

6812 (038)

1974

674

**С**ПРАВОЧНИК  
**Т**ЕХНОЛОГА-  
**П**РИБОРОСТРОИТЕЛЯ



Приборостроение — одна из основных отраслей промышленности, призванных способствовать быстрейшему техническому прогрессу народного хозяйства.

Вопросы развития приборостроения и, в частности, технологии изготовления приборов пока еще в недостаточной мере освещаются в научно-технической литературе.

В целях оказания практической помощи технологам-приборостроителям при проектировании и внедрении технологических процессов изготовления приборов коллектив авторов — специалистов в области приборостроения подготовил данный Справочник технолога-приборостроителя.

В справочнике обобщены материалы по передовому опыту прогрессивной технологии изготовления приборов. Приведены справочные данные о технологических процессах, оснастке и инструменте, применяемых на заготовительных операциях, а также при обработке деталей и сборке приборов общего назначения, в том числе сведения об изготовлении деталей из пластмасс, автоматизации вспомогательных операций и др. Кроме того, в справочнике отдельно рассмотрены вопросы технологии изготовления деталей оптических приборов, упругих элементов и электродеталей приборов.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников приборостроительных заводов и проектных институтов, а также для студентов высших и средних технических учебных заведений.

### Авторы справочника

А. Т. БЕЛЕВЦЕВ, канд. техн. наук; В. И. ГОЛИКОВ, канд. техн. наук; Р. М. ГОЦЕРИДЗЕ, инж.; В. П. ЕФИМОВ, канд. техн. наук; Е. Г. КОПАНЕВИЧ, канд. техн. наук; А. Н. МАЛОВ, проф.; О. Д. ПАРФЕНОВ, канд. техн. наук; А. Г. РОЗЕНБЕРГ, техн.; М. Н. СЕМИБРАТОВ, канд. техн. наук; А. Е. СКУРАТОВ, канд. техн. наук; И. А. СОКОЛОВСКИЙ, канд. техн. наук; П. В. СЫРОВАТЧЕНКО, канд. техн. наук; О. Ф. ТИЩЕНКО, докт. техн. наук; Н. Н. УШАКОВ, канд. техн. наук; В. П. ЧУМАКОВ, канд. техн. наук; В. А. ШАЛЬНОВ, канд. техн. наук; В. А. ШИШКИН, канд. техн. наук; И. И. ЮЖНЫЙ, инж.

