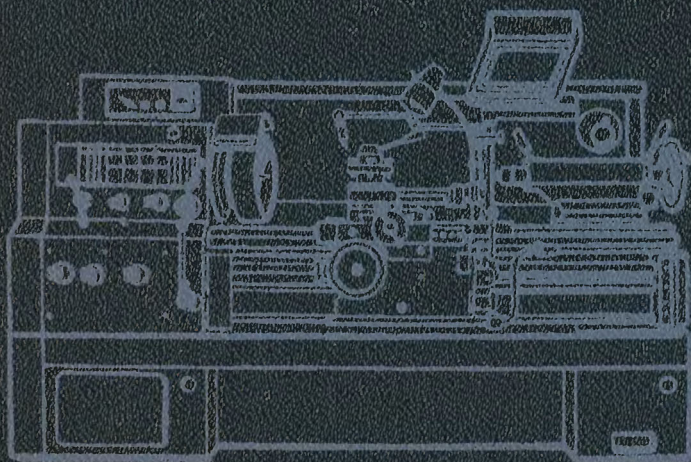


И. И. БЕРГЕР СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ТОКАРЯ

И. И. БЕРГЕР

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ТОКАРЯ



И. И. БЕРГЕР

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ТОКАРЯ

Издание второе,
переработанное и дополненное



МИНСК
«ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА»
1987

ББК 34.632я2
Б48
УДК 621.941(035.5)

Рецензенты: *В. Н. Комаров* — канд. техн. наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Белорусского политехнического института; *Л. А. Кохан* — заместитель главного технолога производственного объединения «Минский тракторный завод им. В. И. Ленина»

© Издательство
«Вышэйшая школа», 1972.
© Издательство
«Вышэйшая школа», 1987, с изменениями.

Б $\frac{2704040000-068}{М 304(03) - 87}$ 56—87

ПРЕДИСЛОВИЕ

XXVII съездом КПСС разработана стратегия развития экономики нашей страны, предусматривающая всемерное ускорение научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства. Особое внимание уделяется коренной реконструкции и опережающему развитию машиностроительного комплекса. Здесь закладываются основы выхода на новые технологии, позволяющие достичь значительного повышения производительности труда и качества продукции, обеспечивающие сбережение ресурсов. В XII пятилетке намечено увеличить выпуск продукции машиностроения и металлообработки на 40—45 процентов.

Успешное претворение поставленных задач во многом определяется качеством подготовки квалифицированных кадров, на характер и содержание труда которых существенное влияние оказывает внедрение в производство результатов научно-технического прогресса. Наряду с достигнутыми практическими навыками каждый молодой рабочий должен также обладать обширными профессиональными знаниями, уметь творчески применять их на практике. В определенной степени этому будет способствовать предлагаемый справочник, материалы которого могут использоваться в учебных и практических целях. Здесь приводятся сведения о токарных станках с ручным и программным управлением, обрабатываемых и инструментальных материалах, режущих и измерительных инструментах и приспособлениях, применяемых при токарной обработке. Излагаются вопросы рационального резания металлов, даются практические рекомендации по выполнению различных операций.

В данном издании справочника в отличие от первого при сохранении оправдавшей себя структуры изложения материала значительно сокращена его текстовая часть за счет изъятия некоторой лишней детализации, а вместо этого включены сведения о станках с ЧПУ, о комплексных требованиях к точности обработки, об алгорит-

ме мыслительных действий при построении технологических процессов обработки деталей на токарных станках.

В справочнике помещены также сведения по унификации техпроцессов, которые позволяют значительно уменьшить количество индивидуальных технологических решений и свести их до минимума. Это дает возможность молодым рабочим, осваивающим основы токарного дела, сократить время на приобретение производительных навыков труда.

Все данные приведены в соответствии с действующими ГОСТами.

Автор выражает признательность рецензентам Комарову В. Н. и Кохану Л. А., замечания и рекомендации которых учтены при подготовке справочника.

Автор

Глава 1. ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

1.1. Назначение, классификация и маркировка станков

Токарные станки предназначены для обработки резанием поверхностей вращения (цилиндрических, конических, фасонных и др.) с помощью резцов, сверл и некоторых других инструментов. Отличительным признаком данных станков является форма основных движений, за счет которых совершается обработка. К основным движениям относятся *главное вращательное движение заготовки*, посредством которого осуществляется процесс резания, и *движение подачи* — поступательное перемещение инструмента, обеспечивающее непрерывность этого процесса.

Токарные станки классифицируют по ряду признаков: специализации, размерам, массе, точности и способу управления.

По специализации станки делятся на универсальные, широкого назначения, специализированные и специальные.

Универсальные станки предусмотрены для разнообразных работ на изделиях широкой номенклатуры. К ним относятся токарно-винторезные станки, на которых можно выполнять все токарные работы, включая нарезание резьб резцами.

Станки широкого назначения служат для ограниченного числа работ на изделиях широкой номенклатуры. Например, револьверные станки позволяют выполнять ограниченный круг токарных работ по обработке коротких заготовок, закрепляемых в патроне или на оправке. Подобными ограничениями обладают также карусельные станки, токарные автоматы и полуавтоматы.

Специализированные станки предназначены для определенного вида работ: затылования, нарезания резьб и т. д. К данным станкам относятся токарно-затыловочные станки, резьбонарезные, сверлильно-отрезные и др.

Специальные станки используются для определенных технологических операций. В эту группу, в частности, входят агрегатные станки, комплектуемые из нормализованных узлов и силовых головок.

По размерному признаку выделяют три группы токарных станков: мелкие — с высотой центров над станиной до 160 мм, средние — 160—300 мм, крупные — свыше 300 мм.

По массе станки делятся на легкие — до 1000 кг, средние — до 10 т, тяжелые — свыше 10 т.

По точности предусмотрен выпуск станков пяти классов: нормальной точности Н, повышенной — П, высокой — В, особо высокой (прецизионные) — А, особо точные или мастер-станки — С.

По способу управления различают станки с ручным и автоматизированным управлением. На последних весь процесс обработки или его основная часть осуществляется без непосредственного участия человека.

Для металлорежущих станков отечественного производства принята единая система цифрового обозначения моделей станков. В зависимости от характера выполняемых работ все станки делятся на девять групп (токарные, фрезерные, шлифовальные и др.), каждая из которых в свою очередь подразделяется на девять типов. По этой системе модели станка присваивается условный индекс из трех или четырех цифр. Первая цифра обозначает группу, вторая — тип, третья и четвертая — характерный размер станка или обрабатываемого на нем изделия.

Токарные станки отнесены к первой группе, обозначаемой цифрой 1. Типы станков этой группы имеют следующие цифровые обозначения: 1 — одношпиндельные автоматы и полуавтоматы, 2 — многошпиндельные автоматы и полуавтоматы, 3 — револьверные станки, 4 — сверлильно-отрезные, 5 — карусельные, 6 — токарно-винторезные и лобовые, 7 — многорезцовые, 8 — специализированные, 9 — разные.

Третья и четвертая цифры условно обозначают: для токарных станков — высоту центров над станиной; револьверных и прутковых автоматов — наибольший диа-

метр обрабатываемого прутка; карусельных — диаметр круглого стола и т. д.

По мере усовершенствования или некоторых изменений конструкции базовой модели в маркировку станка для сохранения преемственности обозначения вводятся буквы. Буква после первой или второй цифры указывает на модернизацию станка по сравнению с предыдущей моделью. Буква в конце маркировки свидетельствует о классе точности (кроме нормального), способе управления или других частичных изменениях. Например, модель 1А616П — модернизированный токарно-винторезный станок с высотой центров над станиной 160 мм, повышенного класса точности; модель 16К20Ф3 — модернизированный токарно-винторезный станок с высотой центров 200 мм, с числовым программным управлением контурной системы, о чем свидетельствует буква Ф и цифра 3 после нее.

1.2. Основные сведения о токарно-винторезных станках

Устройство и техническая характеристика. Несмотря на значительное разнообразие конструкций, все токарно-винторезные станки имеют типовое устройство и состоят из следующих характерных узлов: станины, передней и задней бабок, суппорта, фартука, коробки подач, гитары сменных колес, основания или двух тумб. На рис. 1.1 изображены узловая компоновка и органы управления современного токарно-винторезного станка модели 16К20.

Технологические возможности станков определяются их технической характеристикой, основные показатели которой для наиболее распространенных токарно-винторезных станков отечественного производства приведены в табл. 1.1.

Проверка точности работы станка. Точность нового и прошедшего капитальный ремонт станка должна удовлетворять нормам соответствующих стандартов. Стандарты предусматривают два способа проверки: 1) *геометрическую* — путем контроля точности формы и

Табл. 1.1. Технические характеристики токарно-

Модель станка	Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	Наибольшее расстояние между центрами, мм	Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	Число скоростей шпинделя	Частота вращения шпинделя n , об/мин
ТВ-320	320	500	25	18	36, 53, 65, 82, 98, 111, 141, 167, 250, 290, 430, 520, 665, 785, 1130, 1340, 2000
1ИС611В	250	500	24	21	25, 31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500
1И611П	250	500	24	21	20, 25, 31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000
1Е61М	320	710	32	12	35, 50, 71, 100, 140, 200, 280, 400, 560, 800, 1120, 1600
1А616	320	710	34	21	11,2; 18, 28, 45, 56, 71, 90, 112, 140, 180, 224, 280, 355, 450, 560, 710, 900, 1120, 1400, 1800, 2240
16К20	400	710; 1000; 1400; 2000	45	22	12,5; 16, 20, 25, 31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600
1М63	630	1400	65	22	10, 12,5; 16, 20, 25; 31,5; 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250
16К20Ф3	400	1000	53	22	12,5—2000

винторезных станков отечественного производства

Подачи, мм/об		Резьбы			Мощность электродвигателя, кВт
продольные $S_{\text{прод}}$	поперечные $S_{\text{поп}}$	метрические, шаг, мм	дюймовые, число ниток на 1"		
0,03; 0,04; 0,06; 0,08; 0,085; 0,115; 0,12; 0,165; 0,17; 0,23; 0,245; 0,335; 0,37; 0,49; 0,67; 0,98	0,4 $S_{\text{прод}}$	0,25—5	—	3	
0,01; 0,015; 0,02; 0,025; 0,03; 0,04; 0,045; 0,05; 0,075; 0,125; 0,15; 0,22; 0,25; 0,3; 0,375	0,5 $S_{\text{прод}}$	0,2—48	24—0,5	3	
0,022; 0,031; 0,044; 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,15; 0,25; 0,3; 0,44; 0,5; 0,75	0,5 $S_{\text{прод}}$	0,2—48	24—0,5	3	
0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,11; 0,12; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18; 0,2; 0,22; 0,24; 0,28; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,1; 1,2	0,6 $S_{\text{прод}}$	0,2—30	30—4	4	
$S_{\text{прод}} = S_{\text{поп}} = 0,065; 0,08; 0,096; 0,114; 0,13; 0,16; 0,193; 0,228; 0,26; 0,32; 0,39; 0,445; 0,52; 0,64; 0,74; 0,91$		0,5—24	56—1	4	
0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8	0,5 $S_{\text{прод}}$	0,5—112	56—0,5	4	
0,064; 0,07; 0,083; 0,096; 0,102; 0,109; 0,115; 0,128; 0,134; 0,147; 0,166; 0,192; 0,198; 0,21; 0,23; 0,256; 0,275; 0,305; 0,34; 0,385; 0,404; 0,43; 0,467; 0,51; 0,558; 0,61; 0,686; 0,77; 0,815; 0,942; 1,025	0,4 $S_{\text{прод}}$	1—192	24—1/4	13	
0,01—2,8 Дискретность 0,01 мм	0,005—1,4 Дискретность 0,005 мм	0,01—40,959	—	10	

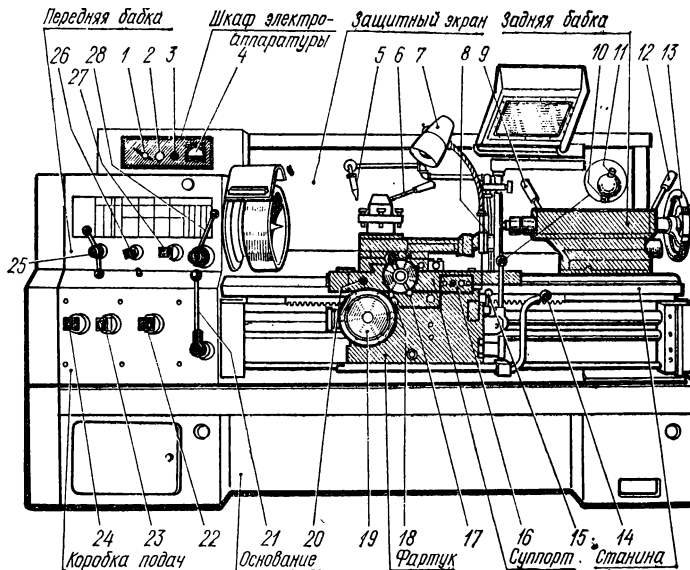
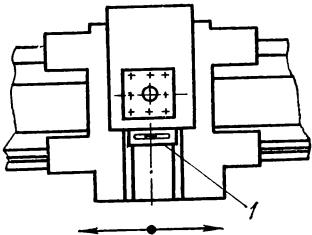
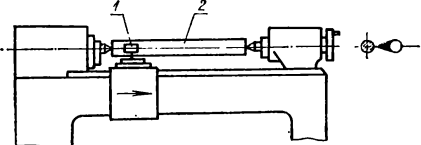
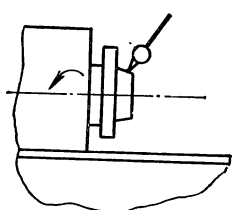
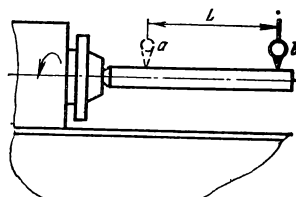


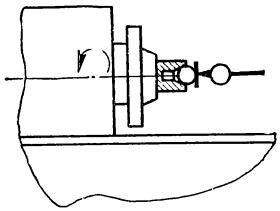
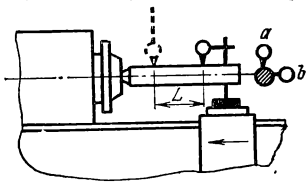
Рис. 1.1. Общий вид и органы управления станка 16К20:

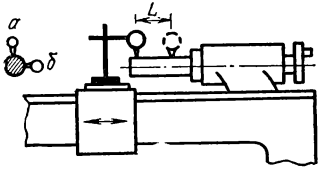
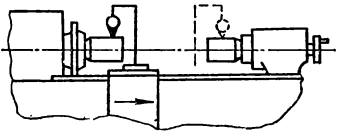
1 — переключатель электросети; 2 — сигнальная лампа; 3 — кнопка включения насоса СОЖ; 4 — указатель нагрузки станка; 5 — регулируемое сопло СОЖ; 6 — рукоятка резцедержателя; 7 — местное освещение; 8 — маховичок верхних салазок суппорта; 9 — рукоятка зажима пинноли задней бабки; 10 — рукоятка включения продольной и поперечной подачи суппорта; 11 — кнопка включения ускоренной подачи; 12 — рукоятка закрепления задней бабки; 13 — маховичок пинноли задней бабки; 14 и 21 — рукоятки включения и переключения вращения шпинделя; 15 — рукоятка включения разъемной гайки; 16 — кнопочная станция; 17 — маховичок поперечных салазок суппорта; 18 — кнопка отклонения реечной шестерни; 19 — маховичок продольных салазок суппорта; 20 — кнопка золотника смазки направляющих продольных и поперечных салазок суппорта; 22 — рукоятка установки подачи, шага резьбы и включения подачи напрямую; 23 — рукоятка установки подачи и типа резьбы; 24 — рукоятка установки подачи и шага резьбы; 25 и 28 — рукоятки установки частоты вращения шпинделя; 26 — рукоятка установки нормального или увеличенного шага резьбы и положения для деления многозаходных резьб; 27 — рукоятка установки правой или левой резьбы

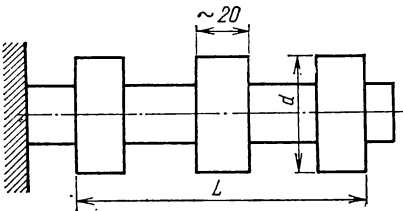
Табл. 1.2. Проверка точности токарного станка

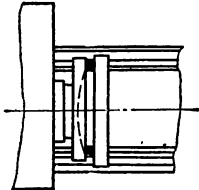
Содержание и эскиз проверки	Метод проверки	Допуск, мм
1	2	3
1. Прямолинейность продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости  2. Прямолинейность продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости 	I. Проверка геометрической точности На суппорте (ближе к резцедержателю) параллельно направлению его перемещения устанавливается уровень 1. Резцедержатель сдвинут к оси центров станка Суппорт перемещается в продольном направлении на всю длину хода. Замеры производятся не более чем через 0,1 длины хода Отклонение определяется наибольшей алгебраической разностью ординат крайних точек прямой из графика, построенного по показаниям уровня При длине хода суппорта до 1,6 м проверка производится с помощью цилиндрической оправки 2, установленной в центрах, и индикатора 1 На суппорте устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался боковой образующей оправки и был перпендикулярен к ее оси. Показания индикатора на концах	При длине перемещения: свыше 800 до 1250 мм — 0,03 Свыше 1250 до 2000 мм — 0,04 (вогнутость не допускается) При длине перемещения: свыше 800 до 1250 мм — 0,02 Свыше 1250 до 2000 мм — 0,025 (отклонения допускаются только

1	2	3
3. Радиальное биение центрирующей шейки шпинделя  4. Радиальное биение оси отверстия шпинделя 	оправки должны быть одинаковыми, что достигается соответствующей установкой задней бабки. Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора На станке устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался центрирующей шейки шпинделя и был перпендикулярен к образующей. Шпиндель приводится во вращение. Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора В отверстие шпинделя плотно вставляются контрольная оправка с цилиндрической измерительной поверхностью. На станке устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался поверхности оправки. Шпиндель приводится во вращение. Измерения производятся у торца шпинделя a и на расстоянии L от него — b. Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора в каждом его положении	к оси центров станка) Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 250 мм—0,008 до 800 мм—0,010 Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 400 при $L = 200$ мм: $a - 0,01$ $b - 0,16$ до 800 мм при $L = 300$ мм: $a - 0,012$ $b - 0,020$

1	2	3
5. Осовое биение шпинделя 	В отверстие шпинделя вставляется контрольная оправка с центровым отверстием под шарик. На станке устанавливается индикатор так, чтобы его плоский измерительный наконечник касался шарика, вставленного в отверстие оправки. Шпиндель приводится во вращение. Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность результатов измерений.	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 400 мм—0,008 до 800 мм—0,010
6. Параллельность оси шпинделя направлению продольного перемещения суппорта 	В отверстие шпинделя вставляется контрольная оправка с цилиндрической измерительной поверхностью. На суппорте устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался поверхности оправки: <i>a</i> — по верхней образующей <i>b</i> — по боковой образующей Суппорт перемещается вдоль станины на длину <i>L</i>. В каждом разделе проверки замер производится по двум диаметрально противоположным образующим (при повороте шпинделя на 180°). Отклонение определяется средней арифметической результатов обоих замеров в данной плоскости.	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 400 мм при <i>L</i> = 150 мм: <i>a</i> — 0,016 <i>b</i> — 0,008 до 800 мм при <i>L</i> = 300 мм: <i>a</i> — 0,02 <i>b</i> — 0,012

1	2	3
7. Параллельность оси конического отверстия пиноли задней бабки направлению продольного перемещения суппорта  8. Расположение осей шпинделя и пиноли на одинаковой высоте над направляющими станины для суппорта (одновысотность) 	Заднюю бабку с полностью выдвинутой и зажатой пинолью устанавливают и закрепляют на станине на расстоянии между торцами шпинделя и пиноли не менее наибольшего диаметра обрабатываемого изделия В отверстие пиноли вставляется контрольная оправка с цилиндрической измерительной поверхностью На суппорте устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался поверхности оправки: <i>a</i> — по ее верхней образующей <i>b</i> — по ее боковой образующей Суппорт перемещается вдоль станины на длину <i>L</i> Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора в указанных положениях суппорта Задняя бабка с полностью выдвинутой пинолью устанавливается на расстоянии между торцами шпинделя и пиноли, примерно равном наибольшему диаметру обрабатываемого изделия В отверстие шпинделя и пиноли плотно вставляются цилиндрические оправки одинакового диаметра На суппорте устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности одной из оправок на расстоянии, равном двум диаметрам оправок от торца шпинделя (пиноли)	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 400 мм при $L = 200$ мм — 0,02 до 800 мм при $L = 300$ мм — 0,03 Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 400 мм — 0,03 до 800 мм — 0,04

1	2	3
9. Точность геометрической формы цилиндрической поверхности образца после чистовой обточки на станке: а) постоянство диаметра d в поперечном сечении б) постоянство диаметра d в любом сечении 	Поперечным движением суппорта вперед и назад определяют наибольшее показание индикатора. Затем без изменения положения индикатора на суппорте такой же замер производится по шейке второй оправки Погрешность определяется алгебраической разностью наибольших показаний индикатора в обоих замерах II. Проверка станка в работе При закреплении в патроне образец обрабатывается по цилиндрическим поверхностям поясков Диаметр образца должен быть не менее $1/8$ наибольшего диаметра обрабатываемого изделия D, но не более 300 мм. Длина образца должна быть примерно равна $1/2 D$, но не более 500 мм После чистовой обточки образец проверяется рычажной скобой или микрометром	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 400 мм при $L = 200$ мм: $a - 0,008$ $b - 0,02$ до 800 мм при $L = 300$ мм: $a - 0,010$ $b - 0,030$

1	2	3
10. Плоскостность торца образца после чистовой обточки на станке 	У дискового образца диаметром не менее $1/2$ наибольшего диаметра обрабатываемого изделия подрезается торец К торцу планшайбы или к двум установленным у ее периферии плиткам одинаковой высоты проверочной гранью прикладывается линейка Щупами или плитками измеряется просвет между гранью линейки и обработанной поверхностью	При диаметре образца: 250—400 мм— 0,016 400—800 мм—0,02 (допускается только вогнутость)

взаимного расположения узлов и деталей станка; 2) *практическую* — изготовлением на станке контрольных образцов с последующей проверкой их универсальными измерительными инструментами.

Порядок проведения основных проверок токарно-винторезного станка нормальной точности и соответствующие им допустимые отклонения по ГОСТ 18097—72 приведены в табл. 1.2.

1.3. Токарные станки с числовым программным управлением (ЧПУ)

Особенности системы ЧПУ. Система ЧПУ принципиально отличается от других систем автоматического управления тем, что у нее вся программная информация о последовательных действиях станка с помощью чисел в кодированном виде сосредоточена на едином программноносителе — ленте. Благодаря возможности задавать программу работы станка одновременно по двум и более координатным осям в объеме практически неограниченного количества технологических переходов на таких станках можно выполнять обработку деталей любой сложности. Кроме того, отсутствие копиров и кулачков, применяемых в других системах программного управления, намного облегчает и ускоряет наладку станков с ЧПУ. Переналадка здесь в основном сводится к замене программноносителя-ленты, режущих инструментов и установке их в исходное положение соответственно началу программы. Все это способствует широкому распространению станков с ЧПУ как одного из наиболее эффективных средств автоматизации технологических процессов механической обработки.

Координатная система станков. Положение инструментов и направление их перемещения на станках с ЧПУ определяется системой координат. Применительно к токарно-винторезным станкам, на которых инструменты перемещаются в горизонтальной плоскости, используется двухкоординатная прямоугольная система с осью z , расположенной вдоль оси центров станка, и x — перпен-

дикулярно к оси центров. Началом координат или «нулем станка» практически может быть принята любая точка на оси центров. Обычно ее принимают в плоскости пересечения базового торца заготовки с осью z (рис. 1.2). При этом положительным направлением перемещения инструментов (+) принято считать такое, когда коорди-

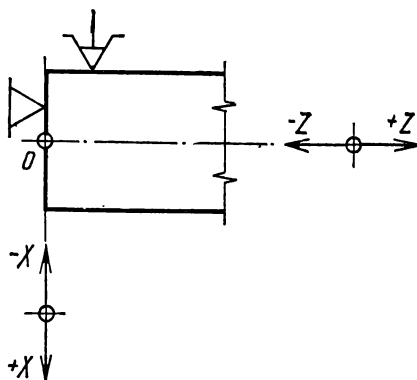


Рис. 1.2. Координатная система токарного станка с ЧПУ

ната увеличивается — движение резца от передней бабки к задней и от оси центров; соответственно перемещения в обратных направлениях, когда координаты уменьшаются, считаются отрицательными (—).

Системы ЧПУ. В зависимости от технологических возможностей различают две основные системы числового программного управления: *позиционные* и *контурные*.

В позиционных системах по каждой координатной оси задаются только величины движений подвижных узлов станка с целью перемещения их из одной позиции в другую. Обработка очередного участка детали в этом случае начинается после прихода исполнительного органа в новую позицию (точку с заданными координатами). Такие системы используются для автомати-

заций радиально-сверлильных и координатно-расточных станков.

В контурных системах по каждой координатной оси программируется не только величина перемещения, но и закон ее изменения по скорости движения. Благодаря этому такие системы позволяют обрабатывать как простые прямоугольные, так и сложные (конические, фасонные) контуры, нуждающиеся в согласованном перемещении режущего инструмента одновременно по двум осям координат. Контурной системой ЧПУ преимущественно оснащаются токарные и фрезерные станки.

Система ЧПУ отражается в обозначениях моделей станков. В конце маркировки, после буквы Ф, цифра 2 обозначает позиционную систему, цифра 3 — контурную. Например, модель 1И611ПФ3 — токарно-винторезный станок повышенного класса точности с контурной системой ЧПУ.

Кодирование числовой программной информации. Чтобы задать машине программу действий, ее необходимо выразить на понятном машине языке. Для этого обычно пользуются машинной азбукой, в которой вместо букв применяют различные сочетания двух условных знаков 1 и 0. С помощью этих знаков образуют коды записи числовой программной информации. Знак 1 обозначает наличие управляющего сигнала, 0 — его отсутствие.

Числовые коды образуются на базе определенных систем счисления и получают соответственно им одноименные названия. Кроме общепринятой десятичной системы счисления, в технике получили распространение и другие системы — единичная и двоичная.

Каждая система счисления характеризуется основанием системы — числом, которое, будучи возведенным в определенную степень, образует разряд числа.

В единичной системе счисления в качестве основания принята единица. Следовательно, разрядность цифры единичного числа по величине остается неизменной, так как единица, возведенная в любую степень, остается единицей. Поэтому десятичное число, переведенное в единичное, выражается равным количеством последова-

тельно записанных единиц. Например, число 12 записывается двенадцатью единицами единичного числа, т. е.

$$12 = 111111111111$$

В двоичной системе счисления основанием служит двойка, при последовательном возведении в степень которой образуются разряды двоичного числа:

1-й разряд $2^0 = 1$	4-й разряд $2^3 = 8$,
2-й » $2^1 = 2$,	5-й » $2^4 = 16$,
3-й » $2^2 = 4$,	6-й » $2^5 = 32$

и т. д.

Например, десятичное число 21, выраженное разрядностью двоичного числа, можно представить следующей суммой произведений:

$$21 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0.$$

Для сокращения записи двоичное число условно изображают только двумя коэффициентами 1 или 0 при двойке в разной степени и располагают их в числе поразрядно. Коэффициент 1 указывает на наличие данного разряда, 0 — на его отсутствие. Таким образом, число 21 в двоичной системе счисления примет следующий вид:

$$21 = 10101.$$

Для преобразования десятичного числа в двоичное рекомендуется последовательно делить его на 2, как показано ниже на примере числа 37. В конце правой колонки, составленной из остатков после делений, дописывается единица, а двоичное число считывается с этой колонки в направлении снизу вверх, т. е. $37 = 100101$.

Делимое и частное	Остаток
37	—
18	1
9	0
4	1
2	0
1	0
—	1

В десятичной системе счисления за основание принято число 10, которое возводится последовательно в разную степень для образования разряда числа. Например, десятичное число 2703 можно выразить суммой произведений:

$$2703 = 2 \cdot 10^3 + 7 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0.$$

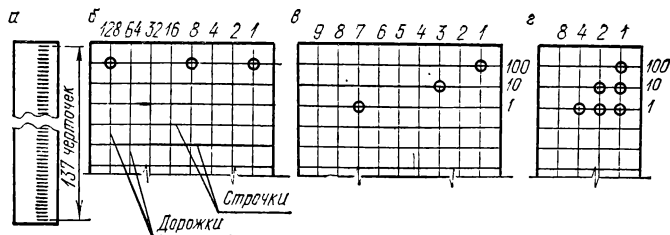


Рис. 1.3. Запись числа 137 различными кодами:

а — унитарным; б — двоичным; в — десятичным; г — двоично-десятичным

Как видно из примера, запись десятичных чисел условно ведется с помощью десяти коэффициентов от 0 до 9, которые располагают в числе по соответствующим разрядам.

Программная информация, выраженная числами в определенной системе счисления, записывается на программноноситель одноименным кодом.

С помощью единичного (унитарного) кода число записывается равным ему количеством штрихов или черточек на определенной дорожке, расположенной в продольном направлении программноносителя (рис. 1.3,а). Длина такой записи, особенно при большом кодируемом числе, получается значительной. Поэтому единичный код в основном используется для записи числовой информации на магнитную ленту, на которой достигается высокая плотность размещения кодовых штрихов.

Запись числа двоичным кодом ведется пробивкой отверстий в одной строке перфоленты, которые располагают по дорожкам соответственно разряду единиц двоич-

ного числа (рис. 1.3, б). При изображении таким кодом крупных чисел нужна лента большой ширины. Это является существенным недостатком двоичного кода, ограничивающим его применение только для записи небольших чисел.

Десятичным кодом цифры десятичного числа записываются пробивкой отверстий на девяти дорожках перфоленты и располагаются построчно соответственно разряду цифры в числе (рис. 1.3, в).

Ввиду нерационального использования площади программноносителя такой код не получил практического применения.

В современных станках с ЧПУ для записи числовой информации на перфоленту повсеместное распространение получил комбинированный двоично-десятичный код (рис. 1.3, г), который отличается от десятичного тем, что цифры десятичного числа записываются на перфоленте построчно четырехразрядным (1—2—4—8) двоичным кодом. Это позволяет значительно уменьшить необходимую площадь программноносителя.

Подготовка, запись и считывание программной информации. Станки с ЧПУ первого поколения действовали по программе, записанной на магнитной ленте унитарным кодом. Такой способ задания программы позволял с помощью сравнительно простых электронных устройств считывать, усиливать и с предусмотренной частотой и последовательностью направлять единичные электросигналы унитарного кода к исполнительным элементам автоматики — шаговым двигателям продольной и поперечной подачи станка.

Программа на магнитную ленту записывалась с перфоленты при помощи специального электронного кодопреобразователя — интерполятора, что намного усложняло и удлиняло процесс подготовки станка к работе. В целях упрощения этого процесса и благодаря успехам развития микроэлектроники современные станки с ЧПУ второго поколения оснащаются автономными пультами программного управления со встроенными интерполяторами, способными преобразовывать числовой двоично-десятичный код программы, записанный на перфоленте,

в сигналы унитарного кода и передавать их непосредственно к шаговым двигателям станка. Таким образом, в современных станках с ЧПУ ликвидирована промежуточная стадия подготовки управляющей программы — запись информации на магнитную ленту и единым программносителем служит перфолента, на которой пробиваются отверстия, являющиеся единицами кодового числа. Ряды отверстий, расположенных в направлении перемещения ленты, называются *кодowymi дорожками*. Одна дорожка с отверстиями меньшего диаметра, предназначенная для перемещения ленты транспортным механизмом считывающего устройства, называется *транспортной* или *ведущей*. Линейное расположение отверстий в перпендикулярном к дорожкам направлении называется *строчками*.

Перфолента обычно изготавливается из специальной плотной бумаги толщиной 0,1 мм и шириной 17,5 мм или 25,4 мм соответственно для пяти- и восьмидорожечной лент.

Запись программы на перфоленту ведется числовыми кодами: для малых чисел — *двоичным кодом*, для крупных — *двоично-десятичным*. Непосредственное использование таких кодов сопряжено со значительными затруднениями, так как нелегко запомнить большое количество кодовых комбинаций, что вынуждает каждый раз пользоваться таблицами. Поэтому кодирование и запись исходной технологической информации на программноноситель обычно выполняют в два этапа (рис. 1.4).

Вначале исходную информацию особым буквенно-цифровым кодом записывают в строгой технологической последовательности в столбик на обычном листе бумаги. Создают так называемую распечатку программы. Затем полученную распечатку с помощью клавишного кодопреобразователя-перфоратора переносят на перфоленту пробивкой соответствующих отверстий числовым кодом. На клавиатуре перфоратора обозначены символы буквенно-цифрового кода, алфавит которого содержит буквы, условные знаки и числа. Буквами и знаками кодируются все безразмерные команды, а десятичными чис-

лами — размерная информация и числовые индексы при некоторых буквах.

В станкостроении наибольшее распространение получил семиразрядный буквенно-цифровой код ИСО-7 бит (ГОСТ 13052—74) для восьмидорожечной перфоленты (табл. 1.3), обладающий большой информационной ем-

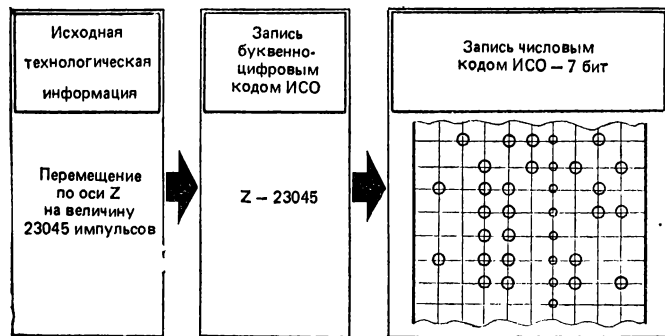


Рис. 1.4. Последовательность кодирования программной информации на перфоленту

костью. Такой код, кроме десятичных чисел, содержит заглавные буквы латинского алфавита и некоторые условные знаки, которым присваивают числовые кодовые эквиваленты. При этом числовые эквиваленты букв приняты равными порядковому номеру буквы в алфавите. При записи программной информации на перфоленту каждый символ буквенно-цифрового кода (буква, знак, цифра) записывается на отдельной строке. Несколько строк, описывающих работу одного исполнительного органа станка, называются *словом*. Несколько слов, содержащих информацию об обработке определенного участка детали, — это *фраза*, которая соответствует содержанию технологического перехода. Фразы постоянной длины называют *кадрами*.

Первые четыре дорожки (1—4) восьмидорожечной перфоленты используются для записи размерной информации и числовых индексов при буквах (например, F12

Табл. 1.3. Символы кода ИСО-7 бит, применяемые для
токарных станков с ЧПУ

Наименование символа	Обозначение символа	Числовой эквива- лент	Кодированная запись на перфоленте								
			номера дорожек								
			8	7	6	5	4	В	3	2	1
Подготовительная функция	G	7		0				.	0	0	0
Функция подачи	F	6	0	0				.	0	0	
Коррекция	L	12	0	0			0	.	0		
Вспомогательная функция	M	13		0			0	.	0		0
Номер фразы	N	14		0			0	.	0	0	
Функция скорости	S	19		0		0		.		0	0
Функция инструмента	T	20	0	0		0		.	0		
Перемещение по X	X	24	0	0		0	0	.			
Перемещение по Z	Z	26		0		0	0	.		0	
Цифра 0	0				0	0		.			
» 1	1		0		0	0		.			0
» 2	2		0		0	0		.		0	
» 3	3				0	0		.		0	0
» 4	4		0		0	0		.	0		
» 5	5				0	0		.	0		0
» 6	6				0	0		.	0	0	
» 7	7		0		0	0		.	0	0	0
» 8	8		0		0	0	0	.			
» 9	9				0	0	0	.			0
Знак +	+	11			0		0	.		0	0
Знак —	—	13			0		0	.	0		0
Начало программы	%	5	0		0			.	0		0
Конец фразы	LF	10					0	.		0	
Перемотка перфоленты	FE	8	0				0	.			

имеет числовой индекс 12 при букве F) двоично-десятичным кодом. Числовые эквиваленты букв и знаков записываются на первых пяти дорожках (1—5) двоичным кодом. Отверстия в пятой и шестой дорожках служат признаком цифры; отверстие в шестой дорожке — признак знака; отверстие в седьмой дорожке — признак буквы. Восьмая дорожка предусмотрена для контроля кодовых комбинаций на четкость. В этой дорожке отверстие пробивается только в том случае, если сумма отверстий в строке на семи дорожках составляет нечетное число. Благодаря этому получают четный помехоустойчивый код.

С целью сокращения рабочей длины перфоленты получил распространение так называемый *адресный способ записи программы с переменной длиной фраз*. Адрес, определяющий исполнителя командного сигнала, обозначается буквой, с которой начинается каждое слово кодируемой информации. Фразы между собой разделяются символом LF, означающим конец фразы. В каждой фразе записываются только те слова, которые содержат новую информацию по сравнению с предыдущей фразой.

Определенная последовательность расположения слов внутри фразы при адресном способе записи программы не является обязательным условием, так как каждое слово начинается с адреса. Тем не менее рекомендуется соблюдать следующий примерный порядок записи слов во фразах: 1) N — номер кадра (фразы); 2) G — подготовительная функция, определяющая изменения характера перемещения рабочих органов станка (разгон, торможение, задержка и др.); 3) X и Z — координатные перемещения по осям; 4) F — подача; 5) S — скорость; 6) T — инструмент; 7) M — вспомогательная функция, характеризующая условия выполнения обработки (включение или выключение охлаждения, вращение шпинделя вправо или влево и др.); 8) L — коррекция положения инструмента по координатным осям; 9) LF — конец фразы.

Пример. Необходимо записать фразу: номер кадра 031, индекс подготовительной функции (торможение) 09, переме-

щение по оси X +03468 имп., перемещение по оси Z — 17052 имп.; индексы: подачи 0805, скорости 05, инструмента 14, вспомогательной функции (вращение шпинделя вправо) 10, коррекции 22; конец фразы.

Выраженная кодом ИСО-7 бит фраза будет иметь вид
N031G09X+03468Z-17052F0805S05T14M10L22LF.

Ее запись на перфоленте показана на рис. 1.5.

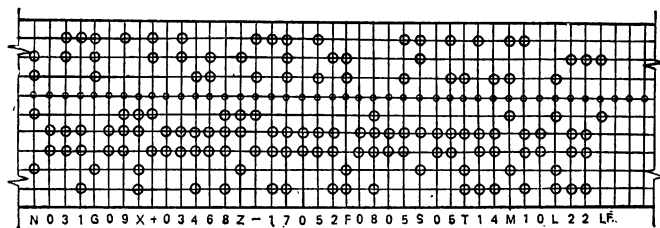


Рис. 1.5. Пример записи фразы программы кодом ИСО-7 бит на перфоленту

Для считывания программы с перфоленты в основном используются *фотоэлектрические считывающие устройства* (ФСУ), обладающие высокой скоростью действия — до 1500 строк в секунду и почти не изнашивающие перфоленту. ФСУ состоят из фотосчитывателя и лентопротяжного механизма. Фотосчитыватель (рис. 1.6, а) имеет осветительную лампу 1, линзу 2, фокусирующую световой поток в узкую полоску, столик 4 с рядом поперечно расположенных отверстий соответственно количеству дорожек на ленте и блок фотоэлектрических датчиков 5 под отверстием столика. При продвижении перфоленты 3 происходит построчное считывание программной информации фразы, записанной на ленте кодовыми отверстиями. После обработки станком одной фразы лента вновь приводится в движение для считывания следующей фразы и т. д.

Считывающие устройства бывают с двумя бобинами для наматывания и сматывания ленты и без них. В устройствах с бобинами после очередной обработки программы лента автоматически перематывается в ис-

ходное положение. С целью устранения непроизводительных затрат времени на перемотку ленты в считывающих устройствах без бобин (рис. 1.6, б) используется бесконечная, склеенная концами лента 1, которая в процессе считывания фотосчитывателем 2 продвигается ведущими роликами 3 только в одном направлении, а ее сматываю-

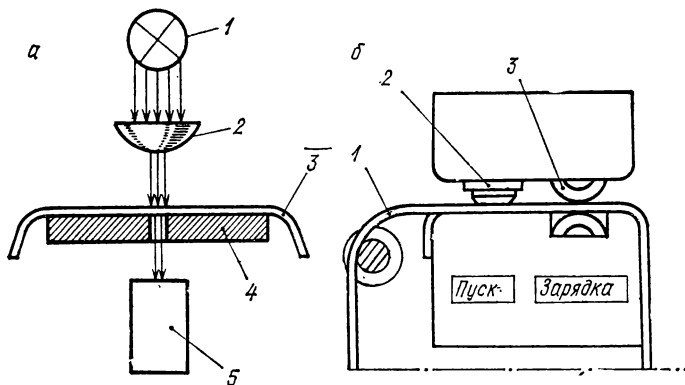


Рис. 1.6. Фотосчитывающее устройство:
а — фотосчитыватель; б — внешний вид устройства

щийся участок свободно самоукладывается в плоской нише внизу считывающего устройства.

Конструктивные особенности токарных станков с ЧПУ. На станках с контурной системой ЧПУ могут выполняться все виды токарных работ, включая нарезание резьб резцами. Конструктивно такие станки по сравнению с универсальными токарно-винторезными станками имеют ряд существенных особенностей, а между собой отличаются типом системы программного управления (ПУ) — разомкнутой или замкнутой.

В станках с *разомкнутой* системой ПУ, получивших наибольшее распространение в машиностроении, поток электроимпульсов программной информации осуществляется односторонне — от источника информации (программоносителя) к объекту управления (станку). В свя-

зи с этим в качестве приводов подач здесь используются в основном шаговые электродвигатели совместно с гидроусилителями крутящих моментов.

В станках с *замкнутой* системой ПУ предусмотрен принцип самоконтроля системы в процессе работы путем сопоставления двух потоков информации: прямого — к станку и обратного — от исполнительного органа станка. Эти потоки сигналов сравниваются в специальном электронном узле системы, и при наличии рассогласования между ними система сама себя корректирует. Такие станки в приводах подач имеют высокомоментные электродвигатели постоянного тока, обладающие широким диапазоном бесступенчатого регулирования, и датчики обратной связи.

Замкнутой системой ПУ, в частности, оснащаются станки с так называемой оперативной системой программного управления, которая позволяет вводить в долговременную память устройства управляющую программу, производить ее корректировку и редактирование с клавишного пульта, расположенного непосредственно на суппорте токарного станка, а также осуществлять ввод в память устройства программной информации с внешнего прогаммоносителя.

Станок с разомкнутой системой ПУ (рис. 1.7) состоит из трех автономных агрегатов: шкафа 4 с устройством ЧПУ, собственно станка 1 и гидроагрегата (обычно располагается позади станка справа).

Устройства ЧПУ выпускаются серийно нескольких моделей. Они обозначаются буквами и цифрами. Первая буква указывает тип модели: П — позиционная, Н — непрерывная (контурная), У — универсальная. За буквой следуют три цифры: первая указывает на число управляемых координат, вторая — число одновременно управляемых координат, третья — тип привода подачи. Цифрой 1 обозначают привод с шаговым двигателем, 2 — с датчиками обратной связи. Последняя буква М означает модернизацию устройства. Например, обозначение модели устройства ЧПУ Н22-1М расшифровывают следующим образом: система ЧПУ контурная с двумя одновременно

управляемыми координатами, приводы подач с шаговыми двигателями, модернизированная.

На лицевой стороне устройства ЧПУ имеются два пульта программного управления — пульт оператора и пульт коррекции, фотосчитывающая головка, а внутри электронный узел, основой которого служит кодопреоб-

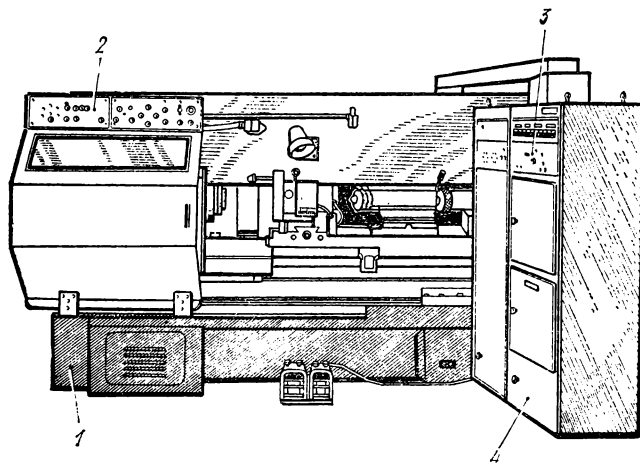


Рис. 1.7. Токарный станок мод. 16К20Ф3 с ЧПУ:

1 — станок; 2 — пульт управления станком; 3 — пульт программного управления; 4 — шкаф с устройством ЧПУ

разователь-интерполятор, представляющий собою микро-ЭВМ. Главная функция интерполятора — преобразование размерной информации, записанной на перфоленде двоично-десятичным кодом, в сигналы унитарного кода, непосредственно направляемые на вход шаговых двигателей подачи. В нем также сосредоточены блоки счисления, памяти, задания станку различных технологических команд (разгона, торможения, коррекции и т. д.).

В качестве примера на рис. 1.8 помещены пульта программного устройства мод. Н22-1М к станку 16К20Ф3.

На пульте оператора (рис. 1.8, а) расположены переключатели различного типа, лампы цифровой и световой индикации. Поворотным переключателем 2 можно регулировать запрограммированную подачу в пределах 0—120 %. Десятипозиционным переключателем 7 изменяется режим работы устройства ЧПУ.

В режиме «Возврат в 0» и установкой тумблеров 8 в положение «+» суппорт возвращается в нулевую точку. После выхода суппорта в «0» загораются лампы световой индикации ОХ и ОZ.

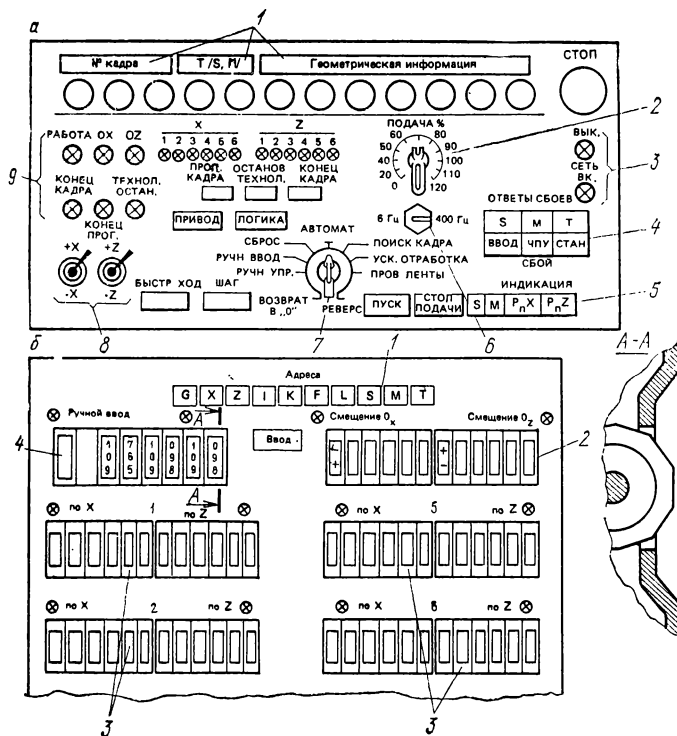
В режиме «Ручное управление» осуществляются безразмерные перемещения суппорта в обоих направлениях по осям X и Z при включении тумблеров 8. Скорость движения в этом случае изменяют поворотным переключателем частоты сигналов 6 или нажимом на клавишу «Быстрый ход» для получения максимально возможной скорости.

Режим «Ручной ввод» используется для ввода в программу непредусмотренной информации. Для этого на пульте коррекции нажимается соответствующая клавиша переключателей «Адреса», а числовые индексы набираются с помощью декадных переключателей (корректоров) «Ручной ввод» этого же пульта.

В режиме «Сброс» система устанавливается в исходное положение по сигналам от кнопки «Логика» — для всего устройства ЧПУ или кнопки «Привод» — только для управления шаговыми двигателями.

Режим «Автомат» служит для автоматического ввода программы с перфоленты. При нажатой клавише «Пропуск кадра» совершается пропуск тех кадров (фраз), перед которыми на ленте набиты знаки «/». Если нажата клавиша «Конец кадра», то после обработки очередного кадра лента останавливается. При нажатии клавиши «Технологический останов» лента останавливается по команде MO1 программы.

Режим «Поиск кадра» служит для автоматического поиска кадра, номер которого задается на декадном переключателе «Ручной ввод» пульта коррекции.



Режим «Ускоренная обработка» совершается аналогично режиму «Автомат», но на максимальной рабочей скорости.

Режим «Проверка ленты» используется для контроля правильности записи программы без отработки ее станком. В случае обнаружения неправильностей срабатывает световая сигнализация 4 «Ответы сбоев».

Режим «Реверс» применяется для перемотки перфоленты на начало программы.

Рис. 1.8. Пульт программного управления устройства ЧПУ Н22-1М:

a — пульт оператора: 1 — цифровая индикация номера кадра, технологических команд (Т, S, M) и геометрической (размерной) информации; 2 — переключатель изменения подачи в процентах; 3 — световая индикация состояния электросети; 4 — световая сигнализация сбоев системы в режиме «Проверка ленты»; 5 — клавишные переключатели для вычисления цифровой индикацией технологических команд (S, M) и величин смещения нуля программы (O_x и O_z), набранных на пульте коррекции; 6 — переключатель частоты сигналов подач в режиме «Ручное управление»; 7 — девятипозиционный переключатель режима работы; 8 — тумблеры изменения направления подач по осям координат в режиме «Ручное управление»; 9 — световая индикация работы, возврата суппорта в «0» (O_X и O_Z), конца кадра, конца программы, технологического останова; X и Z — шестипозиционные световые индикаторы состояния фаз шаговых двигателей по осям X и Z; б — пульт коррекции: 1 — клавиши адресов технологических команд; 2 и 3 — корректоры (декадные переключатели) набора знака и величины смещения по осям X и Z; 4 — корректор набора числовых индексов адресных команд

Все режимы вводятся в действие клавишей «Пуск». Кнопка «Стоп» служит для аварийной остановки системы.

Пульт коррекции (рис. 1.8, б) служит для ввода в программу дополнительной, не предусмотренной ранее информации, а также для коррекции нулевого положения суппорта (нуля программы) и исходного положения режущих инструментов. Для этого вначале переключатель 7 пульта оператора устанавливается на режим «Ручной ввод».

Введение в программу дополнительных технологических команд осуществляется нажатием на соответствующую клавишу «Адреса» и набором числового индекса адресной команды на корректоре 4 «Ручной ввод».

Коррекция нуля программы производится вводом в память устройства ЧПУ соответствующей подготовительной функции G, как изложено выше, набором знаков (+) и (−) и величин смещения нуля на корректорах «Смещение O_x » и «Смещение O_z ».

Коррекция исходного положения инструментов возможна в том случае, если она предусмотрена в программной записи на перфоленте буквой L и числовым индексом, цифры которого определяют номера задействованных

корректоров по осям X и Z. Порядок ввода коррекции: на переключателях «Адреса» нажимаются клавиши X и Z; на соответствующих корректорах Z поворотом дисковых переключателей набираются знаки и величины смещений, выраженных количеством необходимых импульсов по X и Z.

Ввод в действие набранной на пульте коррекции информации осуществляется нажатием на клавиши «Ввод» и «Пуск».

Собственно станок с ЧПУ имеет ряд конструктивных отличий от станков с ручным управлением. Привод главного движения в большинстве случаев состоит из односкоростного асинхронного электродвигателя трехфазного переменного тока, автоматической коробки скоростей (АКС) и передней бабки со шпинделем и перебором внутри. Между собой эти узлы привода соединены ременными передачами. Перебор позволяет вручную настраивать станок на несколько диапазонов скоростей, внутри которых частота вращения шпинделя изменяется автоматически по программе с помощью электромагнитных муфт. На станке отсутствуют коробка подач, гитара сменных колес, фартук, верхние салазки суппорта. Привод продольных и поперечных салазок суппорта раздельный и осуществляется маломощными шаговыми электродвигателями, спаренными с гидроусилителями крутящих моментов, которые через простые зубчатые редукторы вращают ходовые винты винтовых шариковых передач. Последние более долговечны и оказывают меньшее сопротивление трением.

Четырех- или шестипозиционные резцедержатели имеют вертикальную либо горизонтальную ось поворота. Их освобождение, поворот, фиксация и зажим осуществляются автоматически по программе.

Для предварительной грубой настройки исходного положения инструментов или «Нуля программы» на станках предусмотрена возможность размерного перемещения салазок суппорта вручную при помощи съемных маховичков, устанавливаемых на квадраты ходовых винтов продольной и поперечной подач. Отсчет размеров в этом случае ведется по измерительным линейкам сала-

зок суппорта. Точная настройка положений инструментов или суппорта осуществляется с пульта коррекции устройства ЧПУ по результатам пробных проточек поверхностей детали.

При нарезании резьб резцами согласование частоты вращения шпинделя и ходового винта продольной пода-

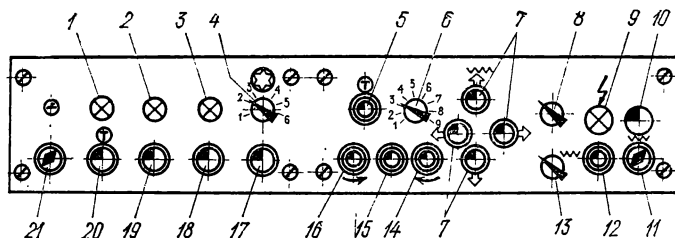


Рис. 1.9. Пульт управления станка мод. 16K20Ф3:

лампы световой сигнализации: 1 — «Контроль смазки», 2 — «Масло разогрето», 3 — «Подогрев масла», 9 — «Напряжение подано»; кнопки: 5 — «Толчок шпинделя», 7 — «Рабочая подача», 10 — «Аварийный стоп», 12 — «Пуск программы», 14 — «Обратное вращение шпинделя», 15 — «Стоп шпинделя», 16 — «Прямое вращение шпинделя», 17 — «Поворот резцедержателя», 18 — «Стоп гидроагрегата», 19 — «Пуск гидроагрегата», 20 — «Толчок смазки»; переключатели: 4 — позиций резцедержателя, 6 — частоты вращения шпинделя, 8 — режима работы станка, 11 — «Стоп подачи», 13 — режима перемещения инструмента, 21 — охлаждения

чи осуществляется при помощи специального датчика, кинематически связанного со шпинделем.

Для приближения наиболее часто используемых органов управления непосредственно к станку на нем смонтирован «Пульт станка» (рис. 1.7, поз. 2), имеющий кнопки и переключатели, которые частично дублируют аналогичные команды пульта программного управления устройства ЧПУ. На рис. 1.9 изображен пульт управления станком 16K20Ф3.

Гидроагрегат предназначен для выработки напорной рабочей жидкости — масла, направляемой по гибким шлангам и магистральным трубопроводам к гидроусилителям крутящих моментов подач и гидроцилиндрам силовых приводов токарных приспособлений и пиноли

задней бабки. Он состоит из масляного бака, фильтров, насоса и контрольно-регулирующей аппаратуры. Пуск и остановка гидроагрегата осуществляются кнопками пульта управления станком. В процессе эксплуатации агрегата следует руководствоваться указаниями, приведенными в паспорте станка, периодически заменять масло, очищать сетчатые и магнитные фильтры, следить, чтобы масло не протекало, и своевременно доливать его до контрольной риски маслоуказателя.

Особенности наладки станков с ЧПУ. Наладка станка — это приведение его в рабочее состояние для обработки конкретной детали. Для станков с ЧПУ наладку рекомендуется выполнять в следующем порядке.

1. Проверить общее состояние станка, действие автоматической смазки и уровни масла по маслоуказателям. Залить масло во все предусмотренные на станке масленки.

2. Установить перфоленту в фотосчитывающее устройство на начало программы и в режиме «Проверка ленты» убедиться в отсутствии сбоев программы.

3. Пользуясь картой наладки, установить на станке необходимые приспособления.

4. Проверить действие гидросилового привода токарных приспособлений и пиноли задней бабки.

5. Установить на станке деталь — образец. Базовый торец ее должен быть поджат к переднему шпиндельному упору, уступу оправки или кулачкам токарного патрона.

6. Пользуясь универсальными измерительными инструментами и картой наладки, установить суппорт на «Нуль программы» и инструменты в исходное положение по координатным осям X и Z.

При многоинструментальной наладке целесообразно инструменты в резцедержателе правильно располагать вне станка при помощи сменных резцовых державок, блоков и специального контрольного оптического прибора.

7. Установить и закрепить заготовку на станке и в режиме «Автомат» произвести пробную обработку детали.

8. По результатам обработки детали выполнить необходимую коррекцию положения суппорта или инструментов, пользуясь пультом коррекции устройства ЧПУ.

9. После получения положительных результатов обработки и контроля первой детали приступить к изготовлению последующих деталей партии.

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТОКАРНОМ ДЕЛЕ

2.1. Механические свойства металлов

Большинство деталей машин, обрабатываемых на металлорежущих станках, изготавливается из металлов и их сплавов. Наибольшее распространение имеют чугуны и стали, в меньшей степени — цветные металлы. Для режущих инструментов широко применяются твердые сплавы и абразивные материалы.

Обрабатываемость металлов резанием характеризуется их механическими свойствами: твердостью, прочностью, пластичностью.

Твердость — способность металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела. Наиболее распространены два способа определения твердости: Бринелля и Роквелла.

Твердость по Бринеллю устанавливается вдавливанием в испытуемый металл стального закаленного шарика под определенной нагрузкой. Полученную этим способом твердость обозначают буквами НВ и определяют делением нагрузки на площадь сферического отпечатка. Прибор Бринелля применяется для определения твердости сырых или слабо закаленных металлов, так как при больших нагрузках шарик деформируется и показания искажаются.

Твердость по Роквеллу определяется вдавливанием в подготовленную ровную поверхность алмазного конуса или закаленного шарика. Значение твердости выражает-

ся в условных единицах и отсчитывается по черной или красной индикаторным шкалам прибора. Для очень твердых металлов незначительной толщины применяют алмазный конус с нагрузкой 588 Н, а значение твердости определяют по черной шкале и обозначают HRA.

Твердость закаленных сталей определяют, вдавливая алмазный конус при нагрузке 1470 Н, по черной шкале и обозначают HRC_a.

Испытание твердости шариком с нагрузкой 980 Н на приборе Роквелла предусмотрено для мягких незакаленных металлов. В этом случае отсчет показаний ведут по красной шкале, а твердость обозначают HRB.

Прочность — способность металла сопротивляться разрушению под действием внешних сил.

Для определения прочности образец металла установленной формы и размера испытывают на наибольшее разрушающее напряжение при растяжении, которое называют *пределом прочности* (временное сопротивление) и обозначают σ_b (сигма).

Пластичность — способность металла, не разрушаясь, изменять форму под нагрузкой и сохранять ее после прекращения действия нагрузки.

При испытании на растяжение пластичность характеризуется *относительным удлинением* δ (дельта), которое соответствует отношению приращения длины образца после разрыва к его первоначальной длине в процентах.

2.2. Черные металлы

Железоуглеродистые сплавы с примесями марганца, кремния, серы, фосфора и некоторых других элементов принято называть *черными металлами*. В зависимости от содержания углерода они делятся на две группы: чугуны и стали.

Чугун — сплав железа с углеродом, содержащий свыше 2 % углерода (практически от 2,5 до 4,5 %). Углерод в нем может находиться в химически связанном состоянии в виде карбида железа (цементита) и в свободном состоянии — в виде графита. В соответствии с этим

чугуны делятся на белые — пердеельные и серые — литейные.

В *белом чугуне* почти весь углерод находится в состоянии карбида железа (Fe_3C), обладающего высокой твердостью. Такие чугуны имеют мелкозернистое строение с серебристо-белой поверхностью в изломе, высокую твердость, трудно поддаются обработке резанием, плохо заполняют форму и поэтому используются в основном для выплавки сталей.

В *сером чугуне* большая часть углерода находится в свободном состоянии в виде мелких пластинок графита. Последние, разделяя структуру чугуна и действуя как надрезы, значительно уменьшают его прочность и увеличивают хрупкость. Такие чугуны имеют в изломе серый цвет, обладают хорошими литейными свойствами, почти не дают усадку в отливках и сравнительно легко обрабатываются резанием. Однако, имея в своем составе твердые зерна цементита, серые чугуны значительно ускоряют изнашивание инструмента, что не позволяет обрабатывать их с высокими скоростями резания.

Марки серого чугуна обозначаются буквами СЧ и числами, соответствующими его пределу прочности при растяжении в кгс/мм^2 .

В промышленности также применяются отливки из высокопрочных и ковких чугунов.

Высокопрочный чугун получают прибавлением к расплавленному чугуну присадок магния и ферросилиция, благодаря чему выделяющийся углерод приобретает шаровидную форму. Такой чугун обладает повышенной прочностью и пластичностью. Его применяют для деталей, работающих при значительных механических нагрузках.

В *ковком чугуне* графит имеет хлопьевидную форму. Этот чугун получают длительным отжигом отливок из белого чугуна. Такие чугуны обладают повышенной прочностью и пластичностью и по своим свойствам занимают промежуточное положение между серым чугуном и сталью.

Высокопрочные и ковкие чугуны маркируются буквами и цифрами: ВЧ — высокопрочный чугун, КЧ — ков-

Табл. 2.1. Механические свойства отливок из чугуна

Марка чугуна	НВ	Марка чугуна	НВ
<i>Серый чугун (ГОСТ 1412—79)</i>			
СЧ10	143—229	СЧ25	180—250
СЧ15	163—229	СЧ30	181—255
СЧ18	170—229	СЧ35	197—269
СЧ20	170—241	СЧ40	207—285
СЧ21	170—241	СЧ45	229—289
СЧ24	170—241		
<i>Высокопрочный чугун (ГОСТ 7293—79)</i>			
ВЧ38-17	140—170	ВЧ60-2	200—280
ВЧ42-12	140—200	ВЧ70-2	229—300
ВЧ45-5	160—220	ВЧ80-2	250—330
ВЧ50-7	171—241	ВЧ100-2	270—360
ВЧ50-2	180—260	ВЧ120-2	302—380
<i>Ковкий чугун (ГОСТ 1215—79)</i>			
КЧ30-6	100—163	КЧ50-5	170—241
КЧ33-8	100—163	КЧ55-4	192—269
КЧ35-10	100—163	КЧ60-3	200—269
КЧ37-12	100—163	КЧ65-3	212—269
КЧ45-7	150—241	КЧ70-2	241—285

кий чугун; первые две цифры — предел прочности при растяжении в кгс/мм² *, последние цифры — относительное удлинение в %.

В табл. 2.1 приводятся основные механические свойства чугунных отливок.

Сталь — это железоуглеродистый сплав, содержащий до 2 % углерода (практически до 1,7 %).

Стали относятся к пластичным металлам, которым деформированием можно придать необходимую форму. По химическому составу они делятся на углеродистые и

* 1 кгс/мм² = 9,806 · 10⁶ Па = 9,806 МПа ≈ 10 МПа.

легированные; по назначению — на конструкционные, инструментальные, особого назначения (нержавеющие, жаропрочные и др.).

Углеродистые конструкционные стали подразделяются на обыкновенного качества, качественные и автоматные. Стали обыкновенного качества обозначаются буквами Ст и цифрами от 0 до 7. Качественные имеют меньше посторонних примесей. Они маркируются цифрами 08, 10, 15, 20 и так далее до 60, указывающими содержание углерода в сотых долях процента. Выпускаются две группы таких сталей: I — с нормальным и II — с повышенным содержанием марганца. Последние в конце маркировки имеют букву Г — марганец. Качественные стали группы II обладают большей прочностью и упругостью.

Автоматные стали содержат несколько больше серы и фосфора, что улучшает их обрабатываемость резанием. В обозначении таких сталей вначале ставят букву А — автоматная, а цифры после нее соответствуют среднему содержанию углерода в сотых долях процента.

Легированные конструкционные стали, кроме обычного состава, содержат хром, вольфрам, никель, ванадий, алюминий и др. Эти элементы придают стали определенные свойства: прочность, твердость, прокаливаемость, износостойкость и т. д.

Марки легированных сталей обозначают буквами и цифрами. Первые две цифры указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента; затем следуют буквы, обозначающие легирующий элемент; цифры после букв — примерное содержание легирующего элемента в процентах. Если содержание элемента близко к 1 %, цифра после буквы не ставится.

В маркировке приняты следующие буквенные обозначения элементов:

Г — марганец; С — кремний; Х — хром; Н — никель; М — молибден; В — вольфрам; Ф — ванадий; К — кобальт; Ю — алюминий; Т — титан; Д — медь.

Буква А в конце марки означает, что сталь высококачественная. Механические свойства конструкционных сталей приведены в табл. 2.2.

Табл. 2.2. Механические свойства конструкционных сталей

Марка стали	σ_B , МПа, не менее	Марка стали	σ_B , МПа, не менее	Марка стали	σ_B , МПа, не менее
<i>Углеродистые обыкновенного качества (ГОСТ 380—71)</i>					
Ст0	304	Ст3	363	Ст6	588
Ст1	304	Ст4	402		
Ст2	324	Ст5	451		
<i>Углеродистые качественные (ГОСТ 1050—74)</i>					
08	324	25	451	45	598
10	334	30	490	50	628
15	373	35	530	55	648
20	412	40	569	60	676
<i>Автоматные (ГОСТ 1414—75)</i>					
A11	412	A20	451	A35	510
A12	412	A30	510	A40Г	588
<i>Легированные (ГОСТ 4543—71)</i>					
15X	686	45X	1030	12XН3А	932
20X	786	50X	1080	18XГ	882
30X	882	45Г2	686	20X2Н4А	1276
35X	912	40XC	1228	38XM	981
40X	981	30XГC	1080	18XГТ	981

Инструментальные стали делятся на углеродистые, легированные и быстрорежущие.

Углеродистые инструментальные стали содержат углерода от 0,65 до 1,35 %, обладают высокой прочностью, твердостью в закаленном состоянии 63—65 HRC, и теплостойкостью до 200—250 °C.

Они делятся на качественные и высококачественные. Последние содержат меньше серы, фосфора и остаточных примесей. Марки этих сталей обозначают буквой У — углеродистая, а цифры после нее указывают среднее содержание углерода в десятых долях процента. У высококачественных сталей в конце маркировки указывается

Табл. 2.3. Инструментальные стали

Марка стали	НВ в состоянии поставки, не более	Марка стали	НВ в состоянии поставки, не более	Марка стали	НВ в состоянии поставки, не более
<i>Углеродистая (ГОСТ 1435—74)</i>					
У7, У7А	187	У9, У9А	192	У12, У12А	212
У8, У8А	187	У10, У10А	207	У13, У13А	217
У8Г, У8ГА	187	У11, У11А	207		
<i>Легированная (ГОСТ 5950—73)</i>					
Х12М	255	ХГС	255	5ХГМ	241
5ХНМ	241	ХВГ	255	7Х3	229
9ХС	241	9ХВГ	241	5ХНВ	255
<i>Быстрорежущая (ГОСТ 19265—73)</i>					
P18	255	P12Ф3	269	P9K5	269
P12	255	P6AM5Ф3	269	P6M5K5	269
P9	255				
P6AM5	255	P18K5Ф2	285	P9M4K8	285
1P3AM3Ф2	255				

буква А. Углерод существенно влияет на свойства стали. С повышением его содержания твердость, износостойкость и хрупкость стали увеличиваются, но вместе с тем ухудшается ее обработка резанием.

Легированную инструментальную сталь получают введением в высокоуглеродистую сталь хрома, вольфрама, ванадия и других элементов, которые повышают ее режущие свойства. Благодаря легирующим элементам эта сталь приобретает повышенную вязкость и износостойкость в закаленном состоянии, меньшую склонность к деформациям и трещинам при закалке, более высокую теплостойкость (до 300—350 °С) и твердость в состоянии поставки. Легированные инструментальные стали маркируются аналогично конструкционным с той лишь

Табл. 2.4. Маркировка конструкционных углеродистых сталей окраской

Марка или группа стали	Цвет окраски	Марка или группа стали	Цвет окраски
08 до 20	Белый	Ст2	Желтый
25 до 40	Белый + желтый	Ст3	Красный
45 до 80	Белый + коричневый	Ст4	Черный
15Г до 40Г	Коричневый	Ст5	Зеленый
45Г до 70Г	Коричневый + зеленый	Ст6	Синий
Ст0	Красный + зеленый	Ст7	Красный + ко- ричневый
Ст1	Белый + черный		

разницей, что первая цифра в начале марки означает содержание углерода в десятых долях процента.

