

**Б. Г. ЗАЙЦЕВ, А. С. ШЕВЧЕНКО**

**СПРАВОЧНИК  
МОЛОДОГО  
ТОКАРЯ**

ББК 34.632

З-17

УДК 621.941.1

Отзывы и замечания просим направлять по адресу:

*Москва, 101430, Неглинная ул., 29/14,  
издательство «Высшая школа»*

**Зайцев Б. Г., Шевченко А. С.**

**З-17** Справочник молодого токаря. — М.: Высш. школа, 1979. — 367 с., ил. — (Профтехобразование. Об-  
раб. резанием.)

В пер.: 80 к.

Справочник содержит сведения по основам токарной обработки металлов и некоторых пластмасс, технические характеристики и краткие сведения об устройстве токарных станков и приспособлений к ним, приведены данные о резцах, приемах обработки и режимах резания, изложены рекомендации по повышению точности обработки.

Справочник предназначен для учащихся профессионально-технических учебных заведений и молодых рабочих, обучающихся на производстве.

Рекомендован к изданию Государственным комитетом СССР по профессионально-техническому образованию.

**З**  $\frac{31207-463}{052(01)-79}$  БЗ-56-2-79 2704040000

6П4.61  
ББК 34.632

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Справочник рассчитан на учащихся профессионально-технических учебных заведений и молодых токарей, имеющих квалификацию 1—3-го разрядов. В нем приведены основные сведения, необходимые для выполнения работ на токарных станках. Основное внимание уделено выбору инструмента, приспособлений и режимов резания при обработке наружных и внутренних цилиндрических, конусных и фасонных поверхностей, а также при нарезании резьб. В справочнике помещены материалы по теории резания, устройству токарных станков, высокопроизводительному резанию, техническому нормированию токарных работ и организации рабочего места токаря, приведены сведения о взаимозаменяемости и точности обработки, измерительному инструменту, допускам и посадкам, механическим свойствам металлов и др.

Небольшой объем справочника не позволил включить в него подробные сведения по высокопроизводительному резанию, модернизации токарных станков и некоторым видам работ, редко выполняемых молодыми рабочими.

Настоящий справочник отличается от других справочных изданий тем, что написан на основе учебной программы, предназначенной для подготовки токарей, обучающихся на производстве и в профессионально-технических училищах, поэтому помещенный в нем материал является дополнением к учебникам, которыми пользуются в училищах.

В помещенных в справочнике технических сведениях использованы ГОСТы, нормы и технические условия по состоянию на 1 января 1979 г.

Для удобства пользования справочником на сведения, приводимые в других главах, в тексте даются соответствующие ссылки.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

## ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ЧЕРТЕЖАХ

### Обозначения отклонений размеров

Предельные отклонения данного размера от номинального обозначаются буквами или числами. Отклонения отверстия в системе отверстия обозначаются буквой А. Отклонения вала в системе вала обозначаются буквой В. Отклонения вала в системе отверстия и отверстия в системе вала обозначаются буквами, указывающими отклонения посадки. Справа от букв А, В или буквы, обозначающей посадку, проставляется индекс, указывающий класс точности. При втором классе точности индекс отсутствует.

Числа, обозначающие предельные отклонения размера, проставляются справа от номинального одно под другим. Число, стоящее выше, указывает верхнее отклонение. Число, стоящее ниже, указывает нижнее отклонение. Если у номинального размера стоит одно число, то это обозначает, что второе отклонение равно нулю.

Иногда предельные отклонения размера указываются буквами А, В или условным обозначением посадки и, кроме того, числами величин этих отклонений Например:  $40A_3 (+0,050)$ ,  $40X \begin{pmatrix} -0,025 \\ -0,050 \end{pmatrix}$ .

Обозначения предельных отклонений основного отверстия и основного вала приведены в табл. 1, обозначения посадок — в табл. 2, обозначения отклонений размеров числами — в табл. 3.

Обозначения посадок и отклонений размеров на чертежах, выполненных с учетом вводимой вновь Единой системы допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ), даны в гл. 8.

### 1. Обозначения предельных отклонений основного отверстия и основного вала

Условное обозначение	Система отверстия (А)	Класс точности	Условное обозначение	Система вала (В)	Класс точности
$A_1$	Основное отверстие	1	$B_1$	Основной вал	1
A	То же	2	B	То же	2
$A_{2a}$	»	2a	$B_{2a}$	»	2
$A_3$	»	3	$B_3$	»	3
$A_{3a}$	»	3a	$B_{3a}$	»	3a
И т д			И т. д.		

## 2. Обозначения посадок

Условное обозначение	Наименование посадки	Условное обозначение	Наименование посадки
	<b>К л а с с   т о ч н о с т и   1</b>		
Пр <sub>21</sub>	Прессовая 2-я	Пр <sub>2a</sub>	Прессовая
Пр <sub>11</sub>	Прессовая 1-я	Г <sub>2a</sub>	Глухая
Г <sub>1</sub>	Глухая	Т <sub>2a</sub>	Тугая
Т <sub>1</sub>	Тугая	Н <sub>2a</sub>	Напряженная
Н <sub>1</sub>	Напряженная	П <sub>2a</sub>	Плотная
П <sub>1</sub>	Плотная	С <sub>2a</sub>	Скользящая
С <sub>1</sub>	Скользящая	Х <sub>2a</sub>	Ходовая
Д <sub>1</sub>	Движения		<b>К л а с с   т о ч н о с т и   3</b>
Х <sub>1</sub>	Ходовая	Пр <sub>3з</sub>	Прессовая 3-я
	<b>К л а с с   т о ч н о с т и   2</b>	Пр <sub>2з</sub>	Прессовая 2-я
Гр	Горячая	Пр <sub>1з</sub>	Прессовая 1-я
Пр	Прессовая	С <sub>з</sub>	Скользящая
Пл	Легкопрессовая	Х <sub>з</sub>	Ходовая
Т	Тугая	Ш <sub>з</sub>	Широкоходовая
Н	Напряженная		<b>К л а с с   т о ч н о с т и   3a</b>
П	Плотная	С <sub>3a</sub>	Скользящая
С	Скользящая		<b>К л а с с   т о ч н о с т и   4</b>
Д	Движения	С <sub>4</sub>	Скользящая
Х	Ходовая	Х <sub>4</sub>	Ходовая
Л	Легкоходовая	Л <sub>4</sub>	Легкоходовая
Ш	Широкоходовая	Ш <sub>4</sub>	Широкоходовая
ТХ	Тепловая ходовая		<b>К л а с с   т о ч н о с т и   5</b>
	<b>К л а с с   т о ч н о с т и   2a</b>	С <sub>5</sub>	Скользящая
Пр <sub>22a</sub>	Прессовая 2-я	Х <sub>5</sub>	Ходовая
Пр <sub>12a</sub>	Прессовая 1-я		

Примечание Посадки Пр<sub>21</sub>, Пр<sub>11</sub>, Пл, ТХ, Пр<sub>22a</sub>, Пр<sub>12a</sub>, Х<sub>2a</sub>, Пр<sub>3з</sub>, Пр<sub>2з</sub>, Пр<sub>1з</sub> имеются только в системе отверстия.

## 3. Обозначения отклонений размеров числами

Примеры	Что обозначает
50±0,5	Верхнее и нижнее отклонения одинаковы по величине Верхнее отклонение равно +0,5 Нижнее отклонение равно -0,5
50 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,1</sub>	Верхнее отклонение равно +0,2 Нижнее отклонение равно -0,1
∅50 <sup>+0,4</sup> <sub>+0,1</sub>	Верхнее отклонение равно +0,4 Нижнее отклонение равно +0,1

Примеры	Что обозначает
$50_{-0,1}^{-0,5}$	Верхнее отклонение равно $-0,1$ Нижнее отклонение равно $-0,5$
$50^{+0,3}$	Верхнее отклонение равно $+0,3$ Нижнее отклонение равно нулю
$\varnothing 50_{-0,1}$	Верхнее отклонение равно нулю Нижнее отклонение равно $-0,1$

### Обозначения классов шероховатости поверхности по ГОСТ 2.309—73

В машиностроении установлено 14 классов шероховатости поверхности: 1—14. Классы 6—14 разделяются в свою очередь на ряды а, б, в.

Шероховатость поверхности обозначается знаком  $\sqrt{\quad}$ , над которым указываются параметры шероховатости  $R_z$  или  $R_a$  в микронах (например,  $R_z 500 \sqrt{\quad}$ ). При этом знак  $R_a$  в обозначении опускается. Шероховатость поверхности, вид обработки которых конструктором не устанавливается, обозначается знаком  $0,32 \sqrt{\quad}$ . Если с поверхности детали снимается при обработке слой материала (посредством точения, полирования, сверления, травления и т. п.), то ее шероховатость обозначается знаком  $R_z 0,05 \sqrt{\quad}$ .

Поверхности деталей, не подвергающиеся дополнительной обработке, т. е. сохраняющие поверхность заготовки (поковки, литья, объемной штамповки, проката и т. п.), обозначаются знаком  $\nabla$ . Параметры шероховатости поверхности приведены в табл. 4.

#### 4. Параметры шероховатости поверхности

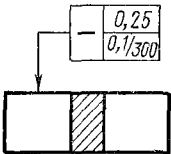
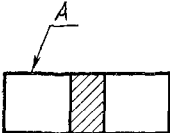
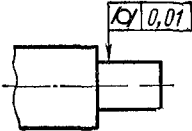
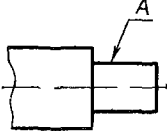
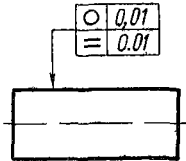
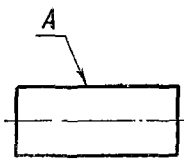
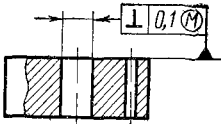
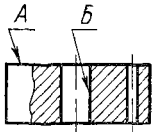
Классы шероховатости поверхности	Разряды	Параметры шероховатости, мкм		Базовая длина $l$ , мм
		$R_a$	$R_z$	
1	—	—	От 320 до 160	8,0
2	—	—	» 160 » 80	
3	—	—	» 80 » 40	
4	—	—	» 40 » 20	2,5
5	—	—	» 20 » 10	

Классы шероховатости поверхности	Разряды	Параметры шероховатости, мкм		Базовая длина, l мм
		Ra	Rz	
6	а	От 2,5 до 2,0	—	0,8
	б	» 2,0 » 1,6	—	
	в	» 1,6 » 1,25	—	
7	а	» 1,25 » 1,00	—	
	б	» 1,00 » 0,80	—	
	в	» 0,80 » 0,63	—	
8	а	» 0,63 » 0,50	—	
	б	» 0,50 » 0,40	—	
	в	» 0,40 » 0,32	—	
9	а	» 0,32 » 0,25	—	0,25
	б	» 0,25 » 0,20	—	
	в	» 0,20 » 0,16	—	
10	а	» 0,160 » 0,125	—	
	б	» 0,125 » 0,100	—	
	в	» 0,100 » 0,080	—	
11	а	» 0,080 » 0,063	—	0,25
	б	» 0,063 » 0,050	—	
	в	» 0,050 » 0,040	—	
12	а	» 0,040 » 0,032	—	
	б	» 0,032 » 0,025	—	
	в	» 0,025 » 0,020	—	
13	а	—	От 0,100 до 0,80	0,08
	б	—	» 0,80 » 0,63	
	в	—	» 0,063 » 0,050	
14	а	—	» 0,050 » 0,040	
	б	—	» 0,040 » 0,032	
	в	—	» 0,040 » 0,025	

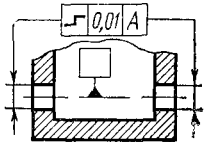
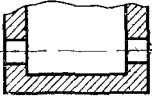
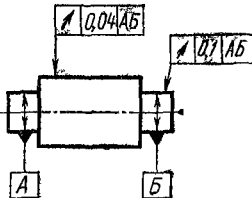
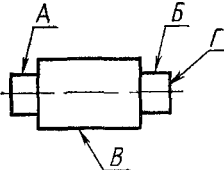
### Обозначения отклонений формы и расположения поверхностей

Допустимые отклонения формы и расположения поверхностей могут оговариваться в технических условиях и на свободном поле чертежа или указываться на изображении детали с использованием условных знаков и пояснительных надписей (табл. 5).

## 5. Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308—68)

Наименование отклонений	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Отклонение от прямолинейности		 <p>Непрямолинейность поверхности <i>A</i> не более 0,25 мм по всей длине и не более 0,1 мм на длине 300 мм</p>
Отклонение от цилиндричности		 <p>Нецилиндричность поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм</p>
Отклонение от круглости и отклонение продольного сечения цилиндрической поверхности		 <p>Некруглость и отклонение профиля продольного сечения поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм</p>
Отклонение от перпендикулярности		 <p>Неперпендикулярность оси отверстия <i>Б</i> относительно поверхности <i>A</i> не более 0,1 мм</p>



Наименование отклонений	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Отклонение от соосности		 Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм
Биеение		 Радиальное биеение поверхности B относительно общей оси поверхностей A и B не более 0,04 мм Торцовое биеение поверхности Г относительно общей оси поверхностей A и B не более 0,1 мм

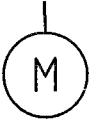






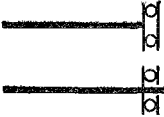




При отсутствии на чертежах указаний о допустимых отклонениях формы и расположения поверхностей подразумевается, что они допустимы в пределах поля допуска на соответствующие размеры (на диаметр, на расстояние между осями, между плоскостями и т. д.).

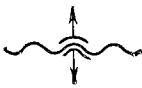
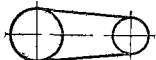
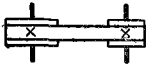

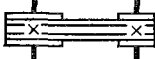


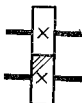

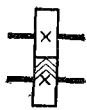



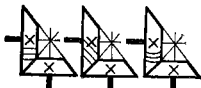
### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ

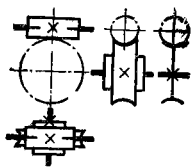
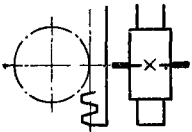
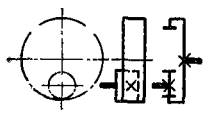
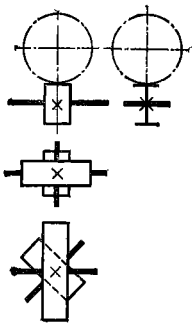


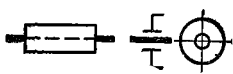
Устройство металлорежущих станков, в частности токарных, изображается в их паспортах, в инструкциях по настройке, в книгах по токарному делу и т. д. в виде чертежей, называемых кинематическими схемами.

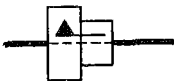

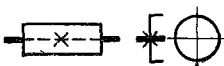
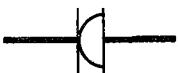


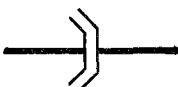


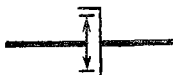
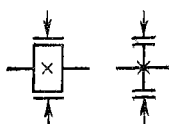



Кинематические схемы дают полное представление о взаимодействии отдельных механизмов и деталей станка, участвующих в передаче движения. В таких местах все детали и узлы станка (валы, подшипники, муфты, зубчатые колеса и др.) изображаются определенными условными знаками, что значительно упрощает изучение устройства и взаимодействия деталей станка. Условные обозначения для кинематических схем указаны в табл. 6.

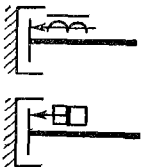


## 6. Основные условные обозначения для кинематических схем

Элементы схемы	Условные обозначения
Электродвигатель	
Вал, ось и т. п.	
Подшипники (общее обозначение): а — радиальный б — радиально-упорный	а)  б) 
Скольжения радиальный	
Шариковый радиальный	
Шаговый радиально-упорный	
Шариковый упорный	
Роликовый радиальный	
Роликовый радиально-упорный	
Радиально-роликовый самоустанавливающийся	
Гайка на винте, передающем движение: неразъемная	

Элементы схемы	Условные обозначения
разъемная	
Ременные передачи:	
плоским ремнем	 
клиновидными ремнями	 
Зубчатые зацепления:	
цилиндрические соответственно с прямыми, косыми и шевроинными зубьями	     
конические с прямыми, спираль- ными и круговыми зубьями	  

Элементы схемы	Условные обозначения
червячное	
реечное	
внутреннее зацепление	
передача винтовая	
Соединение деталей: глухое двух валов	
двух валов предохранительной муфтой	
свободное при вращении детали с валом	

Элементы схемы	Условные обозначения
детали с валом при помощи вытяжной шпонки	
подвижное без вращения детали с валом	
глухое	
двух валов шарниром Гука	
Муфты: кулачковая односторонняя	
кулачковая двусторонняя	
фрикционная конусная	
фрикционные дисковые односторонняя и двусторонняя	 
центробежная	
Тормоза: ленточные	 
конусные	 

Элементы схемы	Условные обозначения
колодочные	
дисковые: электромагнитный и гидравлический или пневматический	
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
Разные детали: рычаг переключения	
маховичок	
конец вала или винта под съемную рукоятку	

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О МАТЕРИАЛАХ

### Чугуны

Чугуном называется сплав железа с углеродом, содержащий углерода от 2 до 6,67%.

Серый чугун обозначается буквами СЧ и двумя числами, соответствующими пределу прочности при растяжении и изгибе, например СЧ32-52.

Высокопрочный чугун обозначается буквами ВЧ и двумя числами, соответствующими пределу прочности при растяжении и относительному удлинению, например ВЧ40-10.

Ковкий чугун обозначается буквами КЧ и двумя числами, показывающими предел прочности при растяжении и относительное удлинение

Антифрикционный чугун обозначается тремя буквами и цифрой, например АСЧ-1, АВЧ-2, АКЧ-1. Буква А означает антифрикционность, буквы С, В или К означают серый, высокопрочный или ковкий и буква Ч — чугун. В табл. 7 приведены механические свойства отливок из чугуна.

## 7. Механические свойства отливок из чугуна

Марка чугуна	Твердость по Бринеллю HB, не более	Марка чугуна	Твердость по Бринеллю HB, не более
--------------	------------------------------------	--------------	------------------------------------

### Серый чугун (ГОСТ 1412—70)

СЧ00	Испытания не производятся	СЧ24-44	170—241
СЧ12-28	143—229	СЧ28-48	170—241
СЧ15-32	163—229	СЧ32-52	187—255
СЧ18-36	170—229	СЧ35-56	197—269
СЧ21-40	170—241	СЧ38-60	207—269

### Высокопрочный чугун (ГОСТ 7293—70)

ВЧ45-0	187—255	ВЧ50-1,5	187—255
ВЧ45-5	170—207	ВЧ60-2	197—269
ВЧ40-10	156—197		

### Ковкий чугун

КЧ30-6	163	КЧ50-4	241
КЧ33-8	163	КЧ56-4	269
КЧ35-10	163	КЧ60-3	269
КЧ37-12	163	КЧ63-2	269
КЧ45-6	241		

## Стали

Сталью называют сплав железа с углеродом, содержащий углерода до 2%. В состав сталей входят также другие различные химические элементы, влияющие на ее качественные показатели.

Углеродистая сталь обыкновенного качества обозначается буквами Ст и цифрами по порядку от 0 до 6.

Качественная углеродистая сталь обозначается числами 08, 10, 15, 20 и т. д., показывающими среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента.

Легированные стали обозначаются цифрами и буквами, например 40Х, 30ХГСА, 35ХСНВФА, 15Х2ГН2Т и т. д. Первое число показывает среднее содержание в стали углерода в сотых долях процента. Буквой А в конце марки обозначается высококачественная сталь. Остальные буквы обозначают легирующий элемент, а стоящие за буквами цифры — содержание легирующего элемента в процентах, если содержание его больше 1%.

В сталях приняты следующие обозначения легирующих элементов: Г — марганец, С — кремний, Х — хром, Н — никель, В — вольфрам, Ф — ванадий, М — молибден, Ю — алюминий, Т — титан, Б — ниобий, Д — медь, Е — селен, Л — бериллий, Р — бор, П — фосфор.

Инструментальные углеродистые стали обозначаются буквой У и цифрами, показывающими содержание углерода в десятых долях процента, например У7, У8, У10А. Буква А обозначает высококачественную сталь.

Инструментальные быстрорежущие стали обозначаются буквой Р с последующим числом, указывающим среднее содержание (в процентах) вольфрама, например Р9, Р18, Р18М. Буква М указывает на повышенное содержание молибдена В табл. 8—12 приведены механические свойства различных сталей.

#### 8. Механические свойства углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 380—71)

Марка стали	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Марка стали	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>
Ст0	Не менее 31	Ст4	41—54
Ст1	31—42	Ст5	46—64
Ст2	33—44	Ст6	Не менее 60
Ст3	37—50		

#### 9. Механические свойства качественной углеродистой горячекатаной стали (ГОСТ 1050—74)

Стали с нормальным содержанием марганца			Стали с нормальным содержанием марганца		
Марка стали	Твердость по Бринеллю НВ, не более	Предел проч- ности при рас- тяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Марка стали	Твердость по Бринеллю НВ, не более	Предел проч- ности при рас- тяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>
08	131	33	55	255	66
10	143	34	60	255	69
15	149	38	65	255	71
20	163	42	70	269	73
25	170	46	75	285	110
30	179	50	80	285	110
35	207	54	С повышенным содержанием марганца		
40	217	58			
45	229	61	60Г	269	71
50	241	64	65Г	285	75
			70Г	285	80

#### 10. Механические свойства отливок из углеродистой стали (ГОСТ 977—65)

Марка стали	Предел проч- ности при рас- тяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю НВ, не более	Марка стали	Предел проч- ности при рас- тяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю НВ, не более
15Л	40	109—136	40Л	53	146—173
20Л	42	116—144	45Л	55	153—179
25Л	45	124—151	50Л	58	159—190
30Л	48	131—157	55Л	60	170—199
35Л	50	137—166			



# 11. Механические свойства конструкционной легированной стали в состоянии поставки (ГОСТ 4543—71)

Марка стали	Твер- дость по Бринел- лю НВ	Предел прочности при растя- жении $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>	Марка стали	Твер- дость по Бринел- лю НВ	Предел прочности при растя- жении $\sigma_B$ кгс/мм <sup>2</sup>
15X, 15XA	179	64	40XГР	241	87
15XP	187	67	35XГ2	229	83
20X	179	64	33XC	241	87
30X	187	67	38XC, 40XC	255	92
30XPA	241	87	27CG	217	78
35X	197	71	35CG, 36Г2C	229	83
38X	207	75	15XM	179	64
40X	217	78	30XM, 30XMA	229	83
45X, 40XP	229	83	35XM	241	87
50X	229	83	38XBA	229	83
10Г2	197	71	15XФ	187	67
40Г2	217	78	40XФА	241	87
50Г2	229	83	30XГCNA	255	92
20XH	197	71	35XГCA	241	87
40XH	217	78	15XГHTA	269	97
45XH, 50XH	207	75	15X2ГH2TPA	269	97
13H2XA	207	75	18XГH	225	82
12XH2	207	75	25X2ГHTA	269	97
12XH3A	217	78	30XГHA	229	83
12X2H4A	269	97	30X2ГH2	255	92
20XH3A	241	87	18XCHPA	197	71
20X2H4A	269	97	30XHBA	241	87
30XH3A	241	87	38XHBA	269	97
20XГC3A	207	75	40XHMA	269	97
25XГCA	217	78	38XH3BA	269	97
30XГCA	229	83	18X2H4BA	269	97
18XГ	187	67	30XH2BФА	269	97
18XГГ	217	78	38XH3BФА	269	97
20XГР	197	71	20XH4ФА	269	97
30XГТ	229	83	38XЮ	229	83
40XГ	229	83	38XBФЮA	229	83

Примечание. Значения предела прочности при растяжении вычислены по формуле  $\sigma_B = 0,36 \text{ НВ кгс/мм}^2$ .

## 12. Механические свойства инструментальных сталей

Марка стали	Твердость по Бринеллю НВ в состоянии поставки	Твердость по Роквеллу НРС после закалки не менее	Марка стали	Твердость по Бринеллю НВ в состоянии поставки	Твердость по Роквеллу НРС после закалки не менее
Углеродистая (ГОСТ 1435-74)			6Х6ВЗМФС	255	60
У7 У7А	187	62	7ХЗ	229	54
У8 У8А			8ХЗ	241	55
У8Г, У8ГА			5ХНМ	241	56
У9 У9А	192	62	5ХНВ	255	56
У10, У10А	197	62	5ХНВС	255	56
У11, У11А	207	62	5ХГМ	241	56
У12, У12А			4ХМФС	241	55
У13, У13А	217	62	4Х5В2ФС	241	50
			4Х5МФС	241	50
Легированная (ГОСТ 5950-73)			4Х5МФ1С	241	50
7ХФ	229	58	4Х3ВМФ	241	52
8ХФ	241	58	1Х4ВМФС	241	55
9ХФ	241	60	5Х3М3Ф	241	47
11ХФ	229	62	3Х2В8Ф	241	48
13Х	241	64	1Х2В5МФ	241	50
ХВ4	255	65	4Х2В2МФС	241	55
В2Ф	229	62	5Х3В3МФС	241	53
9Х1	229	62	4ХС	217	47
Х	229	62	6ХС	229	56
12Х1	241	62	4ХВ2С	229	53
9ХС	241	62	5ХВ2С	255	55
ХГС	241	62	6ХВ2С	269	57
9ХВГ	241	62	6ХВГ	217	57
ХВГ	255	62			
ХВСГ	241	62	Быстроре- жущая (ГОСТ— 13265—73)		
9Х5ВФ	241	58	Р6М5	Не более 255	63
8Х6НФГ	241	58	Р9К5	Не более 269	63
8Х4В3М3Ф2	255	61	Р12Ф3		
Х6ВФ	241	61	Р6М5Ф3		
Х12	255	60	Р6М5К5		
Х12ВМ	255	60	Р6К10	Не более 285	63
Х12М	255	60	Р18К5Ф2		
Х12Ф1	255	60		Не более 285	64
7ХГ2ВМ	255	58	Р10К5Ф5		
			Р9М4К8		

## Твердые сплавы

Металлокерамические твердые сплавы подразделяются на три группы вольфрамовую, титановольфрамовую, титанотанталовольфрамовую

Обозначение, химический состав и механические свойства твердых сплавов, применяемых для изготовления резцов, указаны в табл. 13, а их назначение—в табл. 14

**13. Твердые сплавы (ГОСТ 3882—74)**

Группа твердых сплавов	Ориентировочный состав смеси (без учета примесей) %					Средний предел прочности при изгибе кгс/мм <sup>2</sup> не менее	Твердость HRA, не менее
	марка сплавов	карбид вольфрама	карбид титана	карбид тантала	кобальт		
Вольфрамовая	ВК3	97	—	—	3	110	89,5
	ВК3М	97	—	—	3	110	91
	ВК4	96	—	—	4	135	89,5
	ВК6М	94	—	—	6	135	90
	ВК6	94	—	—	6	145	88,5
	ВК6-ОМ	92	—	2	6	120	90,5
	ВК6-В	94	—	—	6	155	87,5
	ВК8	92	—	—	8	160	87,5
	ВК8В	92	—	—	8	175	86,5
	ВК8-ВК	92	—	—	8	175	87,5
	ВК10	90	—	—	10	165	87
	ВК10-М	90	—	—	10	150	88
	ВК10-ОМ	88	—	2	10	140	88,5
	ВК10-КС	90	—	—	10	175	85
	ВК11-В	89	—	—	11	180	86
	ВК11-ВК	89	—	—	11	180	87
	ВК15	85	—	—	15	180	86
	ВК20	80	—	—	20	195	84
	ВК20 КС	80	—	—	20	205	82
	ВК20К	80	—	—	20	155	79
	ВК25	75	—	—	25	200	82
Титановольфрамовая	T30K4	66	30	—	4	95	92
	T15K6	79	15	—	6	115	90
	T14K8	78	14	—	8	125	89,5
	T5K10	85	6	—	9	140	88,5
	T5K12	83	5	—	12	165	87
Титано-тантало-вольфрамовая	TT7K12	81	4	3	12	165	87
	TT8K6	84	8	2	6	125	90,5
	TT10K8B	82	3	7	8	145	89
	TT20K9	71	8	12	9	130	89

## 14. Назначение марок твердых сплавов

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
ВКЗ	Очень высокие износостойкость и допустимая скорость резания Умеренная эксплуатационная прочность, сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию	Чистовое с малым сечением среза (типа алмазной обработки) точение при непрерывном резании, окончательное нарезание резьбы, развертывание отверстий и другие аналогичные виды обработки чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов (резины, фибры, пластмассы, шифера, стекла и др.)
ВКЗМ	Очень высокая износостойкость благодаря мелкозернистой структуре. Умеренная эксплуатационная прочность, сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию. Имеет преимущество по износостойкости по сравнению со сплавом ВКЗ	Чистовая, получистовая и чистовая с малым сечением среза (типа алмазной) обработка серого чугуна, цементированных и закаленных сталей — легированных и углеродистых, а также твердых чугунов (точение, нарезание резьбы, развертывание, растачивание)
ВК4	Высокие износостойкость и эксплуатационная прочность Хорошая сопротивляемость ударам, вибрациям, выкрашиванию	Черновое точение при неравномерном сечении среза и непрерывном резании, рассверливание, растачивание нормальных и глубоких отверстий, черновое зенкерование
ВК6	Высокие износостойкость и допустимая скорость резания (но менее, чем для сплавов ВКЗ, ВКЗМ и ВК4). Эксплуатационная прочность и сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию выше, чем у сплавов ВКЗ и ВКЗМ	Черновое точение при непрерывном резании, чистовое и получистовое точение при прерывистом резании, предварительное нарезание резьбы токарными резцами, нарезание резьбы вращающимися головками, рассверливание и растачивание предварительно обработанных отверстий, чистовое зенкерование и развертывание при обработке чугуна, цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
ВК6М	Износостойкость выше, чем у сплава ВК6, при несколько меньшей эксплуатационной прочности и сопротивляемости ударам, вибрациям и выкрашиванию. Имеет преимущество по сравнению со сплавами ВК4 и ВК6 по износостойкости при обработке серых чугунов	Получистовая обработка жаропрочных сталей и сплавов, нержавеющей сталей, специальных твердых чугунов, закаленного чугуна, твердой бронзы, сплавов легких металлов, твердых и абразивных изоляционных материалов, пластмасс, стекла, фарфора. Обработка термически необработанных сталей при тонких сечениях среза на малых скоростях резания
ВК6-ОМ	Износостойкость выше, чем для сплава ВК6М, при несколько меньшей эксплуатационной прочности и сопротивляемости ударам. По износостойкости вместе со сплавом ТТ8К6 стоит на втором месте после сплава Т30К4	Чистовая и получистовая обработка твердых, легированных и отбеленных чугунов, закаленных сталей и некоторых марок нержавеющей, высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов, особенно на основе титана, вольфрама и молибдена (точение, растачивание, развертывание, нарезание резьбы)
ВК8	Более высокие эксплуатационная прочность и сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию, чем для сплава ВК6, при меньших износостойкости и допустимой скорости резания	Тяжелое черновое точение жаропрочных сталей и сплавов, нержавеющей сталей аустенитного класса
ВК10-М	Износостойкость и допустимая скорость резания выше, чем для сплава ВК8, при более низкой эксплуатационной прочности	Сверление, зенкерование, развертывание стали, чугуна, некоторых труднообрабатываемых материалов цельнотвердосплавным, мелкогабаритным инструментом
ВК10-ОМ	Износостойкость и допустимая скорость резания выше, чем для сплава ВК10-М, при более низкой эксплуатационной прочности	Черновая и получистовая обработка твердых, легированных и отбеленных чугунов, некоторых марок нержавеющей, высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов, особенно на основе титана, вольфрама и молибдена. Изготовление некоторых видов монолитного инструмента

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
ВК15	Эксплуатационная прочность выше, чем у сплава ВК8, при меньшей износостойкости	Режущий инструмент для обработки дерева
Т30К4	Наивысшая для твердых сплавов износостойкость и допустимая скорость резания при пониженных эксплуатационной прочности, сопротивляемости ударам, вибрациям и выкрашиванию	Чистовое точение с малым сечением среза (типа алмазной обработки), нарезание резьбы и развертывание отверстий незакаленных и закаленных углеродистых и легированных сталей
Т15К6	Износостойкость и допустимая скорость резания ниже, чем для сплава Т30К4, при большей эксплуатационной прочности и сопротивляемости ударам, вибрациям и выкрашиванию	Черновое и получистовое точение при непрерывном резании, чистовое точение при прерывистом резании, нарезании резьбы токарными резцами и вращающимися головками, рассверливание и растачивание предварительно обработанных отверстий, чистовое зенкерование, развертывание сталей
Т14К8	Эксплуатационная прочность и сопротивление ударам выше, чем у сплава Т15К6, при меньшей износостойкости и допустимой скорости резания	Черновое точение при неравномерном сечении среза и непрерывном резании, получистовое и чистовое точение при прерывистом резании, черновое зенкерование и т. п.
Т5К10	Эксплуатационная прочность и сопротивление ударам, вибрациям и выкрашиванию выше, чем у сплава Т14К8, при меньшей износостойкости и допустимой скорости резания	Черновое точение при неравномерном сечении среза и прерывистом резании, фасонное точение, отрезка токарными резцами и другие виды обработки сталей преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине
Т5К12	Эксплуатационная прочность и сопротивление ударам, вибрациям и выкрашиванию значительно выше, чем у сплава Т5К10, при меньшей	Тяжелое черновое точение стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличии песка, шлака и других включений при неравномерном сечении среза

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
	износостойкости и допустимой скорости резания. По сравнению с инструментом из быстрорежущей стали позволяет повысить скорость резания не менее чем в 2 раза	и наличии ударов. Обработка стальных деталей на много-резцовых станках, полуавтоматах и автоматах при низких скоростях резания
ТТ7К12	По сравнению со сплавом Т5К12 имеет несколько большую эксплуатационную прочность при той же износостойкости	Такое же, как у сплава Т5К12
ТТ8К6	Самая высокая износостойкость среди твердых сплавов, исключая Т30К4, при более высокой прочности, чем у сплава ВК3	Чистовое и получистовое точение, растачивание и сверление серого и ковкого чугуна, а также отбеленного чугуна. Непрерывное точение с небольшим сечением среза стального литья, высокопрочных, нержавеющей сталей, в том числе закаленных. Обработка сплавов цветных металлов и некоторых марок титановых сплавов при резании с малым и средним сечением среза
ТТ10К8Б	Высокая эксплуатационная прочность и сопротивление ударам и вибрациям при умеренной износостойкости	Черновая и получистовая обработка некоторых марок труднообрабатываемых материалов, включая жаропрочные стали и сплавы, в том числе титановые

### Сплавы алюминия

Наиболее распространенными алюминиевыми сплавами, которые подвергаются обработке резанием, являются сплавы Д16, Д19, Д20, Д21, АК-4 и литейные алюминиевые сплавы АЛ-2, АЛ-4, АЛ-9.

Механические характеристики сплавов алюминия приведены в табл. 15.

### 15. Механические характеристики сплавов алюминия

Марка сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю НВ	Марка сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю НВ
Д16	44—55	—	АЛ-2	14—16	50
Д19	46—50	—	АЛ-4	20—24	70
Д20	36—40	—	АЛ-9	16—23	50—60
Д21	40—47	—	ВАЛ-5	28	110
АК-4	42—51	≤100	АЛ-1	20—30	80—120

### Магниеые сплавы

Различают деформируемый и литейные сплавы магния. Ниже рассмотрены механические характеристики некоторых литейных сплавов, наиболее часто подвергающихся механической обработке (табл. 16).

### 16. Механические характеристики магниевых сплавов

Марка сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю НВ	Марка сплава	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю НВ
МЛ-2	9	30	МЛ7-1	16	55—60
МЛ-3	16	40	ВМЛ-1	19	—

### Титановые сплавы

Титановые сплавы отличаются малой плотностью, высокими механическими свойствами и коррозионной стойкостью. Недостатками их являются низкие антифрикционные свойства и способность вступать в реакцию с кислородом. При трении титан и его сплавы склонны к схватыванию с другими металлами, поэтому механическая обработка сплавов сложна и требует особых навыков. Пределы прочности сплавов титана приведены в табл. 17.

### 17. Пределы прочности титановых сплавов

Марка сплава	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Марка сплава	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>
ОТ4-1	60—75	ВТ6	95—110
ОТ4	70—90	ВТ8	105
ВТ5	75—95	ВТ9	110



## ГЛАВА 2

# ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### Поверхности и плоскости, различаемые в процессе обработки

На рис. 1 показаны поверхности, различаемые при обработке заготовок резцом.

Обрабатываемой поверхностью называется поверхность заготовки, с которой срезается припуск.

Обработанной поверхностью называется поверхность, которая образуется в результате снятия припуска.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая на заготовке непосредственно главной режущей кромкой резца.

Плоскостью резания называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через режущую кромку резца.

Основной плоскостью называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам  $U$  токарных резцов за эту плоскость может быть принята нижняя опорная поверхность резца.

Плоскость резания и основная плоскость необходимы для определения углов резца.

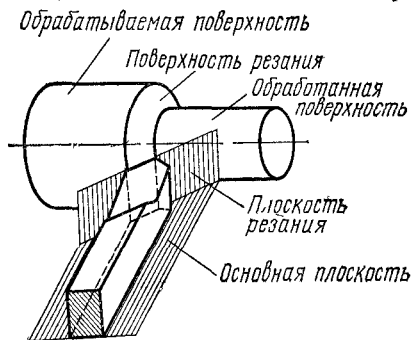


Рис. 1 Поверхности, различаемые в процессе обработки резцом

### Элементы и углы резца

Резец состоит из головки и тела, или стержня. Головка — рабочая (режущая) часть резца. Стержень предназначен для закрепления резца. Элементы резца показаны на рис. 2.

Передняя поверхность — поверхность резца, по которой сходит стружка.

Задние поверхности — поверхности резца, обращенные к обрабатываемой заготовке.

Режущие кромки — линии пересечения передней и задних поверхностей. Основную работу резания выполняет главная режущая кромка.

Вершина резца — место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок. Вершина резца может быть острой, закругленной или в виде прямой линии, называемой переходной (зачищающей) кромкой.

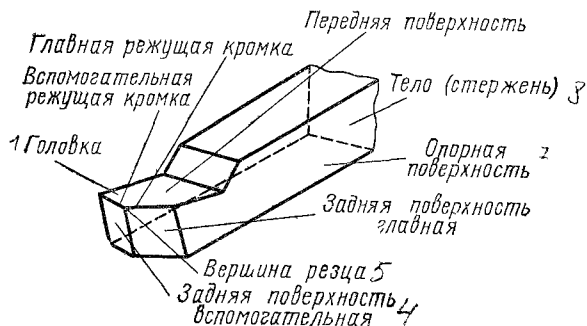


Рис. 2. Части и элементы головки резца

Основными геометрическими характеристиками резца являются главные и вспомогательные углы, углы в плане и угол наклона главной режущей кромки (рис. 3).

Главные углы резца (передний  $\gamma$ , главный задний  $\alpha$ , резания  $\delta$ , заострения  $\beta$ ) измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Передним углом называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания, проведенной через главную режущую кромку.

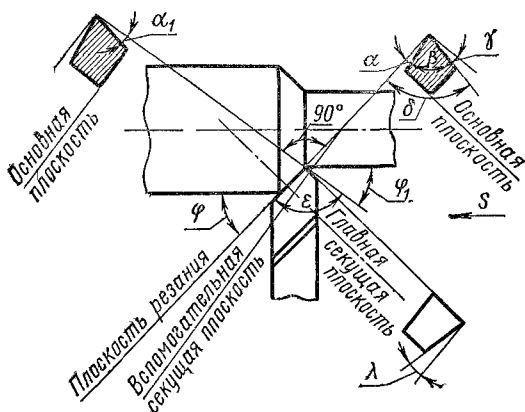


Рис. 3. Углы резца

Главным задним углом называется угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания.

Углом резания называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Углом заострения называется угол между передней и главной задней поверхностями резца

Вспомогательным задним углом  $\alpha_1$  называется угол между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости.

Вспомогательные углы резца измеряются во вспомогательной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

Главным углом в плане  $\phi$  называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Углом при вершине в плане  $\epsilon$  называется угол между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Углом наклона главной режущей кромки  $\lambda$  называется угол, заключенный между главной режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. Этот угол измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости (рис. 4). Он считается положительным, когда вершина резца является нижней точкой режущей кромки, отрицательным—когда вершина резца является высшей точкой кромки, и равным нулю—когда главная режущая кромка параллельна основной плоскости.



Рис. 4. Угол наклона главной режущей кромки

## Установка резца относительно линии центров

В зависимости от положения вершины резца относительно линии центров станка величины углов резца изменяются (рис. 5). При установке вершины резца выше линии центров (рис. 5, б) увеличивается передний угол и уменьшается задний, при установке вершины резца ниже линии центров (рис. 5, а) передний угол уменьшается, а задний увеличивается.

Вершину резца рекомендуется располагать по линии центров (рис. 5, а). При этом величины углов не изменяются, что положительно сказывается на качестве и точности обработанной поверхности.

Допускается в отдельных случаях устанавливать вершину резца выше или ниже линии центров (не более чем на 0,01 диаметра заготовки). Выше линии центров можно устанавливать вершину резца

при черновом обтачивании цилиндрических поверхностей, чистовом растачивании отверстий и черновом нарезании резьбы. Ниже линии центров вершину резца устанавливают при чистовом обтачивании наружных цилиндрических поверхностей и черновом растачивании отверстий. При отрезании, обработке конических и фасонных поверхностей, чистовом нарезании резьбы вершину резца обязательно устанавливают по линии центров.

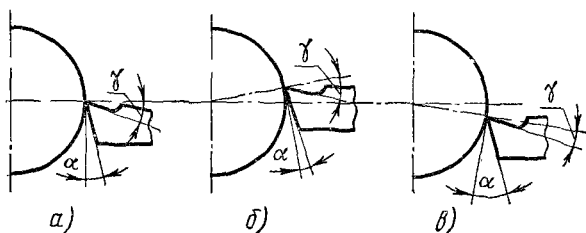


Рис. 5. Измерение углов в зависимости от положения вершины резца относительно линии центров:

*а* — на линии центров, *б* — выше, *в* — ниже линии центров

## ВЫБОР ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

### Материал резцов

Для обработки металлов применяют быстрорежущие, твердосплавные, минералокерамические и алмазные резцы.

Быстрорежущие резцы применяют в основном для черновой и чистовой обработки стали на станках сравнительно небольшой мощности.

Твердосплавные резцы применяют наиболее широко. Их используют для черновой и чистовой обработки чугуна, стали, цветных металлов и неметаллических материалов с большой скоростью резания. Назначение резцов, изготовленных из твердых сплавов, указано в табл. 14.

Минералокерамические (микролитовые) резцы применяют для получистовой и чистовой обработки стали и чугуна при условии безударной нагрузки.

Алмазные резцы применяют при тонком точении и растачивании преимущественно цветных металлов и сплавов.

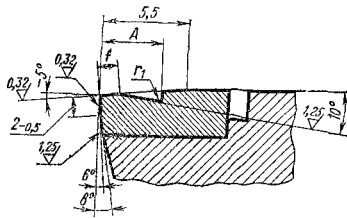
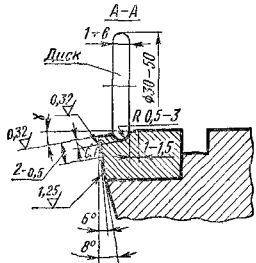
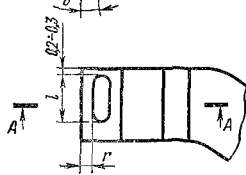
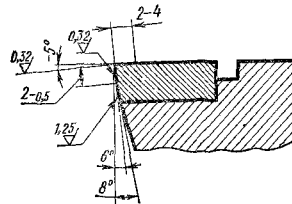
### Формы передней поверхности твердосплавных резцов

Область применения твердосплавных резцов, рекомендуемая ГОСТ 18877—73, в зависимости от формы передней поверхности указана в табл. 18.

Величины главных и вспомогательных углов в плане приведены в табл. 19—22.

# 18. Формы передней поверхности твердосплавных резцов

№ п/п	Формы передней поверхности		Область применения
	название	эскиз	
1	Плоская с положительным передним углом $\gamma$		Обработка серого чугуна, бронзы и других хрупких материалов
2	Плоская с отрицательной фаской		Обработка ковкого чугуна, стали и стального литья $\sigma_b < 80 \text{ кгс/мм}^2$ , а также $\sigma_b > 80 \text{ кгс/мм}^2$ при недостаточной жесткости технологической системы. Для отвода и дробления стружки применяется стружколом
2а	Плоская с отрицательной фаской и припайным стружколомом		Обработка стали и стального литья $\sigma_b \leq 80 \text{ кгс/мм}^2$ при необходимости завивания и дробления стружки

№ п/п	Формы передней поверхности		Область применения
	название	эскиз	
3	Криволинейная, с отрицательной фаской		Обработка стали $\sigma_B = 80$ кгс/мм <sup>2</sup> при необходимости заворачивания и дробления стружки
3а	Плоская с мелкоразмерной лункой и $\gamma = 0^\circ$		Обработка стали и стального литья при $\sigma_B \leq 60$ кгс/мм <sup>2</sup>
3б	Плоская с мелкоразмерной лункой и $\gamma = -5^\circ$		Обработка стали и стального литья при $\sigma_B = 60 \div 80$ кгс/мм <sup>2</sup>
4	Плоская с отрицательным передним углом $\gamma$		Черновая обработка стали и стального литья $\sigma_B \geq 80$ кгс/мм <sup>2</sup> , загрязненного неметаллическими включениями. Работа с ударами в условиях жесткой технологической системы

№ п/п	Формы передней поверхности		Область применения
	название	эскиз	
5	Криволинейная с отрицательной фаской		Обработка нержавеющей сталей $\sigma_B = 85 \text{ кгс/мм}^2$

## 19. Главные углы в плане ф для быстрорежущих резцов

Типы резцов	Условия работы	Угол ф, град
Всех типов	Обработка нежестких заготовок, продольное обтачивание в упор с одновременным подрезанием торца, растачивание отверстий малых диаметров, отрезка заготовок, прорезание канавок	90
Отрезные	Отрезание без бобышек	80
Проходные, расточные	Обработка заготовок малой жесткости на проход	60—75
Расточные	Обработка жестких заготовок с жесткими креплениями резца на станках повышенной жесткости	40—60
Проходные	Обработка жестких заготовок на станках повышенной жесткости	30—60
	Чистовая обработка с малыми глубинами резания на станках нормальной жесткости	18—20

## 20. Вспомогательные углы в плане $\varphi_1$ для быстрорежущих резцов

Типы резцов	Условия работы	Угол $\varphi_1$ , град
Проходные	Обработка жестких заготовок без врезания	5—10
	Обработка нежестких заготовок без врезания и жестких с врезанием	10—15
	Обработка нежестких заготовок с врезанием	20—35
Проходные отогнутые	Обычные	30—45
Отрезные и про-резные	»	1—2
Подрезные и расточные	»	20—25

## 21. Главные углы в плане $\varphi$ для твердосплавных и минералокерамических резцов

Условия работы	Угол $\varphi$ , град
Обработка при особо жесткой технологической системе станка и небольшой глубине резания	10—30
Обработка при достаточно жесткой технологической системе станка	45
Обработка с ударами при недостаточно жесткой технологической системе станка	60—75
Обработка нежестких заготовок	80—90

## 22. Вспомогательные углы в плане $\varphi_1$ для твердосплавных и минералокерамических резцов

Условия работы	Угол $\varphi_1$ , град
Чистовая обработка	0—5
Обработка жестких заготовок без врезания	5—10
Обработка нежестких заготовок без врезания и жестких с врезанием	15—30
Обработка нежестких деталей с врезанием	30—45

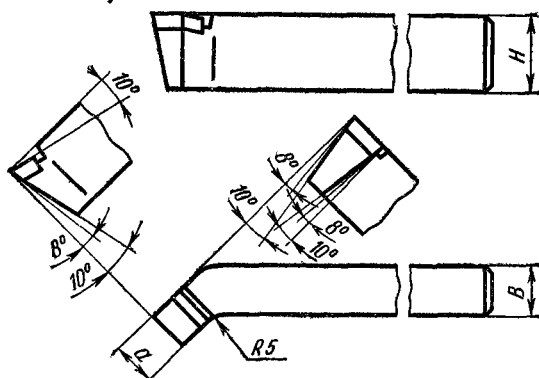


## Элементы конструкции и геометрические параметры резцов (ГОСТ 18877—73)

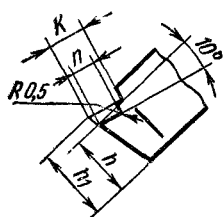
Для резцов, показанных на рис. 6, геометрические параметры приведены в табл. 23.