*Редактор канд. техн. наук О. Д. ПАРФЕНОВ*

*Редакция справочной литературы*

*Зав. редакцией инж. Г. А. МОЛЮКОВ*



## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |   |
|--|---|
| <p>Глава I. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ (О. Ф. Тищенко) . . . . . 7</p> <p>Точность обработки, основные определения и расчетные данные . . . . . 7</p> <p>Допуски и посадки . . . . . 17</p> <p style="padding-left: 20px;">Основные термины, определения и расчетные данные . . . . . 17</p> <p>Допуски и посадки цилиндрических соединений по стандартам . . . . . 20</p> <p>Нормальные углы и допуски на угловые размеры . . . . . 35</p> <p>Допуски на метрическую крепежную резьбу . . . . . 37</p> <p>Допуски зубчатых передач . . . . . 45</p> <p style="padding-left: 20px;">Основные обозначения, термины и определения . . . . . 46</p> <p>Размерные цепи . . . . . 58</p> <p style="padding-left: 20px;">Основные термины и определения 58</p> <p style="padding-left: 20px;">Основные уравнения для решения размерных цепей . . . . . 59</p> <p>Применение теории вероятностей при решении размерных цепей . . . . . 61</p> <p>Измерение линейных и угловых размеров . . . . . 62</p> <p style="padding-left: 20px;">Основные понятия, термины и определения . . . . . 62</p> <p style="padding-left: 20px;">Методы измерения и контроля . . . . . 62</p> <p style="padding-left: 20px;">Основные метрологические показатели измерительных средств 63</p> <p>Концевые (линейные) и угловые меры . . . . . 64</p> <p>Инструменты и приборы для абсолютных измерений . . . . . 66</p> <p>Приборы для относительных измерений . . . . . 75</p> <p>Специализированные средства и методы измерений . . . . . 87</p> <p style="padding-left: 20px;">Основные данные для выбора средств и методов измерений 93</p> <p>Измерение и контроль резьбы . . . . . 99</p> <p>Средства и методы контроля зубчатых колес . . . . . 102</p> <p>Стандарты на контрольно-измерительные инструменты и приборы 105</p> <p>Литература и источники . . . . . 106</p> | <p>Глава II. ОТЛИВКИ (ЛИТЫЕ ЗАГОТОВКИ) В ПРИБОРОСТРОЕНИИ (А. Г. Розенберг и И. И. Южный) . . . . . 107</p> <p>Литейные сплавы черных металлов 107</p> <p style="padding-left: 20px;">Чугунное литье . . . . . 107</p> <p style="padding-left: 20px;">Стальное литье . . . . . 111</p> <p style="padding-left: 20px;">Магниты литые постоянные . . . . . 115</p> <p>Литейные сплавы цветных металлов 116</p> <p style="padding-left: 20px;">Медные сплавы . . . . . 116</p> <p style="padding-left: 20px;">Цинковые отливки . . . . . 118</p> <p style="padding-left: 20px;">Алюминиевые сплавы . . . . . 119</p> <p style="padding-left: 20px;">Магниевые сплавы . . . . . 124</p> <p>Основные способы изготовления отливок в приборостроении . . . . . 126</p> <p>Плоскость разъема формы . . . . . 129</p> <p>Стержни . . . . . 129</p> <p>Литниковые системы . . . . . 132</p> <p>Прибыли . . . . . 144</p> <p>Конструирование литых заготовок 144</p> <p style="padding-left: 20px;">Наружные очертания отливок . . . . . 144</p> <p style="padding-left: 20px;">Усадка . . . . . 146</p> <p style="padding-left: 20px;">Толщина стенок отливки . . . . . 147</p> <p style="padding-left: 20px;">Ребра жесткости . . . . . 149</p> <p style="padding-left: 20px;">Радиусы закруглений и сопряжения . . . . . 150</p> <p>Отверстия, углубления, пазы . . . . . 151</p> <p>Уклоны . . . . . 152</p> <p>Фигурные элементы в литье . . . . . 155</p> <p>Технологические требования механической обработки . . . . . 156</p> <p>Припуски . . . . . 158</p> <p>Точность . . . . . 158</p> <p>Чистота поверхности . . . . . 161</p> <p>Плавильные агрегаты и средства плавки металлов . . . . . 161</p> <p>Литейная технологическая оснастка 162</p> <p style="padding-left: 20px;">Изготовление моделей . . . . . 162</p> <p style="padding-left: 20px;">Опоки . . . . . 173</p> <p style="padding-left: 20px;">Литье по выплавляемым моделям 174</p> <p style="padding-left: 20px;">Литье в металлические формы . . . . . 180</p> <p style="padding-left: 20px;">Центробежное литье . . . . . 183</p> <p style="padding-left: 20px;">Литье под давлением . . . . . 184</p> <p>Литература и источники . . . . . 188</p> |
|--|---|