Быстрорежущие стали представляют собой легированные инструментальные стали с высоким содержанием вольфрама (до 18 %). После термообработки (закалки и многократного отпуска) они приобретают высокую красностойкость до 600 °С, твердость 63—66 HRC₂ и износостойкость.

Быстрорежущие стали маркируются буквами и цифрами. Первая буква Р означает, что сталь быстрорежущая. Цифры после нее указывают среднее содержание вольфрама в процентах. Остальные буквы и цифры означают то же, что и в марках легированных сталей. По ГОСТ 19265—73 установлено 11 марок быстрорежущих сталей, из которых для обработки конструкционных сталей рекомендуются первые четыре марки (табл. 2.3). Остальные быстрорежущие стали, легированные ванадием и кобальтом, имеют повышенные режущие свойства. Они предусмотрены для труднообрабатываемых сталей и сплавов высокой прочности и вязкости.

Твердость инструментальных сталей в состоянии поставки приведена в табл. 2.3.

Марку стали определяют по клейму на концах прутков стального проката или по окраске (табл. 2.4).

Сорт стали при достаточном опыте можно установить пробой на искру по ее цвету и характеру распространения (табл. 2.5).

Табл. 2.5. Проба стали на искру

Сталь	Форма искры	Цвет искры
1	2	3
Конструкционная: малоуглеродистая		Светло-желтый
среднеуглеродистая		То же
высокоуглеродистая		»
Инструментальная углеродистая		»
Марганцовистая		»

1	2	3
Быстрорежущая		Темно-красный
Вольфрамовая		То же
Кремнистая		Светло-желтый
Хромистая		Оранжевый
Хромоникелевая		То же

2.3. Цветные металлы

Из цветных металлов наибольшее промышленное применение получили медь, алюминий и сплавы на их основе.

Медь — мягкий пластичный металл розовато-красного цвета, обладающий высокой электропроводностью, теплопроводностью, коррозионной стойкостью.

В отожженном состоянии она характеризуется пределом прочности при растяжении $\sigma_b = 19,6—23,6$ МПа; твердостью по Бринеллю 35—45 НВ.

Медные сплавы — латуни и бронзы по сравнению с медью более дешевы, имеют лучшие литейные свойства, большую прочность и хорошо обрабатываются резанием. Кроме свойств, присущих меди, они обладают способностью прирабатываться и противостоять изнашиванию. Это важное эксплуатационное качество — антифрикционность — обуславливает широкое применение медных сплавов, особенно бронз, в деталях машин, работающих в условиях повышенного трения (червячные колеса, гайки винтовых передач, вкладыши подшипников скольжения и др.).

В зависимости от состава и свойств медные сплавы делятся на *литейные* и *обрабатываемые давлением (деформируемые)*.

Л а т у н ь — медноцинковый сплав. Различают *простые* латуни, состоящие из меди и цинка, и *специальные* — содержащие дополнительно легирующие элементы, которые улучшают механические свойства латуни.

Маркировка латуней: первая буква **Л** указывает название сплава — латунь. Следующая за ней цифра обозначает среднее содержание меди в процентах. Специальные латуни маркируются дополнительно буквами, обозначающими легирующие элементы: **А** — алюминий, **Мц** — марганец, **К** — кремний, **С** — свинец, **О** — олово, **Н** — никель, **Ж** — железо. Первые две цифры, стоящие за буквами, указывают среднее содержание меди в процентах, последующие цифры — содержание других элементов; остальное в сплаве — цинк. Буква **Л** в конце марки указывает, что латунь литейная. Например, мар-

Табл. 2.6. Механические свойства латуней

Марка латуни	σ_B , МПа	Твердость, НВ	Марка латуни	σ_B , МПа	Твердость, НВ
	не более			не более	
Л68	314	62	ЛЖМц-59-1-1	441	88
Л80	314	53	ЛМц58-2	392	85
ЛА77-2	392	60	ЛС59-1	392	85
ЛАЖ60-1-1	441	95	ЛК80-3	391	110
ЛАН59-3-2	373	75			

ка ЛАЖ60-1-1 — специальная алюминиево-железистая латунь содержит 60 % меди, 1 % — алюминия, 1 % — железа, остальное — цинк. Основные механические свойства некоторых латуней приведены в табл. 2.6.

Бронза — сплав меди с оловом, марганцем, алюминием, фосфором, никелем и другими элементами.

В зависимости от состава бронзы делятся на *оловянистые* и *специальные (безоловянистые)*.

Маркировка бронз основана на том же принципе, что и латуней. Впереди стоят буквы Бр — бронза, далее следуют буквенные обозначения элементов, входящих в состав сплава, и за ними — цифры, указывающие среднее содержание этих элементов в процентах. Например, БрОФ6,5-0,15 — оловянисто-фосфористая бронза, содержащая 6,5 % олова, 0,15 % фосфора, остальное — медь.

Марки некоторых бронз и их механические свойства приведены в табл. 2.7.

Алюминий — мягкий пластичный металл серебристо-белого цвета, отличается высокой электропроводностью, коррозионной стойкостью, малой плотностью и хорошо обрабатывается давлением.

В отоженном состоянии алюминий обладает малой прочностью $\sigma_B = 78,5—118$ МПа и твердостью 15—25 НВ.

Алюминиевые сплавы, имея положительные качества алюминия, обладают, кроме того, повышенной прочностью и лучшими технологическими свойствами. Бла-

Табл. 2.7. Механические свойства бронз

Марка бронзы	σ_B , МПа	Твер- дость, НВ	Марка бронзы	σ_B , МПа	Твер- дость, НВ
	не менее			не менее	
Деформируемые (ГОСТ 5017—74 и ГОСТ 18175—78)			Литейные (ГОСТ 493—79 и ГОСТ 613—79)		
БрОФ7-0,2	373	85	БрО4Ц7С5	206	60
БрОФ6,5-0,4	344	70	БрО10Ф1	245	90
БрОЦС4-4-2,5	294	50	БрА9Мц2Л	392	70
БрОЦС4-4-4	324	60	БрА10Мц2Л	490	100
БрАМц9-2	392	110	БрА11Ж6Н6	588	240
БрАЖ9-4	392	100	БрС30	59	25

Табл. 2.8. Механические свойства алюминиевых сплавов

Марка сплава	σ_B , МПа	Твердость, НВ	Марка сплава	σ_B , МПа	Твердость, НВ
<i>Деформируемые (ГОСТ 4784—74)</i>			<i>Литейные (ГОСТ 2685—75)</i>		
Д1	373	100	АЛ2	147	50
Д16	442	105	АЛ4	196	70
АМц	128	30	АЛ9	208	60
АМг3	187	50	АЛ34	295	90
АК8	472	135	АЛ27	343	75

годаря малой плотности их принято называть легкими сплавами.

В зависимости от состава и технологических свойств алюминиевые сплавы делятся на *деформируемые* и *литейные*. Их марки обозначают буквами и цифрами. Так, например, деформируемые сплавы на основе алюминий — медь — магний (дюралюминий) маркируются буквой Д; алюминий — марганец — АМц, алюминий — магний — АМг; сплавы для поковок и штамповок — АК; литейные

сплавы — АЛ. Цифры после букв соответствуют порядковому номеру сплава. Лучшими литейными сплавами являются сплавы на основе алюминий — кремний, называемые *силуминами* (АЛ2, АЛ4 и др.).

Механические свойства некоторых алюминиевых сплавов приведены в табл. 2.8.

2.4. Твердые сплавы и сверхтвердые инструментальные материалы

Твердые сплавы. Твердые сплавы выпускаются в виде пластинок различных форм и размеров, получаемых методом порошковой металлургии (прессованием и спеканием). Основой для них служат порошки твердых зерен карбидов тугоплавких металлов (вольфрама, титана, тантала), сцементированных кобальтом.

Промышленностью выпускаются три группы твердых сплавов: вольфрамовые — ВК, титановольфрамовые — ТК и титанотанталовольфрамовые — ТТК.

В обозначении марок сплавов используются буквы: В — карбид вольфрама, К — кобальт, первая буква Т — карбид титана, вторая буква Т — карбид тантала. Цифры после букв указывают примерное содержание компонентов в процентах. Остальное в сплаве (до 100 %) — карбид вольфрама. Буквы в конце марки означают: В — крупнозернистую структуру, М — мелкозернистую, ОМ — особо мелкозернистую.

Механические свойства твердых сплавов, используемых для обработки резанием, приведены в табл. 2.9.

Характерными признаками, определяющими режущие свойства твердых сплавов, являются высокая твердость, износостойкость и красностойкость до 1000 °С. Вместе с тем эти сплавы обладают меньшей вязкостью и теплопроводностью по сравнению с быстрорежущей сталью, что следует учитывать при их эксплуатации.

При выборе твердых сплавов необходимо руководствоваться следующими рекомендациями.

1. Вольфрамовые сплавы (ВК) по сравнению с титановольфрамовыми (ТК) обладают при резании меньшей

**Табл. 2.9. Механические свойства твердых сплавов
(ГОСТ 3882—74)**

Марка сплава	σ_B , МПа	HRA	Марка сплава	σ_B , МПа	HRA
ВК3	1080	89,5	T30K4	930	92
ВК3-М	1080	91	T15K6	1130	90
ВК4	1375	89,5	T14K8	1230	89,5
ВК6	1570	88,5	T5K10	1375	88,5
ВК6-М	1325	90	T5K12	1620	87
ВК6-ОМ	1180	90,5	TT7K12	1620	87
ВК8	1570	87,5	TT10K8-Б	1430	89

температурой свариваемости со сталью, поэтому их применяют преимущественно для обработки чугуна; цветных металлов и неметаллических материалов.

2. Сплавы группы ТК предназначены для обработки сталей.

3. Титанотанталовольфрамовые сплавы (ТТК), обладающая повышенной прочностью и вязкостью, применяются для обработки стальных поковок, отливок при неблагоприятных условиях работы.

4. Для тонкого и чистового точения с малым сечением стружки следует выбирать сплавы с меньшим количеством кобальта и мелкозернистой структурой.

Черновая и чистовая обработки при непрерывном резании выполняются в основном сплавами со средним содержанием кобальта.

При тяжелых условиях резания и черновой обработке с ударной нагрузкой следует применять сплавы с большим содержанием кобальта и крупнозернистой структурой.

Минералокерамические материалы. В целях экономии дорогостоящих и редких материалов, входящих в состав твердых сплавов, создан *минералокерамический материал* — микролит марки ЦМ332 на основе корунда (оксида алюминия — Al_2O_3) в виде пластинок белого цвета. Микролит превосходит твердые сплавы по твердости и

краснотойкости ($\sim 1300^\circ\text{C}$), уступая им значительно по вязкости. Поэтому его применяют в основном для получистового и чистового точения при жесткой технологической системе и безударной нагрузке.

В последнее время появились более прочные *керамические материалы*, в частности марки ВЗ, в виде многогранных неперетачиваемых пластинок черного цвета, содержащих, кроме корунда, карбиды тугоплавких металлов. Как показывает практика, такие пластинки успешно конкурируют с твердым сплавом при чистовой обработке сталей и высокопрочных чугунов.

Сверхтвердые инструментальные материалы. Природные (А) и синтетические (АС) *алмазы* представляют собой кристаллическую модификацию чистого углерода. Они обладают самой большой из всех известных в природе материалов твердостью, теплостойкостью до 850°C , низким коэффициентом трения и высокой теплопроводностью. Вместе с тем алмазы характеризуются повышенной хрупкостью и интенсивностью изнашивания при резании черных металлов. Последнее свойство объясняется диффузией углерода алмаза в железе при высокой температуре резания. Вследствие этого область применения алмазных резцов практически ограничивается тонким точением цветных металлов и пластмасс.

Для обработки резанием черных металлов создан новый синтетический сверхтвердый инструментальный материал — *кубический нитрид бора* (КНБ). Такие материалы выпускаются с размерами заготовок 4—8 мм под общим названием *композиты* трех марок: композит 01 (эльбор Р), композит 05 и композит 10 (гексанит Р). Обладая химической инертностью к углероду и железосодержащим материалам, композиты по твердости приближаются к алмазу, но примерно вдвое превосходят его по теплостойкости ($\sim 1600^\circ\text{C}$). Поэтому они способны резать не только сырые, но и закаленные до высокой твердости стали.

Табл. 2.10. Абразивные материалы

Обозначение материала	Характеристика материала				Область применения
	цвет	содержание основного абразивного материала, %	абразивная способность по отношению к алмазу	термостойкость, °С	
1	2	3	4	5	6
Наждак—Н	Темно-серый и черный Различный в зависимости от примесей Розовый, темно-красный, коричневый	25—30 Al_2O_3	0,03—0,08	—	Шлифовальные шкурки и порошки для полирования Шлифовальные шкурки и порошки для полирования и доводки Круги для шлифования и заточки сырых и слабозакаленных стальных изделий; порошки для полирования и доводки Круги для шлифования и заточки закаленных стальных инструментов и деталей; порошки для доводки
Корунд—Е		80—85 Al_2O_3	0,1	—	
Электрокорунд нормальный—12А, 13А, 14А, 15А, 16А		91—96 Al_2O_3	0,14—0,16	—	
Электрокорунд белый—23А, 24А, 25А	Белый, сероватый, светло-розовый	97—99 Al_2O_3	0,12—0,25	1500—1700	

1	2	3	4	5	6
Карбид кремния черный—52С, 53С, 54С, 55С	Черный или темно-синий	95—96 SiC	0,25—0,35	1000—1200	Круги для шлифования серого чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов; шлифовальные шкурки
Карбид кремния зеленый—63С, 64С	Светло-зеленый	96—99 SiC	0,28—0,45	1200—1300	Круги для заточки и доводки твердосплавных и минералокерамических инструментов; шлифовальные шкурки
Карбид бора—КБ	Серовато-черный	100 B ₄ C	0,5—0,6	500—700	Порошки для доводки твердосплавных и минералокерамических инструментов
Алмаз природный—А	Различный в зависимости от примесей	98—100 С	1,0	700—800	Резцы для обработки цветных металлов и пластмасс; правка шлифовальных кругов

Окончание табл. 2.10

1	2	3	4	5	6
Алмазы синтетические— АСО, АСП, АСВ	Светло- зеленый и темно-се- рый	100 С	0,75—0,77	700—900	Алмазные круги для шлифования, заточки и доводки твердосплавных и минералокерамиче- ских инструментов; доводочные пасты
Кубический нитрид бора (композит): Л—эльбор, Г—гексанит	Бесцвет- ный, жел- тый, тем- но-корич- невый, черный	100 ВN	0,58—0,64	1400—1800	Круги для шли- фования, заточки и доводки быстроре- жущих инструмен- тов

Примечание Последние буквы в маркировке синтетических алмазов (АС) означают:
О — обычной прочности; П — повышенной, В — высокой.

2.5. Абразивные материалы

Вещества кристаллического строения в виде мелких зерен, обладающие способностью соскабливать тонкие стружки с поверхности обрабатываемой детали, называются абразивными материалами. По происхождению они бывают *естественные* и *искусственные*. Краткая характеристика и область применения их приведены в табл. 2.10.

По величине зерен абразивные материалы делятся на три группы: *шлифзерно*, *шлифпорошки* и *микropорошки* (табл. 2.11).

Табл. 2.11. Зернистость абразивных материалов
(ГОСТ 3647—80)

Шлифзерно	Шлифпорошки	Микropорошки
200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16	12, 10, 8, 6 5, 4	M63, M50, M40, M28, M20, M14, M10, M7, M5
Примечание. Номер зернистости шлифзерна и шлифпорошков соответствует размеру зерна в сотых долях миллиметра, микropорошков — размеру зерна в микрометрах.		

Глава 3. ТОКАРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

3.1. Токарные приспособления

Приспособлениями называются дополнительные устройства к станку, предназначенные для закрепления обрабатываемых деталей или расширения технологических возможностей станка.

С этой целью при выполнении токарных работ применяются *зажимные* и *поводковые патроны*, *центры*, *хому-*

тики, оправки, упоры, планшайбы, люнеты и ряд других приспособлений.

Зажимные патроны предназначены для закрепления коротких заготовок с длиной выступающей части до 2—3 диаметров.

По устройству зажимные патроны делятся на *кулачковые* и *цанговые*, которые могут приводиться в действие вручную или силовым приводом. На рис. 3.1 изображен наиболее распространенный трехкулачковый самоцентрирующий токарный патрон с ручным приводом, предназначенный преимущественно для закрепления заготовок с относительно ровными круглыми поверхностями. Патрон имеет широкий диапазон развода кулачков, легко перенастраивается на необходимый размер заготовки и одновременно с закреплением центрирует ее по оси шпинделя станка. Ручной привод позволяет токарю выбирать необходимую силу зажима.

Патрон состоит из корпуса 1, центрального конического колеса 2 с многovitковой спиральной нарезкой, реек 3 и кулачков 4, скрепленных винтами, трех конических шестерен 5 с квадратными отверстиями под ключ и крышки 6. Последняя ограничивает осевое перемещение колеса 2 и защищает внутреннюю полость от загрязнения.

В связи с невысокой прочностью сборная конструкция кулачков (как показано на рис. 3.1) применяется в основном для легких работ. Поэтому она чаще всего заменяется двумя комплектами цельных кулачков — прямыми и обратными.

Самоцентрирующие патроны выпускаются различных размеров с наружным диаметром от 80 до 630 мм четырех классов точности: а) для универсальных работ — нормальной точности Н и повышенной П; б) для чистовых работ — высокой В и особо высокой А.

На корпусе патрона маркируются класс точности (кроме нормального) и номера пазов; на кулачках наносятся номера соответственно пазам корпуса.

Крепление патронов на станке осуществляется посредством переходных фланцев для резьбовых или фланцевых концов шпинделей.

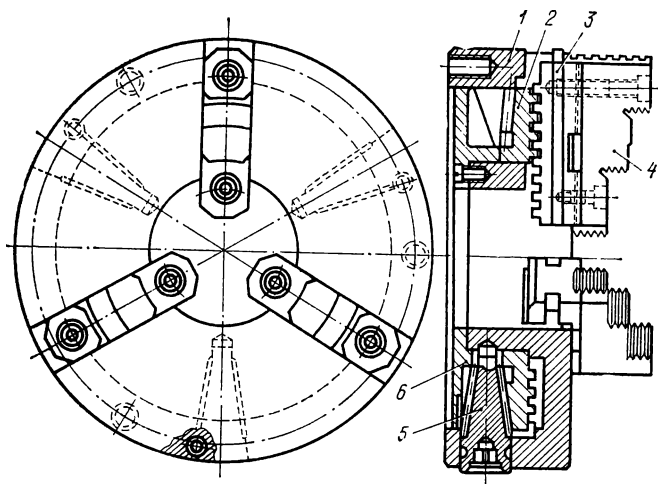


Рис. 3.1. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон

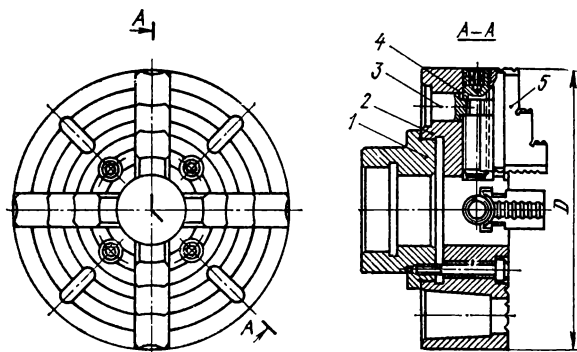


Рис. 3.2. Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков

Для закрепления заготовок некруглой формы, отливок и поковок с неровными поверхностями и некоторых других работ применяются четырехкулачковые патроны с независимым перемещением кулачков (рис. 3.2). Они состоят из корпуса 2, опор 3, винтов 4 и кулачков 5. Кулачки могут быть использованы в качестве прямых или обратных. Зажим и центрирование заготовок в та-

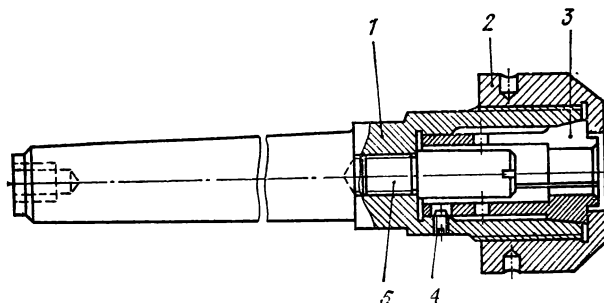


Рис. 3.3. Цанговый патрон

ких патронах выполняются раздельно. Патрон крепится на резьбовом конце шпинделя при помощи переходного фланца 1.

Четырехкулачковые патроны изготавливаются различных диаметров: от 160 до 1000 мм.

Цанговые патроны (рис. 3.3) обеспечивают высокую точность центрирования. Они применяются для крепления заготовок небольших размеров с обработанными установочными поверхностями или из калиброванного проката.

Такие патроны состоят из трех основных частей: корпуса 1 с коническим хвостовиком, гайки 2 и цанги 3 в виде частично разрезанной в трех местах по окружности стальной упругой втулки. При завинчивании гайки цанга благодаря наружному конусу сжимается и закрепляет заготовку, установленную в ее отверсти. Винт 4 препятствует повороту цанги, а упор 5 обеспечивает постоянное продольное положение обрабатываемых заготовок.

Патроны с ручным приводом, обладая универсальностью, вместе с тем малопроизводительны и трудоемки в работе. Поэтому токарные станки, настроенные на определенные операции, оснащаются механизированными патронами, приводимыми в действие силовым приводом. Наибольшее распространение получили трехкулачковые клиновые самоцентрирующие патроны с пневматическим приводом (рис. 3.4). Они состоят из корпуса 1, кулачков 2, губок 3, муфты 4 и фиксатора 5. Муфта имеет три паза, расположенных под углом 15° к оси патрона, в которые входят выступы кулачков. От привода посредством тяги муфта перемещается поступательно вперед для разжима и назад — для зажима заготовки. Патрон настраивается на требуемый размер перестановкой губок по рифленным поверхностям кулачков, рабочий ход которых составляет 5—8 мм. Кулачки патрона при необходимости выводятся из корпуса поворотом муфты торцовым ключом на некоторый угол против часовой стрелки.

На рис. 3.5 изображена монтажная схема пневматического привода к токарному станку с вращающимся пневмоцилиндром 2 двойного действия, закрепляемым при помощи фланца на заднем конце шпинделя. Принцип действия привода следующий.

При открытом кране 11 сжатый воздух от воздушной сети поступает во влагоотделитель 10, где он очищается от содержащейся в нем воды и твердых частиц. Далее воздух проходит через пневматический электровыключатель 9, регулятор давления 3, маслораспылитель 5, обратный клапан 7, кран управления 6, распределительную муфту 1 и поступает в пневмоцилиндр 2. При крайних положениях рукоятки 8 воздух проходит соответственно в правую или левую полость цилиндра 2, поршень которого посредством штока и соединительной тяги воздействует на муфту патрона, приводя его в действие. Манометр 4 регистрирует давление воздуха в системе.

Пневматический электровыключатель 9 служит для отключения электродвигателя станка в случае внезапного понижения давления воздуха в сети. Регулятор давления 3 автоматически поддерживает постоянное давление

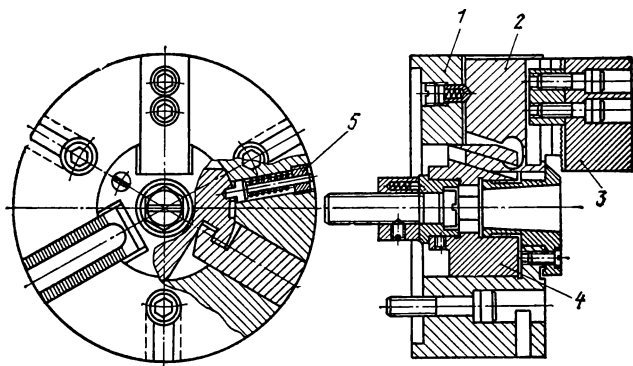


Рис. 3.4. Трехкулачковый клиновой патрон

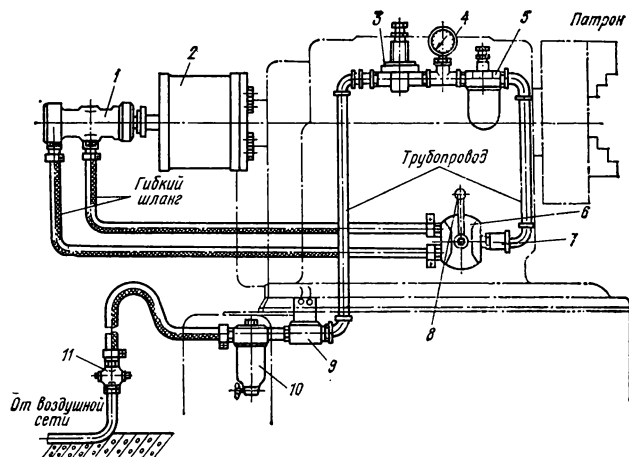


Рис. 3.5. Монтажная схема пневмопривода к токарному станку

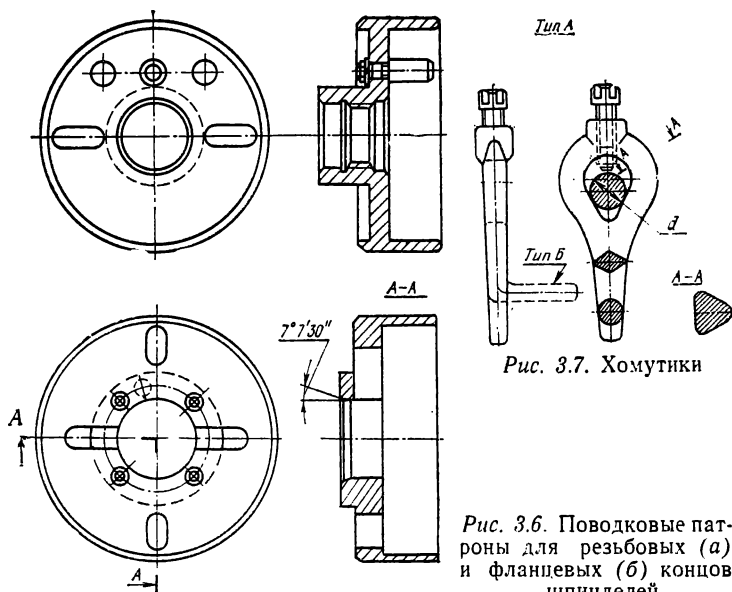


Рис. 3.7. Хомуты

Рис. 3.6. Поводковые патроны для резьбовых (а) и фланцевых (б) концов шпинделей

воздуха в системе. Из маслораспылителя 5 воздух уносит с собой капельки масла, которыми смазывается внутренняя полость цилиндра. Обратный клапан 7 препятствует прохождению воздуха в обратном направлении.

Поводковые патроны (рис. 3.6) участвуют в передаче вращательного движения от шпинделя к обрабатываемой детали, установленной в центрах.

По ГОСТ 2572—72 такие патроны изготавливаются соответственно для резьбовых и фланцевых концов шпинделей.

Хомуты (рис. 3.7) предназначены для передачи вращения от поводкового патрона к обрабатываемой детали, установленной в центрах. По ГОСТ 2578—70 предусмотрено изготовление двух типов хомутов: *прямых* — тип А и *отогнутых* — тип Б разных размеров

с общим диапазоном диаметров зажимаемых деталей d от 6 до 100 мм.

Центры (табл. 3.1) служат для установки и закрепления заготовок типа валов по центровым отверстиям или внутренним фаскам. По конструкции они делятся на *упорные* (цельные), *вращающиеся* и *поводковые*; по форме рабочей части — на *прямые*, *обратные*, *полуцентры* и *грибковые*.

Упорные центры состоят из конического хвостовика, шейки и рабочего конуса с углом 60° . Они изготавливаются из стали У7—У8 и термически закаливаются — конец хвостовика и рабочий конус до твердости 55—58 HRC.

Вращающиеся центры позволяют избежать изнашивания центровых отверстий детали. Они состоят из корпуса с коническим хвостовиком, подшипников качения и вращающейся вставки (шпинделя). При эксплуатации вращающихся центров необходимо периодически смазывать подшипники, заливая в корпус масло или заполняя его свежим солидолом (в зависимости от конструкции центра) и следить за состоянием войлочного уплотнения крышки.

Применение поводковых центров значительно повышает производительность труда, так как они позволяют обтачивать всю длину вала за одну установку без хомутика.

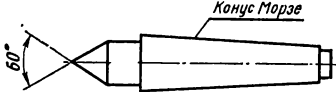
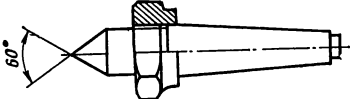
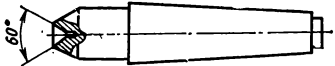
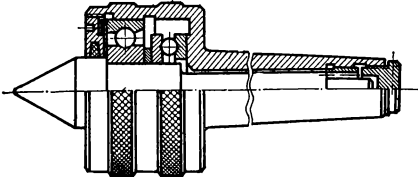
О п р а в к и (табл. 3.2) применяют для установки полых деталей типа втулок, фланцев, дисков и других с базированием по отверстию.

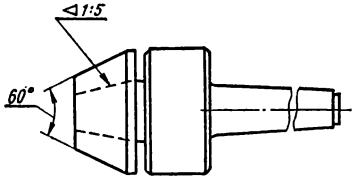
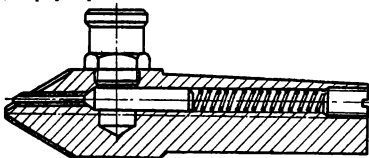
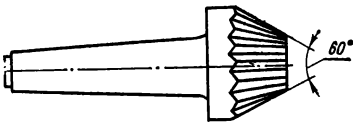
По способу установки на станке различают *центровые*, *хвостовые* и *патронные* оправки, которые в зависимости от конструкции рабочей части делятся на *конические*, *цилиндрические*, *резьбовые* и *разжимные*.

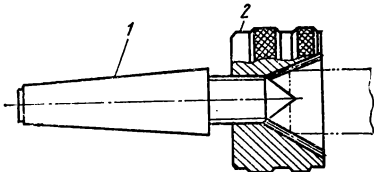
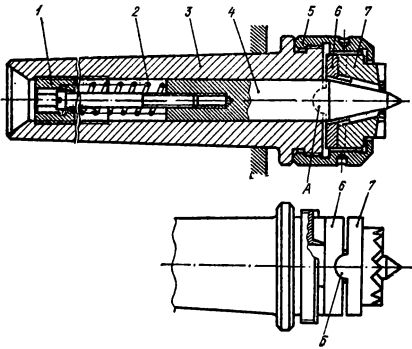
У п о р ы служат для создания постоянного продольного положения заготовок на станке или установки резцов на требуемые размеры. Они значительно сокращают время на отсчет размеров по лимбам и исключают разметку заготовок по длине.

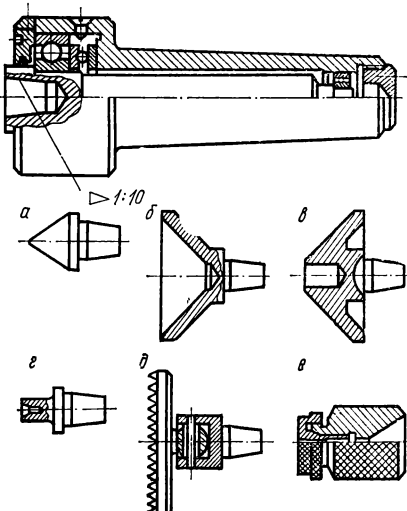
Упорами для обрабатываемых заготовок могут служить торцы, уступы и выточка кулачков токарных патронов, уступы оправок, поводковоплавающие центры.

Табл. 3.1. Центры для токарных станков

Наименование и эскиз	Назначение и краткая характеристика
1	2
Центр упорный прямой 	Преимущественно применяется в качестве переднего центра. При точных работах с невысокой скоростью резания устанавливается также в заднюю бабку станка
Центр упорный прямой с отжимной гайкой 	Применяется в качестве заднего центра при тех же условиях, что и центр без гайки. Отжимная гайка служит для удаления центра из пиноли задней бабки
Полуцентр прямой упорный 	Предназначен для подрезки торца вала, установленного в центрах
Центр упорный обратный 	Служит для обработки деталей диаметром менее 4 мм с наружными цапками
Центр вращающийся нормальный 	Используется в качестве заднего центра при работах с высокими скоростями резания. Радиальное биение рабочего конуса для центров нормальной точности не более 0,015 мм

1	2
Центр вращающийся грибковый усиленный 	Для обработки пустотелых валов и труб. При снятом наконечнике может быть применен для установки деталей с наружными центрами. Радиальное биение рабочего конуса не более 0,02 мм
Центр упорный с постоянной смазкой 	Используется в качестве заднего центра при тяжелых работах. Смазочный материал (солидол) поступает к поверхности рабочего конуса из масленки. При снятой детали доступ смазочного материала прекращает плунжер
Центр поводковый рифленый 	Для обработки пустотелых валов и труб без хомутика
Центр упорный грибковый 	Устанавливается в шпиндель станка при обработке пустотелых валов и труб. При чистовом точении позволяет работать без хомутика

1	2
Центр поводковый конструкции В. С. Филиппова  Центр поводкоплавающий 	Для обтачивания валов без хомутика. Поводок 2 с рифленным внутренним конусом соединен с центром 1 левой резьбой. После установки заготовки в центрах поводок поворачивают вручную от себя для предварительного поджима, который усиливается во время работы силами резания Обеспечивает быструю установку и съем заготовки и высокую точность продольного положения ее на станке. Состоит из корпуса 3, плавающего центра 4, гайки 5, опорной шайбы 6 и поводковой 7. Корпус и шайбы сопряжены полукруглыми крестообразно расположенными выступами и впадинами А и В, образующими шарнирную систему, которая позволяет шайбе 7 самонастраиваться по торцу заготовки. Давление пружины 2 регулируется резьбовой пробкой 1

1	2
Центр вращающийся переналаживаемый 	Центр переналаживается в зависимости от условий работы заменой наконечников: а — для валов с нормальными центровыми отверстиями; б — для валов с наружными центровыми фасками; в — для труб и пустотелых валов; г — для валов небольшого диаметра с наружными центровыми конусами; д — для поддержания валов с необработанным торцом; е — для закрепления центровых сверл с помощью сменных цанг

При закреплении заготовок в прямых кулачках патрона используется регулируемый шпиндельный упор (рис. 3.8, а). Он состоит из конического хвостовика 1, винта 3, сменной насадки 4 и контргайки 2. Упор устанавливается в отверстие переднего конца шпинделя и регулируется на необходимый размер по длине винтом 3.

При подрезании торцов длинных заготовок пользуются упором, закрепленным на обратном резьбовом конце шпинделя (рис. 3.8, б). Упор настраивается на требуемый размер продольной регулировкой штыря 2 и закрепляется винтом 1.

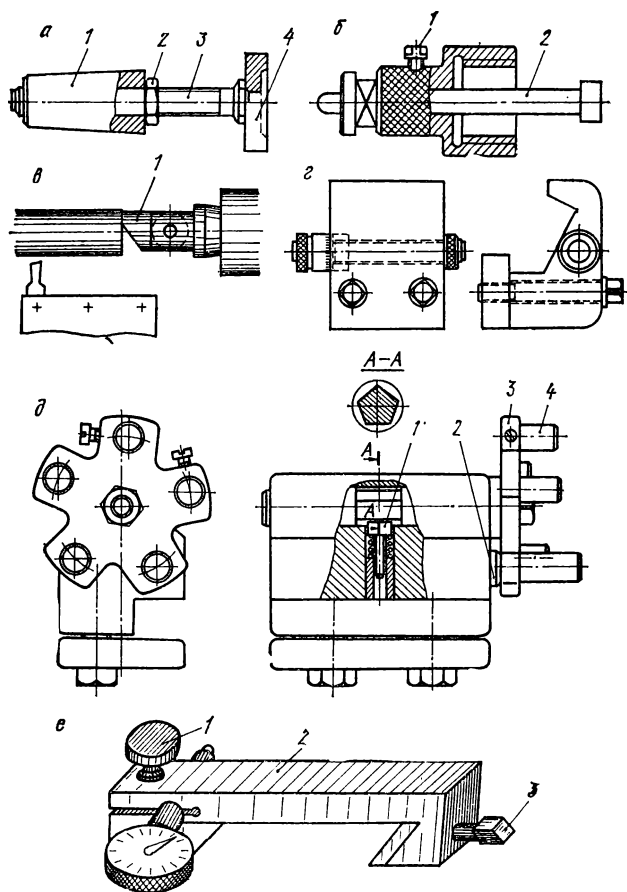
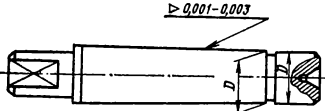
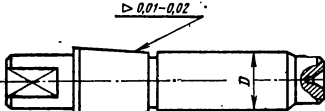
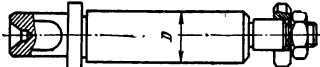
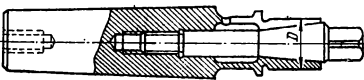
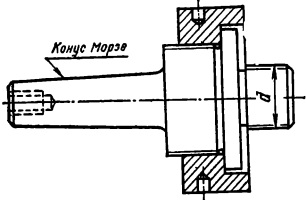
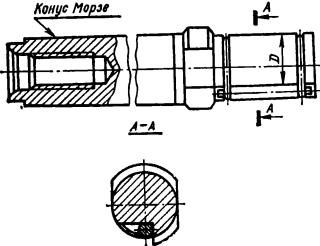
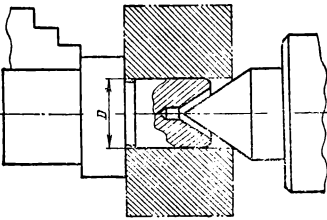


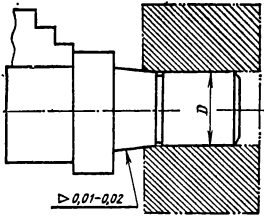
Рис. 3.8. Упоры:

а, б — шпиндельные; в — откидной задний; г — простой продольный; д — многопозиционный продольный; е — индикаторный поперечный

Табл. 3.2. Оправки для токарных работ

Тип и эскиз оправки	Назначение и краткая характеристика
1	2
Центровая коническая 	Для чистового обтачивания при длине детали в пределах $(0,25-1,5) D$. Точность базового отверстия должна быть не ниже 9-го квалитета. Постоянное положение детали вдоль оси не обеспечивается
Центровая с конусной и цилиндрической поверхностями 	Для чистового обтачивания при длине детали более $1,5D$. Точность базового отверстия должна быть не ниже 8-го квалитета. Постоянное положение детали вдоль оси не обеспечивается
Центровая цилиндрическая 	Для обтачивания деталей с отверстием, выполненным с точностью не ниже 8-го квалитета. Обеспечивается базирование детали по торцу
Центровая разжимная 	Для обтачивания деталей, точность отверстия которых не ниже 10-го квалитета. Постоянное положение детали вдоль оси не обеспечивается. Зажим обрабатываемой детали осуществляется цангой при завинчивании правой гайки, отжим — левой гайкой
Хвостовая разжимная 	Для обтачивания и подрезания торца деталей длиной до $1,5D$. Точность базового отверстия не ниже 9-го квалитета. Обеспечивается базирование детали по торцу. Материал оправки У7 — У8, разжимная часть закаливается до 52—60 HRC₉

1	2
Хвостовая резьбовая  Хвостовая роликовая самозажимная  Патронная цилиндрическая 	Для обтачивания и под- резания торца деталей с резьбовым отверстием. Гайка облегчает съем де- тали после обработки Преимущественно для токарных работ с высо- ким режимом резания. Зажим детали осущест- вляется роликом в про- цессе обработки. Точ- ность базового отверстия должна быть не ниже 9-го качества Для чистового обтачи- вания наружных поверх- ностей. Оправка выпол- няется из куска стально- го проката одноразово для данной партии де- талей. Зажим обрабаты- ваемой детали осущест- вляется вращающимся центром. Точность базо- вого отверстия должна быть не ниже 8-го ква- литета. Обеспечивается базирование детали по торцу

1	2
Патронная с конусной и цилиндрической поверхностями 	Для чистового обтачивания и подрезания торцов. Оправка выполняется из куска стального проката однократно для данной партии деталей. Точность базового отверстия должна быть не ниже 8-го качества. Постоянное положение детали вдоль оси не обеспечивается

Необходимую длину отрезаемой заготовки можно получить с помощью откидного упора 1 (рис. 3.8, в), который устанавливается в пиноль задней бабки и отбрасывается самостоятельно во время работы благодаря угловому срезу на $\frac{2}{3}$ диаметра.

На длину обрабатываемой поверхности целесообразно настраивать станок по продольным упорам, закрепляемым в необходимом положении на передней направляющей станины. Простой продольный упор с микрометрическим винтом изображен на рис. 3.8, г.

При точении ступенчатых поверхностей применяются многопозиционные продольные упоры, одна из конструкций которых показана на рис. 3.8, д. Диск 3 со сменными стержнями 4 поворачивается вручную и фиксируется в одном из пяти положений фиксатором 1. Для повышения жесткости поворотной части служит опора 2.

Для установки резца на необходимый диаметр обрабатываемой поверхности ряд станков имеет поперечные упоры, которые позволяют закреплять индикатор для повышения точности отсчета размера. При отсутствии таких упоров можно пользоваться простым поперечным индикаторным упором, изображенным на рис. 3.8, е. Планка 2 пазом типа «ласточкин хвост» устанавливается на направляющих продольных салазок суппорта и за-

крепляется винтом 3. В ее отверстии винтом 1 зажимается индикатор, штифт которого упирается в торец поперечных салазок. Такой упор может быть закреплен как спереди, так и сзади поперечных салазок в зависимости от вида выполняемой работы.

Планшайбы и угольники предназначены для установки на токарном станке деталей типа рычагов,

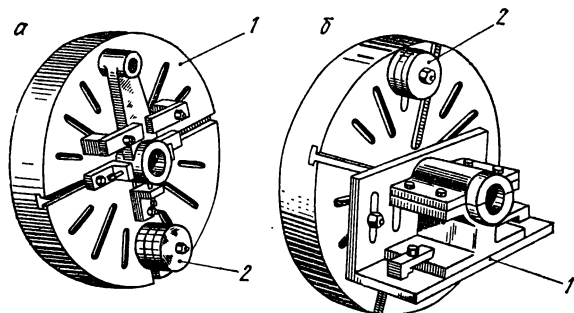


Рис. 3.9. Установка деталей:
а — на планшайбе; б — на угольнике

корпусов, у которых необходимо выдержать строгую параллельность, перпендикулярность или угловое расположение оси обрабатываемых поверхностей относительно технологической базы (основания или торца).

Планшайба 1 (рис. 3.9, а) — чугунный диск со ступицей, усиленный с обратной стороны ребрами жесткости. Отверстие ступицы выполняется по форме и размерам передних концов шпинделей. На переднем торце планшайбы, строго перпендикулярном к ее оси, расположены Т-образные и сквозные пазы для установки крепежных болтов. Заготовка на планшайбе крепится прихватами и болтами и дополнительно поджимается боковыми опорами. Смещенный центр тяжести заготовки уравнивается противовесом 2.

Применение угольника для расточки отверстия в корпусе подшипника показано на рис. 3.9, б. Угольник 1

вместе с заготовкой крепится к планшайбе болтами, выверяется и уравнивается противовесом 2.

Для смещения заготовки во взаимно перпендикулярных направлениях применяются подвижные двухкоординатные угольники (рис. 3.10). Перемещение угольника 1 осуществляется винтами 3 и 4 с отсчетом величины сдвига по миллиметровым шкалам с нониусами. Более точ-

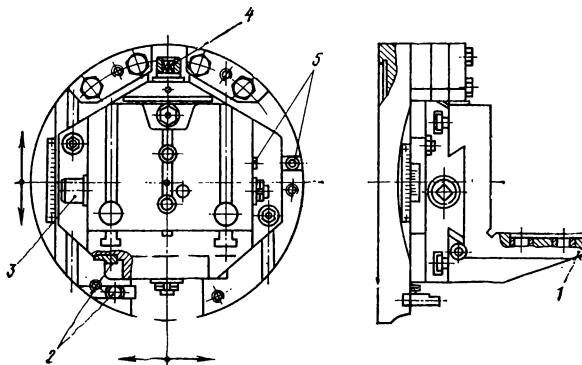


Рис. 3.10. Угольник двухкоординатный

ную установку выполняют мерными плитками, расположенными между опорами 2 и 5.

Люнеты применяются в качестве дополнительных опор при обработке нежестких валов длиной более 12—15 диаметров. Различают неподвижные и подвижные люнеты.

Неподвижный люнет (рис. 3.11, а) состоит из основания 6, крышки 2 и трех кулачков 1 с независимым перемещением. Он устанавливается на средних направляющих станины станка и закрепляется скобой 8, болтом и гайкой 7. Кулачки радиально перемещаются рукоятками 3 и закрепляются в необходимом положении зажимами 4. На время установки заготовки в люнет крышка 2 отбрасывается после освобождения поворотного зажима 5. Сменные наконечники кулачков изготавливаются

из чугуна или бронзы, а для работы с большой скоростью резания их заменяют подшипниками качения. Для установки кулачков concentрично оси вращения заготовки на последней вытачивают неглубокую канавку, к которой равномерно подводят кулачки люнета.

Определенный интерес представляет конструкция четырехопорного неподвижного люнета В. К. Семинского

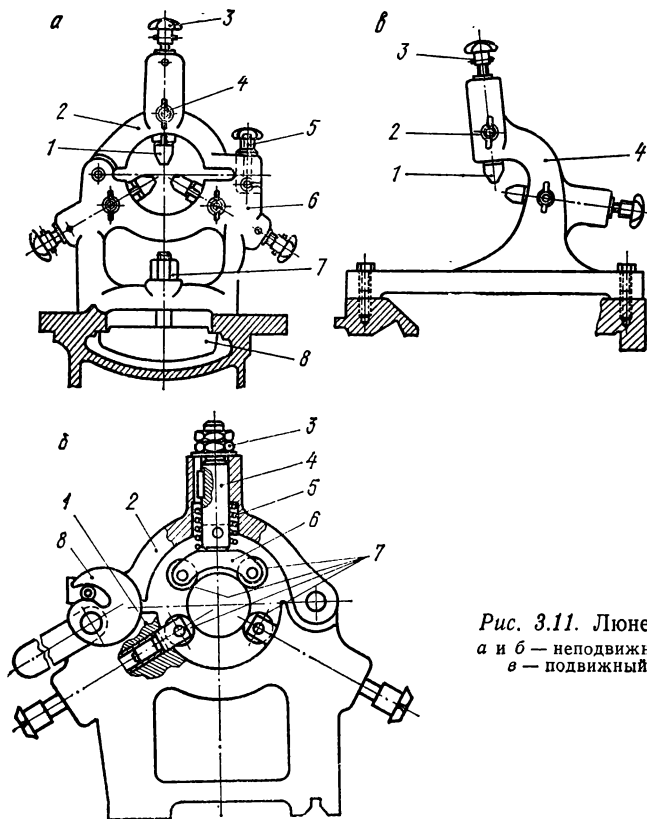


Рис. 3.11. Люнеты:
а и б — неподвижные;
в — подвижный

(рис. 3.11, б), который способен упруго воспринимать небольшое биение шейки заготовки под люнет, возникающее вследствие некоторой ее некруглости. В люнете применены шарикоподшипниковые наконечники. Два верхних из них 6 шарнирно установлены на стержне 4 и постоянно поджаты книзу пружины 5. После установки заготовки на два предварительно выверенных нижних кулачка 7 крышку 2 закрывают и регулируют стержень 4 гайками 3 так, чтобы между крышкой и основанием 8 образовался зазор 3—5 мм. Затем крышка прижимается к основанию эксцентриком 1. Пружина 5 в данном люнете действует подобно упругому амортизатору.

Подвижный люнет (рис. 3.11, в) состоит из корпуса 4, верхняя часть которого отогнута вправо, и двух кулачков 1. Кулачки перемещаются и закрепляются в требуемом положении рукоятками 3 и зажимами 2. Такой люнет устанавливается и закрепляется на левой стороне каретки суппорта, а благодаря изогнутости корпуса кулачки его располагаются за резцом и во время работы прижимаются к обработанной поверхности вала.

Копировальные приспособления позволяют значительно повысить производительность обработки деталей с коническими, ступенчатыми или фасонными поверхностями. Они работают по принципу воспроизведения формы копира на поверхности заготовки. Щуп приспособления, перемещаясь с механической подачей по копиру, передает соответствующие движения резцу через промежуточные устройства, а резец как бы следит за движением щупа и повторяет их. Поэтому такие системы получили название *следящих*.

По типу промежуточных передающих устройств копировальные приспособления делятся на *механические*, *гидравлические* и *электрические*. Примерами механических копировальных приспособлений могут служить конусная линейка к токарному станку и копировальное приспособление конструкции В. К. Семинского.

Конусная линейка к станку 1И611 (рис. 3.12) для обработки пологих конусов с углом уклона до 12° смон-

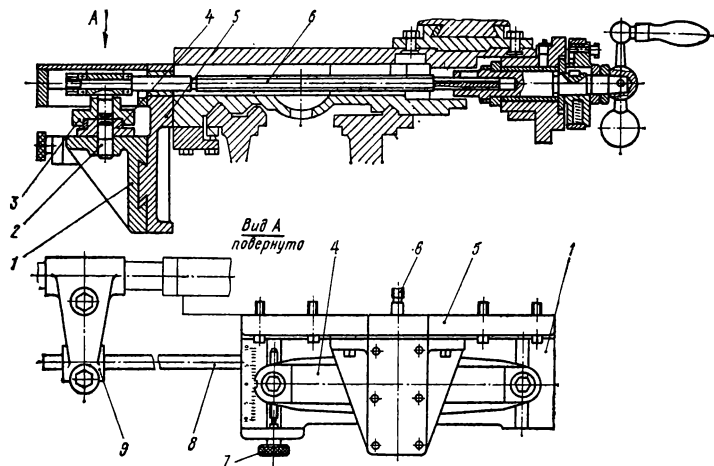


Рис. 3.12. Конусная линейка

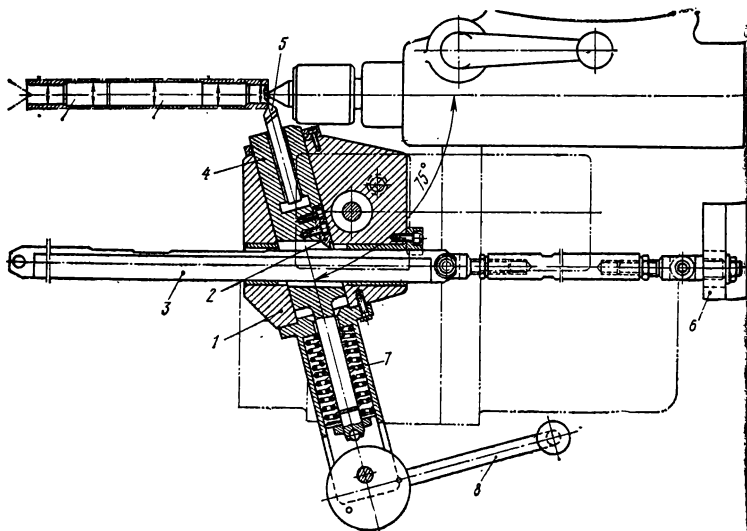


Рис. 3.13. Механический копировальный суппорт

тирована на угольнике 5, прикрепленном к каретке суппорта. На его направляющих установлены салазки 1, присоединенные к станине станка тягой 8 и кронштейном 9. На салазках 1 расположена копировальная линейка 4, которая может быть повернута вокруг оси 2 на требуемый угол рукояткой 7. Линейку охватывает ползун 3, соединенный с телескопическим винтом 6 поперечной подачи.

При включении продольной подачи ползун, скользя по линейке, перемещает в соответствии с ее уклоном поперечные салазки, обеспечивая тем самым конусность на обрабатываемой детали. Для работ без конусной линейки достаточно открепить тягу 8 от кронштейна 9.

Механический копировальный суппорт В. К. Семинского (рис. 3.13) позволяет автоматизировать обработку ступенчатых и фасонных поверхностей. Для этого вместо резцедержателя на суппорте устанавливают и закрепляют корпус 1, в отверстии которого может перемещаться пиноль 4 вместе с резцом 5 и щупом 2. Во время работы щуп постоянно прижат пружинами 7 к копиру 3, который шарнирно соединен с закрепленным на станине кронштейном 6.

При включении механической подачи щуп скользит по копиру, сообщая резцу необходимое следящее движение. По окончании обработки суппорт отводят назад на 20—30 мм и поворотом рукоятки 8 с эксцентриком подают пиноль вперед так, чтобы щуп во время обратного хода не касался копира. В исходном положении суппорта пиноль возвращается в рабочее состояние поворотом рукоятки 8 в обратном направлении.

Существенным недостатком механических копировальных приспособлений является довольно быстрое изнашивание копира в результате непосредственного воздействия на него сил резания, что устранено в гидрокопировальных устройствах.

Гидрокопировальный суппорт ГС-1 (рис. 3.14) с четырехпозиционным резцедержателем устанавливается взамен поворотной плиты и верхних салазок на обычный суппорт.

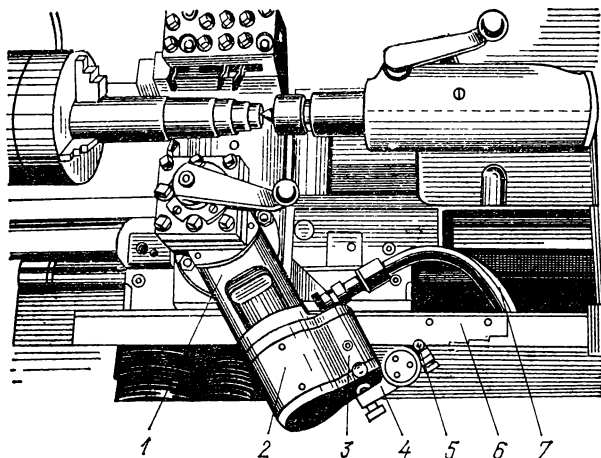


Рис. 3.14. Гидрокопировальный суппорт ГС-1

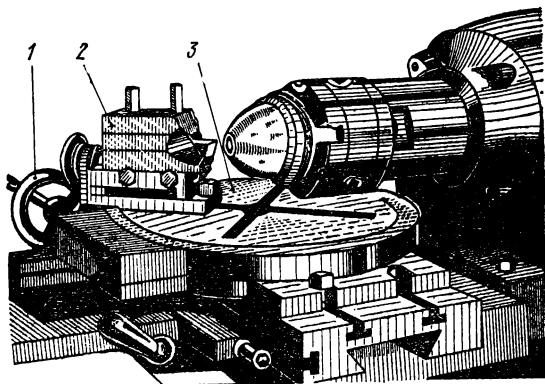


Рис. 3.15. Приспособление для обработки сферических поверхностей

Обработка ведется за счет одновременного сочетания двух подач резца: равномерной продольной и переменной угловой от гидрокопировального привода.

К угловым салазкам 1 прикреплен гидроцилиндр 2 совместно с золотниковой коробкой 3, регулирующей поток напорной струи масла, поступающей в полости гидроцилиндра от гидроагрегата по гибким шлангам 7. Шток поршня гидроцилиндра неподвижно закреплен на поперечных салазках суппорта. Золотник управляется двуплечим рычагом 4, на конце которого закреплен сменный шуп 5, постоянно прижатый к копиру 6 давлением на рычаг подпружиненного золотника.

При включенной продольной подаче суппорта шуп, огибая профиль копира, поворачивает рычаг 4, который воздействует на золотник, изменяющий в свою очередь направление потока и количество масла, поступающего в полости гидроцилиндра, и соответственно угловую подачу резца.

Приспособления для обработки сферических поверхностей. Наружные и внутренние сферические поверхности радиусом свыше 10 мм обрабатываются круговым движением резца. Для этого применяются различные приспособления, одна из конструкций которых приведена на рис. 3.15.

Приспособление устанавливается на поперечных салазках суппорта. Оно представляет собой круглый поворотный стол 3 с резцедержателем 2, передвигаемым по Т-образным пазам в радиальном направлении. Стол имеет червячный венец, сцепленный с червяком, на конце которого находится маховичок 1. Вращением маховичка осуществляется круговое движение круглого стола с резцедержателем.

Приспособления для ускоренного отвода резбового резца. При нарезании резьбы до упора очень важно в конце резания своевременно отвести резец от детали. При большой скорости движения суппорта это осуществить довольно трудно, а иногда и невозможно. Для автоматического отвода резца разработан и внедрен ряд конструкций приспособлений. Одно из них показано на рис. 3.16.

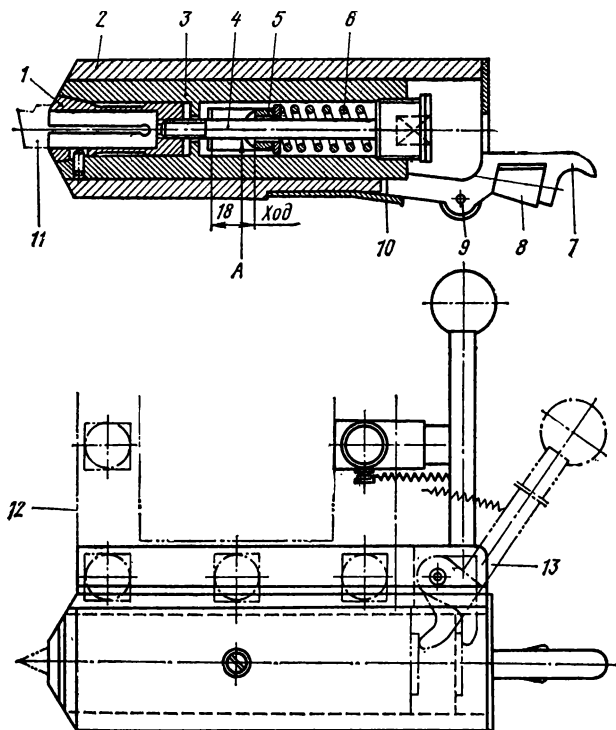
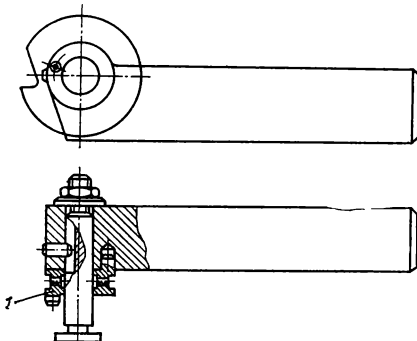
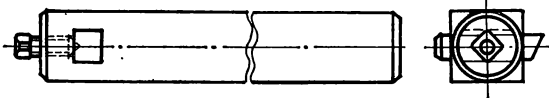
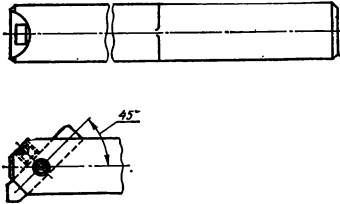
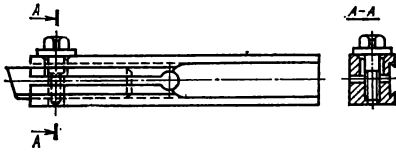


Рис. 3.16. Приспособление для быстрого отвода резьбового резца

Корпус 2 выступом на боковой стороне закрепляется в резцедержателе 12 суппорта. В отверстии корпуса расположен ползун 3, в котором цангой 1 и тягой 4 закрепляется резец 11 с круглым стержнем. Резьбы на концах тяги имеют разный шаг, поэтому даже при небольшом усилии заворачивания тяги торцовым ключом резец закрепляется довольно прочно.

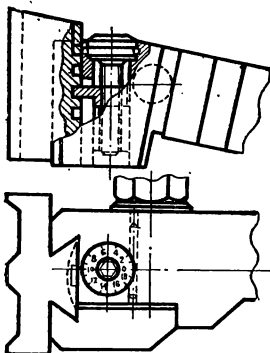
Табл. 3.3. Вспомогательные инструменты для токарных работ

Наименование и эскиз инструмента	Назначение его и краткая характеристика
1	2
Державка для дисковых резцов  Державка расточная с прямым креплением резца 	Для крепления фасонных и резбовых дисковых резцов. Регулировка вершины резца по высоте после переточки выполняется поворотом рифленого кольца / Для растачивания сквозных глубоких отверстий диаметром свыше 35 мм

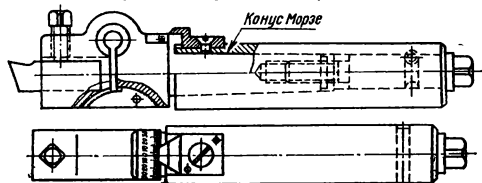
1	2
Державка расточная с косым креплением резца  Державка для отрезных пластинчатых резцов 	Для растачивания глухих глубоких отверстий диаметром свыше 35 мм Вылет резца можно регулировать в зависимости от диаметра заготовки. Державка термообработана до твердости 35—40 HRC

1

Державка для призматических резцов



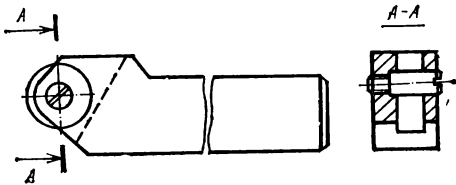
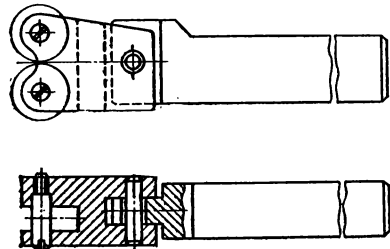
Державка для крепления резьбовых резцов



2

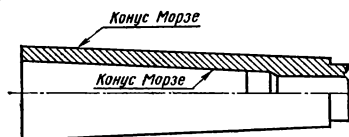
Призматический фасонный резец с хвостовиком типа «ласточкин хвост» крепится в державке Г-образной губкой, зажимаемой гайкой. Регулируется резец по высоте винтом, снабженным шкалой

Для крепления державочных резьбовых резцов квадратного или круглого сечения. Конструкция державки позволяет поворачивать резец на угол подъема резьбы, а пружинящая головка повышает точность ее нарезания

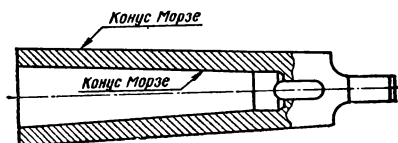
1	2
Державка однороликовая для накатки  Державка двухроликовая для сетчатой накатки 	Для накатывания одинарных прямых или косых рифлений Качающийся роликодержатель позволяет роликам самоустанавливаться по поверхности детали

1

Втулки переходные для инструментов с конусом Морзе (без лапок)



Втулки переходные для инструментов с конусом Морзе (с лапкой)



2

Для крепления инструментов с коническими хвостовиками в пиноли задней бабки

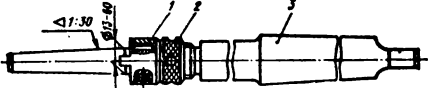
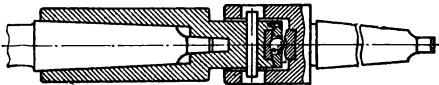
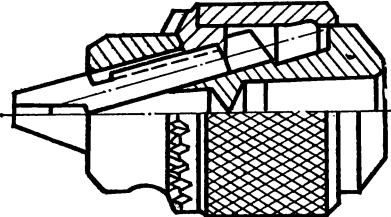
Конус Морзе

на- руж- ный	внут- ренний	на- руж- ный	внут- ренний	на- руж- ный	внут- ренний
1	0	4	2	6	3
2	1	4	3	6	4
3	1	5	2	6	5
3	2	5	3		
4	1	5	4		

Для крепления инструментов с коническими хвостовиками в пиноли задней бабки. Инструмент выбивается из втулки клином через поперечный продолговатый паз

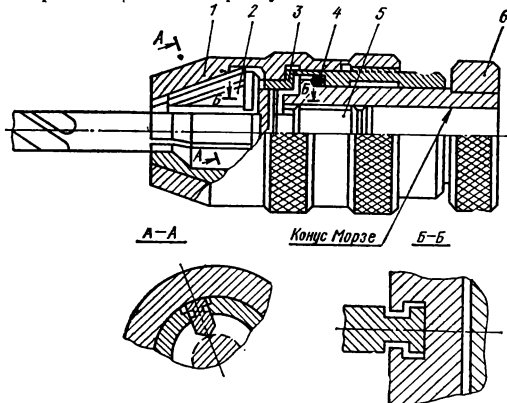
Конус Морзе

на- руж- ный	внут- ренний	на- руж- ный	внут- ренний	на- руж- ный	внут- ренний
2	1	4	2	5	4
3	1	4	3	6	4
3	2	5	3	6	5

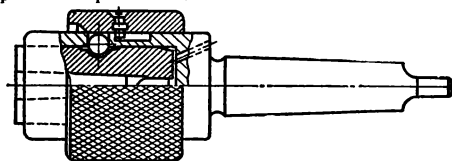
1	2
Оправка для насадных зенкеров и разверток  Качающийся патрон для разверток  Патроны сверлильные трехкулачковые 	Основные детали оправки: корпус 3, гайка 2 и поводковое кольцо 1. Конструкция оправки позволяет регулировать осевое положение поводкового кольца Рекомендуется применять при недостаточной точности совпадения осей пиноли задней бабки и шпинделя на изношенных станках и когда предшествующая обработка отверстия и развертывание его выполняются в различных установках детали. Патрон позволяет развертке самоустанавливаться по обрабатываемому отверстию Для закрепления сверл и разверток с цилиндрическими хвостовиками. В наклонных пазах корпуса расположены кулачки с нарезкой на внешней стороне. При повороте ключом-шестерней муфты с гайкой кулачки перемещаются и зажимают инструмент. Выпускаются три типа патронов: ПС-6, ПС-9 и ПС-15 (цифры соответствуют наибольшему диаметру закрепленного сверла)

1

Патроны сверлильные трехкулачковые бесключевые



Патроны быстросменные

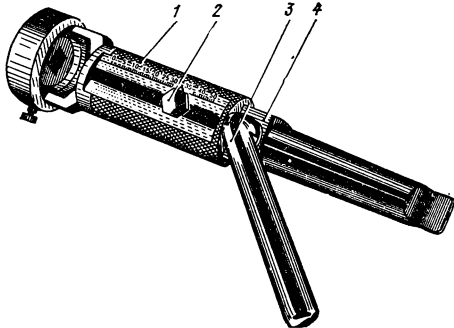


2

Для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком диаметром 2—12 мм. В корпусе 1 установлена обойма 3. В ее пазах расположены кулачки 2, которые Т-образными концами входят в торцовые пазы винта 5 с левой резьбой.

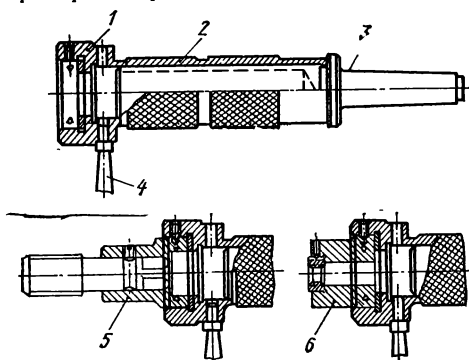
При вращении рукой корпуса 1 против часовой стрелки кулачки 2, скользя по его внутреннему конусу, сжимаются, осуществляя предварительный зажим сверла. В процессе сверления винт 5, стремясь вывинтиться под действием сил резания, толкает кулачки вперед, усиливая тем самым зажим сверла. Шарики 4, уменьшая силы трения, облегчают разжим патрона. Кольцо 6 предохраняет патрон от повреждений при перегрузке.

Применяются для быстрой смены инструментов с коническим хвостовиком при обработке отверстий. При перемещении муфты назад шарики освобождаются, и сменная втулка с инструментом может быть вынута. Втулка удерживается в патроне шариками, которые закатываются в ее пазы при перемещении муфты вперед.

