

СПРАВОЧНИК ТЕХНОЛОГА-МАШИНОСТРОИТЕЛЯ

Том 2

Под редакцией
А.С. Васильева, А.А. Кутина

**Шестое издание,
переработанное и дополненное**

УДК 621.906-528(03)
ББК 34.5
С74

А в т о р ы : В.Н. Андреев, А.Н. Афонин, В.Ф. Безъязычный, Э.М. Берлинер, А.И. Болдырев, В.С. Булошников, М.В. Вартанов, С.Г. Васильев, А.С. Верещака, Д.В. Виноградов, Л.Я. Гиловой, В.А. Гречишников, Б.Д. Даниленко, П.В. Домнин, А.Е. Древаль, Е.А. Заставный, Н.Н. Зубков, А.В. Киричек, С.В. Кирсанов, Д.Н. Клауч, М.П. Козочкин, А.В. Крутов, А.А. Кутин, М.Е. Кущева, А.В. Литвиненко, О.В. Мальков, А.Р. Маслов, В.В. Молодцов, А.И. Овчинников, А.Г. Острцов, Ю.Е. Петухов, Ф.С. Сабиров, В.П. Смоленцев, Д.Л. Соловьев, Т.В. Тарасова, М.В. Туркин, А.В. Чурилин, А.А. Шатилов, С.Ю. Шачнев, Ю.А. Шачнев, А.В. Шулепов

В справочнике использованы стандарты, действующие на 1 января 2018 г.

С74 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Инновационное машиностроение, 2018. 818 с.: ил.

ISBN 978-5-6040281-7-9

Во 2-м томе приведены сведения о металлорежущих станках и инструментах, станочных приспособлениях, режимах резания, методах и средствах измерения, обработке поверхностей пластическим деформированием, электрофизикохимическим методам обработки и технологии сборки. Также дан технико-экономический расчет вариантов технологических процессов.

Шестое издание (5-е изд. 2003 г. под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова и др.) переработано и дополнено в соответствии с новыми достижениями технологической науки и практики и действующими стандартами.

Для инженерно-технических работников всех отраслей машиностроения, может быть полезен преподавателям, аспирантам и студентам вузов.

УДК 621.906-529(03)
ББК 34.5

ISBN 978-5-6040281-8-6 (общий)

ISBN 978-5-6040281-7-9 (Т. 2)

© ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», 2018

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

Оглавление

Глава 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

(Ф.С. Сабиров, Л.Я. Гиловой,
А.В. Крутов, А.В. Чурилин,
А.Г. Острецов, В.В. Молодцов,
М.П. Козочкин, Т.В. Тарасова) . . . 9

1.1. Классификация и системы обозначения станков	9
1.2. Технологическое оборудование для резки заготовок	12
Станки ножовочные отрезные	12
Ленточнопильные станки	12
Станки абразивно-отрезные	18
1.3. Токарные станки	19
Прутковые автоматы	20
Многошпиндельные автоматы	30
Токарно-револьверные станки и полуавтоматы	33
Токарно-карусельные станки	34
Токарно-винторезные и токарные станки	37
Токарные многорезцовые копировальные автоматы и станки с ЧПУ	41
Токарные многоцелевые станки	45
1.4. Сверлильные и расточные станки	60
1.5. Шлифовальные станки	68
Круглошлифовальные станки	68
Бесцентрово-шлифовальные полуавтоматы	77
Внутришлифовальные станки	83
Шлицешлифовальные станки	91
Плоскошлифовальные станки	95
Электрохимические шлифовальные станки	104
1.6. Зубо- и резцообрабатывающие станки	104
Зубодолбежные полуавтоматы	105
Зубофрезерные полуавтоматы для цилиндрических колес	106
Зубообрабатывающие полуавтоматы для прямозубых конических колес	108
Зубофрезерные полуавтоматы для конических колес с круговыми зубьями	109
Зубошвинговальные и зубохонинговальные полуавтоматы для цилиндрических колес	110
Зубопритирочные и контрольно-обкатные станки для конических колес	111
Зубошлифовальные станки и полуавтоматы для цилиндрических колес	112
Зубошлифовальные станки для конических колес	114
Резьбо- и червячно-шлифовальные станки	115
Станки для нарезания червячных колес	118

