

СПРАВОЧНИК
технologа –
машиностроителя
В двух томах

*Посвящается авторам
Александре Григорьевне Косиловой
и Рудольфу Константиновичу Мещерякову,
стоявшим у истоков создания
“СПРАВОЧНИКА
ТЕХНОЛОГА-МАШИНОСТРОИТЕЛЯ”*

СПРАВОЧНИК

технologа-машиностроителя

В двух томах

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Безъязычный В.Ф.

Васильев А.С.

Дальский А.М.

Кондаков А.И.

Кутин А.А.

Макаренко Е.Д.

Маслов А.Р.

Румянцева О.Н.

Смелянский В.М.

СПРАВОЧНИК

технologа-машиностроителя

Том 1

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

**Седьмое издание,
исправленное**

МОСКВА “ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ” 2023

УДК 621.906-529(03)

ББК 34.5

C74

Авторы: В.И. Аверченков, А.В. Аверченков, Б.М. Базров, Ю.А. Быков, М.В. Вартанов, А.С. Васильев, В.Н. Васильев, Л.И. Волчекевич, И.Л. Волчекевич, И.В. Гайгал, О.М. Деев, А.Г. Косилова, В.Л. Киселев, Д.Н. Клауч, А.С. Комшин, А.И. Кондаков, В.В. Лобуз, Г.Н. Мельников, Р.К. Мещеряков, А.Н. Овсеенко, О.В. Спиридовонов, В.С. Стародубов, А.С. Тарапанов, М.В. Терехов, Л.Б. Филиппова, Г.А. Харламов, Ю.А. Шачнев, С.Ю. Шачнев

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

Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 7-е изд. испр. М.: Инновационное машиностроение, 2023. 756 с.: ил.

ISBN 978-5-907523-27-2

В 1-м томе приведены сведения по управлению качеством и точности изготовления деталей машин, рекомендации по выбору заготовок, припуски на механическую обработку, сведения по разработке различных технологических процессов изготовления деталей, по обработке деталей на станках с ЧПУ и агрегатных станках, даны рекомендации по оформлению технической документации.

Седьмое издание (6-е изд. 2018 г.) исправлено в соответствии с 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 978-5-907523-26-5 (общий)

ISBN 978-5-907523-27-2 (Т. 1)

© ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», 2023

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. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ	
(Шачнев Ю.А., Комшин А.С., Овсеенко А.Н., Шачнев С.Ю.)	9
1.1. Управление качеством	9
Основные термины	9
Основные положения. Подтверждение соответствия продукции	11
Статистические методы	17
Качество поверхностного слоя деталей машин. Основные характеристики	28
Качество поверхностного слоя и эксплуатационные свойства деталей	40
Точность	45
1.2. Нормирование точности	47
Основные положения и термины системы нормирования точности линейных размеров	48
Допуски и отклонения валов и отверстий. Посадки	49
Нормирование точности углов, конусов и конических соединений	63
Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками	71
Нормирование точности формы и расположения поверхностей	71
Нормирование шероховатости поверхности	90
Нормирование точности резьбовых соединений	93
Нормирование точности шпоночных и шлицевых соединений	104
Нормирование точности зубчатых колес и передач	105
1.3. Возможности технологических методов в обеспечении параметров качества деталей	106
Список литературы	114
Глава 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ И МАШИН	
(Овсеенко А.Н., Клауч Д.Н., Васильев А.С.)	115
2.1. Конструкторские, технологические, измерительные размерные цепи и методы обеспечения точности сборочных единиц	115
Общие положения и понятия	115
Методы обеспечения точности замыкающего звена размерной цепи	118
Размерные цепи цилиндрического редуктора (пример)	122
Технологические размерные цепи	130
2.2. Обеспечение точности изготовления деталей машин	133
Основные погрешности и факторы, влияющие на точность изготовления деталей. Методы их определения и снижения	133
Суммирование элементарных погрешностей обработки	182
Технологическая наследственность	186
Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки	190
Суммирование элементарных погрешностей обработки при их взаимном влиянии	200
2.3. Технологическое обеспечение качества поверхностного слоя деталей машин	204
Формирование поверхностного слоя при механической обработке	204
Технологические возможности методов обработки в обеспечении качества поверхностного слоя деталей	223
2.4. Технологическое наследование параметров качества поверхностного слоя деталей	243
2.5. Обеспечение качества поверхностного слоя деталей при изготовлении	246
Список литературы	253
Глава 3. ТИПЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
(Волчекевич И.Л.)	254
3.1. Понятие о типе производства	254
3.2. Методы определения типа производства	256
3.3. Многофакторная классификация типов производства	258