|   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| Глава III. ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ (А. Н. Малов) . . . . .  | 189 | Технология обычного и литьевого прессования . . . . .   | 299 |
| Холодная штамповка . . . . .  | 189 | Технология литья под давлением  | 301 |
| Расчет размеров и формы заготовок для деталей, штампуемых из листового материала . . . . .                  | 189 | Механическая обработка пластмасс . . . . .  | 305 |
| Определение формы и размеров заготовок для деталей, требующих применения формоизменяющих операций . . . . . | 189 | Требования к форме пластмассовых деталей . . . . .  | 308 |
| Нормирование расхода металла для изготовления деталей . . . . .   | 209 | Общие положения . . . . .   | 308 |
| Основные технологические расчеты . . . . .  | 211 | Литейные уклоны . . . . .   | 309 |
| Вырубка и пробивка . . . . .  | 213 | Ребра жесткости . . . . .   | 309 |
| Зачистка и калибровка . . . . .   | 217 | Оформление торцов деталей . . . . .   | 309 |
| Гибка . . . . .   | 219 | Формование гладких отверстий  | 310 |
| Вытяжка . . . . .   | 222 | Формование резьбы в пластмассе  | 310 |
| Обжим . . . . .   | 234 | Формование надписей и рисунков  | 311 |
| Отбортовка отверстий . . . . .  | 234 | Армирование пластмасс . . . . .   | 311 |
| Холодное выдавливание . . . . .   | 235 | Фиксация арматуры в прессформе . . . . .  | 311 |
| Правка (рихтовка) . . . . .   | 243 | Закрепление и монтаж арматуры в пластмассе . . . . .  | 314 |
| Формовка и калибровка растяжением (полая высадка) . . . . .   | 243 | Точность размеров пластмассовых деталей . . . . .   | 317 |
| Калибровка, чеканка, кернение   | 243 | Точность метрической резьбы, формуемой в пластмассе . . . . .   | 324 |
| Комбинированная штамповка   | 244 | Пресс-формы . . . . .   | 326 |
| Смазка при холодной штамповке   | 247 | Литература и источники . . . . .  | 331 |
| Выбор пресса . . . . .  | 248 | Глава V. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ РЕЗАНИЕМ (В. И. Голиков, <u>В. П. Ефимов</u> , О. Д. Парфенов, В. А. Шальнов) . . . . . | 332 |
| Бесштамповая обработка давлением  | 249 | Припуски на механическую обработку . . . . .  | 332 |
| Волочение . . . . .   | 249 | Точение . . . . .   | 337 |
| Прокатывание лент и полос . . . . .   | 252 | Универсальные средства оснащения токарных и револьверных станков . . . . .  | 337 |
| Прокатывание профилей . . . . .   | 253 | Расчет кулачков к одношпиндельным автоматам . . . . .   | 385 |
| Редуцирование . . . . .   | 253 | Сверление, зенкерование, развертывание . . . . .  | 388 |
| Накатывание резьбы . . . . .  | 254 | Экономическая точность обработки и шероховатость поверхности . . . . .  | 388 |
| Накатывание рифлений . . . . .  | 269 | Установка инструмента и заготовки . . . . .   | 388 |
| Накатывание зубчатых колес и реек   | 270 | Резьбонарезание . . . . .   | 399 |
| Прокатывание профильных деталей между роликами и плоскими плашками . . . . .                                | 274 | Фрезерование . . . . .  | 418 |
| Отделочно-упрочняющие способы обработки . . . . .   | 275 | Экономическая точность обработки и чистота поверхности  | 418 |
| Литература и источники . . . . .  | 281 | Установка инструментов и заготовок . . . . .  | 418 |
| Глава IV. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС (Е. Г. Копаневич и В. А. Шишкин) . . . . .                      | 282 | Фрезерные работы с применением делительных головок . . . . .  | 435 |
| Общие сведения о пластмассах . . . . .  | 282 | Зубообразование . . . . .   | 444 |
| Классификация пластмасс . . . . .   | 282 | Технологический процесс зубообразования . . . . .   | 446 |
| Виды пластмасс . . . . .  | 282 | Настройка станков . . . . .   | 450 |
| Компоненты, входящие в пластмассы . . . . .   | 297 |   |     |
| Технология изготовления деталей из пластмасс . . . . .  | 297 |   |     |
| Технология формования деталей из пластмасс . . . . .  | 297 |   |     |