*Угол врезки пластинки в стержень  $10^\circ$*

*При толщине пластинки 4 мм и более*



*Гнездо  
под пластинку*



*При толщине пластинки  
менее 4 мм*

*Гнездо  
под пластинку*

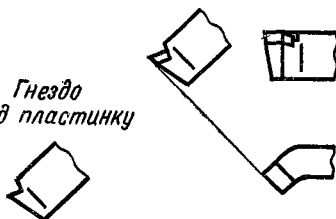


Рис. 6. Конструкция резца с углом врезки пластинки в стержень  $10^\circ$

23. Конструкция и геометрические параметры резцов, мм

Сечение резца $H \times B$	$a$	$n$	$h$	$h_1$	$K$	Номера пластин (ГОСТ 2209—69)
16×10	8	3,9	13	—	—	0133Б
16×12	10	4,5	12	14	9	0135Б
20×12	10	4,5	16	18	9	0135Б
20×16	14	9,8	13,5	17	15	0225Б
25×16	14	9,8	18,5	22	15	0225Б
25×20	18	13,8	18,5	22	19	0227Б
32×20	18	13,1	23,5	27	19	0229Б

Сечение резца $H \times B$	$a$	$n$	$h$	$h_1$	$K$	Номера пластин (ГОСТ 2209—69)
32×25	22	15,4	24,5	28,5	19	0231Б
40×25	22	15,4	32,5	36,5	21	0231Б
40×32	25	15,4	32,5	36,5	21	0243Б
50×32	25	16,4	39,5	43,5	23	0235Б
50×40	32	14,4	39,5	43,5	21	0143Б

Для резцов, показанных на рис. 7, параметры приведены в табл. 24.

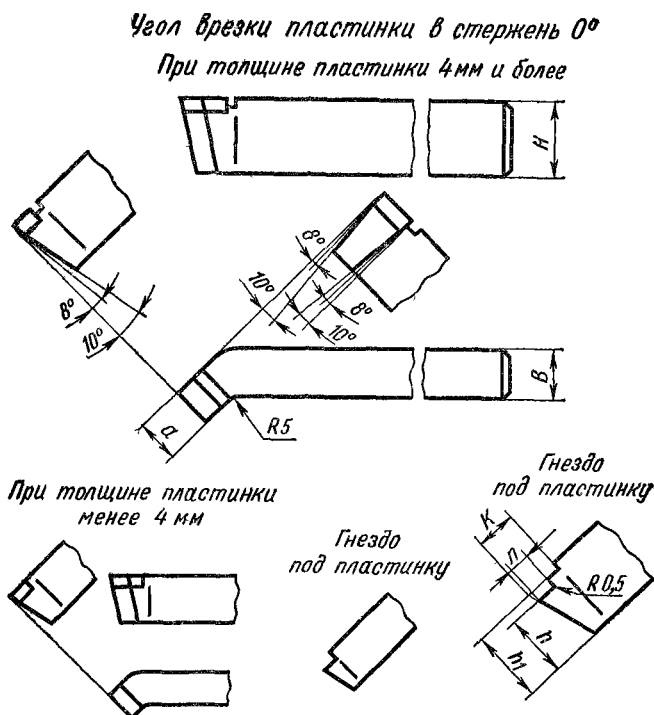


Рис. 7. Конструкция резца с углом врезки пластинки в стержень 0°

## 24. Конструкция резцов и геометрические параметры, мм

Сечение резца $H \times B$	$a$	$n$	$h$	$h_1$	$K$	Номера пластин (ГОСТ 2209—69)
16×10	8	3,9	13	—	—	0133Б
16×12	10	4,5	12	14	9	0135Б
20×12	10	4,5	16	18	9	0135Б
20×16	14	9,8	14	17	15	0225Б
25×16	14	9,8	19	22	15	0225Б
25×20	18	13,8	19	22	19	0227Б
32×20	18	13,1	24	27	19	0229Б
32×25	22	15,4	25	28,5	21	0231Б
40×25	22	15,4	25	28,5	21	0231Б
40×32	25	15,4	33	36,5	21	0243Б
50×32	25	16,4	40	44,0	23	0235Б
50×40	32	14,4	40	44	21	0143Б

Геометрические параметры режущей части резцов при заточке и доводке их алмазными кругами указаны на рис 8

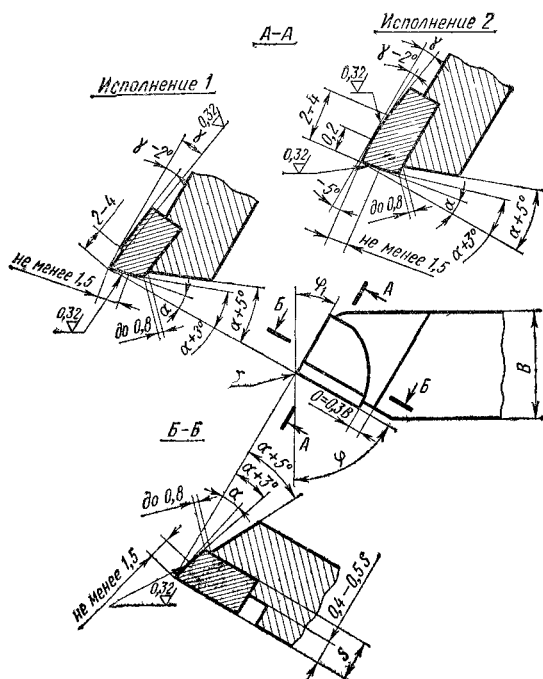


Рис. 8. Геометрические параметры резца

На рис. 9 представлены схемы работы основных нормализованных резцов.

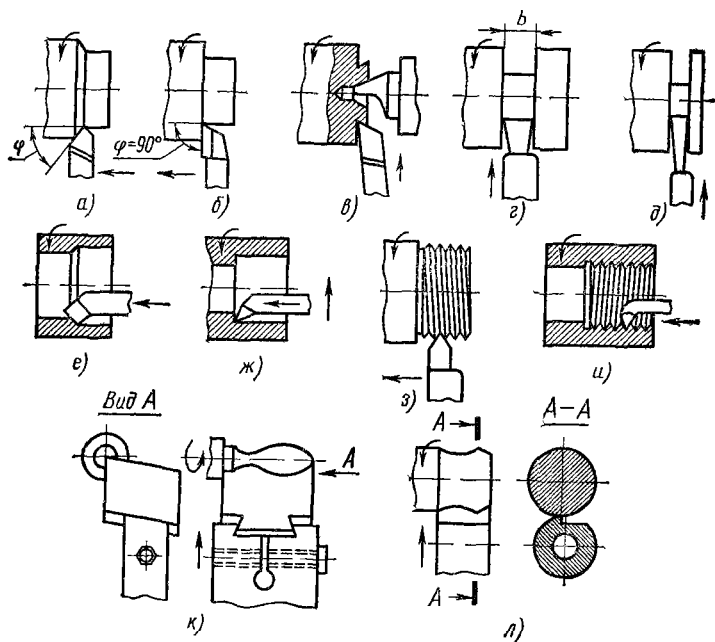


Рис. 9. Схемы работы токарных резцов:

*а* — проходного обдирочного, *б* — проходного упорного, *в* — подрезного, *г* — прорезного, *д* — отрезного, *е, ж* — расточных, *з* — резьбового для наружной резьбы, *и* — резьбового для внутренней резьбы, *к, л* — фасонных

## ГЛАВА 3

# ОСНОВЫ ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ

### ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ

#### Скорость резания

Скорость резания — это скорость перемещения режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности. Скорость резания складывается из окружной скорости вращения заготовки и скорости подачи, но последней пренебрегают, учитывая, что она очень мала по сравнению со скоростью вращения заготовки.

Скорость резания обозначается буквой  $v$ , измеряется в метрах в минуту (м/мин) и подсчитывается по формуле

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

где  $\pi=3,14$ ;  $D$  — диаметр обрабатываемой заготовки, мм;  $n$  — частота вращений заготовки, об/мин.

#### Подача

Подача — величина перемещения резца за один оборот обрабатываемой заготовки. Подача обозначается буквой  $s$  и измеряется в миллиметрах за один оборот заготовки (мм/об). Различают продольную, поперечную и наклонную подачи в зависимости от перемещения резца параллельно, перпендикулярно и под углом к линии центров.

#### Глубина резания

Глубина резания — толщина снимаемого за один рабочий ход (проход) слоя металла, измеряемая по перпендикуляру к обрабатываемой поверхности заготовки. Глубина резания обозначается буквой  $t$ , измеряется в миллиметрах и вычисляется по формуле

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

где  $D$  — диаметр детали до обработки, мм;  $d$  — диаметр детали после снятия резцом одного слоя, мм.

#### Элементы срезаемого слоя

Ширина срезаемого слоя (среза) — расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по поверхности резания. Ширина среза обозначается буквой  $b$  (рис. 10) и измеряется в миллиметрах.

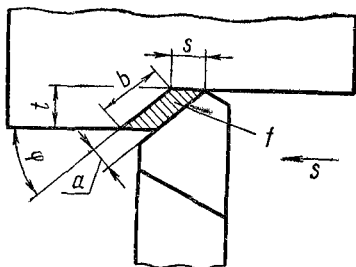


Рис. 10. Поперечное сечение срезаемого слоя

поперечного сечения среза обозначается буквой  $f$ , измеряется в квадратных миллиметрах и вычисляется по формулам

$$f = ts$$

или

$$f = ba.$$

Различают сечение срезаемого слоя (среза) и сечение срезанного слоя (стружки). Вследствие деформации в процессе резания ширина и толщина стружки несколько превышают ширину и толщину среза.

## СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

При токарной обработке в результате сопротивления срезаемого слоя металла, деформации сжатия, трения стружки о переднюю поверхность резца и некоторых других причин на резец действуют силы  $P_z$ ,  $P_y$ ,  $P_x$  (рис. 11).

Сила  $P_z$  называется силой резания. Она направлена вертикально и действует сверху вниз на переднюю поверхность резца, стремясь изогнуть обрабатываемую заготовку вверх и отжать резец вниз.

Сила  $P_x$  называется осевой силой или силой подачи. Она действует в горизонтальной плоскости в направлении, противоположном подаче, и стремится отжать резец в этом направлении.

Силу  $P_y$  называют радиальной силой. Она направлена перпендикулярно к силам  $P_z$  и  $P_x$ . Все три силы измеряются в килограмм-силах (кгс).

Основными факторами, влияющими на величину силы резания, являются площадь и форма среза, твердость и другие механические свойства обрабатываемого материала, углы резца, скорость резания.

Сопротивляемость различных материалов резанию характеризуется давлением резания и коэффициентом резания.

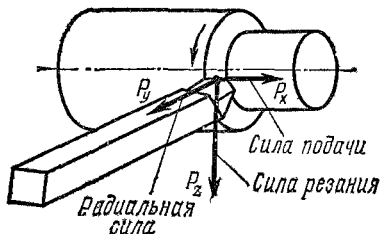


Рис. 11. Силы резания при точении

Удельное давление резания  $p$  есть сила резания  $P_z$ , приходящаяся на единицу площади поперечного сечения среза, т. е.

$$p = \frac{P_z}{f} \text{ кгс/мм}^2.$$

Коэффициент резания  $K$  есть давление резания, измеренное при следующих постоянных условиях резания:

глубина резания  $t=5$  мм;

подача  $s=1$  мм/об;

передний угол резца  $\gamma=15^\circ$ ;

главный угол резца в плане  $\phi=45^\circ$ ;

радиус при вершине резца  $R=1$  мм;

главная режущая кромка резца прямолинейная и горизонтальная;

работа выполняется без охлаждения.

В отличие от удельного давления резания коэффициент резания для данного материала является постоянной величиной (табл. 25).

Приближенное значение величины силы резания вычисляют по формуле

$$P_z = Kf \text{ кгс} = 9,807 KfH,$$

где  $f$  — площадь поперечного сечения среза, мм<sup>2</sup>;  $K$  — коэффициент резания.

Сила  $P_z$  действует при всех видах токарной обработки, тогда как осевая и радиальная силы в некоторых случаях отсутствуют, например при подрезании торца трубы резцом при продольной подаче отсутствует радиальная сила.

При остром резце величина силы резания в 4—8 раз больше величины осевой силы и в 2—3 раза больше величины радиальной силы.

Сила резания  $P_z$  имеет важное значение. При умножении ее на радиус обрабатываемой заготовки получают величину крутящего момента, по которой судят о нагрузке станка. При умножении силы резания на скорость резания получают потребляемую станком мощность.

## 25. Коэффициент резания

Материал	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Коэффициент резания $K$ , кгс/мм <sup>2</sup>
Сталь	40—50	150
	50—60	160
	60—70	178
	70—80	200
	80—90	220
	90—100	235
	100—110	255
Алюминий и силумин	—	40

Продолжение табл. 25

Материал	Предел прочно- сти при растя- жении $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Коэффициент резания $K$ , кгс/мм <sup>2</sup>
Дуралюмин	25 35 Свыше 35	60 80 110
Бронза средней твердости	—	55
Бронзы свинцовистые	—	35
Медь	—	95—115
Чугун	HB	$K$
	140—160	100
	160—180	108
	180—200	114
	200—220	120



## ГЛАВА 4

### ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ СССР

Технические характеристики токарных станков отечественного производства даны в табл. 26.

**26. Технические характеристики токарных станков**

Модель станка	Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	Расстояние между центрами, мм	Частота вращения шпинделя, мм	Мощность, кВт
16Т01П	100	125, 180	450—4500 600—6000	0,12
16Т02П	125	180, 250	400—4000 500—5000	0,25
16Т03П	160	250	80—4000	0,55
16Д03П	160	250, 350	80—4000	0,55
16Т04П	200	350, 500	70—3500	0,75
16Д04П	200	350, 500	70—3500	0,75
16Б05П	250	350, 500, 710	30—3000	1,5
0Т-5	250	350, 500, 710	30—3000	1,5
1М61	320	710, 1000	12,5—1600	4
1А616	320	710, 1000, 1400	11—2240 9—1800	4
16Б16	320	500, 710, 1000, 1400	16—1600 20—2000 25—2500	3,8/6,3
1616	320	750	44—1980	4,5
ТВ320	320	500	36—2000	2,8
16Л20	400	710, 1000, 1400	16—1600	3,8/6,3
16К20	400	710, 1000, 1400 2000	12,5—1600 16—2000	7,5—10

Модель станка	Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	Расстояние между центрами, мм	Частота вращения шпинделя, мм	Мощность, кВт
16Б20А	400	710, 1000, 1400 2000	16—1600 32—3200	5,5
ИТ-1	400	1000, 1400	28—1250	3
1К62	400	710, 1000, 1400	12,5—1600	10
16К25	500	710, 1000, 1400 2000	12,5—1600	11
1Д63	615	1500, 3000	14—750	10

### Токарно-винторезный станок 16К20

Универсальный токарно винторезный станок 16К20 предназначен для выполнения различных токарных работ, в том числе для нарезания метрической, дюймовой, модульной, питчевой резьб повышенной точности

#### Техническая характеристика токарно-винторезного станка 16К20

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм . . . . .	400
Наибольший диаметр точения над нижней частью поперечного суппорта, мм . . . . .	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм . . . . .	50
Расстояние между центрами, мм . . . . .	710, 1000, 1400, 2000
Наибольшая длина обтачивания, мм . . . . .	645, 935, 1335, 1935
Диапазон частоты вращения шпинделя, об/мин	12,5—1600
Пределы подач, мм/об:	
продольных . . . . .	0,05—2,8
поперечных . . . . .	0,025—1,4
Шаги нарезаемых резьб:	
метрической, мм . . . . .	0,5—112
дюймовой (число витков на 1") . . . . .	56—0,25
модульной (в модулях) . . . . .	0,5—112
питчевой (в питчах) . . . . .	56—0,25
Диаметр отверстия в шпинделе, мм . . . . .	52
Мощность главного электродвигателя, кВт . . . . .	10

Общий вид станка показан на рис. 12 Органы управления станка 16К20 показаны на рис. 13. Кинематическая схема станка 16К20 приведена на рис. 14.

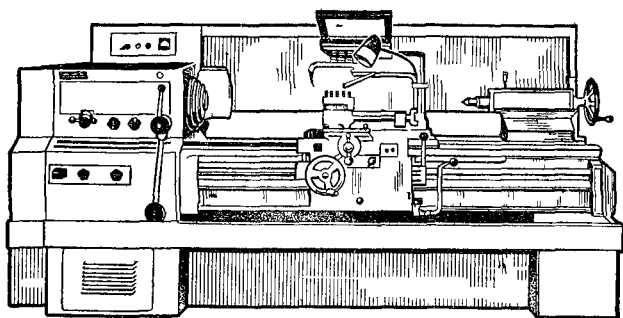


Рис 12 Общий вид станка 16K20

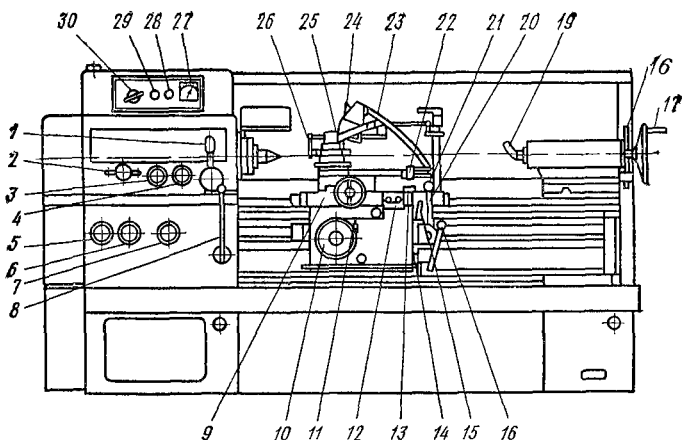
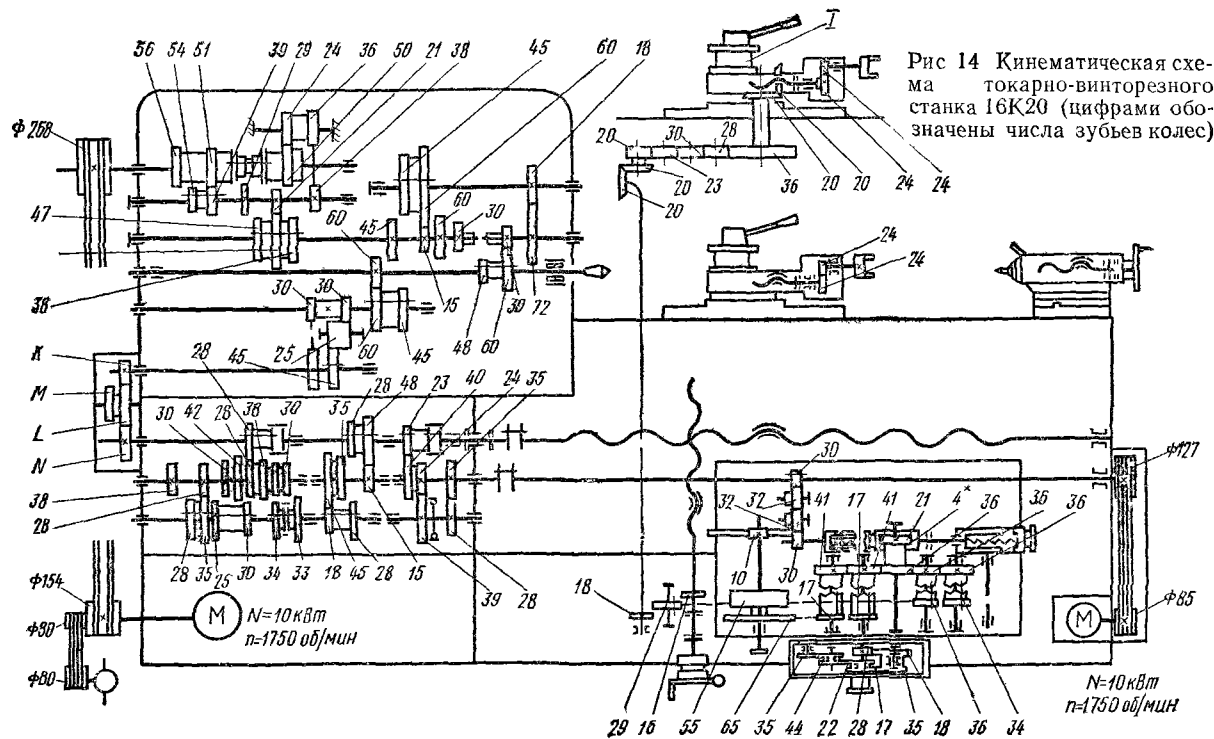


Рис 13 Органы управления токарно-винторезного станка повышенной точности 16K20

Рукоятки 1 — установки ряда чисел оборотов шпинделя 2 — установки чисел оборотов шпинделя 3 — установки нормального увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб 4 — установки правой и левой резьбы 5 — установки величины подачи и шага резьбы 6 — установки вида работ — подачи и типа нарезаемой резьбы 7 — установки величины подачи и шага резьбы и отключения механизма коробки подач 8 — управления фрикционной муфтой главного привода (сблокирована с рукояткой 16) 11 — включения и выключения реечной шестерни 14 — включения подачи 15 — включения и выключения гайки ходового винта 16 — управления фрикционной муфтой главного привода (сблокирована с рукояткой 8), 18 — крепления задней бабки к станине 19 — захвата пиноли задней бабки 20 — управления механическими параметрами каретки и поперечных салазок суппорта 22 — ручного перемещения резцовых салазок суппорта, 23 — поворота и закрепления индексруемой резцовой головкой 25 — ручного перемещения поперечных салазок суппорта кнопки 9 — золотника смазки направляющих каретки и поперечных салазок суппорта 12 — включения и выключения электродвигателя главного привода 21 — включения электродвигателя привода быстрых ходов каретки и поперечных салазок суппорта, маховики 10 — ручного перемещения каретки, 17 — перемещения пиноли задней бабки, 26 — регулируемое сопло подачи охлаждающей жидкости 13 — болт крепления каретки на станине выключатели 24 — местного освещения 27 — указатель нагрузки станка 28 — выключатель электронасоса подачи охлаждающей жидкости 29 — сигнальная лампа, 30 — вводный автоматический выключатель



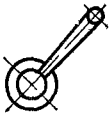
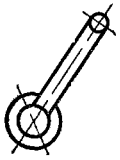
Станок имеет 24 частоты вращения шпинделя при прямом вращении и 12 при обратном. Причем  $n=500$  об/мин и  $n=630$  об/мин повторяются дважды. Установка частоты вращения шпинделя осуществляется рукоятками 1 и 2 (см. рис. 13) по таблице, помещенной на шпиндельной бабке. Рукояткой 1 устанавливают один из четырех диапазонов частоты вращения шпинделя в соответствии с обозначением положения рукоятки, нанесенным на таблице. Рукояткой 2, на ступице которой нанесены цифры от 1 до 6, устанавливаются требуемые частоты вращения из выбранного ряда совмещением цифр со стрелкой, изображенной над рукояткой.

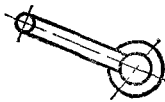
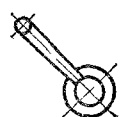
Частота вращения шпинделя, допустимый момент на шпинделе и допустимая мощность приведены в табл. 27.

Величины подачи устанавливаются рукоятками 5 и 7 (см. рис. 13). Рукоятка 5 имеет четыре фиксированных положения, обозначенных римскими цифрами, а рукоятка 7 — четыре фиксированных положения, обозначенных латинскими буквами А, В, С, D, и два промежуточных, обозначенных стрелками. Величина поперечной подачи составляет половину продольной, указанной в таблице станка. Для получения подач, равных удвоенным табличным значениям, необходимо заменить сменные шестерни К, L, N (см. рис. 14) в соответствии с рекомендациями паспорта станка.

На основе станка 16К20 как базовой модели выпускаются еще четыре модели: 16К20П — станок повышенной точности, 16К20Г — станок нормальной точности с выемкой в станине, позволяющей обрабатывать детали диаметром до 630 мм на длине до 298 мм от торца шпинделя; 16К25 — облегченный станок нормальной точности с увеличенным диаметром обработки (до 500 мм); 16К20ФЗ — станок с программным управлением.

**27. Частота вращения шпинделя, допустимый момент  
и наибольшая допустимая мощность  
на шпинделе станка 16К20**

Положение рукояток		Частота вращения шпинделя, об/мин	Допустимый крутящий момент, кгм	Допустимая мощность по указателю т нагрузки, кВт
1-й	2-й			
1:32 	1	12,5	130	2,3
	2	16	130	3
	3	20	130	3,7
	4	25	130	4,7
	5	31,5	130	6
	6	40	130	7,7
1:8 	1	50	130	9,3
	2	63	109	10
	3	80	85,5	10
	4	100	67	10
	5	125	53	10
	6	160	40,5	10

Положение рукояток		Частота вращения шпинделя, об/мин	Допустимый крутящий момент, кгм	Допустимая мощность по указателю нагрузки, кВт
1-й	2-й			
1:2				
	1	200	38	10
	2	250	30	10
	3	315	24	10
	4	400	18	10
	5	500	14,6	10
	6	630	11,4	10
1,25:1				
	1	500	14,8	10
	2	630	11,6	10
	3	800	9	10
	4	1000	7	10
	5	1250	5,55	10
	6	1600	4,18	10

### Токарный станок 1К62ФЗС с программным управлением

Токарный станок 1К62ФЗС, выпускаемый заводом «Красный пролетарий», является одним из современных станков с числовым программным управлением. Станок предназначен для токарной обработки наружных и внутренних поверхностей со ступенчатыми и криволинейными участками за один или несколько рабочих ходов. В настоящее время в промышленности применяется множество подобных моделей станков отечественного производства и зарубежных фирм.

Наиболее распространены станки с числовым программным управлением моделей 16516ФЗ, 1П717ФЗ, 16К20ФЗ, 16КЗРФЗ и др. Управление этими станками осуществляется разнообразными управляющими контурами и интерполяторами.

Станок 1К62ФЗС оснащен пультом программного управления мод. «Контур 4МИ». Общий вид станка показан на рис. 15, а его кинематическая схема приведена на рис. 16. Привод продольного перемещения суппорта состоит из шагового двигателя, гидроусилителя и ходового винта. Скорость подачи и величина пути суппорта зависят от частоты и количества электрических импульсов, записанных на программноноситель (в данном случае на магнитную ленту).

Привод поперечного перемещения суппорта состоит из шагового двигателя, редуктора, гидроусилителя моментов и ходового винта.

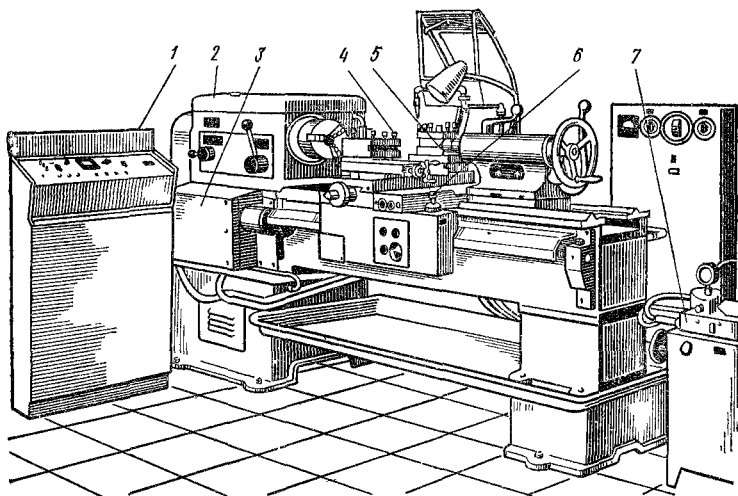


Рис. 15. Общий вид станка 1K62Ф3С:

1 — пульт управления, 2 — коробка скоростей, 3 — шаговый электродвигатель и гидроусилитель моментов; 4 — передний резцедержатель, 5 — задний резцедержатель, 6 — переключатель направления подачи, 7 — гидравлическая станция

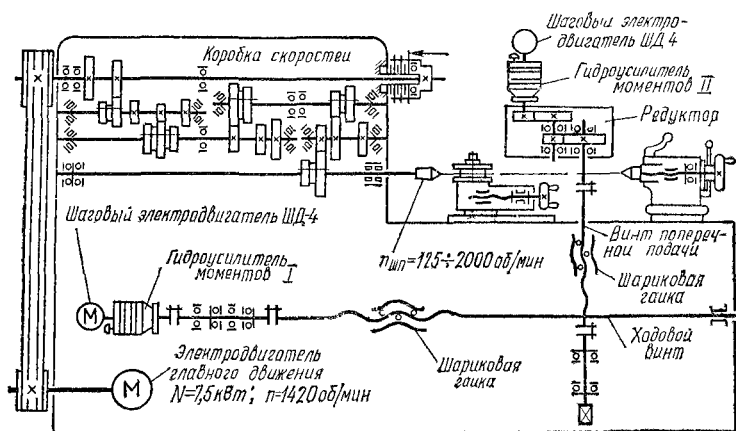


Рис. 16. Кинематическая схема станка 1K62Ф3С

## Техническая характеристика токарного станка 1К62ФЗС1

Наибольший диаметр обрабатываемой детали над станиной, мм . . . . .	400
Расстояние между центрами, мм . . . . .	1000
Наибольший диаметр обрабатываемой детали над суппортом, мм . . . . .	200
Наибольшая длина точения, мм . . . . .	930
Наибольшее перемещение пиноли, мм . . . . .	200
Частота вращения шпинделя, об/мин . . . . .	12,5—2000
Число управляемых осей координат (одновременно) . . . . .	2/2
Мощность привода подачи, кВт . . . . .	6,16
Пределы рабочих подач по осям координат, мм/мин:	
X . . . . .	0,6—120
У . . . . .	6—1200
Скорость быстрого перемещения по осям координат, мм/мин.	
X . . . . .	120
У . . . . .	12 000
Наибольшее перемещение по осям координат, мм:	
X . . . . .	210
У . . . . .	930
Дискретность отсчета по осям координат, мм:	
X . . . . .	0,005
У . . . . .	0,05
Число подач . . . . .	Бесступенчатое регулирование
Число скоростей привода главного движения . . . . .	23
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт . . . . .	7,5

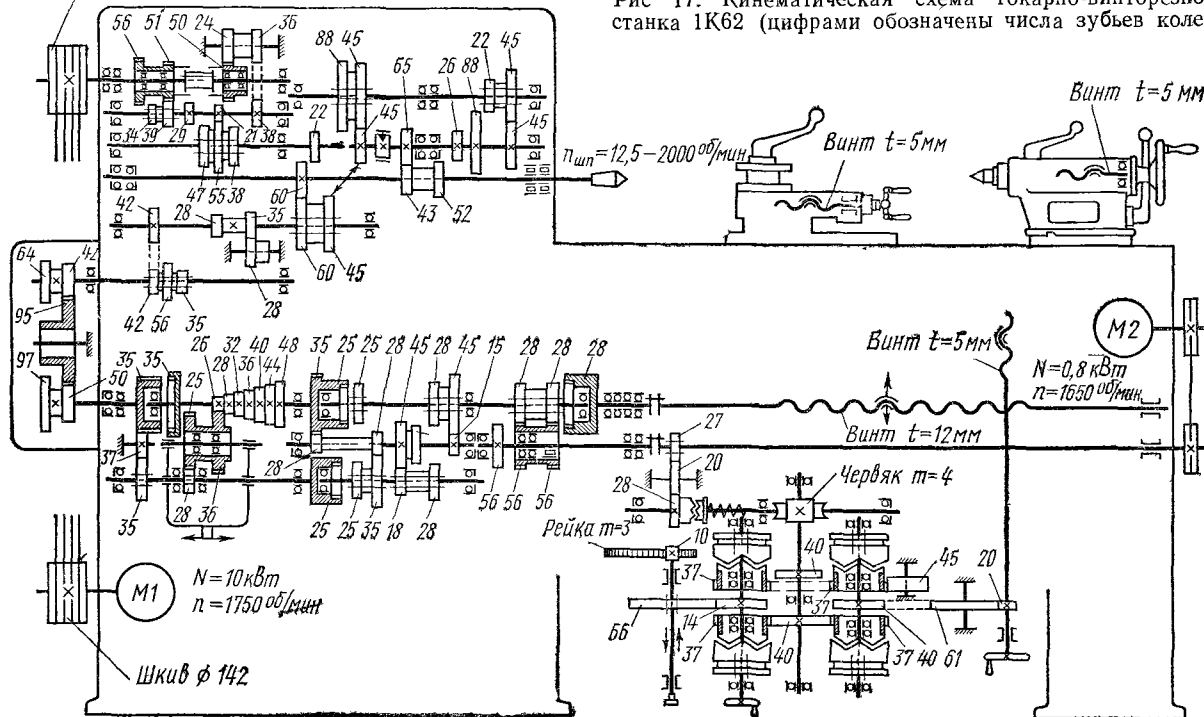
## Кинематические схемы станков

Кинематические схемы станков 1Д63А, 1616, 1А62, 1Д62 показаны на рис. 17—21.

## Брак при работе на токарных станках

Основные неисправности станков, являющиеся источниками возникновения брака в работе, и способы их устранения приведены в табл. 28.



Винт  $t=5$  мм



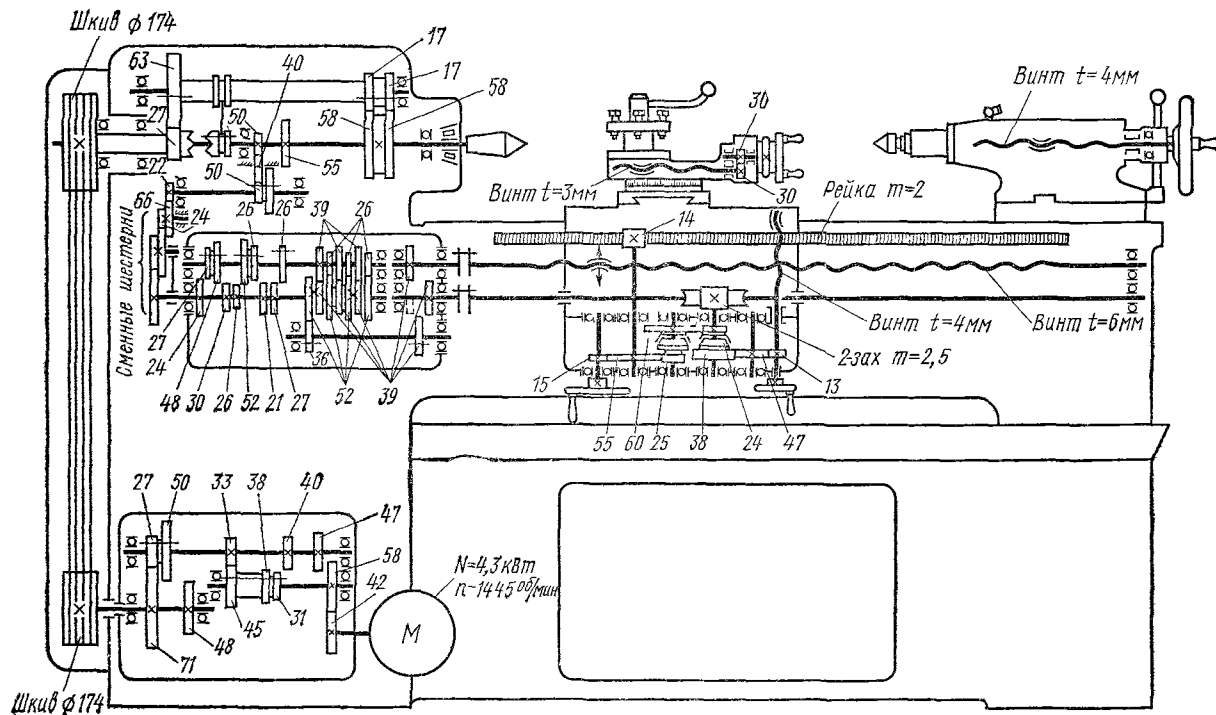


Рис. 19 Кинематическая схема станка 1616 (цифрами обозначены числа зубьев)

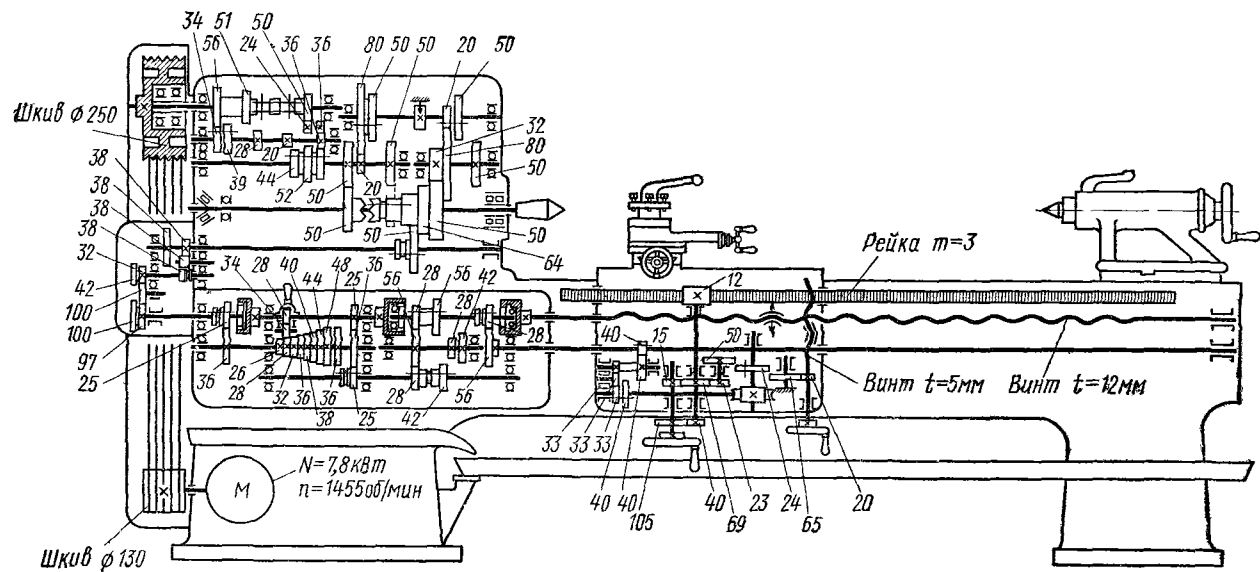


Рис. 20. Кинематическая схема станка 1А62 (цифрами обозначены числа зубьев)

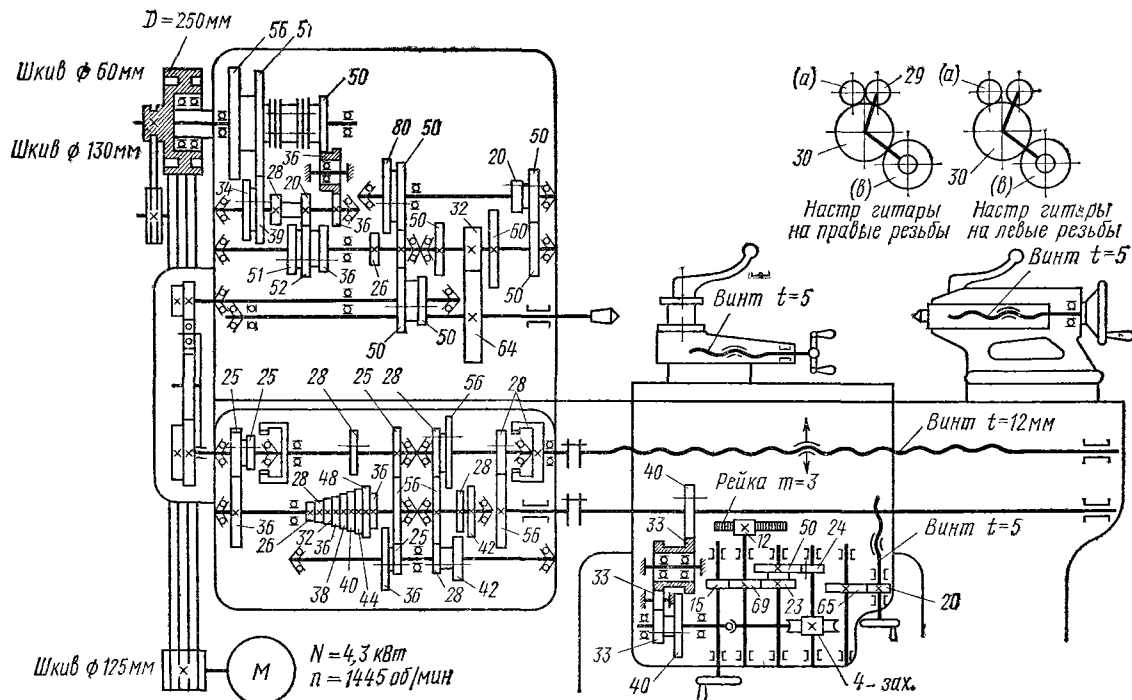


Рис. 21. Кинематическая схема станка 1Д62 (цифрами обозначены числа зубьев)

## 28. Брак при токарных работах

Брак	Причина	Способ устранения
Наличие овальности детали Не выдерживается внутренний диаметр	Биеение шпинделя  То же  Биеение заготовки в патроне Смещение задней бабки (при сверлении) Люфт пиноли задней бабки Непрочное закрепление задней бабки Неправильная заточка сверла (одна режущая кромка длиннее другой или режущие кромки сверла заточены под разными углами)	Отрегулировать подшипники шпинделя  Отрегулировать подшипники  Расточить кулачки  Установить заднюю бабку Устранить люфт пиноли Закрепить заднюю бабку Переточить сверло
Ось отверстия детали смещена в сторону	Недостаточная глубина центровки  Ось пиноли задней бабки не совпадает с осью шпинделя Неправильная заточка сверла	Зацентрировать  Отрегулировать соосность центров или сдать станок в ремонт Переточить сверло
Наличие конусности детали	Смещение центров шпинделя и задней бабки Срабатывание направляющих суппортов или станины	Выставить переднюю и заднюю бабки на соосность Сдать станок в ремонт
Наличие на детали спиральной (винтовой) риски  Нечистый торец детали со стороны отрезки	Неправильная установка резца  Неправильная заточка режущих кромок отрезного резца (правая вспомогательная поверхность имеет малый вспомогательный угол в плане и малый задний угол)	Установить резец немного выше центра. Применить подвижной люнет  Переточить резец

Брак	Причина	Способ устранения
При подрезке торцов размер по длине детали не поддерживается	Слабо закреплена заготовка	Расточить кулачки патрона, разобрать и промыть в керосине механизм патрона. Заменив патрон
	Шпиндель имеет осевой люфт	Отрегулировать упорный подшипник шпинделя. При работе с люнетом сцентрировать кулачки патрона
Деталь имеет дробленую поверхность	Зазор в опорах шпинделя	Отрегулировать подшипники
	Зазоры в направляющих суппортов	Подтянуть планки и клинья суппортов
	Слабое крепление резцов	Закрепить резцы
	Неплотный зажим заготовки в патроне	Расточить кулачки или заменить патрон
	Велик вылет резца	Уменьшить вылет резца
Рваная резба	Заготовка вибрирует при обработке	Применить люнет
	Резец установлен не по центру	Установить резец по центру
	Плохое крепление заготовки в центрах	Закрепить заготовку
	Очень мягкий и вязкий материал заготовки	Подобрать соответствующую охлаждающую жидкость
	Неправильная заточка инструмента	Заточить инструмент в соответствии с требованиями материала
	Увеличенный размер заготовки под резьбу	Уменьшить диаметр под резьбу (для наружной резьбы) или увеличить отверстие (для внутренней резьбы)
	Большая скорость резания	Уменьшить частоту вращения шпинделя
	Вибрация резца или гребенки	Устранить вибрацию уменьшением вылета резца, выборкой люфтов в каретке

# ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗАГОТОВОК

## ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ В ЦЕНТРАХ

На рис 22 показан обыкновенный центр, применяемый для обработки на невысоких скоростях резания. Обыкновенные центры изготавливаются из инструментальной углеродистой стали. Твердость поверхности конуса с углом  $60^\circ$  HRC 55—58. Размеры центров указаны в табл. 29.

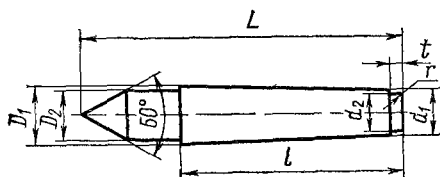


Рис 22 Обыкновенный центр

Центры повышенной износостойкости изображены на рис 23. Центры с конусом Морзе № 2 и 3 наплавлены сормайтот (рис. 23, а), для центров с конусом Морзе № 4, 5, 6 способ наплавки показан на рис 23, б. Центр, изображенный на рис 23, в, имеет вставку из твердого сплава, марка которого зависит от вида обработки (чистовое, получистовое, черновое точение). Размеры вставок указаны в табл. 30.

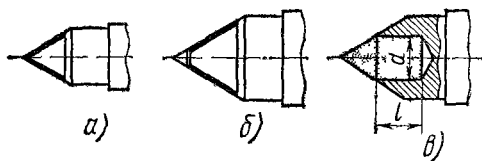


Рис 23 Центры повышенной износостойкости.

а — с конусом Морзе № 2 и 3, б — с конусом Морзе № 4, 5, 6, в — со вставкой из твердого сплава



## 29. Размеры обыкновенных центров, мм

Конус морзе	$D_1$	$D_2$	$d_1$	$d_2$	$L$	$l$	$t$	$r$
2	17,981	16	14,534	13	105	69,0	4	1,5
3	24,052	22	19,760	18	130	85,5	4	1,5
4	31,544	30	25,909	24	160	108,5	5	2,0
5	44,732	42	37,470	35	205	138,0	6	2,0
6	63,762	60	53,752	50	280	192,0	7	3,0

## 30. Размеры вставок центров, мм

№ конуса Морзе	$d$	$l$
3	12	20
4	15	24
5—6	18	28

При тяжелых работах применяют задний центр с постоянной смазкой (рис. 24). Масло из масленки 1 через канал в корпусе и канавки А поступает на рабочую поверхность конуса.

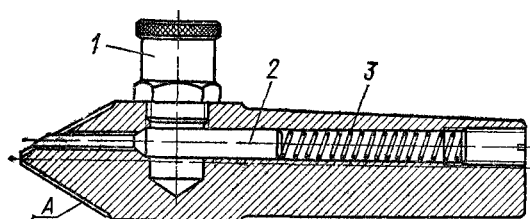


Рис 24 Задний центр с постоянной смазкой.  
1 — масленка 2 — плунжер 3 — пружина

При снятии детали плунжер 2 под действием пружины 3 подается в сторону конуса и перекрывает канал.

На рис 25 показана конструкция вращающегося центра, применяемого при легких радиальных нагрузках (до 250 кгс). Для средних нагрузок применяют центры с роликовым радиальным подшипником вместо шарикового.

Для получения высокой точности обработки применяют вращающийся центр повышенной точности (рис 26). При вращении червяка 3, в котором имеется квадратное гнездо под ключ, вращается червячное колесо 4, сходя по резьбе при этом с кольца 2. Таким образом, наружные обоймы подшипников 1 и 5 раздвигаются, устраняя зазоры в подшипниках.

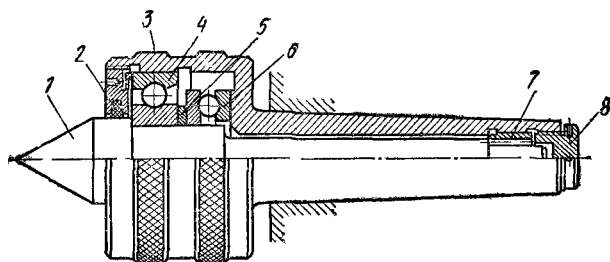


Рис 25 Вращающийся центр для легких радиальных нагрузок:  
1 — стержень, 2 — крышка, 3 — корпус, 4, 6, 7 — подшипники,  
5 — кольцо, 8 — пробка

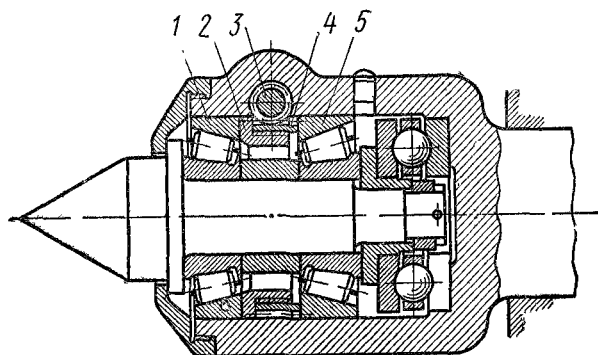


Рис. 26 Вращающийся центр повышенной точности:  
1 и 5 — подшипники, 2 — кольцо, 3 — червяк, 4 — червячное  
колесо

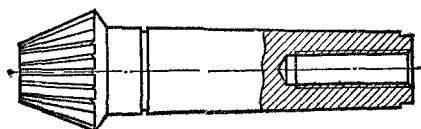


Рис. 27. Передний центр с рифленой боковой поверхностью

Наружные поверхности с большим центральным отверстием можно обрабатывать, используя передний центр с рифленой поверхностью рабочего конуса (рис. 27).

Для обработки заготовок с центровым отверстием применяют поводки с плавающим центром (рис. 28). В корпусе 3 расположен подвижный центр 4. На корпус накручена втулка 5,

внутри которой находятся шайбы 6 и 7. Эти шайбы имеют по два полукруглых выступа. Выступы А шайбы 6 входят в канавки в корпусе центра-поводка, а выступы С шайбы 7 входят в канавки шайбы 6. Выступы шайб 6 и 7 расположены крестообразно. Такая конструкция позволяет равномерно поджать торец заготовки ко всем зубьям В на шайбе 7 и передать ей вращение шпинделя. Шайбы 7 сменные. Диаметр их должен быть несколько меньше диаметра конца обрабатываемой заготовки. Пружина 2 должна быть отрегулирована пробкой 1 на усилие около 30 кгс. Центр-поводок применяется совместно с задним вращающимся центром.

