

# СПРАВОЧНИК технолога- машиностроителя

---

1



# СПРАВОЧНИК технолога- машиностроителя

---

В двух томах

Том 1

Четвертое издание, переработанное и дополненное

Под редакцией кандидатов технических наук  
А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1986



ББК 34.5

С74

УДК 621.9.06-529(03)

Авторы тома: В. Б. БОРИСОВ, Е. И. БОРИСОВ, В. Н. ВАСИЛЬЕВ, Л. И. ВОЛЧКЕВИЧ, Ю. А. ВОРОБЬЕВ, И. В. ГАЙГАЛ, А. С. КАЛАШНИКОВ, С. Н. КАЛАШНИКОВ, М. А. КАЛИНИН, М. М. КАЛИНИН, Н. М. КАПУСТИН, П. Г. КАЦЕВ, В. К. КОВАЛЕВ, Б. М. КОЗУНКО, А. Г. КОСИЛОВА, А. И. МЕЩЕРЯКОВ, К. Р. МЕЩЕРЯКОВ, Р. К. МЕЩЕРЯКОВ, М. С. НАЕРМАН, А. Н. НОВИКОВ, П. Н. ОРЛОВ, А. А. ПАНОВ, Е. А. ПОПОВ, Э. В. РЫЖОВ, Л. К. СИЗЕНОВ, В. С. СТАРОДУБОВ, М. Ф. СУХОВ, Ю. Л. ФРУМИН, Л. Б. ЦЕЙТЛИН, М. Г. ШЕМЕТОВ

Рецензенты тома: В. В. Мисожников и Б. А. Усов

**Справочник** технолога-машиностроителя. В 2-х т.  
С74 Т. 1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. —  
4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986.  
656 с., ил.

В пер.: 3 р. 80 к.

В 1-м томе приведены сведения по точности обработки и качеству поверхностей деталей машин, припуски на механическую обработку, рекомендации по проектированию различных технологических процессов изготовления деталей. Четвертое издание (3-е изд. 1973 г.) переработано в соответствии с новыми ГОСТами, стандартами СЭВ, ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП; дополнено материалами по обеспечению качества и точности обработки деталей на станках с ЧПУ, в гибких производственных системах, на автоматических линиях, по применению промышленных роботов и т. д.

Для инженерно-технических работников всех отраслей машиностроения.

С 2704010000-603 82-85  
038(01)-86

ББК 34.5

6П5.4

© Издательство «Машиностроение», 1973 г.  
© Издательство «Машиностроение», 1986 г., с изменениями.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

## Глава 1.

### **ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН** (А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков) . . . . . 6

Требования к точности обработки	6
Таблицы точности обработки . . . . .	6
Расчет точности обработки . . . . .	19
Анализ и определение элементарных погрешностей обработки . . . . .	26
Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки (Л. К. Сизенов)	78

## Глава 2.

### **КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН** (Э. В. Рыжов) . . . . . 89

Геометрические характеристики качества поверхности деталей . . . . .	89
Технологическое обеспечение необходимых параметров шероховатости поверхности . . . . .	91
Волнистость поверхности . . . . .	97
Параметры физико-механического состояния поверхности . . . . .	100
Технологическое обеспечение физико-механических свойств поверхности . . . . .	110
Методы оценки физико-механического состояния поверхности . . . . .	111

## Глава 3.

### **ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН** . . . . . 114

Выбор заготовок (М. М. Калинин)	114
Отливки . . . . .	116
Технологическая характеристика (М. М. Калинин) . . . . .	116
Допуски размеров (Ю. А. Воробьев)	127
Кованые и штампованные заготовки (Е. А. Попов, В. Г. Ковалев) . . . . .	134
Подготовка исходных заготовок к ковке и горячей штамповке . . . . .	134
Ковка . . . . .	135
Горячая штамповка . . . . .	138
Холодная штамповка . . . . .	149
Заготовки из проката (М. М. Калинин)	168