|  |     |   |     |
|--|-----|---|-----|
| Оправки, применяемые для установки заготовок при зубообработке . . . . . | 468 | Глава VIII. ОПТИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ, МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТ (М. Н. Семибратов) . . . . .    | 700 |
| Присоединительные места к зубообрабатывающим станкам . . . . .           | 472 | Условные обозначения . . . . .  | 700 |
| Шлифование . . . . .   | 475 | Технологические элементы конструирования оптических деталей                           | 701 |
| Наружное шлифование с продольной подачей . . . . .                       | 475 | Линзы, круглые пластинки, световые фильтры и т. п. детали . . . . .                   | 701 |
| Внутреннее шлифование . . . . .  | 481 | Сетки и шкалы стеклянные . . . . .  | 703 |
| Шлифование по методу врезания . . . . .                                  | 482 | Технические условия на шрифты и знаки для сеток оптикомеханических приборов . . . . . | 704 |
| Шлифование абразивной лентой . . . . .                                   | 482 | Призмы и некруглые пластинки  | 706 |
| Правка шлифовальных кругов . . . . .                                     | 482 | Допускаемые отклонения размеров оптических характеристик деталей . . . . .            | 706 |
| Измерение в процессе шлифования . . . . .                                | 488 | Допускаемые дефекты на поверхностях оптических деталей . . . . .                      | 707 |
| Расчет основного технологического времени . . . . .                      | 489 | Покрытия оптических деталей . . . . .   | 711 |
| Хонингование . . . . .   | 492 | Чертежи оптических деталей . . . . .  | 711 |
| Режимы хонингования . . . . .  | 494 | Припуски . . . . .  | 714 |
| Усилия при хонинговании . . . . .  | 494 | Расчет радиусов кривизны . . . . .  | 714 |
| Алмазное шлифование . . . . .  | 494 | Операционные припуски на механическую обработку . . . . .                             | 715 |
| Литература и источники . . . . .   | 500 | Заготовки оптических деталей  | 717 |
| <b>Глава VI. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</b><br>(Р. М. Гоцеридзе) . . . . .           | 501 | Материалы . . . . .   | 720 |
| Общие сведения . . . . .   | 501 | Основные оптические материалы   | 720 |
| Элементы резания . . . . .   | 501 | Стекло оптическое бесцветное . . . . .  | 720 |
| Токарные работы . . . . .  | 502 | Материалы для обработки стекла  | 731 |
| Режимы резания для работ на сверлильных станках . . . . .                | 527 | Склеивающие материалы . . . . .   | 735 |
| Фрезерные работы . . . . .   | 546 | Вспомогательные материалы . . . . .   | 735 |
| Зуборезные работы . . . . .  | 568 | Инструменты оптические . . . . .  | 741 |
| Шлифовальные работы . . . . .  | 574 | Конструктивные формы шлифовальных и полировальных                                     | 747 |
| <b>Глава VII. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ</b><br>(И. А. Соколовский) . . . . .    | 582 | Расчет геометрии площадей рабочих элементов . . . . .                                 | 752 |
| Резцы . . . . .  | 582 | Вычисление коэффициента заполнения . . . . .  | 752 |
| Геометрические параметры режущей части . . . . .                         | 601 | Вычисление коэффициента покрытия . . . . .  | 753 |
| Фасонные резцы . . . . .   | 604 | Вычисление скоростного коэффициента . . . . .   | 771 |
| Сверла и центровочный инструмент   | 610 | Требования к инструменту . . . . .  | 778 |
| Зенкеры . . . . .  | 624 | Материалы для изготовления инструмента . . . . .                                      | 780 |
| Развертки . . . . .  | 624 | <b>Глава IX. ТЕХНОЛОГИЯ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ</b><br>(Н. Н. Ушаков) . . . . .             | 781 |
| Резьбообразующий инструмент . . . . .                                    | 631 | Основные требования и применяемые материалы . . . . .                                 | 781 |
| Метчики . . . . .  | 631 | Винтовые пружины . . . . .  | 784 |
| Плашки . . . . .   | 647 | Плоские пружины . . . . .   | 789 |
| Фрезы резьбовые . . . . .  | 653 | Маломоментные спиральные пружины (волоски) . . . . .                                  | 790 |
| Резьбонарезные головки . . . . .   | 654 | Гофрированные мембраны и мембранные коробки . . . . .                                 | 793 |
| Фрезы . . . . .  | 656 |   |     |
| Основные элементы фрезы . . . . .  | 656 |   |     |
| Конструкция фрез . . . . .   | 656 |   |     |
| Определение профиля зуба фрезы   | 679 |   |     |
| Долбяки зуборезные . . . . .   | 681 |   |     |
| Шеверы дисковые . . . . .  | 689 |   |     |
| Технические условия и ГОСТ на режущий инструмент . . . . .               | 694 |   |     |
| Материалы для инструментов . . . . .                                     | 695 |   |     |



|   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| Гофрированные металлические мехи  | 805 | Технологический процесс изготовления контактов  | 872 |
| Трубчатые пружины   | 809 | Контроль контактов  | 873 |
| Литература и источники  | 811 | <b>Глава XI. СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ, ПАЙКА, СКЛЕИВАНИЕ И УРАВНОВЕШИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ (П. В. Сыроватченко и В. П. Чумаков)</b> |     |
| <b>Глава X. ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ (А. Т. Белевцев и А. Е. Скуратов)</b> | 812 | Очистка и промывка деталей  | 875 |
| Потенциометры   | 812 | Слесарно-пригоночные работы   | 879 |
| Основные типы потенциометров  | 812 | Механизированный инструмент для пригоночных работ   | 885 |
| Материалы и их технологические свойства   | 813 | Склеивание  | 885 |
| Изготовление каркасов   | 814 | Клеи  | 888 |
| Изготовление сопротивления  | 817 | Клеевые соединения  | 899 |
| Проверка основных параметров потенциометров   | 819 | Пайка   | 901 |
| Магнитопроводы  | 823 | Пайка узлов в защитно-восстановительной среде   | 907 |
| Основные типы   | 823 | Пайка с индукционным нагревом токами высокой частоты  | 908 |
| Материалы и их технологические свойства   | 824 | Ультразвуковая пайка  | 909 |
| Изготовление сборных магнитопроводов  | 827 | Уравновешивание деталей и узлов приборов  | 910 |
| Изготовление ленточных магнитопроводов  | 827 | Статическое уравновешивание   | 910 |
| Изготовление магнитопроводов из порошковых материалов                               | 829 | Динамическое уравновешивание  | 912 |
| Изготовление магнитопроводов из ферритов  | 830 | Методы и средства, применяемые при динамическом уравновешивании   | 913 |
| Контроль  | 833 | Литература и источники  | 916 |
| Магниты   | 833 | <b>Глава XII. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШТУЧНЫХ ЗАГОТОВОК (А. Н. Малов)</b>                         |     |
| Основные типы магнитов  | 834 | Классификация загрузочных устройств   | 917 |
| Материалы и их технологические свойства   | 834 | Механизмы ориентации бункерных устройств  | 918 |
| Методы изготовления магнитов  | 835 | Механизмы для захвата и ориентации заготовок  | 938 |
| Контроль  | 840 | Магазинные загрузочные устройства   | 939 |
| Технология изготовления обмоток   | 841 | Питатели  | 945 |
| Технология изготовления каркасов для обмоток  | 847 | Литература и источники  | 947 |
| Пазовые статорные обмотки   | 849 | Предметный алфавитный указатель (С. Л. Хасьминский)   | 948 |
| Пазовые обмотки роторов и якорей  | 850 |   |     |
| Погрешности изготовления обмоток  | 862 |   |     |
| Контроль и испытание обмоток  | 865 |   |     |
| Контакты  | 867 |   |     |
| Материалы контактов   | 867 |   |     |
| Конструкции контактов   | 867 |   |     |