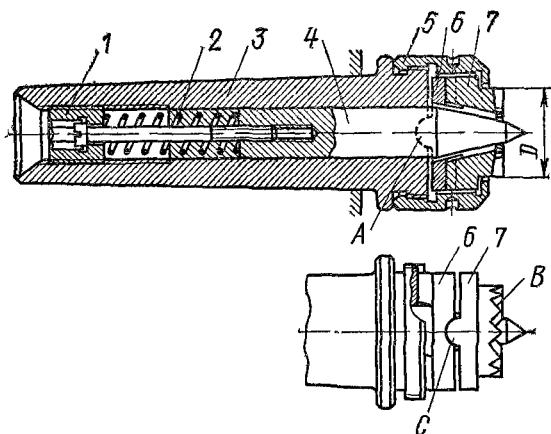


Рис. 28. Центр-поводок

1 — пробка, 2 — пружина, 3 — корпус, 4 — подвижной центр, 5 — втулка, 6, 7 — шайбы

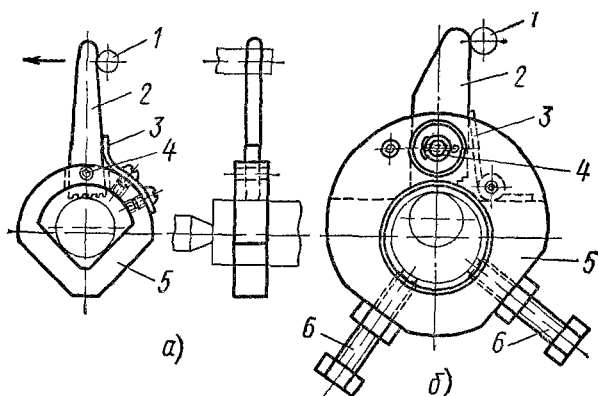


Рис. 29. Самосхватывающие комутин:

а — простой, б — универсальный, 1 — палец поводковой план-шайбы, 2 — кулачок, 3 — пружина, 4 — ось, 5 — корпус, 6 — регулировочные винты

Для легких токарных работ применяют самозахватывающие хомутки (рис 29). После установки хомутка (рис 29, а) на вал кулачок 2, закрепленный осью 4 в корпусе 5, под действием пружины 3 прижимается поверхностью с насечкой к поверхности вала. При пуске станка палец 1 поводковой планшайбы захватывает хвостовик кулачка и заклинивает вал в хомутке, передавая валу вращение шпинделя. Изображенный на рис 29, б хомутник является универсальным, так как позволяет закреплять заготовки различных диаметров благодаря регулировке винтами 6.

## ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ЗА НАРУЖНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

На рис 30 показан двухкулачковый патрон ручного действия. Такой патрон применяется для закрепления небольших заготовок, при установке которых не требуется точного центрирования. Вращением винта 2, имеющего на одном конце правую, а на другом — левую резьбу, перемещают кулачки патрона. Подшипник 1, охватывающий шейку винта, исключает осевые смещения последнего. К основным кулачкам 3 патрона крепятся винтами накладные кулачки 4, форма рабочих поверхностей которых выбирается в соответствии с формой обрабатываемой заготовки.

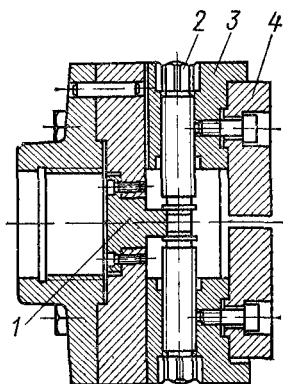


Рис 30 Двухкулачковый патрон ручного действия

1 — подшипник 2 — винт  
3 — кулачок основной 4 — кулачок накладной

Наиболее широко применяются трехкулачковые самоцентрирующие патроны (рис 31). Обрабатываемая заготовка зажимается кулачками 4, скрепленными с рейкой 3, входящей в зацепление со спиралью, нарезанной на переднем торце конической шестерни 2. Вращением ключом одного из трех зубчатых колес 5 перемещают кулачки 4 в Т-образных пазах корпуса 1. Зубчатые колеса 5 расположены равномерно по окружности патрона в отверстиях корпуса и закреплены в нем шпильками 7. Крышка 6 ограничивает перемещение шестерни 2 в осевом направлении. Шестерня 2 установлена в корпусе так, что зазор между ее торцом и крышкой составляет 0,02—0,05 мм. Продольные боковые выступы на рейке служат направляющими для кулачков, которые крепятся к рейке винтами.

Расположение зажимных поверхностей кулачков уступом по трем различным радиусам увеличивает диапазон размеров зажимаемых заготовок и облегчает переналадку патрона с одного размера на другой. Преимуществом универсальных трехкулачковых спиральных патронов является простота конструкции, универсальность и достаточное усилие зажима, а недостатком — сильный износ спирали и преждевременная потеря точности патрона.

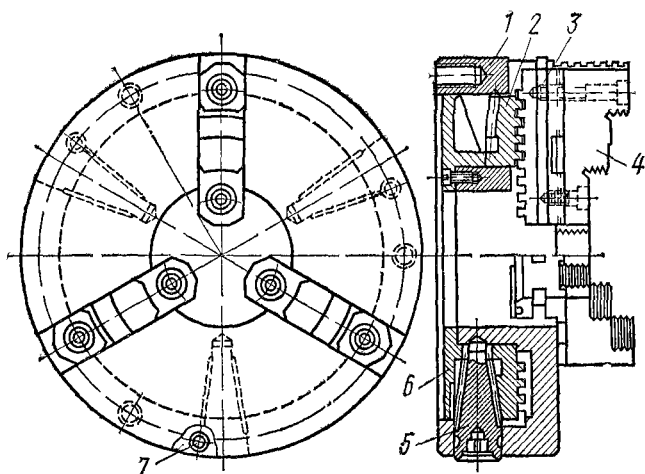


Рис 31 Универсальный трехкулачковый патрон'

1 — корпус 2 — коническая шестерня со спиралью 3 — рейка 4 — кулачки 5 — зубчатое колесо, 6 — крышка, 7 — шпилька

На рис 32 показан трехкулачковый самоцентрирующий патрон, который приводится в действие от быстродействующего привода через тягу, проходящую в отверстие в шпинделе (тяги на рисунке не показана). Вращением винта 1 можно устанавливать сменные кулачки 2 на разных расстояниях от оси патрона, что дает возможность закреплять заготовки, соблюдая центрирование их.

Универсальный четырехкулачковый патрон (рис 33) состоит из следующих основных деталей корпуса 1 винтов 2, кулачков 4, центрирующих опор 3. Винт 2 приводится во вращательное движение ключом. Закрепляясь резьбой на торце кулачка 4, винт перемещает последний по радиальному пазу корпуса 1, от поступательного движения винт предохраняет опора 3. Индвиг-

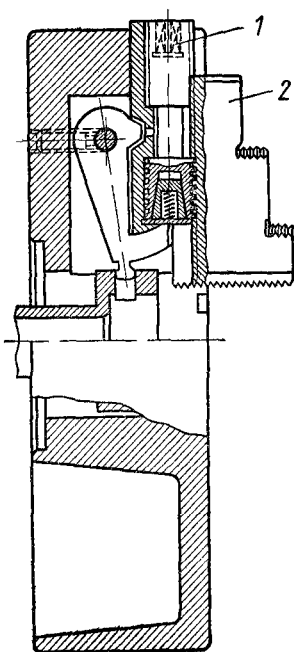


Рис 32 Трехкулачковый быстродействующий патрон

1 — винт, 2 — сменный кулачок

дуальный привод кулачков дает возможность сцентрировать заготовки произвольной формы

На рис 34,а показан цанговый патрон для закрепления заготовки небольших размеров. При навертывании на корпус патрона гайки 1 цанга 2 сжимается, закрепляя таким образом заготовку. Винт 5 предотвращает проворачивание цанги в корпусе. Такие патроны используются для заготовок с небольшими отклонениями по диаметру (0,5—1 мм). Недостатком их является невысокая точность центрирования, обусловленная тем, что цанга центрируется в двух деталях патрона. Цанга 3 патрона (рис 34,б) центрируется корпусом патрона. Этим достигается высокая точность центрирования закрепляемой заготовки. Винт 4 обеспечивает постоянное положение закрепляемых заготовок в осевом направлении.

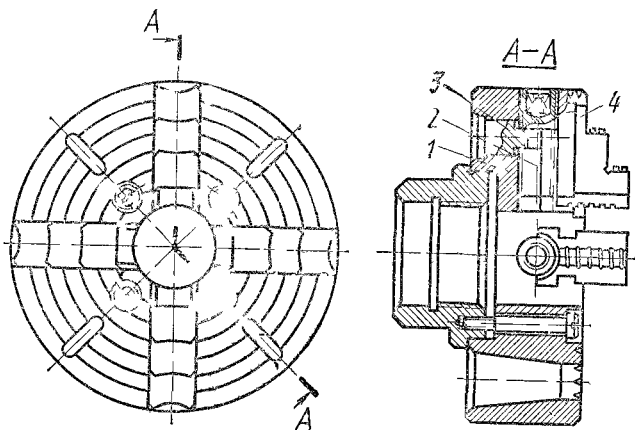


Рис 33 Универсальный четырехкулачковый патрон:  
1 — корпус, 2 — винт, 3 — центрирующая опора, 4 — кулачок

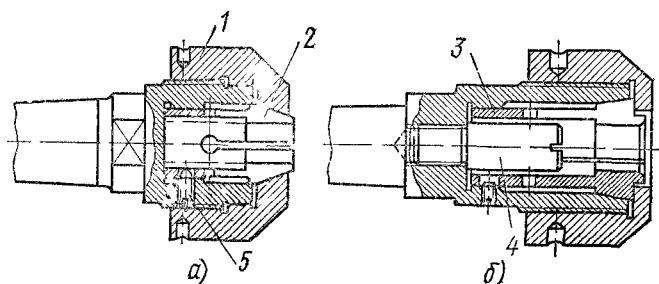


Рис 34 Цанговые патроны:

а — для обработки с невысокой точностью, б — для обработки с повышенной точностью, 1 — гайка, 2, 3 — цанги, 4, 5 — винты

Роликовый самозажимный патрон показан на рис. 35. Внутренняя поверхность корпуса 4 имеет три участка А, В

и *С*, обработанных эксцентрично по отношению к оси патрона. На них опираются ролики *3*, расположенные в пазах втулки *2*. Последняя может быть повернута на некоторый угол с помощью стержня, закладываемого в одно из радиальных гнезд *Д*. Угол поворота втулки ограничен винтом, ввернутым в корпус. После установки заготовки втулку *2* поворачивают так, чтобы ролики, перекатываясь по поверхностям *А*, *В*, *С*, слегка заклинивались между этими поверхностями и заготовкой. В процессе обработки происходит дальнейшее заклинивание силой резания. Упор *1* определяет положение заготовки в осевом направлении. Роликовые патроны применяют для закрепления заготовок диаметром 40—60 мм, используя сменные втулки. Недостатком такого патрона является образование вмятин на закрепляемой заготовке при больших силах резания.

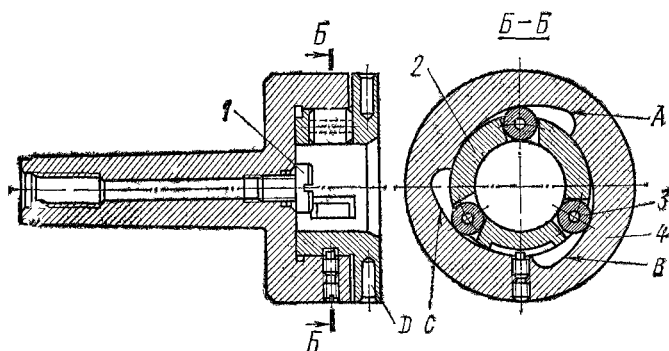


Рис. 35. Роликовый самозажимный патрон:

1 — упор, 2 — втулка, 3 — ролик, 4 — корпус

## ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ЗА ОТВЕРСТИЕ

На рис. 36 показаны цельные оправки. Средняя часть конусной оправки (рис. 36, а) имеет небольшую конусность, обычно 1:2000. Диаметр  $D_1$  несколько меньше наименьшего возможного диаметра отверстия в заготовке. Заготовка насаживается на оправку при помощи молотка с мягкими вкладышами или под прессом и удерживается силой трения. Такая оправка имеет очень высокую точность. Недостаток ее заключается в том, что положение заготовки на оправке зависит от действительного размера отверстия. Этого недостатка не имеет оправка, показанная на рис. 36, б. Положение заготовки на оправке определяется буртиком *А*. Заготовка закрепляется шайбой *1* с вырезом и гайкой *2*. Диаметр  $D_2$  оправки выполняется по скользящей посадке 2-го класса точности. Эксцентриситет установки заготовки лежит в пределах зазора между отверстием в заготовке и диаметром  $D_2$  оправки.

Быстродействующая цанговая оправка (рис. 37) обычно применяется для закрепления заготовок при обточке и подрезке торца с диаметром отверстия 60—100 мм. При перемещении тяги *1* влево правый конец цанги *2* разжимается конусом *А* стержня *б*, а левый — конусом *В* корпуса *7*. При этом происходит закреп-

ление заготовки 3. Кольцо 4 исключает возможность чрезмерного разжима цанги. Винт 5 служит для принудительного освобождения цанги при снятии заготовки. При движении тяги 1 вправо цанга может задержаться на конусе В или конусе А. В первом случае левая стенка шпоночного паза в стержне 6, дойдя до винта 5, потянет за

собой цангу и сдвинет ее с конусом В; во втором — винт 5 упрется в правую стенку отверстия в корпусе 7 оправки, цанга остановится и конус А выйдет из цанги.

Для закрепления заготовок с отверстиями больших диаметров при обточке и подрезке торцов применяют разжимные оправки. Трехкулачковая разжимная оправка (рис. 38) состоит из корпуса 1 с чугунной резьбовой втулкой 2, навинченной на шпindelь станка. Для зажима заготовки служат три кулачка 3, расположенные под углом  $120^\circ$  в отверстиях корпуса оправки и выдвигаемые тремя клиновыми пазми втулки 4. Втулка перемещается тягой 5 от пневматического привода. Возврат

Рис. 36. Целые оправки:  
а — конусная, б — цилиндрическая;  
1 — шайба, 2 — гайка

кулачков 3 в исходное положение при освобождении заготовки (детали) осуществляют пружинные кольца 6.

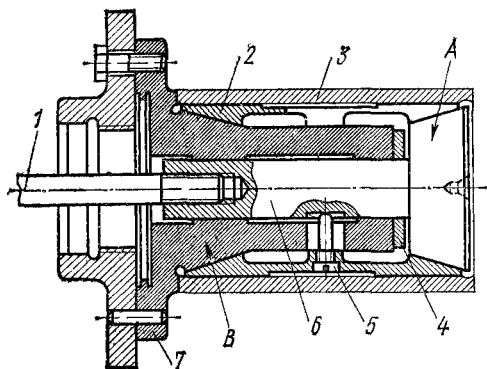


Рис. 37. Раздвижная оправка:

1 — тяга, 2 — цанга, 3 — закрепляемая заготовка, 4 — кольцо,  
5 — винт, 6 — стержень, 7 — корпус



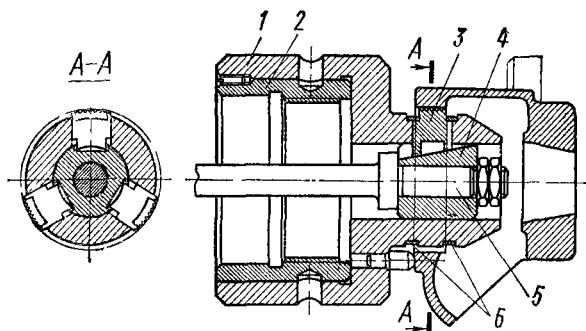


Рис. 38. Трехкулачковая разжимная оправка:

1 — корпус, 2 — втулка, 3 — кулачок, 4 — втулка с клиновыми пазами, 5 — тяга, 6 — пружинное кольцо

## РАЗБОРНЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Неразборные специальные приспособления целесообразно применять при большом периоде производства изделия (более двух лет) и в случае высокого коэффициента его загрузки в данный период, т. е., как правило, при крупносерийном и массовом производстве. В период производства до двух-трех лет широко применяются универсальные станочные приспособления: универсально-сборные приспособления (УСП), сборно-разборные приспособления (СРП), универсально-наладочные приспособления (УНП) и др. УСП, СРП, УНП и другие универсальные приспособления собираются из стандартных элементов с применением иногда нескольких оригинальных деталей. После использования приспособление разбирается полностью для использования элементов в очередном приспособлении или перенастраивается на другую деталь.

## ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

### ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

#### Причины, вызывающие погрешность обработки

Погрешностью обработки называется отклонение действительных размеров и формы изготовленной детали от заданных. Погрешности, возникающие по различным причинам, определяют точность обработки.

Основные причины погрешностей обработки:

- низкая точность станка;
- деформация технологической системы станка;
- неточность инструмента;
- неточность настройки станка на размер;
- температурные деформации частей станка, обрабатываемой заготовки (детали) и инструмента;
- неточность измерения;
- неточность приспособления;
- неточность базирования и закрепления.

#### Погрешность от деформации заготовки

Обрабатываемая заготовка деформируется под воздействием закрепляющего ее приспособления, резца и повышенных температур. При закреплении заготовки в ней возникают упругие деформации, искажающие ее форму, и контактные деформации (снятие поверхностных слоев, находящихся под зажимами). Сильно деформируются пустотелые заготовки с малой жесткостью (втулки, трубы, кольца и т. п.), поэтому они должны закрепляться зажимами с большими плотно прилегающими поверхностями. Так как при чистовой обработке сила резания меньше, чем при черновой, рекомендуется разделить операций на предварительную и окончательную.

В процессе обработки происходит упругое отжатие заготовки от резца. Для уменьшения его необходимо увеличить жесткость крепления заготовки, применяя подвижные или неподвижные люнеты, уменьшить вылет пиноли задней бабки, а также увеличить главный угол в плане резца. Валы длиной более 10 диаметров рекомендуется обрабатывать с люнетом.

Чтобы уменьшить погрешности обработки от температурных деформаций, заготовку обрабатывают с обильным охлаждением и не допускают большого затупления резца.

Вследствие неоднородности металла, размеров и формы в заготовке при обработке возникают внутренние напряжения, увеличивающие погрешности обработки. Для снятия внутренних напряжений после обдирочных работ заготовку подвергают термической обработке (искусственное старение) или некоторое время не обрабатывают начисто (естественное старение).

## Погрешности измерения

Погрешности измерения должны быть в несколько раз меньше допуска на размер. При обработке наружных поверхностей измерительный инструмент настраивают на размер, близкий к наибольшему предельному размеру детали, при обработке отверстий — настраивают на размер, близкий к наименьшему предельному размеру отверстия. Чем чище обработанная поверхность, тем меньше погрешность измерения. В табл. 31 даны рекомендации по выбору измерительного инструмента в зависимости от величины допуска на размер.

31. Выбор измерительного инструмента

Допуск на размер, мм	Измерение вала	Измерение отверстия	Цена деления инструмента, мм
	И н с т р у м е н т		
0,5 и более	Штангенциркуль	Штангенциркуль	0,1
0,25—0,5	»	»	0,05
0,05—0,25	Микрометр	Микрометрический штихмас	0,01
0,01—0,05	Чувствительно- рычажный микро- метр	Индикаторный микрометр	0,002

## Погрешности базирования и закрепления

В практике токарной обработки существует несколько постоянно применяемых схем базирования заготовок при обработке.

На рис. 39 приведена схема базирования по центровым гнездам

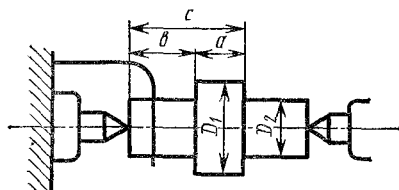


Рис. 39. Схема базирования по центровым гнездам на жесткие центры или жесткий передний и вращающийся задний

дам на жесткие центры или жесткий передний и вращающийся задний. При этом погрешности базирования равны:

$$\varepsilon_{D_1} = 0; \quad \varepsilon_{D_2} = 0; \quad \varepsilon_a = 0;$$

$$\varepsilon_b = \Delta C; \quad \varepsilon_c = \Delta C.$$

Для центров с углом  $60^\circ$  значения  $\Delta C$  рекомендуется принимать по табл. 32.

32. Рекомендуемые значения  $\Delta C$

Наибольший диаметр гнезда $D$ , мм	1—2,5	4—6	7—10	12—15
Посадка центров $\Delta C$ мм	0,11	0,14	0,18	0,21

На рис. 40 приведена схема базирования по центровым гнездам при плавающем переднем и жестком заднем центрах или плавающем переднем и заднем вращающихся центрах. Погрешности базирования будут равны:

$$\varepsilon_{D_1} = 0; \quad \varepsilon_{D_2} = 0; \quad \varepsilon_a = 0; \\ \varepsilon_b = 0; \quad \varepsilon_c = 0.$$

На рис. 41 приведена схема базирования по внешней поверхности с установкой в зажимной канге по упору. Погрешности базирования будут равны:

$$\varepsilon_D = 0; \quad \varepsilon_L = 0.$$

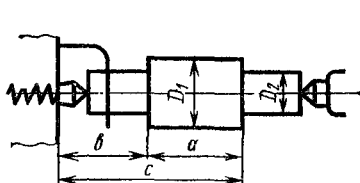


Рис. 40. Схема базирования по центровым гнездам при плавающем переднем и жестком заднем вращающемся центрах

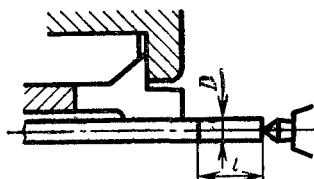


Рис. 41. Схема базирования по внешней поверхности с установкой в зажимной канге по упору

На рис. 42 приведена схема базирования по внешнему контуру и торцу с установкой в трехкулачковом самоцентрирующем патроне. Погрешности базирования равны:

$$\varepsilon_D = 0; \quad \varepsilon_d = 0; \quad \varepsilon_a = 0; \quad \varepsilon_b = 0.$$

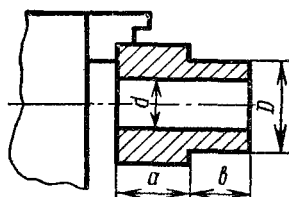


Рис. 42. Схема базирования по внешнему контуру и торцу с установкой в трехкулачковом самоцентрирующем патроне

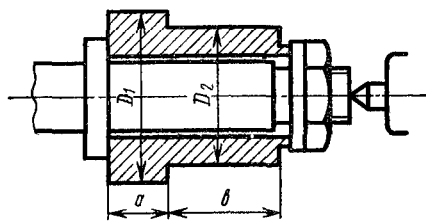


Рис. 43. Схема базирования по отверстию с установкой на оправку с зажимной гайкой

На рис. 43 приведена схема базирования по отверстию с установкой на оправку с прижимной гайкой. В этом случае  $\epsilon_D$  не влияет на допуск диаметрального размера, но увеличивает припуск на обработку. Погрешности базирования будут равны:

$$\epsilon_{D_1} = S_{\min} + \delta_b + \delta_A;$$

$$\epsilon_{D_2} = S_{\min} + \delta_b + \delta_A,$$

где  $S_{\min}$  — минимальный гарантированный зазор;  $\delta_b$  — допуск на размер оправки;  $\delta_A$  — допуск на размер базового отверстия.

При установке оправки на плавающий передний центр, в гильзу или патрон по упору, погрешности базирования будут равны:

$$\epsilon_a = 0; \epsilon_b = 0.$$

При установке оправки на жесткий центр погрешности базирования будут равны:

$$\epsilon_a = \Delta C; \epsilon_b = 0.$$

На рис. 44 приведена схема базирования с установкой по отверстию на разжимную или жесткую оправку с натягом. Погрешности базирования будут равны:

$$\epsilon_{D_1} = 0; \epsilon_{D_2} = 0.$$

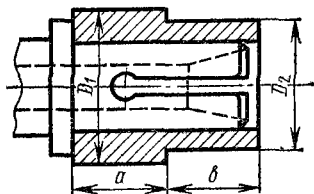


Рис. 44. Схема базирования с установкой по отверстию на разжимную или жесткую оправку с натягом

## ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

### Основные понятия и определения

В соединении двух входящих одна в другую деталей различают охватывающую и охватываемую сопрягаемые поверхности. Охватывающую поверхность принято называть отверстием, а охватываемую — валом.

Действительным размером называется размер, полученный в результате непосредственного измерения с наивысшей практически возможной точностью.

Номинальным размером называется размер, полученный из расчета на прочность, жесткость и т. п., исходя из конструктивных и технологических соображений, согласованный с соответствующим стандартом и проставляемый на чертеже. Номинальный размер является общим для сопрягаемых поверхностей и служит началом отсчета отклонений.

Наибольшим и наименьшим предельными размерами называются установленные наибольшие и наименьшие значения действительных размеров годных деталей.

**Отклонением** называется разность между действительным размером и номинальным. Отклонение положительно, если действительный размер больше номинального, и отрицательно, если действительный размер меньше номинального.

**Верхним предельным отклонением** называется разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

**Нижним предельным отклонением** называется разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

**Допуском размера** называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

**Нулевой линией** называется линия, соответствующая номинальному размеру. При графическом изображении допусков (рис. 45) положительные отклонения (в микронах) откладываются вверх от нулевой линии, а отрицательные — вниз.

**Поле допуска** называется интервал значений размеров между верхним и нижним отклонениями. Верхняя граница поля допуска соответствует наибольшему предельному размеру, нижняя граница — наименьшему предельному размеру.

Величина поля допуска зависит от назначения детали и величины номинального размера. Размер готовой детали (действительный размер) обязательно должен лежать внутри поля допуска.

На чертежах предельные отклонения проставляются в виде десятичной дроби со знаком (+) или (—) рядом с номинальным размером. Верхнее отклонение проставляется сверху, нижнее — внизу. Например:

$$\varnothing 45_{-0,04}^{-0,02}; \varnothing 40_{-0,02}^{+0,01}; \varnothing 30_{+0,01}^{+0,03}.$$

**Посадкой** называется характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

**Зазором** называется положительная разность между диаметром отверстия и диаметром вала (диаметр отверстия больше диаметра вала), создающая свободу относительного движения сопрягаемых деталей.

**Натягом** называется отрицательная разность между диаметром отверстия и вала до сборки деталей (диаметр отверстия меньше диаметра вала), характеризующая степень неподвижности соединения сопрягаемых деталей (прочность неподвижного соединения).

**Наибольший зазор** — положительная разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

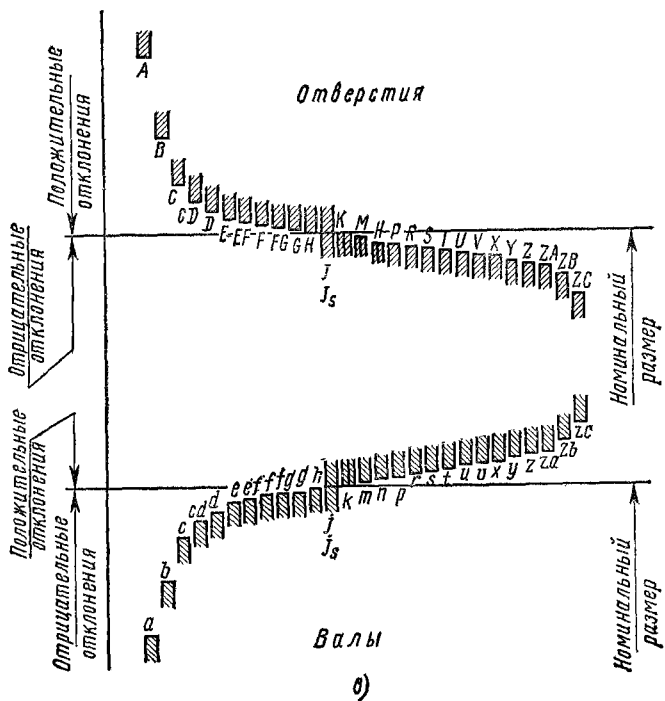
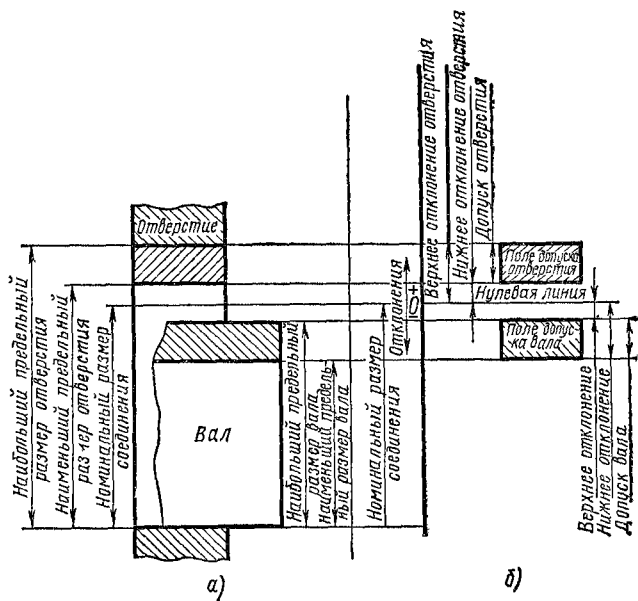
**Наименьший зазор** — положительная разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

**Наибольший натяг** — отрицательная разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

---

Рис. 45. Графическое изображение размеров, отклонений и допусков:

*а* — чертеж соединения отверстия и вала, *б* — схема соединения отверстия и вала, *б* — относительное положение полей допусков в ЕСДП СЭВ



**Наименьший натяг** — отрицательная разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяются на три группы.

**подвижные** (посадка с зазором), при которых обеспечивается наличие зазора в соединении,

**неподвижные** (посадки с натягом), при которых обеспечивается наличие натяга в соединении,

**переходные** посадки, при которых возможно получение как натягов, так и зазоров

Каждой посадке дано название и обозначение (см табл 2)

Система допусков — закономерно планово построенная совокупность допусков и посадок, обеспечивающая взаимозаменяемость деталей Система допусков и посадок подразделяется на две основные системы систему отверстия и систему вала (табл. 33—44)

## Система отверстия. Переходные и подвижные посадки

### 33. Отклонения отверстия и вала 1-го класса точности

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм							
	Отверстие	Вал						
	A <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
	h <sup>B</sup>	h <sub>H</sub>	h <sub>H</sub>	h <sub>H</sub>	h <sub>H</sub>	h <sub>H</sub>	h <sub>H</sub>	h <sub>H</sub>
От 1 до 3	+6 0	+10 +6	+8 +4	+5 +1	+2 -2	0 -4	-3 -8	-6 -12
Св 3 до 6	+8 0	+13 +8	+10 +5	+6 +1	+3 -2	0 -5	-4 -9	-10 -18
» 6 » 10	+9 0	+16 +9	+12 +6	+8 +2	+4 -3	0 -6	-5 -11	-13 -22
» 10 » 18	+11 0	+20 +11	+15 +7	+10 +2	+5 -3	0 -8	-6 -14	-16 -27
» 18 » 30	+13 0	+24 +13	+17 +8	+12 +2	+6 -3	0 -9	-7 -16	-20 -33
» 30 » 50	+15 0	+28 +16	+20 +9	+14 +2	+7 -4	0 -11	-9 -20	-25 -41
» 50 » 80	+18 0	+33 +19	+24 +10	+16 +3	+8 -5	0 -13	-10 -23	-30 -49
От 80 до 120	+21 0	+38 +23	+28 +12	+19 +3	+9 -6	0 -15	-12 -27	-36 -58



Номинальные диаметры мм	Отклонения, мкм							
	Отверстие	Вал						
		A <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	Т <sub>1</sub>	Н <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	Х <sub>1</sub>
		н <sup>В</sup>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>
Св 120 до 180	+24 0	+45 +26	+32 +14	+22 +4	+10 -7	0 -18	-14 -32	-43 -68
От 180 до 260	+27 0	+52 +30	+36 +16	+25 +4	+11 -8	0 -20	-16 -36	-50 -79
От 260 до 360	+30 0	+58 +35	+40 +18	+28 +4	+13 -9	0 -22	-18 -40	-56 -88
От 360 до 500	+35 0	+65 +40	+45 +20	+32 +5	+15 -10	0 -25	-20 -45	-68 -108

Примечание Поля допусков С<sub>1</sub> являются полями допусков предпочтительного применения

#### 34. Отклонения отверстия и вала 2-го класса точности

Номинальные диаметры мм	Отклонения, мкм					
	Отверстие	Вал				
		Г	Т	Н	П	С
		в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>
От 1 до 3	+10 0	+13 +6	+10 +4	+7 +1	+3 -3	0 -6
Св 3 до 6	+13 0	+16 +8	+13 +5	+9 +1	+4 -4	0 -8
» 6 » 10	+16 0	+20 +10	+16 +6	+12 +2	+5 -5	0 -10
» 10 » 18	+19 0	+24 +12	+19 +7	+14 +2	+6 -6	0 -12
» 18 » 30	+23 0	+30 +15	+23 +8	+17 +2	+7 -7	0 -14

Продолжение табл. 34

Номиналь- ные диа- метры, мм	Отклонения, мкм					
	Отверстие	Вал				
		Г	Т	Н	П	С
		$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$
Св 30 до 50	$\begin{smallmatrix} +27 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +35 \\ +18 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +27 \\ +9 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +20 \\ +3 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +8 \\ -8 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -17 \end{smallmatrix}$
Св 50 до 80	$\begin{smallmatrix} +30 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +40 \\ +20 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +30 \\ +10 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +23 \\ +3 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +10 \\ -10 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -20 \end{smallmatrix}$
Св 80 до 120	$\begin{smallmatrix} +35 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +45 \\ +23 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +35 \\ +12 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +26 \\ +3 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +12 \\ -12 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -23 \end{smallmatrix}$
Св 120 до 180	$\begin{smallmatrix} +40 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +52 \\ +25 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +40 \\ +13 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +30 \\ +4 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +14 \\ -14 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -27 \end{smallmatrix}$
Св 180 до 260	$\begin{smallmatrix} +45 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +60 \\ +30 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +45 \\ +15 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +35 \\ +4 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +16 \\ -16 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -30 \end{smallmatrix}$
Св 260 до 360	$\begin{smallmatrix} +50 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +70 \\ +35 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +50 \\ +15 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +40 \\ +4 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +18 \\ -18 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -35 \end{smallmatrix}$
Св 360 до 500	$\begin{smallmatrix} +60 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +80 \\ +40 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +60 \\ +20 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +45 \\ +5 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +20 \\ -20 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -40 \end{smallmatrix}$

Продолжение табл. 34

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	Вал				
	Д	Х	Л	Ш	ТХ
	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \text{В} \\ \text{Н} \end{smallmatrix}$
От 1 до 3	$\begin{smallmatrix} -3 \\ -9 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -8 \\ -18 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -12 \\ -25 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -18 \\ -35 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -60 \\ -74 \end{smallmatrix}$
Св 3 до 6	$\begin{smallmatrix} -4 \\ -12 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -10 \\ -22 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -17 \\ -35 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -25 \\ -45 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -70 \\ -88 \end{smallmatrix}$
» 6 » 10	$\begin{smallmatrix} -5 \\ -15 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -13 \\ -27 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -23 \\ -45 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -35 \\ -60 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -80 \\ -102 \end{smallmatrix}$

Продолжение табл. 34

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	Вал				
	Д	Х	Л	Ш	ТХ
	$V_H$	$V_H$	$V_H$	$V_H$	$V_H$
Св. 10 до 18	—6	—16	—30	—45	—95
	—18	—33	—55	—75	—122
» 18 » 30	—8	—20	—40	—60	—110
	—22	—40	—70	—95	—143
» 30 » 40	—10	—25	—50	—75	—120
					—159
» 40 » 50	—27	—50	—85	—115	—130
					—169
» 50 » 65	—12	—30	—65	—95	—140
					—186
» 65 » 80	—32	—60	—105	—145	—150
					—196
» 80 » 100	—15	—40	—80	—120	—170
					—224
» 100 » 120	—38	—75	—125	—175	—180
					—234
» 120 » 140	—18	—50	—100	—150	—200
					—263
» 140 » 160					—210
					—273
» 160 » 180	—45	—90	—155	—210	—230
					—299
» 180 » 220	—22	—60	—120	—180	—260
					—332

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	Вал				
	Д	Х	Л	Ш	ТХ
	$v_H$	$v_H$	$v_H$	$v_H$	$v_H$
Св 220 до 260	-52	-105	-180	-250	-290 -362
» 260 » 310	-26	-70	-140	-210	-330 -441
» 310 » 360	-60	-125	-210	-290	-360 -441
» 360 » 440	-30	-80	-170	-250	-410 -507
» 440 » 500	-70	-140	-245	-340	-480 -577

Примечание Поля допусков А, Г, Н, П, С, Д, Х, Л являются полями допусков предпочтительного применения

## 35 Отклонения отверстия и вала класса точности 2а

Номинальные диаметры мм	Отклонения мкм						
	Отверстие	Вал					
		$\Gamma_{2a}$	$T_{2a}$	$H_{2a}$	$P_{2a}$	$C_{2a}$	$X_{2a}$
		$v_H$	$v_H$	$v_H$	$v_H$	$v_H$	$v_H$
От 1 до 3	+14 0	+15 +6	—	+10 +1	+7 -2	0 -9	-6 -20
Св 3 до 6	+13 0	+20 +8	+16 +4	+13 +1	+9 -3	0 -12	-10 -28
Св 6 до 10	+22 0	+25 +10	+21 +6	+16 +1	+10 -5	0 -15	-13 -35
Св 10 до 18	+27 0	+30 +12	+25 +7	+19 +1	+12 -6	0 -18	-16 -4

Номинальные диаметры мм	Отклонения, мкм						
	Отверстие	Вал					
		$A_{2a}$	$G_{2a}$	$T_{2a}$	$H_{2a}$	$P_{2a}$	$C_{2a}$
		$h^B$	$h_H$	$h_H$	$h_H$	$h_H$	$h_H$
Св 18 до 30	+33 0	+36 +15	+29 +8	+23 +2	+13 -8	0 -21	-20 -53
Св 30 до 50	+39 0	+42 +17	+34 +9	+27 +2	+15 -10	0 -25	-25 -64
Св 50 до 80	+46 0	+50 +20	+41 +11	+32 +2	+18 -12	0 -30	-30 -76
Св 80 до 120	+54 0	+58 +23	+48 +13	+38 +3	+20 -15	0 -35	-36 -90
Св 120 до 180	+63 0	+67 +27	+55 +15	+43 +3	+22 -18	0 -40	-43 -106
Св 180 до 260	+73 0	+78 +31	+64 +17	+51 +4	+24 -23	0 -47	-50 -122
Св 260 до 360	+84 0	+90 +36	+74 +20	+58 +4	+27 -27	0 -54	-56 -137
Св 360 до 500	+96 0	+102 +40	+85 +23	+67 +5	+31 -31	0 -62	-68 -165

Примечание Поля допусков  $A_{2a}$  и  $C_{2a}$  являются полями допусков предпочтительного применения

## 36. Отклонения отверстия и вала классов точности 3 и 3а

Номинальные диаметры мм	Отклонения, мкм					
	3-й класс				3а класс	
	Отверстие	Вал			Отверстие	Вал
		$C_3$	$H_3$	$Ш_3$		
		$h^B$	$h_H$	$h_H$	$h_H$	$h_H$
От 1 до 3	+20 0	0 -20	-7 -32	-17 -50	+40 0	0 -40

Номиналь- ные диа- метры, мм	Отклонения, мкм					
	3-й класс				За класс	
	Отверстие	Вал			Отверстие	Вал
	A <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	Ш <sub>3</sub>	A <sub>3a</sub>	C <sub>3a</sub>
	$\begin{smallmatrix} H^B \\ h^B \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} H_N \\ h_N \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} H_N \\ h_N \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} H_N \\ h_N \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} H_N \\ h_N \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} H_N \\ h_N \end{smallmatrix}$
Св. 3 до 6	+25	0	-11	-25	+48	0
	0	-25	-44	-65	0	-48
Св. 6 до 10	+30	0	-15	-35	+58	0
	0	-30	-55	-85	0	-58
Св. 10 до 18	+35	0	-20	-45	+70	0
	0	-35	-70	-105	0	-70
Св. 18 до 30	+45	0	-25	-60	+84	0
	0	-45	-85	-130	0	-84
Св. 30 до 50	+50	0	-32	-75	+100	0
	0	-50	-100	-160	0	-100
Св. 50 до 80	+60	0	-40	-95	+120	0
	0	-60	-120	-195	0	-120
Св. 80 до 120	+70	0	-50	-120	+140	0
	0	-70	-140	-235	0	-140
Св. 120 до 180	+80	0	-60	-150	+160	0
	0	-80	-165	-285	0	-160
Св. 180 до 260	+90	0	-75	-180	+185	0
	0	-90	-195	-330	0	-185
Св. 260 до 360	+100	0	-90	-210	+215	0
	0	-100	-225	-380	0	-215
Св. 360 до 500	+120	0	-105	-250	+250	0
	0	-120	-255	-440	0	-250

Примечание. Поля допусков A<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>, X<sub>3</sub>, Ш<sub>3</sub>, A<sub>3a</sub> являются полями допусков предпочтительного применения.

### 37. Отклонения отверстия и вала 4-го и 5-го классов точности

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм							
	4-й класс					5-й класс		
	Отверстие	Вал					Отверстие	Вал
	A <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	X <sub>4</sub>	L <sub>4</sub>	Ш <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	C <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>
	н <sup>В</sup>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>	в <sub>Н</sub>	в <sub>Н</sub>
От 1 до 3	+60 0	0 -60	-30 -90	-60 -120	-120 -180	+120 0	0 -120	-60 -180
Св 3 до 6	+80 0	0 -80	-40 -120	-80 -160	-160 -240	+160 0	0 -160	-80 -240
Св 6 до 10	+100 0	0 -100	-50 -150	-100 -200	-200 -300	+200 0	0 -200	-100 -300
Св 10 до 18	+120 0	0 -120	-60 -180	-120 -240	-240 -360	+240 0	0 -240	-120 -360
Св 18 до 30	+140 0	0 -140	-70 -210	-140 -280	-280 -420	+280 0	0 -280	-140 -420
Св 30 до 50	+170 0	0 -170	-80 -250	-170 -340	-340 -500	+340 0	0 -340	-170 -500
Св 50 до 80	+200 0	0 -200	-100 -300	-200 -400	-400 -600	+400 0	0 -400	-200 -600
Св 80 до 120	+230 0	0 -230	-120 -350	-230 -460	-460 -700	+460 0	0 -460	-230 -700
Св 120 до 180	+260 0	0 -260	-130 -400	-260 -530	-530 -800	+530 0	0 -530	-260 -800
Св 180 до 260	+300 0	0 -300	-150 -450	-300 -600	-600 -900	+600 0	0 -600	-300 -900
Св 260 до 360	+340 0	0 -340	-170 -500	-340 -680	-680 -1000	+680 0	0 -680	-340 -1000
Св 360 до 500	+380 0	0 -380	-190 -570	-380 -760	-760 -1100	+760 0	0 -760	-380 -1100

Примечание. Поля допусков A<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>, X<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, X<sub>5</sub>, C<sub>5</sub> являются полями допусков предпочтительного ряда.

# Система отверстия. Прессовые посадки

## 38. Отклонения отверстия и вала 1-го и 2-го классов точности

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм						
	1-й класс			2-й класс			
	Отверстие	Вал		Отверстие	Вал		
		Пр1 <sub>1</sub>	Пр2 <sub>1</sub>		Гр	Пр	Пл
		В <sub>Н</sub>	В <sub>Н</sub>		В <sub>Н</sub>	В <sub>Н</sub>	В <sub>Н</sub>
От 1 до 3	+6 0	+17 +12	+20 +15	+10 0	+27 +17	+18 +12	+16 +10
Св. 3 до 6	+8 0	+20 +15	+24 +19	+13 0	+33 +20	+23 +15	+21 +13
Св. 6 до 10	+9 0	+25 +19	+29 +23	+16 0	+39 +23	+28 +18	+26 +16
Св. 10 до 18	+11 0	+31 +23	+36 +28	+19 0	+48 +29	+34 +22	+32 +20
Св. 18 до 30	+13 0	+37 +28	+44 +35	+23 0	+62 +39	+42 +28	+39 +25
Св. 30 до 40	+15	+45	+54	+27	+77 +50	+52	+47
Св. 40 до 50	0	+34	+43	0	+87 +60	+35	+30
Св. 50 до 65	+18	+54 +41	+66 +53	+30	+105 +75	+65	+55
Св. 65 до 80	0	+56 +43	+72 +59	0	+120 +90	+45	+35
Св. 80 до 100	+21	+66 +51	+86 +71	+35	+140 +105	+85 +60	+70
Св. 100 до 120	0	+69 +54	+94 +79	0	+160 +125	+95 +70	+45



Номинальные диа- метры, мм	Отклонения, мкм								
	1-й класс			2-й класс					
	Отвер- стие	Вал		Отвер- стие	Вал				
		А <sub>1</sub>	Пр <sub>1</sub> <sub>1</sub>		Пр <sub>2</sub> <sub>1</sub>	А	Гр	Пр	Пл
Св. 120 до 140	+24	+81 +63	+110 +92	+40	+190	+110	+85		
Св. 140 до 150		+83 +65	+118 +100		+150	+80			
Св. 150 до 160		0	+86 +68		+126 +108	0		+220	+125
Св. 160 до 180							+180	+95	
Св. 180 до 220	—	—	—	+45	+260 +215	+145 +115	+105		
Св. 220 до 160				0	+300 +255	+165 +135	+75		
Св. 260 до 310	—	—	—	+50	+350 +300	+195 +160	+135		
Св. 310 до 360				0	+400 +350	+220 +185	+100		
Св. 360 до 440	—	—	—	+60	+475 +415	+260 +220	+170		
Св. 440 до 550				0	+545 +485	+300 +260	+130		

Примечание. Поля допусков А, Пр, Пл являются полями допусков предпочтительного ряда.

### 39. Отклонения отверстия и вала классов точности 2а и 3

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм						
	2а класс			3-й класс			
	Отверстие	Вал		Отверстие	Вал		
	A <sub>2а</sub>	Пр <sub>1</sub> <sub>2а</sub>	Пр <sub>2</sub> <sub>2а</sub>	A <sub>3</sub>	Пр <sub>1</sub> <sub>3</sub>	Пр <sub>2</sub> <sub>3</sub>	Пр <sub>3</sub> <sub>3</sub>
	н <sup>в</sup>	в <sub>н</sub>	в <sub>н</sub>	н <sup>в</sup>	в <sub>н</sub>	в <sub>н</sub>	в <sub>н</sub>
От 1 до 3	+14 0	+24 +15	+32 +18	+20 0	—	—	—
Св. 3 до 6	+18 0	+31 +19	+41 +23	+25 0	+55 +30	—	—
Св. 6 до 10	+22 0	+38 +23	+50 +28	+30 0	+65 +35	+70 +40	+100 +70
Св. 10 до 18	+27 0	+46 +28	+60 +33	+35 0	+75 +40	+80 +45	+115 +80
Св. 18 до 24	+33 0	+56 +35	+74 +41 +81 +48	+45 0	+95 +50	+100 +55	+145 +100
Св. 24 до 30							
Св. 30 до 40	+38 0	+68 +43	+99 +60 +109 +70	+50 0	+110 +60	+115 +65 +125 +75	+165 +115 +175 +125
Св. 40 до 50							
Св. 50 до 65	+46 0	+83 +53 +89 +59	+133 +87 +148 +102	+60 0	+135 +75	+150 +90 +165 +105	+210 +150 +225 +165
Св. 65 до 80							
Св. 80 до 100	+54 0	+106 +71	+178 +124	+70 0	+160 +90	+195 +125	+260 +190

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм						
	2а класс			3-й класс			
	Отверстие	Вал		Отверстие	Вал		
	A <sub>2a</sub>	Пр <sup>1</sup> <sub>2a</sub>	Пр <sup>2</sup> <sub>2a</sub>	A <sub>3</sub>	Пр <sup>1</sup> <sub>3</sub>	Пр <sup>2</sup> <sub>3</sub>	Пр <sup>3</sup> <sub>3</sub>
	н <sup>B</sup>	н <sup>B</sup>	н <sup>B</sup>	н <sup>B</sup>	н <sup>B</sup>	н <sup>B</sup>	н <sup>B</sup>
Св. 100 до 120	+54 0	+114 +79	+198 +144	70 0	160 +90	+210 +140	+280 +210
Св. 120 до 140	+63    0	+132 +92	+233 +170	+80    0	+185 +105   +200 +120	+245 +165   +275 +195	+325 +245   +355 +275
Св. 140 до 150		+140	+253				
Св. 150 до 160		+100	+190				
Св. 160 до 180		+148 +108	+273 +210				
Св. 180 до 220	+73  0	+168 +122	+308 +236	+90  0	+230 +140  +250 +160	+325 +235  +365 +275	+410 +320  +450 +360
Св. 220 до 260		+186 +140	+356 +284				
Св. 260 до 310	+84  0	+222 +170	+431 +350	+100  0	+285 +185  +305 +205	+420 +320  +470 +370	+515 +415  +565 +465
Св. 310 до 360		+242 +190	+471 +390				
Св. 360 до 440	+95  0	+283 +220	+557 +460	+120  0	+360 +240  +395 +275	+550 +430  +620 +500	+670 +550  +740 +620
Св. 440 до 500		+315 +252	+637 +540				

Примечание. Поля допусков A<sub>2a</sub>, Пр<sup>1</sup><sub>2a</sub>, Пр<sup>2</sup><sub>2a</sub>, A<sub>3</sub> являются полями допусков предпочтительного ряда.