## Глава 4.

### **ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ** (М. А. Калинин) . . . . . 175

Понятие о припуске и методе его определения . . . . .	175
Расчетные формулы . . . . .	175
Правила расчета припусков на обработку . . . . .	176
Порядок определения предельных промежуточных размеров по технологическим переходам и окончательных размеров заготовки . . . . .	178
Нормативные материалы для расчета припусков . . . . .	180
Заготовки из проката . . . . .	180
Отливки . . . . .	182
Поковки, изготавливаемые ковкой и штамповкой . . . . .	185
Детали, получаемые электроэрозионной обработкой . . . . .	189
Детали, получаемые механической обработкой . . . . .	190
Методика расчета припусков на обработку . . . . .	191
Примеры расчета припусков и предельных размеров . . . . .	193

## Глава 5.

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ** . . . . . 197

Разработка технологических процессов и высокопроизводительных операций (А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков)	197
Содержание и последовательность технологических разработок . . . . .	197
Разработка высокопроизводительных операций . . . . .	200
Проектирование многоинструментных наладок . . . . .	207
Автоматизация проектирования технологических процессов механосборочного производства (Н. М. Капустин) . . . . .	209
Методы проектирования технологических процессов . . . . .	209



Характеристики и основные принципы создания системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР-ТП) . . . . .	210
Структурный синтез при проектировании технологических процессов . . . . .	213
Математические модели при автоматизированном проектировании технологических процессов . . . . .	216
Параметрическая оптимизация . . . . .	219
Выбор технических средств при диалоговом проектировании технологических процессов . . . . .	222

## Глава 6.

### **ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ . . . . . 224**

Обработка на токарных станках (Р. К. Мецераков) . . . . .	224
Обработка на токарно-карусельных станках (М. Ф. Сухов) . . . . .	249
Обработка на токарно-револьверных станках (Ю. Л. Фрумин) . . . . .	263
Обработка на одношпиндельных токарно-многолезцовых полуавтоматах (Л. Б. Цейтлин) . . . . .	272
Обработка на одношпиндельных и многошпиндельных горизонтальных автоматах и полуавтоматах (Л. Б. Цейтлин) . . . . .	281
Обработка на многошпиндельных вертикальных токарных полуавтоматах (Л. Б. Цейтлин) . . . . .	291
Обработка на вертикально- и радиально-сверлильных станках (Ю. Л. Фрумин) . . . . .	307
Обработка на фрезерных станках (Ю. Л. Фрумин) . . . . .	323
Обработка на протяжных станках (П. Г. Кацев) . . . . .	335
Обработка зубьев зубчатых колес (С. Н. Калашиников, А. С. Калашиников) . . . . .	341
Цилиндрические зубчатые колеса . . . . .	341
Конические зубчатые колеса . . . . .	355
Червячные колеса и червяки . . . . .	369
Прецизионное точение (Л. Б. Цейтлин) . . . . .	374
Обработка на шлифовальных и хонинговальных станках (М. С. Наерман) . . . . .	387
Обработка на шлифовальных станках . . . . .	387
Круглое наружное шлифование . . . . .	387
Бесцентровое круглое шлифование . . . . .	403
Шлифование отверстий . . . . .	415
Плоское шлифование . . . . .	420
Отделочная обработка абразивным инструментом . . . . .	427
Тонкое шлифование . . . . .	428

Хонингование . . . . .	429
Суперфиниширование . . . . .	437
Полирование . . . . .	440
Доводка (П. Н. Орлов) . . . . .	443
Список литературы . . . . .	452

## Глава 7

### **ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА АГРЕГАТНЫХ СТАНКАХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ . . . . . 453**

Обработка деталей на агрегатных станках (Ю. Л. Фрумин) . . . . .	453
Обработка деталей на автоматических линиях (Ю. Л. Фрумин) . . . . .	466
Многоинструментная обработка координированных отверстий (А. Г. Косилова, В. Б. Борисов) . . . . .	473
Особенности многоинструментной обработки . . . . .	473
Обработка отверстий жестко закрепленным инструментом с направлением . . . . .	476
Растачивание отверстий при плавающем соединении инструмента со шпинделем станка . . . . .	486
Растачивание отверстий без направления инструмента . . . . .	488
Список литературы . . . . .	489

## Глава 8.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ (Б. М. Козунко, Р. К. Мецераков, А. А. Панов) . . . . . 490**

Основные понятия . . . . .	490
Захватные устройства промышленных роботов . . . . .	503
Основные этапы работ по созданию роботизированных технологических комплексов для механической обработки . . . . .	509
Проектирование роботизированных технологических процессов . . . . .	515
Правила оформления документации на роботизированные технологические процессы . . . . .	517
Пример типовых технологических требований к элементам роботизированных комплексов механической обработки . . . . .	520
Пример организации и функционирования роботизированных технологических комплексов механической обработки дета-	