Станки для нарезания глобоидных пар	118
Станки для обработки червяков	118
Резьбонарезные и резьбофрезерные станки	118
Гайконарезные станки	120
1.7. Фрезерные станки (универсальные и с ЧПУ)	121
Вертикально-фрезерные консольные станки	121
Вертикально-фрезерные станки с крестовым столом	123
Широкоуниверсальные фрезерные (инструментальные) станки	125
Горизонтально-фрезерные станки	127
Продольно-фрезерные станки	130
1.8. Протяжные станки	132
1.9. Обрабатывающие центры	136
1.10. Оборудование для лазерной резки и маркировки	136
1.11. Оборудование для процессов аддитивного производства	150
Устройство и принцип работы установок селективного лазерного плавления	151
Основные элементы установки СЛП	151
Устройство и принцип работы установок электронно-лучевого плавления	152
Устройство и принцип работы установок для лазерной и электронно-лучевой наплавки	157
Оборудование для изготовления изделий из пластика методом аддитивных технологий	161
Список литературы	163

Глава 2. МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

(В.А. Гречишников, А.Е. Древаль,
А.С. Верещака, Н.Н. Зубков,
В.Н. Андреев, С.Г. Васильев,
Б.Д. Даниленко, Д.В. Виноградов,
С.В. Кирсанов, Ю.Е. Петухов,
П.В. Домнин, А.В. Литвиненко,
О.В. Мальков, В.С. Булошников,
А.И. Овчинников) 164

2.1. Общие сведения	164
Геометрические и конструктивные элементы режущих инструментов	164
Основные движения инструмента и заготовки при срезании припуска	168
2.2. Инструментальные материалы и износостойкие покрытия для изготовления лезвийных инструментов	169

Инструментальные стали	170
Твердые сплавы	175
Режущая керамика	183
Сверхтвердые инструментальные материалы (СТИМ)	185
2.3. Резцы	188
Резцы с режущими элементами из быстрорежущей стали и твердого сплава	189
Резцы с механическим креплением многогранных пластин из твердого сплава	198
Резцы с лезвиями из сверхтвердых материалов	205
Резцы для тяжелых условий работы	209
2.4. Инструменты для обработки отверстий	211
Сверла	212
Зенкера, цеховки, зенковки	221
Развертки	228
Сверла и расточные инструменты для обработки глубоких отверстий	236
2.5. Протяжки и прошивки	241
Методы образования поверхностей при протягивании	241
Внутренние и наружные протяжки	243
Сила резания при протягивании	247
2.6. Фрезы	248
Концевые фрезы	248
Шпоночные фрезы	260
Дисковые фрезы	264
Торцовые фрезы	272
2.7. Зуборезные инструменты	275
2.8. Резьбонарезные инструменты	301
Метчики	301
Плашки	307
Резьбовые фрезы	310
2.9. Абразивные инструменты	313
Материалы для изготовления абразивных инструментов	313
Зернистость и зерновой состав шлифовальных материалов	316
Связка абразивных инструментов	319
Твердость абразивного инструмента	320
Структура абразивного инструмента и относительная концентрация шлифовального материала	320
Классы точности абразивных инструментов	321
Классы неуравновешенности шлифовальных кругов	321
Абразивные инструменты на гибкой основе	322
Классификация и обозначения абразивных шлифовальных кругов	323
Алмазные и зльборовые шлифовальные круги	329
Шлифовальные головки	332
Список литературы	333
Глава 3. СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (А.Р. Маслов, А.А. Шатилов)	335
3.1. Станочные приспособления для установок заготовок	335
Части приспособлений	337
Приводы приспособлений	339
Магнитные приспособления	342
Универсально-сборные приспособления	345
Приспособления для станков с ЧПУ	348
3.2. Приспособления для установки режущих инструментов	354
Список литературы	365
Глава 4. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ (В.Ф. Безязычный)	366
4.1. Общие сведения	366
4.2. Точение	373
4.3. Точение труднообрабатываемых материалов	385
4.4. Строгание, долбление	391
4.5. Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание	392
4.6. Сверление, зенкерование труднообрабатываемых материалов	398
4.7. Фрезерование	412
4.8. Фрезерование труднообрабатываемых материалов	424
4.9. Разрезание	436
4.10. Резьбонарезание	438
4.11. Протягивание	443
4.12. Шлифование	445
4.13. Режимы резания при обработке инструментами с покрытиями	451
4.14. Точение	458
4.15. Нарезание резьбы	458
4.16. Подрезка торцов	475
4.17. Фрезерование	475
4.18. Сверление	475
Список литературы	513
Глава 5. СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДЫ (СОТС) (М.Е. Куцева, Э.М. Берлинер, Д.В. Виноградов, Д.Н. Клауч)	514
5.1. Классификация и ассортимент СОТС	514
5.2. Функциональные и сопутствующие свойства СОТС	523
5.3. Подбор СОТС для различных методов обработки	525
СОТС для лезвийной обработки металлов	525
СОТС для абразивной обработки металлов	530
5.4. Техника применения СОТС	532
Способы подачи СОТС в зону резания	533
Приготовление, контроль качества, хранение, подготовка оборудования, периодичность смены СОТС	540
5.5. Очистка, стабилизация качества СОТС, регенерация, утилизация отработанных СОТС	541
Список литературы	545