# Система вала. Подвижные и переходные посадки

## 40. Отклонения вала и отверстия 2-го класса точности

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	Вал	Отверстие			
	В	Г	Т	Н	П
	$^{+0}_{-H}$	$^{+0}_{-h^B}$	$^{+0}_{-h^B}$	$^{+0}_{-h^B}$	$^{+0}_{-h^B}$
От 1 до 3	0 -6	-2 -13	0 -10	+3 -7	+10 0
Св 3 до 6	0 -8	-3 -16	0 -13	+4 -9	+9 -4
» 6 » 10	0 -10	-4 -20	0 -16	+4 -12	+11 -5
» 10 » 18	0 -12	-5 -24	0 -19	+5 -14	+13 -6
» 18 » 30	0 -14	-6 -30	0 -23	+6 -17	+16 -7
» 30 » 50	0 -17	-7 -35	0 -27	+7 -20	+18 -8
» 50 » 80	0 -20	-8 -40	0 -30	+8 -23	+20 -10
» 80 » 120	0 -23	-10 -45	0 -35	+9 -26	+23 -12
Св 120 до 180	0 -27	-12 -52	0 -40	+10 -30	+27 -14
» 180 » 260	0 -30	-15 -60	0 -45	+11 -35	+30 -16
» 260 » 360	0 -35	-18 -70	0 -50	+12 -40	+35 -18
» 360 » 500	0 -40	-20 -80	0 -60	+15 -45	+40 -20

Продолжение табл 40

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	Отверстие				
	С	Д	Х	Л	Ш
	н <sup>В</sup>	н <sup>В</sup>	н <sup>В</sup>	н <sup>В</sup>	н <sup>В</sup>
От 1 до 3	+10 0	+13 +3	+22 +8	+30 +12	+38 +18
Св 3 до 6	+13 0	+17 +4	+27 +10	+40 +17	+50 +25
» 6 » 10	+16 0	+21 +5	+33 +13	+50 +23	+65 +35
» 10 » 18	+19 0	+25 +6	+40 +16	+60 +30	+80 +45
» 18 » 30	+23 0	+30 +8	+50 +20	+80 +40	+105 +60
» 30 » 50	+27 0	+35 +10	+60 +25	+95 +50	+125 +75
» 50 » 80	+30 0	+42 +12	+70 +30	+115 +65	+155 +95
» 80 » 120	+35 0	+50 +15	+90 +40	+140 +80	+190 +120
Св 120 до 180	+40 0	+60 +18	+105 +50	+170 +100	+230 +150
» 180 » 260	+45 0	+70 +22	+120 +60	+200 +120	+270 +180
» 260 » 360	+50 0	+80 +26	+140 +70	+230 +140	+310 +210
» 360 » 500	+60 0	+90 +30	+160 +80	+270 +170	+365 +250

Примечание Поля допусков В, Г, Н, П, С, Х, Л являются полями допусков предпочтительного применения.

# 41. Отклонения вала и отверстия 3-го класса точности

Номинальные диаметры мм	Отклонения, мкм			
	Вал	Отверстие		
	$B_3$	$C_3$	$H_3$	$Ш_3$
	$h^B$	$h^B$	$h^B$	$h^B$
От 1 до 3	0	+20	+32	+50
	-20	0	+7	+17
Св 3 до 6	0	+25	+44	+65
	-25	0	+11	+25
» 6 » 10	0	+30	+55	+85
	-30	0	+15	+35
» 10 » 18	0	+35	+70	+105
	-35	0	+20	+45
» 18 » 30	0	+45	+85	+130
	-45	0	+25	+60
» 30 » 50	0	+50	+100	+160
	-50	0	+32	+75
» 50 » 80	0	+60	+120	+195
	-60	0	+40	+95
» 80 » 120	0	+70	+140	+235
	-70	0	+50	+120
» 120 » 180	0	+80	+165	+285
	-80	0	+60	+150
» 180 » 260	0	+90	+195	+330
	-90	0	+75	+180
» 260 » 360	0	+100	+225	+380
	-100	0	+90	+210
» 360 » 500	0	+120	+255	+440
	-120	0	+105	+250

Примечание Поля допусков  $B_3$ ,  $C_3$ ,  $H_3$  являются полями допусков предпочтительного применения

## 42. Отклонения вала и отверстия 4-го и 5-го классов точности

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм							
	4-й класс					5-й класс		
	Вал	Отверстие				Вал	Отверстие	
	$B_1$	$C_1$	$X_1$	$L_1$	$\Pi_1$	$A_5$	$C_5$	$X_5$
	$B_H$	$h^B$	$h^B$	$h^B$	$h^B$	$B_H$	$h^B$	$h^B$
От 1 до 3	0 -60	+60 0	+90 +30	+120 +60	+180 +120	0 -120	+120 0	+180 +60
Св 3 до 6	0 -80	+80 0	+120 +40	+160 +80	+240 +160	0 -160	+160 0	+240 +80
Св 6 до 10	0 -100	+100 0	+150 +50	+200 +100	+300 +200	0 -200	+200 0	+300 +100
Св 10 до 18	0 -120	+120 0	+180 +60	+240 +120	+360 +240	0 -240	+240 0	+360 +120
Св 18 до 30	0 -140	+140 0	+210 +70	+280 +140	+420 +280	0 -280	+280 0	+420 +140
Св 30 до 50	0 -170	+170 0	+250 +80	+340 +170	+500 +340	0 -340	+340 0	+500 +170
Св 50 до 80	0 -200	+200 0	+300 +100	+400 +200	+600 +400	0 -400	+400 0	+600 +200
Св 80 до 120	0 -230	+230 0	+350 +120	+460 +230	+700 +460	0 -460	+460 0	+700 +230
Св 120 до 180	0 -260	+260 0	+400 +130	+530 +260	+800 +530	0 -530	+530 0	+800 +260
Св 180 до 260	0 -300	+300 0	+450 +150	+600 +300	+900 +600	0 -600	+600 0	+900 +300
Св 260 до 360	0 -340	+340 0	+500 +170	+680 340	+1000 +680	0 -680	+680 0	+1000 +340
Св 360 до 500	0 -380	+380 0	+570 +190	+760 +380	+1100 +760	0 -760	+760 0	+1100 +380

Примечание Поля допусков  $B_1$ ,  $C_1$ ,  $X_1$ ,  $A_5$ ,  $C_5$  являются полями допусков предпочтительного применения.

# Система вала. Прессовые посадки

## 43. Отклонения вала и отверстия

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	2-й класс			2а класс	
	Вал	Отверстие		Вал	Отверстие
	В	Гр	Пр	В <sub>2а</sub>	Пр <sub>2а</sub>
	в <sub>н</sub>	н <sup>в</sup>	н <sup>в</sup>	в <sub>н</sub>	н <sup>в</sup>
От 1 до 3	0	—13	—8	0	—18
	—6	—27	—18	—9	—32
Св. 3 до 6	0	—15	—10	0	—23
	—8	—33	—23	—12	—41
» 6 » 10	0	—17	—12	0	—28
	—10	—39	—28	—15	—50
» 10 » 18	0	—22	—15	0	—33
	—12	—48	—34	—18	—60
» 18 » 24	0	—30	—19	0	—41
					—74
» 24 » 30					—48
	—14	—62	—42	—21	—81
» 30 » 40	0	—40		0	—60
		—77	—25	0	—99
» 40 » 50	—17	—50	—52	—25	—70
		—87			—109
» 50 » 65	0	—65		0	—87
		—105	—35	0	—133
» 65 » 80	—20	—80	—65	—30	—102
		—102			—148



Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	2-й класс			2а класс	
	Вал	Отверстие		Вал	Отверстие
	В	Гр	Пр	В <sub>2а</sub>	Пр <sub>2а</sub>
	В <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>	н <sup>В</sup>	в <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>
Св. 80 до 100	0	—93 —140	—55 —85	0	—124 —178
» 100 » 120	—23	—113 —160	—60 —95	—35	—144 —198
» 120 » 140	0	—137	—70	0	—170 —233
» 140 » 150		—190	—110		—190 —253
» 150 » 160		—167	—85		—210
» 160 » 180		—220	—125	—40	—273
» 180 » 220	0	—200 —260	—100 —145	0	—236 —308
» 220 » 260	—30	—240 —300	—120 —165	—47	—284 —356
» 260 » 310	0	—285 —350	—145 —195	0	—350 —431
» 310 » 360	—35	—335 —400	—170 —220	—54	—390 —471

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	2-й класс			2а класс	
	Вал	Отверстие		Вал	Отверстие
	В	Гр	Пр	В <sub>2а</sub>	Пр <sub>2а</sub>
	В <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>	н <sup>В</sup>	в <sup>Н</sup>	н <sup>В</sup>
Св. 360 до 440 Св. 440 до 500	0	—395	—200	0	—400
		—475	—260		—557
	—40	—465	—240	—62	—540
		—545	—300		—637

Примечание. Поля допусков В, В<sub>2а</sub> являются полями допусков предпочтительного применения.

## Допуски 7, 8, 9-го классов точности

### 44. Отклонения отверстия и вала 7, 8, 9-го классов точности

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм					
	7-й класс		8-й класс		9-й класс	
	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
	A <sub>7</sub>	B <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	B <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	B <sub>9</sub>
	н <sup>В</sup>	в <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>	в <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>	в <sub>Н</sub>
От 1 до 3	+250	0	+400	0	+600	0
	0	—250	0	—400	0	—600
Св. 3 до 6	+300	0	+480	0	+750	0
	0	—300	0	—480	0	—750
Св. 6 до 10	+360	0	+580	0	+900	0
	0	—360	0	—580	0	—900
Св. 10 до 18	+430	0	+700	0	+1100	0
	0	—430	0	—700	0	—1100

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм					
	7-й класс		8-й класс		9-й класс	
	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
	A <sub>7</sub>	B <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	B <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	B <sub>9</sub>
	н <sup>В</sup>	н <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>	н <sub>Н</sub>	н <sup>В</sup>	н <sub>Н</sub>
Св. 18 до 30	+520 0	0 -520	+840 0	0 -840	+1300 0	0 -1300
Св. 30 до 50	+620 0	0 -620	+1000 0	0 -1000	+1600 0	0 -1600
Св. 50 до 80	+740 0	0 -740	+1200 0	0 -1200	+1900 0	0 -1900
Св. 80 до 120	+870 0	0 -870	+1400 0	0 -1400	+2200 0	0 -2200
Св. 120 до 180	+1000 0	0 -1000	+1600 0	0 -1600	+2500 0	0 -2500
Св. 180 до 260	+1150 0	0 -1150	+1900 0	0 -1900	+2900 0	0 -2900
Св. 260 до 360	+1350 0	0 -1350	+2200 0	0 -2200	+3300 0	0 -3300
Св. 360 до 500	+1550 0	0 -1550	+2500 0	0 -2500	+3800 0	0 -3800

Системой отверстия называется совокупность посадок, в которых предельные отклонения отверстий при одном и том же классе точности и одном и том же номинальном размере одинаковы, а различные посадки достигаются изменением предельных отклоне-

ний валов. Во всех стандартных посадках системы отверстия нижнее предельное отклонение отверстий равно нулю. Такое отверстие называется основным, так как оно является основанием системы.

Системой вала называется совокупность посадок, в которых предельные отклонения валов при одном и том же классе точности и одном и том же номинальном размере одинаковы, а различные посадки достигаются изменением предельных отклонений отверстий. Во всех стандартных посадках системы вала верхнее предельное отклонение валов равно нулю. Такой вал называется основным.

Поля допусков основного отверстия и основного вала обозначаются соответственно буквами *A* и *B* (см. табл. 1). Обозначения посадок указаны в табл. 2.

В зависимости от величины допусков посадки в системе отверстия и в системе вала группируются по классам точности. На допуски и посадки установлены десять классов точности в порядке убывания точности: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8 и 9.

## **Единая система допусков и посадок СЭВ**

В период с 1977 по 1980 г. вводятся в действие стандарты «Единая система допусков и посадок СЭВ» (ЕСДП СЭВ) взамен действующих государственных стандартов («Системы ОСТ»). Стандарты ЕСДП СЭВ построены с учетом системы допусков и посадок международной организации по стандартизации ИСО и принятой во всех промышленно развитых и развивающихся странах мира.

Все перечисленные выше термины «Системы ОСТ» справедливы и для ЕСДП СЭВ, но последняя имеет дополнительные термины и отличные от «Системы ОСТ» их обозначения.

Все допуски и отклонения, устанавливаемые ЕСДП СЭВ, относятся к деталям, размеры которых определены при температуре 20° С.

Размер — числовое значение линейной величины (диаметр, длина и т. д.) в выбранных единицах измерения.

Действительный размер — размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры — два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер.

Наибольший предельный размер — больший из двух предельных размеров.

Наименьший предельный размер — меньший из двух предельных размеров.

Номинальный размер — размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений.

Отклонение — алгебраическая разность между размером (действительным, предельным и т. д.) и соответствующим номинальным размером.

Действительное отклонение — алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

Предельное отклонение — алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее отклонения.

Верхнее отклонение — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

**Нижнее отклонение** — алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

**Нулевая линия** — линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные — вниз.

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

**Допуск системы** (стандартный допуск) — любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок. В стандартах и в дальнейшем по тексту справочника под словом «допуск» понимается «допуск системы».

**Поле допуска** — поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

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

**К в а л и т е т** — совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

**Единица допуска** — множитель в формулах допусков системы, являющийся функцией номинального размера. Допуск системы равен произведению единицы допуска на безразмерный коэффициент, установленный для данного качества и не зависящий от номинального размера.

**В а л** — термин, применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей. Он относится не только к цилиндрическим деталям круглого сечения, но и к элементам деталей другой формы.

**Отверстие** — термин, применяемый для обозначения внутренних (охватываемых) элементов деталей любой формы.

**Основной вал** — вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

**Основное отверстие** — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

**Проходной предел** — термин, применяемый к тому из двух предельных размеров, который соответствует максимальному количеству материала (верхнему пределу — для вала и нижнему — для отверстия). При применении предельных калибров такой размер контролируется проходным калибром.

**Непроходной предел** — термин, применяемый к тому из двух предельных размеров, который соответствует минимальному количеству материала (нижнему пределу — для вала и верхнему — для отверстия). Он контролируется непроходным калибром при проверке предельными калибрами.

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

**Номинальный размер посадки** — номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

**Допуск посадки** — сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

**Зазор** — разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.

**Натяг** — разность размера вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.

**Посадка с зазором** — посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении. К посадкам с зазором относятся посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала или выше последней.

**Посадка с натягом** — посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении. Поле допуска отверстия в таких посадках расположено под полем допуска вала.

**Переходная посадка** — посадка, при которой возможен как зазор, так и натяг. Поля допусков отверстия и вала в такой посадке перекрываются частично или полностью.

**Наименьший и наибольший зазоры** — два предельных значения, между которыми должен находиться зазор.

**Наименьший и наибольший натяги** — два предельных значения, между которыми должен находиться натяг.

**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.

Для отверстий диаметр наибольшего правильного воображаемого цилиндра который может быть вписан в отверстие так, чтобы плотно контактировать с наиболее выступающими точками поверхности (размер сопрягаемой детали идеальной геометрической формы, прилегающей к отверстию без зазора), не должен быть меньше, чем проходной предел размера. При этом наибольший диаметр в любом месте отверстия не должен превышать непроходного предела размера.

Для валов размер сопрягаемой детали идеальной геометрической формы, прилегающей к валу без зазора, не должен быть больше, чем проходной предел размера. При этом минимальный диаметр в любом месте вала не должен быть меньше, чем непроходной предел размера.

В ЕСПД СЭВ приняты следующие условные обозначения:

верхнее отклонение отверстия —  $ES$ ;

верхнее отклонение вала —  $es$ ;

нижнее отклонение отверстия —  $EI$ ;

нижнее отклонение вала —  $ei$ ;

единица допуска —  $i$ ;

допуск —  $IT$ ;

положение поля допуска относительно нулевой линии — буква латинского алфавита (или две буквы), прописная для отверстий и строчная для валов (см. рис. 45).

Размер, для которого указывается поле допуска, обозначается размерным числом (номинальным размером), за которым следует буква (или две) поля допуска и цифра (или две), обозначающие качество. Например:  $30H7$ ,  $80K7$ ,  $40k4$ . Можно указывать предельные отклонения также числовыми значениями и комбинированным методом. Например:

$30^{+0,021}_{-0,021}$ ,  $80^{+0,009}_{-0,021}$ ,  $30H7(+0,021)$ ,  $80K7(+0,009_{-0,021})$ ,  $40k4(+0,009_{+0,002})$ .

В обозначение посадки входит номинальный размер, общий для соединяемых элементов (отверстия и вала), за которым следуют обозначения полей допусков для каждого элемента, начиная с отверстия. Например:  $30K7/k6$  (или  $30K7 - k6$ ).

Основу ЕСП СЭВ составляют гаммы допусков (квалитеты) и гаммы основных отклонений, которыми определяется положение полей допусков относительно нулевой линии. Наборы полей допусков и соответствующие им предельные отклонения для гладких соединений установлены различными в четырех диапазонах номинальных размеров:

до 1 мм,  
от 1 до 500 мм,  
св. 500 до 3150 мм,  
св. 3150 до 10 000 мм.

Для размеров от 1 до 500 мм установлены 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ..., 17. В отличие от «Системы ОСТ» величина допуска зависит от квалитета и интервала размеров и не зависит от посадки, а основное отклонение зависит от интервала размеров и посадки и не зависит от квалитета.

В каждом квалитете применяются не все поля допусков. Для валов рекомендуются:

$h01$ ,  $j_s01$ ,  $h0$ ,  $j_s0$ ,  $h1$ ,  $j_s1$ ,  $h2$ ,  $j_s2$ ,  $h3$ ,  $j_s3$ ,  $g4$ ,  $h4$ ,  $j_s4$ ,  $k4$ ,  $m4$ ,  $n4$ ,  $g5$ ,  $n5$ ,  $j_s5$ ,  $k5$ ,  $m5$ ,  $n5$ ,  $p5$ ,  $r5$ ,  $s5$ ,  $f6$ ,  $\boxed{g6}$ ,  $\boxed{h6}$ ,  $\boxed{j_s6}$ ,  $\boxed{k6}$ ,  $m6$ ,  $\boxed{n6}$ ,  $\boxed{p6}$ ,  $\boxed{r6}$ ,  $\boxed{s6}$ ,  $t6$ ,  $e7$ ,  $\boxed{f7}$ ,  $\boxed{h7}$ ,  $j_s7$ ,  $k7$ ,  $m7$ ,  $n7$ ,  $s7$ ,  $n8$ ,  $c8$ ,  $d8$ ,  $\boxed{e8}$ ,  $f8$ ,  $\boxed{h8}$ ,  $j_s8$ ,  $\boxed{d9}$ ,  $e9$ ,  $f9$ ,  $\boxed{h9}$ ,  $j_s9$ ,  $\boxed{d10}$ ,  $h10$ ,  $j_s10$ ,  $a11$ ,  $b11$ ,  $c11$ ,  $\boxed{d11}$ ,  $\boxed{h11}$ ,  $j_s11$ ,  $b12$ ,  $h12$ ,  $j_s12$ ,  $h13$ ,  $j_s13$ ,  $h14$ ,  $j_s14$ ,  $h15$ ,  $j_s15$ ,  $h16$ ,  $j_s16$ ,  $h17$ ,  $j_s17$ .

Для отверстий рекомендуются:

$H01$ ,  $J_s01$ ,  $H0$ ,  $J_s0$ ,  $H1$ ,  $J_s1$ ,  $H2$ ,  $J_s2$ ,  $H3$ ,  $J_s3$ ,  $H4$ ,  $J_s4$ ,  $G5$ ,  $H5$ ,  $J_s5$ ,  $K5$ ,  $M5$ ,  $N5$ ,  $G6$ ,  $H6$ ,  $J_s6$ ,  $K6$ ,  $M6$ ,  $N6$ ,  $P6$ ,  $F7$ ,  $G7$ ,  $\boxed{H7}$ ,  $\boxed{J_s7}$ ,  $\boxed{K7}$ ,  $M7$ ,  $\boxed{N7}$ ,  $\boxed{P7}$ ,  $R7$ ,  $S7$ ,  $T7$ ,  $D8$ ,  $E8$ ,  $\boxed{F8}$ ,  $\boxed{H8}$ ,  $J_s8$ ,  $K8$ ,  $M8$ ,  $N8$ ,  $U8$ ,  $D9$ ,  $\boxed{E9}$ ,  $F9$ ,  $\boxed{H9}$ ,  $J_s9$ ,  $D10$ ,  $H10$ ,  $J_s10$ ,  $A11$ ,  $B11$ ,  $C11$ ,  $D11$ ,  $\boxed{H11}$ ,  $J_s11$ ,  $B12$ ,  $H12$ ,  $J_s12$ ,  $H13$ ,  $J_s13$ ,  $H14$ ,  $J_s14$ ,  $H15$ ,  $J_s15$ ,  $H16$ ,  $J_s16$ ,  $H17$ ,  $J_s17$ .

Поля допусков, обведенные рамкой, являются предпочтительными. Для посадок, как правило, не предназначены поля допусков валов 01—3 и 13—17 квалитетов, а также  $j_s8$ ,  $j_s9$ ,  $j_s10$ ,  $j_s11$ ,  $j_s12$  и поля допусков отверстий 01—4 и 13—17 квалитетов, а также  $J_s9$ ,  $J_s10$ ,  $J_s11$ ,  $J_s12$ .

Числовые значения предельных отклонений для номинальных размеров от 1 до 500 мм приведены в табл. 45, 46.

Рекомендуемые замены полей допусков по системе ОСТ полями по ЕСП СЭВ указаны в табл. 47, 48.

#### 45. Предельные отклонения вала

Квалитеты от 01 до 3

Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	$h01^x$	$I_s 01^x$	$h0^x$	$I_s 0^x$	$h1^x$	$I_s 1^x$	$h2^x$	$I_s 2^x$	$h3^x$	$I_s 3^x$
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	0 -0,3	+0,15 -0,15	0 -0,5	+0,25 -0,25	0 -0,8	+0,40 -0,40	0 -1,2	+0,60 -0,60	0 -2,0	+1,00 -1,00
Свыше 3 до 6	0 -0,4	+0,20 -0,20	0 -0,6	+0,30 -0,30	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25
» 6 » 10	0 -0,4	+0,20 -0,20	0 -0,6	+0,30 -0,30	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25
» 10 » 14	0 -0,5	+0,25 -0,25	0 -0,8	+0,40 -0,40	0 -1,2	+0,60 -0,60	0 -2,0	+1,00 -1,00	0 -3,0	+1,50 -1,50
» 14 » 18	0 -0,6	+0,30 -0,30	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25	0 -4,0	+2,00 -2,00
» 18 » 24	0 -0,6	+0,30 -0,30	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25	0 -4,0	+2,00 -2,00
» 24 » 30	0 -0,6	+0,30 -0,30	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25	0 -4,0	+2,00 -2,00
» 30 » 40	0 -0,6	+0,30 -0,30	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25	0 -4,0	+2,00 -2,00
» 40 » 50	0 -0,6	+0,30 -0,30	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25	0 -4,0	+2,00 -2,00



» 50 » 65	0 -0,8	+0,40 -0,40	0 -1,2	+0,60 -0,60	0 -2,0	+1,00 -1,00	0 -3,0	+1,50 -1,50	0 -5,0	+2,50 -2,50
» 65 » 80										
» 80 » 100	0 -1,0	+0,50 -0,50	0 -1,5	+0,75 -0,75	0 -2,5	+1,25 -1,25	0 -4,0	+2,00 -2,00	0 -6,0	+3,00 -3,00
» 100 » 120										
» 120 » 140										
» 140 » 160	0 -1,2	+0,60 -0,60	0 -2,0	+1,00 -1,00	0 -3,5	+1,75 -1,75	0 -5,0	+2,50 -2,50	0 -8,0	+4,00 -4,00
» 160 » 180										
» 180 » 200										
» 200 » 225	0 -2,0	+1,00 -1,00	0 -3,0	+1,50 -1,50	0 -4,5	+2,25 -2,25	0 -7,0	+3,50 -3,50	0 -10,0	+5,00 -5,00
» 225 » 250										
» 250 » 280	0 -2,5	+1,25 -1,25	0 -4,0	+2,00 -2,00	0 -6,0	+3,00 -3,00	0 -8,0	+4,00 -4,00	0 -12,0	+6,00 -6,00
» 280 » 315										
» 315 » 355	0 -3,0	+1,50 -1,50	0 -5,0	+2,50 -2,50	0 -7,0	+3,50 -3,50	0 -9,0	+4,50 -4,50	0 -13,0	+6,50 -6,50
» 355 » 400										
» 400 » 450	0 -4,0	+2,00 -2,00	0 -6,0	+3,00 -3,00	0 -8,0	+4,00 -4,00	0 -10,0	+5,00 -5,00	0 -15,0	+7,50 -7,50
» 450 » 500										

Продолжение табл. 45

Квалитеты 4 и 5

[illegible]

» 50 » 65	-10 -18	0 -8	+4,0 -4,0	+10 +2	+19 +11	+28 +20	-10 -23	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+24 +11	+33 +20	+45 +32	+54 +41	+66 +53
» 65 » 80														+56 +43	+72 +59
» 80 » 100	-12 -22	0 -10	+5,0 -5,0	+13 +3	+23 +13	+33 +23	-12 -27	0 -15	+7,5 -7,5	+18 +3	+28 +13	+38 +23	+52 +37	+66 +51	+86 +71
» 100 » 120														+69 +54	+94 +79
» 120 » 140														+81 +63	+110 +92
» 140 » 160	-14 -26	0 -12	+6,0 -6,0	+15 +3	+27 +15	+39 +27	-14 -32	0 -18	+9,0 -9,0	+21 +3	+33 +15	+45 +27	+61 +43	+83 +65	+118 +100
» 160 » 180														+86 +68	+126 +108
» 180 » 200														+97 +77	+142 +122
» 200 » 225	-15 -29	0 -14	+7,0 -7,0	+18 +4	+31 +17	+45 +31	-15 -35	0 -20	+10,0 -10,0	+24 +4	+37 +17	+51 +31	+70 +50	+100 +80	+150 +130
» 225 » 250														+104 +84	+160 +140

Интервал размеров, мм	Поля допусков														
	$g4$	$h4$	$j_s^4$	$k4$	$m4$	$n4$	$g5$	$h5$	$j_s^5$	$k5$	$m5$	$n5$	$p5$	$r5$	$s5$
	Предельные отклонения, мкм														
Свыше 250 до 280														+117 +94	+181 +158
» 280 » 315	-17 -33	0 -16	+8,0 -8,0	+20 +4	+36 +20	+50 +34	-17 -40	0 -23	+11,5 -11,5	+27 +4	+43 +20	+57 +34	+79 +56	+121 +98	+193 +170
» 315 » 355														+133 +108	+215 +190
» 355 » 400	-18 -36	0 -18	+9,0 -9,0	+22 +4	+39 +21	+55 +37	-18 -43	0 -25	+12,5 -12,5	+29 +4	+46 +21	+62 +37	+87 +62	+139 +114	+233 +208
» 400 » 450														+153 +126	+259 +232
» 450 » 500	-20 -40	0 -20	+10,0 -10,0	+25 +5	+43 +23	+60 +40	-20 -47	0 -27	+13,5 -13,5	+32 +5	+50 +23	+67 +40	+95 +68	+159 +132	+279 +252

## Квалитет 6

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	<i>js6</i>	<i>g6</i>	<i>h6</i>	<i>js6</i>	<i>k6</i>	<i>m6</i>	<i>n6</i>	<i>p6</i>	<i>r6</i>	<i>s6</i>	<i>t6</i>
	Предельные отклонения, мкм										
От 1 до 3	-6 -12	-2 -8	0 -6	+3,0 -3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Свыше 3 до 6	-10 -18	-4 -12	0 -8	+4,0 -4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
» 6 » 10	-13 -22	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
» 10 » 14	-16 -27	-6 -17	0 -11	+5,5 -5,5	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—
» 14 » 18											
» 18 » 24	-20 -33	-7 -20	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	+54 +41
» 24 » 30											

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	<i>f</i> 6	<i>g</i> 6	<i>h</i> 6	<i>j</i> <sub>s</sub> 6	<i>k</i> 6	<i>m</i> 6	<i>n</i> 6	<i>p</i> 6	<i>r</i> 6	<i>s</i> 6	<i>t</i> 6
	Предельные отклонения, мкм										
Свыше 30 до 40	—25 —41	—9 —25	0 —16	+8,0 —8,0	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48
» 40 » 50											+70 +54
» 50 » 65	—30 —49	—10 —29	0 —19	+9,5 —9,5	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53	+85 +66
» 65 » 80									+62 +43	+78 +59	+94 +75
» 80 » 100	—36 —58	—12 —34	0 —22	+11,0 —11,0	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+93 +71	+113 +91
» 100 » 120									+76 +54	+101 +79	+126 +104
» 120 » 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
» 140 » 160	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	+159 +134
» 160 » 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146

» 180 » 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
» 200 » 225	-50 -79	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+209 +180
» 225 » 250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
» 250 » 280									+126 +94	+190 +158	+250 +218
» 280 » 315	-56 -88	-17 -49	0 -32	+16,0 -16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+85 +56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
» 315 » 355									+144 +108	+226 +190	+304 +268
» 355 » 400	-62 -98	-18 -54	0 -36	+18,0 -18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
» 400 » 450									+166 +126	+272 +232	+370 +330
» 450 » 500	-68 -108	-20 -60	0 -40	+20,0 -20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

Продолжение табл. 45

Квалитет 7

[illegible]



» 30 » 40	—50 —75	—25 —50	0 —25	+12 —12	+27 +2	+34 +9	+42 +17	+68 +43	+85 +60
» 40 » 50									+95 +70
» 50 » 65	—60 —90	—30 —60	0 —30	+15 —15	+32 +2	+41 +11	+50 +20	+83 +53	+117 +87
» 65 » 80								+89 +59	+132 +102
» 80 » 100	—72 —107	—36 —71	0 —35	+17 —17	+38 +3	+48 +13	+58 +23	+106 +71	+159 +124
» 100 » 120								+114 +79	+179 +144
» 120 » 140								+132 +92	+210 +170
» 140 » 160	—85 —125	—43 —83	0 —40	+20 —20	+43 +3	+55 +15	+67 +27	+140 +100	+230 +190
» 160 » 180								+148 +108	+250 +210

Продолжение табл 45

Интервал размеров, мм	Поля допусков								
	<i>e</i> 7	<i>f</i> 7	<i>h</i> 7	<i>Is</i> 7	<i>k</i> 7	<i>m</i> 7	<i>n</i> 7	<i>s</i> 7	<i>u</i> 7
	Предельные отклонения, мкм								
Свыше 180 до 200								+168 +122	+282 +236
» 200 » 225	-100 -146	-50 -96	0 -46	+23 -23	+50 +4	+63 +17	+77 +31	+176 +130	+304 +258
» 225 » 250								+186 +140	+330 +284
» 250 » 280	-110 -162	-56 -108	0 -52	+26 -26	+56 +4	+72 +20	+86 +34	+210 +158	+367 +315
» 280 » 315								+222 +170	+402 +350
» 315 » 355	-125 -182	-62 -119	0 -57	+28 -28	+61 +4	+78 +21	+94 +37	+247 +190	+447 +390
» 355 » 400								+265 +208	+492 +435
» 400 » 450	-135 -198	-68 -131	0 -63	+31 -31	+68 +5	+86 +23	+103 +40	+295 +232	+553 +490
» 450 » 500								+315 +252	+503 +540

## Квалитеты 8 и 9

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	<i>c8</i>	<i>d8</i>	<i>e8</i>	<i>f8</i>	<i>h8</i>	<i>i<sub>s</sub>8<sup>x</sup></i>	<i>u8</i>	<i>x8</i>	<i>z8</i>	<i>d9</i>	<i>e9</i>	<i>f9</i>	<i>h9</i>	<i>i<sub>s</sub>9<sup>x</sup></i>
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	-60 -74	-20 -34	-14 -28	-6 -20	0 -14	+7 -7	+32 +18	+34 +20	+40 +26	-20 -45	-14 -39	-6 -31	0 -25	+12 -12
Свыше 3 до 6	-70 -88	-30 -48	-20 -38	-10 -28	0 -18	+9 -9	+41 +23	+46 +28	+53 +35	-30 -60	-20 -50	-10 -40	0 -30	+15 -15
» 6 » 10	-80 -102	-40 -62	-25 -47	-13 -35	0 -22	+11 -11	+50 +28	+56 +34	+64 +42	-40 -76	-25 -61	-13 -49	0 -36	+18 -18
» 10 » 14								+67 +40	+77 +50					
» 14 » 18	-95 -122	-50 -77	-32 -59	-16 -43	0 -27	+13 -13	+60 +33			-50 -93	-32 -75	-16 -59	0 -43	+21 -21
								+72 +45	+87 +60					

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	<i>c8</i>	<i>d8</i>	<i>e8</i>	<i>f8</i>	<i>h8</i>	<i>js<sup>8x</sup></i>	<i>u8</i>	<i>x8</i>	<i>z8</i>	<i>d9</i>	<i>e9</i>	<i>f9</i>	<i>h9</i>	<i>js<sup>9x</sup></i>
	Предельные отклонения, мкм													
Свыше 18 до 24	-110 -143	-65 -98	-40 -73	-20 -53	0 -33	+16 -16	+74 +41	+87 +54	+106 +73	-65 -117	-40 -92	-20 -72	0 -52	+26 -26
» 24 » 30							+81 +48	+97 +64	+121 +88					
» 30 » 40	-120 -159						+99 +60	+119 +80	+151 +112					
» 40 » 50	-130 -169	-80 -119	-50 -89	-25 -64	0 -39	+19 -19	+109 +70	+136 +97	+175 +136	-80 -142	-50 -112	-25 -87	0 -62	+31 -31
» 50 » 65	-140 -186						+133 +87	+168 +122	+218 +172					
» 65 » 80	-150 -196	-100 -146	-60 -106	-30 -76	0 -46	+23 -23	+148 +102	+192 +146	+256 +210	-100 -174	-60 -134	-30 -104	0 -74	+37 -37

» 80 » 100	-170 -224						+178 +124	+232 +178	+312 +258					
» 100 » 120	-180 -234	-120 -174	-72 -126	-36 -90	0 -54	+27 -27				-120 -207	-72 -159	-36 -123	0 -87	+43 -43
» 120 » 140	-200 -263						+233 +170	+311 +248	+428 +365					
» 140 » 160	-210 -273	-145 -208	-85 -148	-43 -106	0 -63	+31 -31	+253 +190	+343 +280	+478 +415	-145 -245	-85 -185	-43 -143	0 -100	+50 -50
» 160 » 180	-230 -293						+273 +210	+373 +310	+528 +465					
» 180 » 200	-240 -312						+308 +236	+422 +350	+592 +520					
» 200 » 225	-260 -332	-170 -242	-100 -172	-50 -122	0 -72	+36 -36	+330 +258	+457 +385	+647 +575	-170 -285	-100 -215	-50 -165	0 -115	+57 -57
» 225 » 250	-280 -352						+356 +284	+497 +425	+712 +640					

Продолжение табл 45

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	c8	d8	e8	f8	h8	I <sub>s</sub> <sup>g</sup> x	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	I <sub>s</sub> <sup>g</sup> x
	Предельные отклонения, мкм													
Свыше 250 до 280	-300 -381	-190 -271	-110 -191	-56 -137	0 -81	+40 -40	+396 +315	+556 +475	+791 +710	-190 -320	-110 -240	-56 -186	0 -130	+65 -65
» 280 » 315	-330 -411						+431 +350	+606 +525	+871 +790					
» 315 » 355	-360 -449	-210 -299	-125 -214	-62 -151	0 -89	+44 -44	+479 +390	+679 +590	+989 +900	-210 -350	-125 -265	-62 -202	0 -140	+70 -70
» 355 » 400	-400 -489						+524 +435	+749 +660	+1089 +1000					
» 400 » 450	-440 -537	-230 -327	-135 -232	-68 -165	0 -97	+48 -48	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100	-230 -385	-135 -290	-68 -223	0 -155	+77 -77
» 450 » 500	-480 -577						+637 +540	+917 +870	+1347 +1250					

## Квалитеты от 10 до 12

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	$d10$	$h10$	$j_s10^x$	$a11$	$b11$	$c11$	$d11$	$h11$	$j_s11^x$	$b12$	$h12$	$j_s12^x$
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	-20 -60	0 -40	+20 -20	-270 -330	-140 -200	-60 -120	-20 -80	0 -60	+30 -30	-140 -240	0 -100	+50 -50
Свыше 3 до 6	-30 -78	0 -48	+24 -24	-270 -345	-140 -215	-70 -145	-30 -105	0 -75	+37 -37	-140 -260	0 -120	+60 -60
» 6 » 10	-40 -98	0 -58	+29 -29	-280 -370	-150 -240	-80 -170	-40 -130	0 -90	+45 -45	-150 -300	0 -150	+75 -75
» 10 » 14	-50 -120	0 -70	+35 -35	-290 -400	-150 -260	-95 -205	-50 -160	0 -110	+55 -55	-150 -330	0 -180	+90 -90
» 14 » 18												
» 18 » 24	-65 -149	0 -84	+42 -42	-300 -430	-160 -290	-110 -240	-65 -195	0 -130	+65 -65	-160 -370	0 -210	+105 -105
» 24 » 30												

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	$d10$	$h10$	$js10^x$	$a11$	$b11$	$c11$	$d11$	$h11$	$js11^x$	$b12$	$h12$	$js12^x$
	Предельные отклонения, мкм											
Свыше 30 до 40	-80 -180	0 -100	+50 -50	-310 -470	-170 -330	-120 -280	-80 -240	0 -160	+80 -80	-170 -420	0 -250	+125 -125
» 40 » 50				-320 -480	-180 -340	-130 -290				-180 -430		
» 50 » 65	-100 -220	0 -120	+60 -60	-340 -530	-190 -380	-140 -330	-100 -290	0 -190	+95 -95	-190 -490	0 -300	+150 -150
» 65 » 80				-360 -550	-200 -390	-150 -340				-200 -500		
» 80 » 100	-120 -260	0 -140	+70 -70	-380 -600	-220 -440	-170 -390	-120 -340	0 -220	+110 -110	-220 -570	0 -350	+175 -175
» 100 » 120				-410 -630	-240 -460	-180 -400				-240 -590		
» 120 » 140				-460 -710	-260 -510	-200 -450				-260 -660		
» 140 » 160	-145 -305	0 -160	+80 -80	-520 -770	-280 -530	-210 -460	-145 -395	0 -250	+125 -125	-280 -680	0 -400	+200 -200
» 160 » 180				-580 -830	-310 -560	-230 -480				-310 -710		



» 180 » 200				-660 -950	-340 -630	-240 -530				-340 -800		
» 200 » 225	-170 -355	0 -185	+92 -92	-740 -1030	-380 -670	-260 -550	-170 -460	0 -290	+145 -145	-380 -840	0 -460	+230 -230
» 225 » 250				-820 -1110	-420 -710	-280 -570				-420 -880		
» 250 » 280				-920 -1240	-480 -800	-300 -620				-480 -1000		
» 280 » 315	-190 -400	0 -210	+105 -105	-1050 -1370	-540 -860	-330 -650	-190 -510	0 -320	+160 -160	-540 -1060	0 -520	+260 -260
» 315 » 355				-1200 -1560	-600 -960	-360 -720				-600 -1170		
» 355 » 400	-210 -440	0 -230	+115 -115	-1350 -1710	-680 -1040	-400 -760	-210 -570	0 -360	+180 -180	-680 -1250	0 -570	+285 -285
» 400 » 450				-1500 -1900	-760 -1160	-440 -840				-760 -1390		
» 450 » 500	-230 -480	0 -250	+125 -125	-1650 -2050	-840 -1240	-480 -880	-230 -630	0 -400	+200 -200	-840 -1470	0 -630	+315 -315

Квалитеты от 13 до 17

Интервал размеров мм	Поля допусков									
	$h_{13}^x$	$j_{s13}^x$	$h_{14}^x$	$j_{s14}^x$	$h_{15}^x$	$j_{s15}^x$	$h_{16}^x$	$j_{s16}^x$	$h_{17}^x$	$j_{s17}^x$
	Предельные отклонения мкм									
От 1 до 3	0 -140	+70 -70	0 -250	+125 -125	0 -400	+200 -200	0 -600	+300 -300	0 -1000	+500 -500
Свыше 3 до 6	0 -180	+90 -90	0 -300	+150 -150	0 -480	+240 -240	0 -750	+375 -375	0 -1200	+600 -600
» 6 » 10	0 -220	+110 -110	0 -360	+180 -180	0 -580	+290 -290	0 -900	+450 -450	0 -1500	+750 -750
» 10 » 14	0 -270	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900
» 14 » 18		-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900
» 18 » 24	0 -330	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050
» 24 » 30		-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050
» 30 » 40	0 -390	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250
» 40 » 50		-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250
» 50 » 65	0 -460	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500
» 65 » 80		-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500

» 80 » 100	0 -540	+270 -270	0 -870	+435 -435	0 -1400	+700 -700	0 -2200	+1100 -1100	0 -3500	+1750 -1750
» 100 » 120										
» 120 » 140										
» 140 » 160	0 -630	+315 -315	0 -1000	+500 -500	0 -1600	+800 -800	0 -2500	+1250 -1250	0 -4000	+2000 -2000
» 160 » 180										
» 180 » 200										
» 200 » 225	0 -720	+360 -360	0 -1150	+575 -575	0 -1850	+925 -925	0 -2900	+1450 -1450	0 -4600	+2300 -2300
» 225 » 250										
» 250 » 280	0 -810	+405 -405	0 -1300	+650 -650	0 -2100	+1050 -1050	0 -3200	+1600 -1600	0 -5200	+2600 -2600
» 280 » 315										
» 315 » 355	0 -890	+445 -445	0 -1400	+700 -700	0 -2300	+1150 -1150	0 -3600	+1800 -1800	0 -5700	+2850 -2850
» 355 » 400										
» 400 » 450	0 -970	+485 -485	0 -1550	+775 -775	0 -2500	+1250 -1250	0 -4000	+2000 -2000	0 -6300	+3150 -3150
» 450 » 500										

Примечания 1 x — поля допусков как правило не предназначенные для посадок 2 Поля допусков обведенные рамкой являются предпочтительными

## 46. Предельные отклонения отверстия

Квалитеты от 01 до 4

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	$H01^x$	$J_S01^x$	$H0^x$	$J_S0^x$	$H1^x$	$J_S1^x$	$H2^x$	$J_S2^x$	$H3^x$	$J_S3^x$	$H4^x$	$J_S4^x$
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	+0,3 0	+0,15 -0,15	+0,5 0	+0,25 -0,25	+0,8 0	+0,40 -0,40	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3 0	+1,5 -1,5
Свыше 3 до 6	+0,4 0	+0,20 -0,20	+0,6 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4 0	+2,0 -2,0
» 6 » 10	+0,4 0	+0,20 -0,20	+0,6 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4 0	+2,0 -2,0
» 10 » 14	+0,5	+0,25	+0,8	+0,40	+1,2	+0,60	+2,0	+1,00	+3,0	+1,50	+5	+2,5
» 14 » 18	0	-0,25	0	-0,40	0	-0,60	0	-1,00	0	-1,50	0	-2,5
» 18 » 24	+0,6	+0,30	+1,0	+0,50	+1,5	+0,75	+2,5	+1,25	+4,0	+2,00	+6	+3,0
» 24 » 30	0	-0,30	0	-0,50	0	-0,75	0	-1,25	0	-2,00	0	-3,0
» 30 » 40	+0,6	+0,30	+1,0	+0,50	+1,5	+0,75	+2,5	+1,25	+4,0	+2,00	+7	+3,5

» 40 » 50	0	-0,30	0	-0,50	0	-0,75	0	-1,25	0	-2,00	0	-3,5
» 50 » 65	+0,8	+0,40	+1,2	+0,60	+2,0	+1,00	+3,0	+1,50	+5,0	+2,50	+8	+4,0
» 65 » 80	0	-0,40	0	-0,60	0	-1,00	0	-1,50	0	-2,50	0	-4,0
» 80 » 100	+1,0	+0,50	+1,5	+0,75	+2,5	+1,25	+4,0	+2,00	+6,0	+3,00	+10	+5,0
» 100 » 120	0	-0,50	0	-0,75	0	-1,25	0	-2,00	0	-3,00	0	-5,0
» 120 » 140	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,5 0	+1,75 -1,75	+5,0 0	+2,50 -2,50	+8,0 0	+4,00 -4,00	+12 0	+6,0 -6,0
» 140 » 160												
» 160 » 180												
» 180 » 200	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,0 0	+1,50 -1,50	+4,5 0	+2,25 -2,25	+7,0 0	+3,50 -3,50	+10,0 0	+5,00 -5,00	+14 0	+7,0 -7,0
» 200 » 225												
» 225 » 250												
» 250 » 280	+2,5	+1,25	+4,0	+2,00	+6,0	+3,00	+8,0	+4,00	+12,0	+6,00	+16	+8,0
» 280 » 315	0	-1,25	0	-2,00	0	-3,00	0	-4,00	0	-6,00	0	-8,0

Продолжение табл. 46

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	$H01$	$J_{s01}^x$	$H0^x$	$J_{s0}^x$	$H1^x$	$J_{s1}^x$	$H2^x$	$J_{s2}^x$	$H3^x$	$J_{s3}^x$	$H4^x$	$J_{s4}^x$
	Предельные отклонения, мкм											
Свыше 315 до 355	+3,0	+1,50	+5,0	+2,50	+7,0	+3,50	+9,0	+4,50	+13,0	+6,50	+18	+9,0
» 355 » 400	0	-1,50	0	-2,50	0	-3,50	0	-4,50	0	-6,50	0	-9,0
» 400 » 450	+4,0	+2,00	+6,0	+3,00	+8,0	+4,00	+10,0	+5,00	+15,0	+7,50	+20	+10,0
» 450 » 500	0	-2,00	0	-3,00	0	-4,00	0	-5,00	0	-7,50	0	-10,0

Квалитеты 5 и 6

Интервал размеров, мм	Поля допусков												
	$G5$	$H5$	$J_s^5$	$K5$	$M5$	$N5$	$G6$	$H6$	$J_s^6$	$K6$	$M6$	$N6$	$P6$
	Предельные отклонения, мкм												
От 1 до 3	+6 +2	+4 0	+2,0 -2,0	0 -4	-2 -6	-4 -8	+8 +2	+6 0	+3,0 -3,0	0 -6	-2 -8	-4 -10	-6 -12
Свыше 3 до 6	+9 +4	+5 0	+2,5 -2,5	-0 -5	-3 -8	-7 -12	+12 +4	+8 0	+4,0 -4,0	+2 -6	-1 -9	-5 -13	-9 -17
» 6 » 10	+11 +5	+6 0	+3,0 -3,0	+1 -5	-4 -10	-8 -14	+14 +5	+9 0	+4,5 -4,5	+2 -7	-3 -12	-7 -16	-12 -21

» 10 » 14	+14	+8	+4,0	+2	-4	-9	+17	+11	+5,5	+2	-4	-9	-15
» 14 » 18	+6	0	-4,0	-6	-12	-17	+6	0	-5,5	-9	-15	-20	-26
» 18 » 24	+16	+9	+4,5	+1	-5	-12	+20	+13	+6,5	+2	-4	-11	-18
» 24 » 30	+7	0	-4,5	-8	-14	-21	+7	0	-6,5	-11	-17	-24	-31
» 30 » 40	+20	+11	+5,5	+2	-5	-13	+25	+16	+8,0	+3	-4	-12	-21
» 40 » 50	+9	0	-5,5	-9	-16	-24	+9	0	-8,0	-13	-20	-28	-37
» 50 » 65	+23	+13	+6,5	+3	-6	-15	+29	+19	+9,5	+4	-5	-14	-26
» 65 » 80	+10	0	-6,5	-10	-19	-28	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	-45
» 80 » 100	+27	+15	+7,5	+2	-8	-18	+34	+22	+11,0	+4	-6	-16	-30
» 100 » 120	+12	0	-7,5	-13	-23	-33	+12	0	-11,0	-18	-28	-38	-52
» 120 » 140													
» 140 » 160	+32	+18	+9,0	+3	-9	-21	+39	+25	+12,5	+4	-8	-20	-36
» 160 » 180	+14	0	-9,0	-15	-27	-39	+14	0	-12,5	-21	-33	-45	-61

Продолжение табл 46

Интервал размеров мм	Поля допусков												
	G5	H5	J <sub>s</sub> <sup>5</sup>	K5	M5	N5	G6	H6	J <sub>s</sub> <sup>6</sup>	K6	M6	N6	P6
	Предельные отклонения мкм												
Свыше 180 до 200													
» 200 » 225	+35 +15	+20 0	+10,0 -10,0	+2 -18	-11 -31	-25 -45	+44 +15	+29 0	+14,5 -14,5	+5 -24	-8 -37	-22 -51	-41 -70
» 225 » 250													
» 250 » 280													
» 280 » 315	+40 +17	+23 0	+11,5 -11,5	+3 -20	-13 -36	-27 -50	+49 -17	+32 0	+16,0 -16,0	+5 -27	-9 -41	-25 -57	-47 -79
» 315 » 355													
» 355 » 400	+43 +18	+25 0	+12,5 -12,5	+3 -22	-14 -39	-30 -55	+54 +18	+36 0	+18,0 -18,0	+7 -29	-10 -46	-26 -62	-51 -87
» 400 » 450													
» 450 » 500	+47 +20	+27 0	+13,5 -13,5	+2 -25	-16 -43	-33 -60	+60 +20	+40 0	+20,0 -20,0	-8 -32	-10 -50	-27 -67	-55 -95