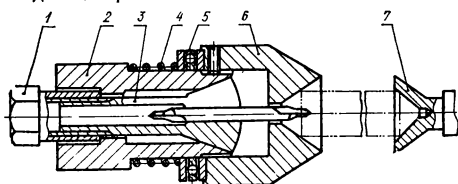
1	2
Патроны резьбонарезные 	Для крепления плашек и метчиков при нарезании резьб самозатягиванием инструмента. Держатель 1 и цилиндрическая оправка 4 соединены подвижно в осевом направлении шпонкой, закрепленной винтом 2 в пазу держателя. На цилиндрической части оправки имеется продольный паз, оканчивающийся кольцевой канавкой, в которой установлен подпружиненный упор одно-стороннего действия. Врезание инструмента в деталь осуществляется подачей держателя 1 вперед поворотом рукоятки 3 с эксцентриком. Затем при самозатягивании инструмента держатель скользит по оправке. В конце нарезания резьбы шпонка заскакивает в кольцевую канавку оправки и держатель, увлекаемый инструментом и деталью, свободно поворачивается. При включении обратного вращения шпинделя станка шпонка останавливается подпружиненным упором против паза оправки, входит в него и позволяет держателю продвигаться назад во время свинчивания инструмента. Патрон настраивается на длину нарезаемой резьбы установкой шпонки и винта 2 в необходимое положение по шкале, нанесенной вдоль паза держателя.

1

Патроны резьбонарезные



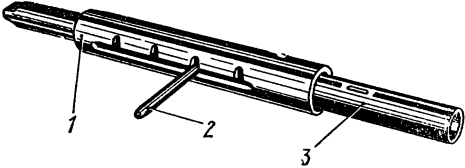
Патрон для центrovания валов



2

Для крепления метчиков и плашек. Держатель 2 при нарезании резьбы самозатягиванием инструмента скользит по цилиндрическому участку оправки 3 и удерживается от поворота рукой за накатанную поверхность или ручку 4. При более тяжелых условиях работы ручку опирают на стержень, закрепляемый в резцедержателе суппорта. Плашки малых размеров и метчики устанавливаются в патроне посредством переходных втулок 5 и 6. Кольца 1 служат упором для плашек разной ширины.

Устанавливается в трехлачковом токарном патроне. Цангой 3, установленной в корпусе 2, и гайкой 1 в нем закрепляется центровочное сверло. Заготовка, поддерживаемая рукой, опирается на конус обоймы 6 и поджимается задним обратным центром 7. Осуществляя подачу пинолью задней бабки, производят центрование. При этом обойма и упорный подшипник 5 отходят назад, сжимая пружину 4.

1	2
Патрон для глубокого сверления 	Применение таких патронов значительно повышает производительность труда и исключает разметку центровых отверстий, так как заготовка самоустанавливается по конусной поверхности обоймы Позволяет ускоренно вывести сверло из отверстия для очистки от стружки. Патрон устанавливается в пиноли задней бабки, состоит из корпуса 1, сверлодержателя 3 и закрепленной в нем рукоятки 2 Для отвода сверла назад достаточно вывести рукоятку из поперечной прорези корпуса

Под действием пружины 6, опирающейся на упор 5 и утолщенный конец тяги 4, ползун 3 постоянно оттягивается назад. Но его удерживает в рабочем положении уступ конца рычага 7, вращающегося на оси 9. Упор 5 закреплен в корпусе 2 и проходит через продолговатое окно 4 в ползуне.

На станине в требуемом месте закрепляется неподвижный упор. При продольном движении суппорта ролик 8, наезжая на упор, приподнимает рычаг, и ползун с резцом быстро отходит назад под давлением пружины 6. В исходном положении суппорта ползун возвращается в рабочее положение поворотом рукоятки 13. При этом рычаг 7 приподнимается плоской пружиной 10 и фиксирует своим уступом ползун.

3.2. Вспомогательные инструменты к токарным станкам

К вспомогательным инструментам относят приспособления, предназначенные для установки и закрепления режущих инструментов на станке. Для этой цели применяются державки резцов, сверлильные и резьбонарезные патроны, оправки насадных инструментов и др. (табл. 3.3).

Глава 4. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

4.1. Основные понятия и определения

В учении о резании металлов используется ряд понятий и определений, содержание которых рассмотрено ниже.

Припуск — это слой металла, срезаемый при обработке.

Элементы токарного резца (рис. 4.1):

стержень — часть резца, закрепляемая в резцедержателе станка;

головка — рабочая часть резца, участвующая в резании;

передняя поверхность — поверхность резца, по которой сходит стружка;

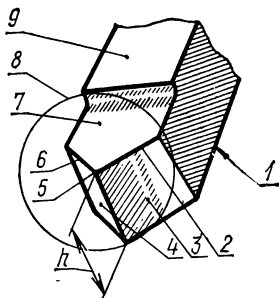


Рис. 4.1. Части и элементы резца:

1 — основание; 2 — главная режущая кромка; 3 — главная задняя поверхность; 4 — вспомогательная задняя поверхность; 5 — вершина; 6 — вспомогательная режущая кромка; 7 — передняя поверхность; 8 — головка; 9 — стержень

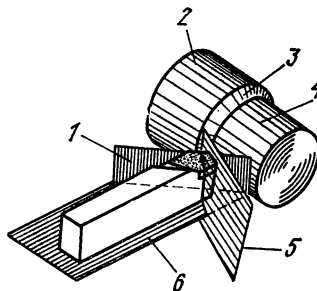


Рис. 4.2. Исходные поверхности и плоскости при точении:

1 — плоскость резания; 2 — обрабатываемая поверхность; 3 — поверхность резания; 4 — обработанная поверхность; 5 — секущая плоскость; 6 — основная плоскость

главная задняя поверхность — поверхность резца, обращенная к поверхности резания;

вспомогательная задняя поверхность — поверхность резца, обращенная к обработанной поверхности детали;

главная режущая кромка — линия пересечения передней и главной задней поверхностей, выполняет основное резание;

вспомогательная режущая кромка — линия пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей, защищает обработанную поверхность детали;

вершина — точка пересечения режущих кромок;
основание — опорная поверхность резца;
высота резца h — расстояние от вершины до основания.

Исходные поверхности и плоскости при точении (рис. 4.2):

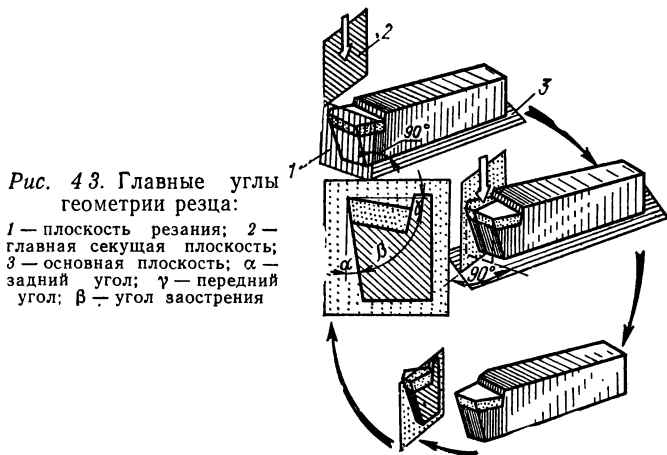


Рис. 4.3. Главные углы геометрии резца:

1 — плоскость резания; 2 — главная секущая плоскость; 3 — основная плоскость; α — задний угол; γ — передний угол; β — угол заострения

обрабатываемая поверхность — поверхность заготовки, подлежащая обработке;

обработанная поверхность — поверхность детали, полученная в результате обработки;

поверхность резания — поверхность заготовки, образуемая главной режущей кромкой резца в процессе резания;

основная плоскость — плоскость, совпадающая с основанием резца;

плоскость резания — плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку. В нерабочем состоянии плоскость резания перпендикулярна к основной плоскости;

секущая плоскость — плоскость, перпендикулярная к проекции режущей кромки на основную плоскость. В за-

висимости от рассматриваемой режущей кромки различают главную и вспомогательную секущие плоскости.

Под геометрией резца понимают форму и углы головки резца.

Главные углы резца (рис. 4.3):

задний угол α — угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания;

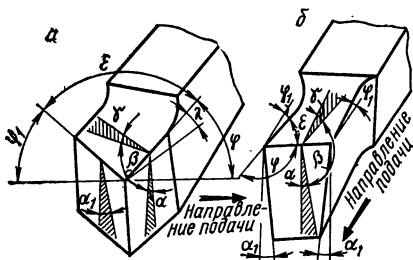


Рис. 4.4. Геометрия токарных резцов:
а — проходного прямого; б — канавочного

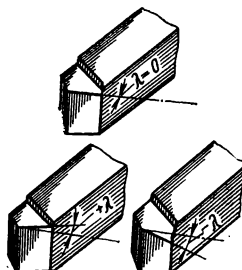


Рис. 4.5. Углы наклона главной режущей кромки резца

угол заострения β — угол между передней и главной задней поверхностями резца;

передний угол γ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проведенной через главную режущую кромку перпендикулярно к плоскости резания. Передний угол принято считать положительным, если сумма углов $\alpha + \beta < 90^\circ$. Когда эта сумма больше 90° , передний угол приобретает отрицательное значение. Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости.

Вспомогательный задний угол α_1 (рис. 4.4) — это угол между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости. Вспомогательный задний угол измеряется во вспомогательной секущей плоскости.

Углы в плане (рис. 4.4):

главный угол в плане φ — угол между направлением подачи и проекцией главной режущей кромки на основную плоскость;

вспомогательный угол в плане φ_1 — угол между направлением подачи и проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость;

угол при вершине ε — угол между проекциями глав-

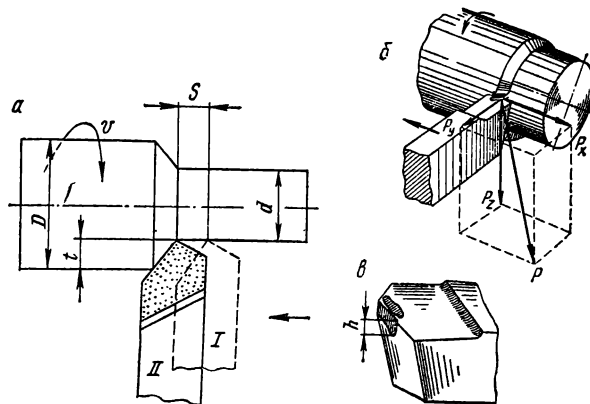


Рис. 4.6. Резание металла:

a — элементы режима резания; *б* — силы, действующие при резании; *в* — критерий изнашивания резца

ной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

Сумма углов в плане $\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^\circ$.

Угол наклона главной режущей кромки (рис. 4.5) λ — угол между главной режущей кромкой и плоскостью, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. Угол λ может иметь нулевое, положительное или отрицательное значение. При $\lambda = 0^\circ$ главная режущая кромка параллельна основанию; при положительном λ — направлена вверх от вершины; при отрицательном λ — вниз.

Элементами режима резания (рис. 4.6, *a*) являются глубина резания, подача и скорость резания.

Глубина резания t (мм) — это толщина слоя металла, срезаемого за один проход инструмента. При обтачивании, растачивании, рассверливании, зенкерования и развертывании

$$t = \frac{D - d}{2},$$

при сверлении

$$t = \frac{D}{2},$$

где D — наибольший диаметр касания инструмента с заготовкой, мм; d — наименьший диаметр касания инструмента с заготовкой, мм.

При отрезании и вытачивании канавки глубина резания соответствует ширине прорези, выполняемой резцом за один проход.

Подача S (мм/об) — величина перемещения инструмента за один оборот заготовки.

Скорость резания v (м/мин) — путь, который проходит наиболее удаленная от оси вращения точка поверхности резания относительно резца в минуту.

Скорость резания можно определить по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \approx \frac{D n}{320},$$

где D — наибольший диаметр касания инструментом поверхности заготовки, мм; n — частота вращения заготовки в минуту, об/мин.

Силы, действующие при точении (рис. 4.6, б):

вертикальное усилие P_z (Н) — сила сопротивления резанию, действующая в вертикальном направлении касательно к поверхности резания. Для приближенных расчетов вертикальное усилие можно определить из формулы

$$P_z = K t S,$$

где K — коэффициент резания, равный силе резания, приходящейся на 1 мм^2 площади поперечного сечения срезаемой стружки, МПа (см. табл. 4.1); t — глубина резания, мм; S — подача, мм/об;

Табл. 4.1. Средние значения коэффициента резания K при точении

Обрабатываемый материал	Предел прочности σ_B , МПа	Твердость по Бринеллю, HB	K , МПа
Углеродистые и легированные конструкционные стали	400—500		1500
	500—600		1600
	600—700		1780
	700—800		2000
	800—900		2200
	900—1000		2350
	1000—1100		2550
Чугун серый		140—160	1000
		160—180	1080
		180—200	1140
		200—220	1200
Бронза средней твердости			550
Силумин	—		400
Дюралюминий	250		600
	350		800
	Свыше 350		1100

Примечание. Коэффициент резания определяется при следующих условиях: $l = 5$ мм, $S = 1$ мм/об, $\gamma = 15^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, режущая кромка прямолинейна, работа без охлаждения.

радиальное усилие P_y (Н) — сила сопротивления резанию, действующая в радиальном направлении перпендикулярно к оси заготовки;

усилие подачи P_x (Н) — сила сопротивления резанию, действующая в направлении продольной подачи. Для продольного точения проходным резцом ($\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 15^\circ$, $\lambda = 0^\circ$) составляющие силы сопротивления резанию имеют примерно следующее соотношение:

$$P_x : P_y : P_z = 1 : 0,4 : 0,25.$$

Мощность резания $N_{рез}$ (Вт) выражается отношением работы ко времени, затрачиваемых на резание:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z v}{60 \cdot 1020},$$

где P_z — сила резания, Н; v — скорость резания, м/мин; 1020 — коэффициент перевода Н·м/с в кВт.

Число, показывающее, какая часть мощности электродвигателя может быть полезно использована на резание, называется *коэффициентом полезного действия* (КПД) станка. Коэффициент полезного действия η станка равен отношению

$$\eta = \frac{N_{\text{шп}}}{N_{\text{д}}},$$

где $N_{\text{шп}}$ — мощность на шпинделе, кВт; $N_{\text{д}}$ — мощность электродвигателя, кВт. Для токарных станков $\eta \approx 0,7$ —0,8. Для конкретных расчетов КПД определяется из паспорта станка.

Крутящий момент $M_{\text{рез}}$ (Н·м) силы резания — произведение силы резания на наибольший радиус поверхности резания. Он определяется из формулы

$$M_{\text{рез}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000},$$

где D — наибольший диаметр поверхности резания, мм.

Критерий затупления инструмента — предельно допустимый износ, свидетельствующий о необходимости переточки инструмента. Критерий затупления (табл. 4.2) обычно определяется по наибольшей ширине ленточки износа h на задней поверхности инструмента (рис. 4.6, в).

Дополнительными внешними признаками критерия затупления служат при черновой обработке стали — появление на поверхности резания блестящей полоски или темных пятен при обработке чугуна, резкое увеличение шероховатости обработанной поверхности, изменение формы и цвета стружки; при чистовой обработке — ухудшение точности и повышение шероховатости обработанной поверхности относительно допустимых значений.

Табл. 4.2. Критерий затупления и стойкость инструментов, принятые в нормативах по режимам резания

Тип инструмента	Обрабатываемый материал	Вид обработки	Критерий затупления h , мм, по задней поверхности для инструментов		Стойкость, мин
			из быстрорежущей стали	с пластинами из твердого сплава	
1	2	3	4	5	6
Резцы проходные, подрезные и расточные	Сталь	Черновая	1,5—2,0	1,0—1,4	60
	Чугун	Чистовая	0,6—0,8	0,4—0,6	
Резцы отрезные и канавочные (прорезные)	Сталь и чугун	Черновая	—	0,8—1,0	60
	Сталь	Чистовая	—	0,6—0,8	
Резцы резьбовые	Сталь и чугун	—	—	1,0—1,4	60
	Сталь	—	0,8—1,0	—	
	Сталь и чугун	Черновая	—	0,8—1,2	
	Чугун	Чистовая	—	0,3—0,4	
Резцы фасонные	Сталь	Черновая	1,6—2,0	—	120
	—	Чистовая	0,3—0,4	—	
Сверла: $d < 20$ мм $d \geq 20$ мм	Сталь	—	0,4—0,8	—	25—45
	—	—	0,8—1,0	—	50—90
Зенкеры: $d < 20$ мм $d \geq 20$ мм	Чугун	—	0,5—0,8	0,4—0,8	35—60
	—	—	0,8—1,2	0,8—1,2	75—140
Развертки: $d < 20$ мм $d \geq 20$ мм	Сталь	—	0,5—0,8	—	30
	—	—	0,8—1,2	—	40—80
Развертки: $d < 20$ мм $d \geq 20$ мм	Чугун	—	0,6—0,9	—	30
	—	—	0,9—1,4	—	40—80
Развертки: $d < 20$ мм $d \geq 20$ мм	Сталь	—	0,3—0,5	—	40
	—	—	0,5—0,7	—	80—120

Окончание табл. 4.2

1	2	3	4	5	6
$d < 20$ мм	Чугун	—	0,4—0,6	—	60
$d \geq 20$ мм			0,6—0,9		120—180
Метчики	—	—	0,6—0,8	—	60—90
Плашки	—	—	0,4—0,6	—	90

Стойкость инструмента T (мин) — время непосредственной работы инструмента от заточки до переточки.

Экономическая стойкость инструмента $T_{\text{эк}}$ — стойкость, обеспечивающая высокую производительность труда при наименьших материальных затратах, связанных с изготовлением изделия. Ориентировочные значения экономической стойкости для различных инструментов, принятые в нормативах по режимам резания, приведены в табл. 4.2.

Основное машинное время T_0 — время, расходуемое на резание при обработке поверхности детали.

Основное машинное время находят из формулы

$$T_0 = \frac{L}{nS} i,$$

где L — расчетная длина обработки, мм; n — частота вращения, об/мин; S — подача, мм/об; i — число проходов.

Расчетная длина обработки определяется следующим образом:

$$L = l + l_1 + l_2,$$

где l — длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм; l_1 — величина врезания инструмента, мм; l_2 — величина перебега инструмента, мм.

Величина врезания l_1 принимается для резцов с углом $\varphi < 90^\circ$ 1—5 мм в зависимости от глубины резания и угла в плане; для сверления — 0,3 диаметра сверла; для прочих мерных инструментов (зенкеров, разверток, плашек, метчиков) — длина режущей части; для нарезания резьб резцами — 2—3 шага резьбы.

Величина перебега учитывается только при обработке на проход и принимается в пределах 1—3 мм.

При нарезании резьб метчиками и плашками основное машинное время состоит из времени нарезания резьбы и свинчивания инструмента.

4.2. Процесс резания металлов

Резание металлов представляет собой сложный физический процесс, знание закономерностей которого необходимо для создания благоприятных условий обработки деталей на металлорежущих станках.

Образование стружки при точении. Стружка образуется последовательным скалыванием деформированных элементов металла. Перед скалыванием каждый элемент стружки претерпевает упругие и пластические деформации и отделяется от основной массы, когда напряжения в металле становятся выше его предела прочности.

В зависимости от условий резания стружка может приобретать различные виды: сливной, скалывания или надлома (рис. 4.7).

Сливная стружка — прямая или завитая в спираль лента. Ее наружная прирезцовая поверхность — гладкая, внутренняя — матовая, со слегка различными границами элементов. Сливная стружка образуется преимущественно при обработке мягких пластичных металлов (сталей, цветных металлов и их сплавов) с большой скоростью резания.

Стружка скалывания отделяется участками небольшой длины. Наружная поверхность у нее гладкая, внутренняя — ступенчатая, с четко различными границами элементов. Эта стружка получается в основном при обработке твердых пластичных металлов с невысокой скоростью резания.

Стружка надлома — отделяется в виде элементов неправильной формы, не связанных друг с другом. Она образуется при резании хрупких металлов (серый чугун, твердая бронза).

В процессе резания элементы сливной стружки полностью не скалываются, а преимущественно относитель-

но сдвигаются. Поэтому сила сопротивления резанию не изменяется резко; резание протекает более спокойно, уменьшается шероховатость обработанной поверхности и расход энергии на резание. Следовательно, образование сливной стружки может до некоторой степени служить внешним показателем рациональных условий резания пластичных металлов.

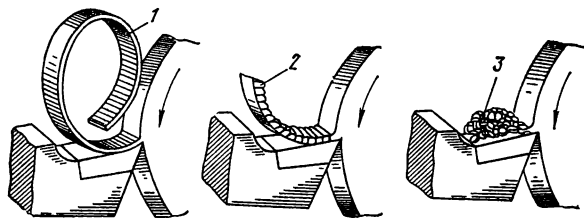


Рис. 4.7. Виды стружек:
1 — сливная; 2 — скалывания; 3 — надлома

Образование нароста на инструменте. При обработке пластичных металлов со средней скоростью резания на передней поверхности инструмента появляется твердый комочек металла — *нарост*. Он образуется в результате застоя частиц обрабатываемого металла из-за больших сил трения стружки о переднюю поверхность инструмента. Под действием высокой температуры и давления эти частицы прочно привариваются к инструменту, создавая как бы естественную защиту режущей кромки от изнашивания.

Постепенно увеличиваясь, нарост обламывается. Часть обломков вдавливается инструментом в обработанную поверхность, остальные уносятся стружкой. Нарост искажает форму режущей кромки и увеличивает шероховатость обработанной поверхности, поэтому при чистовой обработке он нежелателен. Избежать его можно при скорости резания свыше 80 м/мин или ниже 3—4 м/мин, при применении смазывающе-охлаждающей жидкости, доводкой или полированием передней поверхности инструмента.

Наклеп обработанной поверхности. В результате давления реза тонкий слой металла на обработанной поверхности подвергается упрочнению — *наклепу* и приобретает повышенную твердость (примерно в 1,5 раза выше твердости исходного металла). Большую склонность к упрочнению имеют более пластичные металлы. Толщина наклепанного слоя увеличивается с увеличением глубины резания, подачи и степени затупления реза и достигает при черновом точении до 0,4 мм. Это явление следует учитывать при чистовом точении, так как режущая кромка в наиболее ослабленном месте, около вершины, срезая упрочненный слой, имеет повышенный износ. Поэтому желательно, чтобы глубина резания при чистовом точении была несколько больше толщины наклепанного слоя, оставшегося от предыдущей черновой обработки.

Силы сопротивления резанию. Обрабатываемый материал оказывает значительное сопротивление резанию, которое зависит от механических свойств материала детали, размера сечения срезаемого слоя, углов заточки реза и свойств применяемой смазывающе-охлаждающей жидкости.

Установлено, что силы сопротивления резанию повышаются с увеличением твердости и прочности обрабатываемого материала, глубины резания и подачи, при уменьшении переднего угла и углов в плане реза, при работе в сухую или при охлаждении жидкостью со слабым смазывающим действием.

Силы, препятствующие резанию (см. рис. 4.6, б), стремятся деформировать обрабатываемую деталь, инструмент, приспособление и части станка и являются причиной возникновения вибраций при резании. Следовательно, создание условий, при которых эти силы были бы наименьшими, способствует улучшению процесса резания и качества обработки.

Для уменьшения сил сопротивления резанию следует прежде всего правильно выбирать величину переднего угла реза в зависимости от свойств обрабатываемого материала. Обработку нежестких деталей необходимо выполнять резами с большими углами в плане, если по-

звolyют условия — применять смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ). Кроме смазывающего действия, СОЖ, проникая в микротрещины срезанного металла, расклинивают его и облегчают резание.

Теплообразование и охлаждение при резании. Работа, затрачиваемая на деформацию срезанного слоя металла, скалывание элементов стружки и преодоление сил трения, превращается в теплоту.

Теплота, выделяющаяся при точении, распределяется примерно в следующих соотношениях: 70—80 % уносится стружкой, 20—25 поступает в резец, 4—9 в деталь и около 1 % — в окружающее пространство.

Нагрев инструмента и обрабатываемой детали отрицательно влияет на условия работы. Разогретый инструмент, теряя твердость, быстрее изнашивается, а тепловое расширение обрабатываемой детали усложняет получение точных размеров.

При обработке определенного материала температура инструмента зависит от его геометрии, применяемого режима резания, свойств смазывающе-охлаждающей жидкости и способа охлаждения.

Инструменты, имеющие малые углы заострения β режущего клина и более острые углы при вершине ϵ , нагреваются до высокой температуры быстрее.

Из элементов режима резания на температуру режущей кромки инструмента наибольшее влияние оказывает скорость резания, меньшее — подача и наименьшее — глубина резания. Эта закономерность является исходным положением для выбора оптимальных режимов резания.

Смазывающе-охлаждающая жидкость, уменьшая трение, снижает нагрев и изнашивание инструмента. Рекомендации по ее применению приведены с табл. 4.3. Применяемые жидкости характеризуются различными смазывающими и охлаждающими свойствами. Наибольшую охлаждающую и слабую смазывающую способность имеет раствор кальцинированной соды в воде. Им рекомендуется пользоваться преимущественно при обдирочном точении, когда прежде всего необходимо интенсивно охлаждать режущий инструмент. При получистовом и

Табл. 4.3. Смазывающе-охлаждающие жидкости для токарных работ

Обрабатываемый материал	Смазывающе-охлаждающая жидкость при		
	точении, сверлении, зенкерования	развертывании	нарезании резьбы
Стали углеродистые и легированные	2—3%-ный раствор кальцинированной соды в воде; 5%-ная эмульсия	10—15%-ная эмульсия; сульфофрезол; сульфофрезол (90 %) + керосин (10 %); керосин (75 %) + растительное масло (25 %)	
Чугун серый	Без охлаждения	Без охлаждения; керосин	Керосин
Медные сплавы	Без охлаждения; 5%-ная эмульсия	Веретенное масло; веретенное масло (70 %) + касторовое (30 %); сульфофрезол	
Алюминиевые сплавы	5%-ная эмульсия; керосин; сульфофрезол 90 % + керосин 10 %	Керосин; веретенное масло; веретенное масло (70 %) + касторовое (30 %); керосин (50 %) + машинное масло (50 %); скипидар	

чистовом точении, сверлении и зенкерования универсальной смазывающе-охлаждающей жидкостью является 5 %-ная эмульсия, которая представляет собой раствор эмульсола в воде. Основу эмульсола составляет минеральное масло в смеси с раствором едкого натра, вследствие этого эмульсия наряду с хорошим охлаждением оказывает и смазывающее действие.

Для чистовых работ с невысокой скоростью резания (развертывание, нарезание резьб) целесообразно применять жидкости с большей смазывающей способностью. К ним относятся высококонцентрированные 10—15 %-ные эмульсии, сульфофрезолы, керосин, веретенные масла и их смеси.

Сульфофрезоломи называются минеральные масла, содержащие химически активные присадки (обычно се-

ру). Сера, вступая в реакцию с нагретым металлом, создает на контактных поверхностях устойчивую смазочную пленку, значительно снижающую трение. Наиболее часто применяется сульфозфрезол, содержащий 80 % минерального масла, 18 % нигрола и 2 % серы.

При резании алюминиевых сплавов и для отделочных работ, связанных с обработкой чугуна и медных сплавов, в качестве охлаждающей жидкости в большинстве случаев применяют керосин или его смесь с минеральным маслом.

Несмотря на благоприятное действие смазывающе-охлаждающих жидкостей на процесс резания, их практически не применяют при обработке серого чугуна и работе твердосплавными инструментами на токарных станках. Это объясняется тем, что мелкая чугунная стружка, смешиваясь с жидкостью, образует густую смесь, которая сильно загрязняет станок и повышает изнашивание направляющих. Кроме того, эффективность применения охлаждения для обработки чугуна незначительна.

Твердосплавные инструменты нуждаются в непрерывном и обильном охлаждении, так как в противном случае в твердом сплаве могут возникнуть трещины. При универсальных токарных работах такие условия создать не всегда удается, вследствие чего обработку твердосплавными инструментами часто выполняют без охлаждения.

Обычный способ охлаждения осуществляется направлением струи жидкости в зону резания со стороны передней поверхности резца.

Более эффективным является способ охлаждения распыленной жидкостью, мельчайшие частицы которой хорошо смазывают трущиеся поверхности и производят интенсивное охлаждение за счет ускоренного испарения. Распыление осуществляется потоком сжатого воздуха, направляемого в смесительную форсунку, куда поступает жидкость от охладительной системы станка.

Износ и стойкость инструмента. Вследствие трения и высокой температуры происходит изнашивание инструмента, на передней поверхности которого стружка выби-

рает лунку, а на задней образуется притертая к поверхности резания площадка без заднего угла (рис. 4.6, в). Наибольшему изнашиванию обычно подвергается главная задняя поверхность инструмента.

По мере увеличения износа режущая кромка ослабляется, усиливаются трение и нагревание инструмента, ухудшается чистота и точность обработки. При появлении признаков допустимого износа инструмент необходимо снять со станка и заточить.

Интенсивность изнашивания непосредственно влияет на время работы инструмента от заточки до переточки, которое принято называть стойкостью. Между ними существует обратно пропорциональная зависимость, т. е. с повышением интенсивности изнашивания стойкость инструмента уменьшается.

При низкой стойкости увеличиваются время вынужденных простоев станка и расход режущего инструмента.

Принятая стойкость должна быть экономически выгодной, т. е. обеспечивать высокую производительность работы и наименьшие материальные затраты, связанные с изготовлением изделия. Такую стойкость называют экономической. Ее ориентировочные значения приведены в табл. 4.2.

На стойкость влияют механические свойства обрабатываемого материала и материала инструмента, геометрия и качество заточки инструмента, режим резания и смазывающе-охлаждающая жидкость. Поэтому для обеспечения необходимого периода стойкости или его увеличения рекомендуется: обработку выполнять преимущественно твердосплавными инструментами, обладающими высокой тепло- и износостойкостью; их геометрию выбирать соответственно свойствам обрабатываемого материала; качественно выполнять заточку и доводку инструментов; применять режимы резания, соответствующие условиям работы, учитывая при этом, что на стойкость наибольшее влияние оказывает скорость резания; пользоваться смазывающе-охлаждающими жидкостями, способствующими повышению стойкости инструментов.

4.3. Выбор геометрии резцов

Чтобы повысить производительность резания, режущей части резца (головке) придается определенная геометрическая форма, которая зависит от характера выполняемой работы, механических свойств материалов обрабатываемой детали и инструмента.

Рекомендуемые значения углов геометрии резца и формы передней поверхности указаны в табл. 4.4, 4.5 и 4.6.

Табл. 4.4. Рекомендуемые значения углов геометрии токарных резцов

1. Передний γ и задний α углы, град

Обрабатываемый материал	Обработка резцами					
	твердосплавными			быстрорежущими		
	черно- вая	чисто- вая	γ	черно- вая	чисто- вая	γ
	α			α		
Сталь и стальное литье:						
$\sigma_b \leq 800$ МПа	8	12	12—15	6	12	25
$\sigma_b > 800$ МПа	8	12	10	8	12	20
$\sigma_b > 1000$ МПа обработка по загрязненной корке, работа с ударами	8	12	—10	—	—	—
Стали жаропрочные	10	10	10	8	8	20
Чугун серый	8	10	5	—	—	—
Чугун ковкий	8	10	8	—	—	—
Медные сплавы	8	12	12	8	12	20
Алюминиевые сплавы	8	12	15	8	12	25
Примечание. Вспомогательные задние углы принимать:						
1) для проходных и расточных резцов $\alpha_1 = (0,8—1)\alpha$; 2) для отрезных и канавочных резцов $\alpha_1 = 2—3^\circ$.						

2. Главный угол в плане φ , град

Условия работы	φ
Точение с малой глубиной резания при особо жесткой системе СПИД	30
Точение при жесткой системе СПИД	45
Точение при недостаточно жесткой си- стеме СПИД	60—75
Обтачивание ступенчатых поверхностей и нежестких валов, отрезание, подреза- ние, выточка канавок	90

Примечание. СПИД означает «станок — приспособле-
ние — инструмент — деталь».

3. Вспомогательный угол в плане φ_1 , град

Условия работы	φ_1
Вытачивание канавок и отрезание	1—3
Чистовое обтачивание и растачивание	5—10
Черновое обтачивание и растачивание	10—15
Обработка с подачей в обе стороны	30

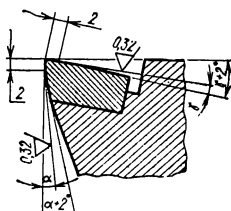
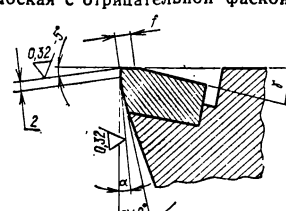
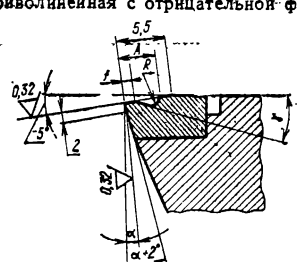
Примечание. Для резцов централизованного изготовле-
ния табличные значения угла φ_1 выполнять при заточке
путем создания дополнительной режущей кромки у верши-
ны на длине 3—5 мм.

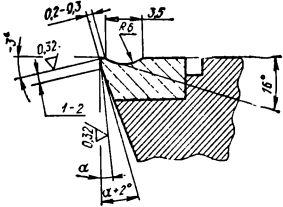
4. Угол наклона главной режущей кромки λ , град

Условия работы	λ
Чистовое обтачивание и растачивание	(—2)—(—4)
Точение резцами с $\varphi = 90^\circ$	0
Черновое обтачивание и растачивание	5—10
Обтачивание прерывистых поверхностей	12—15

Табл. 4.5. Формы и размеры элементов передней поверхности резцов с пластинками из твердого сплава (ГОСТ 18877—73)

1. Формы передней поверхности

Номер п/п	Наименование и эскиз	Область применения
1	2	3
I	Плоская с положительным передним углом 	Обработка серого чугуна, бронзы и других хрупких металлов Тонкое и чистовое точение при $S < 0,2$ мм/об
II	Плоская с отрицательной фаской 	Обработка ковкого чугуна стали, и стального литья при $\sigma_B \leq 800$ МПа, а также $\sigma_B > 800$ МПа, при недостаточной жесткости технологической системы
III	Криволинейная с отрицательной фаской 	Обработка стали с $\sigma_B \leq 800$ МПа при необходимости завивания и дробления стружки

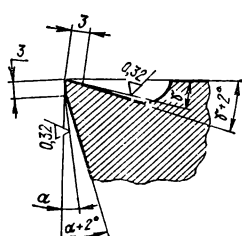
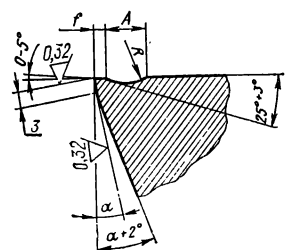
1	2	3
V	Криволинейная с отрицательной фаской 	Обработка нержавеющих сталей при $\sigma_s \leq 850$ МПа
Примечание. Доводку передней и задней поверхностей ($Ra = 0,32$ мкм) следует производить вдоль главной режущей кромки и по радиусу вершины.		

2. Размеры элементов резца, мм

Тип резца	Элемент резца	Сечение державки, мм							
		6×6	8×8	10×10	12×12 16×10	16×12 16×16 20×12	20×16 20×20 25×16	25×20 25×25 32×20	
Проходные, подрезные	Радиус при вершине <i>r</i>	0,5				1		1,6	
Расточные		0,5				1			
Отрезные, канавочные		—	—	—	0,2			0,4	
Проходные, подрезные	Ширина фаски <i>f</i>	0,15—0,2				0,3—0,4		0,6	
Расточные		0,1—0,15			0,2—0,3		0,4—0,5		
Отрезные		—	—	—	0,15	0,2			
Проходные, подрезные	Форма заточки III	A	—	—	—	4			
		R	—	—	—	2,5			
Расточные	Форма заточки IIIa и IIIb	<i>l</i>	3—4		6—8		8—10	10—12	14—16
Примечание. Ширина фаски не должна превышать $f < 0,8S$ (S — подача, мм/об).									

Табл. 4.6. Формы и размеры элементов передней поверхности резцов из быстрорежущей стали (ГОСТ 18868—73)

1. Формы передней поверхности

№ п/п	Наименование и эскиз	Область применения
I	Плоская с положительным передним углом 	Обработка стали, чугуна, бронзы и других хрупких металлов
II	Криволинейная с фаской 	Обработка стали с $\sigma_B \leq 800$ МПа, вязких цветных металлов и легких сплавов при необходимости зачистки стружки

Примечание. Доводку передней и задней поверхностей ($Ra = 0,32$ мкм) следует производить вдоль главной режущей кромки и по радиусу вершины

2. Размеры элементов резца, мм

Тип резца	Элемент резца	Сечение державки, мм						
		6×6	8×8	10×10	12×12 16×10	16×16 20×12	20×20 20×16	25×25 32×20
Проходные, подрезные	Радиус при вершине <i>r</i>	0,5			1	1,5		2
Расточные		0,5				1		
Отрезные, канавочные		—			0,2			0,4
Проходные, подрезные	Ширина фаски <i>f</i>	0,2			0,4	0,6	0,8	
Расточные		0,1—0,2			0,3	0,4—0,5		
Отрезные, канавочные		—		0,15	0,2			
Проходные, расточные, отрезные	Радиусная канавка	<i>R</i>	3			5	8	12
		<i>A</i>	2,5			4	7	10
Примечание. При обработке легких сплавов <i>f</i> = 0.								

Примечание. При обработке легких сплавов $f = 0$.

4.4. Заточка и доводка резцов

Эффективность работы на токарном станке в значительной степени зависит от качества заточки и доводки резцов, в результате чего им придается необходимая геометрическая форма, острота режущих кромок и шероховатость рабочих поверхностей не выше $Ra=1,25$ мкм, а по доведенным ленточкам $Ra=0,32$ мкм. На режущих кромках должны отсутствовать прижоги, сколы, завалы, заусенцы, поверхностные трещины, зазубрины. Вершины должны быть плавно скруглены.

Качество резцов определяют визуально или с помощью лупы с 5—10-кратным увеличением, универсальными или настольными угломерами, шаблонами и эталонами шероховатости.

Заточка резцов. Изношенные резцы затачиваются вручную на простых заточных станках (точилах), оборудованных регулируемыми подручниками, или на специализированных станках с жестким креплением резца и механической или ручной подачей его относительно шлифовального круга.

Важными условиями получения качественной заточки являются соответствующий выбор характеристики шлифовального круга, применение рациональных приемов и правильной последовательности заточки элементов резца.

Характеристика шлифовальных кругов. Шлифовальный круг состоит из абразивных зерен и связки. Он характеризуется формой, материалом абразивных зерен, зернистостью, твердостью, связкой и структурой.

Для заточки резцов используются круги плоские прямого профиля (ПП) и чашки цилиндрические (ЧЦ).

Круги чашечной формы имеют плоский рабочий торец, более удобны для работы и обеспечивают получение плоских поверхностей на резце.

Практически для заточки резцов применяются искусственные абразивные материалы: электрокорунд нормальный 14А—16А, электрокорунд белый 23А—25А, карбид кремния зеленый 63С—64С зернистостью 40—25.

Твердость круга — способность связки удерживать зерна от выкрашивания — имеет следующую шкалу: *мягкие* — М₁, М₂, М₃; *среднемягкие* — СМ₁, СМ₂; *средние* — С₁, С₂; *среднетвердые* — СТ₁, СТ₂, СТ₃; *твердые* — Т₁, Т₂; *весьма твердые* — ВТ₁, ВТ₂; *чрезвычайно твердые* — ЧТ₁, ЧТ₂.

Для заточных работ пользуются кругами М₁ — С₁. Правка кругов выполняется абразивными брусками ВТ₁ — ЧТ₂.

В производстве абразивных инструментов получили применение следующие связки: керамическая — К, бакелитовая — Б и вулканитовая — В.

Керамическая связка характеризуется высокой водопорностью, температурной и химической стойкостью, хорошо сохраняет рабочий профиль, но чувствительна к ударным нагрузкам.

Бакелитовая связка отличается высокой прочностью и упругостью, разрушается под действием щелочных охлаждающих жидкостей, выдерживает температуру нагрева не более 250 °С.

Вулканитовая связка весьма упругая, выдерживает температуру нагрева до 150 °С, склонна к засаливанию.

Структура круга характеризует его пористость, которая определяет процентное соотношение объемов абразивных зерен, связки и пор в массе инструмента. Структура обозначается номерами от 1 до 12: 1—4 — *закрытые* (плотные), 5—8 — *средние* и 9—12 — *открытые*. Для заточных работ применяются шлифовальные круги средних структур.

Характеристика круга указывается на его поверхности. Например, ЧЦ23А40СМ₁К8 означает: ЧЦ — чашка цилиндрическая, 23А — электрокорунд белый, 40 — зернистость; СМ₁ — твердость средняя мягкая первая; К — керамическая связка; 8 — структура.

Рекомендуемые характеристики шлифовальных кругов для заточки резцов приведены в табл. 4.7.

Приемы заточки. При ручной заточке резцов на простом заточном станке (точиле) придерживаются следующих правил.

1. Подручник регулируют так, чтобы режущая кромка резца располагалась на уровне оси круга, а зазор между последним и подручником был в пределах 2—3 мм.

2. Вначале затачивают переднюю поверхность резца, затем главную и вспомогательные задние поверхности и в конце закругляют вершины. Такая последовательность исключает вероятность появления заусенцев на режущих кромках.

У твердосплавных резцов при необходимости производят вначале заточку по стержню, на котором задние углы выполняют на 4—5° больше номинальных значений.

При заточке под доводку передний и задний углы увеличивают на 2° (см. табл. 4.5, 4.6).

3. При затачивании передней поверхности резец устанавливают так, чтобы вращение круга совпадало с направлением главной режущей кромки; задние поверхнос-

Табл. 4.7. Характеристика шлифовальных кругов и абразивных паст для заточки и доводки резцов

Материал резца	Операция	Шлифовальный круг						Абразивная паста	
		форма	мате- риал	зер- нис- тость	твер- дость	связ- ка	струк- тура	состав	зер- нистость
Твердый сплав	Заточка	ПП или ЧЦ	64С	40—25	$M_2—CM_1$	К	5—8	—	
	Образование стружкозави- вающей канав- ки	Т	64С	25—16	$CM_1—CM_2$	К, Б	5—8	—	
	Доводка	А5П	АСО	250/160	—	М1	—	—	
Быстро- режущая сталь	Доводка	ЧК	64С	6—5	$CM_1—CM_2$	Б	6—8	Карбид бора — 85 %, парафин — 15 %	М40—М28
		АЧК	АСО	60/40	—	Б1	—	Алмазная паста АП40/28	40/28
		ПП или ЧЦ	24А	40—25	$CM_1—CM_2$	К	5—8	—	
	Заточка	Т	24А	25—16	$CM_2—C_1$	К, Б	5—8	—	
		ЧК	64С	6—5	$CM_1—C_1$	Б	6—6	Электроко- рунд — 70 %, па- рафин — 28 %, о- леиновая кисло- та — 2 %	М40—М28
		ЛЧК	ЛО	8—4	—	Б1	—	Алмазная паста АП40/28	40/28

Примечание. Зернистость алмазных порошков обозначается дробью, числитель и знаменатель которой соответствуют наибольшему и наименьшему размерам зерен основной фракции в микрометрах.

ти затачивают при набегании круга на режущую кромку со стороны передней поверхности. Этим в значительной мере уменьшается вероятность сколов режущих кромок.

4. Во время заточки резец опирают на подручник, легко прижимают к кругу и плавно перемещают вдоль его рабочей поверхности. Сильный нажим на круг или заточка при неподвижном резце являются причинами непрямолинейности режущих кромок и неравномерного изнашивания круга.

5. Заточку производят всухую с обильным и непрерывным охлаждением. Периодическое охлаждение (замачивание) резца во время заточки недопустимо, так как это приводит к появлению трещин на режущих кромках.

В качестве охлаждения применяется эмульсия или 1—2 %-ный раствор кальцинированной соды в воде.

Безопасность труда при заточке. 1. Прежде чем приступить к работе на заточном станке, необходимо проверить заземление основания станка, надежность крепления защитного кожуха и подручника, исправность и действие кнопок «Пуск-стоп» и вытяжной системы для удаления пыли.

2. При заточке нужно стоять немного в стороне от плоскости вращения круга.

3. Для предохранения глаз от абразивной пыли следует пользоваться прозрачным экраном или защитными очками.

Доводка резцов и образование стружкозавивающих канавок. Доводка уменьшает шероховатость поверхностей резца, устраняет непрямолинейность и повышает остроту режущих кромок. Стойкость резцов после доводки в 1,5—2 раза выше.

Доводку производят по узким ленточкам передней и задней поверхностей резца вдоль главной режущей кромки и по радиусу вершины.

Резцы доводят на универсально-заточных станках мелкозернистыми шлифовальными кругами чашечной формы (ЧК), на бакелитовой связке либо на доводочных станках притирами, шаржированными абразивными порошками или пастами.

Абразивным материалом шлифовальных кругов для доводки служат карбид кремния зеленый КЗ, синтетические алмазы АС или эльбор Л.

Применение алмазных и эльборовых кругов значительно повышает производительность и качество доводки. Круги состоят из металлического или пластмассового корпуса и алмазо- или эльборосодержащего кольца. В зависимости от назначения они изготавливаются на металлической М, органической (бакелитовой) О и керамической К связках.

Эффективность работы алмазных и эльборовых кругов зависит от концентрации абразивного порошка в 1 мм³ кольца. Выпускаются круги с нормальной (60 %), повышенной (100 %) и высокой (150 %) концентрацией.

Круги из синтетических алмазов и эльбора маркируются аналогично кругам из других абразивных материалов. Например, АЧК АСО 100/80-Б1-100 означает: АЧК — алмазный чашечный конический круг, АСО — алмаз синтетический обычной прочности, 100/80 — пределы зернистости в мкм, Б1 — бакелитовая связка, 100 — концентрация в процентах;

ЛЧК ЛО 20 СТ1 К7 150: ЛЧК — форма круга, ЛО — эльбор обычной прочности, 20 — зернистость, СТ1 — твердость, К — керамическая связка, 7 — структура, 150 — концентрация в процентах.

Работа на универсально-заточном станке ведется при жестком закреплении резца в приспособлении. Доводка по радиусу вершины осуществляется при помощи приспособления, позволяющего покачивать резец.

Доводку абразивными кругами рекомендуется выполнять при непрерывном охлаждении, а при отсутствии его — всухую. В качестве охлаждающей жидкости обычно применяют слабые водные растворы (0,5—1 %) кальцинированной соды (Na_2CO_3) или азотистокислого натрия (NaNO_2). При работе кругами на металлической связке применение охлаждения обязательно из-за интенсивного засаливания их рабочей поверхности.

Алмазные и эльборовые круги правят брусками из зеленого карбида кремния КЗ зернистостью 12—6 и твер-

достью $СМ_1—СМ_2$ на керамической связке с охлаждением. Для очистки рабочей поверхности круга от стружки применяют пемзу.

Менее производительным, но достаточно распространенным способом отделки резцов является обработка их на доводочных станках круглым притиром (диаметр 250—300 мм), вращающимся со скоростью 1,5—2,5 м/сек.

Притир изготавливается из мелкозернистого серого чугуна. Перед доводкой его смачивают керосином и натирают мелкозернистым абразивным порошком или доводочной пастой. В процессе доводки резец опирают на подручник, легко прижимают к притиру и плавно перемещают относительно его рабочего торца. При этом доводочный диск должен набегать под режущую кромку, так как в противном случае резец будет соскабливать абразивные зерна и резать притир. Со временем абразивные зерна под давлением инструмента разрушаются, и процесс резания замедляется. Поэтому рабочую поверхность притира следует периодически очищать и вновь насыщать абразивным материалом. Характеристики шлифовальных кругов и паст для доводки указаны в табл. 4.7. Там же приведены необходимые сведения о кругах для образования стружкозавивающих канавок.

Заточку алмазных и эльборовых резцов выполняют алмазными кругами на металлической связке, доводку — чугунными притирами, шаржированными алмазной пастой.

4.5. Выбор рациональных режимов резания при точении

Режим резания, который обеспечивает наиболее полное использование режущих свойств инструмента и возможностей станка при условии получения необходимого качества обработки, называется *рациональным*. Он состоит из трех основных элементов: глубины резания, подачи и скорости резания.

Для повышения производительности труда рекомендуется работать с возможно большим режимом резания.

Однако его увеличение ограничивается стойкостью инструмента, жесткостью и прочностью обрабатываемой детали, узлов станка и его мощностью.

Высокая производительность может быть достигнута, если в первую очередь будут приняты наибольшие возможные значения глубины резания и подачи и в зависимости от них — допустимая скорость резания, обеспечивающая принятую стойкость инструмента.

Выбор режима резания выполняют на основании исходных данных: чертежа обрабатываемой детали, размеров заготовки, типа, материала и геометрии инструмента, паспортных данных станка в следующем порядке.

1. Глубина резания принимается в зависимости от величины припуска, жесткости детали и точности обработки. Если условия позволяют, весь припуск следует срезать за один проход инструмента. Точные поверхности обрабатывают вначале предварительно, затем окончательно. Чистовой проход в этом случае выполняют с небольшой глубиной резания — 0,5—1 мм.

2. Подачу выбирают из нормативных таблиц (см. гл. 7). При черновой обработке ее значение ограничивается жесткостью детали, инструмента и допустимым усилием предохранительного механизма подачи станка. Подача для чистовой обработки определяется главным образом шероховатостью обрабатываемой поверхности. Для уменьшения шероховатости подачу следует принимать меньшей.

Окончательно подачу корректируют исходя из данных станка и принимают ближайшую из имеющихся на станке.

3. Скорость резания назначают по соответствующим нормативным таблицам в зависимости от свойств обрабатываемого материала, принятых значений глубины резания и подачи. Такие таблицы составлены для определенных условий работы. Поэтому если действительные условия резания отличаются от нормативных, выбранную скорость надо умножить на поправочные коэффициенты, прилагаемые к таблицам.

4. Зная скорость резания, определяют частоту вращения n (об/мин) из формулы

$$n = 320 \frac{v}{D},$$

где v — скорость резания, м/мин; D — наибольший диаметр касания инструмента с заготовкой, мм.

Затем подбирают ее ближайшее меньшее или большее (если оно не превышает 5 % расчетного) значения по станку.

5. По принятой частоте вращения подсчитывается действительная скорость резания (м/мин):

$$v = \frac{Dn}{320}.$$

6. Проверку режима резания по мощности при черновом точении можно выполнить, пользуясь соответствующими формулами:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z v}{60 \cdot 1020}; P_z = KtS.$$

При этом должно соблюдаться условие

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где $N_{\text{рез}}$ — мощность, необходимая на резание; $N_{\text{шп}}$ — мощность на шпинделе.

Пример. Выбрать режимы резания для обтачивания вала из стали 45 ($\sigma_b = 650$ МПа) при следующих данных: диаметр заготовки $D = 45$ мм, диаметр детали $d = 40_{-0,05}$ мм, длина обрабатываемой поверхности $L = 200$ мм, шероховатость $Ra = 2,5$ мкм, установка в патроне и заднем центре.

Станок токарно-винторезный 16К20; резец — проходной упорный с пластижкой из твердого сплава Т15К6. Геометрия резца: $\gamma = 12^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, $r = 1$ мм; форма передней поверхности — плоская с положительным передним углом.

Решение. Учитывая высокую точность и малую шероховатость поверхности детали, обтачивание следует выполнять за два перехода. На чистовое точение оставлен припуск 1 мм на диаметр.

Назначаем режим резания для чернового перехода.

1. Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{45 - 41}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2. Из табл. 7.5 выбираем подачу $S=0,5$ мм/об.

По паспорту станка (табл. 1.1) принимаем ближайшую подачу $S=0,5$ мм/об.

3. По табл. 7.6 выбираем скорость резания $v=166$ м/мин.

По табл. 7.9 устанавливаем поправочные коэффициенты для заданных условий работы: $K_1=1$; $K_2=1,15$; $K_3=1$; $K_4=1$; $K_5=0,8$.

Умножаем табличную скорость на поправочные коэффициенты:

$$v = 166 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 152 \text{ м/мин.}$$

4. Определяем необходимую частоту вращения заготовки

$$n = 320 \frac{v}{D} = 320 \frac{152}{45} = 1080 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем ближайшую меньшую частоту вращения $n=1000$ об/мин.

5. Уточняем действительную скорость резания

$$v = \frac{Dn}{320} = \frac{45 \cdot 1000}{320} = 140 \text{ м/мин.}$$

6. Проверяем режим резания по мощности на шпинделе станка. Вычисляем усилие резания: $P_z = KtS$.

Из табл. 4.1 коэффициент резания $K=1780$ МПа, тогда $P_z = 1780 \cdot 2 \cdot 0,5 = 1780$ Н.

Мощность, необходимая на резание,

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z v}{60 \cdot 1020} = \frac{1780 \cdot 140}{60 \cdot 1020} = 4,1 \text{ кВт.}$$

Из табл. 1.1 мощность двигателя станка $N_{\text{дв}}=10$ кВт. КПД станка принимаем $\eta=0,75$. Тогда мощность на шпинделе составит $N_{\text{шп}}=N_{\text{дв}}\eta=10 \cdot 0,75=7,5$ кВт, что вполне достаточно для осуществления выбранного режима резания.

Назначаем режим резания для чистового перехода.

1. Глубина резания

$$t = \frac{41 - 40}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

2. Подачу (табл. 7.7) с учетом поправочного коэффициента $S=0,28 \cdot 0,75=0,21$ мм/об принимаем ближайшую по паспорту станка: $S=0,2$ мм/об.

3. Скорость резания из табл. 7.8 составляет 235 м/мин. Уточняем скорость резания соответственно измененным условиям работы:

$$v = 235 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 216 \text{ м/мин.}$$

4. Определяем частоту вращения заготовки:

$$n = 320 \frac{v}{D} = 320 \frac{216}{41} = 1680 \text{ об/мин.}$$

Исходя из данных станка принимаем $n = 1600$ об/мин.

5. Действительная скорость резания

$$v = \frac{Dn}{320} = \frac{41 \cdot 1600}{320} = 205 \text{ м/мин.}$$

Глава 5. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

5.1. Токарные резцы

Применяемые на токарных станках режущие инструменты могут быть разделены на инструменты общего назначения, к которым относятся резцы, и специализированные инструменты для выполнения определенных работ: для обработки отверстий — сверла, зенкеры, развертки; для нарезания резьб — метчики, плашки; для отделочных работ — шлифовальные шкурки, притиры, накатки, раскатки, обкатки и др.

Резцы являются наиболее распространенными инструментами, используемыми токарем для обработки деталей различных размеров, формы и точности. Классификация их приведена в табл. 5.1.

Чистовые резцы отличаются от черновых увеличенным радиусом закругления вершины, благодаря чему шероховатость обработанной поверхности уменьшается. Для универсальных работ вершины черновых резцов закругляют радиусом 0,5—1 мм, чистовых — 1,5—2 мм. При

Табл. 5.1. Классификация токарных резцов

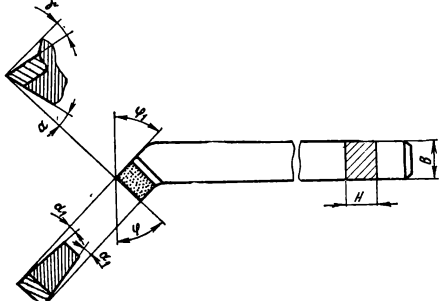
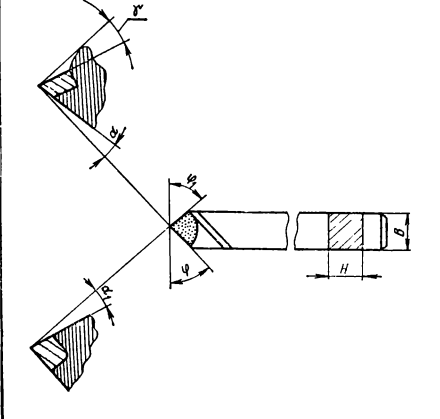
Классификационный признак	Типы резцов
Виды обработки	Проходные, подрезные, прорезные, отрезные, расточные, резьбовые, фасонные, фасочные, комбинированные
Характер обработки	Черновые, чистовые, для тонкого точения
Направление подачи	Правые и левые
Форма головки	Прямые, отогнутые, изогнутые, оттянутые
Способ изготовления	Цельные с приваренной или припаянной пластинкой, с механическим креплением пластинки
Конструкция	Стержневые, державочные, призматические, круглые
Материал	Быстрорежущие, твердосплавные, минералокерамические, алмазные

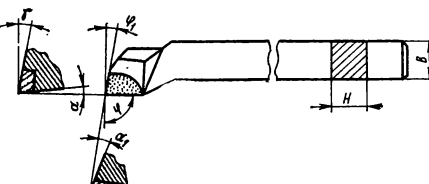
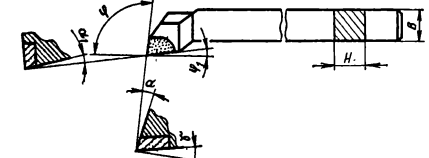
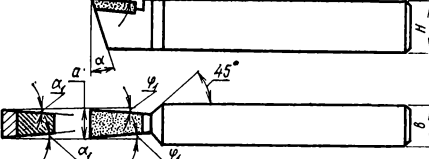
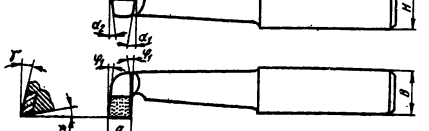
чистовом точении поверхностей достаточно жестких деталей и со свободным выходом резца в конце рабочего хода радиус закругления вершины увеличивается до 5 мм.

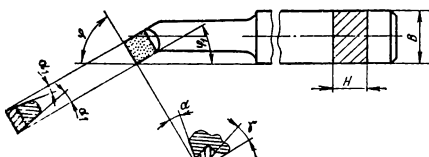
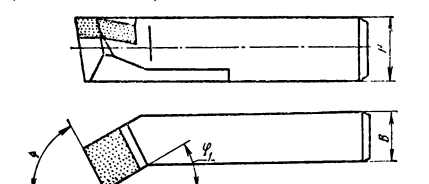
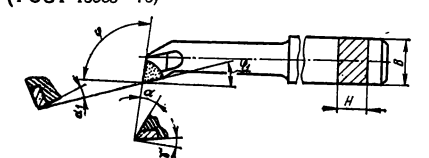
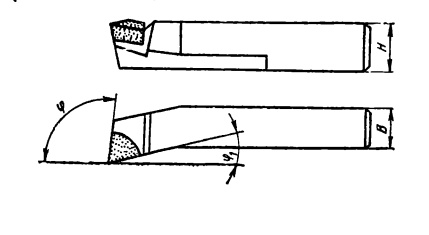
Резцы для тонкого точения оснащаются износостойкими марками твердого сплава (ВКЗ-М, ТЗОК4), алмазом или композитом и имеют особую форму заточки (см. 7.5.3).

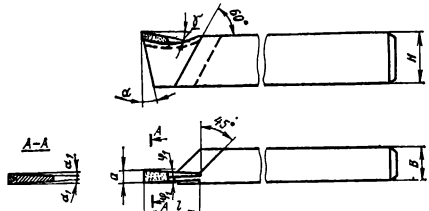
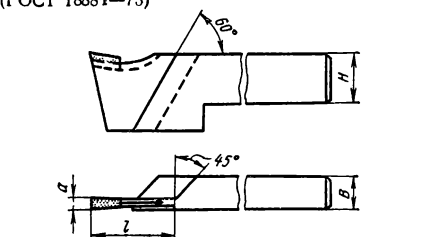
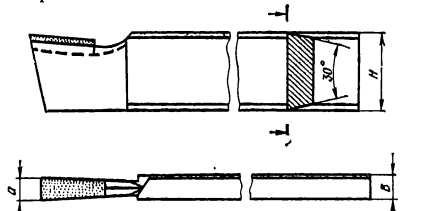
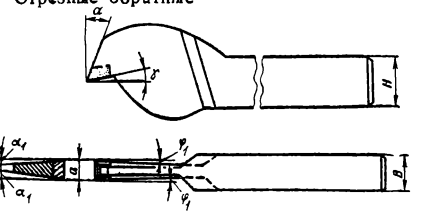
У правых резцов главная режущая кромка расположена слева. Они перемещаются при обтачивании от задней бабки к передней. У левых резцов расположение главной режущей кромки и направление рабочего движения обратные. Краткие характеристики основных типов токарных резцов общего назначения и некоторых резцов новаторов производства даны в табл. 5.2.