3.4. Примеры определения типа производства	259	5.3. Назначение общих припусков на механическую обработку	437
3.5. Выбор метода работы и специализации производственных участков в зависимости от типа производства	262	Припуски на механическую обработку отливок	437
3.6. Выбор основного технологического оборудования в зависимости от типа производства	265	Припуск на механическую обработку поковок штампованных	454
3.7. Состав комплекта технологической документации для различных типов производства	267	5.4. Операционные припуски на обработку деталей	465
Список литературы	274	Припуски на механическую обработку наружных поверхностей вращения	465
Глава 4. ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН		Припуски на механическую обработку отверстий	473
(<i>Васильев А.С., Кондаков А.И.</i>)	275	Припуски на обработку шлицев	483
4.1. Общие сведения о заготовках	275	Диаметры стержней и отверстий под нарезание резьб	486
4.2. Отливки	277	Припуски на механическую обработку плоскостей	498
4.3. Заготовки, получаемые обработкой давлением	312	Припуски под термическую обработку и для снятия цементационного слоя	504
4.4. Заготовки из проката	355	Припуски на обработку зучатых колес и червяков	504
4.5. Сварные и комбинированные заготовки	374	Припуски на механическую обработку деталей из цветных металлов и сплавов	506
4.6. Заготовки, получаемые методами порошковой металлургии	381	Список литературы	514
4.7. Заготовки из неметаллических материалов	392		
4.8. Выбор исходных заготовок	404		
Список литературы	410		
Глава 5. ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ			
(<i>Киселев В.Н., Тарапанов А.С., Харламов Г.А.</i>)	411		
5.1. Понятие о припуске и методы его определения	411		
5.2. Расчетно-аналитический метод определения припусков на обработку	411		
Расчетные формулы	411		
Правила расчета припусков на обработку	412		
Порядок определения предельных промежуточных размеров по технологическим переходам и окончательных размеров заготовки	415		
Нормативные материалы для расчета припусков	416		
Методика расчета припусков на обработку узлов в сборе	432		
Примеры расчета припусков и предельных размеров	434		
Глава 6. ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ			
(<i>Вартанов М.В.</i>)	515		
6.1. Основные понятия и показатели технологичности конструкции изделия	515		
Основные понятия и определения	515		
Основные показатели технологичности конструкции изделия	520		
6.2. Требования к обеспечению технологичности конструкции изделия	526		
Применение прогрессивных материалов и технологий	526		
Обеспечение технологичности конструкции детали	527		
6.3. Организация обеспечения технологичности конструкции изделия	529		
6.4. Технологический контроль конструкторской документации	539		
Особенности технологического контроля	539		
Порядок проведения технологического контроля	542		

Связь технологического контроля с нормоконтролем	542	Способы наладки станков с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы	625
Оформление и учет результатов технологического контроля	543	Способы размерной настройки инструмента	626
Методики анализа изделий на технологичность	543	Повышение точности обработки деталей на станках с ЧПУ	627
6.5. Автоматизация обеспечения технологичности на основе информационных технологий	546	Датчики активного контроля режущего инструмента	629
Список литературы	551	8.6. Эффективность обработки деталей на станках с ЧПУ	631
Глава 7. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ		Основные требования к эксплуатации станков с ЧПУ, обеспечивающие их эффективное использование	631
(Мельников Г.Н., Лобуз В.В., Базров Б.М.)	552	Коэффициент загрузки станка	633
7.1. Разработка групповых технологических процессов	552	Многостаночное обслуживание станков с ЧПУ	634
7.2. Модульная технология в механо-сборочном производстве	564	Расчет экономической эффективности внедрения станков с ЧПУ	636
Список литературы	582		
Глава 8. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ			
(Мещеряков Р.К., Гайгал И.В., Аверченков В.И., Аверченков А.В., Терехов М.В., Стародубов В.С., Филиппова Л.Б., Волчекевич Л.И., Васильев В.Н.)	583		
8.1. Виды систем числового программного управления	583		
Программирование станков с ЧПУ	584		
8.2. Требования к технологичности конструкций деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ	590	9.1. Особенности технологических процессов изготовления деталей	638
8.3. Обработка на токарных станках с ЧПУ	594	Преимущества и область применения агрегатных станков	638
8.4. Обработка на сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	605	Составляющие погрешности обработки в технологических системах агрегатных станков	642
Системы координат станка с ЧПУ, детали, инструмента	605	9.2. Разработка технологических процессов	642
Вспомогательный инструмент для станков сверлильно-расточной и фрезерной групп	616	Анализ технических требований и требований к технологичности конструкции	642
Последовательность выполнения переходов обработки деталей	619	Требования к заготовкам для обработки на агрегатных станках и автоматических линиях	644
8.5. Управление точностью обработки деталей на станках с ЧПУ	625	Последовательность технологических разработок	645