# СПРАВОЧНИК ТЕХНОЛОГА- ПРИБОРОСТРОИТЕЛЯ

Под редакцией  
*проф. А. Н. МАЛОВА*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1962



|   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| Гофрированные металлические мехи  | 805 | Технологический процесс изготовления контактов  | 872 |
| Трубчатые пружины   | 809 | Контроль контактов  | 873 |
| Литература и источники  | 811 | <b>Глава XI. СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ, ПАЙКА, СКЛЕИВАНИЕ И УРАВНОВЕШИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ (П. В. Сыроватченко и В. П. Чумаков)</b> | 875 |
| <b>Глава X. ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ (А. Т. Белевцев и А. Е. Скуратов)</b> | 812 | Очистка и промывка деталей  | 875 |
| Потенциометры   | 812 | Слесарно-пригоночные работы   | 879 |
| Основные типы потенциометров  | 812 | Механизированный инструмент для пригоночных работ   | 885 |
| Материалы и их технологические свойства   | 813 | Склеивание  | 885 |
| Изготовление каркасов   | 814 | Клеи  | 888 |
| Изготовление сопротивления  | 817 | Клеевые соединения  | 899 |
| Проверка основных параметров потенциометров   | 819 | Пайка   | 901 |
| Магнитопроводы  | 823 | Пайка узлов в защитно-восстановительной среде   | 907 |
| Основные типы   | 823 | Пайка с индукционным нагревом токами высокой частоты  | 908 |
| Материалы и их технологические свойства   | 824 | Ультразвуковая пайка  | 909 |
| Изготовление сборных магнитопроводов  | 827 | Уравновешивание деталей и узлов приборов  | 910 |
| Изготовление ленточных магнитопроводов  | 827 | Статическое уравновешивание   | 910 |
| Изготовление магнитопроводов из порошковых материалов                               | 829 | Динамическое уравновешивание  | 912 |
| Изготовление магнитопроводов из ферритов  | 830 | Методы и средства, применяемые при динамическом уравновешивании   | 913 |
| Контроль  | 833 | Литература и источники  | 916 |
| Магниты   | 833 | <b>Глава XII. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШТУЧНЫХ ЗАГОТОВОК (А. Н. Малов)</b>                         |     |
| Основные типы магнитов  | 834 | Классификация загрузочных устройств   | 917 |
| Материалы и их технологические свойства   | 834 | Механизмы ориентации бункерных устройств  | 918 |
| Методы изготовления магнитов  | 835 | Механизмы для захвата и ориентации заготовок  | 938 |
| Контроль  | 840 | Магазинные загрузочные устройства   | 939 |
| Технология изготовления обмоток   | 841 | Питатели  | 945 |
| Технология изготовления каркасов для обмоток  | 847 | Литература и источники  | 947 |
| Пазовые статорные обмотки   | 849 | Предметный алфавитный указатель (С. Л. Хасьминский)   | 948 |
| Пазовые обмотки роторов и якорей  | 850 |   |     |
| Погрешности изготовления обмоток  | 862 |   |     |
| Контроль и испытание обмоток  | 865 |   |     |
| Контакты  | 867 |   |     |
| Материалы контактов   | 867 |   |     |
| Конструкции контактов   | 867 |   |     |