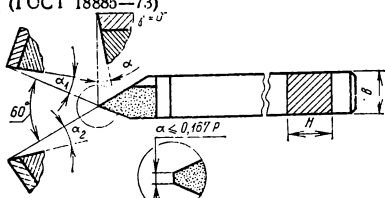
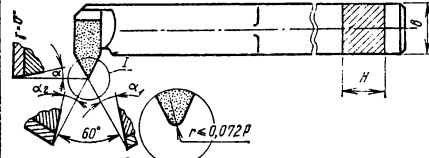
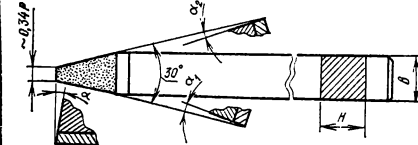
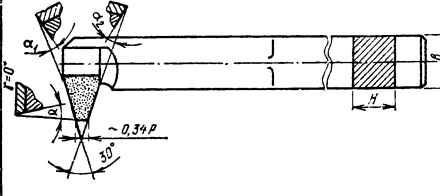
Табл. 5.2. Токарные резцы

Типы резцов	Назначение, характеристика, основные размеры, мм
1	2
Проходные отогнутые с углом $\varphi = 45^\circ$ (ГОСТ 18877—73) 	Для обтачивания, подрезания торцов и снятия фасок $H \times B = 16 \times 10 - 50 \times 40$
Проходные прямые с углом $\varphi = 45^\circ; 60^\circ$ и 75° (ГОСТ 18878—73) 	Для обтачивания и снятия фасок $H \times B = 16 \times 10 - 50 \times 40$

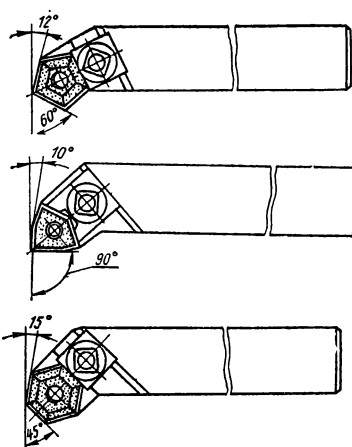
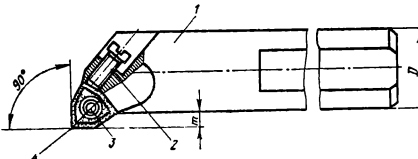
1	2
Проходные упорные отогнутые с углом $\varphi = 90^\circ$ (ГОСТ 18879—73) 	Для обтачивания нежестких валов, ступенчатых поверхностей, подрезания торцов и уступов $H \times B = 16 \times 10 - 50 \times 40$
Прорезные отогнутые (ГОСТ 18880—73) 	Для подрезания торцов и высоких уступов $H \times B = 16 \times 10 - 50 \times 32$
Прорезные (канавочные) 	Для вытачивания наружных канавок $H \times B = 16 \times 12 - 40 \times 25$; $a = 6 - 25$
Прорезные (канавочные) 	Для вытачивания внутренних канавок $H \times B = 16 \times 16 - 25 \times 25$; $a = 5 - 12$

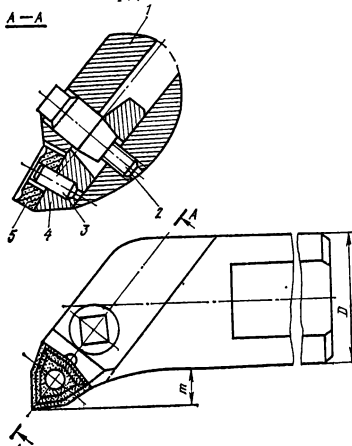
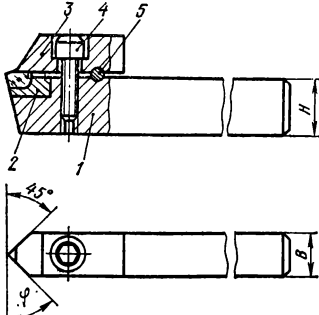
1	2
Расточные с углом $\varphi=60^\circ$ (ГОСТ 18882—73) 	Для растачивания сквозных отверстий и снятия внутренних фасок $H \times B=16 \times 16-25 \times 25$ Наименьший диаметр расточки 14 мм
Расточные с углом $\varphi=60^\circ$ (ГОСТ 18882—73) 	Для растачивания сквозных отверстий и снятия внутренних фасок $H \times B=16 \times 12-40 \times 32$ Наименьший диаметр расточки 40 мм
Расточные для глухих отверстий (ГОСТ 18883—73) 	Для растачивания глухих и ступенчатых отверстий, подрезания внутренних уступов и торцов $H \times B=12 \times 12-25 \times 25$ Наименьший диаметр расточки 10 мм
Расточные для глухих отверстий (ГОСТ 18883—73) 	Для растачивания глухих и ступенчатых отверстий, подрезания внутренних уступов и торцов $H \times B=16 \times 12-40 \times 32$ Наименьший диаметр расточки 40 мм

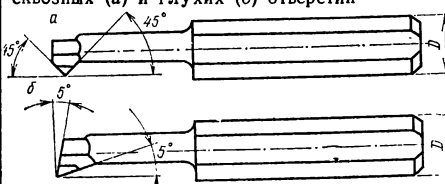
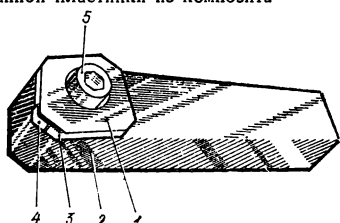
1	2
Отрезные (ГОСТ 18884—73) 	Для отрезания заготовок и вытачивания узких канавок $H \times B = 16 \times 10 - 40 \times 25$; $a = 3 - 8$
Отрезные с усиленной головкой (ГОСТ 18884—73) 	Для отрезания заготовок большого диаметра и вытачивания узких канавок $H \times B = 20 \times 12 - 50 \times 32$; $a = 4 - 10$
Отрезные пластинчатые 	Для отрезания заготовок. Устанавливаются на станке при помощи державки (табл. 3.3) $H \times B = 12 \times 3 - 35 \times 7,5$; $a = 3 - 8$
Отрезные обратные 	Для отрезания заготовок крупного диаметра при обратном вращении шпинделя станка $H \times B = 25 \times 16 - 50 \times 32$; $a = 5 - 10$

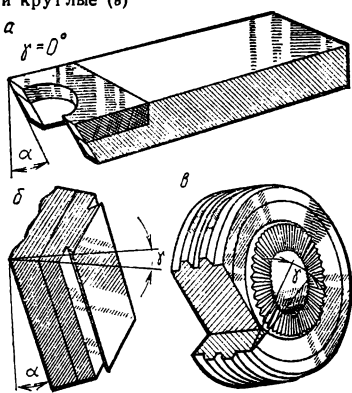
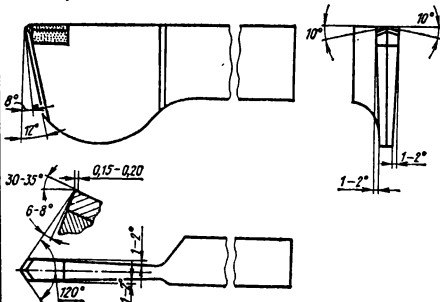
1	2
Резьбовые для наружной метрической резьбы (ГОСТ 18885—73) 	Для наружных метрических резьб с шагом $P=0,5-6$ $H \times B=16 \times 10-32 \times 20$
Резьбовые для внутренней метрической резьбы (ГОСТ 18885—73) 	Для внутренних метрических резьб с шагом $P=0,5-6$ $H \times B=10 \times 10-25 \times 25$
Резьбовые для наружной трапецеидальной резьбы (ГОСТ 18885—73) 	Для чистового нарезания наружных трапецеидальных резьб с шагом $P=2-24$ $H \times B=20 \times 12-40 \times 25$
Резьбовые для внутренней трапецеидальной резьбы (ГОСТ 18885—73) 	Для чистового нарезания внутренних трапецеидальных резьб с шагом $P=2-16$ $H \times B=10 \times 10-25 \times 25$

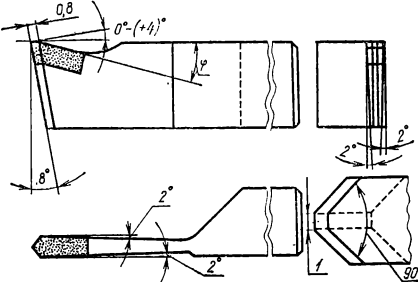
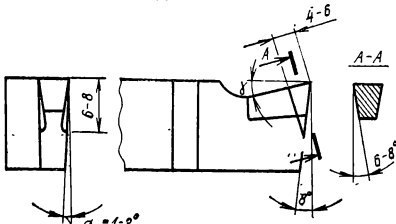
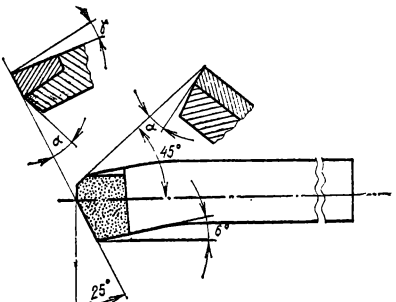
1	2
Резьбовые с механическим креплением, твердосплавной неперетачиваемой пластижкой ромбической формы Проходные отогнутые резцы с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластинок из твердого сплава	Для нарезания наружной метрической резьбы с шагом $P=1,5-6$ Угол при вершине пластины $59^\circ 30'$ способствует получению требуемого угла профиля резьбы при нарезании с большой скоростью Ромбическая пластина 2 устанавливается в гнезде, образованном выступами в державке 5 и подкладке 1. Последняя является сменной, свободно надевается на штифт 6, запрессованный в державку, и самоустанавливается по углу пластины. Пластина и подкладка закрепляются винтом 3 и прихватом 4 Необходимые углы геометрии реза обеспечиваются наклонной установкой пластины под углом 10° и выкружками вдоль режущих кромок. Наличие положительных передних углов позволяет снизить усилие резания и число проходов при резании $H \times B = 27 \times 16$; $h = 25$ Резцы предназначены для наружного обтачивания, обработки торцов и подрезания уступов. Они изготавливаются с главным углом в плане $\varphi = 45^\circ$; 60° и 90° Многогранная твердосплавная пластина 1 свободно устанавливается на штифт 2, запрессованный в державку 5, и закрепляется клином 4 и винтом 3. Задние углы

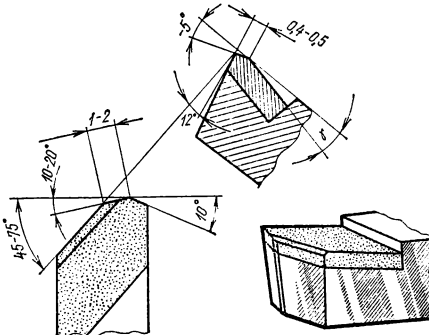
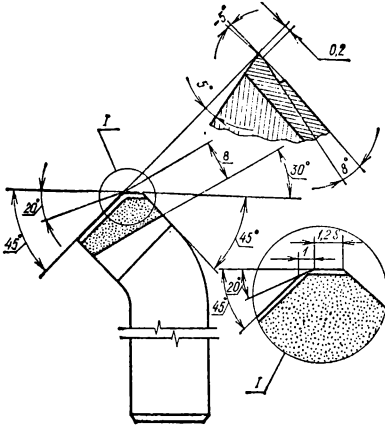
1	2
 Расточные с боковым креплением трехгранной неперетачиваемой пластинки из твердого сплава 	получаются наклонной установкой пластинки По периметру пластинки выполнена фаска шириной 0,2—0,6 мм, которая доводится при изготовлении реза. Положительные передние углы и дробление стружки обеспечиваются выкружками вдоль каждой режущей кромки Пластинки, изношенные в процессе эксплуатации, не перетачиваются. После износа одной режущей кромки пластинку поворачивают и в работу вступает следующая кромка Резцы выпускаются для токарных станков с высотой центров 120—400 мм Для растачивания сквозных и ступенчатых отверстий диаметром 22—40 мм. Главный угол в плане $\varphi=90^\circ$ Резец состоит из цилиндрической державки 1, с отогнутой головкой, в гнезде которой запрессован штифт 3. Пластина 4 свободно устанавливается на штифт и закрепляется винтом 2. Лыски на державке служат опорными плоскостями при закреплении реза и позволяют регулировать его вылет в пределах 40—120 мм. Необходимые углы геометрии режущей части обеспечиваются наклоном

1	2
Расточные с механическим креплением трех- и четырехгранных неперетачиваемых пластинок из твердого сплава 	пластинки под углом 10° Основные размеры резцов: $D=15-20$; $m=3-4$ Для растачивания сквозных и ступенчатых отверстий диаметром 35—75 мм Резцы выполняются с главным углом в плане $\varphi=45^\circ$; 60 и 90° Державка 1 имеет цилиндрическую форму со снятыми на хвостовике лысками, которые позволяют регулировать вылет резца от 50 до 150 мм. В отогнутой головке державки имеется сквозной паз, в котором установлена прокладка 4 с запрессованным в нее штифтом 3. Закрепление пластинки 5 осуществляется винтом 2. Пластика 5 прижимается к верхней угловой поверхности головки резца и прочно закрепляется Основные размеры резца: $D=26-32$; $m=6-8$
Проходные с механическим креплением алмаза и углом в плане $\varphi=45^\circ$; 60 и 90° 	Для тонкого наружного точения деталей из цветных металлов и пластмасс Резец состоит из державки 1, вставки 2, прихвата 3, винта 4 и опорного штифта 5. Алмаз закрепляется во вставке, состоящей из 80 % меди и 20 % олова, методом порошковой металлургии Резцы имеют отрицательный передний угол — 4°. Передняя и задние поверхности

1	2
Расточные с напаянным алмазом. Для сквозных (а) и глухих (б) отверстий  Проходные с механическим креплением многогранной пластинки из композита 	доводятся до шероховатости не более $Ra=0,04$ мкм $H \times B=16 \times 16-25 \times 16$ Для тонкого растачивания отверстий в деталях из цветных металлов и пластмасс. Алмаз припаяется к стержню резца серебряным припоем марок ПСр50Кд или ПСр45 Передний угол резцов равен 0°; грани алмаза доводятся до шероховатости не более $Ra=0,04$ мкм Диаметр или сторона квадрата хвостовика 6—20 мм Для полустогового, чистового и тонкого точения деталей из сталей и труднообрабатываемых сплавов Многогранная пластинка 4 установлена в паз, образованный державкой 2 и прокладкой 3. Сверху она закрепляется подпружиненным прихватом 1 и винтом 5

1	2
Фасонные стержневые (а), призматические (б) и круглые (в) 	Для обтачивания наружных фасонных поверхностей. Призматический резец крепится за хвостовик типа «ласточкин хвост» в державке наклонно для получения требуемого угла α. Круглый резец устанавливается на ось державки. Для получения угла $\alpha \approx 12^\circ$ ось резца располагается выше оси обрабатываемой детали примерно на 0,1 его диаметра
Отрезной с усиленной головкой конструкции Кузовкина 	Для отрезания заготовок крупного диаметра. Наиболее эффективны для резания твердых и высокопрочных металлов. Особенность геометрии — двойная режущая кромка, разделяющая стружку и облегчающая выход ее из прорези, и двойной отрицательный передний угол (-10°)

1	2
Отрезной конструкции Евсеева 	Преимущественно для отрезания заготовок крупного диаметра из труднообрабатываемых сталей. Ломаная режущая кромка, состоящая из трех участков, способствует разделению стружки и облегчению ее выхода из глубокой прорези. Оптимальная ширина отрезки 4—5 мм
Отрезной с подточкой по вспомогательным задним поверхностям конструкции Челябинского политехнического института 	Отличается увеличенными значениями вспомогательных углов α_1 и φ_1, достигнутыми за счет местной косой подточки головки реза, что способствует повышению его стойкости
Универсальный резец Резникова 	Имеет три режущие кромки, которые позволяют использовать резец для обтачивания, растачивания, подрезания торцов и снятия фасок. Благодаря малому углу в плане (25°) резец обладает высокой стойкостью

1	2
Резец СКБ с переходной режущей кромкой 	Замена скругления вершины переходной режущей кромкой; малые углы в плане способствуют повышению стойкости реза и уменьшению шероховатости обработанной поверхности
Проходной отогнутый конструкции Колесова 	Предназначен для полуставного обтачивания жестких деталей с большими подачами (до 5 мм/об). Отличается расположением вспомогательной режущей кромки шириной 1,2S (подачи) под углом $\varphi_1=0^\circ$. Эта кромка, срезая остающиеся гребешки, обеспечивает обработку поверхностей с шероховатостью до $R_z=10$ мкм. Вершина резца притуплена переходной кромкой шириной 1 мм, а вдоль главной и вспомогательной режущих кромок выполнена фаска (0,2 мм) с отрицательным углом (-5°)

5.2. Инструменты для обработки отверстий

5.2.1. Сверла

Сверла предназначены для образования отверстий в сплошных заготовках. Для токарных работ преимущественно применяются *спиральные* и *центровочные* сверла. Их основные типы и размеры приведены в табл. 5.3.

Конструкция спирального сверла (рис. 5.1). Спиральное сверло представляет собой двузубый режущий инструмент, состоящий из трех основных частей: *хвостовика*, *шейки* и *рабочей части*, которая делится на режущую часть с углом конуса при вершине 2φ и направляющую.

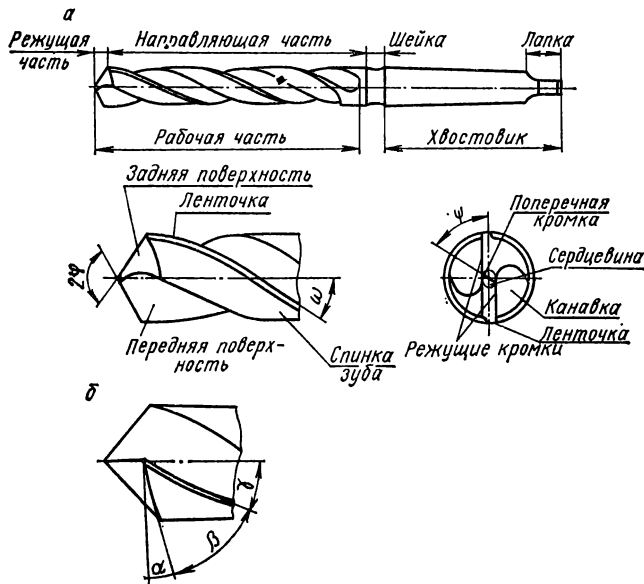
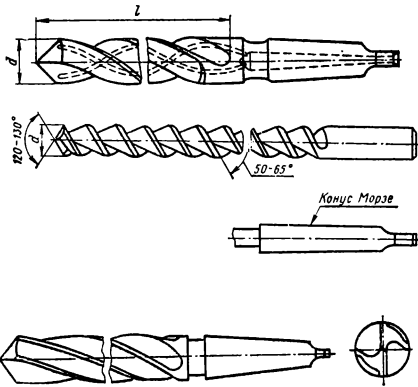
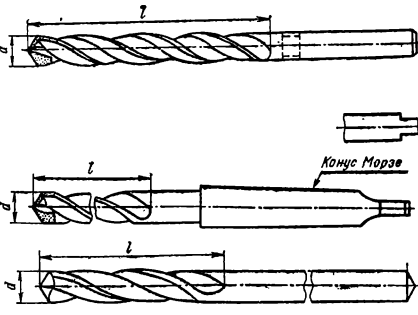
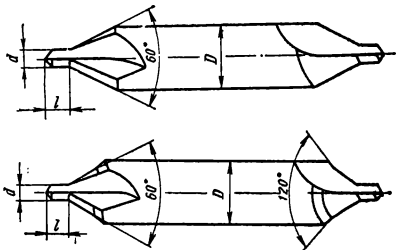


Рис. 5.1. Элементы и геометрия спирального сверла

Табл. 5.3. Основные типы сверл

Тип сверла, его характеристика и основные размеры, мм	Эскиз
1	2
I. Сверла спиральные быстрорежущие С цилиндрическим хвостовиком, короткая серия (ГОСТ 4010—77) $d = 0,5—20$; $l = 3—60$ С цилиндрическим хвостовиком, средняя серия (ГОСТ 10902—77) $d = 0,25—20$; $l = 3—140$ С цилиндрическим хвостовиком, длинная серия (ГОСТ 886—77) $d = 1—20$; $l = 33—166$ С коротким цилиндрическим хвостовиком, длинная серия (ГОСТ 12122—77) $d = 1—9,5$; $l = 25—110$ Мелкогабаритные с утолщенным цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 8034—76) $d = 0,1—1,5$; $d_1 = 1,2—1,6$; $l = 1,0—11,2$ С коническим хвостовиком (ГОСТ 10903—77) $d = 5—80$; $l = 52—260$; конус Морзе № 1—6 С коническим хвостовиком, удлиненные (ГОСТ 2092—77) $d = 6—30$; $l = 145—275$; конус Морзе № 1—3 С коническим хвостовиком, длинные (ГОСТ 12121—77) $d = 6—30$; $l = 80—230$; конус Морзе № 1—3	

1	2
С коническим хвостовиком и отверстиями для охлаждения (МН 4537—65) $d = 16—32$; $l = 130—205$ Шнековые $d = 3—50$; для отверстий глубиной свыше 10 диаметров. Увеличенный угол наклона винтовой канавки позволяет сверлить без вывода сверла из отверстия для очистки от стружки Четырехленточные (конструкция Куйбышевского политехнического института) Для сверления глубоких отверстий. Отличаются утолщенной сердцевиной и наличием на каждом зубе двух ленточек, которые образуют дополнительные канавки для подачи СОЖ и улучшают направление сверла в отверстии	
II. Сверла спиральные, оснащенные твердым сплавом С цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 22735—77) $d = 5—16$; $l = 36—120$ С коническим хвостовиком (ГОСТ 22736—77) $d = 10—30$; $l = 60—175$; конус Морзе № 1—4 Цельные твердосплавные с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 17274—71) $d = 1—12$; $l = 20—60$	

1	2
III. Сверла центровочные комбинированные Комбинированные без предохранительного конуса (ГОСТ 14952—75) $d = 1-10$; $D = 3-25$; $l = 1,9-14$ Комбинированные с предохранительным конусом (ГОСТ 14952—75) $d = 1-10$; $D = 4-34,5$; $l = 1,9-14$	

На рабочей части сверла выполнены две стружечные канавки, винтовая форма которых облегчает выход стружки из отверстия и подвод охлаждающей жидкости к режущим кромкам. Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия спинки зубьев занижены, а вдоль каждого из них оставлены узкие направляющие ленточки. С этой же целью по длине направляющей части выполнена небольшая обратная конусность. Для увеличения прочности сверла глубина стружечных канавок по направлению к хвостовику постепенно уменьшается.

Режущая часть сверла имеет две режущие кромки, которые в центре соединяются поперечной кромкой (перемычкой). Передняя поверхность зуба является частью винтовой поверхности стружечной канавки, а задняя — поверхностью конуса, образующегося при заточке сверла.

Хвостовик сверла выполняется коническим по форме конусов Морзе (см. табл. 7.35) или цилиндрическим. Конический хвостовик заканчивается лапкой, цилиндрический — гладкий или с поводком.

Сверла изготавливаются двух классов точности (по ГОСТ 2034—80): повышенного — А₁, А и нормального —

Табл. 5.4. Градация диаметров спиральных сверл
(ГОСТ 885—77)

Диаметры, мм								
0,25	0,95	2,35	(4,25)	7,0	10	13,1	19,25	25,75
0,28	0,98	2,40	4,3	7,1	10,1	13,2	(19,4)	26
0,30	1,00	2,45	4,4	7,2	10,2	13,3	19,5	26,25
0,32	1,05	2,50	4,5	7,3	10,3	13,5	19,75	26,5
0,35	1,10	2,55	4,6	7,4	10,4	13,7	20	26,75
0,38	1,15	2,60	4,7	7,5	10,5	13,8	20,25	27
0,40	1,20	2,65	4,8	7,6	10,6	14	20,5	27,25
0,42	1,25	2,70	4,9	7,7	10,7	14,25	20,75	27,5
0,45	1,30	2,75	5,0	7,8	10,8	14,5	(20,9)	27,75
0,48	1,35	2,80	5,1	7,9	10,9	14,75	21	28
0,50	1,40	2,85	5,2	8,0	11	15	21,25	28,25
0,52	1,45	2,90	5,3	8,1	11,1	15,25	21,5	28,5
0,55	1,50	2,95	5,4	8,2	11,2	(15,4)	22	28,75
0,58	1,55	3,00	5,5	8,3	11,4	15,5	22,25	29
0,60	1,60	3,1	5,6	8,4	11,5	15,75	22,5	29,25
0,62	1,65	(3,15)	5,7	8,5	11,7	16	22,75	29,5
0,65	1,70	3,2	5,8	8,6	11,8	16,25	23	30
0,68	1,80	3,3	5,9	8,7	11,9	16,5	23,25	(30,25)
0,70	1,85	(3,35)	6,0	8,8	12	16,75	23,5	30,5
0,72	1,90	3,4	6,1	8,9	12,1	17	23,75	30,75
0,75	1,95	3,5	6,2	9,0	12,2	17,25	(23,9)	31
0,78	2,00	3,6	6,3	9,1	12,3	(17,4)	24	31,25
0,80	2,05	3,7	6,4	9,2	12,4	17,75	24,25	31,5
0,82	2,10	3,8	6,5	9,5	12,5	18	24,5	31,75
0,85	2,15	3,9	6,6	9,6	12,6	18,25	24,75	32
0,88	2,20	4,0	6,7	9,7	12,7	18,5	25	(32,25)
0,90	2,25	4,1	6,8	9,8	12,8	18,75	25,25	32,5
0,92	2,30	4,2	6,9	9,9	13	19	25,5	33
33,25	36	39	42	(45,25)	49	54	63	73
33,5	(36,25)	(39,25)	42,5	45,5	49,5	55	65	74
34	36,5	39,5	43	46	50	56	67	75
34,5	37	40	(43,25)	46,5	50,5	57	68	76
35	37,5	40,5	43,5	47	51	58	69	77
(35,25)	38	41	44	47,5	(51,5)	60	70	78
35,5	(38,25)	(41,25)	44,5	48	52	61	71	79
(35,75)	38,5	41,5	45	48,5	53	62	72	80

Примечание. Сверла, диаметры которых заключены в скобки, изготавливаются по соглашению с потребителем.

В₁, В из быстрорежущей стали или оснащенные твердым сплавом. На них маркируются диаметр, класс точности (кроме В) и материал. Градация диаметров сверл приведена в табл. 5.4.

Геометрия спирального сверла. Каждый зуб сверла, как и резец, имеет форму клина, которая определяется главными углами: *передним* γ , *углом заострения* β и *задним* α (рис. 5.1, б). В связи с винтообразной передней поверхностью величина переднего угла переменная. У периферии она наибольшая, а по мере приближения к оси уменьшается до отрицательного значения. Поэтому на участках режущих кромок, расположенных близко к оси, процесс резания сильно затрудняется, переходя в скобление металла.

Задний угол образуется заточкой сверла по задним поверхностям. Для компенсации уменьшения этого угла в работе, особенно для точек, близко расположенных к оси, ему придают переменную величину: от 10—15° у периферии до 20—26° ближе к оси.

Угол при вершине 2ϕ оказывает существенное влияние на сопротивление резанию. С уменьшением этого угла возрастает общее сопротивление резанию, но осевое усилие подачи понижается. Для сверл общего назначения угол при вершине выполняется в пределах 116—118°; мягких цветных металлов — 130—140°; для деталей из пластмасс — 85—90°.

Перемычка затрудняет работу сверла, так как она не режет, а мнет металл. У правильно заточенного сверла угол между перемычкой и режущей кромкой ϕ (рис. 5.1, а) должен составлять 50—55°.

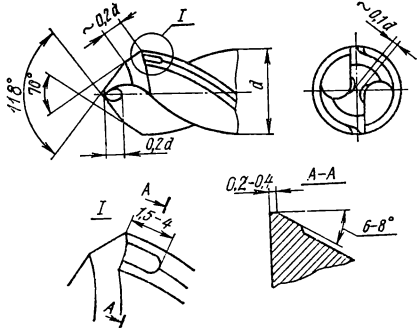
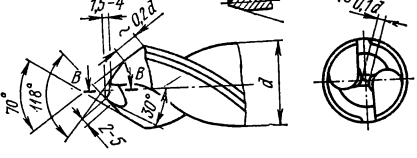
Заточка сверла. Для восстановления сверло после изнашивания затачивают. Заточка выполняется на специализированных сверлозаточных станках либо вручную на точилах шлифовальными кругами (характеристика шлифовальных кругов приведена в табл. 4.7).

Правильно заточенное сверло должно иметь:

- 1) требуемый угол при вершине 2ϕ ;
- 2) прямыелинейные режущие кромки одинаковой длины;

Табл. 5.5. Формы заточки сверл (ГОСТ 4010—77)

Наименование, обозначение и диаметры сверл, мм	Эскиз	Обрабатываемый материал
1	2	3
Нормальная — Н $d = 0,24-7,5$ Нормальная с подточ- кой перемычки — НП $d = 7,5-80$		Сталь, стальное литье и чугун Стальное литье с не- снятой коркой при $\sigma_B =$ $= 500 \text{ МПа}$

1	2	3
Двойная с подточкой перемычки и ленточки — ДПЛ $d = 12-80$		Сталь и стальное литье при $\sigma_B > 500$ МПа со снятой коркой
Двойная с подточкой и срезанной перемыч- кой — ДП-2 $d = 12-80$		Чугун со снятой кор- кой

3) угол наклона перемычки к режущей кромке $\psi = 50—55^\circ$;

4) острые режущие кромки без забоин, завалов, заусенцев, прижогов и трещин.

Контроль заточенных сверл производят визуальным осмотром и при помощи шаблонов (см. табл. 6.5).

Рекомендуемые формы заточки сверл приведены в табл. 5.5.

5.2.2. Зенкеры

Зенкеры применяются для обработки отверстий, полученных сверлением, отливкой, штамповкой, и придания им более высокой точности.

По способу установки на станке зенкеры делятся на *хвостовые* и *насадные*, а по конструкции рабочей части — на *цельные* и *сборные*.

Хвостовой зенкер (рис. 5.2, а) по внешнему виду похож на сверло и состоит из тех же основных частей. Однако в отличие от сверла зенкер имеет 3—4 зуба и режущую часть в виде усеченного конуса. Неглубокие

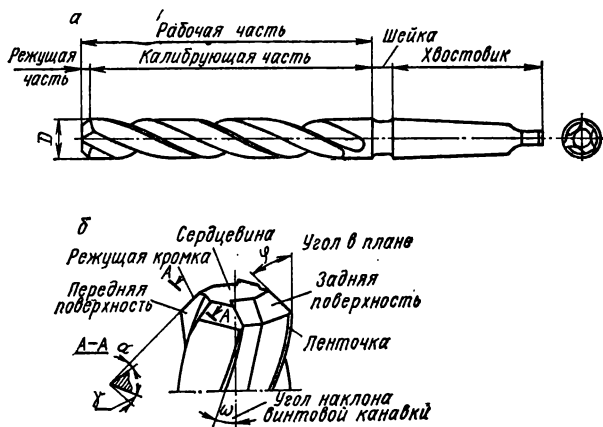
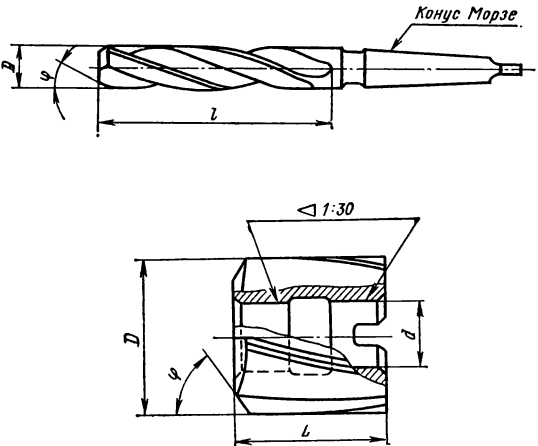
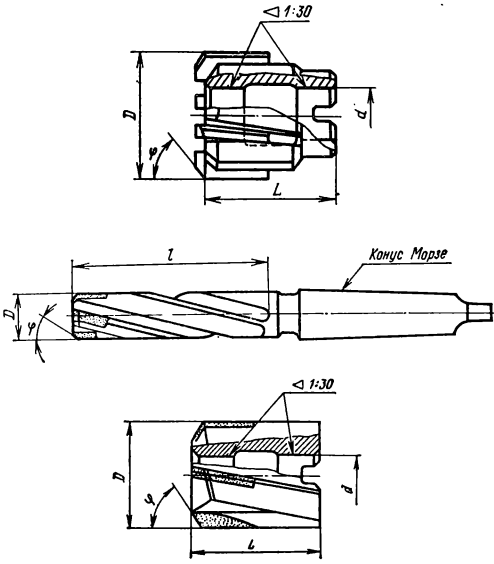
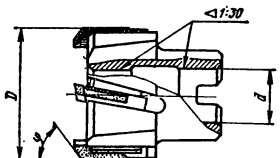
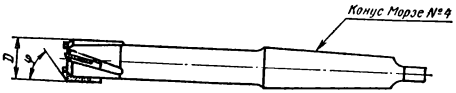
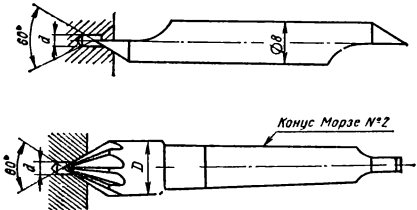


Рис. 5.2. Элементы и геометрия зенкера

Табл. 5.6. Типы зенкоров и зенковок

Тип зенкера и основные размеры, мм	Эскиз
1	2
I. Зенкеры из быстрорежущей стали Цельные с коническим хвостовиком (ГОСТ 12489—71) $D = 7,8—50$; $l = 75—220$; $z = 3$; конус Морзе № 2—4 Цельные насадные (ГОСТ 12489—71) $D = 24,7—50$; $L = 45—56$; $d =$ $= 13—19$; $z = 4$	 Конус Морзе

1	2
Насадные со вставными ножами (ГОСТ 2255—71) $D = 50-100$; $L = 60-76$; $d = 22-40$ II. Зенкеры, оснащенные твердым сплавом С коническим хвостовиком (ГОСТ 3231—71) $D = 13-50$; $l = 85-210$; конус Морзе № 2—4 Насадные (ГОСТ 3231—71) $D = 40-80$; $L = 40-65$; $d = 13-32$	

1	2
Насадные со вставными ножами (ГОСТ 12510—71) $D = 50—100$; $d = 22—40$ Хвостовые со вставными ножами (ГОСТ 12510—71) $D = 32—50$ III. Зенковки центровочные из быстрорежущей стали Зенковка коническая однозубая (ГОСТ 14953—80) Для малых центровых отверстий $d = 0,5—1,5$ Зенковка коническая многозубая (ГОСТ 14953—80) $D = 22$ и 32 Для крупных центровых отверстий с номинальным размером $d = 8—12$	  

стружечные канавки обеспечивают зенкеру повышенную прочность и жесткость, увеличенное количество ленточек на калибрующей части создает ему хорошее направление в отверстии. Благодаря этому обеспечивается не только большая точность и чистота обработки, но также более строгая прямолинейность оси отверстия.

Для уменьшения трения о стенки отверстия калибрующая часть зенкера имеет небольшую обратную конусность. Задние углы α (рис. 5.2, б) в пределах $8-10^\circ$ создают затачиванием задних поверхностей зубьев на режущей части. Передние углы γ получаются за счет винтовой формы стружечных канавок. Угол при вершине конуса режущей части для зенкеров общего назначения $2\varphi=120^\circ$.

Зенкеры выпускаются двух номеров: № 1 — для предварительной обработки отверстий под развертывание; № 2 — для окончательной обработки с полем допуска $H11$.

Зенкеры изготавливаются из быстрорежущих сталей или оснащаются пластинками из твердого сплава. На них указывается номинальный диаметр, номер и марка материала.

Разновидностью зенкеров, используемых для центrovания заготовок, являются *зенковки* с углом рабочего конуса 60° .

Типы и основные размеры зенкеров и зенковок приведены в табл. 5.6. Градация диаметров зенкеров в указанных пределах та же, что и для разверток (см. табл. 5.8).

5.2.3. Развертки

Развертки предназначены для окончательной обработки отверстий точностью 7—9-го качествен. В отличие от зенкеров они имеют большое число мелких зубьев, расположенных неравномерно по окружности.

В зависимости от формы обрабатываемого отверстия развертки делятся на *цилиндрические* и *конические*, по способу крепления — на *хвостовые* и *насадные*, по способу применения — на *ручные* и *машинные*, по конструкции рабочей части — на *цельные* и *сборные*.

На токарных станках преимущественно используются машинные развертки, которые изготавливаются из быстрорежущих сталей или оснащаются пластинами из твердого сплава.

Машинная цилиндрическая развертка (рис. 5.3) состоит из хвостовика, шейки и рабочей части.

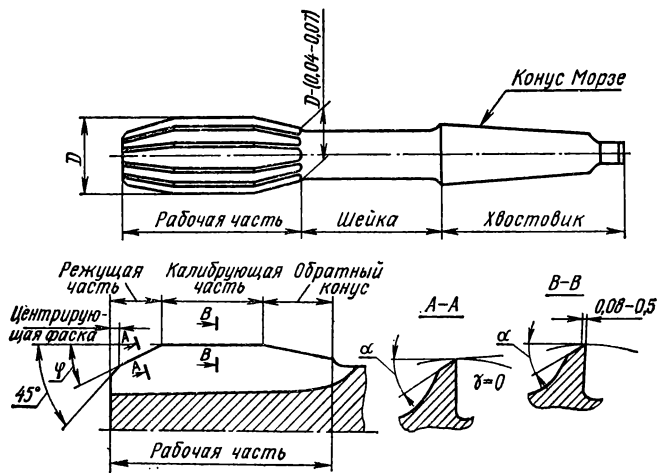


Рис. 5.3. Элементы и геометрия развертки

редь рабочая часть делится на режущую, калибрующую и обратный конус.

На режущей части располагаются главные режущие кромки. Наклон их к оси определяется углом в плане φ , величина которого зависит от назначения развертки. Для сквозных отверстий при обработке вязких металлов $\varphi=15^\circ$, для хрупких металлов $\varphi=5^\circ$. У разверток для обработки глухих отверстий $\varphi=60^\circ$.

Калибрующая часть имеет цилиндрическую форму. На ней располагаются вспомогательные режу-

щие кромки, предназначенные для зачистки и калибрования отверстия. Чтобы предупредить повреждение отверстия концами зубьев калибрующей части, в конце ее на небольшой длине выполняется незначительная обратная конусность.

Форма заточки развертки по длине зубьев разная. На режущей части зубья затачивают до остроты с углом $\alpha=6—8^\circ$, на калибрующей — оставляют цилиндрические ленточки шириной $f=0,08—0,5$ мм, которые сглаживают отверстие, улучшают направление развертки и увеличивают число ее переточек. Передний угол γ обычно равен 0° . При повышенных требованиях к качеству обработки его выполняют отрицательным (-3)—(-5°).

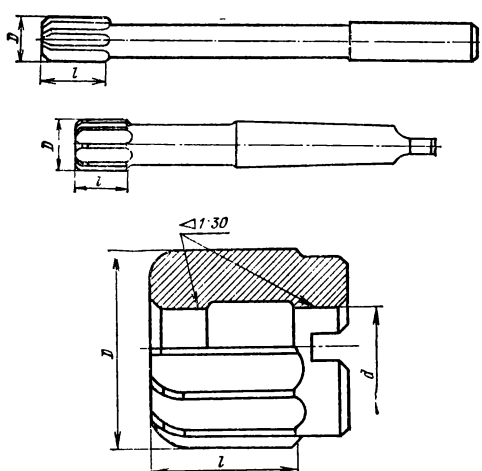
У разверток для сквозных отверстий на торце делается центрирующая фаска шириной 1,5—2,5 мм, предохраняющая уголки зубьев от выкрашивания.

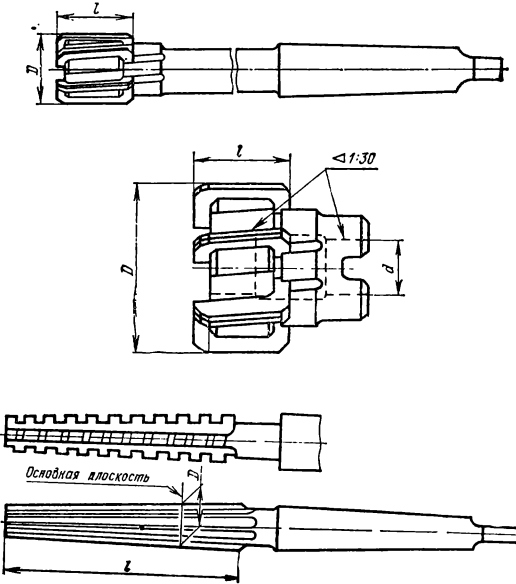
ПО ГОСТ 1523—81 цилиндрические развертки централизованно выпускаются в доведенном виде для отверстий с полями допусков от $H7$ до $H9$ либо с припуском под доводку шести номеров от 1 до 6. Последние только после доводки по калибрующей части можно применять для обработки отверстий предусмотренной точности.

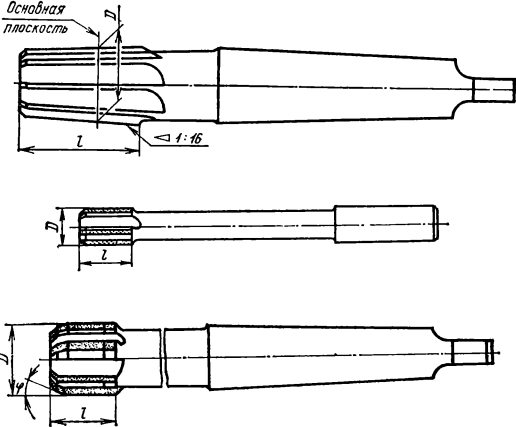
Конические развертки служат для обработки конуса в предварительно просверленном отверстии или калибрования его после расточки. Для инструментальных конусов 1 : 30, Морзе, метрических такие развертки изготавливаются комплектными из двух штук: предварительной и чистовой. Первая на режущих кромках имеет стружко-разделительные канавки, расположенные в шахматном порядке.

Маркировка цилиндрических разверток содержит *номинальный диаметр, поле допуска* обрабатываемого отверстия и *материал*. На конических развертках указывается *номинальный диаметр* в основной плоскости или *номер конуса, конусность, материал*. Основные типы и градации разверток даны в табл. 5.7 и 5.8.

Табл. 5.7. Развертки машинные

Тип развертки и основные размеры, мм	Эскиз
1	2
I. Развертки быстрорежущие: <i>а) цилиндрические</i> Цельные с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 1672—80) $D = 2—16$; $l = 11—52$ Цельные с коническим хвостовиком (ГОСТ 1672—80) $D = 5,5—50$; $l = 26—86$; конус Морзе № 1—4; $z = 6—12$ Цельные насадные (ГОСТ 1672—80) $D = 25—50$; $l = 32—45$; $d = 13—22$; $z = 8—12$	

1	2
Сборные с коническим хвостовиком (ГОСТ 883—80) $D = 32—50$; $l = 38—45$; конус Морзе № 3—4 Сборные насадные (ГОСТ 883—80) $D = 40—100$; $l = 28—56$; $d = 16—40$; $z = 6—10$ <i>б) конические</i> Для конусов 1:30 (ГОСТ 10082—71) $D = 13—100$; $l = 80—216$; конус хвостовика — Морзе № 1—6 Для конусов Морзе (ГОСТ 10079—71) Конус рабочей части — Морзе № 0—6; $l = 64—205$; конус хвостовика — Морзе № 1—5	

1	2
Для метрических конусов 1:20 (ГОСТ 10080—71) $D = 4; 6; 80; 100; l = 32—260$; конус хвостовика — Морзе № 0—6 Под коническую резьбу 1/16—2" (ГОСТ 6226—71) $l = 20—52$; конус хвостовика — Морзе № 0—5 II. Развертки цилиндрические, оснащенные твердым сплавом С цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 11175—80) $D = 6—9; l = 15$ С коническим хвостовиком (ГОСТ 11175—80) $D = 10—32; l = 16—22$; конус Морзе № 1—3	 The technical drawings illustrate three different reamer designs. The top drawing shows a reamer with a metric taper shank, featuring a cutting edge with a 1:20 taper, diameter D, and length l. The middle drawing shows a reamer with a cylindrical shank, with diameter D and length l indicated. The bottom drawing shows a reamer with a tapered shank, also with diameter D and length l indicated.

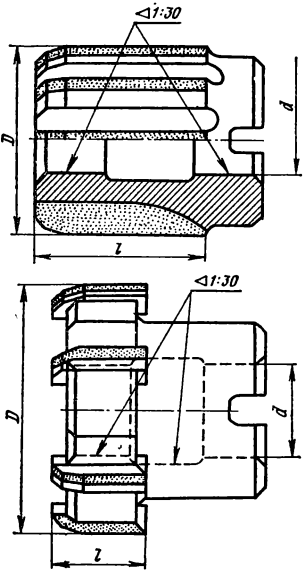
1	2
Насадные (ГОСТ 11175—80) $D = 32—50$; $l = 32$; $d = 16—22$ Сборные насадные (ГОСТ 11176—71) $D = 52—300$; $l = 30—55$; $d = 19—80$	

Табл. 5.8. Градация диаметров разверток

Ряды																				
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
3				6,5		16					35			63			120		210	
	3,2		7		16		17		36				65		125					215
	3,4			7,5		18				37			68		130		220			
3,5							19		38		70			72	140		135			225
	3,6		8			20		40					75				145		240	
	3,8			8,5		21		42					78		150					
4			9			22		45									155		250	
	4,2		10			24			47	80									260	
4,5				10,5		25		48			85		160				165			270
	4,8		11			26		50		90								280		
5				11,5		27		52			95		170							290
	5,2		12			28		55		100							175		300	
5,5				13		30			58	105		180								
6			14			32		60		110			190							
	6,3		15			34			62	115		200								

Примечания: 1. 1-й ряд диаметров является предпочтительным для применения.
2. Диаметры по 3-му ряду предусмотрены для посадочных отверстий под подшипники качения.

5.3. Инструменты для нарезания и накатывания резьб

5.3.1. Метчики

Метчики служат для нарезания резьб в отверстиях. По форме они делятся на *цилиндрические* и *конические*, по назначению — на *ручные*, *машинно-ручные* и *гаечные*, по числу инструментов — на *одинарные* и *комплектные* (из 2—3 штук). Комплектные метчики используются для последовательного нарезания всех предусмотренных резьб ручным способом, а также машинным — резьб с крупным шагом (свыше 3 мм) и в труднообрабатываемых металлах.

Метчики для цилиндрических резьб (рис. 5.4) состоят из рабочей части и хвостовика. Резбовая рабочая часть с продольными или винтовыми стружечными канавками в свою очередь делится на режущую и калибрующую. Для уменьшения трения ка-

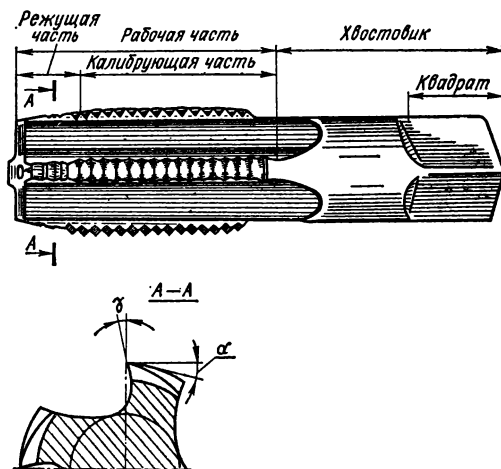


Рис. 5.4. Элементы и геометрия метчика

Табл. 5.9. Примерная точность нарезаемых метчиками резьб

Класс или степень точности метчика		Поле допуска или класс точности нарезаемой резьбы	
<i>Метрические резьбы</i>			
1		4Н, 5Н	
2		5Н, 6Н	
3		6Н, 7Н	
4		7Н, 8Н	
<i>Трубные резьбы</i>			
A2, A3		A	
B1		B	
<i>Дюймовые резьбы</i>			
C		2	
D		3	

либрующая часть имеет небольшую обратную конусность, которая выполняется по всему резьбовому профилю.

Цилиндрический хвостовик оканчивается квадратом или лысками для передачи сил резания. На нем иногда имеется кольцевая радиусная канавка для крепления в патроне.

С целью создания нормальных условий резания зубьям метчика придают определенную геометрию заточкой. Задний угол α на режущей части создают затылованием по наружному диаметру в пределах $6-10^\circ$. Передний угол γ имеет одинаковую величину на всей длине рабочей части. Его выполняют в зависимости от обрабатываемого материала: для мягкой стали — $12-15^\circ$, для стали средней твердости $8-10^\circ$; для твердой стали 5° ; для чугуна и бронзы $0-5^\circ$; для легких сплавов $25-30^\circ$.

Метчики для конических резьб имеют конусную рабочую часть. Номинальные диаметры резьбы задаются в основной плоскости (см. табл. 5.10). Калиб-

рующая часть участвует в резании, поэтому ее затылуют по профилю резьбы для создания заднего угла.

ГОСТ 16925—71 и ГОСТ 3449—84 установлена точность изготовления метчиков и даны рекомендации по их применению.

Метчики для метрических резьб с основным отклонением Н изготавливаются четырех клас-

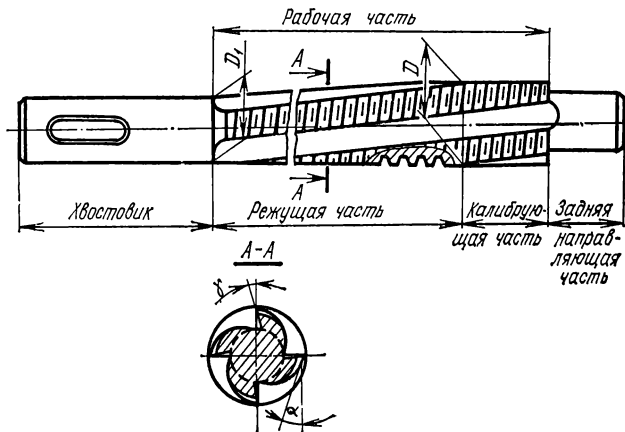


Рис. 5.5. Метчик-протяжка

сов точности (1—4); по классам А2, А3 и В1 выполняют метчики для трубных резьб; по степени точности С и Д — метчики для дюймовых резьб. Примерная точность нарезаемых ими резьб приведена в табл. 5.9.

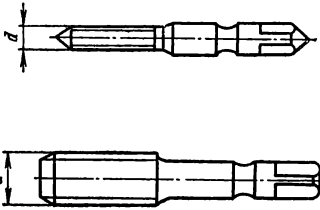
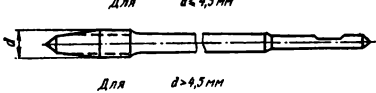
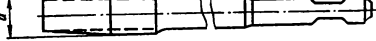
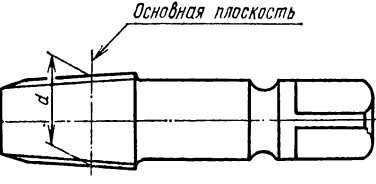
Материал метчиков: машинно-ручных и гаечных — быстрорежущая сталь, ручных — стали У10А—У12А.

Маркировка метчиков включает обозначение резьбы, номер метчиков в комплекте (черновой — одна риска, средний — две, чистовой риск не имеет), класс или степень точности и материал.

Основные типы стандартных метчиков, применяемых для токарных работ, приведены в табл. 5.10.

Метчики-протяжки (рис. 5.5) являются резьбонарезным инструментом, предназначенным для наре-

Табл. 5.10. Метчики

Тип метчика	Назначение и краткая характеристика
Машинно-ручные (ГОСТ 3266—81)  Гачные (ГОСТ 1604—71) Для $d \leq 4,5 \text{ мм}$  Для $d > 4,5 \text{ мм}$ 	Для нарезания резьб в сквозных и глухих отверстиях машинным способом всех размеров и ручным с шагом до 3 мм включительно. Метчики изготовляются двух видов: одинарные с длиной режущей части для сквозных отверстий 6 ниток и для глухих отверстий — 3 нитки; комплектные из двух штук (черновой — 6 ниток и чистовой — 2 нитки на режущей части). Размеры нарезаемых резьб: метрических $d = 1—52 \text{ мм}$; дюймовых $d = 1/4—2"$; трубных $1/8—2"$ Для нарезания резьб за один проход в гайках и сквозных отверстиях глубиной не более диаметра. Отличаются удлиненной режущей частью и длинным хвостовиком для нарезывания нарезаемых гаек. Размеры нарезаемых резьб: метрических $d = 3—52 \text{ мм}$; дюймовых $d = 1/4—1 1/4"$
Метчики для конической резьбы (ГОСТ 6227—80) 	Для нарезания конических резьб: дюймовых $1/16—2"$, трубных $1/16—2"$

зания одно- и многозаходных внутренних резьб. В отличие от обычных метчиков метчики-протяжки работают на растяжение. Это позволяет выполнять у них длинную режущую часть и нарезать резьбы с крупным шагом за один проход. Производительность при этом возрастает в 5—8 раз по сравнению с известными способами нарезания резьб резцами.

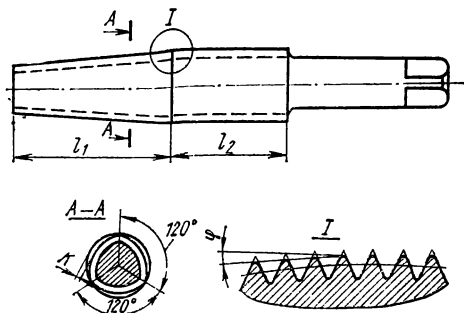


Рис. 5.6. Метчик-раскатник

Метчик-протяжка состоит из цилиндрического хвостовика, рабочей и задней направляющей частей. Рабочая часть в свою очередь делится на режущую и калибрующую части. Хвостовик предназначен для закрепления инструмента на станке и является одновременно передней направляющей для центрирования его по отверстию нарезаемой гайки. Задняя направляющая часть поддерживает метчик-протяжку в конце нарезания на выходе его зубьев из отверстия детали. Винтовые стружечные канавки расположены к оси инструмента под углом подъема резьбы.

Задний угол $\alpha \approx 10^\circ$ выполняется затылованием зубьев по наружному диаметру на всей длине рабочей части. Передний угол γ в зависимости от обрабатываемого материала принимается в пределах 8—12°.

Материал рабочей части — быстрорежущая сталь, хвостовик из конструкционной стали 40Х.

Метчик-раскатник (рис. 5.6) служит для образования резьбы методом выдавливания. По внешнему виду он напоминает винт с цилиндрическим хвостовиком и квадратом на конце. Его рабочая часть состоит из заборной части l_1 с конической резьбой и калибрующей l_2 с цилиндрической резьбой. С целью уменьшения трения на всей длине рабочей части выполнена огранка ($K=0,2-0,6$ мм). Материал — быстрорежущая сталь или легированная — 9ХС.

По сравнению с нарезанием метод выдавливания резьбы имеет ряд преимуществ:

- 1) уплотняется поверхностный слой металла, и резба становится более износостойкой и прочной;
- 2) можно получить высококачественную резьбу на вязких металлах, на которых нарезать ее чрезвычайно трудно;
- 3) при раскатывании скорости резания могут быть увеличены примерно в 1,5 раза по сравнению с нарезанием, что значительно повышает производительность труда;
- 4) долговечность метчика-раскатника примерно в два раза выше, чем метчика такого же размера;
- 5) метчики-раскатники обладают повышенной прочностью, так как их рабочая часть не ослаблена стружечными канавками.

5.3.2. Плашки

Плашки круглые предназначены для нарезания наружных крепежных резьб вручную или на станке. По форме резьбы они делятся на плашки для *цилиндрических резьб* и для *конических*.

Круглые плашки (рис. 5.7, а) по внешнему виду напоминают гайку, в которой для создания режущих кромок просверлены стружечные отверстия.

Рабочая часть плашки для цилиндрических резьб состоит из трех участков: двух крайних (режущих) и среднего — калибрующего. Режущие части конические с углом конуса $2\varphi=50-60^\circ$. Калибрующая часть — цилиндрическая. Она придает окончательные размеры резьбе и обеспечивает плашке направление в процессе резания.

Геометрическая форма зуба плашки создается передним углом γ , который выполняют заточкой в пределах $15\text{--}20^\circ$ (для плашек централизованного изготовления). При резании твердых металлов его рекомендуется уменьшать до $10\text{--}12^\circ$, а для мягких — увеличивать до $20\text{--}25^\circ$. Задний угол α выполняют затылованием только на режущих частях в пределах $6\text{--}8^\circ$.

Для крепления в плашкодержателе или резбонарезном патроне по наружной поверхности плашки предусмотрены конические углубления и угловой паз. Послед-

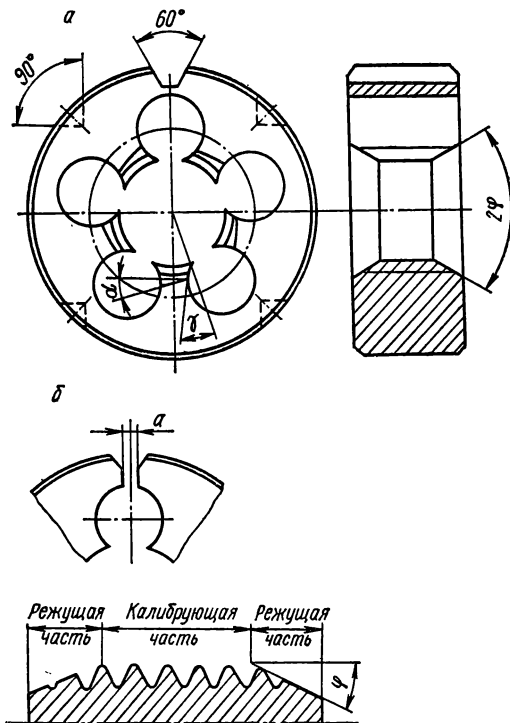


Рис. 5.7. Элементы круглой плашки

ний позволяет при необходимости разрезать плашку по перемычке (рис. 5.7, б) и несколько регулировать ее размер.

По ГОСТ 9740—71 круглые плашки изготавливаются для следующих цилиндрических резьб: метрических М1×0,2—М52×5 с полями допусков 6h, 8h, 6g, 8g; трубных 1 1/16"—2", двух классов точности А и В.

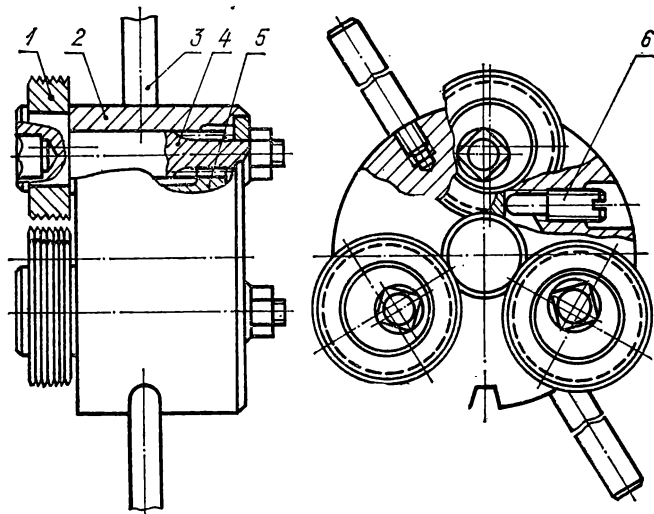


Рис. 5.8. Резьбонакатная плашка

Плашки для конических резьб более широкие и имеют только одну режущую часть со стороны большего диаметра резьбы. Они изготавливаются по ГОСТ 6228—80 для резьб от 1/16" до 2".

Плашки выполняются из легированной стали 9ХС или быстрорежущей. На них указывается *поле допуска* или *класс точности нарезаемой резьбы*, *марка стали* (кроме 9ХС) и *буква «Л»* для левых резьб. Например, М16—6gP6AM5.

Резьбонакатные плашки (рис. 5.8) предназначены для образования наружных резьб методом

выдавливания. По производительности они значительно превосходят все другие способы выполнения резьб на токарных станках, а благодаря упрочнению накатанная резьба приобретает повышенную износостойкость и прочность.

Такие плашки (см. рис. 5.8) состоят из корпуса 2, осей 4 с эксцентриковыми головками, на которых под углом подъема резьбы установлены накатные ролики 1 с кольцевой нарезкой.

Внутри корпуса расположено центральное зубчатое колесо 5, находящееся в зацеплении с зубчатой нарезкой осей. Конструкция позволяет регулировать плашку на необходимый диаметр резьбы в предусмотренных пределах за счет поворота осей, после чего зубчатое колесо 5 стопорится винтами 6. При установке в корпусе ручек 3 плашка может быть использована для накатывания резьбы вручную.

Резьбонакатные плашки выпускаются для метрических резьб с шагом $P=0,5-2$ мм четырех размеров: НП-1 — для диаметров 4—7 мм; НП-2 — 8—16 мм; НП-3 — 17—24 мм; НП-4 — 27—33 мм.

5.4. Инструменты для отделочных работ

Шлифовальные шкурки. На токарных станках шлифовальные шкурки используются для зачистки необрабатываемых поверхностей либо полирования после чистового точения. Они поставляются в виде рулонов или листов на тканевой либо бумажной основе, на которую при помощи клеящего вещества нанесен слой абразивных зерен.

Шкурки выпускаются для сухого шлифования и водостойкие. Последние позволяют во время работы заменять охлаждающие жидкости: воду или керосин.

В зависимости от требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности шкурки изготавливаются из шлифзерна зернистостью 125—16 для черногового и предварительного шлифования; шлифпорошков 12—3 — для чистового шлифования и микropорошков М40—М14 — для тонкого шлифования.

Стали и цветные металлы обрабатываются шкурками из электрокорунда 15А—25А, чугун и другие хрупкие материалы — шкурками из карбида кремния 54С—64С.

Маркировка шлифовальных шкурок, указываемая на обратной стороне рулона или листа, включает наименование шкурки, обозначение абразивного материала и его зернистости.

Абразивные материалы и притиры для доводки. Размерная доводка выполняется твердыми или мягкими абразивными материалами.

В качестве твердых материалов используются микропорошки корунда, карбида кремния, карбида бора, синтетических алмазов зернистостью М40—М5, которые, обладая высокой твердостью, способны соскабливать с обрабатываемой поверхности мельчайшие стружки.

Мягкие абразивные материалы — оксид хрома, оксид железа и другие входят обычно в качестве основы в состав доводочных паст, которые наряду с этим содержат химически активные вещества, образующие на обрабатываемой поверхности нестойкие оксидные пленки. Последние сравнительно легко удаляются зернами мягких абразивных материалов.

Наиболее широкое применение получили доводочные пасты ГОИ (Государственный оптический институт), изготавливаемые на основе оксида хрома. По доводочной способности они делятся на грубые, средние, тонкие.

Доводочные порошки или пасты втираются (шаржируются) в рабочую поверхность притиров, представляющих собой втулки с продольным разрезом, позволяющим регулировать их по диаметру для компенсации износа. Для отверстий малого диаметра применяются нерегулируемые притиры в виде круглого стержня.

Окончательная доводка ведется притирами с гладкой поверхностью (рис. 5.9, *а*). Притиры для предварительной доводки (рис. 5.9, *б* и *в*) снабжены продольными или винтовыми канавками, в которых собираются остатки абразивного материала во время работы.

Притиры 3 для обработки отверстий (рис. 5.9, *г*) регулируются во время работы гайками 2 и 4 за счет конического сопряжения с оправкой 1. Притиры 3 для на-

ружных поверхностей (рис. 5.9, *б*) устанавливаются в жимки 1 и регулируются винтом 2.

Материал притира выбирают в зависимости от его назначения и применяемого абразивного материала.

При доводке твердыми абразивными материалами, зерна которых должны вдавливаются в притир, материал последнего должен быть мягче материала обрабатываемой детали.

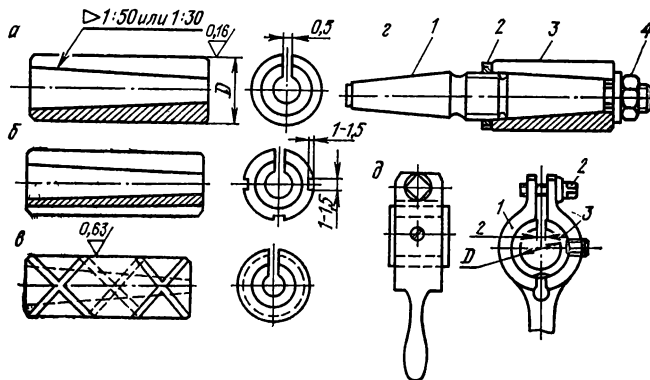


Рис. 5.9. Притиры:

а — а — для доводки отверстий; *б — д* — для валов

мой детали. Кроме того, следует пользоваться более мягким притиром по мере увеличения зернистости применяемого порошка. Для грубой доводки рекомендуются притиры из мягкой стали, меди, латуни, а для предварительной и чистовой — из мелкозернистого серого чугуна средней твердости.

Для работы пастами ГОИ притир должен иметь большую твердость, чем доводимая деталь. Это условие обеспечивается применением притиров из закаленной стали или серого чугуна повышенной твердости.

Шаржирование поверхности притиров твердыми абразивными материалами выполняется прямым или косвенным способом.

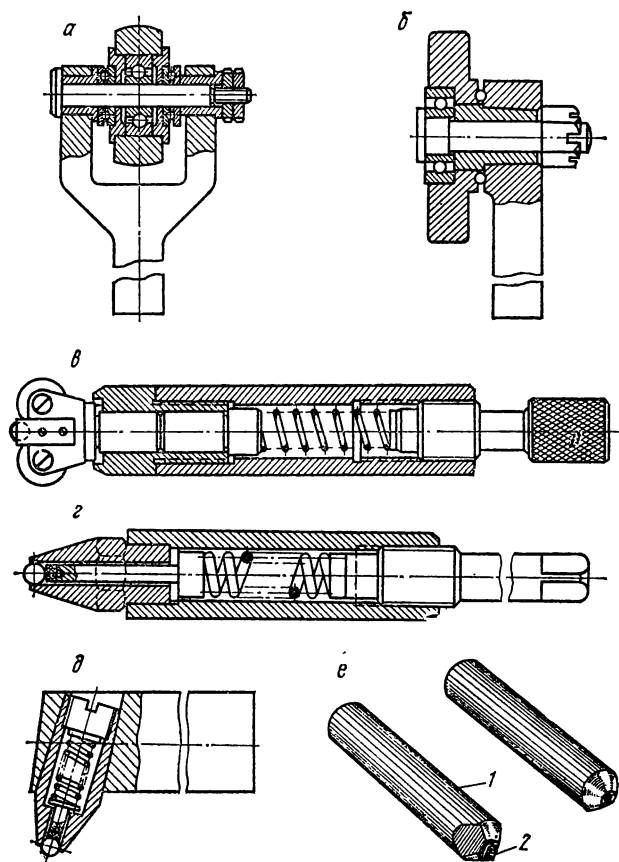


Рис. 5.10. Инструменты для упрочняющей обработки:
 а — е — обкатки; г — раскатка; е — алмазные наконечники

При прямом способе поверхность притира слегка смазывают керосином или маслом и равномерно посыпают тонким слоем абразивного порошка. Затем абразивные зерна вдавливаются в притир прокатыванием по стальной закаленной плите или раскатыванием закаленным валиком. При косвенном способе абразивный порошок вдавливается в поверхность притира в процессе доводки.

Для шаржирования паста ГОИ густо разводится керосином и равномерно тонким слоем наносится на рабочую поверхность притира.

Инструменты для упрочняющей обработки. Для этих работ применяются обкатки, раскатки и алмазные наколенники.

Обкатка с симметрично расположенным роликом (рис. 5.10, а) используется для обработки наружных цилиндрических и конических поверхностей на проход. Ролик имеет сферический профиль (рис. 5.11, а). Для ступенчатых поверхностей, уступов и торцов применяют обкатку с односторонним расположением ролика (рис. 5.10, б), формы рабочего профиля которого изображены на рис. 5.11, б, в, г. При обкатывании уступов и торцов ролик располагают под углом $5-15^\circ$ к обрабатываемой поверхности.

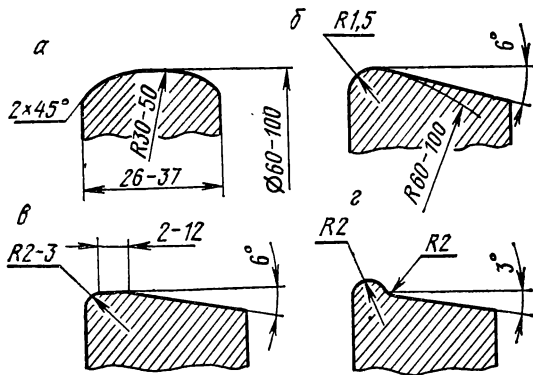


Рис. 5.11. Формы профиля роликов для обкаток

Ролики изготавливаются из легированных сталей X12M или 9XC и закаляются до твердости 59—66 HRC.

Шариковые обкатки и раскатки (рис. 5.10, *в, г, д*) снабжены пружиной, обеспечивающей равномерное давление шарика на деталь. Необходимое давление в зависимости от свойств обрабатываемого материала устанавливается регулировочным винтом. Такие обкатки и раскатки позволяют успешно обрабатывать нежесткие детали, так как шарик, имея точечный контакт с поверхностью, не нуждается в сильном поджиме.

Алмазные наконечники (рис. 5.10, *е*) предназначены для выглаживания поверхности детали. Они представляют собой державку 1 с алмазом 2, рабочая поверхность которого имеет сферическую или цилиндрическую форму. Наконечники закрепляются в цилиндрической оправке и совместно с ней устанавливаются в корпус, подобный шариковым обкаткам. Требуемое давление алмаза на обрабатываемую поверхность создается регулируемой пружиной, помещенной внутри корпуса. Применение алмазного инструмента для выглаживания обусловлено незначительным коэффициентом трения при его скольжении по различным металлам и высокой твердостью алмаза.

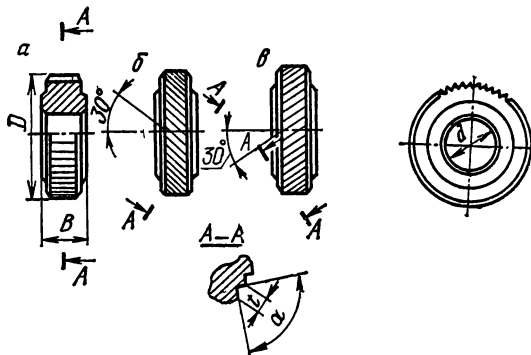


Рис. 5.12. Накатные ролики

Накатные ролики. Для выдавливания рифлений на ручках измерительных инструментов, головках винтов, гаек и некоторых других деталях предназначены накатные ролики.

Выполняются два основных узора накатывания: *прямое* и *сетчатое*. Прямое накатывание производится одним роликом (рис. 5.12,а), сетчатое — двумя, соответственно с правым и левым направлением рифлений (рис. 5.12, б и в). Ролики устанавливаются в державках и свободно вращаются, находясь в контакте с деталью.

Накатные ролики выполняются из сталей У12А или ХВГ и закаливаются до твердости 64—66 HRC_с. Они имеют следующие размеры: $D=15—30$ мм, $B=4—12$ мм, шаг рифлений $t=0,5—1,2$ мм для прямого накатывания и $t=0,6—1,6$ — для сетчатого. Угол профиля рифлений $\alpha=70^\circ$ для сталей и $\alpha=90^\circ$ — для цветных металлов.

Глава 6. ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

6.1. Общие сведения

Нормальное функционирование современного производства немисливо без соблюдения принципа взаимозаменяемости, который предусматривает при сборке возможность замены любых одинаковых деталей без какой-либо подгонки. Взаимозаменяемость обеспечивается предъявлением к точности обработки деталей определенных технических требований, вытекающих из характера и условий работы детали в узле машины. Эти требования, объединенные в понятие *точность обработки*, предписывают точность выполнения размеров детали, геометрической формы ее поверхностей, взаимного расположения поверхностей и их шероховатости.

Технические требования указывают на рабочем чертеже условными обозначениями (знаками, буквами, цифрами), принятыми в Единой системе конструкторской документации (ЕСКД),

6.2. Точность размеров

Выполнение номинальных размеров, проставляемых на чертеже, ограничивается предельными отклонениями, в границах которых допускается колебание действительных размеров, получаемых в результате обработки. Эти отклонения при конструировании деталей выбираются по таблицам действующих стандартов (СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75), образующих единую для всех стран Совета Экономической Взаимопомощи систему допусков и посадок (ЕСДП СЭВ) для гладких сопряжений (цилиндрических и плоских) и для несопрягаемых элементов.

Основу ЕСДП СЭВ составляют ряды допусков, называемые квалитетами, и ряды основных отклонений. Ниже приводятся некоторые положения, термины и определения из СТ СЭВ 145—75, относящиеся к допускам и посадкам.

Допуски и отклонения, указанные в стандартах, относятся к деталям, размеры которых определены при нормальной температуре 20 °С.

Размер — числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения.

Действительный размер — размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры — два предельно допустимых размера (наибольший и наименьший), между которыми должен находиться действительный размер. Они определяются как алгебраическая сумма номинального размера и предельного отклонения.

Номинальный размер — размер, который служит началом отсчета отклонений.

Нулевая линия — линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок.

Допуск — разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Поле допуска — поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями.

Основное отклонение — одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения положения поля допуска относительно нулевой линии. В системе СЭВ таким является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Квалитет — совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Вал — термин, применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов детали.

Отверстие — термин, применяемый для обозначения внутренних (охватывающих) элементов детали.

Основной вал — вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

Основное отверстие — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Посадка — характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов.

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием.

Посадки в системе вала — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом.

В стандарте применены следующие условные обозначения:

верхнее отклонение отверстия	<i>ES</i>
нижнее отклонение отверстия	<i>EI</i>
верхнее отклонение вала	<i>es</i>
нижнее отклонение вала	<i>ei</i>
допуск	<i>IT</i>

Номер квалитета — цифры от 01, 0, 1, 2 и т. д. до 17 — всего 19. Из них первые шесть квалитетов от 01-го до 4-го предусмотрены для средств измерения; квалитеты от 5-го до 12-го — для сопрягаемых элементов деталей; квалитеты от 13-го до 17-го — для несопрягаемых элементов.

Основные отклонения — буквы латинского алфавита: для отверстий — прописные *A, B, C* и т. д.; для валов — строчные *a, b, c* и т. д.

Поле допуска — сочетание буквы основного отклонения и цифры, соответствующей номеру качества. Например, 40g6, 40H7, 40h9.

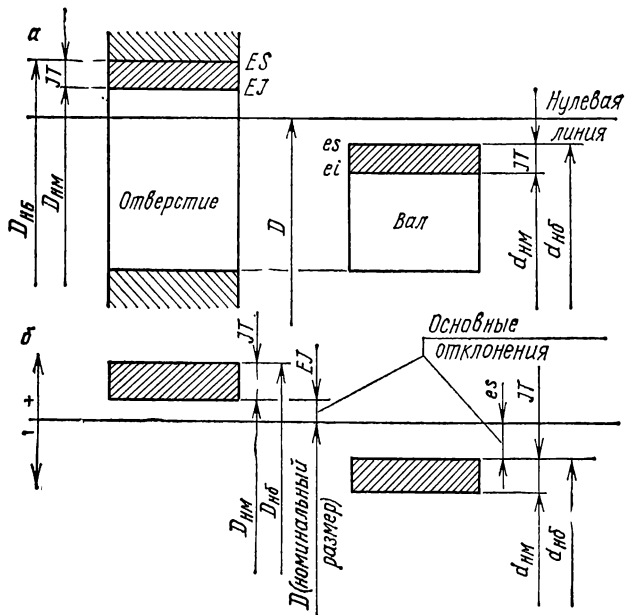


Рис. 6.1. Схема подвижной посадки (а) и графическое изображение ее полей допусков (б):

$D_{нб}$, $D_{нм}$, $d_{нб}$, $d_{нм}$ — наибольшие и наименьшие предельные размеры отверстия и вала

Посадка обозначается общим для соединяемых элементов номинальным размером, за которым следует обозначение полей допусков отверстия и вала. Пример: 40H7/g6, или 40 $\frac{H7}{g6}$, или 40H7—g6.