## Квалитет 7

Интервал размеров мм	Поля допусков										
	F7	G7	H7	J <sub>s</sub> 7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Предельные отклонения мкм										
От 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Свыше 3 до 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
» 6 » 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
» 10 » 14	+34 +16	+24 +6	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—
» 14 » 18											
» 18 » 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	—
» 24 » 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
» 30 » 40	+50	+34	+25	+12	+7	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
» 40 » 50	+25	+9	0	-12	-18	-25	-33	-42	-50	-59	-45 -70

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	<i>F7</i>	<i>G7</i>	<i>H7</i>	<i>J<sub>s</sub>7</i>	<i>K7</i>	<i>M7</i>	<i>N7</i>	<i>P7</i>	<i>R7</i>	<i>S7</i>	<i>T7</i>
	Предельные отклонения, мкм										
Свыше 50 до 65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85
» 65 » 80									-32 -62	-48 -78	-64 -94
» 80 » 100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113
» 100 » 120									-41 -76	-66 -101	-91 -126
» 120 » 140									-48 -88	-77 -117	-107 -147
» 140 » 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50 -90	-85 -125	-119 -159
» 160 » 180									-53 -93	-93 -133	-131 -171
» 180 » 200									-60 -106	-105 -151	-149 -195

» 200 » 225										—63 —109	—113 —159	—163 —209
	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 —23	+13 —33	0 —46	—14 —60	—33 —79				
» 225 » 250										—67 —113	—123 —169	—179 —225
» 250 » 280										—74 —126	—138 —190	—198 —250
	+108 +56	+69 +17	+52 0	+26 —26	+16 —36	0 —52	—14 —66	—36 —88				
» 280 » 315										—78 —130	—150 —202	—220 —272
» 315 » 355										—87 —144	—169 —225	—247 —304
	+119 +62	+75 +18	+57 0	+28 —28	+17 —40	0 —57	—16 —73	—41 —98				
» 355 » 400										—93 —150	—187 —244	—273 —330
» 400 » 450										—103 —166	—209 —272	—307 —370
	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 —31	+18 —45	0 —63	—17 —80	—45 —108				
» 450 » 500										—109 —172	—229 —292	—337 —400

Продолжение табл 46

### Квалитеты 8 и 9

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	<i>D8</i>	<i>E8</i>	<i>F8</i>	<i>H8</i>	<i>J<sub>s</sub>8</i>	<i>K8</i>	<i>M8</i>	<i>N8</i>	<i>U8</i>	<i>D9</i>	<i>E9</i>	<i>F9</i>	<i>H9</i>	<i>J<sub>s</sub>9<sup>x</sup></i>
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+14 0	+7 -7	0 -14	—	-4 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Свыше 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+18 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
» 6 » 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
» 10 » 14	+77 +50	+59 +32	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	+2 -25	-3 -30	-33 -60	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+43 0	+21 -21
» 14 » 18														
» 18 » 24	+98 +65	+73 +40	+53 +20	+33 0	+16 -16	+10 -23	+4 -29	-3 -36	-41 -74	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+52 0	+26 -26
» 24 » 30									-48 -81					

» 30 » 40	+119 +80	+89 +50	+64 +25	+39 0	+19 -19	+12 -27	+5 -34	-3 -42	-60 -99	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+62 0	+31 -31
» 40 » 50									-70 -109					
» 50 » 65	+146 +100	+106 +60	+76 +30	+46 0	+23 -23	+14 -32	+5 -41	-4 -50	-87 -133	+174 +100	+134 +60	+104 +30	+74 0	+37 -37
» 65 » 80									-102 -148					
» 80 » 100	+174 +120	+126 +72	+90 +36	+54 0	+27 -27	+16 -38	+6 -48	-4 -58	-124 -178	+207 +120	+159 +72	+123 +36	+87 0	+43 -43
» 100 » 120									-144 -198					
» 120 » 140									-170 -233					
» 140 » 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+185 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
» 160 » 180									-210 -273					

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	<i>D8</i>	<i>E8</i>	<i>F8</i>	<i>H8</i>	<i>J<sub>s</sub>8</i>	<i>K8</i>	<i>M8</i>	<i>N8</i>	<i>U8</i>	<i>D9</i>	<i>E9</i>	<i>F9</i>	<i>H9</i>	<i>J<sub>s</sub>9<sup>x</sup></i>
	Предельные отклонения, мкм													
Свыше 180 до 200									—236 —308					
» 200 » 225	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 —36	+22 —50	+9 —63	—5 —77	—258 —330	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 —57
» 225 » 250									—284 —356					
» 250 » 280	+271 +190	+191 +110	+137 +56	+81 0	+40 —40	+25 +56	+9 —72	—5 —86	—315 —396	+320 +190	+240 +110	+186 +56	+130 0	+65 —65
» 280 » 315									—350 —431					
» 315 » 355	+299 +210	+214 +125	+151 +62	+89 0	+44 —44	+28 —61	+11 —78	—5 —94	—390 —479	+350 +210	+265 +125	+202 +62	+140 0	+70 —70
» 355 » 400									—435 —524					

» 400 » 450										-490						
										-587						
	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6			+385	+290	+223	+155	+77	
	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103			+230	+135	+68	0	-77	
» 450 » 500										-540						
										-637						

Продолжение табл. 46

Квалитеты от 10 до 12

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	<i>D</i> 10	<i>H</i> 10	<i>J<sub>s</sub></i> 10 <sup>x</sup>	<i>A</i> 11	<i>B</i> 11	<i>C</i> 11	<i>D</i> 11	<i>H</i> 11	<i>J<sub>s</sub></i> 11 <sup>x</sup>	<i>B</i> 12	<i>H</i> 12	<i>J<sub>s</sub></i> 12 <sup>x</sup>
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	+60 +20	+40 0	+20 -20	+330 +270	+200 +140	+120 +60	+80 +20	+60 0	+30 -30	+240 +140	+100 0	+50 -50
Свыше 3 до 6	+78 +30	+48 0	+24 -24	+345 +270	+215 +140	+145 +70	+105 +30	+75 0	+37 -37	+260 +140	+120 0	+60 -60
» 6 » 10	+98 +40	+58 0	+29 -29	+370 +280	+240 +150	+170 +80	+130 +40	+90 0	+45 -45	+300 +150	+150 0	+75 -75
» 10 » 14	+120 +50	+70 0	+35 -35	+400 +290	+260 +150	+205 +95	+160 +50	+110 0	+55 -55	+330 +150	+180 0	+90 -90
» 14 » 18												

Продолжение табл. 46

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	<i>D</i> 10	<i>H</i> 10	<i>J</i> <sub>s</sub> 10 <sup>x</sup>	<i>A</i> 11	<i>B</i> 11	<i>C</i> 11	<i>D</i> 11	<i>H</i> 11	<i>J</i> <sub>s</sub> 11 <sup>x</sup>	<i>B</i> 12	<i>H</i> 12	<i>J</i> <sub>s</sub> 12 <sup>x</sup>
	Предельные отклонения, мкм											
Свыше 18 до 24	+149 +65	+84 0	+42 -42	+430 +300	+290 +160	+240 +110	+195 +65	+130 0	+65 -65	+370 +160	+210 0	+105 -105
» 24 » 30												
» 30 » 40				+470 +310	+330 +170	+280 +120				+420 +170		
» 40 » 50	+180 +80	+100 0	+50 -50	+480 +320	+340 +180	+290 +130	+240 +80	+160 0	+80 -80	+430 +180	+250 0	+125 -125
» 50 » 65				+530 +340	+380 +190	+330 +140				+490 +190		
» 65 » 80	+220 +100	+120 0	+60 -60	+550 +360	+390 +200	+340 +150	+290 +100	+190 0	+95 -95	+500 +200	+300 0	+150 -150



» 80 » 100	+260 +120	+140 0	+70 -70	+600 +380	+440 +220	+390 +170	+340 +120	+220 0	+110 -110	+570 +220	+350 0	+175 -175
» 100 » 120				+630 +410	+460 +240	+400 +180				+590 +240		
» 120 » 140				+710 +460	+510 +260	+450 +200				+660 +260		
» 140 » 160	+305 +145	+160 0	+80 -80	+770 +520	+530 +280	+460 +210	+395 +145	+250 0	+125 -125	+680 +280	+400 0	+200 -200
» 160 » 180				+830 +580	+560 +310	+480 +230				+710 +310		
» 180 » 200				+950 +660	+630 +340	+530 +240				+800 +340		
» 200 » 225	+355 +170	+185 0	+92 -92	+1030 +740	+670 +380	+550 +260	+460 +170	+290 0	+145 -145	+840 +380	+460 0	+230 -230
» 225 » 250				+1110 +820	+710 +420	+570 +280				+880 +420		

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	<i>D10</i>	<i>H10</i>	$J_S10^x$	<i>A11</i>	<i>B11</i>	<i>C11</i>	<i>D11</i>	<i>H11</i>	$J_S11^x$	<i>B12</i>	<i>H12</i>	$J_S12^x$
	Предельные отклонения, мкм											
Свыше 250 до 280				+1240 +920	+800 +480	+620 +300				+1000 +480		
	+400 +190	+210 0	+105 -105				+510 +190	+320 0	+160 -160		+520 0	+260 -260
» 280 » 315				+1370 +1050	+860 +540	+650 +330				+1060 +540		
» 315 » 355				+1560 +1200	+960 +600	+720 +360				+1170 +600		
	+440 +210	+230 0	+115 -115				+570 +210	+360 0	+180 -180		+570 0	+285 -285
» 355 » 400				+1710 +1350	+1040 +680	+760 +400				+1250 +680		
» 400 » 450				+1900 +1500	+1160 +760	+840 +440				+1390 +760		
	+480 +230	+250 0	+125 -125				+630 +230	+400 0	+200 -200		+630 0	+315 -315
» 450 » 500				+2050 +1650	+1240 +840	+880 +480				+1470 +840		

## Квалитеты от 13 до 17

Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	$H13^x$	$J_s13^x$	$H14^x$	$J_s14^x$	$H15^x$	$J_s15^x$	$H16^x$	$J_s16^x$	$H17^x$	$J_s17^x$
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	+140 0	+70 -70	+250 0	+125 -125	+400 0	+200 -200	+600 0	+300 -300	+1000 0	+500 -500
Свыше 3 до 6	+180 0	+90 -90	+300 0	+150 -150	+480 0	+240 -240	+750 0	+375 -375	+1200 0	+600 -600
» 6 » 10	+220 0	+110 -110	+360 0	+180 -180	+580 0	+290 -290	+900 0	+450 -450	+1500 0	+750 -750
» 10 » 14	+270 0	+135 -135	+430 0	+215 -215	+700 0	+350 -350	+1100 0	+550 -550	+1800 0	+900 -900
» 14 » 18										
» 18 » 24	+330 0	+165 -165	+520 0	+260 -260	+840 0	+420 -420	+1300 0	+650 -650	+2100 0	+1050 -1050
» 24 » 30										

Продолжение табл. 46

[illegible]

» 180 » 200										
» 200 » 225	+720 0	+360 -360	+1150 0	+575 -575	+1850 0	+925 -925	+2900 0	+1450 -1450	+4600 0	+2300 -2300
» 225 » 250										
» 250 » 280	+810 0	+405 -405	+1300 0	+650 -650	+2100 0	+1050 -1050	+3200 0	+1600 -1600	+5200 0	+2600 -2600
» 280 » 315										
» 315 » 355	+890 0	+445 -445	+1400 0	+700 -700	+2300 0	+1150 -1150	+3600 0	+1800 -1800	+5700 0	+2850 -2850
» 355 » 400										
» 400 » 450	+970 0	+485 -485	+1550 0	+775 -775	+2500 0	+1250 -1250	+4000 0	+2000 -2000	+6300 0	+3150 -3150
» 450 » 500										

Примечания: 1 х — поля допусков, как правило не предназначенные для посадок 2. Поля допусков, обведенные рамкой, являются предпочтительными.

**47. Рекомендуемые замены полей допусков по системе  
ОСТ полями по ЕСП СЭВ**

*Поля допусков валов*

Размеры в мм

Класс точности по системе ОСТ	Поле допуска по системе ОСТ	Рекомендуемое для замены поле допуска по СТ СЭВ 144—75
Класс 1	$Pr\ 2_1^*$	$s\ 5^*$
	$Pr\ 1_1^*$	$r\ 5^*$
	$\Gamma_1$	$n\ 5$
	$T_1$	$m\ 5$
	$H_1$	$k\ 5$
	$П_1$	$j_s\ 5$
		$(j\ 5)$
	$C_1=B_1$	$h\ 5$
	$D_1$	$g\ 5$
	$X_1^*$	$f\ 6^*$
Класс 2	$\Gamma p$	$u\ 7$
		$(t\ 7)$ (св 24 до 500)
	$Pr$	$r\ 6$ (от 1 до 120)
		$s\ 6$ (от 1 до 3 и св. 80 до 500)
	$Пл$	$p\ 6$ (от 1 до 120)
		$r\ 6$ (от 1 до 3 и св. 80 до 500)
	$\Gamma$	$n\ 6$

Класс точности по системе ОСТ	Поле допуска по системе ОСТ	Рекомендуемое для замены поле допуска по СТ СЭВ 144—75
Класс 2	$T$	$m\ 6$
	$H$	$k\ 6$
	$P$	$j_s\ 6$
		$(j\ 6)$
	$C=B$	$h\ 6$
	$D$	$g\ 6$
	$X$	$f\ 7$
	$L$	$e\ 8^{**}$
	$Ш$	$d\ 8$
	$TX^*$	$c\ 8^*$
Класс 2а	$Pr\ 2_{2a}^*$	$u\ 8^*$
	$Pr\ 1_{2a}^*$	$s\ 7^*$
	$\Gamma_{2a}^*$	$n\ 7^*$
	$T_{2a}^*$	$m\ 7^*$
	$H_{2a}^*$	$k\ 7^*$
	$P_{2a}^*$	$j_s\ 7$
		$(j\ 7)^*$
	$C_{2a}=B_{2a}^*$	$h\ 7^*$
	$X_{2a}^*$	$f\ 8^*$
Класс 3	$Pr\ 3_3$	$z\ 8$ (св 18 до 100)

Продолжение табл 47

Класс точности по системе ОСТ	Поле допуска по системе ОСТ	Рекомендуемые для замены поле допуска по СТ СЭВ 144—75
Класс 3	$Pr 3_3$	$x 8$ (св 50 до 500)
		$u 8$ (св 225 до 500)
		$(zb 8)$ (св 6 до 18)
		$(za 8)$ (св 10 до 18)
	$Pr 2_3$	$z 8$ (св 6 до 30)
		$x 8$ (св 6 до 50)
		$u 8$ (св 24 до 500)
	$Pr 1_3$	$x 8$ (св 3 до 30)
		$u 8$ (св 3 до 100)
		$s 7$ (св 65 до 500)
		$(s 8)$ (св 65 до 500)
	$C_3=B_3$	$h 8$
		$h 9^{**}$
	$X_3$	$f 9$
		$e 9$
	$Ш_3$	$d 9$
		$d 10^{**}$



Продолжение табл 47

Класс точности по системе ОСТ	Поле допуска по системе ОСТ	Рекомендуемое для замены поле допуска по СТ СЭВ 144—75
Класс 3а	$C_{3a}=B_{3a}$	$h\ 10^*$
Класс 4	$C_4=B_4$	$h\ 11$
	$X_4$	$d\ 11$
	$L_4$	$b\ 11$
		$c\ 11$ (от 1 до 18 и св 160 до 500)
	$Ш_4$	$a\ 11$
		$b\ 11$ (от 1 до 18 и св 200 до 500)
Класс 5	$C_5=B_5$	$h\ 12$
		$h\ 13^{**}$
	$X_5$	$b\ 12$
Класс 7	$CM_7$	$Is\ 14$
	$B_7^*$	$h\ 14^*$
Класс 8	$CM_8$	$Is\ 15$
	$B_8^*$	$h\ 15^*$
Класс 9	$CM_9$	$Is\ 16$
	$B_9^*$	$h\ 16^*$
Класс 10	$CM_{10}$	$Is\ 17$
	$B_{10}^*$	$h\ 17^*$

Примечания: 1 Замена возможна во всем диапазоне размеров, установленном для заменяемого поля допуска по системе ОСТ. Для тех полей допусков по СТ СЭВ 144—75, которые могут быть использованы для замены полей по системе ОСТ в ограниченном диапазоне размеров, этот диапазон указан в скобках. 2 В скобках отмечены поля допусков по СТ СЭВ 144—75 из дополнительного набора. 3 Знаком \* отмечены поля допусков системы ОСТ, введенные из системы ИСО и соответствующие им поля ИСО. 4 Знаком \*\* отмечены замены с увеличением допуска по системе ОСТ более чем на 20%.

**48. Рекомендуемые замены полей допусков по системе  
ОСТ полями по ЕСПД СЭВ**

*Поля допусков отверстий*

Размеры в мм

Класс точности по системе ОСТ	Поле допуска по системе ОСТ	Рекомендуемое для замены поле допуска по СТ СЭВ 144—75
Класс 1	$G_1$	$N\ 6$
	$T_1$	$M\ 6$
	$H_1$	$K\ 6$
	$P_1$	$J_s\ 6$
		$(J\ 6)$
	$C_1=A_1$	$H\ 6$
	$D_1$	$G\ 6$
	$X_1^*$	$F\ 7^*$
Класс 2	$G_p$	$U\ 8^{**}$
		$T\ 7$ (св 24 до 500)
		$(U\ 7)$
		$(R\ 8)$ (от 1 до 10)
	$P_p$	$R\ 7$ (от 1 до 150)
		$S\ 7$ (св 50 до 500)
	$G$	$N\ 7$
	$T$	$M\ 7$
	$H$	$K\ 7$
	$P$	$J_s\ 7$
		$(J\ 7)$

Класс точности по системе ОСТ	Поле допуска по системе ОСТ	Рекомендуемое для замены поле допуска по СТ СЭВ 144—75
Класс 2	$C=A$	$H 7$
	$D$	$G 7$
	$X$	$F 8^{**}$
	$L$	$E 8$
	$III$	$D 8$
Класс 2а	$Pr2_{2a}^*$	$U 8^*$
	$\Gamma_{2a}^*$	$N 8^*$
	$T_{2a}^*$	$M 8^*$
	$H_{2a}$	$K 8^*$
	$P_{2a}$	$J_s 8$
		$(J 8)^*$
	$C_{2a} = A_{2a}^*$	$H 8^*$
Класс 3	$C_3=A_3$	$H 8$
		$H 9^{**}$
	$X_3$	$F 9$
		$E 9$
	$III_3$	$D 9$
		$D 10^{**}$
Класс 3а	$C_{3a} = A_{3a}^*$	$H 10^*$
Класс 4	$C_4=A_4$	$H 11$
	$X_4$	$D 11$
	$L_4$	$B 11$

Продолжение табл. 4.

Класс точности по системе ОСТ	Поле допуска по системе ОСТ	Рекомендуемое для замены поле допуска по СТ СЭВ 144—75
Класс 4	$L_4$	$C_{11}$ (от 1 до 30 и св 160 до 500)
	$Ш_4$	$A_{11}$
		$B_{11}$ (от 1 до 18 и св 200 до 500)
Класс 5	$C_5 = A_5$	$H_{12}$
		$H_{13}^{**}$
	$X_5$	$B_{12}$
Класс 7	$A_7^*$	$H_{14}^*$
	$CM_7$	$J_s 14$
Класс 8	$A_8^*$	$H_{15}^*$
	$CM_8$	$J_s 15$
Класс 9	$A_9^*$	$H_{16}^*$
	$CM_9$	$J_s 16$
Класс 10	$A_{10}^*$	$H_{17}^*$
	$CM_{10}$	$J_s 17$

Примечания: 1 Замена возможна во всем диапазоне размеров, установленном для заменяемого поля допуска по системе ОСТ. Для тех полей допусков по СТ СЭВ, которые могут быть использованы для замены полей ОСТ в ограниченном диапазоне размеров, этот диапазон указан в скобках. 2 В скобках отмечены поля допусков по СТ СЭВ из дополнительного набора. 3. Знаком \* отмечены поля допусков ОСТ, введенные из системы ИСО и соответствующие им поля ИСО 4. Знаком \*\* отмечены замены с увеличением допуска по ОСТ более чем на 20%.

# ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

## ШТАНГЕНЦИРКУЛИ

**Штангенциркуль** — универсальный измерительный инструмент, предназначенный для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д.

Точность измерения штангенциркулем определяется шкалой нониуса. Использование нониуса позволяет получать отсчет дробных частей миллиметра (0,1; 0,05 и 0,02 мм). Основной частью штангенциркуля является штанга с миллиметровыми делениями. Шкала нониуса имеет деления, отличающиеся от целого числа делений штанги на величину отсчета. У штангенциркуля с величиной отсчета 0,1 мм деление нониуса равно 1,9 (или 4,9) мм, у штангенциркуля с величиной отсчета 0,05 мм деление нониуса — 1,95 мм, а у штангенциркуля с величиной отсчета 0,02 мм — 0,98 мм при длине шкалы нониуса соответственно 19 (или 49), 39 и 49 мм и количестве делений нониуса 10, 20 и 50.

По ГОСТ 166—73 изготавливаются штангенциркули трех типов: ШЦ-I; ШЦ-II и ШЦ-III.

Штангенциркуль ШЦ-I с двусторонним расположением губок предназначен для наружных и внутренних измерений, он имеет линейку для измерения глубин (рис. 46), пределы измерения 0—125 мм и величину отсчета 0,1 мм.

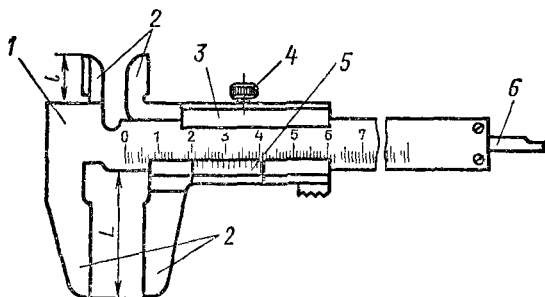


Рис. 46. Штангенциркуль типа ШЦ-I:

1 — штанга, 2 — измерительные губки, 3 — рамка, 4 — зажим рамки, 5 — нониус, 6 — линейка глубиномера

Штангенциркуль ШЦ-II с двусторонним расположением губок предназначен для измерения и для разметки (рис. 47), пределы измерения 0—200 и 0—320 мм, величина отсчета 0,05 мм и 0,1 мм.

Штангенциркуль ШЦ-III с односторонними губками (рис. 48) имеет пределы измерения 0—500 мм при величине отсчета 0,05 и

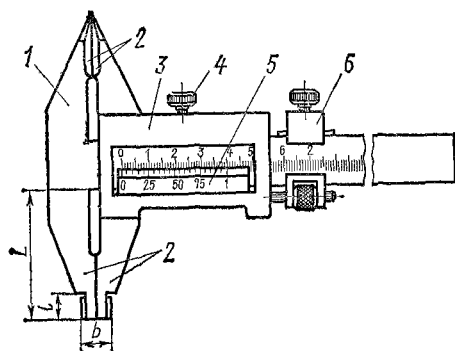


Рис. 47. Штангенциркуль типа ШЦ-II:

1 — штанга, 2 — измерительные губки, 3 — рамка, 4 — зажим рамки, 5 — нониус, 6 — микрометрическая подача

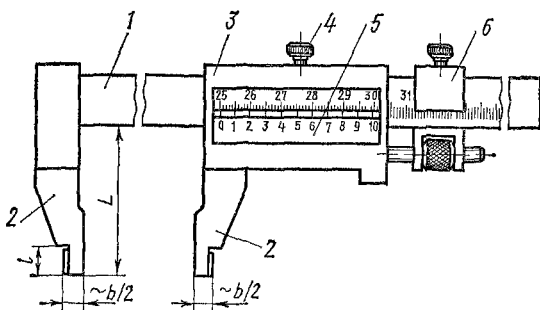


Рис. 48. Штангенциркуль типа ШЦ-III:

1 — штанга, 2 — измерительные губки, 3 — рамка, 4 — зажим рамки, 5 — нониус, 6 — микрометрическая подача

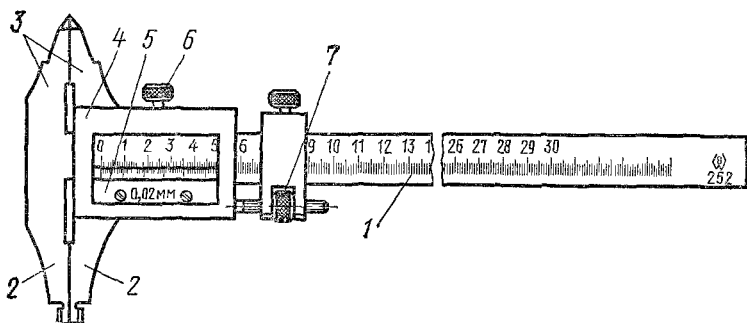


Рис. 49. Штангенциркуль с величиной отсчета 0,02 мм:

1 — штанга, 2 — измерительные губки, 3 — разметочные губки, 4 — рамка, 5 — нониус, 6 — зажим рамки, 7 — микрометрическая подача

0,1 мм и 240—710, 320—1000, 500—1400, 800—2000 мм при величине отсчета 0,1 мм.

Штангенциркуль с величиной отсчета 0,02 мм и пределами измерения 0—300 мм изображен на рис. 49.

Штангенциркули могут быть изготовлены с отдельными ноннусами для наружных и внутренних измерений. В таком случае на шкале для внутренних измерений нанесено слово «внутренний».

У штангенциркулей с одним нониусом нанесен размер сдвинутых губок для внутренних измерений, который необходимо учитывать при измерениях.

## МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

### Микрометр

Микрометры служат для измерения наружных размеров с точностью 0,01 мм. При токарных работах наиболее часто применяются микрометр гладкий для измерения наружных размеров заготовок и деталей и резьбовой микрометр со вставками.

Микрометры гладкие выпускаются с пределами измерений: 0—25; 25—50; 50—75; 75—100; 100—125; 125—150; 150—175; 175—200; 200—225; 225—250; 250—275; 275—300; 300—400; 400—500; 500—600 мм.

Все микрометры, кроме микрометра с нижним пределом измерений, равным нулю, снабжаются установочными мерами. Микрометры с верхним пределом более 300 мм снабжаются соединительными гильзами к установочным мерам, обеспечивающими возможность измерения любого размера в пределах измерений данного микрометра.

Микрометр (рис. 50) состоит из скобы 1, имеющей на одном конце пятку 2, на другом — втулку-стебель 5, внутрь которой ввернут микрометрический винт 3. Торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями. На наружной поверхности стебля проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления, а выше ее — полумиллиметровые деления. Винт 3 жестко связан с барабаном 6, на конической части которого нанесена шкала нониуса с 50 делениями.

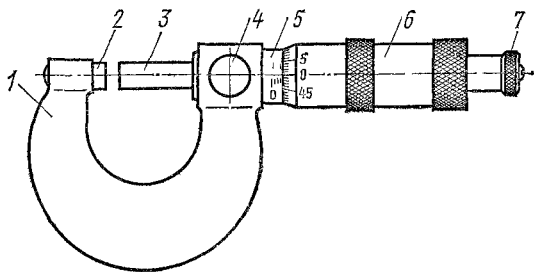


Рис. 50. Микрометр гладкий с ценой деления 0,01 мм:

1 — скоба, 2 — пятка, 3 — микрометрический винт, 4 — стопор, 5 — втулка-стебель, 6 — барабан, 7 — трещотка

На головке микрометрического винта имеется устройство, обеспечивающее постоянное измерительное давление — трещотка 7, которая прекращает вращать микрометрический винт и проворачивается при измерительном давлении, равном 900 гс.

Стопор 4 служит для фиксирования полученного размера при измерении.

Шаг микрометрического винта равен 0,5 мм, т. е. продольное перемещение винта за один полный оборот равно 0,5 мм, а цена деления нониуса равна 0,01 мм ( $0,5:50=0,01$ ).

При измерении микрометр берут левой рукой за скобу, а измеряемую заготовку (деталь) помещают между пяткой и торцом микрометрического винта и прижимают торцом винта деталь к пятке посредством вращения трещотки до ее проворачивания. Целые миллиметры отсчитывают по нижней шкале стебля, полумиллиметры — по верхней шкале стебля, сотые доли миллиметра — по нониусу (смотрят, какой штрих шкалы барабана совпадает с продольной линией стебля).

Перед пользованием микрометр проверяют на правильность показаний при помощи мерного стержня. Шкалы микрометра настраивают на нулевое положение. Для этого отвинчивают колпачок, проворачивают барабан до совмещения нулевого деления нониуса с продольной линией стебля и вновь завинчивают колпачок.

Резьбовой микрометр со вставками применяют для измерения среднего диаметра метрической и дюймовой резьб. Он отличается от обычного (гладкого) микрометра только наличием отверстий в пятке и микрометрическом винте, в которые вставляются сменные вставки: призматические, конические, конические укороченные, плоские, шаровые. К каждому микрометру прилагается комплект вставок, позволяющий измерять резьбы с шагом 1—1,75; 1,75—2,5; 3—4,5; 5—6 мм. При измерении угол профиля вставок должен соответствовать углу профиля проверяемой резьбы.

## Микрометрический нутромер

Микрометрический нутромер (штихмас) предназначен для измерения внутренних размеров с точностью 0,01 мм. Микрометрические нутромеры изготавливают с пределами измерений 50—75; 75—175; 75—600; 150—1250; 800—2500; 1250—4000; 2500—6000 и 4000—10 000 мм.

Микрометрический нутромер (рис. 51, а) имеет стебель 2, в резьбовое отверстие которого вставлен микрометрический винт 4. Шаг микрометрической винтовой пары равен 0,5 мм. Концы стебля и винта имеют сферические измерительные поверхности 1. Барабан 5 жестко связан с винтом гайкой 6. В установленном положении микрометрический винт фиксируется стопором 3.

Для увеличения пределов измерений используют удлинительные стержни (рис. 51, б). Перед навинчиванием удлинителя со стебля свинчивают гайку, а после присоединения удлинителя ее навинчивают на резьбовой конец последнего.

Нутромером измеряют по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Размер отсчитывают по шкалам так же, как у микрометра. К показанию, прочитанному на нутромере, прибавляют размер используемых при данном измерении удлинителей.



При измерении микрометрический нутромер периодически проверяют при помощи концевых плиток или точным микрометром.

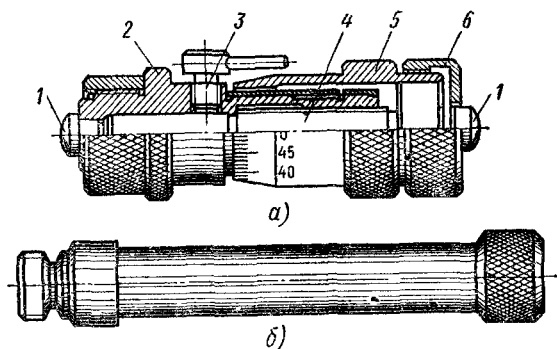


Рис. 51. Микрометрический нутромер (а) и удлинительный стержень (б):

1 — измерительная поверхность, 2 — стержень, 3 — стопор, 4 — микрометрический винт, 5 — барабан, 6 — гайка

## ИНДИКАТОРЫ

Индикаторы предназначены для проверки на точность узлов токарного станка, установки предварительно обработанных деталей, проверки биения, овальности, конусности цилиндрических поверхностей. В сочетании с нутромерами, глубиномерами и другими инструментами они используются для измерения внутренних и наружных размеров, параллельности, плоскостности и т. д.

Индикаторы бывают часового и рычажного типа, наиболее широко применяют индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 и 0,001 мм.

Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм малогабаритного или нормального исполнения выпускаются с пределами измерения 0—2; 0—3 и 0—10 мм.

Конструкция индикатора часового типа (рис. 52) основана на применении зубчатых зацеплений, преобразующих поступательное движение измерительного стержня 8 во вращательное движение стрелки 5. На циферблате

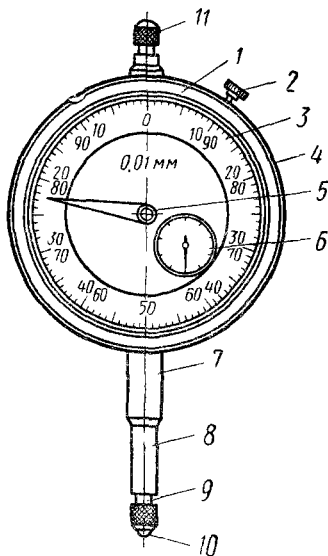


Рис. 52. Индикатор часового типа:

1 — корпус, 2 — стопор ободка, 3 — циферблат, 4 — обод, 5 — стрелка, 6 — указатель полных чисел оборотов, 7 — гильза, 8 — стержень, 9 — наконечник, 10 — шарик, 11 — головка

**3** имеется две шкалы: черная для отсчета положительных отклонений и красная — для отрицательных. Каждая шкала имеет 100 делений. Перемещение стержня **8** на 1 мм соответствует одному обороту большой стрелки **5**, поэтому цена деления равна 0,01 мм. Малая стрелка на указателе **6** отмечает число целых миллиметров перемещения измерительного стержня.

Установка стрелки в нулевое положение производится вращением циферблата **3**, соединенного с ободом **4**, или поворотом головки **11** измерительного стержня (при неподвижном циферблате).

При измерении индикатор крепят к стойке за гильзу **7** или ушко на корпусе **1**, при этом шарик **10** измерительного наконечника **9** постоянно находится в контакте с измеряемой поверхностью.

## КАЛИБРЫ

**К а л и б р ы** — бесшкальные измерительные инструменты, используемые для ограничения отклонений размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Калибрами не определяют числового значения измеряемой величины, а только устанавливают годность или негодность детали. В производстве применяют предельные калибры, т. е. калибры, имеющие наибольший и наименьший предельные размеры. В соответствии с этими размерами калибры имеют две (или две пары) измерительные поверхности проходной и непроходной частей. Различают калибры гладкие, резьбовые, конусные и др.

Для проверки отверстий используются **ка л и б р ы - п р о б к и**, а для валов — **скобы**. Проходной стороне калибра-пробки соответствует наименьший предельный размер и рабочая часть большей длины. Непроходная сторона имеет наибольший предельный размер и рабочую часть меньшей длины. Калибры-пробки могут быть выполнены с точечным контактом (штихмасы) — для диаметров свыше 250 мм, с линейным контактом (срезанные пробки) — для диаметров 100—250 мм и с поверхностным контактом (цилиндрические пробки) — для диаметров до 100 мм.

**К а л и б р ы - с к о б ы** имеют две пары измерительных поверхностей, соответствующие наибольшему и наименьшему предельным размерам. Проходная сторона имеет наибольший размер, а непроходная — наименьший. Вал считается годным, если скоба, опускаемая на него проходной стороной, скользит под действием своего веса, а непроходная сторона этой скобы не проходит. Скобы бывают односторонние и двусторонние, регулируемые и нерегулируемые.

**К о н у с н ы е к а л и б р ы - в т у л к и** и **ка л и б р ы - п р о б к и** для контроля конических валов и отверстий имеют две предельные риски на пробке и соответствующие ступени на торце втулки для контроля наибольшего и наименьшего отверстия и вала. Угол конуса контролируется по краске, нанесенной тонким слоем на образующую пробки или втулки. При повороте пробки на 45—60° на конусной поверхности отверстия краска должна равномерно стираться по всей длине пробки.

**Р е з ь б о в ы е к а л и б р ы** пробки и кольца служат для контроля предельных размеров среднего приведенного диаметра резьбы, который рассчитывается с учетом допускаемых отклонений по шагу резьбы, углу профиля и собственно среднему диаметру резьбы.

## ШАБЛОНЫ

Шаблоны (рис. 53, а) применяются для проверки сложных профилей деталей и изготавливаются из высокоуглеродистой листовой или полосовой стали.

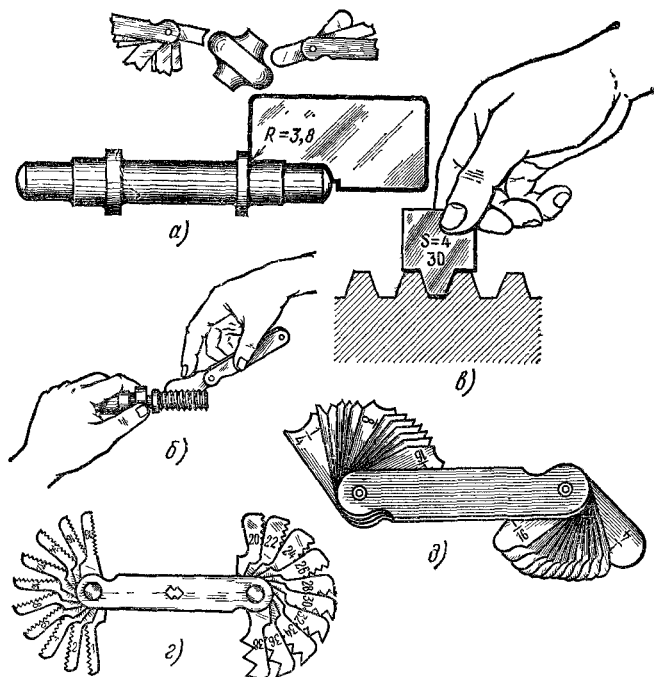


Рис 53 Шаблоны:

а — профильные, б—г — резьбовые, д — радиусные

Резьбовые шаблоны — инструменты для определения шага и профиля резьбы (рис. 53, б—г). Они представляют собой закрепленные в обоймы наборы стальных пластин толщиной 1 мм с точными зубьями резьбы. Шаблоны комплектуются в два набора: для метрической резьбы с углом профиля  $60^\circ$  и для дюймовой резьбы с углом профиля  $55^\circ$ . На каждой пластине указана величина шага или количество ниток на дюйм, а на накладке обоймы обозначена резьба метрическая ( $60^\circ$ ) или дюймовая ( $55^\circ$ ).

Радиусные шаблоны (рис. 53, д) служат для измерения отклонения размеров выпуклых и вогнутых поверхностей деталей. Эти шаблоны состоят из набора тонких стальных пластин с различными радиусами закруглений на концах. Величина радиуса закруглений на детали определяется совпадением того или иного шаблона с проверяемым профилем (на просвет). Размеры радиусных шаблонов приведены в табл. 49.

#### 49. Основные размеры радиусных шаблонов (ГОСТ 4126—66)

Номера наборов	Размеры шаблонов, мм			Количество шаблонов в наборе	
	толщина	ширина	номинальный измерительный радиус	выпуклых	вогнутых
1	0,6	12	1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6	9	9
2		20	8; 10; 12; 16; 20; 25	6	6
3			7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25	12	12

## ГЛАВА 8

# ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### ОБРАБОТКА ВАЛОВ РАЗНОЙ ТОЧНОСТИ

Порядок обработки валов в зависимости от требуемого класса точности и шероховатости указан в табл. 50.

**50. Порядок обработки валов разной точности  
и шероховатости поверхности**

Класс шероховатос- ти	Квалитет, класс точности	Вид обработки
5-й	12-й (5-й)	Одна обточка
6-й	11-й (4-й)	Черновое и чистовое обтачивание длинных деталей или одна обточка коротких деталей
7-й	8—10-й (3-й)	Чистовое обтачивание с повышен- ной точностью после черновой обра- ботки или обточка с последующим шлифованием
9-й	6—8-й (2-й)	Черновое и чистовое обтачивание с последующим шлифованием
10-й	5—6-й (1-й)	Черновое и чистовое обтачивание с последующим шлифованием повы- шенной точности или тонкое точение

### УСТАНОВКА РЕЗЦОВ ДЛЯ ТОКАРНЫХ РАБОТ

При черновом точении резец следует устанавливать выше центра обрабатываемой заготовки. При обдирке очень твердых материалов резец устанавливают ниже центра, чтобы избежать заедания его вследствие прогиба под действием большой силы резания. При обдирке тонких длинных заготовок резец устанавливают по центру во избежание заедания его вследствие того, что заготовка пружинит.

При чистовом точении резец устанавливают во всех случаях по центру обрабатываемой заготовки или немного ниже центра, выше центра устанавливать нельзя.

Величина, на которую поднимают или опускают вершину резца относительно линии центров, не должна превышать 0,01 диаметра обрабатываемой заготовки. Обычно она составляет 0,3—1,2 мм.

Если резец установлен выше центра, увеличивается передний угол  $\gamma$ , уменьшается угол резания  $\delta$  и задний угол  $\alpha$ . В связи с увеличением переднего угла отделение стружки от обрабатываемого материала происходит легче, но большее уменьшение заднего угла  $\alpha$  может привести к сильному трению задней поверхности резца о заготовку.

Если резец установлен ниже центра, уменьшается передний угол  $\gamma$ , увеличивается угол резания  $\delta$  и задний угол  $\alpha$ . В связи с уменьшением переднего угла  $\gamma$  условия резания ухудшаются.

## ПРИПУСКИ НА ОБТАЧИВАНИЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Величины припусков на черновое и чистовое обтачивание и на центровое шлифование указаны в табл. 51—53.

### 51. Припуски на черновое обтачивание валов из проката

Диаметр детали, мм	Припуски, мм, на диаметр при длине детали, мм					
	до 100	100—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000
8—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

Примечания: 1. При выделении черного обтачивания в самостоятельную операцию к припускам, указанным в таблице, необходимо прибавить припуски на чистовое обтачивание (см. табл. 52). 2. Полученный диаметр заготовки округляется до ближайшего размера проката по ГОСТу.

### 52. Припуски на чистовое обтачивание заготовок из проката

Диаметр детали, мм	Припуски, мм, на диаметр при длине 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

### 53. Припуски на обтачивание под центровое шлифование сырых валов

Диаметр детали, мм	Припуски, мм, на диаметр при длине детали, мм					Допуск по В <sub>н</sub> , мм
	до 100	100—250	250—500	500—800	800—1200	
До 10	0,2	0,3	0,3	0,4	—	—0,10
10—18	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	—0,12
18—30	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	—0,14
30—50	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	—0,17
50—80	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	—0,20
80—120	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	—0,23
120—180	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	—0,26
180—260	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	—0,30

Примечание. Припуск на шлифование закаливаемых валов длиной до 100 м принимается таким же, как и при сырых валах. При большей длине закаливаемого вала припуск на его шлифование берется на 0,1 мм больше припуска для сырого вала.

### ОБРАБОТКА ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ

На рис. 54 изображены две формы центровых отверстий. Отверстия формы А (рис. 54, а) делают в деталях, которые подвергаются предварительной обработке с пониженной точностью размеров. Отверстия формы В (рис. 54, б) применяются для деталей, многократно устанавливаемых при обработке на станке, и деталей, которые в процессе эксплуатации подвергаются ремонту шлифованием, и т. д.

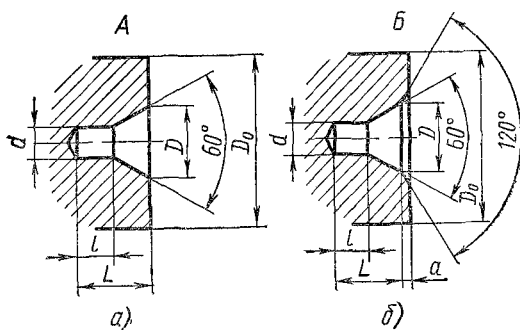


Рис. 54. Формы центровых отверстий:  
а — форма А (без предохранительного конуса), б —  
форма В (с предохранительным конусом)

Предохранительный конус с углом 120° служит для защиты основного конуса от забоин и облегчает подрезку торцов. Центровые отверстия делают одинаковыми с обоих концов заготовки, хотя диаметры концевых шеек готовой детали различны. Размеры центровых отверстий приведены в табл. 54.

## 54. Размеры центровых отверстий

Диаметр заготовки, мм	Размеры отверстия, мм					Наименьший диаметр кольцевой шейки $D_0$ , мм
	$D$	$d$	$L$	$l$	$a$	
5—8	2,5	1,0	2,5	1,2	0,4	4,0
8—12	4,0	1,5	4,0	1,8	0,6	6,5
12—20	5,0	2,0	5,0	2,4	0,8	8,0
20—30	6,0	2,5	6,0	3,0	0,8	10,0
30—50	7,5	3,0	7,5	3,6	1,0	12,0
50—80	10,0	4,0	10,0	4,8	1,2	15,0
80—120	12,5	5,0	12,5	6,0	1,5	20,0
120—180	15,0	6,0	15,0	7,2	1,8	25,0
180—300	20,0	8,0	20,0	9,6	2,0	30,0
Св. 300	30,0	12,0	30,0	14,0	2,5	42,0

## РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБТАЧИВАНИИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### Общие указания

Глубина резания определяется припуском на обработку. Следует стремиться вести обработку в один проход. Минимальное количество рабочих ходов определяется мощностью станка и заданной точностью обработки. При черновом точении глубину резания назначают максимальной — равной всему припуску. При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемых степеней точности и класса шероховатости поверхности в следующих пределах: для шероховатости поверхности до 5-го класса включительно — глубина резания 0,5—2,0 мм, для 6-го и 7-го классов — 0,1—0,4 мм.

Подачу рекомендуют выбирать для данных условий обработки максимально возможную. Величина подачи при черновом точении зависит от обрабатываемого материала, жесткости, технологической системы станка, размера заготовки и глубины резания, определяющих стойкость инструмента и прочность режущей кромки, при получистовом и чистовом точении — от шероховатости поверхности. Величину подач выбирают по табл. 55—58.

### Подачи

#### 55. Подачи при черновом обтачивании стали твердосплавными резцами без дополнительной режущей кромки

Размеры стержня резца, мм	Диаметр детали, мм, не более	Подачи, мм/об, при глубине резания, мм, не более			
		3	5	8	12
16×25	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	0,4—0,5
	400	0,8—1,2	0,7—1,0	0,6—0,8	0,5—0,6



Размеры стержня резца, мм	Диаметр детали, мм, не более	Подачи, мм/об, при глубине резания, мм, не более			
		3	5	8	12
20×30	40	0,4—0,5	0,3—0,4	—	—
	60	0,6—0,7	0,5—0,7	0,4—0,6	—
25×25	100	0,8—1,0	0,7—0,9	0,5—0,7	0,4—0,7
	600	1,2—1,4	1,0—1,2	0,8—1,0	0,6—0,9
25×40 и бо- лее	60	0,6—0,9	0,5—0,8	0,4—0,7	—
	100 и более	0,8—1,2	0,7—1,1	0,6—0,9	0,5—0,8

Примечания: 1. Меньшие значения подач соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам. 2. При обработке прерывистых поверхностей, т. е. при работе с ударными нагрузками, табличные значения подач следует умножать на коэффициент 0,75—0,85. 3. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять. 4. При обработке заготовок с припуском до 5 мм твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой (при  $\varphi_1=0$ ) табличные значения подач могут быть увеличены в два раза. 5. При обработке с глубиной резания до 8 мм быстрорежущими резцами табличные значения подач можно увеличить в 1,1—1,3 раза.

#### 56. Подачи при чистовом обтачивании твердосплавными и быстрорежущими резцами

Класс шероховатости	Обрабатываемый материал	Подачи, мм/об, при радиусе при вершине резца, мм		
		0,5	1,0	2,0
4	Сталь	0,40—0,55	0,55—0,65	0,65—0,70
	Чугун и медные сплавы	0,25—0,40	0,40—0,50	0,50
5	Сталь	0,20—0,30	0,30—0,45	0,35—0,50
	Чугун и медные сплавы	0,15—0,25	0,20—0,40	0,35—0,50
6	Сталь	0,11—0,18	0,14—0,24	0,18—0,32
	Чугун и медные сплавы	0,10—0,15	0,12—0,20	0,20—0,35

Примечания: 1. Значения подач даны для резцов со вспомогательным углом в плане  $\varphi_1=10^\circ\div 15^\circ$ , при уменьшении последнего до  $5^\circ$  значения подач могут быть повышены на 20%. 2. При чистовой обработке стали в зависимости от скорости резания величина подачи вычисляется умножением на поправочный коэффициент: при скорости резания до 50 м/мин принимать коэффициент 0,8; при скорости от 50 до 100 м/мин — 1,0; при скорости выше 100 м/мин — 1,2. В зависимости от прочности стали величину подачи находят умножением на поправочный коэффициент; при  $\sigma_B$  до 50 кгс/мм<sup>2</sup> коэффициент 0,7; при  $\sigma_B$  от 50 до 70 кгс/мм<sup>2</sup> — 0,75; при  $\sigma_B$  от 70 до 90 кгс/мм<sup>2</sup> — 1,0; при  $\sigma_B$  от 90 до 110 кгс/мм<sup>2</sup> — 1,25. 3. При обработке стали твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой ( $\varphi_1=0$ ) для получения шероховатости поверхности 4—5-го классов применяют  $v>50$  м/мин, глубину резания  $t=1$  мм, подачу  $s$  до 5 мм/об; для получения 6—7-го классов шероховатости  $v\geq 100$ ,  $t=0,4\div 0,6$ ,  $s=2\div 3$ .

