

Киселев, М. Г. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: учебное пособие для вузов / М. Г. Киселев, Ж. А. Мрочек, А. В. Дроздов. — Минск: Новое знание; Москва: Инфра-М, 2014. — 388 с.: ил., табл., схемы. — (Высшее образование — Магистратура). — Библиогр.: с. 387-388.

УДК 621.7/.9.047/.048(075.8) ББК 34

Ч/31 — 1 экз.

Рассмотрены теоретические основы, технологические показатели, применяемое оборудование и области эффективного использования электрофизических и электрохимических способов формообразования поверхностей деталей, включая электроэрозионную, электрохимическую, ультразвуковую, электронно-лучевую, лазерную и плазменную обработку материалов.

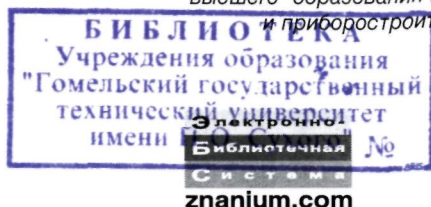
Для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей, а также для магистрантов и аспирантов, исследования которых связаны с использованием электрофизических и электрохимических способов обработки материалов.



М.Г. КИСЕЛЕВ
Ж.А. МРОЧЕК
А.В. ДРОЗДОВ

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по машиностроительным
и приборостроительным специальностям*



Минск
«Новое знание»

Москва
«ИНФРА-М»

Оглавление

Предисловие	8
Глава 1. Электроэрозионная обработка материалов.....	10
1.1. Общее описание процесса электроэрозионной обработки и стадий его протекания.....	11
1.2. Тепловые процессы на электродах.....	17
1.3. Технологические схемы электроэрозионной обработки.....	19
1.4. Технологические параметры электроэрозионной обработки.....	22
1.4.1. Производительность электроэрозионной обработки.....	22
1.4.2. Точность электроэрозионной обработки.....	25
1.4.3. Качество поверхности при электроэрозионной обработке.....	28
1.5. Конструкции электродов-инструментов, методы их расчета и способы изготовления.....	32
1.5.1. Особенности проектирования электродов-инструментов.....	32
1.5.2. Материалы, применяемые для изготовления рабочей части электродов-инструментов.....	33
1.5.3. Конструкции электродов-инструментов.....	34
1.5.4. Способы изготовления электродов-инструментов.....	36
1.5.5. Методика расчета рабочей части электродов-инструментов и размеров копиров при обработке непрофилированным инструментом.....	39
1.6. Технологические процессы электроэрозионного формообразования типовых поверхностей деталей.....	47
1.6.1. Исходные данные для проектирования технологических процессов.....	47
1.6.2. Краткая характеристика области технологического использования электроэрозионной обработки.....	48
1.6.3. Порядок проектирования технологических процессов электроэрозионной обработки.....	52
1.7. Технологические процессы электроэрозионной обработки типовых поверхностей и деталей машин.....	54
1.7.1. Прошивание отверстий.....	54
1.7.2. Прошивание наружных поверхностей.....	63
1.7.3. Маркирование деталей.....	64
1.7.4. Электроэрозионное шлифование.....	66
1.7.5. Электроэрозионное разрезание.....	67
1.7.6. Изготовление деталей непрофилированным электродом-инструментом.....	68
1.7.7. Технология изготовления цанг.....	72
1.7.8. Электроэрозионное упрочнение.....	74
1.8. Электроэрозионное оборудование.....	74
1.8.1. Общие сведения.....	74

