммерсионные покрытия.....	1172
13. ТВЕРДОЕ ХРОМИРОВАНИЕ	1172
Пористые хромовые покрытия.....	1174
14. ХИМИЧЕСКОЕ НИКЕЛИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ	1175
Применение химического никелирования алюминия	1175
Ванны химического никелирования	1177
Алюминиевые сплавы с никелевыми покрытиями, нанесенными химическим методом	1178
Прочие процессы химического никелирования	1178
Прочие покрытия, полученные химическим методом	1179

Процесс алниклад	1179
Карбонильный процесс	1179
Электрохимическое осаждение тантала и никеля	1179
15. ИСПЫТАНИЯ И СВОЙСТВА АЛЮМИНИЯ С ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЕМ	1180
Определение адгезии	1180
Коррозионные испытания	1181
Коррозионная стойкость алюминия с гальваническим покрытием	1181
Сравнение предварительной обработки в цинкатном растворе и предварительной обработки в растворе станната	1183
Механические свойства алюминия с гальваническими покрытиями	1184
Адгезия гальванических покрытий на алюминии	1185
16. ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЯ С ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ	1187
17. СПЕЦИФИКАЦИИ	1189
Список литературы	1190
14. Отделка органическими соединениями	1195
1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА	1195
Нитевидная коррозия	1198
2. СИСТЕМЫ ОКРАШИВАНИЯ	1204
Воздушноотверждаемые покрытия	1204
Покрытия, требующие горячей сушки	1207
3. МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ	1210
Нанесение покрытий щёткой	1210
Окрашивание методом напыления	1211
Автоматическое оборудование	1212
Электростатическое напыление	1212
Влажное нанесение покрытия	1212
Порошковые покрытия	1215
Горячий и безвоздушный методы напыления	1223
Нанесение покрытий погружением	1223
Барабанный и центробежный методы нанесения покрытий	1224
Нанесение покрытия валиками	1224
Покрытие поливом	1225
Электрофорез	1225
Процесс Эрла	1233
4. СИСТЕМЫ СУШКИ ОКРАШЕННЫХ ПОКРЫТИЙ	1234
5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОКРАШЕННАЯ АЛЮМИНИЕВАЯ ПОЛОСА	1237
6. УДАЛЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ	1243
7. ГРУНТОВКИ	1246
Пигменты	1246
Роль состава сплава	1251
Травящие грунтовки	1253
Двухкомпонентные грунтовки	1254

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА 2

Однокомпонентные грунтовки.....	1255
Факторы, оказывающие влияние на травящие грунтовки	1256
Химия травящих грунтовок.....	1257
Грунтовки с образованием адгезивной связи	1259
Грунты для ремонта покрытий строительных конструкций.....	1259
8. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОКРАШИВАНИЯ.....	1260
9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ И ИХ НАНЕСЕНИЕ НА АЛЮМИНИЙ.....	1264
Строительные конструкции	1264
Автоприцепы.....	1268
Применение для постройки аэрокосмических летательных аппаратов.....	1268
Бытовое оборудование	1270
Покрытия, использующиеся в автомобилестроении	1270
Емкости	1271
Морские условия	1272
Необрастающие краски	1273
Прозрачные лаки	1275
Покрытия из ПТФЭ	1276
Временные защитные покрытия.....	1279
Уплотнители.....	1280
Список литературы	1282
15. Стеклоэмалирование	1287
1. ВВЕДЕНИЕ.....	1287
2. ЭМАЛИ С СОДЕРЖАНИЕМ СВИНЦА	1289
3. ЭМАЛИ БЕЗ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ СВИНЦА	1293
4. ВЫБОР СПЛАВА	1295
5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА	1296
6. ПОДГОТОВКА ЭМАЛИ	1299
7. МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ.....	1300
8. ОБЖИГ	1300
9. ДЕФЕКТЫ	1302
10. ЭМАЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	1303
11. ИСПЫТАНИЯ ЭМАЛИРОВАННОГО АЛЮМИНИЯ	1304
Термический удар.....	1304
Термостойкость.....	1307
Тест на износостойкость	1307
Качественный тест на прочность.....	1307
Тест на изгиб.....	1308
Устойчивость к воздействию щелочей	1308
Устойчивость к воздействию лимонной кислоты при комнатной температуре	1308
Устойчивость к воздействию кипящей лимонной кислоты	1308

Тест на воздействие пара	1308
Тест на воздействие влажности	1308
Сопротивление воздействию холодной воды	1309
Сопротивление воздействию кипящей воды	1309
Сопротивление воздействию солевого тумана	1309
Сопротивление расслаиванию	1309
Сопротивление погодным условиям	1310
Тест растворимости Home Office.....	1310
12. СРАВНЕНИЕ С ОРГАНИЧЕСКИМИ ОТДЕЛОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ И АНОДИРОВАНИЕМ	1310
Список литературы	1312
16. Стоки от операций по отделке алюминия	1315
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	1315
2. ОБРАБОТКА СТОКОВ АНОДИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ.....	1317
Предварительная обработка	1317
Анодирование.....	1318
Окрашивание.....	1318
Уплотнение	1319
3. ВАРИАНТЫ ОБРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ АНОДИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ.....	1320
Травление	1323
Анодирование.....	1326
Окрашивание.....	1328
Уплотнение	1328
Нейтрализация промывочной воды.....	1328
Выпадение в осадок.....	1330
Консолидация шлама	1331
4. СТОКИ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ЛИНИИ ОКРАСКИ ...	1331
Хроматные конверсионные покрытия	1331
Текущая ситуация — практические варианты по обработке стоков	1333
Конструкция установки обработки стоков.....	1336
Система окраски.....	1341
5. ДРУГИЕ ПРОЦЕССЫ.....	1341
Список литературы	1342
Приложение А. Стандарты по отделке поверхности алюминия	1345
Список рекламодателей.....	1367
Каталог компаний-производителей и поставщиков оборудования, технологий, расходных материалов на рынке обработки поверхности и отделке алюминия и его сплавов	1371