### 57. Подача при черновом обтачивании стали и чугуна минералокерамическими резцами

Обрабатываемый материал		Главный угол в плане $\varphi$ , град	Подачи, мм/об, при глубине резания, мм		
Название	Механические свойства		2	4	7
Сталь	$\sigma_B \leq 75$ кгс/мм <sup>2</sup>	30—45	0,4—0,7	0,3—0,6	0,3—0,5
		60	0,3—0,6	0,3—0,5	0,2—0,4
		90	0,2—0,4	0,2—0,3	0,1—0,3
	$\sigma_B > 75$ кгс/мм <sup>2</sup>	30—45	0,4—0,6	0,3—0,5	0,2—0,4
		60	0,2—0,4	0,1—0,3	0,1—0,3
		90	0,1—0,3	0,1—0,5	0,1—0,2
Чугун	HB $\leq$ 200	30—45	0,5—0,9	0,4—0,7	0,3—0,6
		60	0,5—0,8	0,3—0,6	0,3—0,5
		90	0,3—0,6	0,2—0,5	0,2—0,4
	HB $>$ 200	30—45	0,4—0,7	0,3—0,6	0,2—0,5
		60	0,4—0,6	0,3—0,5	0,2—0,4
		90	0,3—0,5	0,2—0,4	0,1—0,3

### 58. Подачи при чистовом обтачивании стали и чугуна минералокерамическими резцами

Обрабатываемый материал	Класс шероховатости	Вспомогательный угол в плане $\varphi_1$ , град	Подачи, мм/об, при радиусе при вершине, мм	
			1,0	1,5
Сталь	5	5	0,45—0,50	0,50—0,60
		10—15	0,40—0,45	0,45—0,50
	6	$\geq 5$	0,25—0,30	0,33—0,37
	5	5	0,25—0,30	0,35—0,55
Чугун	6	10—15	0,20—0,25	0,30—0,50
		$\geq 5$	0,12—0,25	0,15—0,30

Примечание. В зависимости от прочности обрабатываемого материала величину подачи находят умножением на поправочный коэффициент: при  $\sigma_B$  до 50 кгс/мм<sup>2</sup> коэффициент 0,70; при  $\sigma_B$  от 50 до 70 кгс/мм<sup>2</sup> — 0,75; при  $\sigma_B$  от 70 до 90 кгс/мм<sup>2</sup> — 1,00; при  $\sigma_B$  от 90 до 110 кгс/мм<sup>2</sup> — 1,25.

Скорость резания, допускаемая инструментом, определяется стойкостью резца, глубиной резания, подачей, твердостью обрабатываемого материала и рядом других факторов. Средняя стойкость резца обычно принимается равной 30—90 мин. Величину скорости резания выбирают по табл. 59—71, а частоту вращения обрабатываемой заготовки — по табл. 72.

## Скорость резания при обработке резцами с пластинками из твердого сплава

### 59. Скорость резания при черновом обтачивании углеродистой, хромистой, хромоникелевой сталей и стального литья резцами с пластинками из твердого сплава

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об						
	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
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
10	—	—	127	117	106	100	90
12	—	—	—	113	103	98	88

Примечания 1. Значения скоростей резания  $v$  даны для следующих условий обработки: стойкость резца  $T=60$  мин; резец без дополнительной режущей кромки  $\phi_1 > 0$ ; обрабатываемый материал — сталь с пределом прочности 70—80 кгс/мм<sup>2</sup>; материал резца — твердый сплав Т15К6, главный угол в плане  $\phi=45^\circ$ . 2. Для измененных условий работы см. поправочные коэффициенты в табл. 61.

### 60. Скорость резания при чистовом обтачивании углеродистой, хромистой, хромоникелевой сталей и стального литья твердосплавными резцами без дополнительной режущей кромки

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об					
	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
1	270	235	222	—	—	—
1,5	253	220	208	199	—	—
2	244	211	199	191	176	166

Примечание. Поправочные коэффициенты см. в табл. 61.

### 61. Поправочные коэффициенты к таблицам скорости резания твердосплавными резцами

Стойкость резца	Обработка стали и чугуна резцом $\phi_1 > 0$	$T$ , мин	30	45	60	90	120	180
		$K_1$	1,15	1,06	1,00	0,92	0,87	0,80
	Обработка стали резцами $\phi_1 = 0$	$T$ , мин	20	30	45	60	75	90
		$K_1$	1,16	1,08	1,00	0,95	0,91	0,88
Обрабатываемый материал	Сталь	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
		$K_2$	1,65	1,35	1,15	1,00	0,88	0,75

Продолжение табл. 61

Обра- баты- ваемый мате- риал	Чугун	НВ	120—140	140—160	160—180	180—200	200—220	220—250
		$K_2$	1,60	1,34	1,15	1,00	0,88	0,77
Обрабатываемая поверхность		Состо- яние	Без корки		С коркой		С загрязнен- ной поверх- ностью	
		$K_3$	1,00		0,80—0,85		0,50—0,60	
Мате- риал резца	Обработка стали	Марка	Т30К4	Т15К6Т	Т15К6		Т14К8	Т5 < 10
		$K_4$	1,40	1,15	1,00		0,80	0,65
	Обработка чугуна	Марка	ВК2	ВК3	ВК6		ВК8	
		$K_4$	1,20	1,15	1,00		0,83	
Глав- ный угол в плане резца	Сработка стали	$\varphi$	30°	45°	60°		75°	90°
		$K_5$	1,13	1,00	0,92		0,86	0,81
	Обработка чугуна	$\varphi$	30°	45°	60°		75°	90°
		$K_5$	1,20	1,00	0,88		0,83	0,79

**62. Скорость резания при черновом обтачивании серого чугуна твердосплавными резцами без дополнительной режущей кромки**

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об						
	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
3	138	121	111	100	91	—	—
4	132	115	107	95	87	80	—
6	124	109	100	89	82	76	82
8	—	104	96	86	78	73	78
10	—	—	93	83	76	70	76
12	—	—	—	80	74	68	73

Примечание. Поправочные коэффициенты см. в табл. 61.

**63. Скорость резания при чистовом обтачивании серого чугуна твердосплавными резцами без дополнительной режущей кромки**

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об					
	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
1	187	176	162	—	—	—
1,5	175	165	152	144	—	—
2	168	158	145	138	127	118

Примечание. Поправочные коэффициенты см. в табл. 61.

**64. Скорость резания при черновом обтачивании углеродистой и легированной сталей и стального литья твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой  $\varphi_1=0^\circ$**

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
3	125	111	101	95	90
4	120	106	97	91	80
5	116	103	94	88	—

Примечание. Поправочные коэффициенты см. в табл. 61.

**65. Скорость резания при чистовом обтачивании стали твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой  $\varphi_1=0^\circ$**

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об			
	2	3	4	5
0,5	161	153	—	—
1,0	—	—	119	115

Примечание. Поправочные коэффициенты см. в табл. 61.

**Скорость резания при обработке быстрорежущими резцами**

**66. Скорость резания при обтачивании сталей**

Сталь	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—1,0	1,0—1,5
Углеродистая	0,5—1	80—53	65—42	32	—	—
	1—3	66—39	53—30	41—23	32—17	—
	3—6	48—32	39—27	30—19	23—14	17—11
	6—10	40—28	32—21	27—17	19—12	14—10
Хромистая	0,5—1	50—34	41—26	21	—	—
	1—3	42—26	34—20	26—16	21—12	—
	3—6	31—22	26—17	20—13	16—10	12—8
	6—10	26—20	22—14	17—12	13—9	10—7
Хромоникелевая	0,5—1	46—32	38—24	19	—	—
	1—3	39—24	32—18	24—15	19—11	—
	3—6	29—20	24—16	18—12	15—9	11—7
	6—10	24—18	20—13	16—11	12—8	9—6

Примечания: 1. Значения скорости резания  $v$  даны для следующих условий: работа без охлаждения, стойкость резца 60 мин, материал резца быстрорежущая сталь, главный угол в плане  $\varphi=45^\circ$ , радиус закругления  $r=2-3$  мм, обработка без корки, сечение резца  $20 \times 30$ , предел прочности обрабатываемой углеродистой стали  $\sigma_B=70-90$  кгс/мм<sup>2</sup>, хромистой — 90—110 кгс/мм<sup>2</sup>, хромоникелевой — 90—110 кгс/мм<sup>2</sup>. 2. Для измененных условий работы см. поправочные коэффициенты в табл. 69.

**67. Скорость резания при обтачивании чугуна  
быстрорежущими резцами**

Чугун	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
Серый	0,5—1	46—35	40—28	25	—	—
	1—3	40—28	32—22	28—19	25—16	—
	3—6	32—24	28—20	22—17	19—14	16—12
	6—10	28—22	24—18	20—15	17—12	14—10
Ковкий	0,5—1	67—47	56—37	30	—	—
	1—3	56—36	47—28	37—23	30—18	—
	3—6	43—30	36—23	28—19	23—15	18—12
	6—10	36—27	30—21	23—17	19—13	15—11

Примечание. Поправочные коэффициенты см. в табл. 69

**68. Скорость резания при обтачивании цветных металлов  
быстрорежущими резцами**

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
Алюминий	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. Табличные величины скоростей резания необходимо умножать на поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, стойкости, сечения, геометрии резца, охлаждения, работы по корке.

**69. Поправочные коэффициенты на скорость резания**

**В зависимости от обрабатываемого материала —  $K_1$**

$K_1$ для углеродистой стали при $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>			$K_1$ для хромистой стали при $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>			$K_1$ для хромоникелевой стали при $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>		
40—50	50—70	70—90	50—70	70—90	90—110	50—70	70—90	90—110
2,63	1,7	1	2,2	1,4	1	2,2	1,45	1

Для серого чугуна при HB			Для ковкого чугуна при HB		
150—160	160—200	200—220	120—140	140—180	180—200
1,67	1,3	1	1,85	1,34	1

Для бронзы при $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>		Для латуни при $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>		Для алюминия при HB	
До 30	Св. 30	22—36	36—48	60—80	80—100
1,3	1	1,28	1	1,24	1

В зависимости от стойкости резца —  $K_2$  $K_2$  при стойкости, мин

30	40	60	90	120	180	240
1,09	1,05	1	0,95	0,92	0,87	0,84

В зависимости от сечения резца —  $K_3$ 

Обрабатываемый материал	$K_3$ при сечении резца, мм <sup>2</sup>						
	12×12 10×16	16×16 12×20	20×20 16×25	25×25 20×30	30×30 25×40	40×40 30×45	40×60
Сталь	0,85	0,90	0,95	1,0	1,06	1,12	1,18
Чугун	0,90	0,94	0,97	1,0	1,03	1,06	1,10

В зависимости от главного угла в плане —  $K_4$ 

Обрабатываемый материал	$K_4$ при главном угле в плане $\phi$ , град				
	30	45	60	75	90
Сталь	1,30	1,0	0,83	0,72	0,64
Ковкий чугун	1,25	1,0	0,85	0,75	0,68
Серый чугун	1,20	1,0	0,88	0,79	0,73

При работе с охлаждением —  $K_5$ 

$K_5$ при $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>					
Углеродистая сталь			Хромистая и хромоникелевая сталь		
30—60	60—80	80—90	50—60	60—80	80—110
1,25	1,20	1,15	1,25	1,20	1,15

Коаккий чугуны при HB			Латунь при $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>		Алюминий при HB	
100—120	120—160	160—200	22—36	36—48	60—80	80—100
1,20	1,15	1,10	1,15	1,10	1,20	1,15

При работе по корке —  $K_6$ 

Чугун мягкий . . . . .	0,70—0,75
Чугун средней твердости и бронза . . . . .	0,85
Чугун твердый . . . . .	0,90
Стальное литье и поковки . . . . .	0,85—0,90

**Скорость резания**  
при обработке минералокерамическими резцами

**70. Скорость резания при обтачивании конструкционных сталей  
минералокерамическими резцами**

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин, при подаче, мм/об			
	0,16	0,22	0,30	0,70
1,1	488	434	385	—
2,0	434	385	342	304
4,0	385	342	304	287
До 7,0	323	304	287	270



Поправочные коэффициенты  $K_1, K_2, K_3$ 

Стойкость резца при обработке сталей				Пределы прочности при растяжении обрабатываемой стали		Главный угол в плане резца	
углеродистых		легированных					
$T$ , мин	$K_1$	$T$ , мин	$K_1$	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	$K_2$	$\varphi$ , град	$K_3$
15	1,39	15	1,51	49—55	1,25	} 45	1,00
30	1,18	30	1,23	56—61	1,10		
60	1,00	60	1,00	62—69	1,00	} 60	0,80
90	0,91	90	0,88	70—79	0,90		
120	0,85	120	0,81	80—89	0,80	} 90	0,70
180	0,77	180	0,72	90—100	0,70		

## 71. Скорость резания при обтачивании серого чугуна минералокерамическими резцами

Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин при подаче мм/об			
	0,14	0,25	0,45	0,70
1,2	434	385	343	—
2,2	385	343	304	270
4,0	343	304	270	243
7,0	—	270	243	210

Поправочные коэффициенты  $K_1, K_2, K_3, K_4$ 

Стойкость резца	$T$ , мин $K_1$	30 1,35	60 1,00	90 0,84	120 0,74	180 0,62
Твердость обрабатываемого материала	НВ	151—165	166—181	182—199	200—219	220—240
	$K_2$	1,25	1,10	1,00	0,90	0,80
Обрабатываемая поверхность	Состояние	Без корки		С коркой		
	$K_3$	1,0		0,8		
Главный угол в плане резца	$\varphi$ , град $K_4$	45 1,00		60 0,70		90 0,60

**72. Частота вращения обрабатываемой заготовки  
в зависимости от ее диаметра и скорости резания**

Диаметр, мм	Частота вращения заготовки $n$ , об/мин, при скорости резания, м/мин								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
5	313	637	953	1270	1590	1910	—	—	—
10	159	328	477	637	795	955	1116	1272	1432
15	106	212	318	424	530	636	743	850	956
20	79	159	238	318	398	477	558	636	716
25	63	127	191	252	318	382	446	510	573
30	52	105	159	211	265	318	372	425	477
35	46	91	136	182	228	273	319	364	410
40	40	80	120	160	200	240	280	320	360
45	35	71	106	142	177	212	248	284	319
50	32	64	95	127	159	191	222	254	286
60	27	53	80	106	133	159	186	212	238
70	23	46	68	91	114	137	159	182	204
80	20	40	60	80	100	119	140	159	180
90	18	36	53	71	88	106	124	142	159
100	16	32	48	64	80	95	112	127	143
150	11	21	32	42	53	64	74	85	96
200	8	16	24	32	40	48	56	64	72
250	6,3	13	19	25	32	38	44	51	57
300	5,3	11	16	21	26	32	37	42	48
350	4,6	9	13	18	24	27	32	36	41
400	4,0	8	12	16	20	24	28	32	36
450	3,5	7	11	14	18	21	25	28	32
500	3,2	6	10	13	16	19	22	26	29

*Продолжение табл. 72*

Диаметр, мм	Частота вращения заготовки $n$ , об/мин, при скорости резания, м/мин								
	50	60	70	80	90	100	120	150	200
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	1592	1910	—	—	—	—	—	—	—
15	1062	1272	1486	1696	1910	—	—	—	—
20	796	955	1115	1275	1434	1590	1911	—	—
25	637	764	892	1020	1146	1272	1530	1910	—
30	531	636	743	848	956	1060	1275	1590	2112
35	456	547	637	728	820	912	1092	1365	1822
40	400	480	560	640	720	800	960	1200	1600
45	355	425	497	568	640	710	850	1062	1418
50	318	382	446	510	573	637	765	953	1270
60	265	318	372	425	478	531	636	755	1060
70	227	273	319	364	410	455	545	682	910
80	200	239	279	320	360	400	476	597	796
90	178	213	249	285	320	358	425	530	708

Диаметр, мм	Частота вращения заготовки $n$ , об/мин, при скорости резания, м/мин								
	50	60	70	80	90	100	120	150	200
100	159	191	223	256	287	320	380	477	637
150	106	128	148	170	190	212	254	318	427
200	80	96	112	127	143	159	191	240	318
250	64	76	89	101	114	127	153	191	253
300	53	64	74	85	95	106	127	159	212
350	46	55	64	73	82	91	109	136	182
400	40	48	56	64	72	80	96	120	160
450	35	42	50	57	64	71	85	106	142
500	32	38	45	51	57	64	77	95	127

### ПРИПУСКИ НА ПОДРЕЗАНИЕ ТОРЦОВ И УСТУПОВ

Величины припусков на подрезание торцов и уступов в зависимости от диаметра и длины обрабатываемой детали указаны в табл. 73.

#### 73. Припуски на чистовое подрезание торцов и уступов

Диаметр обрабатываемой заготовки, мм	Припуски, мм, при общей длине обрабатываемой детали, мм					
	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500	св. 500
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
Св. 30 до 50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
» 50 » 120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
» 120 » 260	0,7	0,8	1,0	1,0	1,2	1,4
» 260	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5

Примечание. При обработке валов с уступами припуск берется на каждый уступ отдельно в зависимости от его диаметра и общей длины обрабатываемой детали.

### РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПОДРЕЗАНИИ ТОРЦОВ И УСТУПОВ

#### Подачи

Подачи при подрезании торцов и уступов выбирают по табл. 74, 75.

#### 74. Подачи при черновом подрезании торцов и уступов

Глубина резания, мм	2	3	4	5
Подача, мм/об	0,4—1,0	0,35—0,6	0,3—0,5	0,3—0,4

Примечание. Меньшие значения брать для твердых материалов, большие значения — для мягких.

## 75. Поддачи при чистовом подрезании торцов и уступов

Класс шероховатости поверхности	Глубина резания мм	Подачь мм/об, при диаметре обрабатываемой заготовки, мм						
		до 30	31—60	61—100	101—150	151—300	301—500	св 500
4	До 2	0,03—0,2	0,15—0,3	0,25—0,4	0,3—0,5	0,35—0,7	0,4—0,8	0,47—0,9

Примечание. Меньшие поддачи брать при шероховатости выше 4 го класса

## Скорость резания

При подрезании торцов и уступов подрезными резцами необходимо величину скорости резания для продольного обтачивания наружных цилиндрических поверхностей (см табл 59—71) умножить на коэффициент 0,8, при подрезании проходными резцами — умножить на коэффициент 1,2

## ВЫТАЧИВАНИЕ НАРУЖНЫХ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИЕ ОТРЕЗНЫМИ РЕЗЦАМИ

Ширину резца, величины поддачи и скорости резания при работе отрезными резцами выбирают по табл 76—78

### 76. Выбор ширины резца и поддачи при работе отрезными резцами

Диаметр обрабатываемой заготовки, мм не более	Ширина резца мм	Подачи мм/об для обрабатываемого материала		
		Сталь и стальное литье		Чугун и медные сплавы
		$\sigma_B \leq 80 \text{ кгс/мм}$	$\sigma_B > 80 \text{ кгс/мм}^2$	
20	3	0,08—0,10	0,06—0,08	0,11—0,14
30	3	0,10—0,12	0,08—0,10	0,13—0,16
40	3—4	0,12—0,14	0,10—0,12	0,16—0,19
60	4—5	0,15—0,18	0,13—0,16	0,20—0,22
80	5—6	0,18—0,20	0,16—0,18	0,22—0,25
100	6—7	0,20—0,25	0,18—0,20	0,25—0,30
125	7—8	0,25—0,30	0,20—0,22	0,30—0,35
150	8—10	0,30—0,35	0,22—0,25	0,35—0,40

Примечания. 1 Большие значения подачи следует брать для больших диаметров и мягких материалов, меньшие — для меньших диаметров и твердых материалов. 2 При требовании получить шероховатость поверхности 4—6 го класса при жестком закреплении заготовки и при работе с ручной подачей табличные значения подачи уменьшить на 30—40%. 3 При отрезании сплошного материала (без центрального отверстия в обрабатываемой заготовке) после углубления резца приблизительно на половину радиуса заготовки следует подачу уменьшить вдвое.

### 77. Скорость резания при отрезании резцами из быстрорежущей стали

Подача мм/об	Скорости резания, м/мин, для материалов при ширине резца, мм									
	Сталь при $\sigma_B$ , кгс/мм (работа с охлаждением)					Чугун серый при HB 190 (работа без охлаждения)				
	углеродистая			хромоникелевая						
	$\sigma_B=45$	75	85	85	75					
	Ширина 2	4	8	12	16	2	4	8	12	16
0,04	92	56	35	56	36	—	30	—	—	—
0,06	73	43	28	45	28	32	27	—	—	—
0,08	62	36	23	38	24	27	24	—	—	—
0,10	55	31	21	34	21	24	21	27	—	—
0,15	44	23	17	27	17,5	22	18	23	—	—
0,20	38	19,5	14,5	23	14,5	19	14	21	22	23
0,25	33	17	12,5	21	12,5	16	—	19	10	21
0,40	—	12,5	—	—	—	—	—	—	16	17

### 78. 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	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>						
	44—49	245	193	153	120	95	75
	50—55	218	172	136	107	85	67
	56—62	193	153	120	95	75	59
	63—70	172	136	107	85	67	53
	71—79	153	120	95	75	59	47
	80—89	136	107	85	67	53	42
	90—100	120	95	75	59	47	37
Чугун серый	HB						
	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

Поправочные коэффициенты  $K_1, K_2$ 

Стойкость резца	$T$ , мин	45	60	90	120
	$K_1$	1,06	1,00	0,92	0,87
Материал резца	Марка твердого сплава	T5K10	T15K6	BK6	BK8
	$K_2$	1,00	1,54	1,00	0,89

### ВЫГЛАЖИВАНИЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Существует два основных способа выглаживания: с жестким закреплением инструмента; с упругим закреплением инструмента.

При работе с жестким закреплением инструмента выглаживатель закрепляют на станке подобно резцу и его положение относительно обрабатываемой детали определяется только кинематикой станка и упругостью технологической системы станка.

На рис. 55 приведена схема жесткого выглаживания валика 1. Выглаживатель 2 винтом закреплен в державке 3, установленной вместо резца. При работе выглаживателями со сферической формой рабочей зоны необходимо обеспечить точную установку его вершины по высоте центров станка. Настройку на выглаживание производят следующим образом: выглаживатель подводят до касания с поверхностью вращающейся детали, затем с помощью поперечного суппорта его вводят на требуемую глубину и включают продольную подачу.

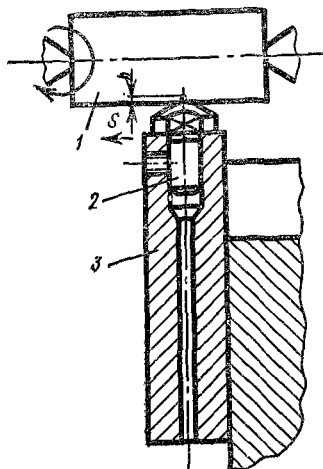


Рис. 55. Схема жесткого выглаживания

Жесткое выглаживание повышает точность размеров и формы детали путем перераспределения объемов деформируемого металла и позволяет обрабатывать прерывистые поверхности.

Однако при таком способе выглаживания из-за биения детали величина внедрения выглаживателя, а следовательно, и сила выглаживания колеблется в определенных пределах. В результате этого явления обработанная поверхность имеет различную шероховатость и неоднородна по физико-химическим свойствам. Поэтому при таком выглаживании предъявляются повышенные требования к жесткости технологической системы станка.

Глубину внедрения выглаживателя выбирают по формуле

$$h = 1,1 - 1,3 R_{\text{зисх}},$$

где  $R_{\text{зисх}}$  — высота микронеровностей обрабатываемой поверхности.

При работе на станках обычной точности упругие отжиги технологической системы станка и погрешность установки поперечного суппорта значительно превышают глубину 5—10 мкм, поэтому фактическая глубина внедрения может значительно отличаться от заданной.

Выглаживание с упругим закреплением инструмента является более простым и надежным способом.

На рис. 56 приведена схема выглаживания по способу Г. И. Чекина. Выглаживатель 4 устанавливают в посадочном отверстии штока и закрепляют винтом. Сила прижатия выглаживателя к поверхности детали 5 задается сжатием тарированной пружины 2 при помощи винта 1. Силу прижатия контролируют индикатором 3.

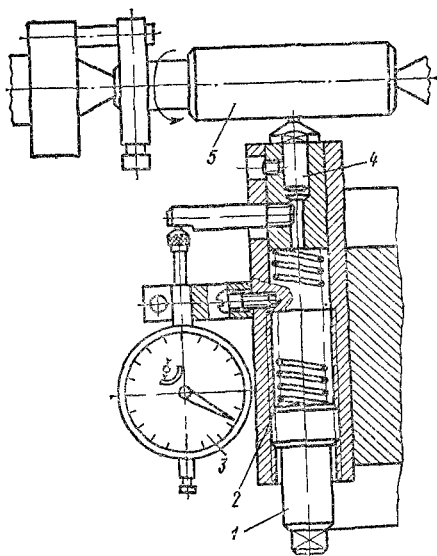


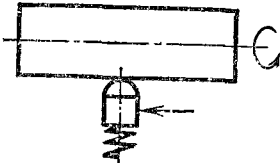
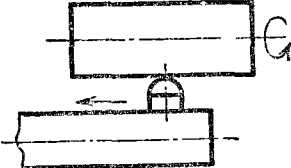

Рис. 56. Схема выглаживания пружины державкой конструкции Г. И. Чекина

Настройку производят в следующем порядке. Предварительно сжимают пружину и по контрольной шкале устанавливают нужную силу выглаживания, с помощью поперечного суппорта выглаживатель подводят до касания с обрабатываемой поверхностью и устанавливают натяг 0,2—0,3 мм по индикатору. Одновременно включают продольную подачу.

При работе с выглаживателями сферической формы вершина выглаживателя по высоте центров станка устанавливается точно. При таком способе выглаживания погрешности формы поверхности не исправляются, а лишь повышается чистота обработки и происходит упрочнение вследствие наклепа.

В табл. 79 приведена классификация основных способов выглаживания наружных поверхностей.

## 79. Классификация основных способов выравнивания наружных поверхностей

Способ обработки	Назначение	Форма выравнивателя	Эскиз обработки
Упругие выравниватели	Отделка, упрочнение	Сфера, цилиндр, тор	
Жесткие выравниватели	Калибрование, отделка, упрочнение	Сфера, цилиндр, тор	
Выравнивание набором выравнивателей	Отделка, упрочнение	То же	

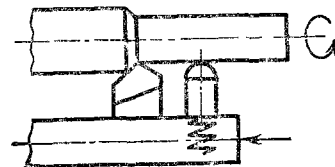


Выглаживание,  
соединенное с точением

совме-

То же

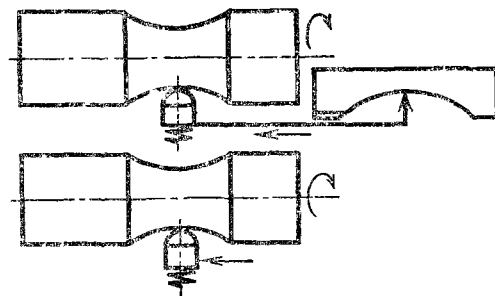
»

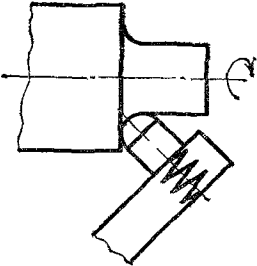
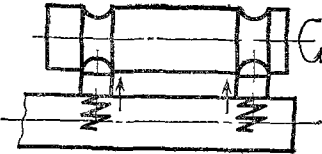


Выглаживание фасонных  
и конусных поверхностей  
по копиру и с использова-  
нием нежестких пружин

»

Сфера, цилиндр



Способ обработки	Назначение	Форма выглаживателя	Эскиз обработки
Выглаживание галтелей	Отделка, упрочнение	Сфера, цилиндр	
Выглаживание радиусных канавок	Отделка, упрочнение, калибровка	То же	

Выглаживание алмазным инструментом получило широкое распространение благодаря тому, что инструмент для выглаживания выпускается серийно ВНИИалмаз нормализовал алмазные выглаживатели сферической формы двух типов — без головки и с головкой (нормаль ОН 037-103—67). В этой нормали предусмотрены размеры радиусов выглаживателей от 0,5 до 4 мм

Выглаживатели затачивают на ограночных станках, а при отсутствии их — на универсально заточных станках в специальном приспособлении. Для этого применяют алмазные круги на металлической основе типа АПВ или АЧК зернистостью А50/40, 100% ной концентрации. Рабочие части доводят чугунами притирами, шаржированными алмазной пудрой или пастой зернистостью АМ40/28—АМ28/20 — для предварительной притирки и АМ3/2—АМ1/0 для окончательной притирки. Шероховатость доведенной рабочей поверхности должна быть не ниже 12—13 го классов.

При выглаживании на обычных универсальных токарных и токарно-винторезных станках радиальное бнение шпинделя не должно превышать 0,01—0,02 мм.

Подачу выглаживания выбирают в пределах 0,02—0,08 мм/об при скоростях до 150—200 м/мин и обильном охлаждении.

Рекомендуемые значения радиусов рабочей части выглаживателей приведены в табл. 80.

В табл. 81 приведены оптимальные значения режимов алмазного выглаживания для различных материалов.

**80. Значения радиусов рабочей части выглаживателей**

Материал детали	Твердость материала детали	Радиус алмаза r, мм
Мягкие стали и цветные сплавы	НВ 300	3,5—2,5
Термически обработанные стали средней твердости	HRC 35—50	2,5—1,5
Закаленные и цементированные стали	HRC 50—65	1,5—0,8

# 81. Оптимальные режимы алмазного выглаживания

Материалы	Режимы обработки				Класс шероховатости		Увеличение твердости, %
	$R_{\text{выгл}}$	Сила, кгс	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	до обработки	после обработки	
Закаленные стали:							
20, 25, 40X, P18, Y8, ХВГ, 35ХГС, 18ХГТ, 12Х2Н4А, 15Х, 20ХНМ, 38ХМЮА при HRC 52—62	1—1,3	12—18	0,02—0,05	40—120	7 8 9	9 10 11	20—35
Незакаленные стали:							
45, 40X, 4X13, ЭИ702, 35ХН1М, 50ХФА, 30ХГСА при HB 180—350	2, 5— 3,5	12—25	0,03—0,08	40—120	7 8 9 6	10 11 12 10—11	10—20
Сплавы алюминия							
B95T1, Д1, Д1Т, АК6 при HB 140—180	3—3,5	8—15	0,04—0,1	40—120	7 8 9 4	11—12 11—12 12 8	8—14
Бронзы, латуни							
БрОФ6, 5 О, БрОЦС6-6-3, БрОС8-22, БрАЖ 9-4, ЛС59-1 при HB 100—190	3—3,5	10—20	0,04—0,1	40—120	5 6 7	9 10—11 11—12	15—20

## ГЛАВА 9

# ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

### ТИПОВЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Отверстия бывают глухие и сквозные, нормальные и глубокие. Термином «глубокие» обозначаются отверстия, длина которых превышает диаметр в 5 раз и больше.

В зависимости от требований отверстия обрабатываются различными инструментами и в различной последовательности (табл. 82). Пслучаемая при этом шероховатость поверхности приведена в табл. 179.

**82. Последовательность обработки нормальных отверстий  
2—4-го классов точности**

Диаметр отверстия, мм	Заготовка под отверстие	Класс точности		
		2-й	3-й	4-й
До 10	Сплошной материал	Сверление и раз- вертывание полу- стовое, разверты- вание чистовое	Сверление, раз- вертывание	Сверление
От 10 до 30	Сплошной материал	Сверление, зенке- рование или раста- чивание, разверты- вание полустовое развертывание чи- стовое	Сверление, рас- тачивание или зенкерование, развертывание	Сверление, зенкерование или разверты- вание
	Отлитое или прошитое от- верстие с при- пуском до 4 мм на диаметр	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание полу- стовое, разверты- вание чистовое	Растачивание или зенкерование развертывание	Растачива- ние или зен- керование
	Отлитое или прошитое от- верстие с при- пуском свыше 4 мм на диа- метр	Растачивание или зенкерование черно- вое, зенкерование или растачивание полу- чистовое, разверты- вание чистовое	Растачивание или зенкерование черновое или рас- тачивание полу- чистовое, развер- тывание	Растачива- ние или зен- керование черновое, зен- керование или растачивание чистовое

Диаметр отверстия, мм	Заготовка под отвер- стие	Класс точности		
		2-й	3-й	4-й
От 30 до 100	Сплошной материал	Сверление, рассвер- ливание, зенкерова- ние или (вместо рас- сверливания и зенке- рования) растачива- ние черновое, развер- тывание получисто- вое, развертывание чистовое	Сверление, рас- сверливание, зен- керование или (вместо рассвер- ливания и зенке- рования) растачи- вание, разверты- вание	Сверление, рассверлива- ние или ( Вме- сто рассвер- ливания) рас- тачивание
	Отлитое или прошитоое от- верстие с при- пуском до 6 мм на диаметр	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание полу- чистовое, развертыва- ние чистовое	Растачивание или зенкерование, развертывание	Растачива- ние или зен- керование
	Отлитое или прошитоое от- верстие с при- пуском выше 6 мм на диа- метр	Растачивание или зенкерование черно- вое, зенкерование и растачивание полу- чистовое, развертыва- ние чистовое	Растачивание или зенкерование черновое, зенке- рование или рас- тачивание полу- чистовое, развер- тывание	Растачива- ние или зен- керование по- лучистовое
Свыше 100	Отлитое или прошитоое от- верстие с при- пуском 6 мм на диаметр	Растачивание чер- новое, растачивание получистовое, раста- чивание чистовое или развертывание специ- альной разверткой	Растачивание черновое, раста- чивание получисто- вое, растачивание чистовое или раз- вертывание специ- альной разверт- кой	Растачива- ние чериовое, растачивание чистовое

## СВЕРЛЕНИЕ И РАССВЕРЛИВАНИЕ

### Типы сверл, их назначение и устройство

Сверла изготовляют из инструментальных сталей (P18, P9, P12, 9ХС, Р6М3, Р6М5, Р9К5, Р9М4К8, P10K5Ф5 и др.), а также оснащают пластинками из твердых сплавов (ВК8, ВК6М, ВК10М, ВК6-ОМ и др.).

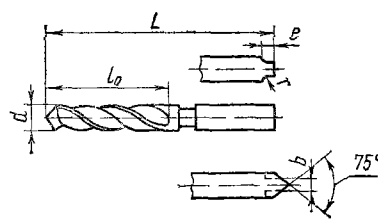
Наиболее широко применяются спиральные сверла. Их типы и размеры установлены ГОСТами (табл. 83, 84).

### 83. Диаметры спиральных сверл, мм (ГОСТ 885—77)

0,25	1,9	4,1	7,8	11,3	(17,4)	26
0,3	1,95	4,2	7,9	11,4	17,5	26,25
0,35	2,00	(4,25)	8,00	11,5	17,75	26,5
0,4	2,05	4,5	8,1	11,7	18	26,75

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

### 84. Основные типы сверл

Наименование сверл	Основные размеры, мм			Применение	Эскиз
	$d$	$L$	$l_0$		
Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком					
а) длинная серия (ГОСТ 886—77)	1,95—1,20	85—255	55—165	Сверление отверстий на сверлильных станках, пневмодрелями и на специальных агрегатных станках с правым вращением шпинделя	
б) средняя серия (ГОСТ 10902—77)	0,25—20	20—205	3—140		
в) короткая серия (ГОСТ 4010—77)	1—20	32—130	6—65		



Наименование сверл	Основные размеры мм			Применение	Эскиз
	$d$	$L$	$l_0$		
Сверла спиральные с коническим хвостовиком				Сверление отверстий на сверлильных станках общего назначения, тяжелыми электро- и пневмодрелями. Сверла удлиненные применяются для сверления через кондукторные втулки	
а) нормальные (ГОСТ 10903—77)	6—80	140—515	60—260		
б) удлиненные (ГОСТ 2092—77)	7,7—30	240—395	160—275		
Сверла спиральные, оснащенные пластинками из твердого сплава (ГОСТ 22735—77):				Сверление отверстий в заготовках из чугуна (особенно с литой коркой), из твердых и закаленных сталей (HRC 60—64), из пластмасс, эбонита, стекла	
спиральные с цилиндрическим хвостовиком	5—12	70—120	36—70		
спиральные с коническим хвостовиком	10—30				
а) нормальные	—	170—325	90—175		
б) укороченные	—	140—275	60—125		

На рис. 57 приведена типовая конструкция спирального сверла с указанием основных элементов его и геометрии заточки.

Основные типы стандартных сверл даны в табл. 84.

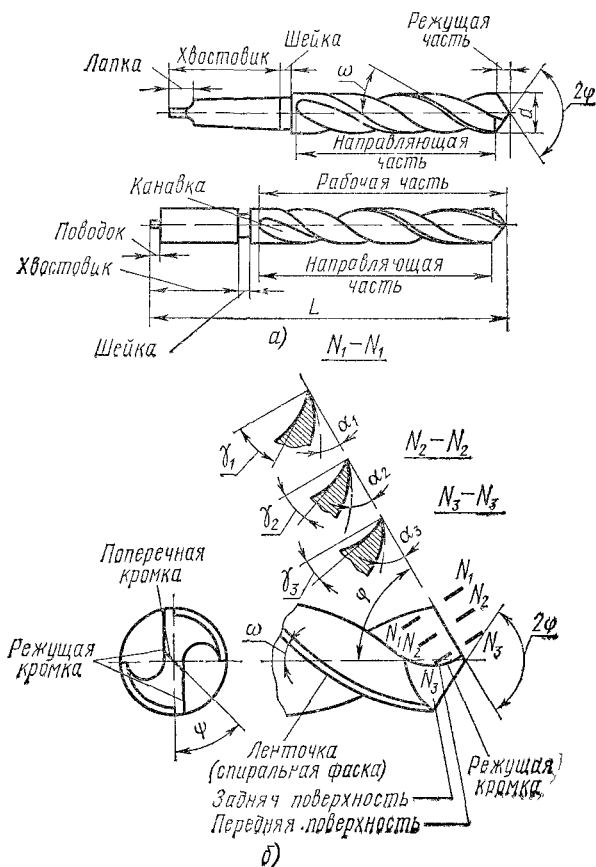




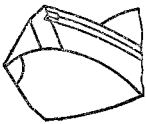
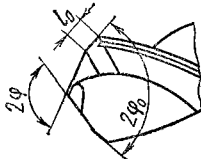
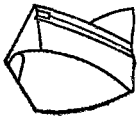
Рис. 57. Типовая конструкция спирального сверла:

а — основные элементы сверла, б — геометрия заточки

## Заточка сверл

Формы заточки сверл и величины углов заточки в зависимости от применения указаны в табл. 85, 86.

**85. Формы заточки сверл**

Наименование	Эскиз заточки	Применение
Одинарная (нормальная)		Сверление $d=0,25 \div \div 12$ мм в стали, стальном лите, чугуне
Одинарная с подточкой перемычки (поперечной кромки)		Сверление $d=12 \div \div 80$ мм в стальном лите $\sigma_b \leq 50$ кгс/мм <sup>2</sup> по корке
Одинарная с подточкой перемычки и ленточки		Сверление $d=12 \div \div 80$ мм в стали и стальном лите $\sigma_b \leq 50$ кгс/мм <sup>2</sup> со снягой коркой
Двойная с подточкой перемычки		Сверление $d=12 \div \div 80$ мм в стальном лите $\sigma_b > 50$ кгс/мм <sup>2</sup> по корке и в чугуне по корке
Двойная с подточкой перемычки и ленточки		Сверление $d=12 \div \div 80$ мм в стали и стальном лите $\sigma_b > 50$ кгс/мм <sup>2</sup> со снятой коркой и в чугуне со снятой коркой

## 86. Углы при вершине сверла

Обрабатываемый материал	Угол $2\phi$ , град
Сталь при $\sigma_B \leq 70$ кгс/мм <sup>2</sup> . . . . .	116—118
Сталь при $\sigma_B = 70 \div 100$ кгс/мм <sup>2</sup> . . . . .	120
Сталь при $\sigma_B = 100 \div 140$ кгс/мм <sup>2</sup> . . . . .	125
Нержавеющая сталь . . . . .	120
Чугун . . . . .	116—120
Медь . . . . .	125
Твердая бронза и латунь . . . . .	135
Вязкая латунь и медное литье . . . . .	130
Чистый алюминий и вязкие легкие сплавы . . . . .	130—140
Титановые сплавы . . . . .	90—120
Мрамор . . . . .	80
Пластмассы, эбонит, бакелит . . . . .	60—100

## Режимы резания при сверлении

Величины подачи и скоростей резания при сверлении и рассверливании отверстий в стальных и чугунных заготовках указаны в табл. 87, 88, 89.

**87. Поддачи (ручные) и скорости резания  
при сверлении сверлами из быстрорежущей стали**

Диаметр сверла, мм	Обрабатываемый материал			
	сталь $\sigma_B = 75$ кгс/мм <sup>2</sup>		Чугун серый НВ=190	
	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—0,60	27—21
20—25	0,20—0,35	30—20	0,40—0,80	24—20
25—30	0,25—0,50	25—18	0,50—1,00	23—18

Примечания: 1. Таблица составлена для сверления отверстий глубиной не более трех диаметров. При более глубоком сверлении подачи и скорости резания следует уменьшать. 2. Отверстия в стали сверлятся с охлаждением эмульсией, отверстия в чугуне — без охлаждения. 3. При работе сверлами из инструментальной углеродистой стали можно брать подачи, указанные в таблице, а скорости резания уменьшать приблизительно в два раза. 4. С увеличением или уменьшением твердости обрабатываемого материала следует уменьшать или увеличивать скорость резания, но не более чем вдвое. 5. При работе сверлами с двойной заточкой можно увеличить скорость на 20%.

## 88. Поддачи (ручные) и скорости резания при рассверливании отверстий быстрорежущими сверлами

Диаметр обра- батываемого от- верстия, мм	Обрабатываемый материал									
	сталь $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$					чугун серый HB<190				
	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре предвари- тельно просверленного отверстия, мм				Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре предвари- тельно просверленного отверстия, мм			
		10	15	20	30		10	15	20	30
25	0,2	35	40	—	—	0,2	38	40	—	—
	0,3	30	32	—	—	0,3	32	35	—	—
	0,4	26	28	—	—	0,5	27	28	—	—
30	0,3	30	33	34	—	0,3	34	35	37	—
	0,4	25	27	29	—	0,4	30	31	32	—
	0,6	21	22	24	—	0,6	25	26	27	—
40	0,3	—	27	28	32	0,3	—	31	32	31
	0,4	—	24	25	28	0,5	—	28	29	30
	0,6	—	19	20	23	0,7	—	23	24	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 При обработке стали  $\sigma_B < 75 \text{ кгс/мм}^2$  и чугуна HB<190 табличные значения подачи и скоростей резания несколько увеличивать. Если  $\sigma_B > 75 \text{ кгс/мм}^2$  и HB>190, табличные данные уменьшать.

## 89. Поддачи при сверлении твердосплавными сверлами

Диаметр сверла, мм	Поддачи, мм/об, для обрабатываемого материала		
	Сталь $\sigma_B = 55-85$ кгс/мм <sup>2</sup>	Чугун HB≤170	Чугун HB>170
10	0,12—0,16	0,25—0,45	0,20—0,35
12	0,14—0,20	0,3—0,5	0,20—0,35
16	0,16—0,22	0,35—0,6	0,25—0,40
20	0,20—0,26	0,4—0,7	0,25—0,40
23	0,22—0,28	0,45—0,8	0,30—0,45
26	0,24—0,32	0,5—0,85	0,35—0,50
29	0,26—0,35	0,5—0,90	0,40—0,60

Примечания 1. Поддачи даны для сверления отверстий глубиной до трех диаметров. При большей глубине сверления табличные величины подачи следует умножить на поправочный коэффициент. Поправочные коэффициенты принимать: при глубине сверления  $l=3-5$  диаметров — 0,9, при  $l=5-7$  диаметров — 0,8, при  $l=7-10$  диаметров — 0,75. 2. При рассверливании величина подачи увеличивается в 1,5—2 раза по сравнению с указаниями в таблице. 3. При сверлении закаленной стали принимать следующие величины подачи, при HRC до 40—0,04—0,05 мм/об, при HRC 40—0,03 мм/об, при HRC 55—0,025 мм/об, при HRC 64—0,02 мм/об. 4. Сталь сверлят с охлаждением эмульсией, чугун — без охлаждения.

## Способы повышения производительности труда при сверлении

Одним из способов повышения труда при сверлении является двойная заточка сверл (см. эскизы табл. 85). Заборная часть сверла с двойной заточкой имеет две пары режущих кромок. Короткие кромки длиной около  $0,2 D$  образуют угол  $70-75^\circ$ , длинные кромки — угол при вершине  $116-118^\circ$ . При двойной заточке увеличивается ширина стружки, уменьшается ее толщина в наиболее напряженном месте режущей кромки, вследствие чего уменьшается износ уголков режущей кромки и повышается стойкость сверла при обработке стали в 2—3 раза и при обработке чугуна в 3—5 раз.

Другой способ повышения производительности труда состоит в подточке перемычки (поперечной кромки) сверл, что ведет к значительному уменьшению силы подачи. Различные формы перемычки показаны на рис. 58

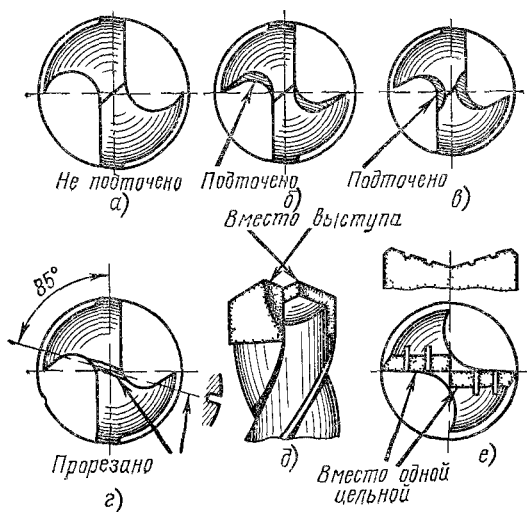


Рис. 58. Различные формы перемычки сверла:

*а* — не подточено, *б*, *в* — выборка дополнительных выемок у вершины сверла, *г* — подрезка перемычки, *д* — перемычка с пониженным центром, *е* — сверло с максимальной длиной главных режущих кромок

Подточку перемычки выполняют выборкой дополнительных выемок у вершины сверла по обоим канавкам (рис. 58, б, в).

Сверло Жирова имеет прорезанную перемычку (рис. 58, г), создающую дополнительные режущие кромки у вершины резца. Такая конструкция уменьшает усилие подачи в 2,5—3 раза, что позволяет увеличить подачу примерно вдвое. Сверло Жирова изготавливается с тройной заточкой. Короткие режущие кромки (у цилиндрической части сверла) образуют угол  $55^\circ$ , более длинные —  $70^\circ$ , самые длинные

(у вершины) —  $118^\circ$  Благодаря такой заточке стойкость сверла повышается в 2—3 раза (при повышенной подаче) по сравнению с быстрорежущими сверлами обычной конструкции.

В конструкции твердосплавного сверла проф. Кривоухова (рис. 58, д) благодаря понижению центра перемычки образованы дополнительные режущие кромки.

Сверло с максимальной длиной главных режущих кромок (рис. 58, е) создано Всесоюзным научно-исследовательским инструментальным институтом

Стойкость сверл повышают также подточкой ленточек. Ленточки подтачивают на длине 2—3 мм (начиная от главной режущей кромки) затыловкой под углом  $6—8^\circ$ , оставляя узкую фаску шириной 0,1—0,2 мм. Фаска необходима для того, чтобы при износе сверла его диаметр на этом участке не уменьшался, так как уменьшение может привести к защемлению и поломке сверла. При обработке вязких сталей, сопровождающейся налипанием частиц обрабатываемого материала на ленточке, такая заточка повышает стойкость сверла в 2—6 раз.

## ЗЕНКЕРОВАНИЕ

### Типы зенкеров, их назначение и устройство

Зенкеры предназначены для обработки отверстий в заготовках, полученных отливкой, штамповкой или предварительно просверленных, для обработки цилиндрических и конических углублений (под головки винтов, заклепок и т. п.), для обработки фасок и зачистки торцовых поверхностей.

Особенностями зенкера по сравнению со сверлом являются наличие трех или четырех зубьев, меньшие углы в плане и большая жесткость. Припуски на зенкерование меньше, чем на сверление. Этим достигается лучшее, чем у сверла, направление в отверстие, большая стойкость, повышенные точность обрабатываемой поверхности и производительность.

При зенкеровании обеспечивается точность 4-го класса и шероховатость поверхности 4—6-го классов.

По назначению зенкеры разделяются на следующие:

спиральные — для обработки сквозных цилиндрических отверстий,

цилиндрические зенковки — для обработки торцов у литых бобышек и отверстий под цилиндрические головки винтов,

конические зенковки — для обработки конических гнезд и центров в заготовках;

по способу крепления: хвостовые, насадные,

по конструктивным признакам: цельные, с напаянными вставными зубьями, сборные со вставными зубьями;

по характеру работы: для снятия малых и больших припусков, комбинированные, ступенчатые,

по материалу режущей части: быстрорежущие, твердосплавные.

Конструкция зенкеров показана на рис. 59, а—в. Геометрические параметры режущей части зенкеров даны в табл. 90. Припуски на обработку и режимы резания при зенкеровании указаны в табл. 91—95.