9.4. Обработка отверстий на агрегатных станках жестко закрепленным инструментом с направлением	655
9.5. Обработка координированных отверстий на агрегатных станках	663
9.6. Обработка отверстий при плавающем соединении инструмента со шпинделем станка	668
Глава 10. ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ	
(<i>Быков Ю.А.</i>)	674
10.1. Общие сведения	674
10.2. Виды термической обработки	674
10.3. Химико-термическая и термо- механическая обработка	674
Виды химико-термической обработки	678
Виды термомеханической обработки	681
10.4. Термическая обработка сталей	681
Термическая обработка сталей конструкционных легированных	683
10.5. Термическая обработка цветных сплавов	696
Термическая обработка сплавов алюминия	696
Термическая обработка сплавов меди	700
Термическая обработка сплавов титана	702
Термическая обработка литейных сплавов титана	704
Список литературы	705

Глава 11. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	
(<i>Спиридонов О.В.</i>)	706
11.1. Единая система технологической документации	706
11.2. Виды и комплектность технологических документов	709
Виды описания технологического процесса	709
Виды технологических документов	710
Комплектность технологических документов	713
11.3. Формы технологических документов	715
Структура форм ТД	715
Маршрутная карта	717
Карта технологического процесса	723
Операционная карта	724
Порядок заполнения граф строк форм ТД	730
11.4. Графическая информация в ТД	742
Общие требования к документам	742
Правила выполнения эскизов	744
Правила выполнения схем	748
Правила выполнения графиков (диаграмм)	749
11.5. Правила записи операций и переходов	749
Операции обработки резанием	749
Слесарные и слесарно-сборочные операции	753

СПРАВОЧНИК
технologа –
машиностроителя
В двух томах

*Посвящается авторам
Александре Григорьевне Косиловой
и Рудольфу Константиновичу Мещерякову,
стоявшим у истоков создания
“СПРАВОЧНИКА
ТЕХНОЛОГА-МАШИНОСТРОИТЕЛЯ”*

СПРАВОЧНИК

технologа-машиностроителя

В двух томах

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Безъязычный В.Ф.

Васильев А.С.

Дальский А.М.

Кондаков А.И.

Кутин А.А.

Макаренко Е.Д.

Маслов А.Р.

Румянцева О.Н.

Смелянский В.М.

СПРАВОЧНИК

технologа-машиностроителя

Том 2

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

**Седьмое издание,
исправленное**

МОСКВА “ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ” 2023

УДК 621.906-528(03)

ББК 34.5

C74

Авторы: 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. Острецов, 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.

Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 7-е изд., испр. М.: Инновационное машиностроение, 2023. 818 с.: ил.

ISBN 978-5-907523-28-9

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.