1.8.2. Генераторы импульсов.....	75
1.8.3. Регуляторы подачи электрода-инструмента.....	81
1.8.4. Системы рабочих перемещений электрода-инструмента.....	84
1.8.5. Система очистки и подачи рабочей жидкости в зону обработки.....	86
1.8.6. Механическая часть станков.....	88
Глава 2. Размерная электрохимическая обработка материалов.....	98
2.1. Теоретические основы процесса электрохимической обработки.....	99
2.1.1. Механизм анодного растворения.....	99
2.1.2. Физико-химические особенности удаления металла при размерной электрохимической обработке.....	101
2.1.3. Пассивация поверхности металла.....	104
2.1.3.1. Условия возникновения пассивации.....	104
2.1.3.2. Рост пленок при анодной поляризации металлов. Нерастворимые аноды.....	105
2.1.3.3. Перепассивация металлов.....	110
2.1.3.4. Условия устойчивости пассивного состояния.....	112
2.1.3.5. Особенности анодного растворения сплавов.....	115
2.1.3.6. Реакции анодного окисления.....	116
2.1.4. Гидродинамические процессы в межэлектродном промежутке.....	117
2.1.5. Подбор электролита для ЭХО.....	122
2.1.6. Особенности электрохимической обработки импульсным напряжением.....	123
2.2. Технологические схемы размерной электрохимической обработки.....	123
2.3. Формообразование при размерной электрохимической обработке.....	127
2.3.1. Копирование электрода-инструмента на заготовке.....	127
2.3.2. Межэлектродный промежуток.....	129
2.3.3. Припуск на обработку.....	130
2.3.4. Производительность электрохимической обработки.....	132
2.3.5. Точность электрохимической обработки.....	132
2.3.6. Качество поверхностей деталей после электрохимической обработки.....	134
2.4. Electroды-инструменты для размерной электрохимической обработки.....	137
2.4.1. Особенности проектирования электродов-инструментов.....	137
2.4.2. Материалы для изготовления электродов-инструментов.....	137
2.4.3. Расчет и изготовление электродов-инструментов.....	138
2.5. Технологические возможности размерной электрохимической обработки.....	148
2.6. Оборудование для электрохимической обработки.....	152
2.6.1. Типовая структура оборудования.....	152
2.6.2. Источники питания и их выбор.....	152
2.6.3. Системы регулирования режима ЭХО.....	155
2.6.4. Система хранения, подачи и очистки электролита.....	156

2.7. Анодно-абразивная обработка металлов.....	159
2.7.1. Общая характеристика процессов.....	159
2.7.2. Процессы, протекающие при анодно-абразивной обработке	162
2.7.3. Технологические показатели анодно-абразивной обработки	166
2.7.4. Технологические возможности анодно-абразивной обработки	169
2.7.5. Конструкции инструментов для анодно-абразивной обработки, их износ и профилирование.....	171
2.7.6. Станки для анодно-абразивной обработки.....	173
2.7.7. Режимы анодно-абразивной обработки.....	178
Глава 3. Ультразвуковая обработка материалов	181
3.1. Ультразвуковые колебания.....	182
3.1.1. Общие сведения.....	182
3.1.2. Форма ультразвуковых волн.....	182
3.1.3. Акустические свойства среды.....	184
3.1.4. Основные характеристики ультразвукового поля	186
3.1.5. Поглощение и отражение ультразвука.....	187
3.1.6. Стоячие волны.....	188
3.2. Основные сведения об акустических колебательных системах технологического назначения.....	190
3.2.1. Характеристики колебательных систем.....	190
3.2.2. Электроакустические преобразователи	192
3.2.2.1. Магнитострикционные преобразователи.....	192
3.2.2.2. Пьезоэлектрические преобразователи	196
3.2.3. Ультразвуковые концентраторы.....	199
3.3. Ультразвуковая очистка.....	206
3.3.1. Общие сведения.....	206
3.3.2. Акустическая кавитация.....	207
3.3.3. Звукокапиллярный эффект	208
3.3.4. Акустические течения.....	209
3.3.5. Виды загрязнений	210
3.3.6. Влияние физико-химических свойств моющей жидкости.....	211
3.3.7. Влияние параметров ультразвукового поля.....	212
3.3.8. Технология ультразвуковой очистки	212
3.4. Ультразвуковая размерная обработка свободным абразивом.....	219
3.4.1. Физическая сущность процесса.....	219
3.4.2. Влияние технологических и акустических параметров на показатели размерной обработки.....	222
3.5. Технологические возможности ультразвуковой размерной обработки	225
3.5.1. Преимущества метода.....	225
3.5.2. Обработка деталей по наружному контуру.....	226
3.5.3. Разрезание заготовок и раскрой материала	228
3.5.4. Обработка отверстий.....	231