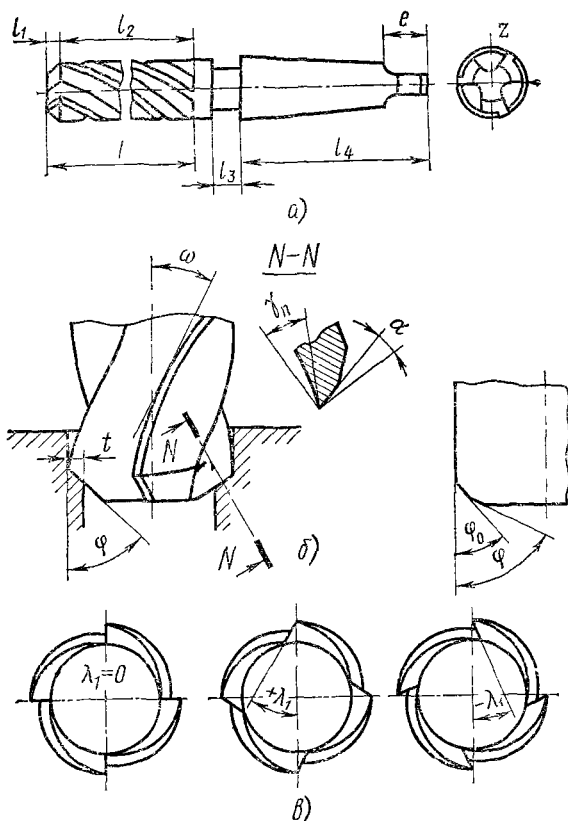


Рис 59 Зенкер:

*a* — элементы зенкера *б* — режущая часть, *в* — углы наклона главной режущей кромки *l* — рабочая часть, *l*<sub>1</sub> — режущая часть, *l*<sub>2</sub> — калибрующая часть, *l*<sub>3</sub> — шейка *l*<sub>4</sub> — хвостовик, *e* — лапка *z* — число зубьев *ω* — угол наклона винтовой канавки *γ* — передний угол *α* — задний угол *φ* — угол при вершине *φ*<sub>0</sub> — угол в плане переходной кромки, *λ* — угол наклона режущей кромки

## 90. Геометрические параметры режущей части зенкеров

Материал режущей части	Обрабатываемый материал	Углы, град					
		$\varphi$	$\varphi_0$	$\omega$	$\alpha$	$\lambda$	$\gamma$
Быстрорежущая сталь Твердосплавные пластинки	Сталь	45—60	—	20	10	10—15	20
	Чугун	60	30	10—15	10	0—15	8



## Припуски

### 91. Припуски на зенкерование

Диаметр зенкера, мм	15—20	25—30	40—45	50—60	70	80
Припуск на сторону, мм	0,5	0,75	1,0	1,5	1,75	2,0

## Режимы резания

### 92. Подачи и скорости резания при обработке углеродистой стали быстрорежущими зенкерами (работа с охлаждением)

Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре зенкера, мм, и припуске на сторону, мм					
	$d=15$	18	20	25	30	35
	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75
0,2	43,8	—	—	—	—	—
0,3	31,2	35,6	34,7	—	—	—
0,4	30,0	30,7	30,1	26,9	28,4	—
0,5	27,8	27,4	26,9	24,2	25,4	25,2
0,6	25,5	25,1	24,5	22,1	23,4	22,8
0,7	23,5	23,2	22,7	20,5	21,7	21,0
0,8	—	21,8	21,2	19,3	20,3	19,8
1,0	—	19,4	18,9	17,3	18,1	17,8
1,2	—	—	17,3	15,6	16,3	16,2
1,4	—	—	—	14,5	15,4	15,1

Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре зенкера, мм, и припуске на сторону, мм					
	$d = 40$	45	50	60	70	80
	1,0	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
0,7	15,7	15,8	—	—	—	—
0,8	14,7	14,8	13,7	—	—	—
1,0	13,1	13,2	12,3	11,0	10,6	—
1,2	11,9	12,0	11,1	10,0	9,7	9,8
1,4	11,1	11,2	10,4	9,3	9,0	9,1
1,6	10,3	10,3	9,7	8,7	8,4	8,5
1,8	9,8	9,8	9,2	8,2	7,9	8,0
2,0	9,4	9,4	8,7	7,8	7,5	7,6
2,2	8,9	8,9	8,3	7,4	7,2	7,2

Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре зенкера, мм, и припуске на сторону, мм					
	$d = 40$	45	50	60	70	80
	1,0	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
2,4	—	—	—	7,1	6,9	7,0
2,6	—	—	—	—	6,6	6,8
2,8	—	—	—	—	6,0	6,5

Примечание. При обработке стали с пределом прочности  $\sigma_B < 75 \text{ кгс/мм}^2$  табличные значения подач и скоростей несколько увеличивать, при обработке стали  $\sigma_B > 75 \text{ кгс/мм}^2$  — уменьшать.

**93. Подачи и скорость резания при обработке серого чугуна зенкерами из быстрорежущей стали (работа без охлаждения)**

Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре зенкера, мм, и припуске на сторону, мм					
	$d = 15$	18	20	25	30	35
	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75
0,4	32,4	—	—	—	—	—
0,6	27,4	28,5	28,4	—	—	—
0,7	25,8	26,8	26,7	—	—	—
0,8	24,5	25,0	25,0	25,0	—	—
1,0	22,4	23,2	23,2	22,8	23,7	24,0
1,2	20,8	21,6	21,6	21,2	21,6	22,0
1,4	—	20,3	20,3	20,0	20,3	20,7
1,6	—	—	19,4	18,8	19,4	19,6
1,8	—	—	—	18,0	18,4	18,7
2,0	—	—	—	17,3	17,7	17,9
2,2	—	—	—	—	—	17,3
2,4	—	—	—	—	—	16,9

Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре зенкера, мм, и припуске на сторону, мм					
	$d = 40$	45	50	60	70	80
	1,00	1,00	1,25	1,5	1,75	2,0
1,2	17,5	17,9	17,4	—	—	—
1,4	16,6	17,2	16,4	16,6	—	—
1,6	15,7	16,4	15,6	15,7	15,1	—
1,8	15,0	15,6	14,8	14,9	14,4	14,7
2,0	14,3	14,8	14,2	14,4	13,8	14,0
2,2	13,8	14,3	13,7	13,8	13,3	13,5
2,4	13,4	13,9	13,3	13,3	12,8	13,0

Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, при диаметре зенкера, мм, и припуске на сторону, мм					
	<i>d</i> = 40	45	50	60	70	80
	1,00	1,00	1,25	1,5	1,75	2,0
2,6	13,0	13,5	12,8	12,9	12,4	12,6
2,8	12,6	13,0	12,3	12,5	12,0	12,3
3,0	—	12,7	12,1	12,2	11,7	11,9
3,6	—	—	—	11,5	11,1	11,3
4,0	—	—	—	—	10,5	10,7

Примечание. При обработке чугуна  $HB < 190$  табличные значения подачи и скорости резания несколько увеличивать, при  $HB > 190$  — уменьшать.

#### 94. Поддачи при обработке зенкерами из твердых сплавов

Диаметр зенкера, мм	Поддачи, мм/об, для обрабатываемого материала			
	Сталь незакаленная	Сталь закаленная	Чугун $HB \leq 170$	Чугун $HB > 170$
До 15	0,40—0,55	0,20—0,40	0,60—0,9	0,45—0,65
20	0,50—0,7	0,30—0,55	0,75—1,1	0,55—0,75
25	0,60—0,9	0,35—0,60	0,85—1,2	0,60—0,8
30	0,65—1,0	0,40—0,65	0,95—1,3	0,65—0,9
35	0,70—1,1	0,40—0,70	1,05—1,5	0,70—1,0
40	0,70—1,1	0,45—0,80	1,15—1,7	0,80—1,2
50	0,80—1,3	—	1,35—2,0	0,90—1,4
60	0,80—1,3	—	1,40—2,1	1,0—1,5
70	0,90—1,4	—	1,50—2,2	1,10—1,6
80	1,00—1,5	—	1,60—2,4	1,10—1,7

Примечание. Поддачи даны при зенкерообразовании на рабочий ход.

#### 95. Скорость резания при обработке зенкерами из твердых сплавов

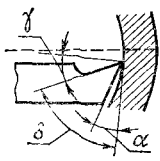
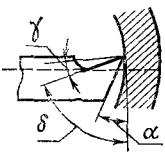
Обрабатываемый материал	Скорость резания, м/мин, при зенкерообразовании	
	черновом	чистовом
Сталь	30—60	40—80
Чугун	35—75	40—90

### РАСТАЧИВАНИЕ

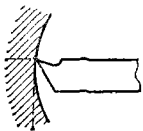
#### Установка резцов для растачивания

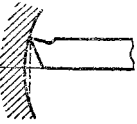
Установка резцов при черновом и чистовом растачивании отверстий указана в табл. 96, 97.

## 96. Установка резцов при черновом растачивании отверстий

Установка резца	Изменение углов резца	Влияние изменения углов на процесс резания	Правило установки
<p>Ниже центра</p> 	<p><math>\gamma</math> увеличивается, <math>\delta</math> уменьшается, <math>\alpha</math> уменьшается</p>	<p>Условия резания улучшаются, так как увеличение угла <math>\gamma</math> уменьшает степень деформации стружки.</p> <p>Уменьшение угла <math>\alpha</math> может увеличить трение задней поверхности резца об обработанную поверхность до недопустимых пределов</p>	<p>Резец устанавливают по центру или ниже центра. Чрезмерное понижение резца может вызвать недопустимое уменьшение угла <math>\alpha</math>.</p> <p>Увеличение этого угла стачиванием задней поверхности вызовет уменьшение угла <math>\delta</math> и соответственно понизит прочность резца и способность отводить тепло</p>
<p>Выше центра</p> 	<p><math>\gamma</math> уменьшается, <math>\delta</math> увеличивается, <math>\alpha</math> увеличивается</p>	<p>Условия резания ухудшаются (см. выше)</p>	

## 97. Установка резца при чистовом растачивании отверстий

Установка резца	Изменение углов резца	Влияние изменения углов на процесс резания	Правило установки
<p>На линии центров</p> 		<p>Уменьшение силы резания, получающегося при установке резца ниже центра, в данном случае несущественно ввиду небольших размеров стружки. Но даже при небольшом давлении резец, установленный ниже центра и на высоте центра, будет</p>	<p>Резец устанавливают выше центра или на высоте центра, но ни в коем случае не ниже</p>

Установка резца	Изменение углов резца	Влияние изменения углов на процесс резания	Правило установки
		опускаться (по штриховой линии), вследствие чего диаметр отверстия будет увеличиться, а это недопустимо	
<p>Выше центра</p> 	$\gamma$ уменьшается, $\delta$ увеличивается, $\alpha$ увеличивается	При установке выше центра резец отходит от обрабатываемой поверхности, диаметр при этом не изменяется	

### Припуски при растачивании отверстий

При растачивании отверстий оставляют припуски под последующую обработку. Значения этих припусков приводятся в табл. 98—101. Припуски, оставляемые при растачивании под последующее зенкерование, даны в табл. 91.

Величина припусков на черновое растачивание зависит от размеров припусков заготовки.

#### 98. Припуски на чистовое растачивание

Диаметр отверстия, мм	Припуск на диаметр, мм
18—30	0,7
32—50	1,0
50—80	1,2
80—100	1,5
100—200	2,0

#### Припуски на развертывание

Припуски на развертывание в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия даны в табл. 99.

### 99. Припуски на развертывание

Вид припуска	Припуски, мм, при диаметре отверстия, мм				
	12—18	18—30	30—50	50—75	100
Общий на черновое и чистовое развертывание	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
На черновое развертывание	0,10—0,11	0,14	0,18	0,20—0,22	0,30
На чистовое развертывание	0,04—0,05	0,06	0,07	0,08—0,10	0,10

### 100. Припуски на шлифование

Диаметр отверстия, мм	До 30	30—50	50—80	
Припуск на диаметр, мм	0,65 <sup>+0,14</sup>	0,7 <sup>+0,17</sup>	0,8 <sup>+0,20</sup>	
Диаметр отверстия, мм	80—120	120—180	180—260	260—360
Припуск на диаметр, мм	0,85 <sup>+0,23</sup>	0,9 <sup>+0,26</sup>	1,05 <sup>+0,30</sup>	1,1 <sup>+0,34</sup>

### 101. Припуски на тонкое растачивание

Обрабатываемый материал	Припуск на диаметр, мм	
	при диаметре до 100 мм	при диаметре свыше 100 мм
Сталь . . . . .	0,3	0,4
Чугун и бронза . . . . .	0,3	0,5
Баббит . . . . .	0,4	0,6
Легкие сплавы . . . . .	0,3	0,5

## Режимы резания

Величины подачи при черновом растачивании выбирают по табл. 102.

**102. Подачи для чернового растачивания быстрорежущими и твердосплавными резцами**

Диаметр круглого сечения резца, мм	Вылет резца, мм	Подача, мм/об, для обрабатываемого материала при глубине резания, мм					
		Сталь и стальное литье			Чугун и медные сплавы		
		2	3	5	2	3	5
10	50	0,03	—	—	0,12—0,16	—	—
12	60	0,10	0,03	—	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	0,20—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	0,12—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	—	0,25—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 материалов, нижние — для большей глубины резания более прочных материалов. 2. При обработке прерывистых поверхностей, т. е. при работе с ударными нагрузками, табличные значения подач умножать на коэффициент 0,75—0,85.

Подачи при чистовом растачивании принимают равными подачам при чистовом обтачивании (см. табл. 56, 58).

Скорости резания при растачивании можно выбирать по соответствующим таблицам для наружного обтачивания (см. табл. 59—72), причем табличные данные следует умножить на поправочный коэффициент 0,8—0,9 (при очень жесткой технологической системе станка — на поправочный коэффициент 1).

## РАЗВЕРТЫВАНИЕ

### Типы разверток, их назначение и устройство

Развертки предназначены для обработки отверстий 2—3-го классов точности и шероховатости поверхности 6—7-го классов. Развертывание является чистой операцией, следующей после сверления или зенкерования.

Развертки подразделяются на черновые, подготавливающие отверстие для чистового развертывания, и чистовые. По способу применения развертки делятся на ручные и машинные; по характеру крепления — на хвостовые (рис. 60, а) и насадные (рис. 60, б); по конструкции — на цельные, разжимные (рис. 60, в), регулируемые со вставными ножами (рис. 60, г) и др.; по форме обрабатываемого отверстия — на цилиндрические и конические.

Развертки ручные цилиндрические изготавливаются диаметром 3—50 мм и используются для обработки отверстий 2—3-го классов точности.

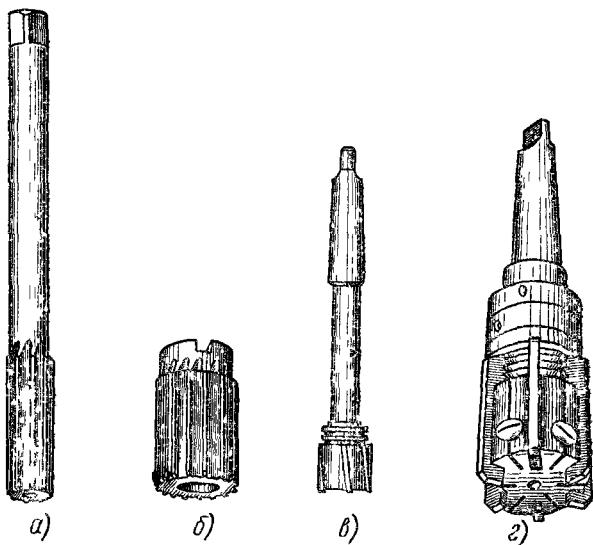


Рис 60 Развертки:

а — цельная хвостовая б — насадная, в — раздвижная, регулируемая со вставными ножами, г — разжимная

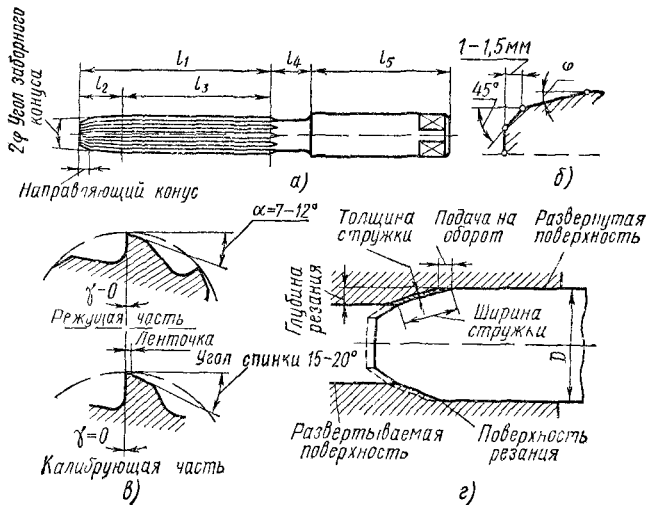


Рис. 61. Развертка:

а — элементы развертки, б — элементы режущей части, в — зубья развертки в поперечном сечении, г — элементы резания разверткой,  $l_1$  — рабочая часть,  $l_2$  — режущая,  $l_3$  — калибрующая,  $l_4$  — шейка,  $l_5$  — хвостовик



Развертки машинные с цилиндрическим хвостовиком применяются для обработки отверстий 2—3-го классов точности. Изготавливаются они диаметром 3—10 мм и закрепляются в самоцентрирующих сверлильных патронах.

Развертки машинные с коническим хвостовиком изготавливаются диаметром 10—32 мм. Они имеют более короткую рабочую часть и закрепляются в шпинделе станка.

Развертки машинные насадные изготавливаются диаметром 25—80 мм. Такими развертками обрабатывают отверстия 1-го класса точности.

Развертки машинные с квадратной головкой изготавливаются диаметром 10—32 мм и применяются для обработки отверстий 2-го класса точности. Они закрепляются в плавающих самоцентрирующих патронах.

Развертки насадные со вставными ножами изготавливаются диаметром 40—100 мм и используются для обработки отверстий 2-го класса точности.

Развертки машинные, оснащенные пластинками из твердого сплава, служат для обработки точных отверстий больших диаметров.

Развертки регулируемые (см. рис. 60, в) применяются очень широко для обработки отверстий диаметром 24—80 мм. Они допускают увеличение диаметра на 0,25—0,50 мм и состоят из корпуса, изготовленного из недорогих конструкционных сталей, и тонких вставных ножей простой формы. Ножи можно переставлять или раздвигать на большой диаметр, регулируя или затачивая до нужного размера. Изношенные ножи можно заменить новыми.

Развертки разжимные (см. рис. 60, г) применяются для обработки сквозных отверстий. Ножи в них крепятся винтами или прижимаются ко дну точно пригнанного паза конусными выточками концевых гаек или винтами, разжимающими корпус.

Конструкция развертки показана на рис. 61.

## Режимы резания при развертывании

Режимы резания при развертывании следует выбирать по табл. 103—106.

**103. Подача при развертывании сквозных отверстий цилиндрическими развертками из быстрорежущей стали**

Обрабатываемый материал	Подачи, мм/об, при диаметре развертки, мм												
	5	8	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
Сталь $\sigma_B \leq 65$ кгс/мм <sup>2</sup>	0,45	0,65	0,80	1,10	1,35	1,50	1,70	1,85	2,00	2,30	2,60	2,80	3,0
Сталь $\sigma_B = 65-95$ кгс/мм <sup>2</sup>	0,40	0,55	0,65	0,90	1,10	1,20	1,40	1,50	1,60	1,90	2,10	2,20	2,40
Сталь $\sigma_B > 95$ кгс/мм <sup>2</sup>	0,30	0,45	0,50	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,50	1,70	1,80	1,90
Чугун НВ $\leq 170$ , бронза, латунь, алюминиевые сплавы	0,95	1,35	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,50	5,10	5,60	6,00
Чугун НВ $> 170$	0,65	0,90	1,05	1,30	1,60	1,80	2,10	2,30	2,50	2,90	3,40	3,60	4,00

Примечание. При развертывании глухих отверстий следует брать подачи 0,1—0,5 мм/об.

# 104. Подачи при развертывании твердосплавными развертками

Диаметр развертки, мм	Подача, мм/об, для обрабатываемого материала			
	Сталь		Чугун HB ≤ 170	Чугун HB > 170
	незакаленная	закаленная		
10	0,35—0,50	0,20—0,30	0,85—1,3	0,65—1,0
15	0,35—0,55	0,25—0,33	0,9—1,4	0,70—1,1
20	0,40—0,60	0,30—0,37	1,0—1,5	0,80—1,2
25	0,45—0,65	0,32—0,40	1,1—1,6	0,85—1,3
30	0,50—0,70	0,35—0,43	1,2—1,8	0,9—1,4
35	0,55—0,75	0,37—0,47	1,25—1,9	0,95—1,45
40	0,60—0,80	0,40—0,50	1,3—2,0	1,0—1,5
50	0,65—0,85	—	1,4—2,1	1,1—1,6
60	0,70—0,90	—	1,6—2,4	1,25—1,8
80 и выше	0,9—1,2	—	2,0—3,0	1,5—2,2

# 105. Максимальные скорости резания при развертывании

Обрабатываемый материал	Скорости, м/мин, для классов шероховатости поверхностей	
	7-го	8-го
Сталь $\sigma_b \leq 90$ кгс/мм <sup>2</sup> . . . . .	12	6
Сталь $\sigma_b > 90$ кгс/мм <sup>2</sup> . . . . .	8	4
Ковкий чугун . . . . .	12	6
Серый чугун и бронза . . . . .	15	8

# 106. Скорости резания при развертывании цилиндрическими развертками из быстрорежущей стали

Подача, мм/об	Скорости, м/мин, при диаметре развертки, мм								
	10	15	20	25	30	40	50	60	80
Углеродистая сталь $\sigma_b = 75$ кгс/мм <sup>2</sup>									
0,5	17,4	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	15,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,7	14,0	13,4	—	—	—	—	—	—	—
0,8	12,7	12,3	11,7	11,0	—	—	—	—	—
1,0	—	10,6	10,1	9,5	9,0	—	—	—	—
1,2	—	9,4	9,0	8,4	8,0	7,4	—	—	—
1,4	—	—	8,1	7,6	7,2	6,7	6,7	—	—
1,6	—	—	—	7,0	6,6	6,1	6,1	6,1	—
1,8	—	—	—	—	6,1	5,7	5,7	5,6	5,9
2,0	—	—	—	—	—	5,4	5,4	5,4	5,5

Подача, мм/об	Скорость, м/мин, при диаметре развертки, мм								
	10	15	20	25	30	40	50	60	80
2,2	—	—	—	—	—	—	5,0	5,0	5,2
2,5	—	—	—	—	—	—	4,6	4,6	4,7
3,0	—	—	—	—	—	—	—	4,1	4,2

## Чугун HB 190

0,5	15,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	14,2	—	—	—	—	—	—	—	—
0,7	13,1	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	12,3	12,1	—	—	—	—	—	—	—
1,0	11,0	10,9	—	—	—	—	—	—	—
1,2	10,0	9,7	9,7	—	—	—	—	—	—
1,4	9,4	9,1	9,0	—	—	—	—	—	—
1,6	8,7	8,6	8,5	8,2	—	—	—	—	—
1,8	—	8,1	8,0	7,7	—	—	—	—	—
2,0	—	7,6	7,5	7,4	7,1	—	—	—	—
2,2	—	—	7,1	7,0	6,6	—	—	—	—
2,5	—	—	6,7	6,6	6,4	6,0	5,7	—	—
3,0	—	—	—	6,0	5,7	5,5	4,9	5,0	5,6
4,0	—	—	—	—	—	4,7	4,5	4,7	4,9
5,0	—	—	—	—	—	—	4,0	4,1	4,4

Примечания: 1. Сталь обрабатывают с охлаждением, чугун — без охлаждения. 2. При обработке стали  $\sigma_B \leq 75$  кгс/мм<sup>2</sup> и чугуна HB < 190 табличные значения скоростей резания необходимо увеличивать. Если  $\sigma_B > 75$  кгс/мм<sup>2</sup> и HB > 190, табличные значения уменьшают.

## ЦЕНТРОВАНИЕ

Формы и размеры центровых отверстий даны в гл. 8.  
Конструкции сверл приведены на рис. 62.

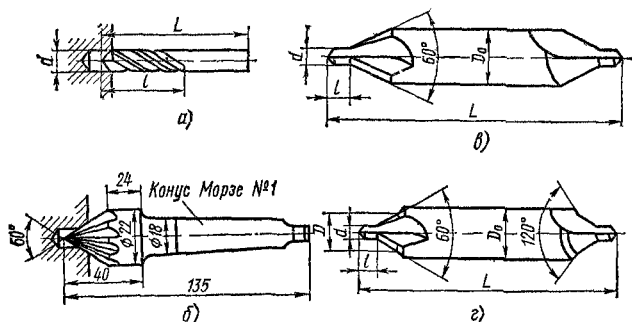


Рис. 62. Сверла центровочные:

а — простое, б — зенковка 60°, в — комбинированное для отверстий без предохранительного конуса, г — комбинированное для отверстий с предохранительным конусом

## 107. Подачи при центровании

Характер работы, наименование инструмента	Подача, мм/об, при диаметре 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	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12
Зенкование центрального отверстия центровочной зенковкой	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12
Сверление центрального отверстия центровочным комбинированным сверлом	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,08

Скорости резания при сверлении центрального отверстия центровочным сверлом принимать 8—15 м/мин, при зенковании центровочной зенковкой и при сверлении комбинированным центровочным сверлом 12—25 м/мин.

## ВЫГЛАЖИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

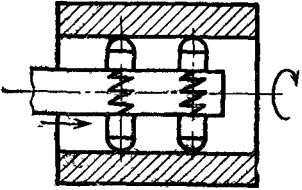
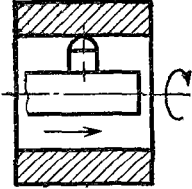
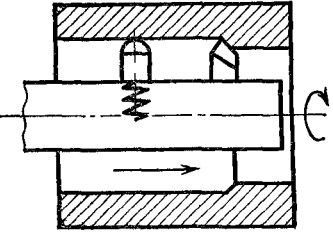
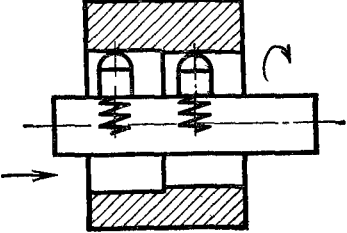
Наиболее часто выглаживанию подвергают отверстия диаметром от 20 до 200 мм при длине до 500 мм. Особенно эффективно выглаживание отверстий в маложестких и тонкостенных деталях, а также в деталях из высокопрочных и закаленных сталей, которые трудно обрабатывать существующими методами поверхностного пластического деформирования. Выглаживание отверстий может производиться на токарных, расточных, сверлильных и агрегатных станках. Кинематика выглаживания и способы закрепления деталей такие же, как и при растачивании.

Достижимые точность и шероховатость поверхности такие же, как при выглаживании наружных поверхностей.

Выглаживание отверстий с жестким закреплением инструмента не получило распространения из-за сложности настройки и высоких требований к точности станка и обрабатываемой детали.

Основные схемы обработки отверстий приведены в табл. 108.

# 108. Основные схемы выглаживания отверстий

Способ обработки	Назначение обработки	Форма выглаживателя	Эскиз обработки
Упругое выглаживание	Отделка, тор, упрочнение	Сфера, тор	
Жесткое выглаживание	Отделка, упрочнение, калибровка	То же	
Растачивание с выглаживанием	Отделка, упрочнение	»	
Выглаживание набором выглаживателей	То же	»	

# ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНУСАХ

### Элементы конуса

На рис. 63 показаны элементы конуса.

Элементы конуса вычисляют по формулам, приведенным в табл. 109. Углы уклона конусов с нормальной конусностью и инструментальных конусов указаны в табл. 110, 111.

109. Формулы для вычисления элементов конуса

Элементы конуса	Формулы для вычисления элементов конуса	Примеры вычисления элементов конуса
$K$	$K = \frac{D - d}{l}$ $K = 2 \operatorname{tg} \alpha$	$D = 48 \text{ мм}; \quad d = 38 \text{ мм};$ $l = 100 \text{ мм};$ $K = \frac{48 - 38}{100} = \frac{1}{10};$ $\alpha = 2^{\circ}50';$ $K = 2 \operatorname{tg} 2^{\circ}50' = 2 \cdot 0,05 = \frac{1}{10}$
$\alpha$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2}$	$D = 48 \text{ мм}; \quad d = 38 \text{ мм};$ $l = 100 \text{ мм};$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{48 - 38}{2 \cdot 100} = \frac{10}{200} = 0,05;$ $K = \frac{1}{10}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{10 \cdot 2} = 0,05$
$D$	$D = Kl + d$	$d = 38 \text{ мм}; \quad l = 100 \text{ мм};$ $K = \frac{1}{10};$ $D = \frac{1}{10} 100 + 38 = 48 \text{ мм}$

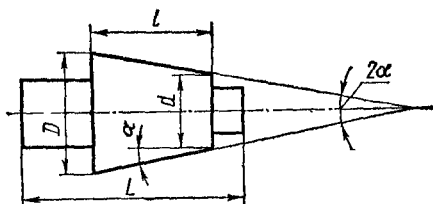


Рис. 63. Элементы конуса:

$D$  — большой диаметр конуса,  $d$  — малый диаметр конуса,  $L$  — длина детали,  $l$  — длина конуса,  $\alpha$  — угол уклона конуса,  $2\alpha$  — угол при вершине конуса

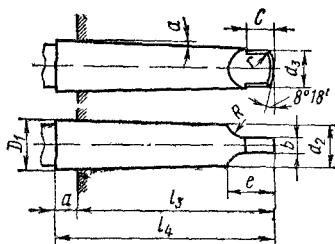


Рис. 64. Наружный конус с лапкой

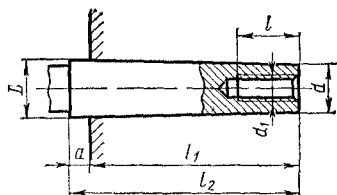


Рис. 65. Наружный конус без лапки

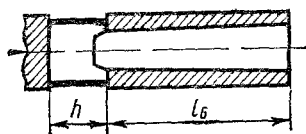
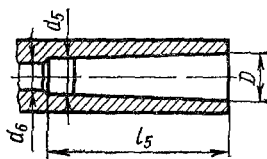
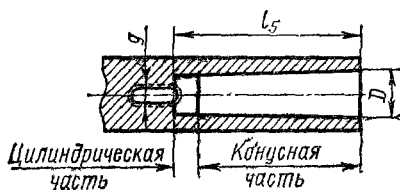


Рис. 66. Внутренний конус

Элементы конуса	Формулы для вычисления элементов конуса	Примеры вычисления элементов конуса
	$D = 2l \operatorname{tg} \alpha + d$	$d = 38 \text{ мм}; l = 100 \text{ мм};$ $\operatorname{tg} \alpha = 0,05;$ $D = 2 \cdot 100 \cdot 0,05 + 38 = 48 \text{ мм}$
$d$	$d = D - Kl$	$D = 48 \text{ мм}; l = 100 \text{ мм};$ $K = \frac{1}{10};$ $d = 48 - \frac{1}{10} 100 = 38 \text{ мм}$
	$d = D - 2l \operatorname{tg} \alpha$	$D = 48 \text{ мм}; l = 100 \text{ мм}; \operatorname{tg} \alpha = 0,05;$ $d = 48 - 2 \cdot 100 \cdot 0,05 = 38 \text{ мм}$
$i$	$i = \frac{K}{2}$	$K = \frac{1}{10}; i = \frac{1}{10 \cdot 2} = \frac{1}{20}$
	$i = \frac{D - d}{2l}$	$D = 48 \text{ мм}; d = 38 \text{ мм};$ $l = 100 \text{ мм};$ $i = \frac{48 - 38}{2 \cdot 100} = \frac{10}{200} = \frac{1}{20}$
	$i = \operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha = 0,05; i = 0,05 = \frac{1}{20}$

Примечание Тангенс заданного угла  $\alpha$  и угол  $\alpha$  по заданному  $\operatorname{tg} \alpha$  находят по тригонометрическим таблицам.

### Углы уклона конусов

#### 110. Углы уклона конусов с нормальной конусностью

Конусность	Угол уклона конуса		Конусность	Угол уклона конуса	
	расчетный	приближенный		расчетный	приближенный
1:200	0°8'36"	1/8°	1:100	0°17'11"	1/4°



Конусность	Угол уклона конуса		Конусность	Угол уклона конуса	
	расчетный	приближенный		расчетный	приближенный
1:50	0°34'23"	1/2°	1:5	5°42'38"	5 3/4°
1:30	0°57'17"	1°	1:3	9°27'44"	9 1/2°
1:20	1°25'56"	1 1/2°	1:1,866	15°	—
1:15	1°54'33"	2°	1:1,207	22°30'	—
1:12	2°23'39"	2 1/2°	1:0,866	30°	—
1:10	2°51'45"	2 3/4°	1:0,652	37°30'	—
1:8	3°34'35"	3 1/2°	1:0,500	45°	—
1:7	4°5'8"	4°	1:0,289	60°	—

## 111. Углы уклона инструментальных конусов

Название конуса	Угол уклона конуса		Название конуса	Угол уклона конуса	
	расчетный	приближенный		расчетный	приближенный
Морзе 0	1°29'27"	1 1/2°	Морзе 4	1°29'15,5"	1 1/2°
» 1	1°25'43"	1 1/2°	» 5	1°30'26,5"	1 1/2°
» 2	1°25'50,5"	1 1/2°	» 6	1°29'36"	1 1/2°
» 3	1°26'16"	1 1/2°	Метрический	1°25'55,5"	1 1/2°

## РАЗМЕРЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОНУСОВ

Размеры наружных и внутренних инструментальных конусов (рис. 64—66) указаны в табл. 112—114.

## 112. Наружные конусы с лапкой (размеры в мм)

Обозначение конусов	$D_1$	$d_2$	$d_3$	$l_3$	$l_4$	$a$	$b$	$e$	$c$	$R$	$r$
Морзе 0	0	9,212	6,115	5,9	56,3	59,5	3,2	3,9	10,5	6,5	4 1,0
1	1	12,240	8,972	8,7	62,0	65,5	3,5	5,2	13,5	8,5	5 1,25
2	2	17,980	14,059	13,6	74,5	78,5	4,0	6,3	16,5	10,5	6 1,5
3	3	24,051	19,131	18,6	93,5	98,0	4,5	7,9	20,0	13,0	7 2,0
4	4	31,542	25,154	24,6	117,7	123,0	5,3	11,9	24,0	15,0	9 2,5
5	5	44,731	36,547	35,7	149,2	155,5	6,3	15,9	30,5	19,5	11 3,0
6	6	63,760	52,419	51,3	209,6	217,5	7,9	19,0	45,5	28,5	17 4,0

Обозначение конуса		$D_1$	$d_2$	$d_3$	$l_3$	$l_4$	$a$	$b$	$e$	$c$	$R$	$r$
Метрические	80	80,4	69	67	220	228	8	26	47	24	23	5
	100	100,5	87	85	260	270	10	32	58	28	30	6
	120	120,6	105	103	300	312	12	38	68	32	36	6
	140	140,7	123	121	340	354	14	44	78	36	42	8
	160	160,8	141	139	380	396	16	50	88	40	48	8
	200	201,0	177	175	460	480	20	62	108	48	60	10

Примечание. Конус метрический 140 по возможности не применять.

### 113. Наружные конусы без лапок (размеры в мм)

Обозначение конусов	$D$	$d$	$l_1$	$l_2$	$a$	$d_1$	$i$ не менее
Метрические	4	4,10	2,85	23	25	2	—
	6	6,15	4,40	32	35	3	—
Морзе	0	9,212	6,453	49,8	53	3,2	—
	1	12,240	9,396	53,5	57	3,5	M6
	2	17,980	14,583	64,0	68	4,0	M10
	3	24,051	19,784	80,5	85	4,5	M12
	4	31,542	25,933	102,7	108	5,3	M14
	5	44,731	37,573	129,7	136	6,3	M18
	6	63,760	53,905	181,1	189	7,9	M24
Метрические	80	80,4	70,2	196	204	8	M30
	100	100,5	88,4	232	242	10	M36
	120	120,6	106,6	268	280	12	M36
	(140)	140,7	124,8	304	318	14	M36
	160	160,8	143,0	340	356	16	M48
	200	201,0	179,4	412	432	20	M48

Примечание. Конус метрический 140 по возможности не применять.

### 114. Внутренние конусы или гнезда (размеры в мм)

Обозначение конусов	$D$	$d_s$	$d_0$	$l_s$	$l_0$	$g$	$h$
Метрические	4	4	3	—	25	21	8
	6	6	4,6	—	34	29	12

Обозначение конусов		$D$	$d_2$	$d_6$	$l_2$	$l_6$	$g$	$h$
Морзе	0	9,045	6,7	—	52	49	4,1	1
	1	12,065	9,7	7,0	56	52	5,4	19
	2	17,780	14,9	11,5	67	63	6,6	22
	3	23,825	20,2	14,0	84	78	8,2	27
	4	31,267	26,5	16,0	104	98	12,2	32
	5	44,399	38,2	20,0	135	125	16,2	38
	6	63,348	54,8	27,0	187	177	19,3	47
Метрические	80	80	71,4	33	202	186	26,3	52
	100	100	89,9	39	240	220	32,3	60
	120	120	108,4	39	276	254	38,3	68
	(140)	140	126,9	39	312	286	44,3	76
	160	160	145,4	52	350	321	50,3	84
	200	200	182,4	52	424	388	62,3	100

### СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Наружные и внутренние конусы длиной до 15 мм обрабатывают резцом, главная режущая кромка которого устанавливается под требуемым углом к оси конуса, осуществляя продольную или поперечную подачу. Этот способ применяется в том случае, когда обрабатываемая заготовка жесткая, угол уклона конуса большой, а к точности угла уклона конуса, шероховатости поверхности и прямолинейности образующей не предъявляют высоких требований.

Внутренние и наружные конусы небольшой длины (но длиннее 15 мм при любом угле наклона) обрабатывают при повернутых верхних салазках. Недостатком этого способа является необходимость применения ручной подачи.

Обработка наружных конусов при смещенной задней бабке применяется для заготовок относительно большой длины с малым углом уклона. Заготовку закрепляют при этом только в центрах. Учитывая неизбежность износа центровых поверхностей даже при малых углах уклона конуса, обработку ведут в два приема. Сначала обрабатывают конус начерно. Затем производят подправку центровых отверстий. После этого осуществляют чистовое обтачивание.

Обтачивание наружных и внутренних конических поверхностей при помощи конусной линейки применяется при обработке заготовок любой длины с малым углом уклона конуса (примерно до  $12^\circ$ ). Для устранения влияния люфтов между конусной линейкой и охватывающим ее ползунком на точность конической поверхности продольную подачу включают несколько раньше, чем резец окажется против начала конуса.

Независимо от способа обработки конуса резец устанавливают точно на высоте центров станка.

Внутренние конусы малых размеров в сплошном материале после сверления обрабатывают комплектом из двух или трех разверток (рис. 67). Черновая развертка (рис. 67, а) при обработке образует ступенчатое отверстие, получистовая развертка (рис. 67, б) со стружкоделительными канавками срезает уступы, образованные черновой разверткой, чистовая (рис. 67, в) зачищает неровности, оставшиеся после второй развертки, и калибрует конус. Конические отверстия развертывают, применяя смазочно-охлаждающие жидкости эмульсии, сульфифрезол или растительное масло в смеси с керосином и скипидаром.

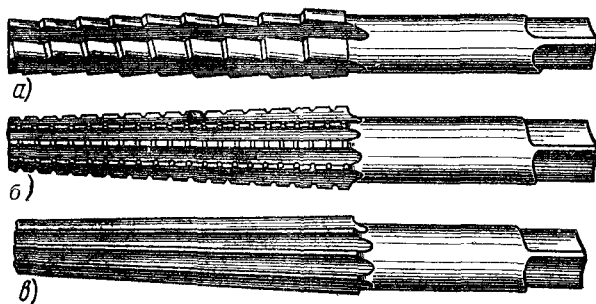


Рис. 67. Комплект конических разверток:

а — черновая б — получистовая, в — чистовая

Обтачивание конуса посредством комбинирования продольной автоматической подачи суппорта и автоматической поперечной подачи верхней каретки суппорта производят при длинных деталях, у которых длина образующей конуса значительно превышает длину хода верхней каретки суппорта. При этом верхнюю каретку необходимо повернуть на угол  $\beta$  к линии центров. Величина угла рассчитывается по формуле

$$\sin \beta = \left( \frac{D-d}{2l} \right) \left( \frac{s_{np}}{s_v} + 1 \right) = \operatorname{tg} \alpha \left( \frac{s_{np}}{s_v} + 1 \right),$$

где  $s_{np}$  — величина продольной подачи суппорта;  $s_v$  — величина подачи верхней каретки суппорта.

Конические поверхности обрабатывают также по копиру с помощью гидрокопировального суппорта, который обеспечивает высокую производительность и хорошее качество обработки конусов с любым углом.

Формулы и примеры расчета для настройки станка при обработке конусов приведены в табл. 115.

# 115. Настройка станка при обработке конических поверхностей

Способы настройки	Формулы подсчета	Примеры расчета	
<p>Поворотом верхней части суппорта (на угол <math>\alpha</math>) для обтачивания конических поверхностей</p>	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$ <p>(для усеченного конуса),</p>	<p>Дано:  <math>D = 48 \text{ мм};</math>  <math>d = 38 \text{ мм};</math>  <math>l = 100 \text{ мм}</math></p>	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{48-38}{200} =$ $= 0,05;$ $\alpha = 2^{\circ}53'$
	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D}{2l}$ <p>(для полного конуса), <math>\alpha</math> определяется по таблице тангенсов</p>	<p>Дано  <math>D = 50 \text{ мм};</math>  <math>l = 100 \text{ мм}</math></p>	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{50}{200} =$ $= \frac{1}{4} = 0,25;$ $\alpha = 14^{\circ}3'$
	$\alpha = \frac{2\alpha}{2}$	<p>Дано:  <math>2\alpha = 60^{\circ}</math></p>	$\alpha = \frac{2\alpha}{2} = \frac{60^{\circ}}{2};$ $\alpha = 30^{\circ}$
		<p>Дано:  <math>D = 80 \text{ мм};</math>  <math>d = 70 \text{ мм}</math></p>	$h = \frac{80-70}{2} =$ $= 5 \text{ мм}$
<p>Поперечным смещением задней бабки (на величину <math>h</math>) для обтачивания конических поверхностей</p>	<p>При обработке конуса по всей длине заготовки</p> $h = \frac{D-d}{2} \text{ мм};$ $h = \frac{l \cdot K}{2} \text{ мм.}$	<p>Дано:  <math>l = 200 \text{ мм};</math>  <math>K = 1:20</math></p>	$h = \frac{200 \cdot 1}{20 \cdot 2} = 5 \text{ мм}$
	<p>При обработке конуса на части длины заготовки</p> $h = \frac{L}{l} \cdot \frac{D-d}{2} \text{ мм};$ $h = L \operatorname{tg} \alpha;$ $h = \frac{L \cdot K}{2}$	<p>Дано:  <math>L = 250 \text{ мм};</math>  <math>l = 200 \text{ мм};</math>  <math>D = 100 \text{ мм};</math>  <math>d = 80 \text{ мм}</math></p>	$h = \frac{250}{200} \times$ $\times \frac{100-80}{2} =$ $= 12,5 \text{ мм}$
		<p>Дано.  <math>\operatorname{tg} \alpha = 0,052;</math>  <math>L = 300 \text{ мм}</math></p>	$h = 300 \cdot 0,052 =$ $= 15,6 \text{ мм}$
		<p>Дано:  <math>L = 400 \text{ мм};</math>  <math>K = \frac{1}{20}</math></p>	$h = \frac{400 \cdot 1}{20 \cdot 2} =$ $= 10 \text{ мм}$

Способы настройки	Формулы подсчета	Примеры расчета	
Конусной линейкой для обтачивания наружных и внутренних конических поверхностей	<p>Величина смещения конусной линейки <math>C</math> и угол поворота ее <math>\alpha</math>;</p> $C = \frac{H}{l} \times$ $\times \frac{D-d}{2} \text{ мм,}$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}.$ <p>Примечание. <math>H</math> — расстояние от оси закрепления конусной линейки до ее конца, мм</p>	<p>Дано:  <math>D = 100 \text{ мм};</math>  <math>d = 90 \text{ мм};</math>  <math>l = 400 \text{ мм};</math>  <math>H = 600 \text{ мм}</math></p> <hr/> $C = ?$	$C = \frac{600}{400} \times$ $\times \frac{100 - 90}{2} =$ $= 7,5 \text{ мм}$
	<p>Синус угла поворота верхней каретки суппорта</p> $\sin \beta =$ $= \operatorname{tg} \alpha \left( \frac{s_{\text{пр}}}{s_{\text{в}}} + 1 \right).$ <p>Примечание. <math>s_{\text{пр}}</math> — величина продольной подачи суппорта; <math>s_{\text{в}}</math> — величина подачи верхней каретки</p>	<p>Дано:  <math>D = 400 \text{ мм};</math>  <math>d = 350 \text{ мм};</math>  <math>l = 250 \text{ мм}</math></p> <hr/> $\alpha = ?$	$\operatorname{tg} \alpha =$ $= \frac{400 - 350}{2 \cdot 250}$ $= 0,1;$ $\alpha = 5^{\circ}44'$
Комбинированием продольной и поперечной автоматических подач		<p>Дано:  <math>D = 400 \text{ мм};</math>  <math>l = 500 \text{ мм};</math>  <math>d = 300 \text{ мм};</math>  <math>s_{\text{пр}} = 0,1;</math>  <math>s_{\text{в}} = 0,05</math></p> <hr/> $\beta = ?$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l} =$ $= \frac{400 - 300}{2 \cdot 500} =$ $= 0,1;$ $\sin \beta =$ $= 0,1 \left( \frac{0,1}{0,05} + 1 \right) = 0,3;$ $\beta = 17^{\circ}30'$

# ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

## СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ

Способы обработки фасонных поверхностей, область их применения, основные недостатки и преимущества указаны в табл. 116.

**116. Основные способы обработки фасонных поверхностей на токарных станках**

Способ обработки	Область применения	Основные недостатки и преимущества
Нормальными резцами без копира (с комбинированием продольной и поперечной ручных подач)	При небольшом количестве обрабатываемых заготовок, когда не оправдываются расходы на изготовление фасонного резца или копировального приспособления	Способ малопроизводителен, требует от токаря высокой квалификации и внимательности. Точность обработки невысокая
Фасонными резцами	Фасонные поверхности небольшой длины — до 50 мм	Способ весьма производительный, но требует изготовления фасонных резцов, что является очень трудоемкой и сложной работой
Нормальными резцами при помощи приспособлений с круговой подачей или поводковых устройств	Обработка сферических и радиусных поверхностей средних размеров. Сферические поверхности небольших размеров обычно обрабатываются фасонными резцами, а поверхности больших размеров — по копиру	Способ простой и универсальный. Применяется при наличии приспособлений, изготовление которых связано со значительными расходами

Способ обработки	Область применения	Основные недостатки и преимущества
Специальными кольцеобразными и подобными им режу- щими инструментами	Обработка сфери- ческих поверхностей	Способ простой, но не универсальный
Нормальными рез- цами при помощи ко- пировальных приспособлений	Обработка различ- ных фасонных по- верхностей	Способ производи- тельный. Обеспечива- ет высокие точность обработки и шерохо- ватость поверхности Если на станке име- ется копировальное устройство, необхо- димо изготовлять ко- пир

### ФАСОННЫЕ РЕЗЦЫ

Фасонные резцы по форме разделяются на плоские (стержневые), круглые (дисковые) и призматические. По установке круглых и призматических резцов относительно обрабатываемой заготовки их подразделяют на радиальные и тангенциальные.

Стержневые фасонные резцы (рис. 68) применяются преимущественно при обработке заготовок небольшими партиями, так как заточка резцов обычно приводит к искажению профиля. В промышленности широкого применения не имеют.



Рис. 68 Фа-  
сонный стержневой ре-  
зец

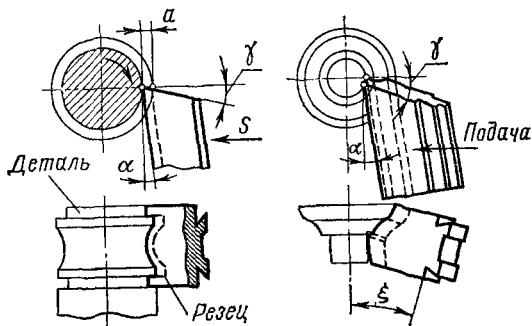


Рис. 69. Призматический радиальный фасонный  
резец

Призматические радиальные фасонные резцы (рис. 69) закрепляются в державке, устанавливаемой на поперечном суппорте, и предназначены для работы с поперечной подачей. Зад-



ние углы создаются соответствующей установкой в державке. Переточка производится по передней поверхности. Для образования задних углов на участках, расположенных перпендикулярно оси заготовки, резец устанавливают под углом к оси (в горизонтальной плоскости). Применяются довольно широко. Недостатком их является сложность изготовления.

Призматические тангенциальные фасонные резцы (рис. 70) в отличие от радиальных имеют подачу по касательной к обрабатываемой поверхности. Применяются в основном при чистовой обработке, так как при снятии больших припусков разница в углах резания в начале и конце обработки (см. положения I и II) очень велика. Преимущество тангенциальных резцов заключается в возможности наклонного расположения режущей кромки  $AB$ . В результате обработка осуществляется не сразу по всей длине заготовки, а постепенно. Вследствие этого уменьшается сила резания, что позволяет обрабатывать широкие заготовки с меньшим усилием резания.