Седьмое издание (6-е изд. 2018 г.) исправлено в соответствии с 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 978-5-907523-26-5 (общий)

ISBN 978-5-907523-28-9 (Т. 2)

© ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», 2023

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	
(<i>Ф.С. Сабиров, Л.Я. Гиловой, А.В. Крутов, А.В. Чурилин, А.Г. Острецов, В.В. Молодцов, М.П. Козочкин, Т.В. Тарасова</i>)	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 резьбообрабатывающие станки	104
Зубодолбечные полуавтоматы	105
Зубофрезерные полуавтоматы для цилиндрических колес	106
Зубообрабатывающие полуавтоматы для прямозубых конических колес	108
Зубофрезные полуавтоматы для конических колес с круговыми зубьями	109
Зубощевингловальные и зубохонингловальные полуавтоматы для цилиндрических колес	110
Зубопротирочные 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	
(<i>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. Булошинков, А.И. Овчинников</i>)	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	Части приспособлений	337
Твердые сплавы	175	Приводы приспособлений	339
Режущая керамика	183	Магнитные приспособления	342
Сверхтвердые инструментальные материалы (СТИМ)	185	Универсально-сборные приспособления	345
2.3. Резцы	188	Приспособления для станков с ЧПУ	348
Резцы с режущими элементами из быстрорежущей стали и твердого сплава	189	3.2. Приспособления для установки режущих инструментов	354
Резцы с механическим креплением многогранных пластин из твердого сплава	198	Список литературы	365
Резцы с лезвиями из сверхтвердых материалов	205	Глава 4. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ (В.Ф. Безвязычный)	366
Резцы для тяжелых условий работы	209	4.1. Общие сведения	366
2.4. Инструменты для обработки отверстий	211	4.2. Точение	373
Сверла	212	4.3. Точение труднообрабатываемых материалов	385
Зенкера, цековки, зенковки	221	4.4. Страгание, долбление	391
Развертки	228	4.5. Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание	392
Сверла и расточные инструменты для обработки глубоких отверстий	236	4.6. Сверление, зенкерование труднообрабатываемых материалов	398
2.5. Протяжки и прошивки	241	4.7. Фрезерование	412
Методы образования поверхностей при протягивании	241	4.8. Фрезерование труднообрабатываемых материалов	424
Внутренние и наружные протяжки	243	4.9. Разрезание	436
Сила резания при протягивании	247	4.10. Резьбонарезание	438
2.6. Фрезы	248	4.11. Протягивание	443
Концевые фрезы	248	4.12. Шлифование	445
Шпоночные фрезы	260	4.13. Режимы резания при обработке инструментами с покрытиями	451
Дисковые фрезы	264	4.14. Точение	458
Торцовые фрезы	272	4.15. Нарезание резьбы	458
2.7. Зуборезные инструменты	275	4.16. Подрезка торцов	475
2.8. Резьбонарезные инструменты	301	4.17. Фрезерование	475
Метчики	301	4.18. Сверление	475
Плашки	307	Список литературы	513
Резьбовые фрезы	310		
2.9. Абразивные инструменты	313	Глава 5. СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДЫ (СОТС)	
Материалы для изготовления абразивных инструментов	313	(М.Е. Кущева, Э.М. Берлинер, Д.В. Виноградов, Д.Н. Клауч)	514
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 эльборовые 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		

Глава 6. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ	
(<i>В.П. Смоленцев, А.И. Болдырев, Е.А. Заставный</i>)	548
6.1. Электроэррозионная обработка	548
Технологические схемы и область преимущественного использования электроэррозионной обработки	548
Технологические возможности электроэррозионной обработки	561
Проектирование технологического процесса электроэррозионной обработки	563
Технико-экономический анализ целесообразности применения электроэррозионной обработки	565
Отработка технологичности изделия под электроэррозионную обработку	566
Выбор и расчет технологических режимов электроэррозионной обработки	566
Пути повышения технологических возможностей электроэррозионной 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 электроэррозионной и электрохимической обработки	616
Проектирование инструмента для электроэррозионной обработки	616
Технология изготовления ЭИ	617
Расчет рабочей части ЭИ	617
Список литературы	619

Глава 7. ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ	
(<i>А.В. Киричек, Д.Л. Словьев, А.Н. Афонин</i>)	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
Виброударная 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 рифлейний и клейм	698
Список литературы	700

Глава 8. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРОЛЯ	
(<i>Ю.А. Шачнев, С.Ю. Шачнев, А.В. Шулепов</i>)	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 шупы	748
8.7. Методы контроля отклонений формы и взаимного расположения	749
8.8. Измерение шероховатости и волнистости поверхности	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	
(<i>M.B. Варташов</i>)	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 (<i>А.А. Кутин, M.B. Туркин</i>)	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