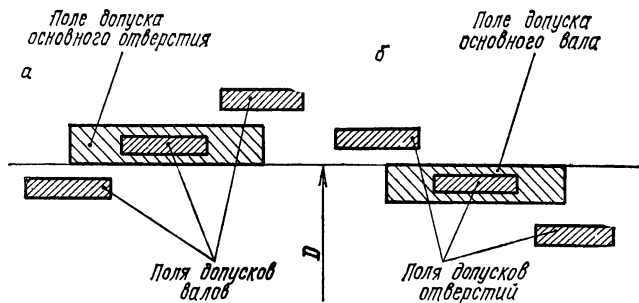


Рис. 6.2. Примеры расположения полей допусков в системе отверстия (а) и в системе вала (б)

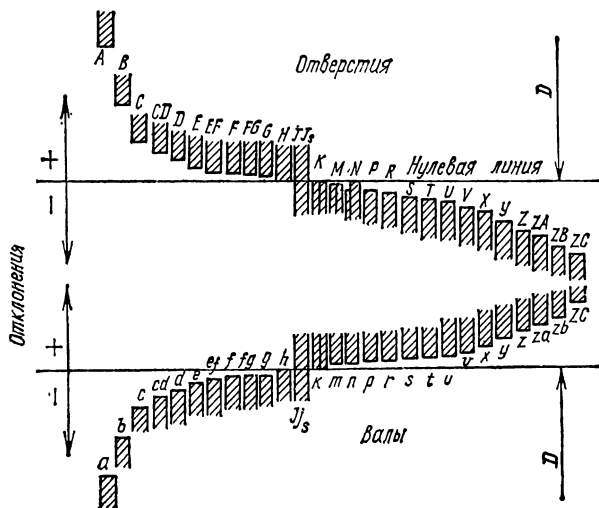


Рис. 6.3. Ряды основных отклонений

Табл. 6.1. Система отверстий. Предельные отклонения полей

Интервалы размеров	Поля									
	<i>H</i> 5	<i>g</i> 5	<i>h</i> 5	<i>f</i> _s 5	<i>k</i> 5	<i>m</i> 5	<i>n</i> 5	<i>p</i> 5	<i>r</i> 5	<i>s</i> 5
	Предельные									
От 1 до 3	+4 0	-2 -6	0 -4	+2,0 -2,0	+4 0	+6 +2	+8 +4	+10 +6	+14 +10	+18 +14
Свыше 3 до 6	+5 0	-4 -9	0 -5	+2,5 -2,5	+6 +1	+9 +4	+13 +8	+17 +12	+20 +15	+24 +19
Свыше 6 до 10	+6 0	-5 -11	0 -6	+3,0 -3,0	+7 +1	+12 +6	+16 +10	+21 +15	+25 +19	+29 +23
Свыше 10 до 14	+8	-6	0	+4,0	+9	+15	+20	+26	+31	+36
Свыше 14 до 18	0	-14	-8	-4,0	+1	+7	+12	+18	+23	+28
Свыше 18 до 24	+9	-7	0	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
Свыше 24 до 30	0	-16	-9	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
Свыше 30 до 40	+11	-9	0	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
Свыше 40 до 50	0	-20	-11	-5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
Свыше 50 до 65	+13	-10	0	+6,5	+15	+24	+33	+45	+54 +41	+66 +53
Свыше 65 до 80	0	-23	-13	-6,5	+2	+11	+20	+32	+56 +43	+72 +59
Свыше 80 до 100	+15	-12	0	+7,5	+18	+28	+38	+52	+66 +51	+86 +71
Свыше 100 до 120	0	-27	-15	-7,5	+3	+13	+23	+37	+69 +54	+94 +79
Свыше 120 до 140	+18	-14	0	+9,0	+21	+33	+45	+61	+81 +63	+110 +92
Свыше 140 до 160	0	-32	-18	-9,0	+3	+15	+27	+43	+83 +65	+118 +100
Свыше 160 до 180									+86 +68	+126 +108

допусков для размеров 1—500 мм (по СТ СЭВ 144—75)

допусков									
<i>H</i> 6	<i>f</i> 6	<i>g</i> 6	<i>h</i> 6	<i>i</i> _s 6	<i>k</i> 6	<i>m</i> 6	<i>n</i> 6	<i>p</i> 6	<i>r</i> 6
отклонения, мкм									
+6 0	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10
+8 0	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15
+9 0	—13 —21	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19
+11 0	—16 —27	—6 —17	0 —11	+5,5 —5,5	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23
+13 0	—20 —33	—7 —20	0 —13	+6,5 —6,5	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28
+16 0	—25 —41	—9 —25	0 —16	+8 —8	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34
+19 0	—30 —49	—10 —29	0 —19	+9,5 —9,5	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43
+22 0	—36 —58	—12 —34	0 —22	+11,0 —11,0	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54
+25 0	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68

Интервалы размеров	Поля									
	<i>H</i> 5	<i>g</i> 5	<i>h</i> 5	<i>j</i> _s 5	<i>k</i> 5	<i>m</i> 5	<i>n</i> 5	<i>p</i> 5	<i>r</i> 5	<i>s</i> 5
	Предельные									
Свыше 180 до 200	+20	-15	0	+10,0	+24	+37	+51	+70	+97 +77	+142 +122
Свыше 200 до 225	0	-35	-20	-10,0	+4	+17	+30	+50	+100 +80	+150 +130
Свыше 225 до 250									+104 +84	+160 +140
Свыше 250 до 280	+23	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+117 +94	+181 +158
Свыше 280 до 315	0	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+59	+121 +98	+193 +170
Свыше 315 до 335	+25	-18	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+133 +108	+215 +190
Свыше 335 до 400	0	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+139 +114	+233 +208
Свыше 400 до 450	+27	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153 +126	+259 +232
Свыше 450 до 500	0	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159 +132	+279 +252

На рис. 6.1, 6.2 и 6.3 приведены схемы, поясняющие термины и определения СТ СЭВ.

Предельные отклонения на чертежах могут быть указаны одним из следующих способов:

1) условными обозначениями полей допусков по СТ СЭВ 145—75, например 18*H*7; 12*e*8;

2) числовыми значениями предельных отклонений, например 18^{+0,018}; 12^{-0,032}_{-0,059};

3) условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например 18*H*7(^{+0,018}); 12*e*8(^{-0,032}_{-0,059}). Более предпочтительными являются второй и третий способы.

Предельные отклонения полей допусков относительно низкой точности (от 12-го качества и грубее) на раз-

допусков									
H6	f6	g6	h6	i _s 6	k6	m6	n6	p6	r6
отклонения, мкм									
+29	-50	-15	0	+14,5	+33	+46	+60	+79	+106 +77
0	-79	-44	-29	-14,5	+4	+17	+31	+50	+109 +80
									+113 +84
+32	-56	-17	0	+16,0	+36	+52	+66	+88	+126 +94
0	-88	-49	-32	-16,0	+4	+20	+34	+56	+130 +98
+36	-62	-18	0	+18,0	+40	+57	+73	+98	+144 +108
0	-96	-54	-36	-18,0	+4	+21	+37	+62	+150 +114
+40	-68	-20	0	+20,0	+45	+63	+80	+108	+166 +126
0	-108	-60	-40	-20,0	+5	+23	+40	+68	+172 +132

мерах чертежа обычно не проставляются, а указываются общей записью предпочтительно по 14-му качеству в технических условиях, например: «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14,

остальных $\pm \frac{IT14}{2}$ ». При этом под понятием «остальные»

подразумеваются элементы детали, не относящиеся ни к отверстиям, ни к валам, например фаски, радиусы закруглений и др.

Предельные отклонения полей допусков, образующие посадки в системе отверстия для размеров от 1 до 500 мм, приведены в табл. 6.1, а рекомендуемые замены посадок системы ОСТ посадками по СТ СЭВ 144—75 — в табл. 6.2.

Интервалы размеров	Поля									
	s6	t6	H7	e7	f7	h7	i _s 7	k7	m7	n7
	Предельные									
От 1 до 3	+20 +14	—	+10 0	—14 —24	—6 —16	0 —10	+5 —5	+10 0	—	+14 +4
Свыше 3 до 6	+27 +19	—	+12 0	—20 —32	—10 —22	0 —12	+6 —6	+13 +1	+16 +4	+20 +8
Свыше 6 до 10	+32 +23	—	+15 0	—25 —40	—13 —28	0 —15	+7 —7	+16 +1	+21 +6	+25 +10
Свыше 10 до 14	+39	—	+18	—32	—16	0	+9	+19	+25	+30
Свыше 14 до 18	+28	—	0	—50	—34	—18	—9	+1	+7	+12
Свыше 18 до 24	+48	—	+21	—40	—20	0	+10	+23	+29	+36
Свыше 24 до 30	+35	+54 +41	0	—61	—41	—21	—10	+2	+8	+15
Свыше 30 до 40	+59	+64 +48	+25	—50	—25	0	+12	+27	+34	+42
Свыше 40 до 50	+43	+70 +54	0	—75	—50	—25	—12	+2	+9	+17
Свыше 50 до 65	+72 +53	+85 +66	+30	—60	—30	0	+15	+32	+41	+50
Свыше 65 до 80	+78 +59	+94 +75	0	—90	—60	—30	—15	+2	+11	+20

Продолжение табл. 6.1

допусков									
s7	u7	H8	c8	d8	e8	f8	h8	u8	x8
отклонения, мкм									
+24 +14	+28 +18	+14 0	-60 -74	-20 -34	-14 -28	-6 -20	0 -14	+32 +18	+34 +20
+31 +19	+35 +23	+18 0	-70 -88	-30 -48	-20 -38	-10 -28	0 -18	+41 +23	+46 +28
+38 +23	+43 +28	+22 0	-80 -102	-40 -62	-25 -47	-13 -35	0 -22	+50 +28	+56 +34
+46	+51	+27	-95	-50	-32	-16	0	+60	+67 +40
+28	+33	0	-122	-77	-59	-43	-27	+33	+72 +45
+56	+62 +41	+33	-110	-65	-40	-20	0	+74 +41	+87 +54
+35	+69 +48	0	-143	-98	-73	-53	-33	+81 +48	+97 +64
+68	+85 +60	+39	-120 -159	-80	-50	-25	0	+99 +60	+119 +80
+43	+95 +70	0	-130 -169	-119	-89	-64	-39	+109 +70	+136 +97
+83 +53	+117 +87	+46	-140 -186	-100	-60	-30	0	+133 +87	+168 +122
+89 +59	+132 +102	0	-150 -196	-146	-106	-76	-46	+148 +102	+192 +146

Интервалы размеров	Поля									
	s6	i6	H7	e7	f7	h7	i _s 7	k7	m7	n7
	Предельные									
Свыше 80 до 100	+93 +71	+113 +91	+35	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58
Свыше 100 до 120	+101 +79	+126 +104	0	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23
Свыше 120 до 140	+117 +92	+147 +122	+40	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67
Свыше 140 до 160	+125 +100	+159 +134	0	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27
Свыше 160 до 180	+133 +108	+171 +146								
Свыше 180 до 200	+151 +122	+195 +166	+46	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77
Свыше 200 до 225	+159 +130	+209 +180	0	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31
Свыше 225 до 250	+169 +140	+225 +196								
Свыше 250 до 280	+190 +158	+250 +218	+52	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86
Свыше 280 до 315	+202 +170	+272 +240	0	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34
Свыше 315 до 335	+226 +190	+304 +268	+57	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94
Свыше 335 до 400	+244 +208	+330 +294	0	-182	-119	-57	-26	+4	+21	+37
Свыше 400 до 450	+272 +232	+370 +333	+63	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103
Свыше 450 до 500	+292 +252	+400 +360	0	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40

Продолжение табл. 6.1

допусков									
s7	u7	H8	c8	d8	e8	f8	h8	u8	x8
отклонения, мкм									
+106 +71	+159 +124	+54	-170 -224	-120	-72	-36	0	+178 +124	+232 +178
+114 +79	+179 +144	0	-180 -234	-174	-126	-90	-54	+198 +144	+264 +210
+132 +92	+210 +170	+63	-200 -263	-145	-85	-43	0	+233 +170	+311 +248
+140 +100	+230 +190	0	-210 -273	-208	-148	-106	-63	+253 +190	+343 +280
+148 +108	+250 +210		-230 -293					+273 +210	+373 +310
+168 +122	+282 +236	+72	-240 -312	-170	-100	-50	0	+308 +236	+422 +350
+176 +130	+304 +258	0	-260 -332	-242	-172	-122	-72	+330 +258	+457 +385
+186 +140	+330 +284		-280 -352					+356 +284	+497 +425
+210 +158	+367 +315	+81	-300 -381	-190	-110	-56	0	+396 +315	+556 +475
+222 +170	+402 +350	0	-330 -411	-271	-191	-137	-81	+431 +350	+606 +525
+247 +190	+447 +390	+89	-360 -449	-210	-125	-62	0	+479 +390	+679 +590
+265 +208	+492 +435	0	-400 -489	-299	-214	-151	-89	+524 +435	+749 +660
+295 +232	+553 +490	+97	-440 -537	-230	-135	-68	0	+587 +490	+837 +740
+315 +252	+603 +540	0	-480 -577	-327	-232	-165	-97	+637 +540	+917 +820

Интервалы размеров	Поля									
	z8	H9	d9	e9	f9	h9	H10	d10	h10	H11
	Предельные									
От 1 до 3	+40 -26	+25 0	-20 -45	-14 -39	-6 -31	0 -25	+40 0	-20 -60	0 -40	+60 0
Свыше 3 до 6	+53 +35	+30 0	-30 -60	-20 -50	-10 -40	0 -30	+48 0	-30 -78	0 -48	+75 0
Свыше 6 до 10	+64 +42	+36 0	-40 -76	-25 -61	-13 -49	0 -36	+58 0	-40 -98	0 -58	+90 0
Свыше 10 до 14	+77 +50	+43 0	-50 -93	-32 -75	-16 -59	0 -43	+70 0	-50 -120	0 -70	+110 0
Свыше 14 до 18	+87 +60									
Свыше 18 до 24	+106 +73	+52 0	-65 -117	-40 -92	-20 -72	0 -52	+84 0	-65 -149	0 -84	+130 0
Свыше 24 до 30	+121 +88									
Свыше 30 до 40	+151 +112	+62 0	-80 -142	-50 -112	-25 -87	0 -62	+100 0	-80 -180	0 -100	+160 0
Свыше 40 до 50	+175 +136									
Свыше 50 до 65	+218 +172	+74 0	-100 -174	-60 -134	-30 -104	0 -74	+120 0	-100 -220	0 -120	+190 0
Свыше 65 до 80	+256 +210									

Продолжение табл. 6.1

допусков									
<i>d</i> 11	<i>b</i> 11	<i>c</i> 11	<i>d</i> 11	<i>h</i> 11	<i>H</i> 12	<i>b</i> 12	<i>h</i> 12	<i>H</i> 14	<i>h</i> 14
отклонения, мкм									
-270 -330	-140 -200	-60 -120	-20 -80	0 -60	+100 0	-140 -240	0 -100	+250 0	0 -250
-270 -345	-140 -215	-70 -145	-30 -105	0 -75	+120 0	-140 -260	0 -120	+300 0	0 -300
-280 -370	-150 -240	-80 -170	-40 -130	0 -90	+150 0	-150 -300	0 -150	+360 0	0 -360
-290 -400	-150 -260	-95 -205	-50 -160	0 -110	+180 0	-150 -330	0 -180	+430 0	0 -430
-300 -430	-160 -290	-110 -240	-65 -195	0 -130	+210 0	-160 -370	0 -210	+520 0	0 -520
-310 -470	-170 -330	-120 -280	-80 -240	0 -160	+250 0	-170 -420 -180 -430	0 -250	+620 0	0 -620
-340 -530	-190 -380	-140 -330	-100 -290	0 -190	+300 0	-190 -490 -200 -500	0 -300	+740 0	0 -740

Интервалы размеров	Поля									
	<i>z8</i>	<i>H9</i>	<i>d9</i>	<i>e9</i>	<i>f9</i>	<i>h9</i>	<i>H10</i>	<i>d10</i>	<i>h10</i>	<i>H11</i>
	Предельные									
Свыше 80 до 100	+312 +258	+87	-120	-72	-36	0	+140	-120	0	+220
Свыше 100 до 120	+364 +310	0	-207	-159	-123	-87	0	-260	-140	0
Свыше 120 до 140	+428 +365	+100	-145	-85	-43	0	+160	-145	0	+250
Свыше 140 до 160	+478 +415	0	-245	-185	-143	-100	0	-305	-160	0
Свыше 160 до 180	+528 +465									
Свыше 180 до 200	+592 +520	+115	-170	-100	-50	0	+185	-170	0	+290
Свыше 200 до 225	+647 +575	0	-285	-215	-165	-115	0	-355	-185	0
Свыше 225 до 250	+712 +640									
Свыше 250 до 280	+791 +710	+130	-190	-110	-56	0	+210	-190	0	+320
Свыше 280 до 315	+871 +790	0	-320	-240	-186	-130	0	-400	-210	0
Свыше 315 до 355	+989 +900	+140	-210	-125	-62	0	+230	-210	0	+360
Свыше 355 до 400	+1089 +1000	0	-350	-265	-202	-140	0	-440	-230	0
Свыше 400 до 450	+1197 +1100	+155	-230	-135	-68	0	+250	-230	0	+400
Свыше 450 до 500	+1347 +1250	0	-385	-290	-223	-155	0	-480	-250	0

Примечание.



— предпочтительные поля допусков.

допусков									
d11	b11	c11	d11	h11	H12	b12	h12	H14	h14
отклонения, мкм									
—380 —600	—220 —440	—170 —390	—120	0	+350	—220 —270	0	+870	0
—410 —630	—240 —460	—180 —400	—340	—220	0	—240 —590	—350	0	—870
—460 —710	—260 —510	—200 —450	—145	0	+400	—260 —660	0	+1000	0
—520 —770	—280 —530	—210 —460	—395	—250	0	—280 —680	—400	0	—1000
—580 —830	—310 —560	—230 —480				—310 —710			
—660 —950	—340 —630	—240 —530	—170	0	+400	—340 —800	0	+1150	0
—740 —1030	—380 —670	—260 —550	—460	—290	0	—380 —840	—460	0	—1150
—820 —1110	—420 —710	—280 —570				—420 —880			
—920 —1240	—480 —800	—300 —620	—190	0	+520	—480 —1000	0	+1300	0
—1050 —1370	—540 —860	—330 —650	—510	—320	0	—540 —1060	—520	0	—1300
—1200 —1560	—600 —960	—360 —720	—210	0	+570	—600 —1170	0	+1400	0
—1350 —1710	—680 —1040	—400 —760	—570	—360	0	—680 —1250	—570	0	—1400
—1500 —1900	—760 —1160	—440 —840	—230	0	+630	—760 —1390	0	+1550	0
—1650 —2050	—840 —1240	—480 —880	—630	—400	0	—840 —1470	—630	0	—1550

Табл. 6.2. Рекомендуемые замены посадок системы ОСТ посадками по СТ СЭВ 144—75 для размеров от 1 до 500 мм

Класс точности по системе ОСТ	Система отверстия			
	посадка по системе ОСТ	посадка по СТ СЭВ 144—75	посадка по системе ОСТ	посадка по СТ СЭВ 144—75
1	2	3	4	5
Класс 1	$\frac{A_1}{\text{Пр}2_1}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{A_1}{\text{П}_1}$	$\frac{H6}{js5}$
	$\frac{A_1}{\text{Пр}1_1}$	$\frac{H6}{r5}$	П_1	—
	$\frac{A_1}{\Gamma_1}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{A_1}{C_1}$	$\frac{H6}{h5}$
	$\frac{A_1}{T_1}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{A_1}{Д_1}$	$\frac{H6}{g5}$
	$\frac{A_1}{H_1}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{A_1}{X_1}$	$\frac{H6}{f6}$
Класс 2	$\frac{A}{\Gamma p}$	$\frac{H7}{u7}$ —	$\frac{A}{\text{П}}$	$\frac{H7}{js6}$ —
	$\frac{A}{\text{Пр}}$	$\frac{H7}{r6}$ (От 1 до 120)	$\frac{A}{C}$	$\frac{H7}{h6}$
		$\frac{H7}{s6}$ (От 1 до 3 и свыше 80 до 500)	$\frac{A}{Д}$	$\frac{H7}{q6}$

Продолжение табл. 6 2

1	2	3	4	5
Класс 2	$\frac{A}{\text{Пл}}$	$\frac{H7}{p6}$ (От 1 до 120)	$\frac{A}{X}$	$\frac{H7}{f7}$
		$\frac{H7}{r6}$ (От 1 до 3 и свыше 80 до 500)	$\frac{A}{Л}$	$\frac{H7}{e8}$
	$\frac{A}{Г}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{A}{Ш}$	$\frac{H7}{d8}$
	$\frac{A}{Т}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{A}{ТХ}$	$\frac{H7}{c8}$
	$\frac{A}{H}$	$\frac{H7}{k6}$	—	—
Класс 2а	$\frac{A_{2a}}{\text{Пр}1_{2a}}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{A_{2a}}{\text{П}_{2a}}$	$\frac{H8}{j_s7}$
	$\frac{A_{2a}}{\text{Пр}2_{2a}}$	$\frac{H8}{u8}$		—
	$\frac{A_{2a}}{\Gamma_{2a}}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{A_{2a}}{C_{2a}}$	$\frac{H8}{h7}$
	$\frac{A_{2a}}{Т_{2a}}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{A_{2a}}{X_{2a}}$	$\frac{H8}{f7}$
	$\frac{A_{2a}}{H_{2a}}$	$\frac{H8}{k7}$	—	—

Продолжение табл. 6.2

1	2	3	4	5
Класс 3	$\frac{A_3}{\text{Пр}3_3}$	$\frac{H8}{z8}$ (Свыше 18 до 100)	$\frac{A_3}{C_3}$	$\frac{H8}{h8}$
		$\frac{H8}{x8}$ (Свыше 50 до 500)		$\frac{H9}{h8}$
		$\frac{H8}{u8}$ (Свыше 225 до 500)		$\frac{H8}{h9}$
		$\frac{H8}{zb8}$ (Свыше 6 до 18)		$\frac{H9}{h9}$
		$\frac{H8}{za8}$ (Свыше 10 до 18)		$\frac{H9}{f8}$
	$\frac{A_3}{\text{Пр}2_3}$	$\frac{H8}{z8}$ (Свыше 6 до 30)	$\frac{A_3}{X_3}$	$\frac{H8}{f9}$
		$\frac{H8}{x8}$ (Свыше 6 до 50)		$\frac{H9}{e8}$
		$\frac{H8}{u8}$ (Свыше 30 до 500)		$\frac{H8}{e9}$
	$\frac{A_3}{\text{Пр}1_3}$	$\frac{H8}{x8}$ (Свыше 3 до 30)	$\frac{A_3}{Ш_3}$	$\frac{H8}{d9}$
		$\frac{H8}{u8}$ (Свыше 3 до 100)		$\frac{H9}{d9}$
		$\frac{H8}{s8}$ (Свыше 65 до 500)		$\frac{H8}{d10}$
Класс 3а	$\frac{A_{3a}}{C_{3a}}$	$\frac{H10}{h10}$	—	—

Окончание табл. 6.2

1	2	3	4	5
Класс 4	$\frac{A_4}{C_4}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{A_4}{L_4}$	$\frac{H11}{c11}$ (От 1 до 18 и свыше 160 до 500)
	$\frac{A_4}{X_4}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{A_4}{Ш_4}$	$\frac{H11}{a11}$
	$\frac{A_4}{Л_4}$	$\frac{H11}{b11}$		$\frac{H11}{b11}$ (От 1 до 18 и свыше 200 до 500)
Класс 5	$\frac{A_5}{C_5}$	$\frac{H12}{h12}$	$\frac{A_5}{X_5}$	$\frac{H12}{b12}$

6.3. Точность геометрической формы и взаимного расположения поверхностей

Под *отклонением формы* понимается отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной поверхности, заданной чертежом. Оно оценивается наибольшим расстоянием Δ от точек реальной поверхности до прилегающей (номинальной).

Применительно к цилиндрической поверхности погрешности формы (рис. 6.4) в большинстве случаев объединяются в общее понятие — отклонение от цилиндричности, частными составляющими которого являются: отклонение от круглости — *овальность*, *огранка* и отклонение профиля продольного сечения — *конусообразность*, *бочкообразность*, *седлообразность*. Для этих частных погрешностей, включая огранку с четным числом граней,

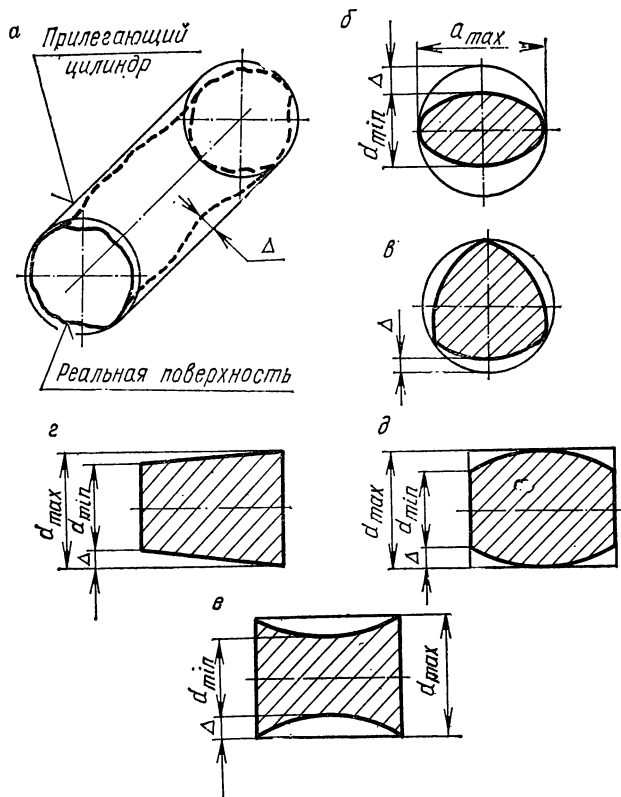


Рис. 6.4. Погрешности формы цилиндрической поверхности:
 а — нецилиндричность; б — овальность; в — огранка; г — конусообразность; д — бочкообразность; е — седлообразность

отклонение формы количественно определяется полуразностью наибольшего и наименьшего диаметров, т. е.

$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}.$$

Для торцов погрешности формы (рис. 6.5) выражаются отклонением от плоскостности, включающим его частные виды — выпуклость и вогнутость.

К погрешностям взаимного расположения относятся отклонения от перпендикулярности, параллельности, соосности и др. Для поверхностей круглых деталей эти погрешности определяются в основном двумя наиболее характерными суммарными показателями — радиальным

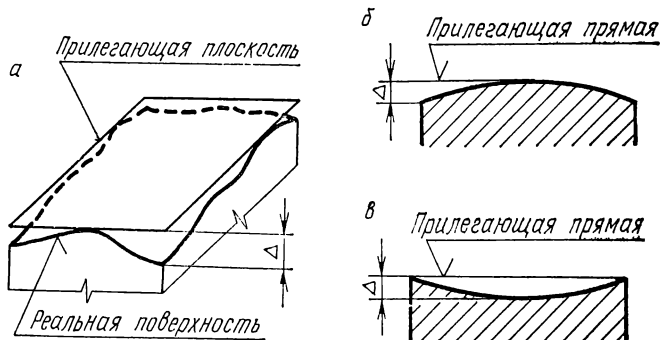


Рис. 6.5. Погрешности формы плоской поверхности:
а — неплоскостность; б — выпуклость; в — вогнутость

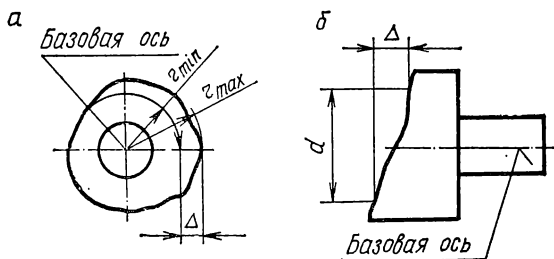


Рис. 6.6. Погрешности взаимного расположения:
а — радиальное биение; б — торцовое биение

Табл. 6.3. Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей ГОСТ 2.308—79 (СТ СЭВ 368—76)

Допуски	Знаки	Допуски	Знаки
1. Формы		2. Расположения	
Плоскостности		Перпендикулярности	
Круглости		Параллельности	
Цилиндричности		Соосности	
Профиля продольного сечения		3. Суммарные	
		Радиального и торцового биения	

и торцовым биениями (рис. 6.6), являющимися результатом совместного проявления отклонений формы и расположения рассматриваемой поверхности.

Радиальное биение есть разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси.

Торцовое биение — разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной к базовой оси на окружности заданного диаметра d .

Допуски формы и расположения поверхностей в соответствии с ГОСТ 2.308—79 (СТ СЭВ 368—76) могут указываться на рабочих чертежах условными обозначениями (табл. 6.3), что более предпочтительно, или текстом в технических требованиях.

При изображении допусков формы и расположения условными обозначениями их вписывают в прямоугольную рамку (рис. 6.7), разделенную на две или три части. В первой (слева) части записывается знак допуска, во

второй — его числовое значение, в третьей — буквенное обозначение измерительной базы. Рамка соединяется с поверхностью, к которой относится допуск, сплошной тонкой линией, оканчивающейся стрелкой.

Допуск расположения может также вписываться в рамку из двух частей, но в этом случае ее дополнитель-

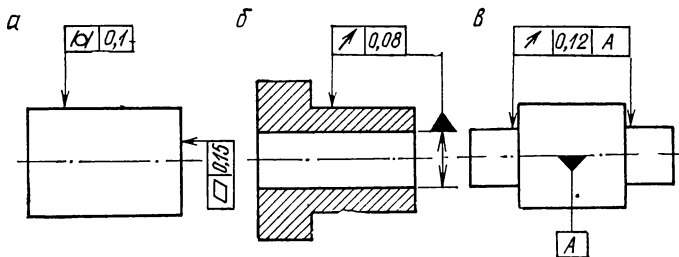


Рис. 6.7. Примеры изображения на чертеже допусков формы (а) и расположения (б и в) поверхностей

но соединяют с базовой поверхностью линией, оканчивающейся зачерненным треугольником (рис. 6.7, б).

Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные на чертежах числовыми значениями, назначаются по СТ СЭВ 1911—79.

Если допуск формы (цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения, плоскостности), а также параллельности не указан, то допускаются любые отклонения в пределах поля допуска размера рассматриваемого элемента. Исключение составляют частные виды отклонений цилиндрической поверхности: овальность, огранка с четным числом граней, конусообразность, бочкообразность, седлообразность, для которых наибольшее отклонение формы принимается равным половине допуска диаметра цилиндра, т. е.

$$\Delta_{\max} = 0,5 ITd.$$

Кроме того, для элементов с указанными допусками параллельности, перпендикулярности или торцового бие-

**Табл. 6.4. Параметры шероховатости поверхности
(ГОСТ 2789—73)**

Классы шерохова- тости по- верхности	Раз- ряды	Параметры шероховатости, мкм		Базовая длина l , мм
		R_a	R_z	
1	2	3	4	5
1	—	От 80 до 40	От 320 до 160	8,0
2	—	От 40 до 20	От 160 до 80	
3	—	От 20 до 10	От 80 до 40	
4	—	От 10 до 5	От 40 до 20	2,5
5	—	От 5 до 2,5	От 20 до 10	
6	а	От 2,5 до 2,0	—	0,8
	б	От 2,0 до 1,6	—	
	в	От 1,6 до 1,25	—	
7	а	От 1,25 до 1,00	—	
	б	От 1,00 до 0,80	—	
	в	От 0,80 до 0,63	—	
8	а	От 0,63 до 0,50	—	
	б	От 0,50 до 0,40	—	
	в	От 0,40 до 0,32	—	
9	а	От 0,32 до 0,25	—	0,25
	б	От 0,25 до 0,20	—	
	в	От 0,20 до 0,16	—	
10	а	От 0,160 до 0,125	—	
	б	От 0,125 до 0,100	—	
	в	От 0,100 до 0,080	—	

1	2	3	4	5
11	а	От 0,080 до 0,063	—	0,25
	б	От 0,063 до 0,050	—	
	в	От 0,050 до 0,040	—	
12	а	От 0,040 до 0,032	—	0,125
	б	От 0,032 до 0,025	—	
	в	От 0,025 до 0,020	—	
13	а	—	От 0,100 до 0,080	0,08
	б	—	От 0,080 до 0,063	
	в	—	От 0,063 до 0,050	
14	а	—	От 0,050 до 0,040	0,04
	б	—	От 0,040 до 0,032	
	в	—	От 0,032 до 0,025	

Примечание. Базовая длина l — длина, на которой определяются параметры шероховатости.

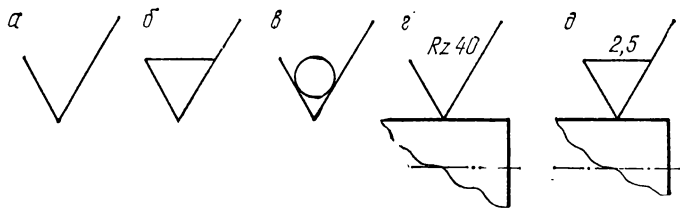


Рис. 6.8. Условные обозначения шероховатости:

а — вид обработки не устанавливается; б — поверхность образована удалением слоя металла (точением, фрезерованием и др.); в — поверхность образована без удаления слоя металла (литье, ковка, штамповка); г — пример обозначения высоты неровностей профиля; д — пример обозначения среднеарифметического отклонения профиля

ния неуказанные допуски плоскостности принимаются равными допуску расположения или торцового биения.

Неуказанные допуски расположения (биения, перпендикулярности, соосности), если на чертеже имеется ссылка на СТ СЭВ 1911—79, устанавливаются по нему в зависимости от качества, которому соответствует допуск размера рассматриваемого элемента.

6.4. Шероховатость поверхностей

Шероховатость поверхности характеризуется величиной неровностей, остающихся на ней в результате обработки резанием. По ГОСТ 2789—73 предусмотрены два основных показателя шероховатости: R_z — высота неровностей профиля и R_a — среднеарифметическое отклонение профиля. Их значения в микрометрах и соотношение с классами шероховатости, встречающимися в ранее разработанной (до 1980 г.) технической документации, приведены в табл. 6.4.

Для обозначения шероховатости на рабочих чертежах ГОСТ 2.309—73 установил три условных обозначения, изображенных на рис. 6.8, над которыми проставляются буквенные символы (кроме R_a) и числовые значения высоты неровностей профиля в микрометрах.

6.5. Средства измерения и контроля для токарных работ

В процессе работы токарь пользуется средствами для настройки станка на требуемые размеры и проверки годности изделий.

Применяемые для этого инструменты можно разделить на две группы: *измерительные* — для определения действительных размеров обрабатываемых поверхностей и *контрольно-проверочные* — для установления годности размеров и формы детали в пределах технических требований рабочего чертежа.

К первой группе относятся все шкальные инструменты: измерительные линейки, штангенциркули, микрометры, угломеры, индикаторы, индикаторные ну-

тромеры, а также простые бесшкальные инструменты — кронциркули, нутромеры, рейсмасы.

Измерительные инструменты для точных измерений имеют две шкалы — основную и нониусную. Последняя позволяет измерять с точностью до долей миллиметра.

Измерения кронциркулем и нутромером, которые не имеют шкал, выполняются определением величины раствора ножек, установленных по размеру измеряемой поверхности, линейкой или штангенциркулем.

Рейсмасом пользуются для выверки положения заготовок, закрепляемых в четырехкулачковых патронах, планшайбе, на угольнике. Его игла настраивается на размер по разметочным линиям заготовки или измерительной линейкой.

Измерительные инструменты характеризуются ценой и интервалом деления, а также пределами измерения.

Цена деления — это значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы.

Интервал деления соответствует расстоянию между двумя соседними штрихами шкалы.

Пределы измерения — это наибольший и наименьший размеры, измеряемые данным инструментом.

С учетом возможных погрешностей процесса измерения выбор типа измерительного инструмента обычно производят так, чтобы точность отсчета размера с его помощью была не более $1/2$ допуска определяемой величины.

Во вторую группу средств измерения входят предельные калибры (пробки, скобы, кольца, втулки), шаблоны, щупы, угольники, лекальные линейки.

Предельными калибрами определяют годность размера детали в пределах допуска. Они имеют две стороны — проходную ПР и непроходную НЕ соответственно предельным значениям проверяемого размера. Изделие считается годным, если проходная сторона калибра проходит, а непроходная не проходит относительно проверяемой поверхности. Достоинством предельных калибров является объективность и быстрота проверки, поэтому их преимущественно применяют при изготовлении больших партий деталей.

Шаблоны представляют собой измерители, чаще всего в виде пластин, имеющие на одной или нескольких боковых сторонах профиль проверяемой поверхности. Годность изделия определяется ими на просвет, по степени прилегания поверхности шаблона и детали.

Аналогичный способ контроля прямолинейности или перпендикулярности поверхностей детали на просвет выполняется лекальными линейками и угольниками. При необходимости величину зазора в этом случае определяют набором мерных пластин — щупов.

Для уменьшения погрешностей измерения при проверке изделий необходимо руководствоваться правилами эксплуатации средств измерения.

1. Точные измерения выполнять при нормальной температуре (20 °С).

2. Нельзя измерять вращающиеся детали.

3. При измерении поверхности инструмента и детали должны сопрягаться без перекоса.

4. Нельзя прилагать больших усилий к измерительным инструментам. Инструменты для точных измерений снабжены для этой цели трещотками и тарированными пружинами. Предельные калибры должны входить в контакт с контролируемой поверхностью под действием собственного веса или легким усилием руки.

5. Поверхности детали и инструмента перед измерением должны быть тщательно очищены от грязи и стружки.

6. Следует оберегать средства измерения от случайных ударов.

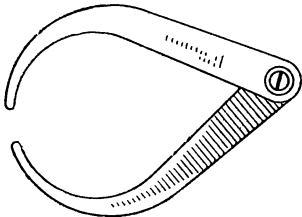
7. Перед использованием измерительными инструментами необходимо проверить совпадение нулевых (начальных) рисок основной и нониусной шкал.

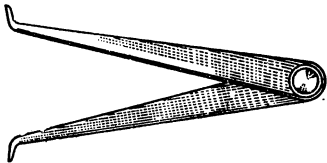
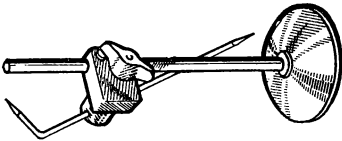
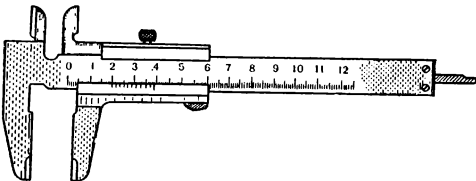
8. По окончании работы тщательно очистить инструменты, а точные измерительные поверхности промыть авиационным бензином или спиртом и смазать бескислотным техническим вазелином.

9. Следует пользоваться только инструментами, прошедшими аттестацию на точность.

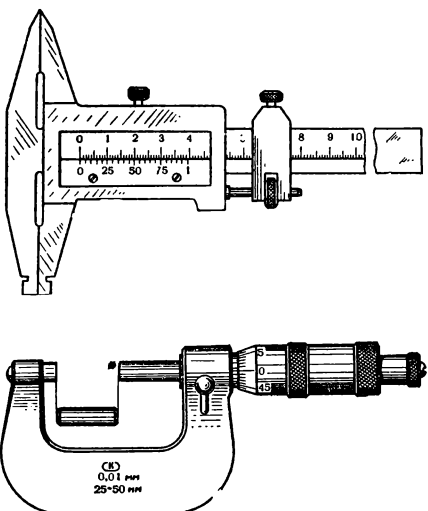
Наиболее часто употребляемые средства измерения и контроля для токарных работ приведены в табл. 6.5.

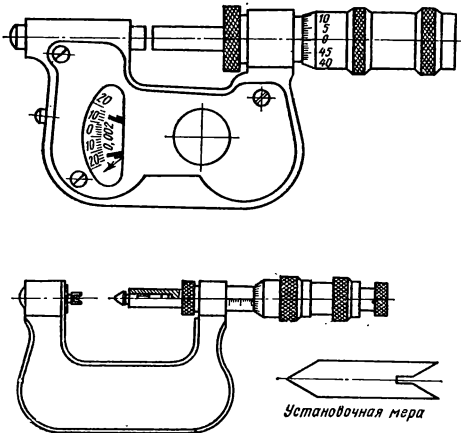
Табл. 6.5. Характеристика средств измерения для токарных работ

Инструмент, его назначение и краткая характеристика	Внешний вид	Пределы измерения, мм	Точность отсчета размера, мм
1	2	3	4
Линейка измерительная (ГОСТ 427—75) Для измерения линейных размеров выпускаются с одной или двумя шкалами		0—150 0—300 0—500 0—1000	0,5
Кронциркуль Для измерения наружных размеров и глубины внутренних канавок		до 500	0,5

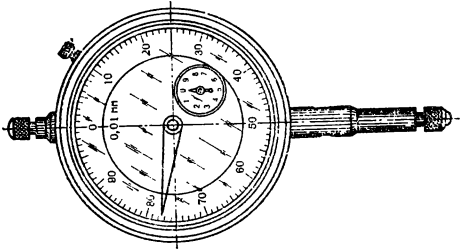
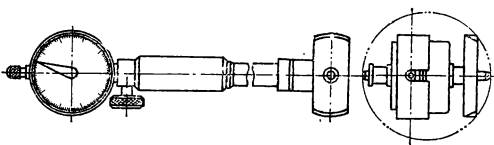
1	2	3	4
Нутромер Для измерения диаметров ступенчатых отверстий		до 300	0,5
Рейсмас Для выверки заготовок при сложной установке		—	0,5
Штангенциркуль ШЦ-I (ГОСТ 166—80) С двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и измерения глубины линейкой		0—125	0,1

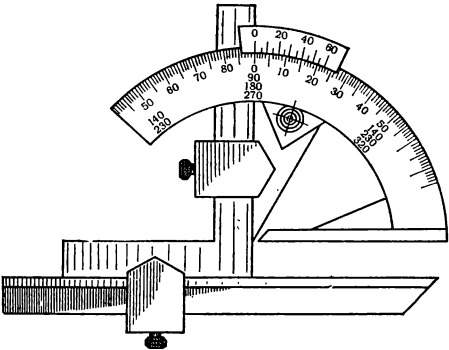
Продолжение табл. 6.5

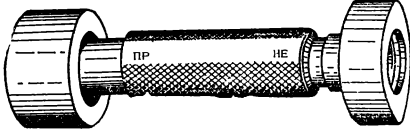
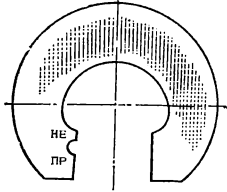
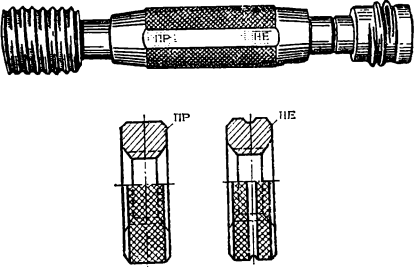
1	2	3	4
Штангенциркуль ШЦ-II (ГОСТ 166—80) С двусторонним распо- ложением губок для на- ружных и внутренних измерений. Губки для внутренних размеров имеют ширину 10 мм Микрометр гладкий МК (ГОСТ 6507—78) Для точных наружных измерений		0—160 0—200 0—250 0—300 с ин- тервалом 25; 300—600 с ин- тервалом 100	0,05 и 0,1 0,01

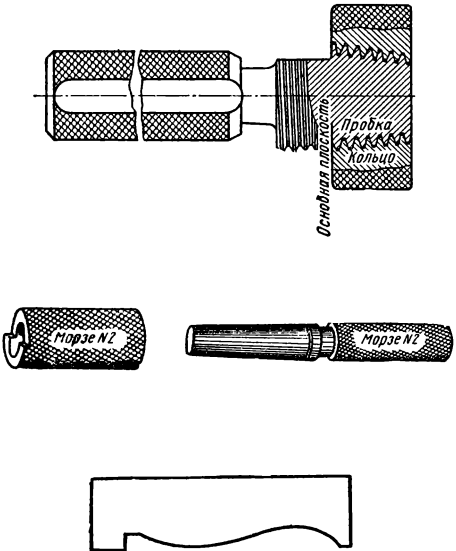
1	2	3	4
Микрометр рычажный (ГОСТ 4381—80) Для очень точных наружных измерений. Целые и сотые доли миллиметра отсчитываются по шкалам микрометрической головки, тысячные — по шкале скобы Микрометры резьбовые со вставками: для метрических и дюймовых резьб МВМ; для трапецидальных — МВТ (ГОСТ 4380—78) Для измерения среднего диаметра резьб. Поставляются с наборами вставок (призматических и конических) с углом профиля: для метрических резьб — 60° для дюймовых — 55° для трапецидальных — 30°		0,25; 25—50; 50—75; 75—100 0—350; 20—345 (интервал измерений 25)	0,002 или 0,01 0,01

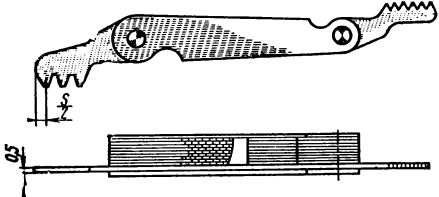
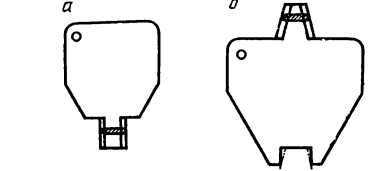
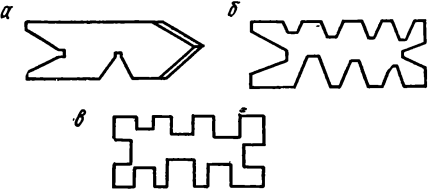
Продолжение табл. 6.5

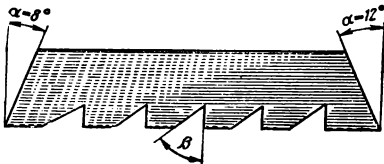
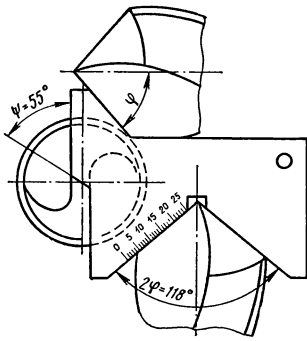
1	2	3	4
Индикатор часового типа ИЧ (ГОСТ 577—68) Для точной настройки станка по упорам, проверки точности станка и установки заготовки		0—5; 0—10	0,01
Нутромер индикаторный НИ (ГОСТ 868—82) Для точного измерения диаметров отверстий. Предварительно настраивается на номинальный размер		6—10; 10—18; 18—50; 50—100; 100—160; 160—250; 250—450; 450—700; 700—1000	0,01

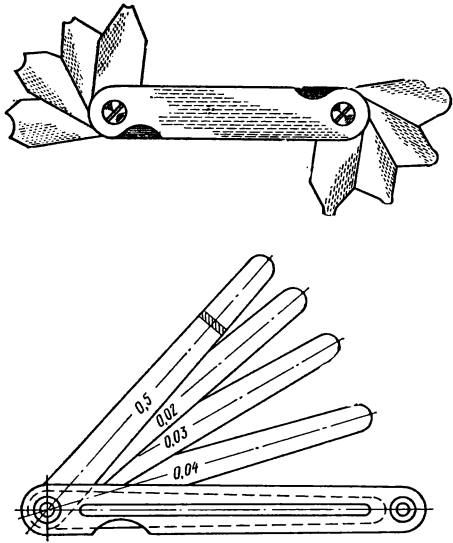
1	2	3	4
Угломер. Тип-2 (ГОСТ 5378—66) Для измерения наружных углов: 0—50° — с угольником и линейкой; 50—140° — с линейкой; 140—230° — с угольником; 230—320° — без угольника и линейки и внутренних 40—180°		0—320°	2'

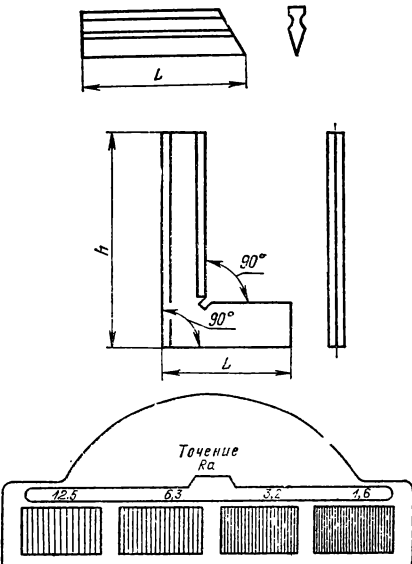
1	2	3	4
Калибр-пробка Для контроля диаметра отверстий. Для размеров свыше 50 мм пробки выполняются неполными или в виде пластин		1—360	В пределах допуска
Калибр-скоба Для контроля диаметра наружных поверхностей. Выполняются также двусторонними		1—330	То же
Калибры резьбовые: пробки и кольца Для контроля наружных и внутренних резьб. Проходной стороной ПР с полным профилем резьбы проверяются все элементы резьбы, непроходной НЕ с укороченным профилем — средний диаметр		1—100	То же

1	2	3	4
Калибра резьбовые конические: пробки и кольца Для контроля конических дюймовых и трубных резьб. Номинальные диаметры резьбы в основной плоскости проверяют по совмещению контрольного уступа пробки или торца кольца с торцом трубы Калибры конические: пробки и втулки Для контроля точных наружных и внутренних конусов. Номинальный диаметр конуса проверяют по контрольным рискам пробки или уступу втулки; конусность и прямолинейность образующей — по характеру стирания продольных рисок, наносимых карандашом на поверхность калибра или детали Шаблоны фасонные Для контроля фасонного контура		1/16—2"	В пределах допуска
		—	То же
		—	По проекту

1	2	3	4
Шаблоны резьбовые (ГОСТ 519—77) Для контроля шага и формы профиля резьбы. Выпускаются наборами для метрических резьб (угол профиля 60°) в количестве 20 шт. и для дюймовых (угол профиля 55°) — 17 шт.		Шаги метрических резьб 0,4—6; число ниток на 1" дюймовых резьб 28—4	По просвету
Шаблоны резьбовые Для контроля размеров и формы резьбовой канавки прямоугольных (а) и трапецидальных (б) резьб		—	То же
Шаблоны резьбовые Для контроля точности установки и заточки профиля резьбовых резцов: а — для треугольных резьб; б — трапецидальных; в — прямоугольных		—	По просвету

1	2	3	4
Шаблоны для контроля заточки резцов Для контроля задних углов и углов заострения		—	По просвету
Шаблоны для контроля заточки сверл Для контроля угла при вершине 2φ, симметричности расположения и длины режущих кромок, угла между перемычкой и режущей кромкой ψ		—	То же

1	2	3	4
Шаблоны радиусные (ГОСТ 4126—82) Для контроля радиус- ных выпуклых и вогну- тых поверхностей. Вы- пускаются наборами из 6, 9 и 12 шт. Щупы (ГОСТ 882—75) Для проверки зазоров между поверхностями. Выпускаются наборами из 10, 11 и 17 шт. 1-го и 2-го классов точности		1—25 0,02—1	По про- свету До 0,01

1	2	3	4
Линейки лекальные с двусторонним скосом ЛД Для проверки прямолинейности и плоскостности поверхностей. Выпускаются 0 и I-го классов точности Угольники лекальные плоские УЛП (ГОСТ 3749—77) Для проверки перпендикулярности поверхностей. Выпускаются 0 и I-го классов точности Образцы шероховатости (ГОСТ 9378—75) Для оценки шероховатости поверхности визуально методом сравнения. Выпускаются для различных видов обработки стали и чугуна		$L = 80—320$ $H \times L$; 60×40 до 250×160 $Ra = 0,4—12,5$ мкм	По просвету $\sim 1^\circ$ по просвету —

Глава 7. ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ

7.1. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

7.1.1. Обтачивание цилиндрических поверхностей

Точность обработки. При обтачивании деталей необходимо выдерживать точность размеров, правильную геометрическую форму поверхностей, точность их взаимного расположения и допустимую шероховатость. Эти требования определяются техническими условиями рабочего чертежа.

Нормально достижимая точность при обтачивании соответствует 9—11-му квалитетам. Поверхности более высокой точности (7—8-й квалитеты) обычно обрабатываются предварительным точением с припуском на последующее шлифование.

Измерение и контроль наружных поверхностей в процессе изготовления деталей в зависимости от точности обработки осуществляются линейками, штангенциркулями, микрометрами, скобами и образцами шероховатости.

Заготовки и припуски на обработку. В качестве заготовок для деталей, обрабатываемых на токарных станках, используются горячекатаный прокат, ковки и отливки.

Размеры горячекатаного проката (мм) предусмотрены следующими стандартами: для стали круглой — ГОСТ 2590—71, квадратной — ГОСТ 2591—71, шестигранной — ГОСТ 2879—69.

Номинальные размеры проката (диаметр, сторона квадрата или расстояние между противоположными сторонами шестигранника) приведены ниже:

5; 5,5; 6; 6,3; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 50; 52; 53; 54; 55; 56; 58; 60; 62; 63; 65; 67; 68; 70; 72; 75; 78; 80; 82; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120; 125; 130; 135; 140; 145; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 210; 220; 230; 240; 250.

Табл. 7.1. Припуски на диаметр при обтачивании деталей из проката, мм

Диаметр детали, мм	Длина, мм					
	до 100	100—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000
6—18	3,0	3,5	4,0	—	—	—
18—30	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0	—
30—50	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0
50—80	4,0	4,5	5,5	6,0	6,5	7,0
80—120	5,5	6,0	7,0	7,5	8,5	9,0
120—200	6,0	7,0	7,5	8,5	9,0	10,0

Примечание. Полученный диаметр заготовки округляется до ближайшего размера проката по стандарту.

Табл. 7.2. Припуски на диаметр при чистовом обтачивании, мм

Диаметр детали, мм	Длина детали, мм					
	до 100	100—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000
6—18	1,2	1,5	1,5	—	—	—
18—30	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	—
30—50	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	3,0
50—80	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0
80—120	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
120—200	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5

Прежде чем приступить к работе, следует проверить заготовки на достаточность припуска по всем обрабатываемым поверхностям и отсутствие искажения их формы. Рекомендуемые припуски на обтачивание деталей из проката приведены в табл. 7.1.

В случае обработки участков детали наибольшего диаметра в две операции (черновым и чистовым точением) к припускам, указанным в табл. 7.1, следует добавлять припуски на чистовое обтачивание (табл. 7.2).

Поверхности, подлежащие шлифованию, обрабатываются с припуском (табл. 7.3).

**Табл. 7.3. Припуски на диаметр при обтачивании
под шлифование сырых валов, мм**

Диаметр вала, мм	Длина вала, мм					Допуск по <i>h11</i>
	до 100	100—250	250—500	500—800	800—1200	
До 10	0,2	0,3	0,3	0,4	—	—0,09
10—18	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	—0,11
18—30	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	—0,13
30—50	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	—0,16
50—80	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	—0,19
80—120	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	—0,22
120—180	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	—0,25
180—260	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	—0,29

Примечание. Припуск на шлифование закаливаемых валов длиной до 100 мм принимается таким же, как и для сырых валов. При большей длине закаливаемого вала припуск на его шлифование берется на 0,1 мм больше припуска, определяемого для сырого вала такого же размера.

Припуски на обработку поковок и отливок зависят от размеров и способа получения заготовок и колеблются в широких пределах. Для ориентировочного определения их минимальных значений можно руководствоваться размером припусков для заготовок из проката.

Установка заготовок на станке. Способ установки и закрепления заготовок на станке выбирают в зависимости от их размеров, жесткости и точности (табл. 7.4).

Заготовка, устанавливаемая в патроне, должна быть надежно закреплена без заметного биения.

Длина зажимаемой части в кулачках патрона должна составлять примерно $\frac{1}{3}$ общей длины заготовки.

При необходимости заготовку выверяют на отсутствие биения. «Бьющий» участок поверхности определяют по риску, оставляемой мелом, поднесенным к вращающейся заготовке. Остановив станок, легкими ударами молотка с мягким бойком приводят заготовку в правильное положение, которое проверяют аналогично повторным включением шпинделя станка. При необходимости указанные

**Табл. 7.4. Основные способы установки заготовок
на токарном станке**

Способ установки	Назначение
В трехкулачковом самоцентрирующем патроне	Для коротких заготовок круглой формы при длине выступающей части из кулачков не более 2—3 диаметров
В патроне и заднем центре	Для заготовок при длине выступающей части из кулачков патрона более 3 диаметров. Установка обеспечивает повышенную жесткость крепления и применяется преимущественно при черновой обработке валов
В центрах	Для деталей типа валов, при необходимости выдержать строгую соосность обрабатываемых поверхностей. Установка обладает недостаточной жесткостью, поэтому ее применяют в основном при чистовом обтачивании деталей
На оправке	Для деталей, имеющих обработанное базовое отверстие. Установка позволяет получить высокую точность взаимного расположения наружных поверхностей по отношению к внутренним

действия повторяют несколько раз, после чего заготовку закрепляют окончательно.

Точность центрирования частично изношенного патрона можно повысить расточкой рабочих поверхностей кулачков (рис. 7.1, а) при помощи распорного диска 1, зажимаемого в специально подготовленную небольшую выточку с обратной стороны кулачков. Для этой же цели можно воспользоваться упругой чугунной втулкой 2 (рис. 7.1, б), продольно разрезанной в одном месте и расточен-

ной по диаметру базовой поверхности детали. На время растачивания в прорезь втулки устанавливают пластинку из мягкого металла.

Соосность пиноли и шпинделя контролируют по совмещению установочных рисок или платиков на корпусе и плите задней бабки, а также по отсутствию конусности

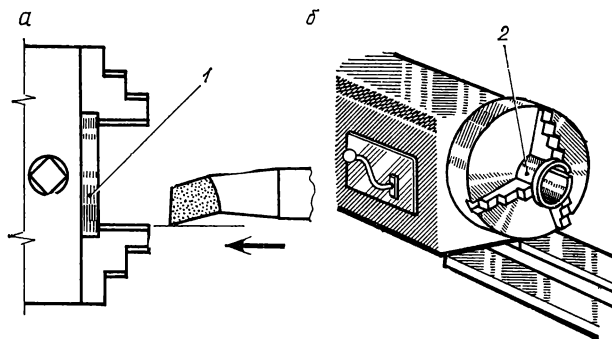


Рис. 7.1. Способы повышения точности центрирования патрона:

а — расточкой кулачков; б — с помощью упругой расточенной втулки

у предварительно обточенной заготовки. Биение рабочего конуса переднего центра, проверяемого индикатором, не должно превышать 0,01 мм.

Для установки заготовок при обтачивании наружных поверхностей применяют зажимные и поводковые патроны, хомуты и центры.

Резцы для обтачивания и их установка на станке. Применяются *проходные прямые, отогнутые и упорные* резцы, выбор которых определяется формой и жесткостью детали.

Для жестких деталей с гладкими цилиндрическими поверхностями применяют прямые и отогнутые резцы; упорные рекомендуется использовать только для обтачивания ступенчатых поверхностей и нежестких валов.

Резцы должны быть правильно установлены на станке: на уровне оси центров и перпендикулярно к ней, с

наименьшим возможным вылетом из резцедержателя (не более 1,5 высоты стержня) и прочно закреплены не менее чем двумя винтами. При черновом обтачивании и обработке нежестких валов резцы рекомендуется устанавливать несколько выше оси центров на 0,01—0,03 диаметра детали.

Высоту установки резца регулируют металлическими прокладками и проверяют по вершинам центров или подрезкой торца заготовки; при правильной установке в центре подрезанного торца не должна оставаться бо-ышка.

Приемы обтачивания. С учетом припуска, точности и жесткости детали обработку ведут за наименьшее число проходов. Чистовой проход выполняют с минимальной глубиной резания — 0,5—1 мм.

Резец устанавливают на диаметр обтачиваемой поверхности по лимбу поперечной подачи. Отсчет размера при этом производят от черновой измерительной базы — необработанного цилиндра заготовки. Следовательно, для настройки резца на точный размер, сначала подготавливают вспомогательную измерительную базу — пробную проточку длиной 3—5 мм, по результатам измерения которой резец подают окончательно на требуемый диаметр по лимбу.

Длину обрабатываемой поверхности выдерживают разметкой заготовки или по лимбу продольной подачи.

При пользовании лимбами необходимо учитывать наличие и величину люфта (зазора) в передачах движения суппорта. Для этого маховичок ручной подачи следует поворачивать плавно только в одну сторону. Если допущена плюсовая ошибка, маховичок поворачивают в обратную сторону на величину, немного большую люфта, а затем, вращая в прежнем направлении, доводят лимб до требуемого деления.

При обтачивании ступенчатых поверхностей уступы небольшой высоты (до 5 мм) подрезают продольной подачей в конце рабочего хода резца. Более высокие уступы обрабатывают поперечной подачей при расположении резца под углом 5—10° к плоскости уступа. При этом последовательность черногового обтачивания ступеней це-

Табл. 7.5. Подачи при черновом обтачивании, мм/об

Диаметр детали, мм	Подачи при глубине резания, мм, до		
	3	5	8
<i>Обработка стали</i>			
40	0,4—0,5	0,3—0,4	—
60	0,5—0,7	0,4—0,6	0,3—0,5
100	0,6—0,9	0,5—0,7	0,5—0,6
400	0,8—1,2	0,7—1,0	0,6—0,8
<i>Обработка серого чугуна</i>			
40	0,4—0,5	—	—
60	0,6—0,8	0,5—0,8	0,4—0,6
100	0,8—1,2	0,7—1,2	0,6—0,8
400	1,0—1,4	1,0—1,2	0,8—1,0

Примечания: 1. Размер стержня резца 16×25 мм.
 2. При обработке прерывистых поверхностей и работе с ударами табличные значения подач умножать на 0,75—0,85.
 3. При обработке жаропрочных сталей подачи свыше 1 мм/об не применять.

Табл. 7.6. Скорости резания при черновом обтачивании, м/мин

Глубина резания, мм	Скорости резания при подаче, мм/об						
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	
<i>Обработка стали с $\sigma_b = 700 - 800$ МПа резцами Т15К6</i>							
3	198	166	157	140	127	—	—
4	190	160	150	134	122	117	—
6	178	150	141	126	113	112	98
8	—	144	131	121	110	105	94
<i>Обработка серого чугуна с 180—200 НВ резцами ВК6</i>							
3	138	121	111	100	91	—	—
4	132	115	107	95	87	80	—
6	124	109	100	89	82	76	72
8	—	104	96	86	78	73	68

Примечание. Таблица составлена для резцов с главным углом в плане $\phi = 45^\circ$, стойкостью 60 мин и заготовок без корки. При измененных условиях работы табличные скорости резания следует умножить на поправочные коэффициенты (табл. 7.9).

Табл. 7.7. Подачи при чистовом обтачивании, мм/об

Шерохова- тость, мкм	Вспомога- тельный угол в плане ϕ_1 резца, град	Подачи при радиусе вершины резца, мм			
		0,5	1,0	2,0	
Обработка стали					
Rz 20—10	5	0,35—0,4	0,4—0,55	0,5—0,6	
	5—10	0,3—0,35	0,35—0,4	0,5—0,55	
Ra 2,5—1,25	5	—	0,25—0,3	0,35—0,39	
Ra 1,25—0,63	5	—	0,17—0,2	0,21—0,27	
Обработка серого чугуна					
Rz 20—10	5	—	0,3—0,5	0,45—0,65	
	5—10	—	0,25—0,4	0,4—0,6	
Ra 2,5—1,25	5	—	0,15—0,25	0,2—0,35	
Примечание. Поправочный коэффициент K приведен ниже					
Временное сопротив- ление стали σ_B , МПа		До 500	500—700	700—900	900—1100
K		0,7	0,75	1,0	1,25

лесообразно выбирать такой, чтобы общая длина рабочего хода резца была бы наименьшей. Если позволяет глубина резания, обработку таких поверхностей следует начинать с участка наименьшего диаметра.

Повышения производительности труда при изготовлении деталей ступенчатой формы можно также достичь настройкой станка по продольным упорам (см. рис. 3.8, *г* и *д*) и применением копировальных приспособлений (см. рис. 3.13 и 3.14). В этом случае необходимо, чтобы каждая заготовка занимала постоянное продольное положение на станке. Это условие обеспечивается поджимом заготовок к шпиндельному упору (см. рис. 3.8, *а*), к уступу или выточкам кулачков патрона, применением повод-

Табл. 7.8. Скорость резания при чистовом обтачивании, м/мин

Глубина резания, мм	Скорость резания при подаче, мм/об					
	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
<i>Обработка стали с $\sigma_B = 700\text{--}800$ МПа резцами Т15К6</i>						
1,0	270	235	222	—	—	—
1,5	253	220	208	199	—	—
2,0	244	211	199	191	176	166
<i>Обработка серого чугуна твердостью 180—200 НВ резцами ВК6</i>						
1,0	187	176	162	—	—	—
1,5	175	165	152	144	—	—
2,0	168	158	145	138	127	118
Примечание. Таблица составлена для резцов с главным углом в плане $\varphi = 45^\circ$ и стойкостью 60 мин. При измененных условиях работы табличные скорости следует умножать на поправочные коэффициенты (табл. 7.9).						

ково-плавающего центра, установкой заготовок на оправках, имеющих уступ.

Режим резания при обтачивании. Порядок выбора элементов рационального режима резания изложен в § 4.5. В табл. 7.5—7.11 приведены рекомендуемые значения подачи и допустимой скорости. Подачи при обработке сплавов из цветных металлов можно ориентировочно принимать по табл. 7.5 и 7.7: для деформируемых сплавов — как для стали, для литейных — по чугуну.

Брак при обтачивании. Виды, причины и способы устранения погрешностей при обработке наружных цилиндрических поверхностей приведены в табл. 7.12.

Табл. 7.9. Поправочные коэффициенты на скорость резания к табл. 7.6 и 7.8

Стойкость реза, мин	K_1	Обрабатываемый материал				Обрабатываемая поверхность	K_3	Материал реза	K_4	Главный угол в плане фреза, град	K_5
		сталь σ_B , МПа	K_2	серый чугун, HB	K_2						
30	1,15	400—500	1,65	120—140	1,6	С коркой	0,8—0,85	T14K8	0,80	30	1,15
45	1,06	500—600	1,35	140—160	1,34			T5K10	0,65	45	1,00
60	1,00							T15K6	1,00	60	0,9
90	0,92	600—700	1,15	160—180	1,15	Без корки	1,00	BK3	1,15	75	0,85
		700—800	1,00	180—200	1,00			BK8	0,83		
120	0,87	800—900	0,88	200—220	0,88	С загрязненной поверхностью	0,56—0,6	P18	0,22	90	0,80
180	0,8	900—1000	0,75	220—250	0,77						

Табл. 7.10. Скорость резания при обтачивании цветных металлов резцами из быстрорежущей стали

Металл	Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об				
		0,1—0,2	0,2—0,4	0,4—0,6	0,6—1	1—1,5
Бронза	0,5—1	214—123	162—87	—	—	—
	1—3	162—79	123—56	87—44	68—32	—
	3—6	105—60	79—42	56—33	44—24	32—19
	6—10	79—49	60—34	42—27	33—20	24—16
Латунь	0,5—1	329—189	249—133	105	—	—
	1—3	249—122	189—86	133—67	105—50	—
	3—6	161—92	122—65	86—51	67—38	50—29
	6—10	122—75	92—53	122—42	51—31	38—24
Алюминиевые сплавы	0,5—1	778—447	589—315	247	—	—
	1—3	589—288	447—203	315—159	247—117	—
	3—6	380—218	288—154	203—121	159—89	117—69
	6—10	287—178	218—126	154—98	121—72	89—57

Примечание. Поправочные коэффициенты на измененные условия резания даны в табл. 7.11.