лей типа ступицы на базе вертикального токарного восьмишпиндельного станка 1К282 . . . . .	523	Инструментальная оснастка станков с ЧПУ (Р. К. Мещеряков, А. И. Мещеряков) . . . . .	567
Пример роботизированной линии механической обработки детали типа вала	524	Точность обработки деталей на станках с ЧПУ и в гибких производственных системах (Р. К. Мещеряков, К. Р. Мещеряков) . . . . .	571
Адаптивные промышленные роботы с системами технического зрения (СТЗ) в механообрабатывающих цехах . . . . .	525	Основные положения . . . . .	571
Типовые циклограммы работы роботизированных технологических комплексов механической обработки . . . . .	526	Элементарные погрешности обработки деталей . . . . .	574
Применение промышленных роботов в автоматизированных транспортно-накопительных системах . . . . .	526	Погрешность линейного позиционирования станков с ЧПУ . . . . .	576
Эффективность применения промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов . . . . .	533	Влияние условий обработки на точность деталей . . . . .	577
<b>Глава 9.</b>		Методы наладки станков с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы (Р. К. Мещеряков, Е. И. Борисов)	581
<b>ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ И В ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ . . . . .</b>	<b>535</b>	Повышение точности обработки деталей на станках с ЧПУ и в гибких производственных системах (Р. К. Мещеряков, В. С. Стародубов) . . . . .	585
Применение гибких производственных систем при механической обработке деталей (В. Н. Васильев, Р. К. Мещеряков) . . . . .	535	Производительность станков с ЧПУ и гибких производственных систем (Л. И. Волчкевич, Р. К. Мещеряков)	597
Основные понятия . . . . .	535	Особенности нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ (Р. К. Мещеряков, А. Н. Новиков, М. Г. Шеметов)	603
Примеры структур гибких производственных систем механической обработки деталей и их характеристики	537	Эффективность обработки деталей на станках с ЧПУ и в гибких производственных системах (Р. К. Мещеряков, В. Н. Васильев) . . . . .	622
Требования к технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ и в гибких производственных системах (Р. К. Мещеряков, И. В. Гайгал) . . . . .	542	Основные требования к эксплуатации станков с ЧПУ, обеспечивающие их эффективное использование . . . . .	622
Обработка на сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ (Р. К. Мещеряков, И. В. Гайгал, К. Р. Мещеряков) . . . . .	546	Коэффициент загрузки станка . . . . .	629
Основные типы устройств ЧПУ и станков . . . . .	546	Определение числа условно-высвобождаемых рабочих при внедрении станков с ЧПУ . . . . .	630
Системы координат станка с ЧПУ, детали, инструменты . . . . .	549	Многостаночное обслуживание станков с ЧПУ . . . . .	631
Типовые и постоянные циклы обработки элементов деталей . . . . .	550	Расчет экономической эффективности внедрения станков с ЧПУ . . . . .	636
Расчет координатных перемещений	557	Проблемы, возникающие при создании гибких производственных систем высокого уровня (В. Н. Васильев, Р. К. Мещеряков) . . . . .	638
Последовательность выполнения переходов обработки деталей . . . . .	559	Перечень ГОСТов . . . . .	645
		Предметный указатель . . . . .	648



**Валерий Борисович БОРИСОВ,  
Евгений Иванович БОРИСОВ,  
Владимир Николаевич ВАСИЛЬЕВ и др.**

**СПРАВОЧНИК  
ТЕХНОЛОГА-  
МАШИНОСТРОИТЕЛЯ**

Том 1

Редактор *И. И. Лесниченко*  
Художественный редактор *С. С. Водчиц*  
Переплет художника *Г. Г. Кожанова*  
Технический редактор *Е. П. Смирнова*  
Корректор *И. М. Борейша*

ИБ № 3525

Сдано в набор 15.02.85. Подписано в печать 29.10.85. Т-20347. Формат 70 × 100<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная № 1. Гарнитура таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 53,3. Усл. кр.-отт. 105,78. Уч.-изд. л. 64,48. Тираж 210 000 (2-й завод 140 001 – 210 000 экз.). Заказ 200. Цена 3 р. 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.