3.5.5. Обработка деталей из твердых сплавов.....	233
3.5.6. Гравирование.....	235
3.6. Оборудование для ультразвуковой размерной обработки материалов.....	236
3.6.1. Общие сведения.....	236
3.6.2. Механизм подачи.....	237
3.6.3. Универсальные ультразвуковые станки.....	239
3.6.4. Акустические головки.....	241
3.7. Ультразвуковая сварка металлов.....	243
3.7.1. Основные сведения о механизме процесса ультразвуковой сварки металлов.....	243
3.7.2. Акустические колебательные системы и технологические установки для сварки металлов.....	245
3.8. Ультразвуковая сварка пластмасс.....	248
3.8.1. Общие сведения.....	248
3.8.2. Современные представления о механизме образования соединений при ультразвуковой сварке пластмасс.....	249
3.8.3. Влияние режимов ультразвуковой сварки пластмасс на прочность соединения.....	252
3.8.4. Технология ультразвуковой сварки пластмасс.....	255
Глава 4. Электронно-лучевая обработка материалов.....	262
4.1. Физические основы электронно-лучевой обработки.....	263
4.1.1. Основные стадии формирования электронного луча и применяемое оборудование.....	263
4.1.2. Получение свободных электронов.....	264
4.1.3. Ускорение электронов.....	265
4.1.4. Управление электронным лучом.....	266
4.1.5. Вакуум как обязательный фактор электронно-лучевой технологии.....	267
4.1.6. Взаимодействие электронного луча с веществом.....	268
4.2. Основные технологические процессы электронно-лучевой обработки.....	270
4.2.1. Особенности электронного луча как технологического инструмента.....	270
4.2.2. Локальный переплав.....	271
4.2.3. Электронно-лучевая плавка.....	272
4.2.4. Электронно-лучевая сварка.....	276
4.2.5. Электронно-лучевое испарение материалов.....	278
4.2.6. Размерная электронно-лучевая обработка.....	280
4.3. Электронно-лучевое технологическое оборудование.....	283
4.3.1. Общие сведения.....	283
4.3.2. Электромеханический комплекс.....	284
4.3.3. Энергетический комплекс.....	288

Глава 5. Светолучевая обработка материалов	296
5.1. Физические основы получения светолучевых источников энергии.....	297
5.1.1. Когерентное излучение и условия его получения.....	297
5.1.2. Основные схемы оптических квантовых генераторов.....	300
5.2. Оптические системы лазерных установок.....	311
5.3. Взаимодействие излучения ОКГ с обрабатываемым веществом. Классификация методов лазерной обработки.....	316
5.4. Основные операции лазерной технологии.....	322
5.4.1. Поверхностная термообработка.....	322
5.4.2. Лазерная наплавка и поверхностное легирование.....	330
5.4.3. Лазерная сварка.....	334
5.4.4. Технология лазерной резки.....	345
5.4.5. Технология лазерного прошивания отверстий.....	356
5.4.6. Промышленные лазерные технологические установки.....	364
Глава 6. Плазменная обработка материалов	368
6.1. Устройства для получения плазмы.....	368
6.2. Основные физические характеристики и свойства плазмы.....	370
6.3. Плазменные источники энергии.....	374
6.4. Технологическое использование плазмы.....	376
6.4.1. Плазменный нагрев поверхностей.....	376
6.4.2. Плазменное плавление материалов.....	377
6.4.3. Плазменная сварка и наплавка.....	378
6.4.4. Схемы формирования покрытий на поверхности изделий.....	382
6.4.5. Плазменная резка.....	385
Рекомендуемая литература.....	387