Табл. 7.11. Поправочные коэффициенты на скорость резания к табл. 7.10

Стойкость резца, мин	K ₁	Обрабатываемый материал	K ₂	Обрабатываемая поверхность	K ₃	Охлаждение	K ₄	Угол в плане φ, град	K ₅
30	1,09	Медные сплавы:						30	1,15
40	1,05	σ _B < 300 МПа	1,3	Без корки	1,0	Без охлаждения	1,0	45	1,0
60	1,0	σ _B > 300 МПа	1,0	С коркой	0,85	С охлаждением	1,15	60	0,9
90	0,95	Алюминиевые сплавы:						75	0,85
120	0,92	твердость 60—80 НВ	1,24					90	0,8
180	0,87	80—100 НВ	1,0						

Табл. 7.12. Брак при обтачивании цилиндрических поверхностей

Причина брака	Способы его устранения
1	2
<i>Не выдержан диаметр</i>	
Неточность измерения	Проверить точность измерительного инструмента; сопрягать поверхности измерительного инструмента и детали без перекоса
Не выбран люфт при установке резца на размер по лимбу	Выбирать люфт, пользуясь лимбом
Непрочно закреплены упоры	Надежно закрепить упоры
<i>Не выдержана длина</i>	
Неточная разметка по длине	При разметке длины линейку располагать строго параллельно оси заготовки
Различное продольное положение заготовок на станке при работе по упорам	Обеспечить постоянное положение заготовок на станке с помощью упоров
<i>Остаточная чернота</i>	
Малый припуск на обработку	Проверить заготовки на достаточность припуска, отсутствие кривизны и смещения центровых отверстий
Биение заготовки	Правильно выверять заготовки
<i>Конусообразность</i>	
Несоосность центров станка	Выверить соосность центров
Большой вылет заготовки из кулачков патрона	Поджать заготовку задним центром

1	2
<i>Овальность</i>	
Износ переднего подшипника шпинделя	Отрегулировать или заменить подшипник
<i>Бочкообразность</i>	
Прогиб нежесткого вала под действием сил резания	Уменьшить глубину резания и подачу, применить упорный резец и установить его немного выше оси центров
Износ направляющих в средней части станины	Отремонтировать станок
<i>Седлообразность</i>	
Отжим заднего центра	Уменьшить вылет пиноли и прочно закрепить
Износ направляющих задней бабки	Отремонтировать станок
<i>Увеличенная шероховатость</i>	
Большая подача, малая скорость резания	Подобрать правильный режим резания
Тупой резец	Заточить резец
Увеличенная вязкость материала	Улучшить обрабатываемость заготовок термообработкой
Нежесткое крепление резца и заготовки	Уменьшить вылет резца; применить более жесткое крепление заготовки
Увеличенные зазоры в направляющих суппорта	Отрегулировать зазоры в направляющих суппорта

7.1.2. Подрезание торцов

При подрезании торцов необходимо выдерживать расстояние до противоположного торца, плоскостность (допускается только небольшая вогнутость), перпендику-

лярность к оси детали и шероховатость в соответствии с требованиями рабочего чертежа.

Контроль точности торцов в процессе обработки ведется линейками, штангенциркулями, угольниками и образцами шероховатости.

Припуск на подрезку одного торца принимают в пределах 1,5—3 мм в зависимости от диаметра заготовки.

Заготовки устанавливаются в патроне или на хвостовых разжимных оправках. Иногда приходится подрезать торцы у длинных заготовок при установке в патроне и заднем центре или в центрах с использованием заднего упорного полуцентра (см. табл. 3.1). Заготовки большого диаметра и значительной длины закрепляют одним концом в патроне, а другим — опирают на кулачки неподвижного люнета.

Длинные заготовки, пропускаемые в отверстие шпинделя, поджимают к заднему регулируемому шпиндельному упору.

Торцы подрезают проходными отогнутыми, упорными и подрезными резцами, которые устанавливаются и закрепляются в резцедержателе аналогично резцам для обтачивания. Упорный резец, как при подрезании высоких уступов, располагают под углом 5—10° к плоскости торца.

Подрезка выполняется с поперечной подачей резца от периферии к центру. Для упорного резца лучше пользоваться обратной подачей от центра к периферии, чтобы в работе участвовала главная режущая кромка.

Требуемое расположение торца по длине обеспечивается предварительной разметкой заготовки штангенциркулем ШЦ-II с заостренными губками или по лимбу продольной подачи.

Торцы в большинстве случаев подрезаются за один проход. Иногда, при высоких требованиях к ним, подрезка выполняется за два прохода с глубиной резания 0,5—1 мм при чистовом подрезании. Для выбора подачи и допустимой скорости можно руководствоваться данными табл. 7.5—7.11.

Возможные виды погрешностей торцов, их причины и способы устранения приведены в табл. 7.13.

Табл. 7.13. Брак при подрезании торцов

Причины брака	Способы его устранения
1	2
<i>Остаточная чернота на торце</i>	
Мал припуск; перекос торца заготовки	Проверить заготовки на достаточность припуска и отсутствие перекоса торца
Биение торца заготовки	Выверить заготовку по торцу
<i>Не выдержано расположение торца по длине</i>	
Неточность измерения при разметке	Внимательно произвести измерения
Неправильные приемы пользования лимбом	Выбрать люфт при пользовании лимбом
<i>Торец неплоский</i>	
Большая глубина резания и подача	Обработать торец дополнительно чистовым проходом
Продольный отжим суппорта	Отрегулировать зазоры в направляющих; закрепить каретку суппорта
Нежесткое крепление резца	Уменьшить вылет резца из резцедержателя
<i>Торец не перпендикулярен к оси детали</i>	
Заготовка установлена с перекосом в патроне	Выверить заготовку по цилиндру
<i>Грубая шероховатость</i>	
Осевое биение шпинделя	Отрегулировать шпиндельные опоры
Малый радиус закругления вершины резца; тупой резец; нежесткое его крепление	Притупить вершину резца большим радиусом; заточить резец и уменьшить его вылет
Увеличенные зазоры в направляющих суппорта	Отрегулировать зазоры в направляющих

7.1.3. Вытачивание наружных прямоугольных канавок

При выполнении канавок необходимо выдержать размеры, прямоугольную форму, расположение по длине детали и шероховатость согласно требованиям рабочего чертежа. Точность обработки устанавливают штангенциркулем ШЦ-I, измерительной линейкой, шаблоном и образцами шероховатости.

Канавки вытачиваются прорезными резцами (см. табл. 5.2). Особенность их установки на станке заключается в соблюдении строгой параллельности главной режущей кромки резца оси детали. Данное условие контролируется равномерностью просвета при касании этой кромки обработанной цилиндрической поверхности детали.

Вытачивание канавок производят за один или несколько поперечных ходов резца в зависимости от их размеров, материала и жесткости детали. Резец установ-

Табл. 7.14. Ширина резца и подача при отрезании

Диаметр заготовки, мм	Ширина резца, мм	Подача, мм/об, при обработке		
		стали с σ_B , МПа		чугуна
		≤ 800	≥ 800	
До 20	3	0,08—0,10	0,06—0,08	0,11—0,14
20—30	3	0,10—0,12	0,08—0,10	0,13—0,16
30—40	3—4	0,12—0,14	0,10—0,12	0,16—0,19
40—60	4—5	0,15—0,18	0,13—0,16	0,20—0,22
60—80	5—6	0,18—0,20	0,16—0,18	0,22—0,25
80—100	6—7	0,20—0,25	0,18—0,20	0,25—0,30
100—125	7—8	0,25—0,30	0,20—0,22	0,30—0,35
125—150	8—10	0,30—0,35	0,22—0,25	0,35—0,40

Примечания: 1. При нежестком закреплении детали, требовании получить шероховатость поверхности $R_z = 40$ —20 мкм и работе с ручной подачей табличные значения умножать на 0,7—0,6.

2. При отрезании сплошного материала по мере приближения резца к центру подачу уменьшать вдвое.

Табл. 7.15. Скорость резания при отрезании стали и чугуна твердосплавными резцами

Обрабатываемый материал	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм, об					
	0,08	0,12	0,16	0,20	0,30	0,40
Сталь конструкционная углеродистая и легированная с σ_B , МПа:						
440—490	245	193	153	120	95	75
500—550	218	172	136	107	85	67
560—620	193	153	120	95	75	59
630—700	172	136	107	85	67	53
710—790	153	120	95	75	59	47
800—890	136	107	85	67	53	42
900—1000	120	95	75	59	47	37
Чугун серый, НВ:						
150—156	105	95	84	75	66	59
157—164	100	89	79	70	62	55
165—172	95	84	75	66	59	52
173—181	89	79	70	62	55	49
182—190	84	75	66	59	52	46
191—200	79	70	62	55	49	44
Примечание. Поправочные коэффициенты к табл. 7.15 приведены ниже.						
Стойкость резца T , мин	45	60	90	120		
K_1	1,06	1,0	0,92	0,87		
Марка твердого сплава	T5K10	T15K6	BK6	BK8		
K_2	1,0	1,54	1,0	0,89		

ливают в требуемое положение от торца при помощи линейки или лимба продольной подачи.

При вытачивании широкой канавки за несколько проходов первые из них выполняют не на полную глубину,

**Табл. 7.16. Скорости резания при отрезании стали
быстрорежущими резцами**

Подача, мм/об		0,08	0,12	0,16	0,20	0,30	0,40
Скорость резания, м/мин		50	35	30	27	20	17
Примечание. Поправочные коэффициенты к табл. 7.16 приведены ниже.							
Стойкость резца T , мин		45	60	90	120		
K_1		1,08	1,00	0,90	0,84		
Стали уг- леродис- тые с σ_B , МПа	380—440	450—510	520—590	600—700	710—800	810—930	940—1070
	1080—1290						
K_2	2,2	2,2	1,67	1,28	1,00	0,77	0,59
Усло- вия от- резания	С охлаждением				Без охлаждения		
	K_3	1,0			0,8		

оставляя припуск 0,5—1 мм по дну канавки, который срезают продольным движением резца в конце последнего прохода.

За глубину резания при обработке канавок принимается ширина прорези, выполняемая за один проход. При выборе подачи и скорости резания можно руководствоваться данными табл. 7.14—7.16 для отрезных работ.

7.1.4. Отрезание металла

Отрезание выполняется прямыми и обратными отрезными резцами, конструктивная особенность которых состоит в том, что они имеют длинную и узкую головку, уменьшающую прочность и жесткость резца. Обратные

резцы, обладающие относительно повышенной жесткостью, целесообразно применять для отрезания заготовок крупного диаметра, особенно на частично изношенных станках.

Для облегчения выхода стружки из узкой и глубокой прорези, образующейся при разрезании заготовок большого диаметра, желательно пользоваться резцами с двойной угловой главной режущей кромкой конструкции Кузовкина и Годяева (см. табл. 5.2).

Если бобышка, остающаяся на торце отрезаемой от прутка части, нежелательна, можно применить отрезной резец с угловым расположением главной режущей кромки к оси заготовки (угол $8-10^\circ$). При этом острая вершина такого резца должна находиться со стороны отрезаемой части.

Отрезные резцы устанавливаются строго на уровне оси центров станка и перпендикулярно к ней. Перпендикулярность обычно проверяют угольником, который периодически прикладывают к поверхности заготовки с двух сторон головки резца.

Учитывая консольное крепление заготовки в патроне, разрезание необходимо выполнять как можно ближе к его кулачкам (не далее диаметра заготовки). Положение резца на длину отрезки устанавливается с помощью измерительной линейки или штангенциркуля. При отрезании от прутка крупной партии заготовок можно воспользоваться отбрасывающимся во время работы задним упором (см. рис. 3.8, в).

Выполняя разрезание сплошного металла, следует учитывать постепенное ослабление образующейся на заготовке перемычки по мере приближения резца к ее центру. Поэтому, чтобы предотвратить заклинивание резца вследствие прогиба перемычки или преждевременный отрыв отделяемой части, необходимо: 1) по мере приближения резца к оси заготовки подачу постепенно уменьшать; 2) при отрезании тяжелых заготовок (большого диаметра или значительной длины) оставлять неразрезанной небольшую перемычку, которую разламывать вручную после остановки станка.

При выборе режима резания для отрезных работ глубина резания принимают равной ширине прорези. Ширина отрезного резца, подача и скорость резания выбирают из нормативных табл. 7.14—7.16.

7.2. Обработка цилиндрических отверстий и центрование

7.2.1. Общие сведения

Для создания определенного характера соединения с валом отверстия выполняются с необходимой точностью: по размерам, форме, расположению и шероховатости, согласно техническим требованиям рабочего чертежа.

При решении технологических задач, связанных с выбором способа обработки, обеспечивающего требуемую точность отверстия, следует руководствоваться данными табл. 7.17.

Измерения и контроль в зависимости от размеров и точности отверстий выполняются штангенциркулями, индикаторными нутромерами, калибрами, пробками, образцами шероховатости.

Табл. 7.17. Нормальная точность различных способов токарной обработки отверстий

Способ обработки	Квалитет
Сверление	12
Рассверливание	11—12
Растачивание	9—12
Зенкерование	10—11
Развертывание	7—9

7.2.2. Сверление и рассверливание отверстий

Назначение и инструменты. Сверление выполняется для образования отверстий в сплошном металле. Отверстия крупного диаметра, обычно свыше 30 мм, вначале сверлят, затем рассверливают. Диаметр первого сверла

принимают примерно равным $\frac{1}{2}$ диаметра отверстия. Благодаря этому при рассверливании перемычка сверла не участвует в резании, что уменьшает усилие подачи и увод сверла в сторону. Для этих работ в основном применяются спиральные сверла из быстрорежущей стали и оснащенные твердым сплавом (см. табл. 5.3).

Подготовка к сверлению. Важными условиями качественной обработки отверстия сверлом являются прочное закрепление заготовки без заметного биения, перпендикулярность ее торца к оси вращения, отсутствие на нем неровностей и выпуклости, соосность пиноли и шпинделя и создание первоначального направления сверлу.

Заготовку устанавливают в токарном патроне и при необходимости выверяют. Торцы ее перед сверлением чисто подрезают. Для создания первоначального направления сверлу в центре торца рекомендуется делать небольшое конусное углубление с углом при вершине 90° коротким специально заточенным сверлом или упорным резцом. С этой же целью перед сверлением глубокого отверстия заготовку надсверливают коротким сверлом на глубину, примерно равную диаметру отверстия.

Сверла с коническими хвостовиками устанавливаются в отверстие пиноли непосредственно или при помощи переходных втулок. Для сверл с цилиндрическими хвостовиками применяются сверлильные патроны. При необходимости частой смены инструментов пользуются быстросменными патронами. При обработке глубоких отверстий целесообразно применять патроны для глубокого сверления, позволяющие ускоренно выводить сверло из отверстия для очистки от стружки.

Приемы сверления. Выполняя сверление, необходимо придерживаться следующих правил:

- 1) подводить сверло к вращающейся заготовке плавно, избегая удара;
- 2) в начале резания подавать сверло медленно. Когда оно врежется в металл на глубину, немного большую длины режущей части, подачу можно увеличить;
- 3) подачу сверла выполнять плавно, без рывков;

Табл. 7.18. Поддачи и скорости резания при сверлении отверстий быстрорежущими сверлами

Диаметр сверла, мм	Обрабатываемый материал			
	сталь, $\sigma_B = 750$ МПа		чугун серый, 190 НВ	
	подача, мм/об	скорость резания, м/мин	подача, мм/об	скорость резания, м/мин
5—10	0,05—0,15	50—30	0,10—0,20	45—30
10—15	0,10—0,20	40—25	0,15—0,35	35—25
15—20	0,15—0,30	35—23	0,30—0,55	27—21
20—25	0,20—0,35	30—20	0,40—0,70	24—27
25—30	0,25—0,50	25—18	0,50—0,90	23—18

Примечания: 1. Сверление стали ведется с охлаждением.
 2. С увеличением или уменьшением твердости (прочности) обрабатываемого материала табличные скорости резания следует соответственно уменьшать или увеличивать, но не более чем на 30 %.
 3. При глубине сверления свыше трех диаметров подачу нужно уменьшать на 10—30 %, а скорость резания — на 20—50 %.
 4. При работе твердосплавными сверлами скорости резания необходимо увеличить в 2—3 раза.

4) на выходе из сквозного отверстия подачу резко уменьшить;

5) прежде чем остановить станок, вывести сверло из отверстия;

6) по мере скопления стружки периодически выводить сверло из отверстия и очищать;

7) сверление пластичных металлов, особенно сталей, выполнять с охлаждением — эмульсией;

8) при работе с механической подачей включать ее после врезания сверла в металл на длину режущей части, а выключать немного раньше окончания сверления. Оставшуюся часть сверлить с ручной подачей.

Глубину глухих отверстий выдерживают по шкале или лимбу пиноли, по меловой риску на сверле,

Табл. 7.19. Подачи и скорости резания при рассверливании отверстий быстрорежущими сверлами

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Обрабатываемый материал			
	сталь, $\sigma_B = 750$ МПа		чугун серый, 190 НВ	
	подача, мм/об	скорость резания, м/мин	подача, мм/об	скорость резания, м/мин
25	0,2	35—40	0,2	38—40
	0,3	30—32	0,3	32—33
	0,4	26—28	0,5	27—28
30	0,3	30—34	0,3	34—37
	0,4	25—29	0,4	30—32
	0,6	21—24	0,6	25—27
40	0,3	27—32	0,3	31—34
	0,4	24—28	0,4	28—30
	0,6	19—23	0,7	23—26
50	0,3	26—29	0,3	30—31
	0,4	23—25	0,5	25—26
	0,6	19—20	0,7	21—22

Примечание. Поправочные коэффициенты см. в примечании к табл. 7.18.

Режимы резания. Глубина резания t (мм) при сверлении равна $1/2$ диаметра сверла. При рассверливании ее определяют из формулы

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где D — диаметр сверла, мм; d — диаметр отверстия заготовки, мм.

Для выбора подач и скоростей резания можно руководствоваться ориентировочными данными табл. 7.18, 7.19.

Наиболее часто встречающиеся погрешности при работе сверлами приведены в табл. 7.20.

Табл. 7.20. Брак при сверлении отверстий

Причины брака	Способы его устранения
<i>Завышен диаметр отверстия</i>	
Неправильно выбран диаметр сверла	Заменить сверло
Неправильная заточка сверла (разная длина режущих кромок)	Правильно заточить его
Биение шпинделя	Отрегулировать подшипники шпинделя
Отклонение от соосности центров станка	Выверить соосность центров
<i>Смещение отверстия с оси заготовки</i>	
Неправильная установка заготовки в патроне	Выверить положение заготовки
Неперпендикулярность торца к оси вращения или неровности на нем	Чисто подрезать торец
Неправильная заточка сверла	Правильно заточить сверло
Недостаточная жесткость сверла	Перед сверлением надсверлить отверстие коротким сверлом, подпереть сверло обратной стороной резца
<i>Увеличенная шероховатость</i>	
Тупое сверло	Заточить сверло
Большая подача	Уменьшить подачу
Несвоевременная очистка сверла от стружки; налипание частичек металла на ленточки сверла	Чаше выводить сверло из отверстия и очищать металлической щеткой

Табл. 7.21. Припуски на зенкерование

Диаметр отверстия, мм	Припуск на диаметр, мм
15—35	1,0—1,5
35—50	1,5—3,0
50—80	3,0—4,5

Табл. 7.22. Подачи и скорости резания при зенкеровании отверстий быстрорежущими зенкерами

Подача, мм/об	Диаметр зенкера, мм				
	15	20	30	40	50
	Припуск на сторону, мм				
	0,5	0,5	0,75	1,0	1,5
	Скорость резания, м/мин				
<i>Сталь углеродистая, $\sigma_B = 750$ МПа</i>					
0,2—0,3	38	—	—	—	—
0,4—0,5	29	28	23	—	—
0,6—0,7	24	23	20	16	—
0,8—0,9	—	20	18	14	13
1,2—1,4	—	—	14	13	11
<i>Чугун серый, 190 НВ</i>					
0,4—0,6	30	27	—	—	—
0,7—0,8	25	24	—	—	—
1,0—1,2	21	22	21	18	17
1,4—1,6	—	20	18	16	15
1,8—2,0	—	—	16	15	14

Примечания: 1. Зенкерование стали ведется в охлаждении.

2. С увеличением или уменьшением твердости (прочности) обрабатываемого материала табличные скорости резания необходимо соответственно уменьшать или увеличивать, но не более чем на 30 %.

3. При зенкеровании по корке скорость резания нужно уменьшать на 20 %.

4. При работе твердосплавными зенкерами табличные скорости резания следует увеличивать в 2—3 раза.

7.2.3. Зенкерование отверстий

Зенкерование применяется для чистовой обработки просверленных, литых и кованных отверстий, а также для предварительной обработки отверстий под развертывание. Используемые для этого типы зенкеров приведены в табл. 5.6.

Припуски под зенкер после сверления или растачивания даны в табл. 7.21.

Глубина резания при зенкеровании равна полуразности диаметров зенкера и отверстия заготовки. Поддачи и скорости резания приведены в табл. 7.22, возможные виды брака — в табл. 7.23.

Табл. 7.23. Брак при зенкеровании

Причины брака	Способы его устранения
<i>Диаметр отверстия завышен</i>	
Неправильная заточка; несоответствующий номер или размер зенкера	Правильно заточить зенкер или заменить его
<i>Увеличенная шероховатость</i>	
Тупой зенкер	Заточить зенкер
Завышена подача	Изменить режим резания (уменьшить подачу и увеличить скорость резания)
Налипание металла на ленточки зенкера	Очистить зенкер
<i>Часть поверхности отверстия осталась необработанной</i>	
Мал припуск	Проверить достаточность припуска
Неправильная установка заготовки в патроне	Выверить положение заготовки по отверстию

7.2.4. Растачивание отверстий

Расточные резцы и их установка на станке. Растачивание является универсальным способом обработки отверстий различных размеров, формы и точности. Вместе

Табл. 7.24. Припуски на чистовое растачивание

Диаметр отверстия, мм	Припуск на диаметр, мм
18—30	0,7
30—50	1,0
50—80	1,2
80—100	1,5

Табл. 7.25. Припуски на шлифование отверстий

Диаметр отверстия, мм	До 30	30—50	50—80	80—120
Припуск на диаметр, мм	$0,65^{+0,14}$	$0,7^{+0,17}$	$0,8^{+0,20}$	$0,85^{+0,23}$

с тем этот вид обработки малопроизводителен, главным образом в связи с недостаточной жесткостью расточных резцов. Для обработки отверстий применяются резцы *цельные, державочные и с механическим креплением неперетачиваемых пластинок* для сквозных и глухих отверстий.

Недостаточная жесткость цельных расточных резцов позволяет использовать их лишь для отверстий глубиной до трех диаметров. Обработку более глубоких отверстий диаметром примерно свыше 30 мм выполняют державочными резцами.

Расточные резцы закрепляются в резцедержателе параллельно оси обрабатываемого отверстия с наименьшим возможным вылетом. Вершина их располагается на уровне оси центра станка. Для компенсации возможного прогиба при тяжелых условиях резания, а также при чистовом растачивании расточные резцы рекомендуется устанавливать немного выше оси центров на 0,01—0,03 диаметра отверстия.

Припуски под растачивание отверстий. Общий припуск на растачивание зависит от рода заготовки и формы отверстия. Заготовки с литым и ковным отверстием,

Табл. 7.26. Подачи при черновом растачивании

Диаметр круглого сечения резца, мм	Вылет резца или оправки, мм	Обрабатываемый материал					
		сталь и стальное литье			чугун серый		
		Глубина резания t , мм, до					
		2	3	5	2	3	5
		Подача S , мм/об					
10	50	0,08	—	—	0,12—0,16	—	—
12	60	0,10	0,08	—	0,12—0,20	0,12—0,18	—
16	80	0,10—0,20	0,15	0,10	0,20—0,30	0,15—0,25	0,10—0,18
20	100	0,15—0,30	0,15—0,25	0,12	0,30—0,40	0,25—0,35	0,12—0,25
25	125	0,25—0,50	0,15—0,40	0,12—0,20	0,40—0,60	0,30—0,50	0,25—0,35
30	150	0,40—0,70	0,20—0,50	0,12—0,30	0,50—0,80	0,40—0,60	0,25—0,45
40	200	—	0,27—0,60	0,15—0,40	—	0,60—0,80	0,30—0,60

Примечания: 1. Верхние пределы подач рекомендуются для меньшей глубины резания при обработке менее прочных сталей и чугуна, нижние — для большей глубины резания и большей твердости обрабатываемого материала.
2. При обработке прерывистых поверхностей на работах с ударами табличные значения подач следует умножать на коэффициент 0,75—0,85.

Табл. 7.27. Брак при растачивании отверстий

Причины брака	Способы его устранения
<i>Не выдержаны размеры отверстия</i>	
Неточность измерений; ошибки при отсчетах по лимбу	Выбирать люфт в передаче при отсчетах по лимбу
Отжим резца	Применять более жесткий резец
Несвоевременное выключение продольной подачи	Продольную подачу включать немного раньше окончания расточки
<i>Часть поверхности отверстия осталась необработанной</i>	
Мал припуск	Проверить достаточность припуска
Неправильная установка заготовки в патроне	Выверить положение заготовки в патроне по отверстию
<i>Увеличенная шероховатость</i>	
Неправильно выбран режим резания	Уменьшить подачу и увеличить скорость резания
Тупой резец или нежесткое его крепление	Заточить резец, уменьшить его вылет
<i>Некруглое отверстие</i>	
Неравномерный износ переднего подшипника шпинделя	Проверить и отремонтировать станок
Сильный зажим тонкостенной детали в патроне	Закрепить тонкостенную деталь в кулачковом патроне при помощи разжимной втулки или немного уменьшить силу зажима

а также отверстия ступенчатой формы вначале растачиваются начерно.

Припуски на чистовое растачивание после сверления или черновой обработки резцом указаны в табл. 7.24.

Отверстия 7—8-го квалитетов обычно растачивают на токарном станке предварительно под последующее шлифование.

Припуски на шлифование отверстий глубиной до трех диаметров приведены в табл. 7.25.

Режимы резания при растачивании. При черновом растачивании глубину резания принимают практически в зависимости от припуска на обработку, жесткости резца и детали. При чистовом растачивании глубина резания определяется припуском на обработку (см. табл. 7.24) и равна толщине срезаемого слоя за проход резца.

Подачи для чернового растачивания приведены в табл. 7.26.

Подачи при чистовом растачивании принимаются равными подачам, рекомендуемым для чистового обтачивания (см. табл. 7.7).

Допускаемые скорости резания при растачивании отверстий можно выбирать по соответствующим таблицам для наружного точения (см. табл. 7.6, 7.8 и 7.10), умножая табличные значения на 0,8—0,9.

Возможные виды брака при обработке отверстий резцами приведены в табл. 7.27.

7.2.5. Развертывание отверстий

Развертыванием производится окончательная обработка отверстий после сверления (только до диаметра 10 мм), растачивания или зенкерования с точностью до 7—9-го квалитетов.

Применяемые типы машинных разверток приведены в табл. 5.7.

Под развертывание оставляют небольшой припуск, и чем он меньше, тем выше точность обработки.

Табл. 7.28. Припуски под развертывание

Диаметр отверстия, мм	До 5	5—20	20—30	30—50	50—80	80—100
Припуск на диаметр, мм	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4

Табл. 7.29. Брак при развертывании отверстий

Причины брака	Способы его устранения
<i>Завышен диаметр отверстия</i>	
Неправильная заточка развертки (большой передний угол)	Переточить развертку
Неправильно выбрана развертка	Применить развертку соответствующей точности
Неверно подобрана смазывающе-охлаждающая жидкость	Использовать жидкость с большей охлаждающей способностью
<i>Занижен диаметр отверстия</i>	
Большая вязкость обрабатываемого материала	Переточить развертку (увеличить передний угол)
Тупая развертка	Заточить развертку
Неверно выбрана смазывающе-охлаждающая жидкость	Применить жидкость с большей смазывающей способностью
<i>Увеличенная шероховатость</i>	
Неравномерная или большая подача	Подавать развертку плавно, уменьшить подачу
Тупая развертка	Заточить развертку
Завышен припуск на обработку	Уменьшить припуск
<i>Часть поверхности осталась необработанной</i>	
Поперечное смещение задней бабки при жестком креплении развертки	Выверить положение задней бабки, применить для развертки качающийся патрон

Отверстия 7-го качества рекомендуется обрабатывать двумя развертками — черновой и чистовой: первая срезает $\frac{2}{3}$, вторая — $\frac{1}{3}$ общего припуска, указанного в табл. 7.28.

Перед развертыванием станок следует тщательно выверить на соосность центров.

Развертки устанавливаются в пиноль задней бабки непосредственно или при помощи переходных втулок и сверлильных патронов.

Чтобы исключить влияние погрешностей установки заготовок в патроне на качество обработки, развертывание на токарных станках обычно выполняют за одну установку непосредственно после предыдущей обработки отверстия.

На частично изношенных станках, а также при выделении развертывания в самостоятельную операцию развертки следует устанавливать на станке при помощи качающегося патрона (см. табл. 3.3).

Ражимы резания при развертывании:

- 1) глубина резания равна $\frac{1}{2}$ припуска на обработку;
- 2) ручные подачи: при обработке стали 0,5—2 мм/об; чугуна — 1—4 мм/об. Меньшие значения подач следует принимать для разверток меньшего диаметра и более чистой обработки;
- 3) скорость резания для черногового развертывания 10—15 м/мин; для чистового — 4—6 м/мин.

Рекомендуемые смазочно-охлаждающие жидкости приведены в табл. 4.3.

Возможные виды брака при развертывании, их причины и способы устранения указаны в табл. 7.29,

7.2.6. Последовательность обработки отверстий различной точности

Рекомендуемые способы обработки отверстий, последовательность их выполнения в зависимости от точности отверстия, его размеров и рода заготовки приведены в табл. 7.30.

7.2.7. Центрование заготовок

Размеры и основные формы центровых отверстий, используемых в качестве технологической базы при обработке деталей типа валов, приведены в табл. 7.31.

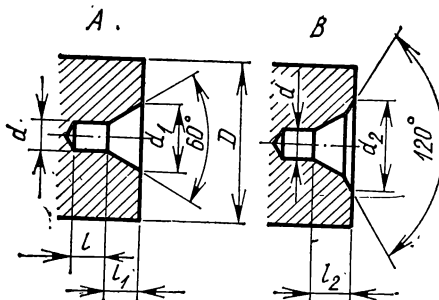
Форма А — без предохранительного конуса — рекомендуется для заготовок, подвергаемых небольшому ко-

Табл. 7.30. Обработка отверстий 7—12-го классов

Диаметр отверстия, мм	Заготовка под отверстие	Классы			
		7	8—9	10—11	12
До 10	Сплошной металл	Сверление, черновое и чистовое развертывание	Сверление и развертывание	Сверление и рассверливание	Сверление
10—30	Сплошной металл	Сверление, зенкерование или растачивание и двукратное развертывание (черновое и чистовое)	Сверление, зенкерование или растачивание и развертывание	Сверление и зенкерование	Сверление
30—100	Сплошной металл	Сверление, рассверливание, зенкерование или растачивание и двукратное развертывание (черновое и чистовое)	Сверление, рассверливание, зенкерование или растачивание и развертывание	Сверление, рассверливание, зенкерование или растачивание	Сверление, рассверливание или дополнительно растачивание
30—100	Отлитое или прошитое отверстие	Зенкерование или растачивание и двукратное развертывание (черновое и чистовое)	Зенкерование или растачивание и развертывание	Зенкерование или растачивание	Растачивание

Примечание. Отверстия 7-го класса диаметром до 6 мм обрабатывают после сверления одной чистовой разверткой.

Табл. 7.31. Центровые отверстия (ГОСТ 14034—74)



D	d	d ₁	d ₂	l, мм	l ₁		l ₂	
					номинальная	отклонение	номинальная	отклонение
4	1,0	2,12	3,15	1,3	0,97	H11	1,27	H12
6	1,6	3,35	5,0	2,0	1,52	H12	1,99	H12
10	2,0	4,25	6,3	2,5	1,95	H12	2,54	H12
14	2,5	5,3	8,0	3,1	2,42	H12	3,2	H12
20	3,15	6,7	10,0	3,9	3,07	H12	4,03	H12
30	4,0	8,5	12,5	5,0	3,9	H12	5,06	H12
60	6,3	13,2	18,0	8,0	5,98	H12	7,36	H12
100	10	21,2	28,0	12,8	9,7	H12	11,66	H12
120	12	25,4	33,0	14,6	11,6	H12	13,8	H12
160	16	33,9	42,5	19,2	15,5	H12	18,0	H12
240	20	42,4	51,6	25,0	19,4	H12	22,0	H12
360	25	53,0	63,3	32,0	24,0	H12	27,0	H12

личеству операций с установкой в центрах; форма *B* — с предохранительным конусом — при многократной обработке в центрах.

В качестве условного номинального размера центрального отверстия принят диаметр цилиндрического участка *d*.

Центровые отверстия должны удовлетворять следующим требованиям точности: на угол рабочего конуса

Табл. 7.32. Режимы резания при центровании

Характер работы и инструмент	Элементы режима резания	Номинальный диаметр центрального отверстия, мм						
		1,0—1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0—8,0
Сверление центрального отверстия центровочным сверлом Зенкование центрального отверстия зенковкой Сверление центрального отверстия комбинированным сверлом	Подача, мм/об Скорость резания, м/мин	0,02	0,04	0,05 8—15	0,06	0,08	0,10	0,12
	Подача, мм/об Скорость резания, м/мин	0,02	0,04	0,05 12—25	0,06	0,08	0,10	0,12
	Подача, мм/об Скорость резания, м/мин	0,01	0,02	0,03 12—25	0,03	0,04	0,06	0,08

Примечание. С увеличением или уменьшением твердости (прочности) обрабатываемого материала скорость резания следует соответственно уменьшать или увеличивать в указанных пределах.

Табл. 7.33. Брак центровых отверстий

Причины брака	Способы его устранения
<i>Не выдержаны размеры и форма</i>	
Неправильная заточка комбинированного сверла; ошибки при отсчетах глубины центрования	Проверить размеры и правильно заточить сверло или заменить его; внимательно выполнить отсчеты глубины центрования
<i>Поверхность основного конуса дробленая</i>	
Тупое сверло; слишком малая подача; нежесткое крепление заготовки; большой вылет пиноли	Заточить сверло; увеличить подачу; уменьшить вылет заготовки из патрона; приблизить заднюю бабку к заготовке
<i>Оси центровых отверстий не совпадают и смещены с оси заготовки</i>	
Неверная установка заготовки в патроне; большие заусенцы на торцах заготовки при центровании ручным способом	Выверить положение заготовки в патроне; удалить заусенцы на торцах заготовки напильником

60° допускается отклонение только в минус не более 30'; шероховатость этого участка не должна превышать $Ra=2,5$ мкм; их оси должны быть соосны между собой и с осью заготовки.

Центрование выполняют преимущественно комбинированными центровочными сверлами, предусмотренными стандартом для центровых отверстий с номинальным диаметром 1—10 мм. Отверстия других размеров обрабатываются раздельно: центровочным цилиндрическим сверлом и зенковкой.

На токарных станках центрование можно выполнять *механическим* и *ручным* способами.

Механическое центрование осуществляется как обыч-

ное сверление; ручное — при помощи патрона для центрования валов (см. табл. 3.3).

Центрование длинных валов, которые не проходят в отверстие шпинделя, выполняют при установке заготовки в патроне и неподвижном люнете.

Режимы резания и возможные виды брака при центровании приведены в табл. 7.32 и 7.33.

7.3. Обработка конических поверхностей

7.3.1. Конус и его элементы

Конус — геометрическое тело, поверхность которого получается вращением прямой образующей, наклонно расположенной к оси вращения.

Точка пересечения образующей с осью называется *вершиной*, плоские поверхности, перпендикулярные к оси конуса, — *основаниями*.

Различают полный и усеченный конусы, первый расположен между основанием и вершиной, второй — между двумя основаниями.

Конус характеризуют следующие элементы (рис. 7.2): диаметр большего основания D ; диаметр меньшего основания d ; длину l ; угол уклона α между образующей и осью конуса; угол конуса 2α между противоположными образующими.

На рабочих чертежах конических деталей часто указывают конусность и уклон.

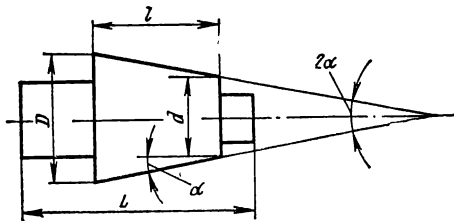


Рис. 7.2. Элементы конуса

Табл. 7.34. Формулы для определения размеров конуса, не указанных на чертеже

Определяемый размер	Формула	Определяемый размер	Формула
D	$D = 2l \operatorname{tg} \alpha + d;$	K	$K = \frac{D-d}{l};$
d	$D = Kl + d$ $d = D - 2l \operatorname{tg} \alpha;$ $d = D - Kl$	y	$K = 2 \operatorname{tg} \alpha$ $y = \frac{K}{2};$ $y = \operatorname{tg} \alpha$
α	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2};$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$		

Конусностью K называется отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними:

$$K = \frac{D-d}{l}.$$

Конусность задается отношением двух цифр, из которых первая равна разности диаметров в двух принятых сечениях конуса, вторая — расстоянию между ними.

Уклон y — отношение разности радиусов двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними:

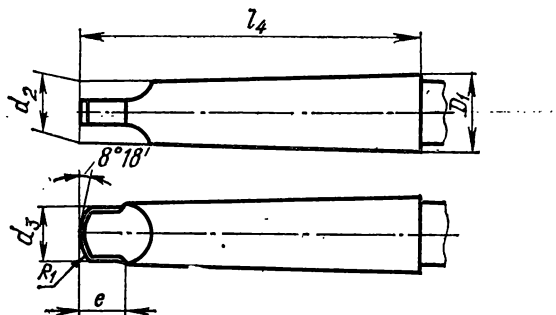
$$y = \frac{D-d}{2l}.$$

Тригонометрически уклон равен тангенсу угла уклона α , т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}.$$

Уклон обозначается отношением, равным $1/2$ конусности. Например, конусность 1 : 30 означает, что на любом участке конуса длиной 30 мм разность крайних диаметров 1 мм. Уклон при этой конусности равен 1 : 60.

Табл. 7.35. Наружные конусы с лапкой, мм (ГОСТ 25557—82)

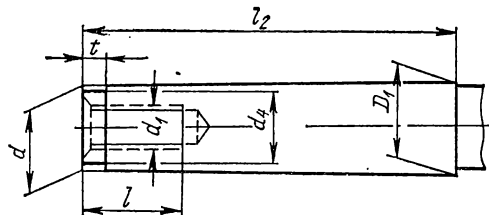


Название и номер конуса	D_1	d_2	d_3	l_4	e	R_1
Морзе						
0	9,2	6,1	6,0	59,5	6,5	1,0
1	12,2	9,0	8,7	65,5	8,5	1,2
2	18,0	14,0	13,5	80,0	10,5	1,6
3	24,1	19,1	18,5	99,0	13,0	2,0
4	31,6	25,2	24,5	124,0	16,0	2,5
5	44,7	36,5	35,7	156,0	19,0	3,0
6	63,8	52,4	51,0	218,0	29,0	4,0
Метрический						
80	80,4	69,0	67,0	228,0	24,0	5,0
100	100,5	87,0	85,0	270,0	28,0	6,0
120	120,6	105,0	103,0	312,0	32,0	6,0
160	160,8	141,0	139,0	396,0	40,0	8,0
200	201,0	177,0	174,0	480,0	48,0	10,0

Конусность и уклон часто записываются в виде десятичной дроби: 0,02; 0,04; 0,1 и т. д. Для конусности эти цифры соответствуют разности диаметров конуса на длине 1 мм, для уклона — разности радиусов на этой же длине.

Недостающие размеры конуса, не указанные на чертеже, можно определить по формулам табл. 7.34.

Табл. 7.36. Наружные конусы без лапки, мм (ГОСТ 25557—82)

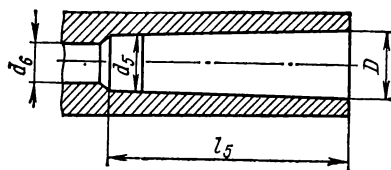


Название и номер конуса	D_1	d	l	d_1	l , не менее	t	d_4
Метрический							
4	4,1	2,9	25	—	—	2	2,5
6	6,2	4,4	35	—	—	3	4
Морзе							
0	9,2	6,4	53	—	—	4	6
1	12,2	9,4	57	M6	16	5	9
2	18,0	14,6	69	M10	24	5	14
3	24,1	19,8	86	M12	28	7	19
4	31,6	25,9	109	M16	32	9	25
5	44,7	37,6	136	M20	40	10	35,7
6	63,8	53,9	190	M24	50	16	51
Метрический							
80	80,4	70,2	204	M30	65	24	67
100	100,5	88,4	242	M36	80	30	85
120	120,6	106,6	280	M36	80	36	102
160	160,8	143,0	356	M48	100	48	138
200	201,0	179,4	432	M48	100	60	174

7.3.2. Нормальные конусы

Конусы, размеры которых стандартизованы, принято называть *нормальными*. К ним относятся конусы Морзе, метрические, конусы для насадных разверток и зенкеров с конусностью 1 : 30 и др.

Табл. 7.37. Внутренние конусы (гнезда), мм (ГОСТ 25557—82)



Название и номер конуса	D	d_6	d_5	l_5
Метрический				
4	4	3	—	25
6	6	4,6	—	34
Морзе				
0	9,045	6,7	—	52
1	12,065	9,7	7,0	56
2	17,780	14,9	11,5	67
3	23,825	20,2	14,0	84
4	31,267	26,5	16,0	98
5	44,399	38,2	20,0	125
6	63,348	54,8	27,0	177
Метрический				
80	80	71,4	33	186
100	100	89,9	39	220
120	120	108,4	39	254
160	160	145,5	52	321
200	200	182,4	52	388

Наибольшее распространение в машиностроении получили инструментальные конусы — метрические и Морзе, размеры которых приведены в табл. 7.35—7.37. Конусность и углы уклона нормальных конусов указаны в табл. 7.38.

Табл. 7.38. Конусность и углы уклона нормальных конусов

Конусность	Угол уклона	Назначение
1 : 20	1°25'56"	Конусы метрические
1 : 19,212	1°29'27"	Конусы Морзе № 0
1 : 20,047	1°25'43"	№ 1
1 : 20,02	1°25'53"	№ 2
1 : 19,922	1°26'16"	№ 3
1 : 19,254	1°29'15"	№ 4
1 : 19,002	1°30'26"	№ 5
1 : 19,18	1°29'36"	№ 6
1 : 50	0°34'23"	Конические штифты
1 : 30	0°57'17"	Конусы насадных разверток и зенкеров
1 : 16	1°47'24"	Конические резьбы
1 : 10	2°51'45"	Конусы инструмен- тов
1 : 5	5°42'38"	Конусы шпинделей шлифовальных станков
1 : 4	7°07'30"	Фланцевые концы шпинделей токарных станков
7 : 24	8°17'50"	Концы шпинделей фрезерных станков

7.3.3. Способы обработки конусов

При всех способах точения конусов резцы следует устанавливать строго на уровне высоты центров станка. Несоблюдение этого правила ведет к браку, так как образующая конуса получается криволинейной.

Обтачивание конусов при поперечном смещении задней бабки. Данный способ позволяет обрабатывать только наружные пологие конусы при величине сдвига задней бабки не более $\frac{1}{50}$ длины детали. Его достоинство заключается в возможности обтачивания длинных конусов механической подачей резца.

Величина смещения задней бабки определяется по формуле:

$$s = L \operatorname{tg} \alpha = L \frac{K}{2} = L \frac{D-d}{2l},$$

где L — длина детали, мм.

Величину смещения задней бабки можно установить на станке измерением расстояния между платиками плиты и корпуса бабки; по шкале на заднем торце плиты; по смещению вершин сведенных центров; по лимбу поперечной подачи.

Для уменьшения разработки центровых отверстий в результате перекося их относительно центров рекомендуется применять центры со скругленными вершинами.

Обработка конусов при повернутых верхних салазках суппорта. Этот способ применим для обтачивания или растачивания конусов в пределах длины хода верхних салазок с различным углом уклона. Отсчет угла поворота салазок ведется по круговой шкале с ценой деления 1° . Поэтому настройку станка на обработку точных конусов выполняют рядом пробных проточек заготовки и по результатам контроля корректируют угол установки салазок.

Чтобы исключить сдвиг суппорта во время резания, его неподвижно закрепляют на станине.

Существенным недостатком такого способа обработки является ручная подача салазок, и в связи с этим увеличивается шероховатость обработанной поверхности.

Обработка конусов при помощи конусной линейки и копировальных приспособлений. Содержание этих способов изложено при рассмотрении конструкций приспособлений на рис. 3.12, 3.13 и 3.14. Следует отметить, что использование копировальных устройств позволяет значительно повысить производительность и точность обработки конусов.

Обработка конусов широким угловым резцом: Угловым резцом обрабатывают короткие наружные и внутренние конусы длиной до 20—25 мм продольной или поперечной подачей. Режущая кромка такого резца долж-

на быть строго прямолинейна. На ней недопустимы даже незначительные зазубрины.

Режущую кромку резца располагают под углом уклона конуса к оси детали при помощи шаблона.

При выборе режимов резания можно пользоваться соответствующими данными табл. 7.40 для обработки фасонных поверхностей резцами.

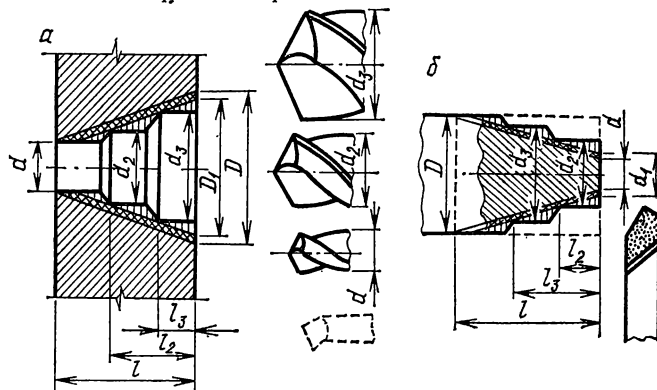


Рис. 7.3. Подготовка заготовок под обработку крутых конусов:
а — внутренних; б — наружных

Развертывание конических отверстий. Отверстия с нормальными конусами могут быть обработаны стандартными коническими развертками.

Для конусов с конусностью 1 : 50 и 1 : 16 предусмотрена одна чистовая развертка; для конусов Морзе, метрических и с конусностью 1 : 30 — две: предварительная и чистовая.

Перед развертыванием в заготовке сверлят отверстие по размеру меньшего диаметра конуса. Для крупных инструментальных конусов его дополнительно растачивают с припуском 0,5—0,8 мм на диаметр под развертывание.

Конические развертки работают в более сложных условиях, чем цилиндрические. Поэтому режим резания для них несколько снижают.

При обработке стали ручную подачу выполняют в пределах 0,1—0,3 мм/об, для чугуна — примерно в 1,5 раза выше. Скорость резания для предварительного перехода 6—8 м/мин; для чистового — 4—5 м/мин.

Особенности обработки крутых конусов. Для облегчения обработки конических поверхностей с большим углом уклона рекомендуется сначала придать им ступенчатую форму точением или рассверливанием несколькими сверлами с целью удаления основного слоя металла (рис. 7.3).

При принятых диаметрах ступеней d_x их длину от торца l_x (мм) можно определить из формул:

$$\text{для конических отверстий } l_x = \frac{D_1 - d_x}{K};$$

$$\text{для наружных конусов } l_x = \frac{d_x - d_1}{K},$$

где D_1 — больший диаметр конического отверстия с припуском на обработку, мм; d_1 — меньший диаметр наружного конуса с припуском на обработку, мм; K — конусность.

На чистовую обработку точением оставляют припуск на диаметр 1—1,5 мм в зависимости от размера конуса.

7.3.4. Измерение и брак конусов

Пригодность конуса можно определить: 1) измерением каждого его элемента в отдельности — линейкой, штангенциркулем, микрометром, универсальным угломером, шаблоном или 2) комплексно конусными калибрами — пробками и втулками.

Первый метод обычно применяют для конусов невысокой точности, второй — для контроля деталей с точными сопрягаемыми коническими поверхностями.

Контроль калибрами позволяет одновременно определить годность трех основных элементов конуса: один из диаметров, прямолинейность образующей и конусность.

Табл. 7.39. Брак при обработке конусов

Причины брака	Способы его устранения
<i>Непрямолинейность образующей конуса</i>	
Установка вершины резца выше или ниже оси центров станка	Тщательно выверить положение резца по высоте
<i>Неправильная конусность</i>	
Неточный поворот верхних салазок или конусной линейки на угол уклона конуса	Уточнить угловое положение салазок и линейки по результатам пробного точения
Неправильное смещение задней бабки	Повторно уточнить расчет величины смещения и установку на станке
Разная длина заготовок или неточно выполненное их центрование	Проверить заготовки и устранить обнаруженные недостатки
Неправильная установка углового резца к оси заготовки	Положение резца выверить по шаблону
<i>Неверные диаметры при правильной конусности</i>	
Неточная длина конического участка детали	Если возможно, подрезать торец детали
Ошибки при установке резца на размер по лимбу	Внимательно произвести отсчет размеров по лимбу

Точность диаметра определяют по расположению торца детали между контрольными рисками или плоскостями уступа калибра. Для проверки конусности и прямолинейности образующей на наружную поверхность калибра-пробки или детали равномерно по окружности карандашом наносят три продольные риски. Затем калибр и деталь плотно сопрягают и относительно проворачивают. По характеру истирания рисков судят о качестве обработки детали. Деталь считается годной, если риски истираются равномерно по всей длине.

Характерные виды брака конусов, их причины и способы устранения приведены в табл. 7.39.

7.4. Обработка фасонных поверхностей

7.4.1. Общие сведения

Поверхности, получаемые вращением криволинейной образующей вокруг оси, называются *фасонными*. Они могут иметь сложную и простую форму: у первых образующая состоит из участков различной кривизны; у вторых она в виде дуги определенного радиуса.

Точность выполнения фасонных поверхностей должна соответствовать техническим условиям рабочего чертежа по размерам, форме, расположению и шероховатости.

На токарных станках фасонные поверхности обрабатываются фасонными резцами, комбинированием двух подач, по копиру и при помощи специализированных приспособлений.

При всех способах обработки фасонных поверхностей резцы должны располагаться строго на уровне высоты оси центров станка.

Фасонные поверхности имеют неравномерный припуск на отдельных участках. Для облегчения их обработки рекомендуется поверхностям заготовок точением придать вначале приближенную ступенчатую форму, близкую к необходимой. При этом на окончательную обработку по фасонному контуру оставляют небольшой припуск 0,8—1,5 мм на диаметр.

7.4.2. Способы обработки фасонных поверхностей

Обработка фасонными резцами. Данный способ применяют при изготовлении деталей партиями при ширине фасонного участка до 30—40 мм. Обработку ведут стержневыми, призматическими или круглыми резцами. Их положение относительно оси детали выверяют с помощью шаблонов.

Учитывая сложные условия резания, обработку фасонными резцами выполняют при заниженных режимах резания, примерные значения которых приведены в табл. 7.40.

Табл. 7.40. Режимы резания при обработке конструкционной углеродистой стали с $\sigma_B = 700\text{—}800$ МПа фасонными резцами из быстрорежущей стали с охлаждением

1. Поперечные подачи

Ширина резца, мм	Подачи, мм/об, при диаметре обработки, мм				
	10	20	30	40—50	60—100
10	0,02—0,03	0,03—0,07	0,04—0,085	0,04—0,09	0,04—0,09
20	0,01—0,02	0,02—0,05	0,04—0,07	0,04—0,08	0,04—0,08
30	0,01—0,02	0,02—0,04	0,03—0,06	0,03—0,07	0,03—0,07
40	—	0,02—0,035	0,02—0,05	0,03—0,06	0,03—0,06
50	—	0,01—0,02	0,02—0,04	0,03—0,05	0,03—0,05

2. Скорости резания

Подача, мм/об	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
Скорость резания, м/мин	54	38	31	27	24	22	20	19	18

Примечание. Поправочные коэффициенты K на скорость резания приведены ниже.

σ_B , МПа	450—500	510—600	610—700	710—800	810—930	940—1070
K	2,2	1,67	1,21	1,0	0,77	0,59

Обработка комбинированием двух подач. Этот способ применяют в единичном производстве при обработке фасонных поверхностей преимущественно сложной формы, когда использование специальных резцов или копиров неэкономично. Его сущность состоит в том, что резцу сообщаются одновременно два движения — продольное и поперечное — в соответствии с формой обрабатываемой поверхности, которая периодически контролируется шаблонами. Способ малопроизводителен и не обеспечивает высокой чистоты обработки, поэтому обычно завершается зачисткой детали напильником и полированием шлифовальной шкуркой.

Обработка по копиру. Принцип копирования заключается в воспроизведении на поверхности обрабатываемой детали фасонного контура плоского или круглого копира благодаря сообщению резцу одновременно двух движений — продольного и поперечного. Первое — рав-

Табл. 7.41. Брак фасонных поверхностей

Причины брака	Способы его устранения
<i>Неточность фасонного контура</i>	
Установка резца не на уровне оси центров станка	Проверить и установить резец точно на уровне оси центров
Неправильная заточка фасонного резца	Не выдержано номинальное значение переднего угла — заточить резец правильно
Прогиб детали под действием сил резания	Поджать заготовку задним центром; уменьшить вылет резца из резцедержателя
Неверное расположение фасонного резца относительно оси детали в горизонтальной плоскости	Выверить положение резца по шаблону
Неправильная форма или неверная установка копира	Заменить копир; выверить его установку
<i>Увеличенная шероховатость</i>	
Большая или неравномерная ручная подача	Уменьшить подачу; выполнять ее более равномерно
Нежесткое крепление резца и детали	Применить более жесткий способ крепления детали; уменьшить вылет резца из резцедержателя
Работа тупым резцом	Своевременно затачивать резец

номерное движение — обычно выполняется продольной подачей станка, второе — переменное — передается резцу от шупа, огибающего контур копира, посредством механической, гидравлической, электрической передач.

Сущность способа обработки сложных поверхностей копированием изложена при рассмотрении конструкций копировальных приспособлений (см. рис. 3.13 и 3.14).

Обработка фасонных поверхностей по копиру позволяет автоматизировать процесс работы при использовании обычных токарных резцов и высоких режимов резания. Благодаря этому значительно повышаются производительность и качество обработки.

Обработка посредством специализированных приспособлений. Фасонные поверхности простой формы могут быть получены при помощи простых приспособлений, которые сообщают резцу круговое движение по дуге необходимого радиуса. Конструкция и настройка одного из таких приспособлений к токарному станку для обработки наружных и внутренних сферических поверхностей были рассмотрены в § 3.1 (рис. 3.15).

Характерные виды брака фасонных поверхностей приведены в табл. 7.41.

7.5. Отделка поверхностей

7.5.1. Опиливание

Назначение и инструменты. Опиливание применяют для зачистки поверхностей, удаления заусенцев, снятия небольших фасок.

Оно выполняется напильниками: плоскими, квадратными, трехгранными, круглыми и др. Для грубых работ применяют драчевые напильники, для чистовых — личные, а при необходимости получения низкой шероховатости поверхности — бархатные, которые отличаются между собой количеством насечек на равной длине.

Перед использованием напильник следует очистить от грязи и стружки металлической щеткой, перемещая ее вдоль насечек. Замасленные напильники натирают куском сухого мела или древесного угля.

Режим и приемы работы. Скорость вращения обрабатываемой поверхности при опиливании принимается равной 15—20 м/мин.

Опиливание на токарном станке следует вести осторожно. Пользоваться можно только напильниками с плотно насаженной ручкой, у станка следует стоять при-

мерно под углом 45° к оси центров с разворотом вправо. Ручка напильника зажимается в левой руке, а противоположный его конец удерживают пальцами правой руки.

В процессе опилования напильник располагают перпендикулярно к оси детали, слегка прижимают к обрабатываемой поверхности и перемещают одновременно вперед и в сторону. При движении назад нажим немного ослабляют. Нажим на напильник должен быть одинаковым на протяжении всего хода, иначе снятие металла будет неравномерным, что приведет к искажению формы обрабатываемой поверхности.

7.5.2. Полирование

Назначение и инструменты. Полирование выполняют для уменьшения шероховатости поверхностей, а также подготовки их под электролитическое покрытие хромом или никелем. На токарных станках оно осуществляется шлифовальными шкурками зернистостью 50—3 в зависимости от качества отделки.

Режим и приемы работы. Для получения меньшей шероховатости частота вращения детали должна быть возможно большей. Полоску шкурки удерживают за концы (один — левой рукой, противоположный — правой), прижимают к вращающейся детали и перемещают возвратно-поступательно вдоль полируемой поверхности. Удерживать шкурку кистью руки в обхват на детали категорически запрещается во избежание травмы. Стоять у станка необходимо с поворотом корпуса вправо.

Полирование выполняют последовательно несколькими шкурками с постепенным уменьшением их зернистости. При окончательном полировании шкурку рекомендуется натирать сухим мелом.

Цилиндрические поверхности удобно полировать деревянным жимком, в радиусные углубления которого закладывается шлифовальная шкурка, или закрепляя концы полоски шкурки в резцедержателе.

7.5.3. Тонкое точение

Назначение точения. Тонким точением обрабатывают поверхности точностью до 6-го квалитета и шероховатостью до $Ra=0,08$ мкм. Такой вид обработки во многих случаях может заменить шлифование. Его сущность состоит в срезании небольшого слоя металла с очень малой подачей и большой скоростью.

Требования к станкам и применяемые резцы. Станки должны быть точными, жесткими и быстроходными и иметь подачи менее 0,1 мм/об. Лимбы или индикаторные упоры должны обеспечивать установку резцов на размер с точностью не менее 0,01 мм.

Резцы для точения черных металлов оснащаются твердыми сплавами ВКЗ-М для обработки чугуна и Т30К4 — для стали или композитом марок 01 (эльбор Р) и 0,5. Для цветных металлов и пластмасс применяются алмазные резцы (см. табл. 5.2).

После заточки резцы обязательно доводятся. Главная режущая кромка должна быть острой без фаски. Завалы или незначительные зазубрины на ней недопустимы. Вершина скругляется радиусом 0,5—1 мм.

Передний угол γ для твердосплавных резцов при обработке стали от -5° до $+5^\circ$, для чугуна — 0° . Для алмазных и композитовых резцов при обтачивании $\gamma = -4^\circ$, при растачивании $\gamma = 0^\circ$. Задний угол выполняется в пределах $8—12^\circ$.

Припуски и режимы резания. Припуск под тонкое точение оставляют в пределах 0,2—0,4 мм на диаметр.

Режимы резания обычно ограничиваются возможностями станка. Их рекомендуется выбирать в следующих пределах: глубина резания 0,1—0,2 мм; подача при предварительной обработке 0,1—0,2 мм/об, при окончательной — 0,02—0,08 мм/об; скорость резания — для обработки черных металлов твердосплавными резцами 100—200 м/мин; для алмазных и композитовых резцов 300—600 м/мин.

7.5.4. Доводка

Назначение обработки. Доводка на токарном станке выполняется после чистового точения или шлифования поверхности с целью повышения ее точности до 5-го качества и получения шероховатости до $Ra=0,04$ мкм.

Припуск под доводку рекомендуется оставлять небольшой — 0,02—0,05 мм на диаметр.

В процессе доводки при помощи притиров, шаржированных абразивными порошками или пастами, с поверхности детали удаляются мельчайшие неровности, в результате чего она приобретает необходимую точность и шероховатость.

Приемы работы. Доводка осуществляется при относительном круговом и поступательном вдоль оси движениях контактных поверхностей притира и обрабатываемой детали. Для этого при доводке наружной цилиндрической поверхности деталь устанавливают на станке в патроне или в центрах, а притир, надетый на нее и удерживаемый специальным жимком, перемещают вручную вдоль вращающейся детали. По мере изнашивания притир регулируется по диаметру. При доводке отверстий притир и деталь меняются местами, т. е. притир устанавливается на станке, а деталь, надетая на нем, перемещается продольно, вручную.

Предварительная и чистовая доводка выполняется, как правило, разными притирами.

Окружная относительная скорость при предварительной доводке принимается 10—20 м/мин; при чистовой — 5—6 м/мин.

7.5.5. Упрочняющая обработка обкатыванием, раскатыванием и выглаживанием

Назначение обкатывания, раскатывания и выглаживания. Эти виды обработки применяются с целью упрочнения поверхностного слоя детали, повышения его износостойкости и снижения шероховатости. Процесс протекает без снятия стружки за счет пластического разглаживания неровностей, остающихся после точения.

Инструменты. Обкатывание наружных поверхностей и раскатывание отверстий выполняется роликовыми и шариковыми обкатками и раскатками; выглаживание производится алмазными наконечниками, которые устанавливаются на станке посредством специальных державок, имеющих пружину для создания контактного давления алмаза на обрабатываемую поверхность (см. рис. 5.10).

Подготовка поверхности детали. Под упрочняющую обработку поверхность детали подготавливают чистовым точением. При этом необходимо учитывать, что диаметр поверхности в процессе упрочняющей обработки может изменяться на 0,02—0,03 мм.

Приемы и режим работы. Упрочняющий инструмент, закрепленный в резцедержателе станка, подводят вплотную к поверхности вращающейся детали. Производят плотный поджим и за 2—3 возвратно-поступательных прохода с механической подачей осуществляют обработку до получения требуемой шероховатости. Для уменьшения трения обрабатываемую поверхность рекомендуется смазать маслом.

Подача: при обкатывании шариком — не более 0,1 мм/об, роликом с радиусным профилем — 0,1—0,2 мм/об. При применении ролика с цилиндрическим пояском (см. рис. 5.11, в) подачу можно принимать до половины ширины пояска на оборот. Выглаживание алмазом выполняется с подачей 0,03—0,06 мм/об.

Скорость вращения изделия 40—80 м/мин.

7.5.6. Накатывание

Назначение и инструменты. Накатыванием создается на поверхностях некоторых деталей (ручках, головках винтов и т. д.) специально предусмотренная шероховатость в виде рифлений определенного узора.

Накатывание выполняется накатками, состоящими из накатного ролика и державки (см. табл. 3.3). Для нанесения прямого узора пользуются однороликовой накаткой, сетчатого — двухроликовой.

Нкатка закрепляется с наименьшим вылетом в резцедержателе суппорта так, чтобы образующая ролика

располагалась строго параллельно оси детали. Ось ролика однороликовой накатки должна находиться на уровне оси центров станка. Для двухроликовой накатки точность установки по высоте не имеет существенного значения, так как шарнирно закрепленные в державке ролики самоустанавливаются по обрабатываемой поверхности.

Подготовка поверхности детали. При накатывании металл частично выдавливается. Поэтому поверхность детали обтачивают под накатывание до диаметра меньше номинального на 0,25—0,5 шага рифлений.

Приемы и режим накатывания. После вдавливания роликов в обрабатываемую поверхность на некоторую глубину накатывание выполняют за несколько проходов в обе стороны до получения полной высоты рифлений при непрерывном контакте роликов с деталью.

Накатные ролики периодически очищают проволочной щеткой от застрявших в углублениях металлических частиц.

Продольную подачу для накатки сетчатого узора принимают равной удвоенной величине шага рифлений t (см. рис. 5.12); скорость вращения детали 15—20 м/мин. Обрабатываемую поверхность в процессе накатывания смазывают минеральным маслом.

7.6. Нарезание резьб

7.6.1. Классификация резьб

Применяемые в машиностроении резьбы можно классифицировать по характерным признакам:

- по расположению — на *наружные* и *внутренние*;
- по назначению — на *крепежные* и *ходовые*;
- по форме исходной поверхности — на *цилиндрические* и *конические*;
- по направлению — на *правые* и *левые*;
- по форме профиля — на *треугольные*, *прямоугольные*, *трапецидальные*, *круглые*;

по числу заходов — на *одно-* и *многозаходные*.

Крепежные резьбы с треугольным профилем используются для разъемного соединения различных деталей.

Ходовые резьбы служат для преобразования вращательного движения в поступательное. Они имеют трапециевидный или реже прямоугольный профиль.

Конические резьбы обеспечивают высокую герметичность соединения в местах, находящихся под повышенным давлением жидкостей и газов.

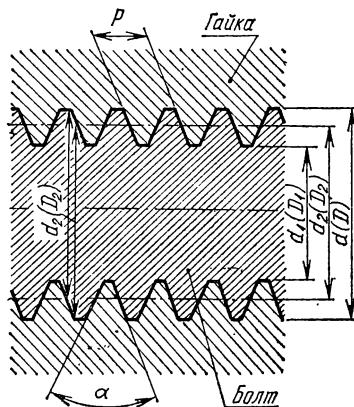
У правых резьб винтовая канавка направлена по ходу часовой стрелки, у левых — наоборот.

Однозаходными называются резьбы с одной винтовой канавкой. В многозаходных резьбах имеется несколько параллельно расположенных винтовых канавок, равномерно распределенных по окружности.

7.6.2. Элементы резьбы

Резбовая поверхность определяется пятью основными элементами (рис. 7.4): тремя диаметрами — наружным d , D ; внутренним d_1 , D_1 и средним d_2 , D_2 ; шагом резьбы P ; углом профиля α .

Рис. 7.4. Элементы резьбы: диаметры резьбы болта: d — наружный, d_1 — внутренний, d_2 — средний; диаметры резьбы гайки соответственно: D , D_1 и D_2 ; α — угол профиля; P — шаг резьбы



Наружный и внутренний диаметры представляют собой диаметры цилиндров, проходящих соответственно через точки выступов и впадин резьбы.

Средний диаметр является диаметром цилиндра, образующая которого делится боковыми сторонами резьбы на равные отрезки.

Средний диаметр поддается измерению. Он соответствует расстоянию между противоположными параллельными сторонами резьбы в направлении, перпендикулярном к ее оси.

Шагом резьбы P (мм) называется расстояние между двумя одноименными точками соседних витков в осевом направлении.

Угол профиля α — угол между смежными боковыми сторонами резьбы в плоскости осевого сечения.

Наиболее ответственными элементами, определяющими точность и характер резьбового сопряжения, являются средний диаметр, угол профиля и шаг. Они геометрически взаимосвязаны так, что с изменением шага и угла профиля изменяется и средний диаметр.

Наружный и внутренний диаметры не оказывают существенного влияния на характер резьбового сопряжения. У большинства резьб по этим диаметрам в соединениях предусмотрены значительные зазоры.

Резьбы также характеризуются *углом подъема φ* . Этот угол заключен между касательной к направлению винтовой канавки и плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы. Он определяется из формулы

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P}{\pi d_2}.$$

7.6.3. Системы и размеры резьб

Применяемые в машиностроении системы резьб, их характеристика, точность и некоторые размеры, необходимые для практического пользования, приведены в табл. 7.42—7.47.

7.6.4. Допуски резьб

Метрические резьбы. Размерная точность резьбы задается допусками на ее диаметры. При этом допуск среднего диаметра, определяющий характер резьбового сопряжения, является суммарным, в его значении предусмотрена компенсация возможных погрешностей шага и угла профиля резьбы.

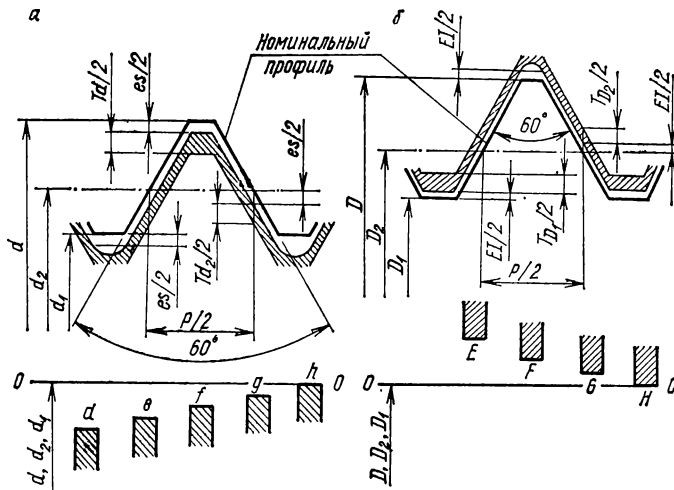
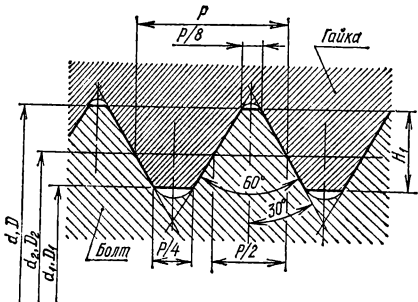
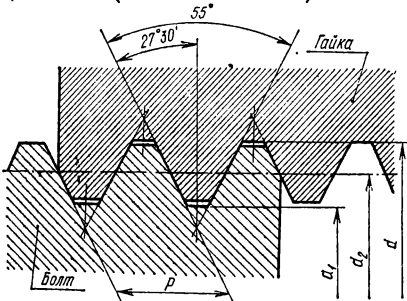


Рис. 7.5. Расположение полей допусков и основных отклонений метрических резьб:

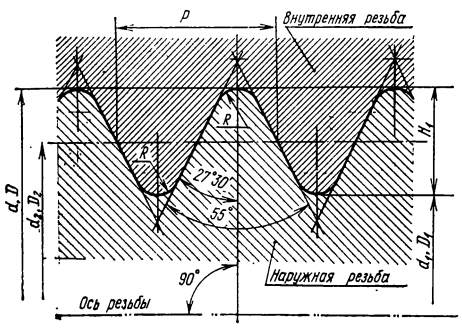
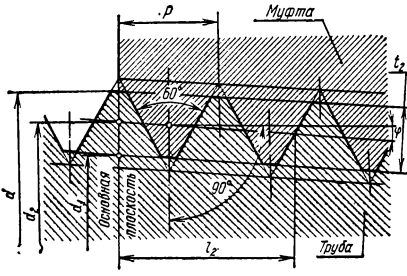
a — наружных; *б* — внутренних; верхние отклонения диаметров резьбы болта es и нижние EI — гайки; допуски диаметров резьбы болта T_d и гайки T_D

Для посадок резьбовых соединений с зазорами по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77) схемы расположения полей допусков и основных отклонений приведены на рис. 7.5. Отклонения диаметров отсчитываются в направлении, перпендикулярном к оси резьбы, от общего для болта и гайки номинального профиля, размеры которого даны в табл. 7.43, 7.44.