Глава 6. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ (В.П. Смоленцев, А.И. Болдырев, Е.А. Заставный)	548
6.1. Электроэрозионная обработка	548
Технологические схемы и область преимущественного использования электроэрозионной обработки	548
Технологические возможности электроэрозионной обработки	561
Проектирование технологического процесса электроэрозионной обработки	563
Технико-экономический анализ целесообразности применения электроэрозионной обработки	565
Отработка технологичности изделия под электроэрозионную обработку	566
Выбор и расчет технологических режимов электроэрозионной обработки	566
Пути повышения технологических возможностей электроэрозионной обработки	574
6.2. Электрохимическая размерная обработка	576
Технологические возможности ЭХО	577
Проектирование технологического процесса ЭХО	595
6.3. Средства технологического оснащения для электрофизической и электрохимической обработки	599
Станки для электрофизической и электрохимической обработки	599
Источники питания станков	608
Выбор токоподводов	611
Системы подачи электролита	611
Ванны	612
Агрегаты очистки электролита от продуктов обработки	612
6.4. Приспособления для электрофизических и электрохимических станков	613
Конструкции типовых приспособлений	615
6.5. Электроды-инструменты для электроэрозионной и электрохимической обработки	616
Проектирование инструмента для электроэрозионной обработки	616
Технология изготовления ЭИ	617
Расчет рабочей части ЭИ	617
Список литературы	619
Глава 7. ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ (А.В. Киричек, Д.Л. Словьев, А.И. Афонин)	620
7.1. Описание и определение поверхностного пластического деформирования	620
7.2. Статические способы	622
Обкатывание, раскатывание, алмазное выглаживание	622
Накатывание и раскатывание резьбы	638
Дорнование и калибрование отверстий	655
Виброобкатывание и вибровыглаживание	663
7.3. Динамические способы	668
Обработка дробью и микрошариками	668
Вибродарная обработка	679
Центробежная обработка	685
Обработка механическими щетками	688
7.4. Ударно-импульсные и статико-импульсные способы	690
Чеканка	690
Ультразвуковая обработка	691
Статико-импульсная обработка	692
7.5. Накатывание рифлений и клейм	698
Список литературы	700
Глава 8. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРОЛЯ (Ю.А. Шачнев, С.Ю. Шачнев, А.В. Шулепов)	703
8.1. Требования к измерениям и объектам измерений. Точность измерений	703
8.2. Оценки показателей точности измерений	704
8.3. Разработка методик измерений	708
Общие требования	708
Методы измерений. Меры	711
Методика экспериментальной оценки соответствия допускаемой погрешности измерения	713
8.4. Контроль	714
Оценки ошибок контроля	715
8.5. Универсальные средства измерений	717
8.6. Координатно-измерительные машины (КИМ)	742
Виды конструкций КИМ	742
Показатели качества КИМ	742
КИМ мостовой конструкции	742
КИМ стоечной конструкции	742
КИМ порталной конструкции	742
Мобильные КИМ	742
Специальные КИМ	746
Программное обеспечение КИМ	746
Измерительные головки и щупы	748
8.7. Методы контроля отклонений формы и взаимного расположения	749
8.8. Измерение шероховатости и волнистости поверхностей	756
Средства измерения параметров шероховатости профильным методом	756
Средства измерения параметров шероховатости по поверхности (по площади)	756
8.9. Средства автоматизации измерений и контроля	763
8.10. Методы неразрушающего контроля	767
Список литературы	770

Глава 9. РОЛЬ СБОРКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАШИН*(М.В. Вартанов)* 771

- 9.1. Анализ технических требований к изделию и выявление технологических задач 772
- 9.2. Технологичность конструкций машин при сборке 772
- 9.3. Выбор методов достижения требуемой точности сборки машин 773
- 9.4. Выбор формы организации сборки машин 779
- 9.5. Разработка последовательности сборки 781
- 9.6. Разработка технологических операций сборки 785
- Список литературы 792

Глава 10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ *(А.А. Кутин, М.В. Туркин)* 794

- 10.1. Экономические критерии оценки вариантов технологических процессов 794
- 10.2. Определение трудоемкости и способа получения заготовки 797
- 10.3. Определение трудоемкости технологических процессов механосборочного производства 800
- 10.4. Определение трудоемкости технологических процессов ремонтного производства 802
- 10.5. Определение конечной себестоимости изделия 803
- Список литературы 817