Табл. 7.42. Характеристика основных систем резьб

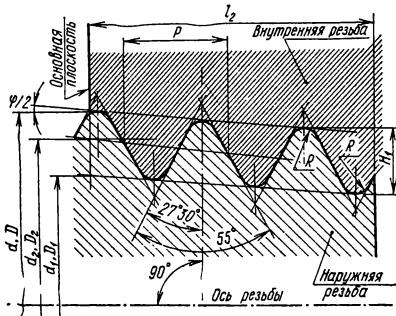
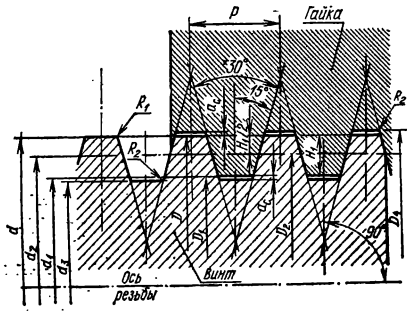
Наименование и профиль резьбы	Элементы резьбы
1	2
Метрическая (ГОСТ 9150—81 (СТ СЭВ 180—75): с крупным шагом с мелким шагом 	$d = 0,25—68 \text{ мм}$ $P = 0,075—6 \text{ мм}$ $d = 1—600 \text{ мм}$ $P = 0,2—6 \text{ мм}$ $H_1 = 0,541P$
Дюймовая (ОСТ НКТП 1260) 	$d = 3/16—4''$ $P = \frac{25,4}{n} \text{ мм}$ $n = 24—3 \text{ нитки}$

Классы точности или поля допу- сков	Примеры обозначения резьб на чертеже	Краткая характеристика и назначение
3	4	5
Гайка: 4Н5Н, 6Н, 7Н Болт: 4h, 6g, 8g (СТ СЭВ 640—77)	M20 — 6g; M20—7Н M20×1,5—6g; M20×1,5LN—6g (М — метрическая; 20 — наружный диа- метр; 1,5 — шаг; LN— левая; 6g и 7Н — по- ля допусков)	Диаметры и шаг в миллиметрах; про- филь треугольный с плоскосрезанными вершинами. Приме- няется в основном в качестве крепежных резьб
2; 3	1¹/₄" кл. 2 (дробь — наружный диаметр в дюймах; класс точно- сти 2-й)	Размеры в дюймах; шаг — число ниток на 1"; профиль тре- угольный с плоско- срезанными верши- нами. Применяется только для ремонта импортного оборудо- вания

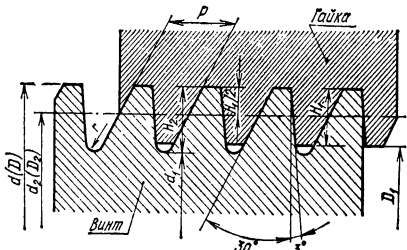
1	2
Трубная (ГОСТ 6357—81) 	1/16—6" $P = \frac{25,4}{z} \text{ мм}$ $z = 28—11$ ша- гов $H_1 = 0,64P$ $R = 0,137P$
Коническая дюймовая (ГОСТ 6111—52) 	1/16—2" $P = \frac{25,4}{n} \text{ мм}$ $n = 27—11\frac{1}{2}$ ниток $t_2 = 0,8P$ $\varphi = 1^\circ 47' 24''$

Продолжение табл. 7.42

3	4	5
А; В	G1 ¹ / ₂ —А; G1 ¹ / ₂ LН—В (G — трубная; 1 ¹ / ₂ — условный размер резьбы; А и В — классы точности; LН — левая)	Профиль треугольный с закругленными вершинами. Нарезается на трубах и соединяющих их муфтах
Один класс	K ³ / ₄ " (К — коническая дюймовая; дробь — условный размер резьбы)	Профиль треугольный с плоскосрезанными вершинами у дюймовой и закругленными у трубной резьбы. Диаметры резьбы задаются в основной плоскости — торце муфты. Конусность 1 : 16. Применяются в соединениях с повышенным давлением газов или жидкостей

1	2										
Коническая трубная (ГОСТ 6211—81) 	1/16—6" $P = \frac{25,4}{z} \text{ мм}$ $z = 28—11$ ша- гов $H_1 = 0,64P$ $\phi/2 = 1^\circ 47' 24''$										
Трапецеидальная (ГОСТ 9484—81) 	$d = 8—640 \text{ мм}$ $P = 1,5—48 \text{ мм}$ $H_1 = 0,5P$ $R_1 = 0,5a_c$ $R_2 = a_c$ <table border="1" data-bbox="698 736 868 921"> <thead> <tr> <th>$P, \text{ мм}$</th><th>$a_c, \text{ мм}$</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,5</td><td>0,15</td></tr> <tr> <td>2—5</td><td>0,25</td></tr> <tr> <td>6—12</td><td>0,5</td></tr> <tr> <td>16—48</td><td>1,0</td></tr> </tbody> </table>	$P, \text{ мм}$	$a_c, \text{ мм}$	1,5	0,15	2—5	0,25	6—12	0,5	16—48	1,0
$P, \text{ мм}$	$a_c, \text{ мм}$										
1,5	0,15										
2—5	0,25										
6—12	0,5										
16—48	1,0										

3	4	5
Один класс	$R 1\frac{1}{2}$; $R 1\frac{1}{2}LH$; $R_c 1\frac{1}{2}$ (R — наружная; R_c — внутренняя; $1\frac{1}{2}$ — условный размер резьбы; LH — левая)	Профиль треугольный с плоскосрезанными вершинами у дюймовой и закругленными у трубной резьбы. Диаметры резьб задаются в основной плоскости — торце муфты. Конусность 1 : 16. Применяются в соединениях с повышенным давлением газов или жидкостей
Гайка: 7H; 8H Винт: 7g; 7e; 8c (ГОСТ 9562—81)	$Tg 40 \times 6-7e$; $Tg 40 \times 6-7H$; $Tg 40 \times 6LH-7e$ (Tg — трапецидальная; 40 — наружный диаметр винта; 6 — шаг; 7e и 7H — поля допусков; LH — левая)	Профиль — равнобедренная трапеция. По наружному и внутреннему диаметрам соединения предусмотрены гарантированные зазоры для смазки. Применяется в механизмах для передачи движений

1	2
Упорная (ГОСТ 10177—82) 	$d = 10-600 \text{ мм}$ $P = 2-48 \text{ мм}$ $H_1 = 0,75P$ $H_2 = 0,868P$ $r = 0,124P$
Примечания: 1. Для метрических и трапецидальных резьб классов точности ранее действовавших стандартов (см. табл. 7.49) 2. Условные размеры трубных и конических резьб соответ резьбы.	

Поле допуска диаметра резьбы состоит из цифры, обозначающей степень точности, и буквы латинского алфавита, обозначающей основное отклонение (табл. 7.48). Например: 4h, 6g, 6H.

Обозначение поля допуска резьбы в целом включает поле допуска среднего диаметра, помещаемого вначале, и обозначение поля допуска диаметра выступов (d или D_1). Например: 7g6g; 5H6H. Если обозначения их полей допусков совпадают, то они не повторяются в обозначении поля допуска резьбы. Например: 6g; 6H.

По отмененному стандарту (ГОСТ 9253—59) для метрических резьб были установлены классы точности: 1, 2, 2a и 3. Поэтому замену допусков и предельных отклонений диаметров резьб в ранее разработанной технической документации следует производить в соответствии с табл. 7.49 и 7.50.

3	4	5
Гайка: 7AZ; 8AZ Винт: 7h; 8h (ГОСТ 25096—82)	$S\ 80 \times 10-7h$; $S\ 80 \times 10-7AZ$ (S — упорная; 80 — наруж- ный диаметр винта; 10 — шаг; 7h и 7AZ — поля допусков)	Профиль — нерав- нобедренная трапе- ция. Центрируется по наружному диа- метру; по среднему и внутреннему — га- рантированные зазо- ры. Применяется при односторонних на- грузках (винтовые прессы, домкраты и др.)

поля допусков даны только в объеме рекомендуемой замены и 7.52),
ствуют диаметрам отверстий труб, на которых нарезаются

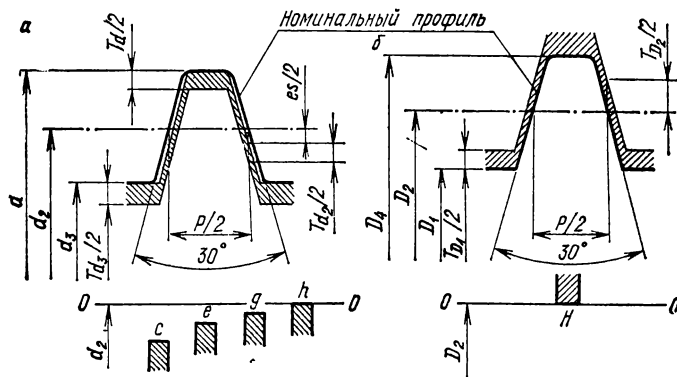


Рис. 7.6. Расположение полей допусков и основных отклонений трапецидальных резьб:

a — наружных; b — внутренних; верхнее отклонение среднего диаметра резьбы винта es ; допуски диаметров резьбы винта T_d и гайки T_D

Табл. 7.43. Основные размеры метрических резьб с крупными шагами, мм, по ГОСТ 24705—81 (СТ СЭВ 182—75)

наружный d	Диаметр резьбы		Шаг резьбы P	Высота профиля H_1
	средний d_2	внутренний d_1		
1	2	3	4	5
1	0,838	0,730	0,25	0,135
1,1	0,938	0,830	0,25	0,135
1,2	1,038	0,930	0,25	0,135
1,4	1,205	1,075	0,30	0,162
1,6	1,373	1,221	0,35	0,189
1,8	1,573	1,421	0,35	0,189
2	1,740	1,567	0,4	0,216
2,2	1,908	1,713	0,45	0,243
2,5	2,208	2,013	0,45	0,243
3	2,675	2,459	0,5	0,270
3,5	3,110	2,850	(0,6)	0,325
4	3,546	3,242	0,7	0,379
4,5	4,013	3,688	(0,75)	0,406
5	4,480	4,134	0,8	0,433
6	5,350	4,918	1	0,541
7	6,350	5,918	1	0,541
8	7,188	6,647	1,25	0,676
9	8,188	7,647	(1,25)	0,676
10	9,026	8,376	1,5	0,812
11	10,026	9,376	(1,5)	0,812
12	10,863	10,106	1,75	0,947
14	12,701	11,835	2	1,082
16	14,701	13,835	2	1,082
18	16,376	15,294	2,5	1,353
20	18,376	17,294	2,5	1,353
22	20,376	19,294	2,5	1,353
24	22,051	20,752	3	1,624
27	25,051	23,752	3	1,624
30	27,727	26,211	3,5	1,894
33	30,727	29,211	3,5	1,894
36	33,402	31,670	4	2,165
39	36,402	34,670	4	2,165
42	39,077	37,129	4,5	2,435
45	42,077	40,129	4,5	2,435

1	2	3	4	5
48	44,752	42,587	5	2,706
52	48,752	46,587	5	2,706
56	52,428	50,046	5,5	2,977
60	56,428	54,046	(5,5)	2,977
64	60,103	57,505	6	3,247
68	64,103	61,505	6	3,247
Примечание. Шаги резьб, заключенные в скобках, по возможности не применять.				

Трапецидальные резьбы. Точность трапецидальных резьб, как и метрических, определяется допусками их диаметров. Возможные погрешности угла профиля и шага учтены в числовом значении допуска среднего диаметра, который является суммарным.

Точность диаметров резьбы задается сочетанием степени точности и основного отклонения, приведенных в табл. 7.51.

Схемы расположения полей допусков и основных отклонений, принятых в ГОСТ 9562—81, изображены на рис. 7.6. Отклонения диаметров отсчитываются в направлении, перпендикулярном к оси резьбы, от номинальных профилей, отдельно для наружной и внутренней резьб, размеры которых приведены в табл. 7.47.

Обозначение поля допуска трапецидальных резьб включает обозначение поля допуска среднего диаметра — сочетание цифры и буквы латинского алфавита, указывающих соответственно степень точности и основное отклонение. Например: 7e, 7H.

Для перевода ранее действовавших классов точности в поля допусков настоящего стандарта (ГОСТ 9562—81) и нахождения для них предельных отклонений диаметров резьб следует пользоваться табл. 7.52 и 7.53.

Табл. 7.44. Основные размеры метрических резьб с мелкими шагами по ГОСТ 24705—81 (СТ СЭВ 182—75)

Диаметр резьбы, мм			Шаг P	Высота профиля H_1
наружный d	средний d_2	внутренний d_1		
1	2	3	4	5
1,0	0,870	0,783	0,20	0,108
1,1	0,970	0,883	0,20	0,108
1,2	1,070	0,983	0,20	0,108
1,4	1,270	1,183	0,20	0,108
1,6	1,470	1,383	0,20	0,108
1,8	1,670	1,583	0,20	0,108
2,0	1,838	1,730	0,25	0,135
2,2	2,038	1,930	0,25	0,135
2,5	2,273	2,121	0,35	0,189
3,0	2,773	2,621	0,35	0,189
3,5	3,273	3,121	0,35	0,189
4,0	3,675	3,459	0,50	0,270
4,5	4,175	3,959	0,50	0,270
5,0	4,675	4,459	0,50	0,270
(5,5)	5,175	4,959	0,50	0,270
6	5,675	5,459	0,50	0,270
	5,513	5,188	0,75	0,406
7	6,675	6,459	0,50	0,270
	6,513	6,188	0,75	0,406
8	7,675	7,459	0,50	0,270
	7,513	7,188	0,75	0,406
	7,350	6,918	1,0	0,541
9	8,675	8,459	0,50	0,270
	8,513	8,188	0,75	0,406
	8,350	7,918	1,0	0,541
10	9,675	9,459	0,50	0,270
	9,513	9,188	0,75	0,406
	9,350	8,918	1,0	0,541
	9,188	8,647	1,25	0,676

Продолжение табл. 7.44

1	2	3	4	5
11	10,675	10,459	0,50	0,270
	10,513	10,188	0,75	0,406
	10,350	9,918	1,0	0,541
12	11,675	11,459	0,50	0,270
	11,513	11,188	0,75	0,406
	11,350	10,918	1,0	0,541
	11,188	10,647	1,25	0,676
	11,026	10,376	1,5	0,812
14	13,675	13,459	0,50	0,270
	13,513	13,188	0,75	0,406
	13,350	12,918	1,0	0,541
	13,188	12,647	1,25	0,676
	13,026	12,376	1,5	0,812
15	14,350	13,918	(1,0)	0,541
	14,026	13,376	1,5	0,812
16	15,675	15,459	0,50	0,270
	15,513	15,188	0,75	0,406
	15,350	14,918	1,0	0,541
	15,026	14,376	1,5	0,812
17	16,350	15,918	(1,0)	0,541
	16,026	15,376	1,5	0,812
18	17,675	17,459	0,50	0,270
	17,513	17,188	0,75	0,406
	17,350	16,918	1,0	0,541
	17,026	16,376	1,5	0,812
	16,701	15,835	2,0	1,082
20	19,675	19,459	0,50	0,270
	19,513	19,188	0,75	0,406
	19,350	18,918	1,0	0,541
	19,026	18,376	1,5	0,812
	18,701	17,835	2,0	1,082
22	21,675	21,459	0,50	0,270
	21,513	21,188	0,75	0,406

Продолжение табл. 7.44

1	2	3	4	5
22	21,350	20,918	1,0	0,541
	21,026	20,376	1,5	0,812
	20,701	19,835	2,0	1,082
24	23,513	23,188	0,75	0,406
	23,350	22,918	1,0	0,541
	23,026	22,376	1,5	0,812
	22,701	21,835	2,0	1,082
25	24,350	23,918	(1,0)	0,541
	24,026	23,376	1,5	0,812
	23,701	22,835	2,0	1,082
(26)	25,026	24,376	1,5	0,812
27	26,513	26,188	0,75	0,406
	26,350	25,918	1,0	0,541
	26,026	25,376	1,5	0,812
	25,701	24,835	2,0	1,082
28	27,350	26,918	1,0	0,541
	27,026	26,376	1,5	0,812
	26,701	25,835	2,0	1,082
30	29,513	29,188	0,75	0,406
	29,350	28,918	1,0	0,541
	29,026	28,376	1,5	0,812
	28,701	27,835	2,0	1,082
	28,051	26,752	(3,0)	1,624
(32)	31,026	30,376	1,5	0,812
	30,701	29,835	2,0	1,082
33	32,513	32,188	0,75	0,406
	32,350	31,918	1,0	0,541
	32,026	31,376	1,5	0,812
	31,701	30,875	2,0	1,082
	31,051	29,752	(3,0)	1,624
35	34,026	33,376	1,5	0,812
36	35,350	34,918	1,0	0,541

Продолжение табл. 7.44

1	2	3	4	5
36	35,026	34,376	1,5	0,812
	34,701	33,835	2,0	1,082
	34,051	32,752	3,0	1,624
38	37,026	36,376	1,5	0,812
	38,350	37,918	1,0	0,541
39	38,026	37,376	1,5	0,812
	37,701	36,835	2,0	1,082
	37,051	35,752	3,0	1,624
40	39,026	38,376	1,5	0,812
	38,701	37,835	(2,0)	1,082
	38,051	36,752	(3,0)	1,624
42	41,350	40,918	1,0	0,541
	41,026	40,376	1,5	0,812
	40,701	39,835	2,0	1,082
	40,051	38,752	3,0	1,624
	39,402	37,670	(4,0)	2,165
45	44,350	43,918	1,0	0,541
	44,026	43,376	1,5	0,812
	43,701	42,835	2,0	1,082
	43,051	41,752	3,0	1,624
	42,402	40,670	(4,0)	2,165
48	47,350	46,918	1,0	0,541
	47,026	46,376	1,5	0,812
	46,701	45,835	2,0	1,082
	46,051	44,752	3,0	1,624
	45,402	43,670	(4,0)	2,165
50	49,026	48,376	1,5	0,812
	48,701	47,835	(2,0)	1,082
	48,051	46,752	(3,0)	1,624
52	51,350	50,918	1,0	0,541
	51,026	50,376	1,5	0,812
	50,701	49,835	2,0	1,082
	50,051	48,752	3,0	1,624
	49,402	47,670	(4,0)	2,165

Окончание табл. 7.44

1	2	3	4	5
55	54,026	53,376	1,5	0,812
	53,701	52,835	2,0	1,082
	53,051	51,752	(3,0)	1,624
	52,402	50,670	(4,0)	2,165
56	55,350	54,918	1,0	0,541
	55,026	54,376	1,5	0,812
	54,701	53,835	2,0	1,082
	54,051	52,752	3,0	1,624
58	53,402	51,670	4,0	2,165
	57,026	56,376	1,5	0,812
	56,701	55,835	2,0	1,082
	56,051	54,752	(3,0)	1,624
58	55,402	53,670	(4,0)	2,165

7.6.5. Измерение и контроль резьб

Точность размеров резьбы может быть определена *поэлементным* или *комплексным* методом.

Поэлементным методом пользуются при наладочных работах, когда необходимо выявить неточности каждого элемента резьбы в отдельности, а также при измерениях особо точных резьб.

Шаг резьбы с относительно высокой точностью можно измерить линейкой. Ее располагают вдоль оси детали и измеряют одновременно 10 или 20 шагов, считая вершину начального витка нулевой. Затем полученное значение делят на количество измеренных шагов.

Угол профиля и шаг резьбы можно определить набором резьбовых шаблонов — резьбомером. Они выпускаются для метрических резьб с углом профиля 60° и для дюймовых — 55°. При проверке к резьбе поочередно при-

кладывают разные шаблоны и определяют на просвет совпадение их профиля.

Средний диаметр резьбы измеряют резьбовым микрометром, который снабжен сменными вставками. При измерении вставки должны касаться профиля резьбы в диаметральной плоскости. Это достигается поперечным покачиванием микрометра и нахождением наибольшего размера.

Все элементы резьбы с высокой точностью могут быть также измерены при помощи инструментального микроскопа.

При комплексном методе все элементы резьбы контролируются одновременно предельными резьбовыми калибрами — пробками и кольцами. Этот метод обладает существенными достоинствами: высокой производительностью и объективностью результатов контроля.

Для цилиндрических резьб применяют двусторонние калибры, имеющие проходную ПР и непроходную НЕ стороны. Первая снабжена полным резьбовым профилем и контролирует все диаметры резьбы, вторая — укороченным для контроля только среднего размера. Проходная сторона должна свободно находить на резьбовую поверхность; при измерении непроходной стороной калибра допускается только «закус» началом первого витка.

Для конических резьб применяются односторонние резьбовые калибры, которыми контролируются допустимые смещения основной плоскости относительно торцов трубы или муфты.

Табл. 7.45. Основные размеры дюймовых и трубных цилиндрических резьб

Дюймовая (ОСТ НКТП 1260)				Трубная (ГОСТ 6357—81)			
Номинальный диаметр, дюймы	Число ниток n на 1"	Шаг P , мм	Наружный диаметр d , мм	Обозначение размера резьбы	Число шагов z на длине 25,4 мм	Шаг P , мм	Наружный диаметр d , мм
3/16	24	1,058	4,762	1/16	28	0,907	7,723
1/4	20	1,270	6,350	(1/8)	28	0,907	9,728
5/16	18	1,411	7,938	1/4	19	1,337	13,157
3/8	16	1,588	9,525	3/8	19	1,337	16,662
(7/16)	14	1,814	11,112	1/2	14	1,814	20,955
1/2	12	2,117	12,700	(5/8)	14	1,814	22,911
(9/16)	12	2,117	14,288	3/4	14	1,814	26,441
5/8	11	2,309	15,875	(7/8)	14	1,814	30,201
3/4	10	2,540	19,050	1	11	2,309	33,249
7/8	9	2,822	22,225	(1 1/8)	11	2,309	37,897
1	8	3,175	25,400	1 1/4	11	2,309	41,910
1 1/8	7	3,629	28,575	(1 3/8)	11	2,309	44,323
1 1/4	7	3,629	31,700	1 1/2	11	2,309	47,803
(1 3/8)	6	4,233	34,925	(1 3/4)	11	2,309	53,746
1 1/2	6	4,233	38,100	2	11	2,309	59,614
(1 5/8)	5	5,080	41,275	1 1/4	11	2,309	65,710
1 3/4	5	5,080	44,450	2 1/2	11	2,309	75,184
(1 7/8)	4 1/2	5,644	47,625	2 3/4	11	2,309	81,534
2	4 1/2	5,644	50,800	3	11	2,309	87,884

Примечание. Диаметры резьб, поставленные в скобки, по возможности не применять.

Табл. 7.46. Основные размеры конических резьб

Обозначение размера резьбы, дюйм	Дюймовая (ГОСТ 6111—52)				Трубная (ГОСТ 6211—81)			
	Число ниток n на 1"	Шаг P , мм	Наружный диаметр d в основной плоскости, мм	Расстояние l_2 от торца трубы до основной плоскости, мм	Число шагов z на длине 25,4 мм	Шаг P , мм	Наружный диаметр d в основной плоскости, мм	Расстояние l_2 от торца трубы до основной плоскости, мм
1/16	27	0,941	7,895	4,064	28	0,907	7,723	4
1/8	27	0,941	10,272	4,572	28	0,907	9,728	4
1/4	18	1,411	13,572	5,080	19	1,337	13,157	6
3/8	18	1,411	17,055	6,096	19	1,337	16,662	6,4
1/2	14	1,814	21,223	8,128	14	1,814	20,955	8,2
3/4	14	1,814	26,568	8,611	14	1,814	26,441	9,5
1	11 $\frac{1}{2}$	2,209	33,228	10,160	11	2,309	33,249	10,4
1 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{2}$	2,209	41,985	10,668	11	2,309	41,910	12,7
1 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	2,209	48,054	10,668	11	2,309	47,803	12,7
2	11 $\frac{1}{2}$	2,209	60,092	11,074	11	2,309	59,614	15,9

Табл. 7.47. Основные размеры трапециевидных однозаходных резьб, мм (ГОСТ 24739—81)

P	$d; D$	$d_2; D_2$	d_3	$d_1; D_1$	D_4
1	2	3	4	5	6
1,5	8	7,25	6,2	6,5	8,3
	8	7,00	5,5	6,0	8,5
	10	9,00	7,5	8,0	10,5
	12	11,00	9,5	10,0	12,5
	14	13,00	11,5	12,0	14,5
2,0	16	15,00	13,5	14,0	16,5
	18	17,00	15,5	16,0	18,5
	20	19,00	17,5	18,0	20,5
	22	21,00	19,5	20,0	22,5
	24	23,00	21,5	22,0	24,5
	26	25,00	23,5	24,0	26,5
	28	27,00	25,5	26,0	28,5
	12	10,50	8,5	9,0	12,5
	14	12,50	10,5	11,0	14,5
	30	28,50	26,5	27,0	30,5
3,0	32	30,50	28,5	29,0	32,5
	34	32,50	30,5	31,0	34,5
	36	34,50	32,5	33,0	36,5
	38	36,50	34,5	35,0	38,5
	40	38,50	36,5	37,0	40,5
	42	40,50	38,5	39,0	42,5
	44	42,50	40,5	41,0	44,5
	46	44,50	42,5	43,0	46,5
	48	46,50	44,5	45,0	48,5
	50	48,50	46,5	47,0	50,5
	55	50,50	48,5	49,0	52,5
	52	53,50	51,5	52,0	55,5
	60	58,50	56,5	57,0	60,5
4,0	16	14,00	11,5	12,0	16,5
	18	16,00	13,5	14,0	18,5
	20	18,00	15,5	16,0	20,5
	65	63,00	60,5	61,0	65,5
	70	68,00	65,5	66,0	70,5
	75	73,00	70,5	71,0	75,5
	80	78,00	75,5	76,0	80,5

Продолжение табл. 7.47

1	2	3	4	5	6
5,0	22	19,50	16,5	17,0	22,5
	24	21,50	18,5	19,0	24,5
	26	23,50	20,5	21,0	26,5
	28	25,50	22,5	23,0	28,5
	85	82,50	79,5	80,0	85,5
	90	87,50	84,5	85,0	90,5
	95	92,50	89,5	90,0	95,5
	100	97,50	94,5	95,0	100,5
	110	107,50	104,5	105,0	110,5
6,0	30	27,00	23,0	24,0	31,0
	32	29,00	25,0	26,0	33,0
	34	31,00	27,0	28,0	35,0
	36	33,00	29,0	30,0	37,0
	38	35,00	31,0	32,0	39,0
	40	37,00	33,0	34,0	41,0
	42	39,00	35,0	36,0	43,0
	120	117,00	113,0	114,0	121,0
	130	127,00	123,0	124,0	131,0
	140	137,00	133,0	134,0	141,0
8,0	150	147,00	143,0	144,0	151,0
	22	18,00	13,0	14,0	23,0
	24	20,00	15,0	16,0	25,0
	26	22,00	17,0	18,0	27,0
	28	24,00	19,0	20,0	29,0
	44	40,00	35,0	36,0	45,0
	46	42,00	37,0	38,0	47,0
	48	44,00	39,0	40,0	49,0
	50	46,00	41,0	42,0	51,0
	52	48,00	43,0	44,0	53,0
	55	51,00	46,0	47,0	56,0
	60	56,00	51,0	52,0	61,0
	160	156,00	151,0	152,0	161,0
	170	166,00	161,0	162,0	171,0
	180	176,00	171,0	172,0	181,0
	190	186,00	181,0	182,0	191,0
10,0	30	25,00	19,0	20,0	31,0
	32	27,00	21,0	22,0	33,0
	34	29,00	23,0	24,0	35,0

Окончание табл. 7.47

1	2	3	4	5	6
10,0	36	31,00	25,0	26,0	37,0
	38	33,00	27,0	28,0	39,0
	40	35,00	29,0	30,0	41,0
	42	37,00	31,0	32,0	43,0
	65	60,00	54,0	55,0	66,0
	70	65,00	59,0	60,0	71,0
	75	70,00	64,0	65,0	76,0
	80	75,00	69,0	70,0	81,0
	200	195,00	189,0	190,0	201,0
	210	205,00	199,0	200,0	211,0
	220	215,00	209,0	210,0	221,0
	44	38,00	31,0	32,0	45,0
12,0	46	40,00	33,0	34,0	47,0
	48	42,00	35,0	36,0	49,0
	50	44,00	37,0	38,0	51,0
	52	46,00	39,0	40,0	53,0
	55	49,00	42,0	43,0	56,0
	60	54,00	47,0	48,0	61,0
	85	79,00	72,0	73,0	86,0
	90	84,00	77,0	78,0	91,0
	95	89,00	82,0	83,0	96,0
	100	94,00	87,0	88,0	101,0
	110	104,00	97,0	98,0	111,0
	240	234,00	227,0	228,0	241,0
	250	244,00	237,0	238,0	251,0
	260	254,00	247,0	248,0	261,0
	280	274,00	267,0	268,0	281,0
	300	294,00	287,0	288,0	301,0
	320	314,00	307,0	308,0	321,0
	340	334,00	327,0	328,0	341,0
	360	354,00	347,0	348,0	361,0
	380	374,00	367,0	368,0	381,0
	400	394,00	387,0	388,0	401,0

Табл. 7.48. Степени точности диаметров метрических резьб и их основные отклонения

Вид резьбы	Диаметр резьбы	Степень точности	Основное отклонение
Наружная (болт)	d — наружный d_2 — средний	4; 6; 8 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	d; e; f; g; h
Внутренняя (гайка)	D_2 — средний D_1 — внутренний	4; 5; 6; 7; 8; 9 4; 5; 6; 7; 8	E; F; G; H

Примечания: 1. Степень точности 9 и 10 применяют только для резьб на деталях из пластмасс.
2. Допуски диаметров — внутреннего d_1 болта и наружного D гайки — не устанавливаются.
3. Основные отклонения E и F предназначены только для специального применения.

Табл. 7.49. Рекомендуемая замена классов точности метрических резьб полями допусков

Класс точности по ГОСТ 9253—59	Поля допусков по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77)	
	болт	гайка
1	4h	4H5H
2	6g	6H
2a	6g	6H
3	8g	7H

Табл. 7.50. Предельные отклонения диаметров метрической резьбы по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77) (см. рис. 7.5)

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Предельные отклонения, мкм, диаметров резьбы для полей допусков															
	Шаг P , мм	4h			6g			8g			4H5H		6H		7H	
		d , d_1 , d_2	d	d_2	d , d_1 , d_2	d	d_2	d , d_1 , d_2	d	d_2	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1
		es	ei (—)		es (—)	ei (—)		es (—)	ei (—)		ES (+)		ES (+)		ES (+)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Свыше 5,6 до 11,2	0,25	0	42	40	18	85	81	—	—	—	53	56	85	71	—	—
	0,35		53	45	19	104	90	—	—	—	60	80	95	100	—	—
	0,50		67	53	20	126	105	—	—	—	71	112	112	140	140	180
	0,75		90	63	22	162	112	—	—	—	85	150	132	190	170	236
	1,00		112	71	26	206	138	26	306	206	95	190	150	236	190	300
	1,25		132	75	28	240	146	28	363	218	100	212	160	265	200	335
	1,5		150	85	32	268	164	32	407	244	112	236	180	300	224	375
Свыше 11,2 до 22,4	0,35	0	53	48	19	104	94	—	—	—	63	80	100	100	—	—
	0,5		67	56	20	126	110	—	—	—	75	112	118	140	150	180
	0,75		90	67	22	162	128	—	—	—	90	150	140	190	180	236
	1,00		112	75	26	206	144	26	306	216	100	190	160	236	200	300
	1,25		132	85	28	240	160	28	363	240	112	212	180	265	224	335
	1,5		150	90	32	268	172	32	470	256	118	236	190	300	236	375
	1,75		170	95	34	290	184	34	459	270	125	265	200	335	250	425
	2,00		180	100	38	318	198	38	488	288	132	300	212	375	265	475

Свыше 22,4 до 45	2,5		212	106	42	377	212	42	572	307	140	355	224	450	280	560
	0,5		67	60	20	126	115	—	—	—	80	112	125	140	—	—
	0,75		90	71	22	162	134	—	—	—	95	150	150	190	190	236
	1,00	0	112	80	26	206	151	26	306	226	106	190	170	236	212	300
	1,5		150	95	32	268	182	32	407	268	125	236	200	300	250	375
	2,0		180	106	38	318	208	38	488	303	140	300	224	375	280	475
	3,0		236	125	48	423	248	48	648	363	170	400	265	500	335	630
	3,5		265	132	53	478	265	53	723	388	180	450	280	560	355	710
Свыше 45 до 90	4,0		300	140	60	535	284	60	810	415	190	475	300	600	375	750
	4,5		315	150	63	563	299	63	863	438	200	530	315	670	400	850
	0,5		67	63	20	126	120	—	—	—	85	112	132	140	—	—
	0,75		90	75	22	162	140	—	—	—	100	150	160	190	—	—
	1,00	0	112	90	26	206	166	26	306	250	118	190	190	236	236	300
	1,5		150	100	32	268	192	32	407	282	132	236	212	300	265	375
	2,00		180	112	38	318	218	38	488	318	150	300	236	375	300	475
	3,00		236	132	48	423	260	48	648	383	180	400	280	500	355	630
	4,00		300	150	60	535	296	60	810	435	200	475	315	600	400	750
	5,00		335	160	71	601	321	71	921	471	212	560	335	710	425	900
	5,5		350	170	75	635	340	75	975	500	224	600	355	750	450	950
	6,00		375	180	80	680	360	80	1030	530	236	630	375	800	475	1000

Примечания: 1. Нижнее отклонение диаметра d_1 и верхнее отклонение диаметра D не устанавливаются.

2. Нижние отклонения E_1 диаметров D , D_1 и D_2 для полей допусков 4H5H, 6H и 7H равны нулю.

3. В таблице приведена только часть диаметров резьб из стандарта и поля допусков для замены ранее действовавших классов точности по табл. 7.49.

Табл. 7.51. Степени точности диаметров трапецеидальных резьб и их основные отклонения

Вид резьбы	Диаметр резьбы	Степени точности	Основные отклонения
Наружная (винт)	d	4; 6	h
	d_2	6; 7; 8; 9	c; e; g; h
	d_3	6; 7; 8; 9	h
Внутренняя (гайка)	D_4	—	H
	D_2	6; 7; 8; 9	
	D_1	4	

Примечание. Степень точности (допуск) на диаметр D_4 не устанавливается.

Табл. 7.52. Рекомендуемая замена классов точности трапецеидальных резьб полями допусков

Класс точности по ГОСТ 9562—60	Поля допусков по ГОСТ 9562—81	
	винт	гайка
1	7g	7H
2	7e	7H
3	8c	8H
3x	8c	—

Табл. 7.53. Предельные отклонения диаметров трапецидальной резьбы (ГОСТ 9562—81)
(см. рис. 7.6)

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг P , мм	Предельные отклонения, мкм, диаметров резьбы для полей допусков															
		7e				7g				8c				7H		8H	
		d		d_2		d		d_2		d		d_2		D_2	D_1	D_2	D_1
		ei (—)	es (—)	ei (—)		ei (—)	es (—)	ei (—)		ei (—)	es (—)	ei (—)		ES (+)		ES (+)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Свыше 11,2 до 22,4	2	180	71	271	321	180	38	238	288	180	150	400	462	265	236	335	236
	3	236	85	309	365	236	48	272	328	236	170	450	520	300	315	375	315
	4	300	95	360	426	300	60	325	391	300	190	525	609	355	375	450	373
	5	335	106	386	426	335	71	351	421	335	212	567	656	375	450	475	450
Свыше 22,4 до 45	8	450	132	487	576	450	85	440	529	450	265	715	828	475	630	600	630
	2	180	71	283	336	180	38	250	303	180	150	415	481	280	236	355	236
	3	236	85	335	397	236	48	298	361	236	170	485	564	335	315	425	315
	5	335	106	406	481	335	71	371	446	335	212	587	681	400	450	500	450
	6	375	118	453	537	375	80	415	499	375	236	661	767	450	500	560	500
	7	425	125	480	569	425	83	438	527	425	250	700	813	475	560	600	560
	8	450	132	507	601	450	85	460	554	450	265	740	859	500	630	630	630
	10	530	150	550	650	530	96	496	596	530	300	800	925	530	710	670	710
Свыше 45 до 90	12	600	170	595	701	600	115	540	646	600	335	865	998	560	800	710	800
	3	236	85	350	416	236	48	313	379	236	170	505	589	355	315	450	315
	4	300	95	395	470	300	60	360	435	300	190	565	659	400	375	500	375

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Свыше 45 до 90	5	335	106	421	500	335	71	386	465	335	212	612	712	425	450	530	450
	8	450	132	532	632	450	85	485	585	450	265	765	890	530	630	670	630
	9	500	140	565	671	500	90	515	621	500	280	810	943	560	670	710	670
	10	530	150	575	681	530	96	521	627	530	300	830	963	560	710	710	710
	12	600	170	645	764	600	115	590	709	600	335	935	1085	630	800	800	800
	14	670	180	680	805	670	120	620	745	670	355	985	1142	670	900	850	900
	16	710	190	720	853	710	130	660	793	710	375	1045	1213	710	1000	900	1000
	18	800	200	760	900	800	140	700	840	800	400	1110	1288	750	1120	950	1120
	20	850	212	772	912	850	145	705	845	850	425	1135	1313	750	1180	950	1180

Примечания: 1. Верхние отклонения es диаметров d и d_3 , а также нижние отклонения EI диаметров D_1 , D_2 и D_4 равны нулю.

2. Верхнее отклонение диаметра D_4 не устанавливается.

3. В таблице приведена только часть диаметров резьб из стандарта и поля допусков для замены ранее действовавших классов точности по табл. 7.52.

4. Настоящий стандарт не распространяется на трапецидальные резьбы, предназначенные для осуществления точных перемещений.

7.6.6. Выполнение наружных резьб плашками

Область применения плашек. Круглые плашки (см. рис. 5.7) применяются для нарезания наружных резьб треугольного профиля на деталях, к которым не предъявляются высокие требования соосности резьбы с другими поверхностями. Пределы размеров выполняемых резьб ограничиваются механическими свойствами обрабатываемого металла. На стальных деталях круглыми плашками нарезают резьбы с шагом до 2 мм. Для более мягких цветных металлов этот предел может быть несколько увеличен. Резьбы с более крупным шагом предварительно прорезаются резцом, а затем калибруются плашками.

Для накатывания предусмотрены резьбонакатные плашки (см. рис. 5.8) с верхними пределами выполняемых метрических резьб диаметров до 33 мм и шагом до 2 мм.

Подготовка заготовок под резьбу. Под нарезание поверхность заготовки обтачивают до размера несколько меньшего, чем наружный диаметр резьбы, на величину частичного выдавливания металла при резании. Практикой установлено примерное числовое значение такого занижения, которое определяется из формулы

$$\Delta \approx 0,1P,$$

где P — шаг резьбы, мм.

Более точно диаметр стержня под резьбу можно определить, пользуясь данными табл. 7.54—7.56.

Под накатывание диаметр стержня уменьшают примерно до среднего диаметра резьбы. Его определяют по данным табл. 7.57.

На конце заготовки следует проточить центрирующую фаску шириной 1—3 мм (в зависимости от шага резьбы) под углом 30° к оси.

Приемы выполнения резьб. Нарезание резьб плашками обычно ведется за один технологический установ после подготовки заготовки под резьбу. Для этого следует установить: соосность центров, заднюю бабку возможно

Табл. 7.54. Занижение диаметра стержня относительно наружного диаметра резьбы для нарезания метрических резьб

Шаг резьбы <i>P</i> , мм	Занижение диаметра стержня Δ , мм	Предельное отклонение δ , мм		Шаг резьбы <i>P</i> , мм	Занижение диаметра стержня Δ , мм	Предельное отклонение δ , мм	
		Поле допуска				Поле допуска	
		4h; 6g	8g			4h; 6g	8g
0,2	0,02	—0,04	—0,04	1,25	0,1	—0,1	—0,2
0,25	0,03	—0,04	—0,04	1,5	0,12	—0,12	—0,23
0,3	0,04	—0,04	—0,04	1,75	0,14	—0,12	—0,24
0,35	0,05	—0,04	—0,04	2	0,16	—0,13	—0,25
0,4	0,05	—0,05	—0,05	2,5	0,16	—0,17	—0,32
0,45	0,05	—0,06	—0,06	3	0,16	—0,21	—0,36
0,5	0,06	—0,06	—0,06	3,5	0,16	—0,24	—0,39
0,6	0,06	—0,07	—0,07	4	0,16	—0,26	—0,44
0,7	0,06	—0,08	—0,08	4,5	0,16	—0,29	—0,49
0,75	0,06	—0,09	—0,09	5	0,16	—0,34	—0,54
0,8	0,06	—0,1	—0,16	5,5	0,16	—0,39	—0,59
1	0,08	—0,1	—0,17	6	0,16	—0,44	—0,64

Примечание. Диаметр стержня $d_{ст}$ (мм) определяется по формуле $d_{ст} = (d - \Delta) - \delta$, где d — наружный диаметр резьбы, мм.

**Табл. 7.55. Диаметры стержней под нарезание дюймовой
и трубной цилиндрических резьб (МН 5598—64 и
ГОСТ 21347—75)**

Дюймовая (ОСТ НКТП 1260)			Трубная (ГОСТ 6357—81)			
Номинальный размер резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм		Номинальный размер резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм		
	номинальный	предельное отклонение		номинальный	предельное отклонение	
					класс А	класс В
3/16	4,58	—0,21	1/8	9,57	—0,21	—0,32
1/4	6,14	—0,24	1/4	13,10	—0,23	—0,35
5/16	7,72	—0,24	3/8	16,61	—0,23	—0,35
3/8	9,3	—0,24	1/2	20,90	—0,24	—0,38
7/16	10,87	—0,24	5/8	22,86	—0,24	—0,38
1/2	12,42	—0,32	3/4	26,39	—0,24	—0,38
9/16	14	—0,32	7/8	30,15	—0,24	—0,38
5/8	15,57	—0,32	1	33,19	—0,28	—0,46
3/4	18,73	—0,32	1 1/8	37,84	—0,28	—0,46
7/8	21,87	—0,41	1 1/4	41,86	—0,28	—0,46
1	25,02	—0,41	1 3/8	44,27	—0,28	—0,46
1 1/8	28,15	—0,5	1 1/2	47,75	—0,28	—0,46
1 1/4	31,32	—0,5	1 3/4	53,69	—0,28	—0,46
1 3/8	34,46	—0,5	2	59,56	—0,28	—0,46
1 1/2	37,63	—0,5	2 1/8	65,66	—0,32	—0,53
1 5/8	40,75	—0,71	2 1/2	75,13	—0,32	—0,53
1 3/4	43,92	—0,71	2 3/4	81,48	—0,32	—0,53
1 7/8	47,05	—0,71	3	87,83	—0,32	—0,53
2	50,22	—0,71	3 1/4	93,93	—0,32	—0,53

ближе к заготовке и плашку в пиноль задней бабки при помощи резьбонарезного патрона. После принудительного врезания на 2—3 полных витка дальнейшее нарезание плашкой осуществляется самозатягиванием. Конические резьбы нарезаются с принудительной подачей на всей длине обработки. В конце нарезания плашка свинчивается обратным вращением шпинделя.

Резьбонакатывание осуществляется аналогично.

Табл. 7.56. Диаметры стержней под нарезание конических резьб (МН 5593—64 и ГОСТ 21349—75)

Номинальный размер резьбы, дюймы	Дюймовая (ГОСТ 6111—52)		Трубная (ГОСТ 6211—81)	
	Диаметр стержня, мм		Диаметр стержня, мм	
	номиналь- ный	предельное отклонение	номинальный	предельное отклонение
1/16	7,85	—0,09	—	—
1/8	10,23	—0,09	9,67	—0,1
1/4	13,51	—0,13	13,08	—0,1
3/8	17,00	—0,13	16,55	—0,1
1/2	21,15	—0,17	20,83	—0,1
3/4	26,49	—0,17	26,33	—0,1
1	33,15	—0,17	33,11	—0,1
1 1/4	41,91	—0,17	41,77	—0,1
1 1/2	47,98	—0,17	47,66	—0,1
2	60,02	—0,17	59,47	—0,1

Табл. 7.57. Занижение диаметра стержня относительно наружного диаметра резьбы под накатывание метрической резьбы

Шаг резьбы, мм	0,7	0,75	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
Занижение диаметра стержня Δ , мм	0,47	0,51	0,54	0,67	0,83	1	1,16	1,32
Предель- ные откло- нения δ , мм, для полей до- пусков	6g	—0,06	—0,06	—0,06	—0,07	—0,07	—0,08	—0,09
	8g	—0,1	—0,1	—0,1	—0,11	—0,11	—0,13	—0,14

Примечание. Диаметр стержня $d_{ст}$, мм, определяется по форму-
ле $d_{ст} = (d - \Delta) - \delta$, где d — наружный диаметр резьбы, мм.

Режимы резания и накатывания. При нарезании резьбы круглыми плашками на заготовках из конструкционных углеродистых сталей скорость резания $v=2,5—4$ м/мин. Для накатывания резьбы рекомендуется скорость вращения заготовки $v=30—50$ м/мин. В случае выполнения резьбы до уступа резьбонакатной плашкой указанные скорости вращения уменьшают в 2—3 раза.

Работа выполняется с применением СОЖ (см. табл. 4.3).

7.6.7. Выполнение внутренних резьб метчиками

Метчики служат в основном для нарезания крепежных резьб с треугольным профилем.

Отверстия в заготовках под резьбу подготавливают сверлением или дополнительно рассверливанием. При раскатывании резьбы в отверстия рекомендуется делать центрирующую фаску с углом конуса 90° .

Диаметры сверл $d_{св}$ для отверстий под метрические резьбы с учетом частичного выдавливания металла при резании определяются по формуле

$$d_{св}=d-P,$$

где d — наружный диаметр резьбы, мм; P — шаг резьбы, мм.

Для дюймовых и трубных цилиндрических и конических резьб диаметры сверл приведены в табл. 7.58 и 7.59.

Под раскатывание метрических резьб диаметр отверстия можно определить по формуле

$$d_{отв}=d-0,55P.$$

Нарезание и раскатывание резьб метчиками осуществляется аналогично выполнению резьб плашками (см. 7.6.6).

Существенно отличается метод нарезания резьб с крупным шагом метчиками-протяжками (рис. 7.7) с принудительной продольной подачей суппорта от ходового винта.

Заготовка 2 со вставленной в ее отверстие протяжкой закрепляется в токарном патроне 1. Хвостовик протяж-

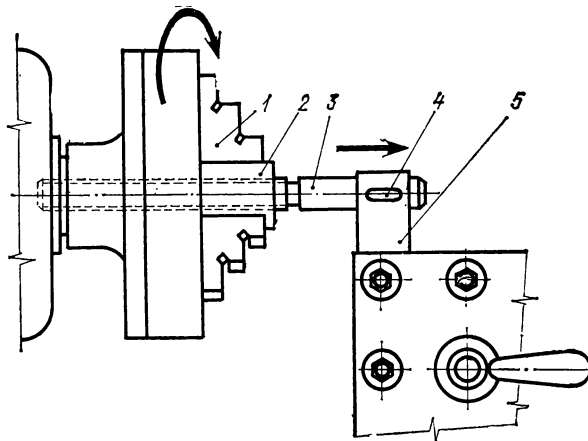


Рис. 7.7. Схема нарезания резьбы методом протягивания

ки 3 прикрепляется к резцедержателю с помощью клина 4 и державки 5. Нарезание ведется при обратном ходе станка — левым вращением шпинделя и перемещением суппорта в сторону задней бабки.

Рекомендуемые скорости резания при нарезании резьб метчиками приведены в табл. 7.60.

Для нарезания резьб метчиками-протяжками скорость резания 2—3 м/мин.

Скорость раскатывания резьбы: для цветных металлов $v=18—20$ м/мин; для сталей $v=12—16$ м/мин. Для резьб в глухих отверстиях числовые значения указанных скоростей уменьшать в 2—2,5 раза.

Рекомендуемые смазывающе-охлаждающие жидкости приведены в табл. 4.3.

Табл. 7.58. Диаметры сверл для отверстий под нарезание дюймовых и трубных цилиндрических резьб (МН 5386—64 и ГОСТ 21348—75)

Номиналь- ный размер резьбы, дюймы	Диаметр сверла под резьбу, мм			Номиналь- ный размер резьбы, дюймы	Диаметр сверла под резьбу, мм		
	дюймо- вую	трубную			дюймо- вую	трубную	
		класс А	класс В			класс А	класс В
1/8	—	—	8,7	1	22	—	30,5
3/16	3,6	—	—	1 1/8	24,75	35	35
1/4	5	11,5	11,5	1 1/4	27,75	39	39
5/16	6,4	—	—	1 3/8	30,25	—	41,5
3/8	7,8	15	15	1 1/2	33,5	—	45
7/16	9,1	—	—	1 5/8	35,75	—	—
1/2	10,4	—	18,75	1 3/4	39	—	51
9/16	12	—	—	1 7/8	41,5	—	—
5/8	13,3	—	20,75	2	44,5	—	—
3/4	16,25	—	24,25				
7/8	19,25	—	28				

Табл. 7.59. Диаметры сверл для отверстий под нарезание конических резьб

Номиналь- ный размер резьбы, дюймы	Диаметры сверл, мм			
	Дюймовая коническая (ГОСТ 6111—52)		Трубная коническая (ГОСТ 6211—81)	
	с разверты- ванием на конус	без разверты- вания на конус	с разверты- ванием на конус	без разверты- вания на конус
1/16	6	6,2	—	—
1/8	8,3	8,6	8,1	8,3
1/4	10,7	11,1	10,8	11,1
3/8	14,25	14,75	14,25	14,5
1/2	17,5	18,25	—	—
3/4	23	23,5	23,5	—
1	28,75	29,5	—	—
1 1/4	37,5	—	—	38,25
2	—	—	—	56

Табл. 7.60. Режимы резания при нарезании резьб машинно-ручными метчиками в заготовках из углеродистой конструкционной стали. Работа с охлаждением

Шаг резьбы P , мм	Скорость резания, м/мин, при диаметре резьбы, мм				
	3—6	8—10	12—16	18—24	27 и более
0,5	6	7	8	9	—
0,75	7	8	9	10	11
1	8	9	10	11	12
1,25	—	9	10	—	—
1,5	—	10	11	13	14
2	—	—	11	13	13
3	—	—	—	12	13

Примечание. Табличные значения скорости резания умножить: при обработке чугуна и бронзы на 1,1; латуни — на 1,4; алюминиевых сплавов — на 1,5; при нарезании резьб в глухом отверстии — на 0,5—0,6.

7.6.8. Нарезание резьб резцами

Общие положения. Резьбовые резцы предназначены для нарезания резьб крупных размеров, повышенной точности и строго соосных к другим поверхностям детали. Данный способ, обладая универсальностью, является малопроизводительным. Поэтому его следует применять лишь в случаях, когда другие способы применить не представляется возможным.

Для универсальных работ преимущественно пользуются стержневыми и державочными резьбовыми резцами.

Резьбовые резцы, подобно фасонным, имеют профиль режущих кромок, точно соответствующий профилю нарезаемых резьб. При нарезании с большой скоростью угол профиля резцов, оснащенных твердым сплавом, рекомендуется уменьшать на 30—60' для компенсации некоторого его увеличения на обрабатываемой детали. Профиль резцов контролируется при заточке шаблонами.

Для устранения искажения формы профиля резьбы передний угол чистовых резцов выполняется равным $\gamma=0^\circ$; для черновых резцов — положительным.

Боковые задние углы α_1 и α_2 (см. табл. 5.2) зависят от угла подъема резьбы φ . Для крепежных резьб этот угол незначительный (не более 2°), поэтому им пренебрегают и выполняют $\alpha_1 = \alpha_2 = 6-8^\circ$.

Для ходовых резьб с крупным шагом угол φ учитывают при определении боковых задних углов, которые принимают: для правых резьб $\alpha_1 = \varphi + (3-4)^\circ$, $\alpha_2 = 3-4^\circ$; для левых — наоборот.

Резьбовые резцы, как правило, после заточки доводят по контуру профиля со стороны задних и передней поверхностей для устранения зазубрин, которые могут отразиться на шероховатости резьбы.

Установка резцов на станке. Резьбовые резцы устанавливаются строго на уровне оси центров станка так, чтобы ось их профиля была перпендикулярна к оси детали. Установка контролируется шаблоном на просвет.

Передняя поверхность чистовых резцов располагается горизонтально. У черновых резцов, когда угол $\varphi > 3^\circ$, передняя поверхность располагается перпендикулярно к боковым сторонам резьбы поворотом резца на угол φ при помощи специальных державок с поворотной головкой (см. табл. 3.3) или державочных резцов с круглым стержнем. В этом случае боковые задние углы не зависят от угла подъема резьбы и выполняются равными $\alpha_1 = \alpha_2 = 3-4^\circ$.

Подготовка заготовки под резьбу. Диаметры поверхностей заготовок под наружную и внутреннюю крепежные резьбы с треугольным профилем устанавливают с учетом частичного выдавливания металла при резании согласно рекомендациям, изложенным в 7.6.6 и 7.6.7.

Исходные поверхности заготовок под ходовые резьбы выполняют по номинальным значениям диаметров резьб: для винтов — по наружному диаметру d , для гаек — по внутреннему D_1 . Это объясняется тем, что у таких резьб отсутствуют острые вершинки, а некоторое выдавливание металла по внешним уголкам профиля в виде заусенцев удаляется дополнительным проходом специального резца с углом профиля 90° или напильником.

Номинальные диаметры отверстий гаек под резьбу для ходовых резьб можно определить из формул:

для трапецидальной резьбы $D_1 = d - P$;

для упорной резьбы $D_1 = d - 1,5P$.

Предельные отклонения диаметров d и D_1 для трапецидальных резьб приведены в табл. 7.53, для упорных резьб — см. ГОСТ 25096—82.

Для притупления начала витка на торце стержня вытачивают фаску под углом 45° и шириной примерно 0,5—1 шаг резьбы. В конце нарезаемого участка для выхода резца вытачивают канавку шириной 2—3 шага и глубиной немного больше высоты профиля резьбы.

Настройка станка на шаг резьбы. Токарно-винторезные станки настраиваются на шаги стандартных резьб с помощью коробки подач и сменных колес гитары. Кроме того, в большинстве станков предусмотрена дополнительная настройка на шаги точных и специальных резьб. В этом случае вращение от шпинделя на ходовой винт осуществляется по короткой кинематической цепи через реверс и сменные колеса гитары. Число их зубьев зависит от передаточного отношения колес гитары i_{Γ} , которое определяется из формулы

$$i_{\Gamma} = \frac{P_p}{P_x i_p},$$

где P_p — шаг нарезаемой резьбы; P_x — шаг резьбы ходового винта; i_p — передаточное отношение реверса.

Передача сменными колесами гитары обычно осуществляется одной или двумя парами колес, т. е. простой или сложной зубчатой передачей. Передаточные отношения их определяются из формул:

$$i_{\text{п.п}} = \frac{z_1}{z_2}; \quad i_{\text{с.п}} = \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4},$$

где $i_{\text{п.п}}$ — передаточное отношение простой передачи; $i_{\text{с.п}}$ — сложной передачи; z_1, z_3 и z_2, z_4 — числа зубьев соответственно ведущих и ведомых колес.

Определение чисел зубьев сменных колес сводится к подбору таких значений числителя и знаменателя дроби передаточного отношения гитары i_{Γ} , которые соответст-

вовали бы количеству зубьев колес в нормальном наборе, прилагаемом к станку. Наиболее распространены наборы колес, числа зубьев которых кратны 5: 20; 25; 30 и т. д. до 120 и 127. Последнее колесо (127) предназначено для настройки станка с метрическим ходовым винтом на шаг дюймовой резьбы.

Подобранные в результате расчета колеса сложной передачи могут не сцепиться, если одно из них окажется слишком большим по диаметру и упрется в палец гитары. Поэтому, прежде чем установить их на станок, передачу проверяют на сцепляемость, которая обеспечивается при следующих условиях:

$$\begin{aligned} z_1 + z_2 &\geq z_3 + 15; \\ z_3 + z_4 &\geq z_2 + 15, \end{aligned}$$

где z_1 и z_2 — числа зубьев ведущих колес; z_3 и z_4 — числа зубьев ведомых колес.

При подборе простой передачи из двух колес их сцепляют паразитным колесом, а нужное направление вращения ходового винта устанавливают реверсом. Так же поступают, если невозможно сцепить какую-либо пару колес в сложной зубчатой передаче.

Пример 1. Требуется настроить токарный станок на шаг резьбы при следующих данных: $P_x = 12$ мм; $P_p = 1$ мм; $i_p = 1$.

Решение. Определяем передаточное отношение гитары:

$$i_r = \frac{P_p}{P_x i_p} = \frac{1}{12 \cdot 1} = \frac{1}{12};$$

умножив числитель и знаменатель на 20, получим

$$i_r = \frac{20}{240}.$$

Колеса с числом зубьев 240 нет в наборе. Поэтому разложим числитель и знаменатель на сомножители:

$$i_r = \frac{1}{12} = \frac{1}{4} \frac{1}{3}.$$

Числитель и знаменатель первой дроби умножим на 20, второй — на 25. Получим

$$i_r = \frac{20}{80} \frac{25}{75}.$$

Такие колеса имеются в наборе. Ведущее колесо 20 устанавливается на вал реверса, последнее ведомое колесо 75 — на вал коробки подачи. Колеса 80 и 25 закрепляются на общей втулке и устанавливаются на палец гитары.

Проверим сцепляемость передачи:

$$20+80>20+15; 25+75>80+15.$$

Следовательно, сцепляемость обеспечивается.

Пример 2. Требуется настроить токарный станок для нарезания дюймовой резьбы с шагом $P_p=7$ ниток на 1'', если шаг ходового винта $P_x=12$ мм и $i_p=1$.

Решение. Переводим шаг нарезаемой резьбы в миллиметры.

Известно, что 1'' соответствует десятичной дроби 25,4, которую можно выразить простой дробью $\frac{127}{5}$.

Тогда

$$P_p = \frac{1''}{7} = \frac{127}{5 \cdot 7}.$$

Находим передаточное отношение гитары:

$$i_r = \frac{P_p}{P_x i_p} = \frac{127}{5 \cdot 7 \cdot 12}.$$

Разложим его на сомножители:

$$i_r = \frac{127}{5 \cdot 7 \cdot 3} \cdot \frac{1}{4}.$$

Умножив числитель и знаменатель второй дроби на 25, получим:

$$i_r = \frac{127}{105} \cdot \frac{25}{100}.$$

Колеса с таким числом зубьев в наборе есть.

Проверяем сцепляемость:

$$\begin{aligned} 127+105 &> 25+15; \\ 25+100 &> 105+15. \end{aligned}$$

Сцепляемость передачи обеспечивается.

Приемы нарезания резьбы. Винтовую канавку прорежут за несколько черновых и чистовых проходов.

При черновых проходах, когда срезается относительно толстая и жесткая стружка, канавку следует прорезать так, чтобы резец резал только одной боковой режущей кромкой, расположенной в направлении продольной подачи и приобретающей при резании положительный передний угол. Для этого резец подают на глубину реза-

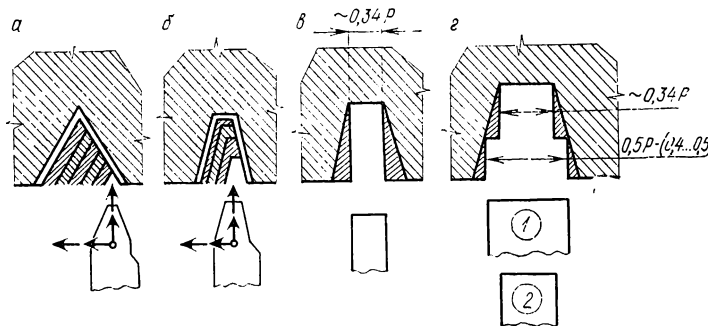


Рис. 7.8. Схемы чернового прорезания винтовых канавок

ния в начале каждого прохода комбинированным поперечным и продольным движением (рис. 7.8, а и б). Отношение продольной подачи, выполняемой верхними салазками суппорта, к поперечной зависит от угла профиля нарезаемой резьбы. Для метрической резьбы это отношение должно составлять 0,6, для дюймовой — 0,5, для трапецидальной — 0,3.

При черновом нарезании трапецидальных резьб с крупным шагом (более 5 мм) применяют различные схемы прорезания винтовой канавки одним или несколькими резцами. Например, для резьб с небольшим шагом канавку на полную глубину прорезают прямоугольным канавочным резцом по ширине дна канавки (рис. 7.8, в). Более крупные резьбы прорезают начерно двумя канавочными резцами (рис. 7.8, г): вначале широким до среднего диаметра резьбы, затем — узким до дна канавки.

Чистовое нарезание резьб выполняют профильным

Табл. 7.61. Число проходов и скорости резания при нарезании резьбы на проход в конструкционных сталях резцами с пластинками T15K6

Тип резьбы	Шаг резьбы P , мм	Число проходов		Сталь с σ_B , МПа			
		черно- вых	чисто- вых	510—600	610—700	710—800	810—900
				Скорость резания v , м/мин			
Наружная крепежная; поле допуска 8g	1,5	3	2	162	144	140	125
	2	3	2	152	137	133	120
	3	4	2	146	130	128	115
	4	5	2	142	127	123	109
	5	7	2	140	125	119	106
	6	8	2	138	123	117	104
Трапеце- идальная на- ружная	3	5	3	142	127	112	100
	4	6	3	136	122	107	95
	5	7	4	130	118	103	92
	6	8	4	128	115	100	90
	8	10	5	124	110	98	87
	10	12	6	120	107	95	85
	12	14	6	117	104	93	83
	16	18	6	115	102	91	81
Примечания: 1. При нарезании внутренней крепежной резьбы табличные скорости резания умножать на 0,8—0,85, а количество черновых проходов увеличивать на один. 2. Для точных резьб добавлять 2—3 чистовых прохода. 3. При нарезании резьб до уступа табличные скорости резания умножать на 0,5.							

резьбовым резцом, который подают на глубину резания только поперечной подачей.

Отвод суппорта в исходное положение в конце каждого прохода выполняют обычно обратным ходом станка.

При нарезании длинных резьб с целью сокращения потерь времени на холостой ход можно в некоторых случаях выключить маточную гайку фартука и возвратить суппорт в исходное положение ускоренной ручной или

Табл. 7.62. Число проходов и скорости резания при нарезании резьбы на проход на сером чугуна резцом с пластинками ВК6

Тип резьбы	Шаг резьбы P , мм	Число прохо- дов		Твердость чугуна, HB			
		черно- вых	чисто- вых	165—181	182—199	200—218	219—240
				Скорость резания v , м/мин			
Крепеж- ная наруж- ная; поле до- пуска 8g	2	2	2	56	50	44	39
	3	3	2	63	56	50	44
	4	4	2	68	60	53	47
	5	4	2	68	60	53	47
	6	5	2	73	65	58	51
Трапеце- идальная внутренняя	3	4	3	47	42	37	33
	4	5	3	50	44	39	35
	5	6	3	52	46	41	36
	6	7	4	56	50	44	39
	8	9	4	61	54	48	42
	10	10	5	65	58	52	46
	12	12	5	69	62	55	49
	16	14	5	73	65	58	51

Примечания: 1. Для внутренних крепежных резьб табличные скорости резания умножать на 0,8—0,85 и добавлять один черновой проход.
2. При нарезании точных резьб добавлять 2—3 чистовых прохода.
3. При нарезании резьб до уступа табличные скорости резания умножать на 0,7.

механической подачи. Этим способом можно воспользо-
ваться только при нарезании так называемых «четных»
резьб, когда частное от деления числового значения шага
ходового винта на шаг нарезаемой резьбы является це-
лым числом. Например, при шаге ходового винта $P=$
 $=12$ мм такими будут резьбы с шагом $P_p=0,25; 0,5; 1,5; 2;$
 $3; 4; 6; 12$ мм. В этом случае при включении маточной
гайки в любом исходном положении обеспечивается по-
падание резца в предварительно прорезанную винтовую
канавку,

Табл. 7.63. Число проходов и скорости резания при нарезании резьбы на проход в углеродистой конструкционной стали с $\sigma_B = 710\text{--}800$ МПа резцами из быстрорежущей стали с охлаждением

Тип резьбы	Шаг резь- бы, мм	Число прохо- дов		Наружная резьба при проходе			Внутренняя резь- ба при проходе		
		черновых	чистовых	черно- вом	чисто- вом	зачистном	черно- вом	чисто- вом	зачистном
Скорость резания, м/мин									
Крепеж- ная	До 2,5	5	3	36	64	4	29	51	4
	3	6	3	31	56	4	25	45	4
	4	7	4	27	48	4	22	38	4
	5	8	4	24	42	4	19	33	4
	6	9	4	22	28	4	17	30	4
Трапеце- идальная	До 5	10	7	34	64	4	27	51	4
	6	12	9	27	64	4	22	51	4
	10	18	10	24	64	4	19	51	4
	12	21	10	23	64	4	18	51	4
	16	28	10	21	52	4	17	41	4
	20	35	10	20	52	4	16	41	4

Примечания: 1. При нарезании точных резьб добавлять 2—3 зачистных прохода.
2. При нарезании резьб на сталях с другими значениями σ_B скорости резания пропорционально уменьшать или увеличивать.
3. При нарезании резьб до уступа табличные скорости резания умножать на 0,7.

Режимы резания при нарезании резьб резцами. При выборе режимов резания из нормативных табл. 7.61—7.63 следует учитывать ряд особенностей.

Для резьбовых резцов вместо глубины резания устанавливают число проходов, что объясняется особыми условиями их работы. По мере углубления резца в вин-

товую канавку увеличивается активная длина режущих кромок и резание усложняется. Поэтому глубину резания в процессе нарезания резьбы приходится менять, постепенно уменьшая ее для каждого последующего прохода.

Подача при нарезании однозаходных резьб равна шагу резьбы, многозаходных — ходу.

Скорость резания зависит от условий работы. При нарезании резьб до уступа ее приходится снижать, чтобы своевременно вывести резец из канавки в конце рабочего хода, если станок не оснащен приспособлением для автоматического отвода резца от детали (см. рис. 3.16). В этом случае для предупреждения поломки резца станок рекомендуется выключать немного раньше конца резьбового участка. Оставшуюся часть пути суппорт проходит по инерции. Когда резец доходит до канавки в конце резьбы, его быстро отводят от детали, включают обратный ход станка и возвращают суппорт в исходное положение.

Нарезание резьб быстрорежущими резцами ведется с применением СОЖ.

7.6.9. Особенности нарезания многозаходных резьб

У многозаходных резьб различают ход и шаг.

Ходом t (мм) называется расстояние между одноименными точками соседних витков одной и той же винтовой канавки, измеренное параллельно оси резьбы. *Шаг* P равен расстоянию между одноименными точками двух любых соседних витков. Зависимость между ними выражается формулой

$$t = KP,$$

где K — число заходов, определяемое по числу начал винтовых канавок на торце резьбовой детали. Эти параметры резьб указывают на чертежах. Например, Тг60×12 (Р4) означает: резьба трехзаходная трапецеидальная, ее наружный диаметр 60 мм, ход 12 мм, шаг 4 мм.

Размеры профиля резцов для многозаходных резьб определяют с помощью шага, а токарный станок при их нарезании настраивают на ход резьбы.

Нарезание каждой винтовой канавки осуществляется способами, рассмотренными в 7.6.8. Отличие состоит в необходимости деления хода на шаги для нарезания каждой последующей винтовой канавки. Это выполняется: 1) поворотом шпинделя с заготовкой на часть окружности относительно неподвижного резца или 2) продольным смещением резца на шаг относительно неподвижной заготовки.

Возможность деления первым методом предусмотрена конструкцией некоторых станков, у которых на заднем или переднем концах шпинделя имеется круговая шкала. На станках, не имеющих такого устройства, повернуть заготовку на часть окружности можно с помощью делительного поводкового патрона с градусной шкалой или первого ведущего колеса гитары, когда число его зубьев кратно числу заходов нарезаемой резьбы.

Наиболее доступный способ деления хода на любом токарном станке — продольное смещение резца на шаг резьбы верхними салазками суппорта по лимбу или с помощью индикаторного упора.

Деление многозаходных резьб можно осуществить также по ходовому винту станка. После нарезания первой винтовой канавки суппорт возвращают в исходное положение обратным ходом станка, отключают разъемную гайку, смещают его продольно на определенное число шагов ходового винта и снова включают гайку.

Целое число шагов n , на которое следует сместить суппорт, определяется по формуле

$$n = \frac{P_p}{P_x}.$$

Когда в результате такого деления получается дробное число, пользуются второй формулой:

$$n = \frac{Kt \pm P_p}{P_x},$$

где K — коэффициент (целое число), принимаемый равным единице, двум и т. д.

Табл. 7.64. Брак при нарезании резьбы

Причины брака	Способы его устранения
<i>Неполная высота профиля или срыв вершинок резьбы</i>	
Неверно выбран диаметр поверхности заготовки под резьбу	Уточнить диаметр поверхности по таблицам и формулам или проверить его при нарезании пробных заготовок
<i>Перекося профиля резьбы</i>	
Перекося плашки во время врезания	При пользовании воротком поджимать плашку торцом пиноли или резцедержателем
Неверная установка резца	Уточнить расположение резца по шаблону. Проверить шаблон
<i>Неточность шага</i>	
Неравномерный износ ходового винта	Ходовой винт заменить
Неправильный подбор сменных колес гитары	Уточнить числа зубьев колес повторным расчетом
<i>Стороны профиля непрямолинейны</i>	
Резец установлен не на уровне оси заготовки	Уточнить положение резца по высоте
<i>Неправильный угол профиля резьбы</i>	
Неверная заточка резца	Проверить резец и шаблон. Переточить резец
<i>Не выдержан средний диаметр резьбы</i>	
Значительный износ метчика или плашки, неправильная их заточка	Заменить метчик (плашку); отрегулировать разрезанную по перемычке плашку; правильно заточить их соответственно обрабатываемому материалу
<i>Увеличенная шероховатость</i>	
Тупой инструмент	Заточить инструмент
Неправильно выбраны СОЖ и режим резания	Правильно подобрать СОЖ и режим резания при нарезке пробных заготовок

В числителе формулы следует выбирать знак (плюс или минус), при котором число шагов n получается целым.

Пример. Определить число шагов ходового винта, на которое должен быть смещен суппорт при нарезании трехзаходной резьбы с шагом $P_p = 3$ мм на станке с шагом ходового винта $P_x = 12$ мм.

В данном случае при делении шага резьбы на шаг ходового винта целого числа не получается, поэтому расчет надо вести по второй формуле. Приняв $K=1$, находим

$$n = \frac{1 \cdot 3 \cdot 3 + 3}{12} = \frac{9 + 3}{12}.$$

При знаке «плюс» получим

$$n = \frac{9 + 3}{12} = 1 \text{ шаг.}$$

При знаке «минус»

$$n = \frac{9 - 3}{12} = \frac{1}{2} \text{ шага.}$$

Второе значение n , как дробное, отпадает.

Следовательно, в данном случае при переходе от нарезания одного захода к следующему суппорт должен быть смещен на один шаг ходового винта в любую сторону.

При некоторых значениях исходных данных применение рассмотренного способа деления невозможно.

7.6.10. Брак при нарезании резьб

Возможные виды брака резьбы и способы их предупреждения приведены в табл. 7.64.

7.7. Обработка деталей со сложной установкой

7.7.1. Установка заготовок в четырехкулачковых патронах, на планшайбе и угольнике

Особенность обработки заготовок в таких приспособлениях заключается в необходимости совмещения оси обрабатываемой поверхности с осью вращения. Это осу-

ществляется выверкой заготовки по меловой риске или разметке.

Кусочек мела подносят к цилиндрическому участку медленно вращающейся заготовки и определяют его бие-ние по виду меловой риски. Если след риски располагается по всей окружности — положение заготовки правильное. В противном случае ее регулируют. В четырехку-лачковом патроне это выполняют сдвигом кулачков; на планшайбе и на угольнике — сдвигом заготовки или за-готовки совместно с угольником в необходимую сторону.

Выверку по разметке на торце заготовки выполняют задним центром или слесарным рейсмасом. Вершину центра вводят в накерненное углубление точки пересечения центровых линий разметки, поджимают заготовку к торцу корпуса патрона или планшайбы и закрепляют.

При выверке рейсмасом его устанавливают на попе-речных салазках суппорта. Иглу рейсмаса, отрегулиро-ванную по высоте вершины заднего центра, подводят к центровым линиям разметки и поперечным движением суппорта выверяют их поочередно.

Смещенный центр тяжести заготовки уравнивают (балансируют) противовесом путем изменения его массы или расположения на корпусе патрона или на планшайбе.

7.7.2. Установка заготовок в люнетах

Нежесткие валы длиной свыше 15 диаметров реко-мендуется поддерживать во время обтачивания непод-вижными или подвижными люнетами.

Под кулачки неподвижного люнета на заготовке ва-ла, примерно посередине, вытачивают канавку. Чтобы избежать прогиба вала при подведении кулачков к канав-ке, их настраивают на диаметр канавки по короткой центральной оправке или по концевой шейке вала, которую протачивают для этой цели со стороны заднего центра. Для уменьшения трения во время работы канавку под кулачки люнета следует периодически смазывать маслом.

Подвижный люнет используется для обтачивания

гладких валов. Его кулачки располагаются справа от резца с противоположной стороны детали и прижимаются во время резания к обработанной поверхности. Если работа ведется без охлаждения, обработанную поверхность перед кулачками люнета надо слегка поливать маслом.

7.7.3. Обработка эксцентриковых деталей

К *эксцентриковым* относятся такие детали, оси отдельных поверхностей которых параллельно смещены на величину, называемую эксцентриситетом.

Короткие эксцентриковые детали с отверстием типа дисков и втулок могут быть обработаны в кулачковых патронах, на планшайбе или оправке.

Чтобы в трехкулачковом патроне ось обрабатываемой эксцентриковой поверхности совместить с осью вращения, необходимо установить подкладку под один из кулачков. Толщину подкладки t (мм) можно определить из формулы

$$t = 1,5e \left(1 + \frac{e}{2D} \right),$$

где e — эксцентриситет, мм; D — наружный диаметр заготовки, мм.

При обработке смещенной поверхности эксцентриковой детали в четырехкулачковом патроне или на планшайбе заготовку выверяют по размеченному торцу посредством заднего центра или рейсмаса, как описано в 7.7.1.

Если заготовка имеет отверстие, наружную эксцентриковую поверхность обрабатывают на оправке со смещенными с оси центровыми отверстиями.

Поверхности эксцентриковых валов обтачиваются в смещенных центровых отверстиях, которые выполняются по разметке на торцах заготовки. При большом эксцентриситете смещенную пару центровых отверстий создают на съемных центросместителях, которые устанавливают и закрепляют на предварительно обточенные в центрах концы вала. При этом смещенная пара центровых отверс-

тий центросместителей должна располагаться строго в одной диаметральной плоскости детали.

Подобным образом при помощи центросместителей ведется обработка шеек коленчатых валов.

7.8. Правила безопасности труда на токарном станке

Для предупреждения травматизма и несчастных случаев токарь обязан строго соблюдать правила безопасности труда.

До начала работы:

1. Привести в порядок одежду: застегнуть обшлага рукавов; заправить одежду так, чтобы не было свисающих концов; убрать волосы под головной убор.

2. Привести в порядок рабочее место; подготовить и аккуратно разложить инструменты и приспособления; сложить заготовки в предназначенный для них ящик.

3. Проверить состояние станка: убедиться в надежности крепления ограждающих щитков и заземляющего провода; проверить исправность органов управления станком, действие тормоза.

Обо всех обнаруженных неисправностях станка доложить мастеру и до их устранения к работе не приступать.

Во время работы:

1. Надежно закреплять инструменты, приспособления и заготовки.

2. Не пользоваться неисправными или значительно изношенными приспособлениями и ключами.

3. При установке на станок заготовок или приспособлений массой более 16 кг — для юношей до 18 лет и более 10 кг — для девушек такого же возраста применять подъемно-транспортные устройства или обращаться к помощи подсобного рабочего.

4. На работающем станке не производить установку и снятие заготовок и инструментов, измерение детали, регулировку, чистку и смазку станка.

5. Стружку удалять со станка только специальным крючком, щеткой или скребком.

6. Не облакачиваться на станок и не прижиматься к нему во время работы.

7. Для защиты глаз от стружки работать в очках или пользоваться защитным экраном.

8. Соблюдать порядок на рабочем месте: правильно укладывать заготовки и детали; не загромождать проходы; своевременно убирать стружку; следить, чтобы пол не заливался охлаждающей жидкостью и маслом; под ногами иметь сухую деревянную решетку без сквозных металлических креплений.

9. Не открывать дверцы и крышки электрошкафов, не производить какую-либо регулировку электроаппаратуры.

10. При появлении искр на деталях станка или ощущении тока при соприкосновении с ним работу прекратить и вызвать электрика для исправления электропроводки.

11. Светильник местного освещения следует отрегулировать так, чтобы свет не слепил глаза.

12. Не оставлять работающий станок без надзора. При любом, даже кратковременном уходе с рабочего места остановить станок.

По окончании работы:

1. Отключить станок от электросети.

2. Привести в порядок рабочее место.

3. Смазать станок.

О всех недостатках в работе станка сообщить сменщику и мастеру.

Глава 8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

8.1. Общие сведения

Производственный и технологический процессы. Производственным процессом называется комплекс взаимосвязанных действий всего производственного коллектива

по превращению исходных материалов в готовые изделия.

Действия, непосредственно осуществляемые на рабочих местах по превращению исходных материалов в изделия, составляют содержание *технологического процесса*. Поэтому технологическим процессом принято называть часть производственного процесса, содержащую действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

В зависимости от характера выполняемых работ различают технологические процессы механической, термической, литейной, кузнечной обработки и др.

Токарная обработка является частным видом механической обработки, осуществляемой на металлорежущих станках путем срезания с заготовки определенного слоя металла — припуска.

Технологический процесс оказывает существенное влияние на экономические показатели производственного коллектива. Поэтому в нем должны быть предусмотрены условия, обеспечивающие высокую производительность труда, требуемое качество изготавливаемых изделий и минимальные материальные затраты, связанные с их производством.

Элементы технологического процесса. Технологический процесс обычно расчленяют на отдельные элементы, которые выполняются последовательно. К ним относятся операции, установы, переходы, рабочие ходы (проходы), различающиеся между собой объемом производимых работ.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Новая операция начинается, когда рабочий, закончив одну часть обработки у всех деталей из партии, переходит к следующей.

Количество операций в технологическом процессе зависит от величины изготавливаемой партии деталей, их сложности и количества используемых станков. Например, если токарь обрабатывает только одну деталь на одном станке, то все действия над ней будут составлять только одну операцию. Если же деталь обрабатывается

последовательно на нескольких станках, то технологический процесс будет состоять из соответствующего им количества операций.

При изготовлении деталей партиями нецелесообразно производить полную обработку каждой из них непрерывно. Более выгодно сначала обработать одну или часть поверхностей у всех деталей, а затем перестроить станок и приступить к обработке других поверхностей, т. е. расчленить технологический процесс на несколько операций. Причем при работе на неавтоматизированных токарных станках по мере увеличения партии деталей выгоднее расчленять процесс обработки на большее количество мелких операций. Многократное выполнение минимального количества действий в каждой мелкой операции ускоряет выработку у рабочего навыков движений, способствующих повышению производительности труда.

Установом называется часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок.

Более мелкий технологический элемент — *переход* — законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой. При этом в качестве дополнительного показателя перехода выступает неизменность режима резания при обработке данной поверхности. Например, подрезка торца, сверление отверстия, обточка цилиндра являются отдельными переходами.

При большом припуске на обработку переход расчленяют на несколько рабочих ходов (проходов). *Рабочим ходом* называется законченная часть технологического перехода, которая состоит из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров и шероховатости.

Базирование заготовок. Требуемой точности размеров и взаимного расположения поверхностей детали в процессе обработки можно достичь при правильном выборе баз, используемых для установки или измерения заготовки. Различают технологические и измерительные базы.

Технологической называется база, используемая для определения положения заготовки или изделия в процес-

се изготовления или ремонта. Такие базы могут состоять из одной или сочетания нескольких поверхностей (рис. 8.1).

Измерительной называется база, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения. Такими базами служат поверхности или линии детали, от которых задаются размеры на рабочем чертеже.

В зависимости от состояния базы бывают черновые — необработанные поверхности заготовки — и чистовые — окончательно обработанные поверхности детали.

Различают также основные и вспомогательные базы.

Основной называется база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения ее положения в изделии (поверхность отверстия зубчатого колеса, шкива, фланца и др.).

Вспомогательной называется база, специально создаваемая обработкой на детали или заготовке только для технологических целей (центровые отверстия, предварительно обработанные поверхности детали, поверхности пробных проточек и т. д.).

Технологические базы должны обеспечивать правильное взаимное расположение поверхностей детали и надежное закрепление заготовки на станке. На рабочем чертеже они не указываются. Поэтому при их выборе необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) черновую базу применять только один раз — для первой установки заготовки на станке. Это означает, что заготовку нельзя снимать со станка, пока не будет подготовлена вспомогательная или чистовая база для следующей установки;

2) в качестве черновой базы выбирать поверхность заготовки с наименьшим припуском или не подлежащую обработке. Это снижает вероятность появления остаточной черноты на обработанных поверхностях и обеспечивает правильное их расположение к необрабатываемым поверхностям;

3) при обработке деталей партиями технологическая база должна обеспечивать постоянное продольное поло-

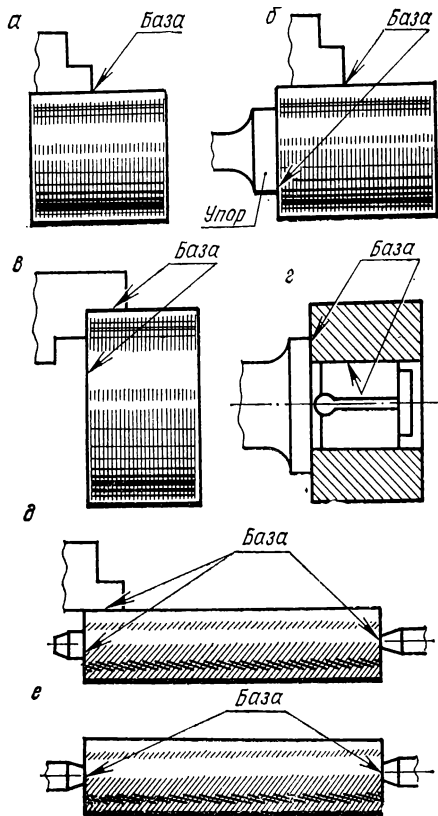


Рис. 8.1. Технологические базы при различных способах установки заготовок на токарном станке:

а — в патроне; **б** — в патроне с опорой на шпиндельный упор; **в** — в обратных кулачках патрона; **г** — на разжимной оправке; **д** — в патроне и заднем центре с опорой на шпиндельный упор; **е** — в центрах

жение заготовок на станке, что намного сокращает время отсчета размеров по лимбу продольной подачи;

4) чистовую обработку поверхностей с точным взаимным расположением следует выполнять от единой технологической базы. При разовом изготовлении нескольких деталей обработку таких поверхностей чаще всего выполняют за одну установку, что исключает влияние погрешностей применяемой базы и приспособления на точность изготовления детали.

При изготовлении деталей относительно крупными партиями обработка вышеуказанных поверхностей обычно производится за несколько установок. В связи с этим погрешности применяемой базы и приспособления существенно влияют на точность расположения обрабатываемых поверхностей. Поэтому их окончательную обработку необходимо осуществлять от единой чистой базы (желательно основной), а также применять способы установки, обеспечивающие высокую точность базирования. К таковым относится установка в центрах и на оправках. При использовании трехкулачкового патрона точность его центрирования можно повысить расточкой кулачков или применением упругой разрезной втулки, расточенной по диаметру базовой поверхности детали.

Правильное использование измерительных баз намного уменьшает возможные погрешности размеров обрабатываемых поверхностей. Поэтому в процессе обработки детали следует соблюдать общее правило — размеры ее отсчитывать от чистовых измерительных баз, предусмотренных чертежом. В частности, такой базой является торец, с подрезки которого обычно начинают токарную обработку деталей.

8.2. Типизация технологических процессов

Типизация в машиностроении необходима для резкого сокращения количества индивидуальных решений при разработке технологической документации и уменьшения сроков подготовки производства новых изделий. Она основывается на технологической классификации деталей по сходным признакам: размерам, форме, технологи-

ческому подобию. Применительно к деталям, обрабатываемым на токарных станках, выделяют следующие основные технологические классы (рис. 8.2): валы, втулки, стаканы, диски, фланцы.

К *валам* относят круглые стержни длиной более трех диаметров. Кроме собственно валов, этот класс включа-

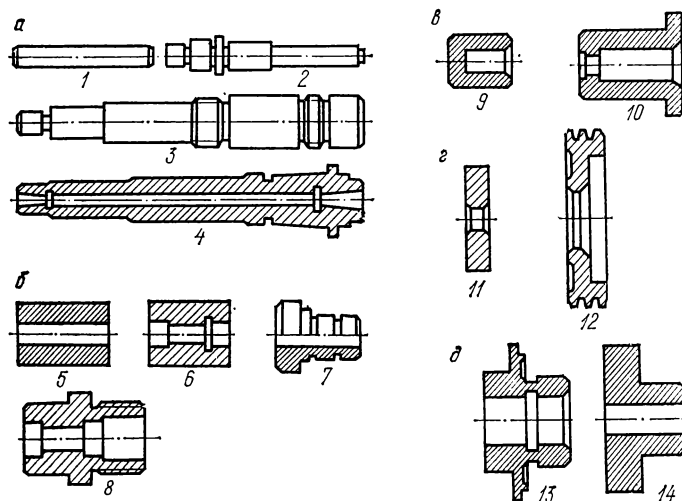


Рис. 8.2. Технологические классы деталей, обрабатываемых на токарных станках:

а — валы: 1 — гладкий, 2 — ступенчатый, 3 — с участками сложной формы, 4 — пустотелый; *б* — втулки: 5 — гладкая, 6 — со ступенчатым отверстием, 7 — со ступенчатой наружной поверхностью, 8 — сложная; *в* — стаканы: 9 — гладкий со сплошным дном, 10 — с фланцем и отверстием в дне; *г* — диски: 11 — с отверстием, 12 — сложный; *д* — фланцы: 13 — с двухсторонней ступицей, 14 — с односторонней ступицей

ет также ходовые винты, оси, шпиндели, пиноли и др. Втулки отличаются наличием сквозного отверстия и небольшой длиной — менее трех наружных диаметров. *Стаканами* называются детали типа круглых сосудов со сплошным дном или небольшим отверстием в нем. Характерная особенность *дисков* — небольшая длина, менес

Табл. 8.1. Типовой технологический процесс обработки деталей типа валов

Номер операции	Способ установки заготовки на станке	Содержание операции
1—2	В патроне	Подрезка торцов заготовки в размер длины и центрование с двух сторон
3—4	В патроне и заднем центре	Черновое обтачивание заготовки с двух сторон с припуском на чистовую обработку точных поверхностей 1—2 мм на диаметр
5—6	В центрах	Чистовое обтачивание точных поверхностей с двух сторон

Примечания: 1. В третьей операции следует обтачивать короткий участок заготовки со стороны заднего центра.
2. Технологический процесс увеличивается на некоторое количество операций в случаях:
а) обработки длинных валов — выточка канавки под кулачки неподвижного люнета;
б) обработки полых валов — сверление сквозного отверстия;
в) когда вал имеет участки сложной формы (резьбовые, конические, фасонные), обработка которых нуждается в особой наладке станка.

$\frac{1}{2}$ диаметра. К ним относятся крышки, шкивы, зубчатые колеса и др. *Фланцы* — детали дисковой формы с отверстием и ступицей.

Такая классификация позволила значительно сократить чрезвычайно большое число индивидуальных технологических процессов до процессов для каждого класса деталей или его характерной части (группы).

Продолжая подобную унификацию, можно для большинства деталей токарной обработки предложить только два наиболее характерных типовых технологических процесса: один — для класса валов, другой — для класса втулок. При этом по технологической общности к втулкам относятся и другие короткие детали с отверстиями — стаканы, диски, фланцы.

Табл. 8.2. Типовой технологический процесс обработки деталей класса втулок

Номер операции	Способ установки заготовки на станке	Содержание операции
1—2	В патроне	Черновая обработка заготовок с двух сторон с припуском на чистовую обработку точных поверхностей 1—2 мм на диаметр
3	В патроне или в центрах	Подготовка чистовой технологической базы (отверстия или наружного цилиндра)
4—5	На оправке или в патроне	Чистовое точение поверхностей детали, точно расположенных к технологической базе

Примечания: 1. При подготовке чистовой базы мерным инструментом (разверткой, метчиком и др.) во второй операции число операций уменьшается на 1.
2. Для деталей с участками сложной формы (резьбовой, конической, фасонной), обработка которых нуждается в особой наладке станка, количество операций в технологическом процессе соответственно увеличивается.
3. При установке заготовок в патроне в 4—5-й операциях точность его центрирования следует повысить способами, описанными в 7.1.1.

Основное содержание типовых технологических процессов токарной обработки деталей классов валов и втулок приведено в табл. 8.1 и 8.2.

В порядке иллюстрации этих таблиц на рис. 8.3—8.10 приведены примеры использования типовых технологических процессов токарной обработки деталей различных технологических классов. На их эскизах способы установки заготовок на станке изображены с помощью условных обозначений, предусмотренных ЕСТД (единой системой технологической документации) по ГОСТ 3.1107—81 (табл. 8.3).

Примеры разработаны для обработки небольших партий деталей — условий, соответствующих универсальному

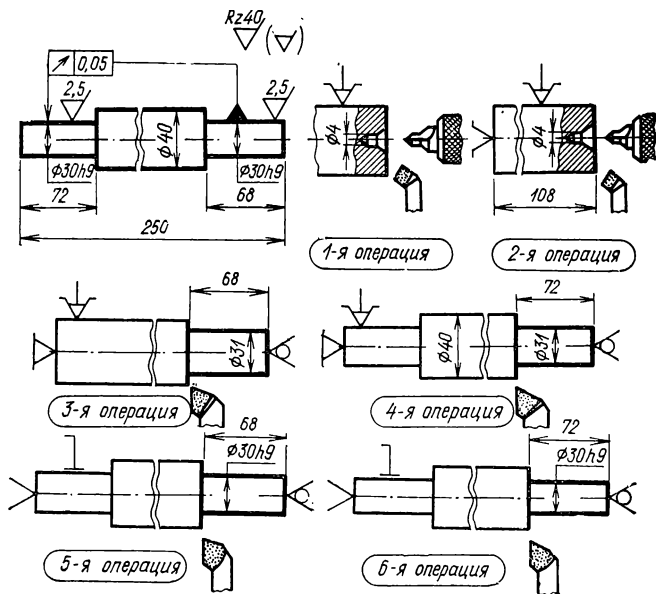


Рис. 8.3. Обработка ступенчатого вала

характеру работы на токарно-винторезных станках. В технологических маршрутах — рис. 8.3—8.8 — применены штучные заготовки из круглого стального проката; на рис. 8.9 — чугунные отливки с отверстием; на рис. 8.10 — стальные отливки без отверстия.

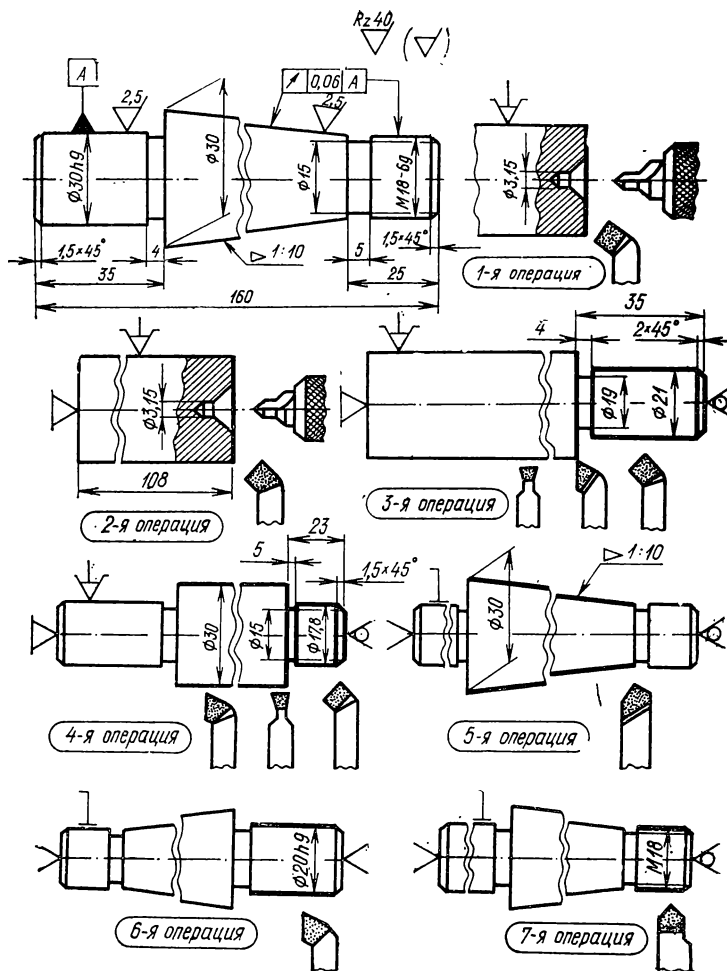


Рис. 8.4. Обработка вала со сложными поверхностями

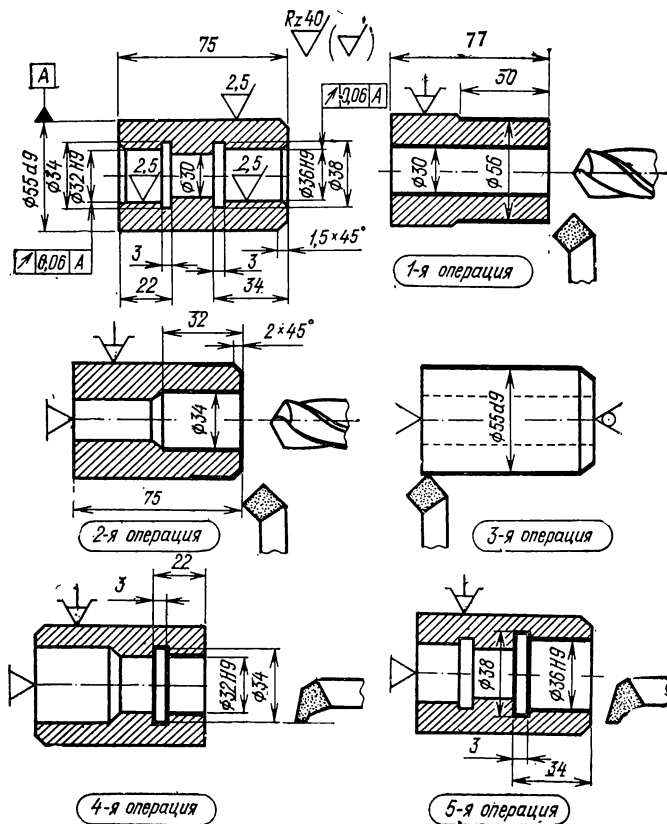


Рис. 8.5. Обработка втулки со ступенчатым отверстием

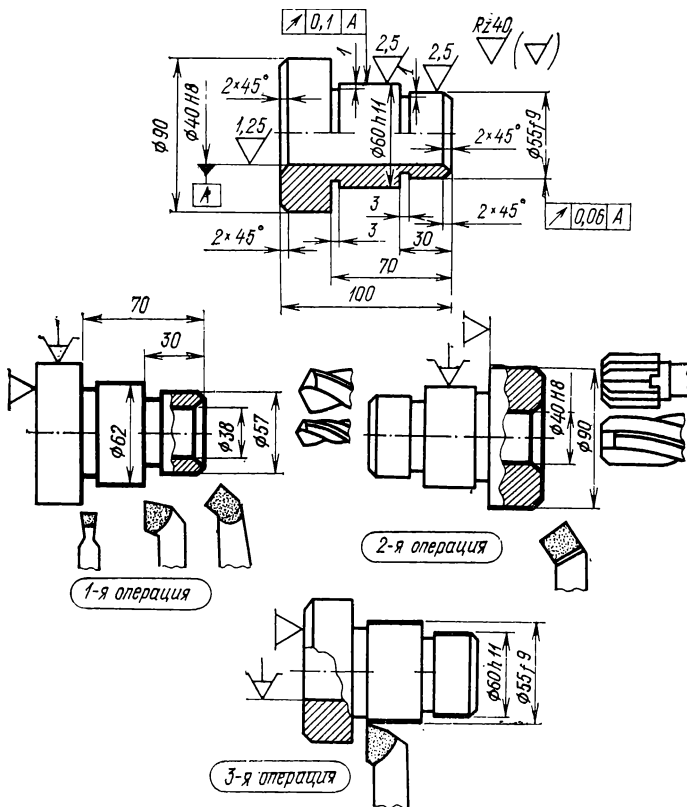


Рис. 8.6. Обработка втулки со ступенчатой наружной поверхностью

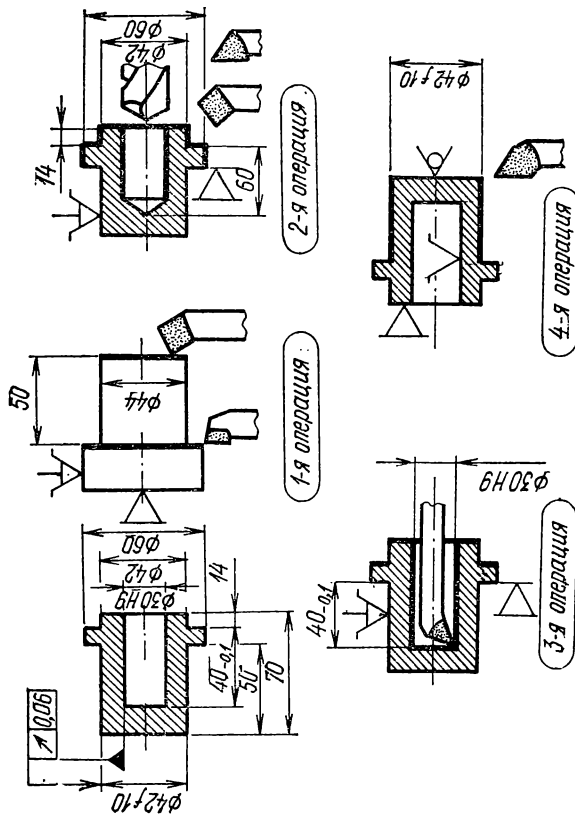


Рис. 8.8. Обработка стакана

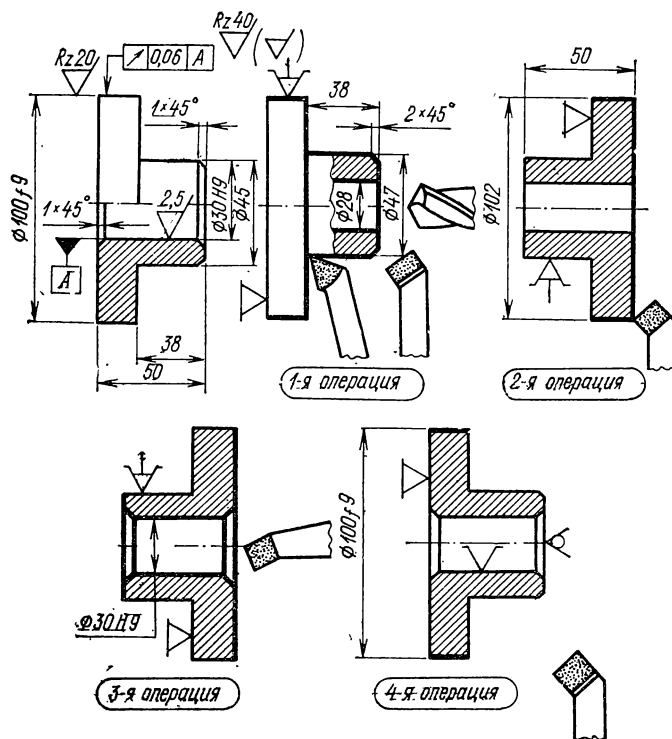
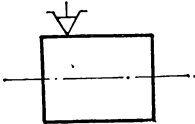
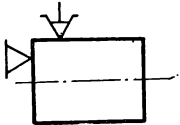
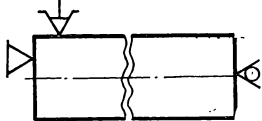
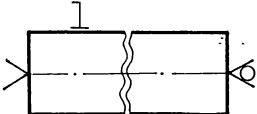
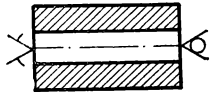
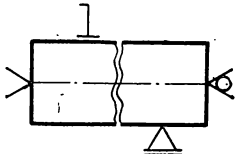
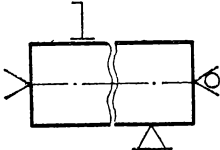
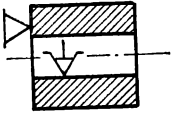
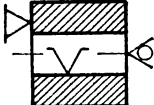
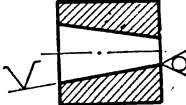
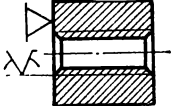


Рис. 8.10. Обработка фланца с односторонней ступицей

Табл. 8.3. Условные изображения установок заготовок на токарном станке

Способ установки заготовки	Условное изображение
1	2
В патроне	
В патроне с упором в торец	
В патроне и заднем центре с упором в торец	
В центрах (передний упорный, задний вращающийся)	
В центрах (передний поводково-плавающий, задний вращающийся)	
В центрах (передний рифленый, задний вращающийся)	
В центрах и подвижном люнете	

1	2
В центрах и неподвижном люнете	
На цилиндрической разжимной оправке	
На цилиндрической патронной оправке	
На конической патронной оправке	
На резьбовой оправке с упором в торец	

8.3. Построение технологического маршрута

Технологический маршрут, содержащий рациональную последовательность обработки детали, является основной частью технологического процесса. Его построение представляет собой технологическую задачу, имеющую ряд решений и соответственно им количество конечных

результатов, из которых только один окажется наиболее рациональным. Поэтому с целью сокращения числа поисковых действий при решении такой задачи целесообразно придать им определенную, логически обоснованную направленность и представить в виде схемы (рис. 8.11), состоящей из последовательно осуществляемых стадий: 1) изучения исходных данных; 2) подготовки к построению технологического маршрута; 3) построения технологического маршрута.

На *1-й стадии* изучают исходные данные, которые для рабочего задаются в объеме чертежа, заготовки, количества деталей в обрабатываемой партии и технических возможностей станка.

Из чертежа детали следует в первую очередь установить ее форму, размеры, технологический класс и технические требования, предъявляемые к точности обработки. Кроме того, необходимо установить материал детали, характер ее термообработки и измерительные базы.

Сопоставляя заготовки с чертежом детали, надо определить достаточность припусков на обработку, отсутствие значительного перекоса, смещения и кривизны поверхностей.

В зависимости от величины партии деталей принимается решение о степени расчленения технологического процесса.

Изучение технических возможностей станка позволяет учесть их при выборе того или иного варианта технологического маршрута.

На *2-й подготовительной стадии* выбирают способы обработки, технологические базы и способы установки заготовок на станке.

Выбирая способы обработки поверхностей детали, следует исходить из условий, обеспечивающих требуемую точность обработки и наибольшую возможную производительность труда. Например, при обтачивании цилиндра невысокой точности на жесткой заготовке весь припуск целесообразно срезать за один рабочий ход резца. Если точность того же цилиндра высокая, его обрабатывают менее производительным — черновым и чистовым точением. Или другой пример: нарезание крепежных резьб с тре-

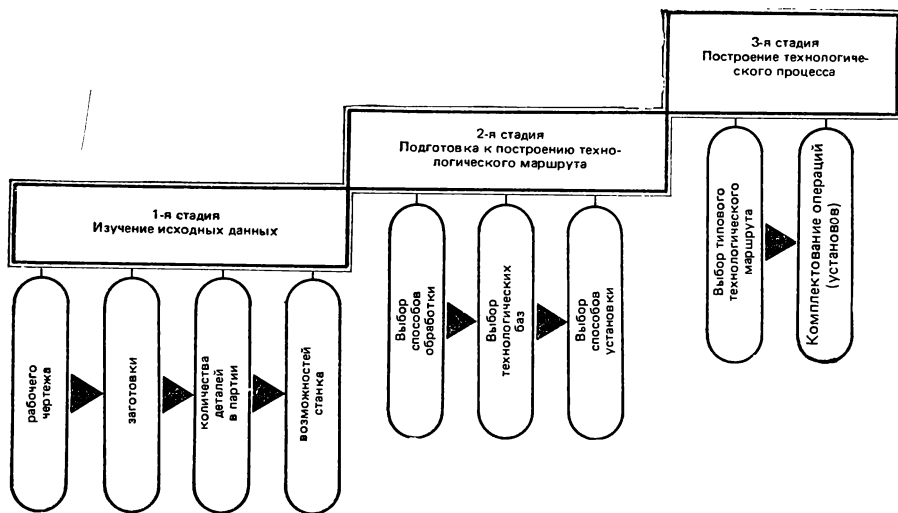


Рис. 8.11. Схема последовательности построения технологического маршрута

угольным профилем более производительно выполняется мерными инструментами — плашками и метчиками. Если же к этим резьбам предъявляются высокие требования точности по размерам и соосности по отношению к другим поверхностям детали, их приходится нарезать более точным, но менее производительным способом — резцами.

Технологические базы выбирают, руководствуясь правилами, изложенными в § 8.1.

Соответственно принятым базам намечают способы установки заготовок на станке в зависимости от требуемой жесткости крепления и точности центрирования.

Короткие заготовки с наружной черновой или вспомогательной базой закрепляются в самоцентрирующий патрон, а при большом припуске на обработку дополнительно поджимаются задним центром. Такие же заготовки с чистой базой невысокой точности закрепляются в токарном патроне, предохраняя ее от вмятин фольговой прокладкой из цветного металла.

При необходимости выдержать точное расположение поверхностей короткой детали по отношению к наружной чистой базе заготовки закрепляют в токарном патроне с сырыми кулачками или при помощи упругой втулки, растачивая их по диаметру базовой поверхности.

Чистовую обработку заготовок от базового отверстия в большинстве случаев выполняют с установкой на оправках или реже закреплением на разжим в прямых кулачках патрона.

Длинные заготовки обрабатываются предварительно в патроне и заднем центре, окончательно — в центрах.

На 3-й завершающей стадии по принадлежности детали к определенному технологическому классу выбирают типовой технологический маршрут, в котором должны быть учтены следующие правила:

1) в первую операцию (установ) наряду с другими переходами следует включать переходы по подготовке вспомогательной или чистой технологической базы;

2) черновую и чистовую обработку точением нужно выполнять в разных операциях;

3) переходы, нуждающиеся в особой наладке станка (некоторые способы обработки конусов, резьб, фасонных

поверхностей), необходимо выделять в самостоятельные операции;

4) в операцию по окончательной обработке резцами точных поверхностей не следует включать переходы, нуждающиеся в поворотах резцедержателя;

5) в одной операции нецелесообразно выполнять сверление и растачивание отверстий.

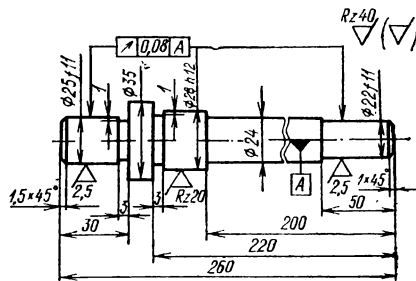
8.4. Оформление технологического маршрута

Для удобства пользования технологический маршрут оформляется в виде карты, в которую заносятся сведения, необходимые для его осуществления. Такая маршрутная карта в качестве основного технологического документа производственного предприятия предусмотрена ЕСТД по ГОСТ 3.1105—74. В ней приводятся сведения о последовательности выполнения операций, их привязке к цехам и участкам предприятия, станкам, приспособлениям, нормах штучного времени и некоторые другие данные. Для учебных целей форму технологического маршрута целесообразно несколько упростить (см. табл. 8.4), дополнив текстовый материал графическими изображениями схем установов и элементами операций. При ее заполнении следует руководствоваться следующими правилами.

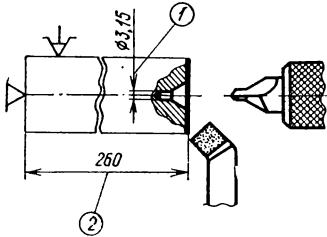
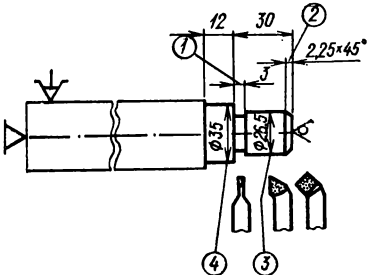
1. Операции и переходы необходимо обозначать арабскими цифрами 1, 2, 3 и т. д.; установы — прописными буквами русского алфавита А, Б, В.

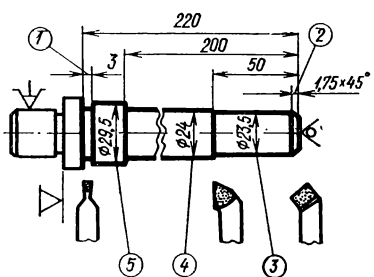
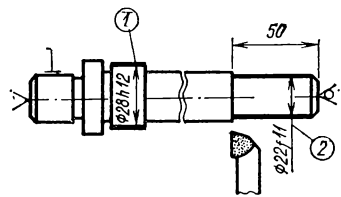
2. В графе «Содержание установов и проходов» указания выражают глаголом в повелительной форме: установить, закрепить, обточить, подрезать, сверлить. При этом размеры обрабатываемой поверхности в тексте не указывают. Вместо них проставляют внутри окружности порядковый номер размера поверхности из схемы технологического установа, например: расточить отверстие 1, развернуть отверстие 2, обточить цилиндр 3, выточить канавку 4, нарезать резьбу 5, проточить фаску 6, отрезать заготовку в размер 7, подрезать торец в размер 8, обточить фасонную поверхность 9 и т. д.

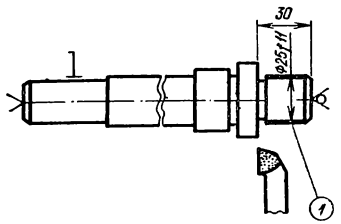
Табл. 8.4. Технологический маршрут токарной обработки ступенчатого вала



Операция	Установ	Переход	Содержание установов и переходов	Схемы установов
1	2	3	4	5
1	A	1	Установить и закрепить заготовку в патроне	Schematic diagram showing the workpiece (1) being mounted in a lathe chuck (2). The workpiece is a stepped shaft with a diameter of $\phi 35$ at the mounting point. The chuck is labeled with the number 262.
		2	Подрезать торец в размер 2*	
			Центровать в размер 1	

1	2	3	4	5
2	A		Установить и закрепить заготовку в патроне	
		1	Подрезать торец в размер 2	
		2	Центровать в размер 1	
3	A		Установить и закрепить заготовку в патроне и заднем центре	
		1	Обточить цилиндр 3	
		2	Обточить цилиндр 4	
		3	Проточить фаску 2	
		4	Выточить канавку 1	

1	2	3	4	5
4	A		Установить и закрепить заготовку в патроне и заднем центре	
		1	Обточить цилиндр 5	
		2	Обточить цилиндр 3	
		3	Обточить цилиндр 4	
		4	Проточить фаску 2	
		5	Выточить канавку 1	
5	A		Установить и закрепить заготовку в центрах	
		1	Обточить цилиндр 2	
		2	Обточить цилиндр 1	

1	2	3	4	5
6	A	1	Установить и закрепить заготовку в центрах Обточить цилиндр 1	

* Цифры проставляются в окружностях.

3. В графе «Схемы установов» заготовки изображают в произвольном масштабе на стадии завершения операционной обработки, контур их обрабатываемых поверхностей обводится сплошными линиями увеличенной толщины. На схемах также указывают размеры, подлежащие выполнению в данной операции (установе). Они нумеруются арабскими цифрами в окружностях диаметром 6—8 мм и располагаются вне контура детали в направлении движения часовой стрелки.

Способы установки и крепления заготовок на схемах изображают условными обозначениями, приведенными в табл. 8.3.

Рассмотрим пример построения и оформления технологического маршрута токарной обработки ступенчатого вала (табл. 8.4) из круглого стального проката $\varnothing 40 \times 264$ мм в количестве 10 шт. на токарно-винторезном станке модели 16К20.

Придерживаясь рекомендаций рис. 8.11, устанавливаем из чертежа требуемую точность обработки.

Вал имеет три цилиндрических участка — $\varnothing 25f_{11}$, $\varnothing 22f_{11}$ и $\varnothing 28h_{12}$, точность которых ограничивается соответственно 11-м и 12-м качествами. Остальные размеры без допусков подлежат обработке по 14-му качеству: отверстия — по $H14$, валы — по $h14$.

Точность формы цилиндрических участков чертежом не оговорена. Следовательно, их погрешности не должны превышать допусков на соответствующие диаметры.

Точность взаимного расположения поверхностей $\varnothing 25$, $\varnothing 28$ и $\varnothing 22$ мм ограничивается радиальным биением относительно общей оси не более 0,08 мм.

Шероховатость поверхностей (за исключением обозначенных на контуре детали) $Rz=40$ мкм.

Деталь термообработке не подвергается. Поэтому ее полную обработку (при невысокой точности размеров) можно завершить на токарном станке.

Заготовка — круглый стальной прокат на одну деталь, имеет припуски по диаметру 5 мм и длине — 4 мм; ее кривизна в допустимых пределах.

Для изготовления небольшой партии деталей (10 шт.) технологический маршрут строится пооперационно.

Токарно-винторезный станок мод. 16К20 по технической характеристике (см. табл. 1.1) позволяет эффективно выполнить обработку деталей.

Способы обработки выбираются из условий обеспечения требуемой точности и высокой производительности. Точные цилиндрические участки $\varnothing 25$, $\varnothing 28$ и $\varnothing 22$ мм будут обрабатываться черновым и чистовым точением; остальные поверхности — только черновым точением за наименьшее количество рабочих ходов.

Для окончательной обработки точных участков вала принимается чистовая вспомогательная база — центровые отверстия. Для черновой обработки базой вначале будут служить необработанная поверхность заготовки и центровое отверстие, затем — обработанный короткий участок вала и центровое отверстие. Подрезание и центрование вала ведется от черновой базовой поверхности заготовки.

Соответственно выбранным технологическим базам принимаются способы установки заготовок на станке: в патроне, в патроне и заднем центре, в центрах.

С учетом величины обрабатываемой партии деталей и практических правил комплектования переходов в операции принимается типовой технологический маршрут обработки деталей класса валов, осуществляемый за 6 операций.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Квалификационная характеристика токаря 3-го разряда

Должен уметь:

1) выполнять на токарных станках обтачивание цилиндрических и конических поверхностей, подрезание торцов и уступов (наружных и внутренних), отрезание и вытачивание канавок (наружных и внутренних), сверление, зенкерование и развертывание отверстий, растачивание цилиндрических и конических отверстий, обтачивание несложных фасонных поверхностей, нарезание наружной и внутренней однозаходной треугольной, прямоугольной и трапецидальной резьб резцом, нарезание резьб вихревыми головками;

2) обрабатывать на универсальных токарных станках детали средней сложности с точностью по 8—11-му качествам и сложные детали с точностью по 12—14-му качествам;

3) обрабатывать на специализированных станках, налаженных для обработки определенных деталей и выполнения отдельных операций, с применением специальных приспособлений детали средней сложности с большим количеством переходов с точностью по 6—9-му качествам;

4) обрабатывать тонкостенные детали с толщиной стенок до 1 мм и длиной до 200 мм;

5) производить технические расчеты, необходимые при токарной обработке деталей, тарифицируемых по 3-му разряду;

6) под руководством токаря более высокой квалификации управлять токарно-центровыми станками с высотой центров свыше 800 мм, имеющих более трех суппортов.

Должен знать:

1) устройство, правила управления, подналадки и проверки на точность универсальных токарных станков;

2) правила управления крупными станками, обслужи-

ваемыми совместно с токарем более высокой квалификации;

3) основные токарные операции и работы; высокопроизводительные способы их выполнения; приемы наладки станка на выполняемые операции;

4) устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений; назначение и правила применения контрольно-измерительного инструмента и приборов;

5) процесс резания; геометрию и правила заточки режущего инструмента, используемого в работе токаря.

Квалификационная характеристика токаря 4-го разряда

Дополнительно к квалификационным требованиям к токарю 3-го разряда токар 4-го разряда должен уметь:

1) производить токарную обработку и доводку сложных деталей точно по 6—9-му качеству на универсальных токарных станках;

2) обрабатывать длинные валы и винты с применением подвижного и неподвижного люнетов, глубокого сверления и расточки отверстий пушечными сверлами и другим специальным инструментом;

3) обрабатывать тонкостенные детали с толщиной стенки до 1 мм и длиной свыше 200 мм;

4) нарезать наружные и внутренние двухзаходные треугольные, прямоугольные, круглые, упорные и трапецеидальные резьбы;

5) устанавливать детали в различных приспособлениях и на угольнике с точной выверкой их в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

6) наладивать станок;

7) производить токарную обработку деталей, требующих точного соблюдения размеров между центрами эксцентрично расположенных отверстий или мест обточки;

8) производить токарную обработку и переточку выработанных прокатных валков с калиброванием простых и средней сложности профилей;

9) производить обдирку и отделку шеек вала;

Должен знать:

- 1) устройство и кинематические схемы токарных станков различных типов; правила проверки их на точность;
- 2) конструктивные особенности универсальных и специальных приспособлений; устройство сложного контрольно-измерительного инструмента и приборов;
- 3) геометрию, правила термообработки, заточки и доводки нормального и специального режущего инструмента;
- 4) основные принципы калибрования профилей простых и средней сложности;
- 5) правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка.

ЛИТЕРАТУРА

Бергер И. И. Справочник молодого токаря.— Мн.: Выш. шк., 1972.— 320 с.

Блюмберг В. А., Зазерский Е. И. Справочник токаря.— Л.: Машиностроение, 1981.— 402 с.

Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора.— М.: Машиностроение, 1984.— 458 с.

Зайцев Б. Г., Шевченко А. С. Справочник молодого токаря.— М.: Высш. шк., 1979.— 361 с.

Каценеленбоген М. Е., Власов В. Н. Справочник работника механического цеха.— М.: Машиностроение, 1984.— 234 с.

Кащук В. А., Мелехин Д. А., Бармин Б. П. Справочник заточника.— М.: Машиностроение, 1982.— 228 с.

Фещенко В. Н., Махмутов Р. Х. Токарная обработка.— М.: Высш. шк., 1984.— 288 с.

Шарин Ю. С. Подготовка программ для станков с ЧПУ.— М.: Машиностроение, 1980.— 141 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ *

А

Алюминий 48

Б

База вспомогательная 327, 352
— измерительная 326, 327, 329, 343
— основная 327, 329
— технологическая 326—329, 345, 352
— черновая 327
— чистовая 327, 329, 332, 345, 352
Брак конусов 260, 261
— отверстий центровых 251, 252
— при зенкеровании 241
— — нарезании резьбы 319, 320
— — обтачивании 224, 227
— — подрезании 230
— — развертывании 246, 247
— — сверлении 239
— фасонных поверхностей 263, 265
Бронза 48, 49

В

Вибрации при резании 103
Время машинное основное 100

Втулка 85

Выглаживание 268, 269

Г

Геометрия зенкера 147
— инструмента 107, 121
— метчика 159
— плашки 165
— развертки 152
— резца 93, 94, 108, 122
— сверла 138, 143
Глубина резания 95, 96, 103, 104, 121, 123, 235, 238, 245, 313, 314, 317

Д

Державка 81—84, 91
Доводка 168, 268
— резца 107, 114, 118—120
Допуск 174, 175, 176, 177—189
— формы и расположения поверхностей 196, 197
— резьбы 273, 275, 280
Дюралюминий 97

Ж

Жидкость смазывающе-охлаждающая (СОЖ) 103—107, 247, 305, 306, 317, 319

* Составлен редактором.

З

- Заточка зенкера 151
- развертки 153
- резца 107, 114, 115, 120
- сверла 143, 144, 147
- Зенкер 147, 149
- типы 148, 151
- Зенкерование 105, 241
- Зенковка 148, 150, 151
- типы 148, 151

И

- Измерение конусов 260
- резьб 288
- Изнашивание инструмента 104, 106, 107
- Инструмент для упрочняющей обработки 170, 171
- измерительный 200, 201, 202
- контрольно-проверочный 200
- твердосплавный 106, 107
- Информация программная 19—26

К

- Калибр 289
- Карта маршрутная 346
- Качество заточки 107
- обработки 103
- Квалитет точности 151, 174, 175, 176, 180, 181, 200, 235, 245, 246, 248, 347
- Классы технологические основные 330, 331, 343, 345, 352

- Конус 252, 253, 254, 255, 345
- метрический 254, 255, 256
- Морзе 254, 255, 256
- нормальный 255
- Конусность 253, 254, 257
- Коэффициент полезного действия станка 98
- резания 96, 97
- Критерий затупления инструмента 98—100
- Круг шлифовальный 115—120, 143, 216

Л

- Латунь 47, 48
- Люнет 57, 73, 321, 322
- подвижный 73, 74, 75, 321
- неподвижный 73, 74, 75, 229, 252, 321

М

- Маркировка бронзы 48
- зенкеров 151
- латуни 47, 48
- метчиков 161
- плашек 166
- разверток 153
- сверл 143
- сплавов алюминиевых 49, 50
- — твердых 50
- стали 41, 43, 44
- чугуна 39, 40
- шкурок шлифовальных 168
- Маршрут технологический 333, 342—347, 352
- — оформление 346
- Материалы абразивные 168
- инструментальные 50

- абразивные 53—56
- минералокерамические 51
- сверхтвердые 52
- твердосплавные 50, 51
- Медь 47
- Металлы цветные 37, 47
- черные 38
- Метчик 100, 159, 164, 305, 345
- протяжка 161, 163, 305, 306
- раскатник 163, 164
- типы 161, 162
- Момент крутящий 98
- Мощность резания 97

Н

- Нагрев детали 104
- инструмента 104
- Накатывание 269, 270
- резьбы 301, 303, 305
- Наклеп 103
- Нарезание резьб 270
- — резцами 308, 312—318 320
- Нарост 102

О

- Обкатка 170, 171, 172
- Обкатывание 268, 269
- Обработка конусов 257, 258
- токарная 325
- упрочняющая 170, 171, 268, 269
- фасонных поверхностей 262, 263
- черновая 121, 332, 345
- чистовая 121, 241, 332, 345

- эксцентриковых деталей 322
- Образец шероховатости 215, 216
- Обтачивание 220, 221, 270, 343
- конусов 257
- черновое 221, 222, 331
- чистовое 221, 223, 331
- Операция технологическая 325, 332, 346, 352
- Опиливание 265, 266
- Оправка 57, 63, 69—71, 86, 91, 219, 345
- Отделка поверхностей 265
- Отверстия центровые 249, 352
- Отклонение основное 174, 175, 176, 177—189
- диаметров резьбы 296, 299
- формы 193, 194
- Огрезание 233

П

- Патрон для глубокого сверления 90
- — центрирования валов 89
- зажимной 56, 57, 219
- — кулачковый 57—59
- — цанговый 57, 59—60
- поводковый 56, 62
- сверлильный 86, 87
- резбонарезной 88, 89
- Переход 325, 326, 345, 346, 347, 350
- Планшайба 57, 72, 320, 321
- Пластичность металла 38
- Плашка 100, 164, 345
- коническая 164
- область применения 301

- резьбонакатная 166, 167, 301
- цилиндрическая 164
- Поверхность коническая 252, 260, 331
- фасонная 259, 262, 331, 345, 346
- Погрешность взаимного расположения 195
- торцов 229
- формы 193, 194, 195
- Подача 95, 96, 103, 104, 121, 123, 234
- при выглаживании 269
- — зенкерования 240, 241
- — накатке 270
- — обкатывании 269
- — обработке фасонных поверхностей 263
- — обтачивании 222, 223
- — отрезании 231, 234
- — развертывании 247, 260
- — рассверливании 238
- — растачивании 243, 245
- — сверлении 236, 237
- Подготовка заготовок под резьбу 301, 305, 309
- Подрезание 228, 229, 331, 352
- Полирование 263, 266
- Посадка 174, 175, 176, 190—193
- Последовательность обработки отверстий 247, 248
- Правила безопасности труда 323
- Приемы нарезания резьбы 301, 312
- работы при доводке 269
- — — опиливании 265
- — — полировании 266
- сверления 236
- Припуск 91, 121, 216—218, 221, 229, 260, 262, 331,

- 332, 343, 345, 351
- на доводку 268
- — зенкерование 240, 241
- — развертывание 245, 259
- — растачивание 242, 245
- — точение тонкое 267
- — шлифование 242
- Приспособление для обработки сферических поверхностей 79
- для ускоренного отвода резцового резца 79, 80
- копировальное 75—79
- токарное 56
- Притиры для доводки 168, 268
- Проход (рабочий ход) 325, 326, 346
- Процесс производственный 324, 325
- технологический 324, 325, 326, 331, 332, 342, 343, 344
- Прочность металла 38, 40, 41

Р

- Развертка 151—154
- типы 153
- Развертывание 245
- конических отверстий 259
- Раскатка 170, 171, 172
- Раскатывание 268, 269
- резьбы 305
- Рассверливание 235, 236
- Растачивание 241, 346
- черновое 243, 245
- чистовое 242, 244, 245
- Режим накатывания 270
- опиливания 265
- резания 107, 120—123, 224, 235, 238, 262, 265

- — конических поверхностей 259
- — при нарезании резьбы 305, 308
- — — развертывании 247
- — — растачивании 245
- — — сверлении 238
- — — тонком точении 267
- — — центровании 250, 252
- — рациональный 120, 224
- — фасонных поверхностей 262, 263
- Резцы отрезные 99
- подрезные 99
- прорезные (канавочные) 99
- проходные 99
- расточные 99
- токарные 124, 126, 220
- — классификация 125
- фасонные 99
- Резьба 159, 160, 343, 345
- классификация 270
- многозаходная 317, 318
- размеры 272, 282, 284, 290, 294
- системы 272, 274
- точность 160, 275, 345
- Ролики накатные 172, 173

С

- Сверление 105, 235, 346
- Сверло 138, 141
- типы 139
- центровочное 251
- Силумин 97
- Силы сопротивления резания 103
- Система координатная станков 17, 18
- ЧПУ 17—19

- — контурная 19
- — позиционная 18
- Скорость резания 95, 96—104, 107, 121, 123, 124
- — при зенкеровании 240, 241
- — — нарезании резьбы 305, 306, 308, 314, 315, 316, 317
- — — обработке фасонных поверхностей 263
- — — обтачивании 222, 224—226
- — — отрезании 232, 233
- — — развертывании 260
- — — рассверливании 238
- — — растачивании 245
- — — сверлении 237
- — — тонком точении 267
- Сплавы алюминиевые 48, 49, 105
- — свойства 49
- — медные 47, 105, 106
- — твердые 50, 51
- — обозначение 50
- — свойства механические 51
- Сталь 37, 40, 99
- инструментальная 41, 42
- — быстрорежущая 42, 43, 44
- — легированная 42, 43
- — маркировка 44
- — определение 42
- — углеродистая 42, 43
- — конструкционная 41
- — легированная 41, 97, 105
- — маркировка 41, 44
- — свойства механические 42, 48, 49, 50
- — углеродистая 41, 45, 97, 105
- — определение 40
- Станки токарные 5

- — классификация 5—7
- — обозначение 6
- — с ЧПУ 17, 28—37
- — точность в работе (практическая) 15—17
- — — геометрическая 7, 11—15
- — устройство типовое 7, 10
- — характеристики технические 8, 9
- Стойкость инструмента 99, 100, 106, 107, 121
- Стружка надлома 101, 102
- скалывания 101, 102
- сливная 101, 102
- Сульфозрезол 105, 106
- Суппорт гидрокопировальный ГС-I 77, 78
- механический копировальный В. К. Семинского 76, 77

Т

Твердость 37, 41, 42, 43, 44, 48, 103, 104

- по Бринеллю 37, 47
- — Роквеллу 37—38

Точение обдирочное 104

- полустачное 104
- тонкое 267
- чистовое 105

Точность взаимного расположения поверхностей 193, 216, 326, 345, 347

- геометрической формы 193, 216, 347
- обработки 173, 216, 235, 343, 352
- размеров 174, 216, 326
- резьбы 273, 283, 295, 298, 345
- центрирования 219, 345

У

Углы резца 93, 94—95, 103, 104

Угольники 72—73, 320, 321

Уклон 253, 254

Упоры 57, 63, 68, 71, 72

Усилие вертикальное (при резании) 96

- подачи 97
- радиальное 97

Установ 325, 326, 345, 346, 347, 350, 351

Установка заготовок 218, 219, 236, 332, 341, 342, 345, 351, 352

- — в люнетах 321
- — сложная 320
- резцов 220, 309

Ф

Фотосчитыватель 27, 28

Х

Характеристика квалификационная токаря 353, 354

- кругов шлифовальных 115—117
- средств измерения 203
- станков токарных 7—9

Ход рабочий (проход) 325, 326, 352

Хомутики 56, 62, 220

Ц

Центрование 247, 249, 251, 252, 352

Центры 56, 63, 64—67, 219,
220, 345, 352

Ч

Чертеж рабочий 231, 235, 343

Чугун 37, 38, 99, 100, 106

— белый 39, 105

— высокопрочный 39, 40

— ковкий 39, 40

— определение 38

— серый 39, 40, 97, 106

Ш

Шероховатость поверхно-
сти 121, 122, 198, 199, 200,
215, 228, 229, 231, 251,
269, 347

Шкурка шлифовальная 167,
168, 263, 266

Шлифование 217, 218

Э

Элементы зенкера 147

— конуса 252

— легирующие 41, 43

— метчика 159

— процесса технологиче-
ского 325, 326

— плашки 165

— развертки 152

— режима резания 95—96,
104

— резца токарного 91—93,
113, 114

— резьбы 271, 288, 289

— сверла 138

Эмульсол 105

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Токарные станки	
1.1. Назначение, классификация и маркировка станков	5
1.2. Основные сведения о токарно-винторезных станках	7
1.3. Токарные станки с числовым программным управлением (ЧПУ)	17
Глава 2. Материалы, применяемые в токарном деле	
2.1. Механические свойства металлов	37
2.2. Черные металлы	38
2.3. Цветные металлы	47
2.4. Твердые сплавы и сверхтвердые инструментальные материалы	50
2.5. Абразивные материалы	56
Глава 3. Токарные приспособления и вспомогательные инструменты	
3.1. Токарные приспособления	56
3.2. Вспомогательные инструменты к токарным станкам	91
Глава 4. Краткие сведения о резании металлов	
4.1. Основные понятия и определения	91
4.2. Процесс резания металлов	101
4.3. Выбор геометрии резцов	108
4.4. Заточка и доводка резцов	114
4.5. Выбор рациональных режимов резания при точении	120
Глава 5. Инструменты для токарной обработки	
5.1. Токарные резцы	124
5.2. Инструменты для обработки отверстий	138
5.2.1. Сверла	138
5.2.2. Зенкеры	147
5.2.3. Развертки	151
5.3. Инструменты для нарезания и накатывания резьбы	159
5.3.1. Метчики	159
5.3.2. Плашки	164
5.4. Инструменты для отделочных работ	167

Глава 6. Точность обработки

6.1. Общие сведения	173
6.2. Точность размеров	174
6.3. Точность геометрической формы и взаимного расположения поверхностей	193
6.4. Шероховатость поверхностей	200
6.5. Средства измерения и контроля для токарных работ	200

Глава 7. Токарные работы

7.1. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	216
7.1.1. Обтачивание цилиндрических поверхностей	216
7.1.2. Подрезание торцов	228
7.1.3. Вытачивание наружных прямоугольных канавок	231
7.1.4. Отрезание металла	233
7.2. Обработка цилиндрических отверстий и центрование	235
7.2.1. Общие сведения	235
7.2.2. Сверление и рассверливание отверстий	235
7.2.3. Зенкерование отверстий	241
7.2.4. Растачивание отверстий	241
7.2.5. Развертывание отверстий	245
7.2.6. Последовательность обработки отверстий различной точности	247
7.2.7. Центрование заготовок	247
7.3. Обработка конических поверхностей	252
7.3.1. Конус и его элементы	252
7.3.2. Нормальные конусы	255
7.3.3. Способы обработки конусов	257
7.3.4. Измерение и брак конусов	260
7.4. Обработка фасонных поверхностей	262
7.4.1. Общие сведения	262
7.4.2. Способы обработки фасонных поверхностей	262
7.5. Отделка поверхностей	265
7.5.1. Опиливание	265
7.5.2. Полирование	266
7.5.3. Тонкое точение	267
7.5.4. Доводка	268
7.5.5. Упрочняющая обработка обкатыванием, раскатыванием и выглаживанием	268
7.5.6. Накатывание	269
7.6. Нарезание резьб	270
7.6.1. Классификация резьб	270
7.6.2. Элементы резьбы	271

7.6.3. Системы и размеры резьб	272
7.6.4. Допуски резьб	273
7.6.5. Измерение и контроль резьб	288
7.6.6. Выполнение наружных резьб плашками	301
7.6.7. Выполнение внутренних резьб метчиками	305
7.6.8. Нарезание резьб резцами	308
7.6.9. Особенности нарезания многозаходных резьб	317
7.6.10. Брак при нарезании резьб	320
7.7. Обработка деталей со сложной установкой	320
7.7.1. Установка заготовок в четырехкулачковых патронах, на планшайбе и угольнике	320
7.7.2. Установка заготовок в люнетах	321
7.7.3. Обработка эксцентриковых деталей	322
7.8. Правила безопасности труда на токарном станке	323

Глава 8. Технологический процесс токарной обработки

8.1. Общие сведения	324
8.2. Типизация технологических процессов	329
8.3. Построение технологического маршрута	342
8.4. Оформление технологического маршрута	346
Приложение	353
Литература	356
Предметный указатель	357

Илья Иосифович Бергер

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ТОКАРЯ

Зав. редакцией *Р. И. Масловский*
Редактор *М. Г. Москаленко*
Переплет *А. А. Шуплецова*
Мл. редактор *Н. Н. Линькова*
Худож. редактор *А. Г. Звонарев*
Техн. редактор *М. Н. Кислякова*
Корректор *Р. К. Логинова*

ИБ № 2365

Сдано в набор 22.07.86. Подписано в печать 12.05.87.
АТ 16689. Формат 70×100¹/₃₂. Бумага типогр. № 1. Гарни-
тура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л.
14,95+0,1625 форз. Усл. кр.-отт. 14,95. Уч.-изд. л. 16,07.
Тираж 36 500 экз. Зак. 2706. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного ко-
митета БССР по делам издательств, полиграфии и книж-
ной торговли. 220048, Минск, пр. Машерова, 11.

Минский ордена Трудового Красного Знамени полиграф-
комбинат МППО им. Я. Коласа, 220005, Минск, ул. Крас-
ная, 23.