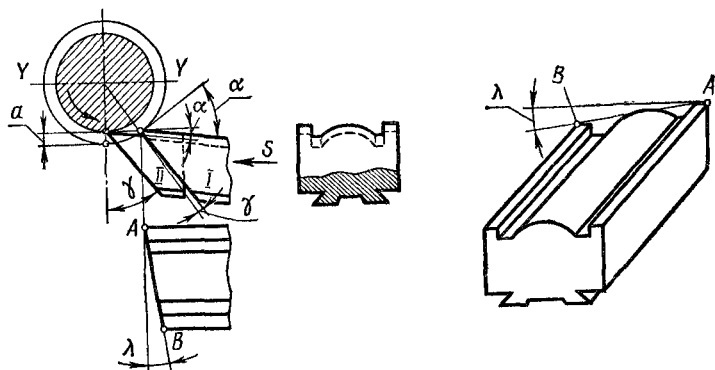


Рис. 70 Призматический тангенциальный фасонный резец

Круглые тангенциальные фасонные резцы (рис. 71) предназначены для работы с продольной подачей и применяются главным образом на револьверных станках. Фасонный профиль образуется по винтовой поверхности. Заточка производится по передней поверхности, расположенной ниже оси резца.

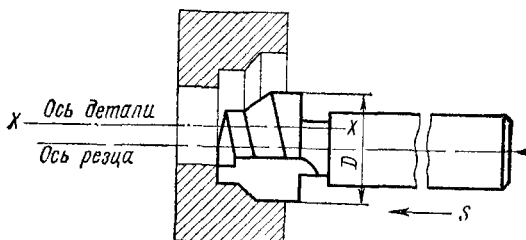


Рис. 71. Круглый тангенциальный фасонный резец

**Круглые радиальные фасонные резцы (рис 72) применяются наиболее широко. Предназначены они для работы с поперечной подачей и закрепляются в специальных державках на поперечном суппорте. Углы резания обеспечиваются соответствующей заточкой и установкой оси резца выше оси обрабатываемой заготовки на величину  $h$  (табл. 117). Переточка производится по передней поверхностям для образования задних углов на этих участках ось резца располагают под углом к оси заготовки (в горизонтальной плоскости) или изготовляют профиль резца по винтовой линии. Режущая кромка резца устанавливается при обработке на высоте центров.**

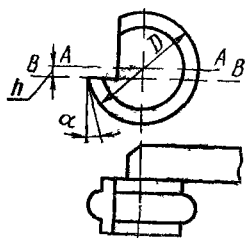


Рис. 72. Круглый радиальный фасонный резец

**117. Высота понижения оси обрабатываемой заготовки (детали) относительно оси круглого радиального фасонного резца**

Задний угол резца, град	Высота понижения, мм, при диаметре резца, мм						
	20	25	30	35	40	45	60
10	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5	3,9	4,4
12	2,0	2,6	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2

### РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ФАСОННЫМИ РЕЗЦАМИ

Величину подачи и скорости резания при обработке фасонными резцами следует выбирать по табл. 118, 119.

**118. Поддачи при точении фасонными резцами из быстрорежущей стали**

Ширина резца, мм	Подача, мм/об, при диаметре обработки, мм				
	10	20	30	40—50	60—100
8	0,02—0,04	0,03—0,08	0,04—0,09	0,04—0,09	0,04—0,09
10	0,015—0,035	0,03—0,07	0,04—0,085	0,04—0,085	0,04—0,085
20	0,01—0,025	0,02—0,05	0,035—0,07	0,04—0,08	0,04—0,08
30	0,01—0,02	0,02—0,04	0,02—0,055	0,035—0,07	0,035—0,07
40	—	0,015—0,035	0,02—0,045	0,03—0,06	0,03—0,06
50	—	0,01—0,03	0,02—0,04	0,025—0,055	0,025—0,05
80	—	—	0,015—0,03	0,025—0,05	0,025—0,05
100	—	—	0,01—0,025	0,02—0,04	0,025—0,05

**Примечание** Меньшие значения подач брать для сложных профилей и прочных металлов, большие — для простых профилей и менее прочных металлов.

## 119. Скорости резания при обработке фасонными резцами

Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин
0,01	54	0,06	22
0,02	38	0,07	20
0,03	31	0,08	19
0,04	27	0,09	18
0,05	24		

### Поправочные коэффициенты для обрабатываемого материала

Сталь хромоникелевая		Сталь углеродистая и никелевая	
$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	K	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	K
45—51	1,75	45—51	2,20
52—59	1,40	52—59	1,67
60—70	1,11	60—70	1,21
71—80	0,90	71—80	1,00
81—93	0,72	81—93	0,77
94—107	0,57	94—107	0,59

## ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

### Механическое копировальное устройство

Копировальное устройство (рис. 73) применяется для обработки фасонных поверхностей с достаточно высокой точностью. Копир 2 располагается впереди поперечного суппорта и своей прямолинейной кромкой опирается на неподвижный цилиндрический стержень 4. Шуп 3, прикрепленный к переднему торцу поперечного суппорта, под действием пружин 1 постоянно касается криволинейной кромки копира, что при продольной автоматической подаче резца сообщает ему поперечные перемещения. Тяга 5, связанная шарнирно с копиром и проходящая через прикрепленный к станине кронштейн 7, дает возможность регулировать (гайками 8 и 6) положение копира в осевом направлении.

### Приспособление на станине для обработки сферической (шаровой) поверхности

На станину станка накладывается шаблон 2 (рис. 74), радиус которого равен радиусу обрабатываемой полусферы заготовки 1. При включении продольной подачи копирный палец 3, прикрепленный к резцедержателю, передвигается по радиусу шаблона. При этом резец 4 описывает такую же кривую, образуя на заготовке сферическую поверхность.

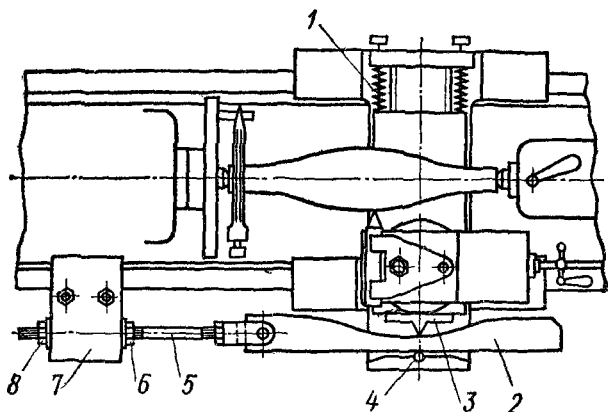


Рис. 73. Механическое копировальное устройство:  
1 — пружина, 2 — копир, 3 — щуп, 4 — неподвижный цилиндрический стержень, 5 — тяга, 6, 8 — гайки, 7 — кронштейн

### Приспособление на суппорте для обработки шаровой поверхности

Приспособление (рис. 75) применяется при обработке небольших партий заготовок с наружными сферическими поверхностями. Резец 1 и копирный палец 2 закреплены в резцедержателе. Копир 3, представляющий собой диск с радиусом, равным радиусу обрабатываемой сферы, закреплен на каретке суппорта или в люнете. Резец и копирный палец устанавливаются таким образом, чтобы они касались наивысших точек сферы на заготовке и копире. Шаровая поверхность обрабатывается при автоматической поперечной и ручной продольной подачах.

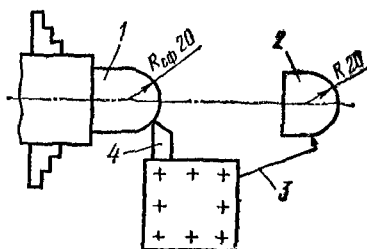


Рис. 74. Приспособление на  
станине для обработки сфери-  
ческих поверхностей:

1 — заготовка, 2 — шаблон, 3 —  
копирный палец, 4 — резец

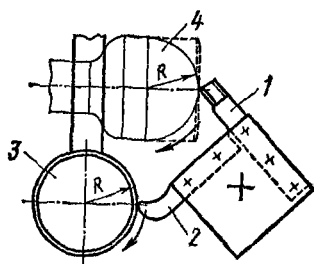


Рис. 75. Приспособление на  
суппорте для обработки  
сферических поверхностей:

1 — резец, 2 — копирный палец,  
3 — копир, 4 — заготовка

## Приспособление для растачивания сферических поверхностей

Приспособление (рис. 76) состоит из оправки 3, резцовой державки 2, тяги 5 и колодки 4.

Заготовка 6 с предварительно расточенным цилиндрическим отверстием закрепляется в патроне. Оправка 3 вставляется конусным хвостовиком в пиньоль задней бабки и с противоположной стороны поддерживается вращающимся центром, установленным в шпинделе. Державка 2 с закрепленным в ней резцом 1 шарнирно соединена с оправкой и может поворачиваться вокруг оси шарнирного болта при помощи тяги 5. Тяга присоединяется к колодке 4, закрепленной на суппорте станка.

Резец настраивают на радиус сферы. При продольной подаче колодка 4 через тягу поворачивает державку с резцом в том или другом направлении. Вершина резца описывает дугу окружности, обрабатывая при этом во вращающейся заготовке сферическую поверхность.

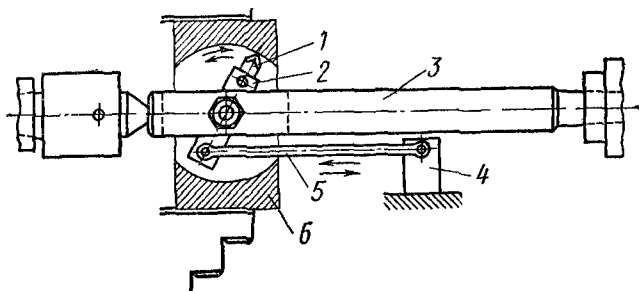


Рис. 76. Приспособление для расточки сферических поверхностей:

1 — резец, 2 — резцовая державка, 3 — оправка, 4 — колодка, 5 — тяга, 6 — заготовка

# ОТДЕЛКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

## ПОЛИРОВАНИЕ.

Полирование применяется для получения чистой и гладкой поверхности деталей и выполняется на токарных станках шлифовальной (наждачной) шкуркой. Чем меньше абразивные зерна, тем выше класс шероховатости поверхности, получающейся при полировании.

Шлифовальной шкуркой полируют шейки коленчатых валов, шейки и кулачки распределительных валиков, желоба колец шариковых подшипников и т. п. Шейки коленчатых валов, например, полируют шкуркой зернистостью 8—5 при окружной скорости 30—35 м/мин и продольной подаче 0,4 мм/об, при этом достигается шероховатость поверхности 9—10-го классов.

## ПРИТИРКА

Сущность процесса притирки (доводки) — снятие тончайших слоев металла посредством мелкозернистых абразивных порошков (табл. 120) в среде смазки, нанесенной на твердую поверхность инструмента — притира. Применением притирки достигается высокая точность размеров и формы (1-й класс и выше) и шероховатость поверхности до 14-го класса.

120. Марки шлифпорошков и микропорошков для притирки

Характер притирки	Номера зернистости	Размер зерен, мкм	Достижимый класс шероховатости поверхности
Грубая	Шлифпорошки	240	9—10
		280	
		320	
Предварительная	Микропорошки	M28	12
		M20	
		M14	
Окончательная	Микропорошки	M10	14
		M7	
		M5	

Притирку применяют только для получения точности выше 1-го класса и в некоторых случаях 1-го класса. Для получения лишь шероховатости поверхности высокого класса при отсутствии требований к высокой точности применять ее нецелесообразно.

Различают два вида притирки: шаржирующимся (внедряющимся в поверхность притира) абразивом и нешаржирующимся абразивом. Первый вид притирки применяется при обработке стальных изделий и твердых сплавов. Для притирки стали используются следующие микропорошки: электрокорунд белый, электрокорунд нормальный, естественный корунд (наждак); для притирки твердых сплавов — карбид бора и карбид кремния зеленый. Притиры изготовляют из серого чугуна с перлитной структурой.

Смазочной средой при притирке шаржирующимся абразивом служит керосин, машинное масло и бензин (при особо тонкой притирке).

Второй вид притирки применяется при обработке деталей из цветных металлов и сплавов, а также изделий из стали в случае, если надо достичь высшего класса шероховатости поверхности.

Притиры изготовляют из твердо закаленной стали, хромированной стали, зеркального стекла и реже из серого чугуна.

Применяемые абразивы: окись хрома, крокус (окись железа). Смазочные среды: керосин, машинное масло; для медных сплавов — смесь свиного сала с машинным маслом. Наиболее распространенные готовые смеси абразива со смазкой — пасты ГОИ (табл. 121). Перед употреблением пасты ГОИ растворяют в керосине.

121. Состав притирочных паст ГОИ, %

Компоненты	Грубая	Средняя	Тонкая
Окись хрома, специально приготовленная как абразив . . . . .	81	76	74
Силикагель . . . . .	2	2	1,8
Стеарин . . . . .	10	10	10
Расщепленный жир . . . . .	5	10	10
Олеиновая кислота . . . . .	—	—	2
Сода двууглекислая . . . . .	—	—	0,2
Керосин . . . . .	2	2	2

Методы притирки деталей бывают: ручной, машинно-ручной (станок сообщает одно вращательное движение притиру или детали), машинный или механический (станок осуществляет все необходимые движения), монтажный (взаимно притираются две сопряженные детали в присутствии абразива).

Припуск на притирку составляет 0,01—0,02 мм на сторону. Шероховатость поверхности детали перед притиркой должна быть не ниже 7—8-го классов. Относительная скорость притира составляет: при ручной притирке 2—6 м/мин, при машинно-ручной 10—30 м/мин; при машинной 100—120 м/мин.

## ОБКАТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ РОЛИКАМИ И ШАРИКАМИ

Обкатывание поверхностей деталей производится свободно вращающимися роликами или шариками, соприкасающимися с вращающейся деталью под давлением.

За счет смятия микронеровностей поверхности при обкатывании достигается упрочнение детали и шероховатость поверхности до 7—9-го классов (при исходной шероховатости этой поверхности по 4—6-му классам).

Конструкции роликовой вальцовки показаны на рис. 77. Существенное влияние на результаты обработки оказывает формы ролика (рис. 78). Ролики с цилиндрическим пояском *А* (рис. 78, *а*) и с открытым радиусом (рис. 78, *б*) применяются для обработки поверхностей со свободным выходом по длине детали. Ролики, показанные на рис. 78, *в*, используются для обкатывания галтелей и канавок, показанные на рис. 78, *г* — для обработки торцов и уступов, изображенные на рис. 78, *д* — для обработки канавок.

Материал роликов — стали У10А, У11А, У12А, ХВГ, 5ХНМ, ЭХ12, закаленные до HRC 58—65.

Припуск на обработку роликами не требуется. Обкатывание ведут с небольшим нажимом два—четыре рабочих хода при подаче 0,1—0,5 мм/об и окружной скорости вращения детали в пределах 20—30 м/мин.

Обкатывание выполняется при обильном смазывании с целью уменьшения износа ролика.

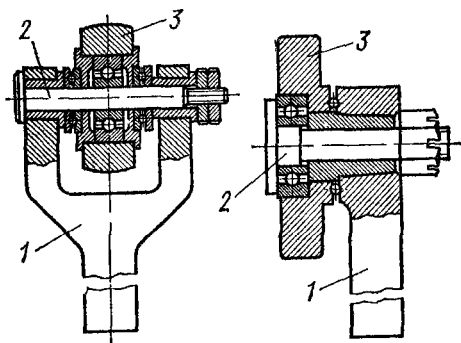


Рис. 77. Роликовые вальцовки:  
1 — оправка, 2 — ось, 3 — ролик

## НАКАТЫВАНИЕ

При накатывании наружных поверхностей применяют прямую (рис. 79, *а*) и перекрестную, или сетчатую (рис. 79, *б*), накатки.

Шаг накатки (рис. 79, *в*) выбирается в зависимости от диаметра заготовки и ширины накатки по табл. 122 и 123, а режим накатывания — по табл. 124.

При накатывании металл частично выдавливается, поэтому диаметр под накатку должен быть меньше номинального на 0,25—0,5



шага накатки. Ролик подводят к вращающейся детали вплотную и ручной подачей вдавливают в деталь, достигая за несколько рабочих ходов заданной глубины накатки. Глубину замеряют при остановленном шпинделе, не отводя ролик от детали. При накатывании деталь смазывают машинным маслом.

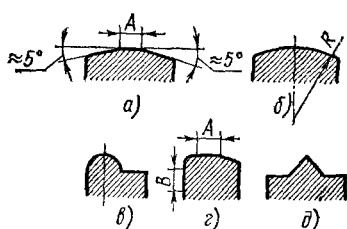


Рис. 78. Профили роликов для обкатывания наружных поверхностей:

а — с цилиндрическим пояском, б — с открытым радиусом, в — для обработки галтелей, г — для обработки торцов и уступов, д — для обработки канавок

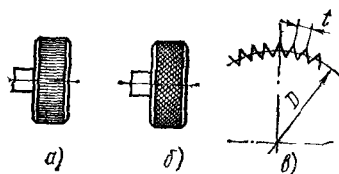


Рис. 79. Накатки:

а — прямая, б — сетчатая, в — шаг накатки

## 122. Величина шага прямой накатки для всех материалов

Диаметр заготовки, мм	Величина шага, мм, при ширине накатки, мм				
	до 2	2—6	6—14	14—30	св 30
До 8	0,5				
8—16	0,5	0,6			
16—32	0,5	0,6	0,8		
32—64	0,7	0,8	1,0		
64—100	0,8			1,0	1,2

## 123. Величина шага перекрестной накатки

Диаметр заготовки, мм	Величина шага, мм, при ширине накатки, мм, для материалов									
	до 2	до 6	6—14	14—30	св. 30	2—6	6—14	14—30	св 30	
	латунь, алюминий					фнбра, сталь				
До 8	0,6					0,6				
8 — 16	0,6					0,6	0,8			

Продолжение табл. 123

Диаметр заготов- ки мм	Величина шага, мм, при ширине накатки, мм, для материалов								
	до 2	до 6	6—14	14—30	св 30	2—6	6—14	14—30	св 30
	латунь, алюминий					фибра, сталь			
16—32	0,6			0,8		0,8		1,0	
32—64	0,6	0,8		1,0		0,8	1,0		1,2
64—100		0,8		1,0	1,2	0,8	1,0	1,2	1,6

124. Режимы накатывания

Шаг накат- ки, мм	0,5		0,6		0,8		1,0		1,2	
Число рабо- чих ходов	3—5		4—6		5—6		6—8		7—10	
Диаметр об- рабатываемой детали, мм	5	10	15	20	30	50	75	100		
Продольная подача, мм/об	0,7	1,0	1,25	1,5	1,7	2,0	2,5	2,5		
Обрабаты- ваемый мате- риал	Сталь мяг- кая		Сталь твер- дая		Бронза		Ла- тунь		Алюминий	
Окружная скорость, м/мин	20—25		10—15		25—40		40—50		80—100	

# ГЛАВА 13

## НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

#### Элементы резьбы

Профилем резьбы называется сечение ее витка плоскостью проходящей через ось резьбы (рис 80).

Углом профиля  $\varepsilon$  называется угол между боковыми сторонами витка, измеренный в плоскости, проходящей через ось резьбы.

Вершиной профиля называется линия, соединяющая боковые стороны по верху витка.

Впадиной профиля называется линия, образующая вид винтовой канавки. Вершины и впадины могут быть плоско срезанными или закругленными.

Шагом резьбы  $P$  называется расстояние между параллельными сторонами или вершинами двух рядом лежащих витков, измеренное вдоль оси резьбы.

Резьба характеризуется тремя диаметрами: наружным, внутренним и средним.

Наружным диаметром резьбы  $d$  называется диаметр цилиндра, описанного около резьбовой поверхности. Наружный диаметр измеряется у болтов по вершинам профиля резьбы, у гаек по впадинам.

Внутренним диаметром  $d_1$  называется диаметр цилиндра, вписанного в резьбовую поверхность. Внутренний диаметр измеряется у болтов по впадинам, а у гаек по вершинам резьбы.

Средним диаметром  $d_2$  называется диаметр цилиндра, соосного с резьбой, образующие которого делятся боковыми сторонами профиля на равные отрезки.

Угол подъема резьбы  $\omega$  — угол образованный направлением выступа резьбы с плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы. Угол этот определяется по формуле

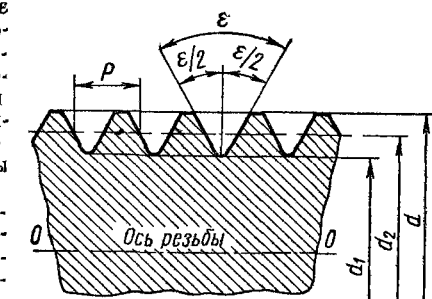


Рис 80 Профиль резьбы

$\varepsilon$  — угол профиля,  $P$  — шаг резьбы, диаметры резьбы  $d$  — наружный,  $d_1$  — внутренний,  $d_2$  — средний

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{P}{\pi d_2}.$$

По направлению витка резьбы подразделяются на правые и левые и по количеству заходов — на однозаходные и многозаходные.

В многозаходной резьбе следует различать ход и шаг. Ходом многозаходной резьбы называется расстояние между одноименными точками одного и того же витка, измеренное параллельно оси резьбы, или то расстояние, на которое переместится по оси болт или гайка за один оборот. Для однозаходной резьбы шаг и ход совпадают, а для многозаходных резьб ход равен произведению шага на число ходов. Число ходов определяют посредством подсчета концов витков на торце винта или гайки.

## Система резьб

Ниже описаны резьбы, применяемые в СССР.

Метрические имеют треугольный профиль и служат в основном для соединения деталей между собой. Метрические резьбы разделяются на две группы: резьбы с крупными шагами и резьбы с мелкими шагами для диаметров 0,25—600 мм.

Дюймовая применяется для крепежных соединений болтами, винтами и шпильками деталей старых машин.

Трапецидальные применяются в основном для ходовых винтов станков и других силовых передач. Трапецидальные резьбы подразделяются на крупную, нормальную и мелкую.

Упорные — крупная, нормальная и мелкая применяются преимущественно для ходовых и грузовых (с большой нагрузкой) винтов с односторонне действующей нагрузкой. В редких случаях используются как крепежные.

Прямоугольная применяется для грузовых и ходовых винтов. Резьба сложна в изготовлении и имеет некоторые недостатки, ограничивающие ее применение. Она не стандартизована. Шаг этой резьбы принимают равным  $0,2d$ , внутренний диаметр ее получается  $0,8d$ , а толщина витка  $0,1d$  ( $d$  — наружный диаметр резьбы).

Трубная цилиндрическая применяется в соединениях полых тонкостенных деталей (в трубах и т. п.), когда соединение должно быть особенно плотным.

Трубная коническая имеет то же назначение, что и цилиндрическая. Необходимая плотность соединения достигается деформацией витков.

Коническая дюймовая с углом профиля  $60^\circ$  применяется для получения плотных соединений.

Модульная применяется для червяков. Профиль этой резьбы — трапеция с углом при вершине  $40$  или  $30^\circ$ . Шаг резьбы червяка подсчитывается по формуле

$$P = \pi m,$$

где  $P$  — шаг резьбы червяка, мм;  $\pi = 3,14$ ;  $m$  — модуль (единица измерения шага зубчатых и червячных колес).

Кроме перечисленных, в некоторых отраслях промышленности применяют специальные резьбы — круглую (электролампы и пр.), часовую и т. д.

## РАЗМЕРЫ РЕЗЬБ

### Метрические резьбы

В соответствии с действующими с 1978 г. в СССР стандартами СЭВ метрические резьбы разделяются на две группы: резьбы с

крупными шагами и резьбы с мелкими шагами. Они различаются между собой величиной шага при одном и том же диаметре резьбы. Размеры метрических резьб указаны в табл. 125, 126.

**125. Размеры профиля метрических резьб, мм (СТ СЭВ 180—75)**

Шаг $P$	$H = \sqrt{\frac{3}{2}} P$	$H_1 = \frac{5}{8} H$	$\frac{3}{8} H$	$\frac{1}{4} H$	$\frac{1}{8} H$	$R = \frac{H}{6}$
0,075	0,064952	0,040595	0,024357	0,016238	0,008119	0,010825
0,08	0,069282	0,043301	0,025981	0,017321	0,008660	0,011547
0,09	0,077942	0,048714	0,029228	0,019486	0,009743	0,012990
0,1	0,086603	0,054127	0,032476	0,021651	0,010825	0,014434
0,125	0,108253	0,067658	0,040595	0,027063	0,013532	0,018042
0,15	0,129904	0,081190	0,048714	0,032476	0,016238	0,021651
0,175	0,151554	0,094722	0,056833	0,037889	0,018944	0,025259
0,2	0,173205	0,108253	0,064952	0,043301	0,021651	0,028868
0,225	0,194856	0,121785	0,073071	0,048714	0,024357	0,032476
0,25	0,216506	0,135316	0,081190	0,054127	0,027063	0,036084
0,3	0,259808	0,162380	0,097428	0,064952	0,032476	0,043301
0,35	0,303109	0,189443	0,113666	0,075777	0,037889	0,050518
0,4	0,346410	0,216506	0,129904	0,086603	0,043301	0,057735
0,45	0,389711	0,243570	0,146142	0,097428	0,048714	0,064952
0,5	0,433013	0,270633	0,162380	0,108253	0,054127	0,072169
0,6	0,519615	0,324760	0,194856	0,129904	0,064952	0,086602
0,7	0,606218	0,378886	0,227332	0,151554	0,075777	0,101036
0,75	0,649519	0,405949	0,243570	0,162380	0,081190	0,108253
0,8	0,692820	0,433013	0,259808	0,173205	0,086603	0,115470
1	0,866025	0,541266	0,324760	0,216506	0,108253	0,144338
1,25	1,082532	0,676582	0,405949	0,270633	0,135316	0,180422
1,5	1,299038	0,811899	0,487139	0,324760	0,162380	0,216506
1,75	1,515544	0,947215	0,568329	0,378886	0,189443	0,252591
2	1,732051	1,082532	0,649519	0,433013	0,216506	0,288675
2,5	2,165063	1,353165	0,811899	0,541266	0,270633	0,360844
3	2,598076	1,623798	0,974279	0,649519	0,324760	0,433013
3,5	3,031089	1,894331	1,136658	0,757772	0,378886	0,505182
4	3,464102	2,165063	1,299038	0,866025	0,433013	0,577350
4,5	3,897114	2,435696	1,461418	0,974279	0,487139	0,649519
5	4,330127	2,706329	1,623798	1,082532	0,541266	0,721688
5,5	4,763140	2,976962	1,786177	1,190785	0,595392	0,793857
6	5,196152	3,247595	1,948557	1,299038	0,649519	0,866025

126. Диаметры и шаги резьб, мм (СТ СЭВ 181—75)

Номинальный диаметр резьбы $d$			Шаги, $P$												
			круп- ные	мелкие											
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд		6	4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
0,25	—	—	0,075	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,3	—	—	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,35	—	0,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,4	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,45	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	—	0,125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,55	—	0,125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	—	—	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,7	—	0,175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	—	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,9	—	0,225	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
—	1,1	—	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
1,2	—	—	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
—	1,4	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
1,6	—	—	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
—	1,8	—	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
2	—	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25	—
—	2,2	—	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25	—
2,5	—	—	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	—	—
3	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	—	—
—	3,5	—	(0,6)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	—	—
4	—	—	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—
—	4,5	—	(0,75)	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—

5	—	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—
—	—	(5,5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—
6	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	0,75	0,5	—	—	—
—	—	7	1	—	—	—	—	—	—	—	0,75	0,5	—	—	—
8	—	—	1,25	—	—	—	—	—	—	1	0,75	0,5	—	—	—
—	—	9	(1,25)	—	—	—	—	—	—	1	0,75	0,5	—	—	—
10	—	—	1,5	—	—	—	—	—	1,25	1	0,75	0,5	—	—	—
—	—	11	(1,5)	—	—	—	—	—	—	1	0,75	0,5	—	—	—
12	—	—	1,75	—	—	—	—	1,5	1,25	1	0,75	0,5	—	—	—
—	14	—	2	—	—	—	—	1,5	1,25	1	0,75	0,5	—	—	—
—	—	15	—	—	—	—	—	1,5	—	(1)	—	—	—	—	—
16	—	—	2	—	—	—	—	1,5	—	1	0,75	0,5	—	—	—
—	—	17	—	—	—	—	—	1,5	—	(1)	—	—	—	—	—
—	18	—	2,5	—	—	—	2	1,5	—	1	0,75	0,5	—	—	—
20	—	—	2,5	—	—	—	2	1,5	—	1	0,75	0,5	—	—	—
—	22	—	2,5	—	—	—	2	1,5	—	1	0,75	0,5	—	—	—
24	—	—	3	—	—	—	2	1,5	—	1	0,75	—	—	—	—
—	—	25	—	—	—	—	2	1,5	—	(1)	—	—	—	—	—
—	—	(26)	—	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	27	—	3	—	—	—	2	1,5	—	1	0,75	—	—	—	—
—	—	(28)	—	—	—	—	2	1,5	—	1	0,75	—	—	—	—
30	—	—	3,5	—	—	(3)	2	1,5	—	1	0,75	—	—	—	—
—	—	(32)	—	—	—	—	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	33	—	3,5	—	—	(3)	2	1,5	—	1	0,75	—	—	—	—
—	—	35	—	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	4	—	—	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	(38)	—	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	39	—	4	—	—	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	40	—	—	—	(3)	(2)	1,5	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	4,5	—	(4)	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—

Номинальный диаметр резьбы $d$			Шаги, $P$												
			крупные	мелкие											
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд		6	4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
—	45	—	4,5	—	(4)	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
48	—	—	5	—	(4)	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	50	—	—	—	(3)	(2)	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	52	—	5	—	(4)	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	55	—	—	(4)	(3)	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
56	—	—	5,5	—	4	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	58	—	—	(4)	(3)	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	60	—	(5,5)	—	4	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	62	—	—	(4)	(3)	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	6	—	4	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	65	—	—	(4)	(3)	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	68	—	6	—	4	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	70	—	(6)	(4)	(3)	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
72	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	75	—	—	(4)	(3)	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	76	—	—	6	4	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	(78)	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	1	—	—	—	—	—
—	—	(82)	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
—	85	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
90	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	95	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—
—	105	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—



110	—	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	115	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	120	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
125	—	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	130	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	135	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
140	—	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	145	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	150	—	—	—	6	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	155	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	—	—	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	165	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	170	—	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	175	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	—	—	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	185	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	190	—	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	195	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	—	—	—	—	6	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	205	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	210	—	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	215	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	—	—	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	225	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	230	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	235	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	240	—	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	245	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	—	—	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	255	—	—	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 126

[illegible]

15*			460														
			470														
		480															
			490														
500																	
			510														
		520															
			530														
			540														
550																	
			560														
			570														
		580															
			590														
600																	

Примечания 1. Резьба М14×1,25 применяется только для свечей зажигания 2 Резьба М35×1,5 применяется только для стопорных гаек шарикоподшипников 3 При выборе диаметров резьб следует предпочитать первый ряд второму, а второй — третьему. 4 Диаметры и шаги резьб, заключенные в скобки, по возможности не применять.

На рис. 81 показан профиль метрической резьбы и его элементы. Угол профиля у всех метрических резьб равен 60°. Шаг метрических резьб измеряется в миллиметрах. Вершины профиля болта и гайки плоскорезанные. Впадина резьбы болта может быть плоскорезанной и закругленной по радиусу.

В обозначение резьбы с крупным шагом входит буква М, диаметр резьбы и обозначение поля допуска диаметра резьбы по стандартам СЭВ. Резьбы с мелкими шагами обозначаются буквой М, диаметром, шагом резьбы через знак Х и обозначением поля допуска диаметра резьбы. Левая резьба обозначается буквами ЛН.

Примеры обозначения резьбы: М20-7h6h — резьба на болте, метрическая с крупным шагом, наружный диаметр 20 мм, поле допуска среднего диаметра 7h, поле допуска наружного диаметра 6h, степень точности среднего диаметра — 7, степень точности наружного диаметра — 6, ряд основных отклонений h; М30×1,5 ЛН-5H6H-25 — резьба на гайке, левая, метрическая с мелким шагом, наружный диаметр 30 мм, шаг 1,5 мм, поле допуска среднего диаметра резьбы гайки 5H, поле допуска внутреннего диаметра 6H, степень точности среднего и внутреннего диаметра 5 и 6 соответственно, ряд основных отклонений H, длина свинчивания 25 мм, М24-6d-

$R$  — резьба на болте, метрическая с крупным шагом, наружный диаметр 24 мм, поле допуска среднего и наружного диаметра 6d, степень точности среднего и наружного диаметров 6, ряд основных отклонений  $d$ , резьба с обязательным закруглением впадины  $R$ .

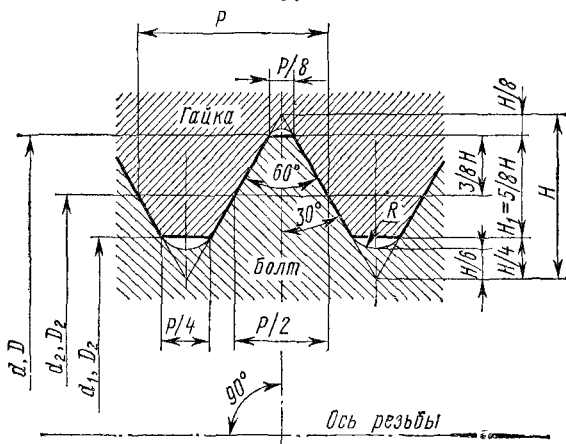


Рис. 81. Профиль метрической резьбы:

$d$  — наружный диаметр наружной резьбы (болта),  $D$  — наружный диаметр внутренней резьбы (гайки),  $d_2$  — средний диаметр болта,  $D_2$  — средний диаметр гайки,  $d_1$  — внутренний диаметр болта,  $D_1$  — внутренний диаметр гайки,  $P$  — шаг резьбы,  $H$  — высота исходного треугольника,  $R$  — номинальный радиус закругления впадины болта,  $H_1$  — рабочая высота профиля

Действующие стандарты устанавливают предельные отклонения метрических резьб в посадках скользящих и с зазорами. Схема расположения полей допусков болтов показана на рис. 82, гаек — на рис. 83. Отклонения отсчитывают от номинального профиля резьбы в направлении, перпендикулярном оси резьбы. Расположение полей допусков резьбы определяют основными отклонениями — верхним для болтов и нижним — для гаек. Установлены несколько рядов основных отклонений: для резьбы болтов  $h, g, e, d$ , для резьбы гаек  $H, G$ . Допуски диаметров резьбы болтов и гаек определяются степенями точности. Степени точности обозначаются цифрами. Для среднего диаметра болта установлены 4, 6, 7, 8-я степени точности; для наружного диаметра болта — 4, 6, 8-я, для среднего диаметра гайки — 4, 5, 6, 7-я, для внутреннего диаметра гайки — 5, 6, 7-я. Обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение (посадку). На первом месте стоит обозначение поля допуска среднего диаметра резьбы, а на втором — обозначение поля допуска наружного диаметра (для болта) или внутреннего диаметра (для гайки). Если обозначение поля допуска наружного или внутреннего диаметра совпадает с обозначением поля допуска среднего диаметра, то оно в обозначении резьбы не повторяется. Посадки соединений резьбовых деталей обозначают дробью, в числителе которой указано обозначение поля допуска гайки, а в знаменателе — обозначение поля допуска болта.

Длины свинчивания подразделяются на три группы: малые  $S$ , нормальные  $N$  и большие  $L$  (табл. 127). Допуск резьбы, если нет особых оговорок, относится к наибольшей нормальной длине свинчивания или ко всей длине резьбы, если она меньше наибольшей нормальной длины свинчивания.

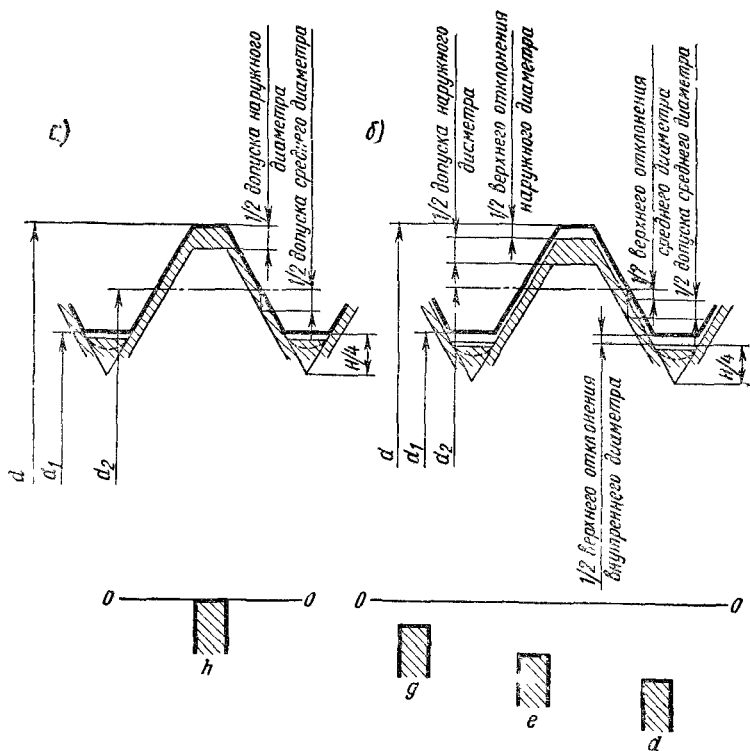


Рис. 82. Расположение полей допусков болтов:

$a$  — с основными отклонениями  $h_1$ ,  $b$  — с основными отклонениями  $g$ ,  $e$ ,  $d$

Для метрических резьб установлены три класса точности: точный (болты —  $4h$ ; гайки —  $4H5H$ ), средний (болты —  $6h$ ,  $6g$ ,  $6e$ ,  $6d$ ; гайки —  $5H6H$ ,  $6H$ ,  $6G$ ), грубый (болты —  $8h$ ,  $8g$ ; гайки —  $7H$ ,  $7G$ ). Поля допусков  $6g$ ,  $6H$ ,  $8g$ ,  $7H$  являются предпочтительными в применении.

При длинах свинчивания, относящихся к группе  $S$ , применение класса точности «грубый» не рекомендуется. При длинах свинчивания, относящихся к группе  $L$ , допускается применение дополнительных полей допусков: в классе точности «точный» —  $5H6H$ , в классе точности «средний» —  $7h6h$ ,  $7g6g$ ,  $7e6e$ ,  $7H$ ,  $7g$ .

Предельные отклонения диаметров резьбы болтов приведены в табл. 128, а гаек — в табл. 129. Отклонения размеров для диаметра от 3 до 120 мм приведены в табл. 130.

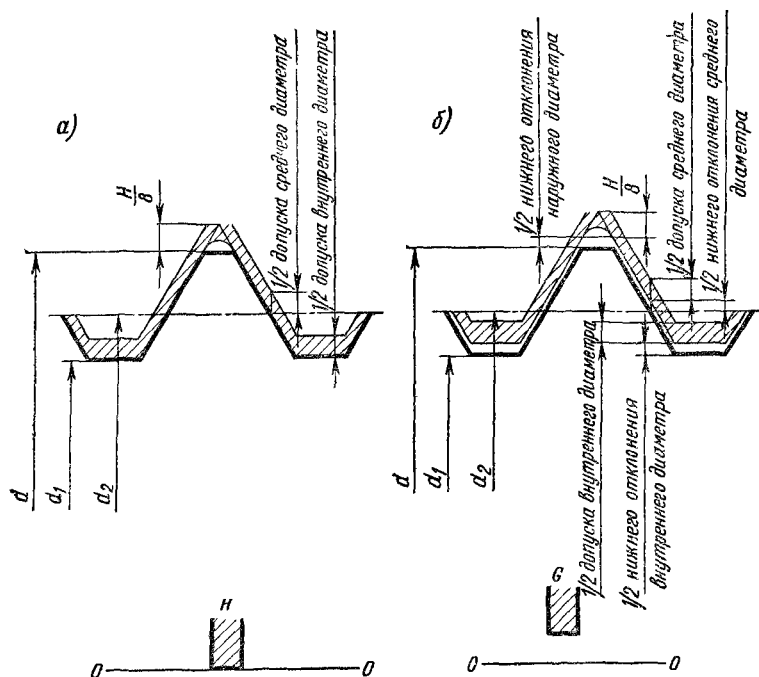


Рис. 83. Расположение полей допусков гаек:  
 а — с основным отклонением  $H$ , б — с основным отклонением  $G$

## 127. Длины свививания (ГОСТ 16093—70)

Шаг, мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Длины свививания, мм		
		$S$	$N$	$L$
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	До 1,5 » 1,6	Св 1,5 до 4,5 » 1,6 » 4,7	Св 4,5 » 4,7
0,6	» 2,8 » 5,6	» 1,7	» 1,7 » 5,0	» 5,0
0,7	» 2,8 » 5,6	» 2,0	» 2,0 » 6,0	» 6,0
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	» 2,4 » 2,8	» 2,4 » 7,1 » 2,8 » 8,3	» 7,1 » 8,3
0,8	» 2,8 » 5,6	» 2,5	» 2,5 » 7,5	» 7,5

Шаг, мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Длины свинчивания, мм		
		S	N	L
1	Св. 5,6 до 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45,0	До 3,0 » 3,8 » 4,0	Св. 3,0 до 9,0 » 3,8 » 11,0 » 4,0 » 12,0	Св. 9,0 » 11,0 » 12,0
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	» 4,0 » 4,5	» 4,0 » 12,0 » 4,5 » 13,0	» 12,0 » 13,0
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45,0 » 45,0 » 90,0 » 90,0 » 180,0	» 5,0 » 5,6 » 6,3 » 7,5 » 8,3	» 5,0 » 15,0 » 5,6 » 16,0 » 6,3 » 19,0 » 7,5 » 22,0 » 8,3 » 25,0	» 15,0 » 16,0 » 19,0 » 22,0 » 25,0
1,75	» 11,2 » 22,4	» 6,0	» 6,0 » 18,0	» 18,0
2	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45,0 » 45,0 » 90,0 » 90,0 » 180,0	» 8,0 » 8,5 » 9,5 » 12,0	» 8,0 » 24,0 » 8,5 » 25,0 » 9,5 » 28,0 » 12,0 » 36,0	» 24,0 » 25,0 » 28,0 » 36,0
2,5	» 11,2 » 22,4	» 10,0	» 10,0 » 30,0	» 30,0
3	» 22,4 » 45,0 » 45,0 » 90,0	» 12,0 » 15,0	» 12,0 » 36,0 » 15,0 » 45,0	» 36,0 » 45,0
3,5	» 22,4 » 45,0	» 15,0	» 15,0 » 45,0	» 45,0
4	» 22,4 » 45,0 » 45,0 » 90,0 » 90,0 » 180,0	» 18,0 » 19,0 » 24,0	» 18,0 » 53,0 » 19,0 » 56,0 » 24,0 » 71,0	» 53,0 » 56,0 » 71,0

128. Предельные отклонения диаметров резьбы  
болтов полей допусков

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы мм					
		4 $h$			6 $h$		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d, d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$	$d; d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	-67	-48 -53	0	-106	-75 -85

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы мкм					
		4 $h$			6 $h$		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d, d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$	$d, d_1,$ $d$	$d$	$d_2$
0,6	Св 2,8 до 5,6	0	—80	—53	0	—125	—85
0,7	» 2,8 » 5,6	0	—90	—56	0	—140	—90
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	—90	—63 —67	0	—140	—100 —106
0,8	» 2,8 » 5,6	0	—95	—60	0	—150	—95
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	0	—112	—71 —75 —80	0	—180	—112 —118 —125
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0 0	—132	—75 —85	0	—212	—118 —132
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	—150	—85 —90 —95 —100 —106	0	—236	—132 —140 —150 —160 —170
1,75	» 11,2 » 22,4	0	—170	—95	0	—265	—150
2,0	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	—180	—100 —106 —112 —118	0	—280	—160 —170 —180 —190
2,5	» 11,2 » 22,4	0	—212	—106	0	—335	—170
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	0	—236	—125 —132	0	—375	—200 —212
3,5	» 22,4 » 45	0	—265	—132	0	—425	—212
4,0	» 22,4 » 45			—140			—224



Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ мм	Предельные отклонения диаметров резьбы мкм						
		4 $h$ , 6 $g$			6 $h$ , 6 $e$			
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее		
			$d, d_1$ $d$	$d$		$d$	$d, d_1$ $d$	$d$
4,0	Св 45 до 90 » 90 » 180	0	-300	-150 -160	0	-475	-236 -250	
0,5	» 2,8 » 5,6 » 5,6 » 11,2	-20	-126	-95 -105	-50	-156	-125 -135	
0,6	» 2,8 » 5,6	-21	-146	-106	-53	-178	-138	
0,7	» 2,8 » 5,6	-22	-162	-112	-56	-196	-146	
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	-22	-162	-122 -128	-56	-196	-156 -162	
0,8	» 2,8 » 5,6	-24	-174	-119	-60	-210	-156	
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	-26	-206	-138 -144 -151	-60	-240	-172 -178 -185	
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	-28	-240	-146 -160	-63	-275	-181 -195	
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	-32	-268	-164 -172 -182 -192 -202	-67	-303	-199 -207 -217 -227 -237	
1,75	» 11,2 » 22,4	-34	-299	-184	-71	-336	-221	
2,0	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	-38	-318	-198 -208 -218 -228	-71	-351	-231 -241 -251 -261	
2,5	» 11,2 » 22,4	-42	-337	-212	-80	-415	-250	

Продолжение табл. 128

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		6 g			6 e		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d; d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$	$d; d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$
3,0	Св. 22,4 до 45 » 45 » 90	—48	—423	—248 —260	—85	—460	—285 —297
3,5	» 22,4 » 45	—53	—478	—265	—90	—515	—302
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	—60	—535	—284 —296 —310	—95	—570	—319 —331 —345

Продолжение табл. 128

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		6 d			7 h 6h		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d, d_1,$ $d_2$	$d$	$d_2$	$d, d_1,$ $d_2$	$d$	$d_2$
0,5	Св. 2,8 до 5,6	—	—	—	0	—106	—95 —106
0,6	» 2,8 » 5,6	—	—	—	0	—125	—106
0,7	» 2,8 » 5,6	—	—	—	0	—140	—112
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	— —	— —	— —	0	—140	—125 —132
0,8	» 2,8 » 5,6	—	—	—	0	—150	—118
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	—90	—270	—202 —208 —215	0	—180	—140 —150 —160

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		6 $d$			7 $h$ 6 $h$		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d, d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$	$d, d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$
1,25	Св 5,6 до 11,2	—95	—307	—213	0	—212	—150
	» 11,2 » 22,4			—217			—170
1,5	» 5,6 » 11,2	—95	—331	—227	0	—236	—170
	» 11,2 » 22,4			—235			—180
	» 22,4 » 45			—245			—190
	» 45 » 90			—255			—200
	» 90 » 180			—265			—212
1,75	» 11,2 » 22,4	—100	—365	—250	0	—265	—190
2,0	» 11,2 » 22,4	—100	—380	—260	0	—280	—200
	» 22,4 » 45			—270			—212
	» 45 » 90			—280			—224
	» 90 » 180			—290			—236
2,5	» 11,2 » 22,4	—106	—441	—276	0	—335	—212
3,0	» 22,4 » 45	—112	—487	—312	0	—375	—250
	» 45 » 90			—324			—265
3,5	» 22,4 » 45	—118	—543	—330	0	—425	—265
4,0	» 22,4 » 45	—125	—600	—349	0	—475	—280
	» 45 » 90			—361			—300
	» 90 » 180			—375			—315

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		7 $g$ 6 $g$			7 $e$ 6 $e$		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d; d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$	$d; d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$
0,5	Св 2,8 до 5,6	—20	—126	—115	—50	—156	—145
	» 5,6 » 11,2			—126			—156

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы мкм					
		7 g 6 g			7 e 6 e		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d, d_1, d_2$	$d$	$d$	$d, d_1, d_2$	$d$	$d_2$
0,6	Св 2,8 до 5,6	—21	—146	—127	—53	—178	—159
0,7	» 2,8 » 5,6	—22	—162	—134	—56	—196	—168
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	—22	—162	—147 —154	—56	—196	—181 —188
0,8	» 2,8 » 5,6	—24	—174	—142	—60	—210	—178
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	—26	—206	—165 —176 —186	—60	—240	—200 —210 —220
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	—28	—240	—178 —198	—63	—275	—213 —233
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	—32	—268	—202 —212 —222 —232 —244	—67	—303	—237 —247 —257 —267 —279
1,75	» 11,2 » 22,4	—34	—299	—224	—71	—336	—261
2,0	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	—38	—318	—238 —250 —262 —274	—71	—351	—271 —283 —295 —307
2,5	» 11,2 » 22,4	—42	—377	—254	—80	—415	—292
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	—48	—423	—298 —313	—85	—460	—335 —350
3,5	» 22,4 » 45	—53	—478	—318	—90	—515	—355
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	—60	—535	—340 —360 —375	—95	—570	—375 —395 —415

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы мкм					
		8 h (для $P \geq 0,8$ )	8 h 6 h (для $P < 0,8$ )		8 g		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	ни жнее	
		$d, d_1,$ $d_2$	$d$	$d_1$	$d$ $d_1$ $d_2$	$d$	$d$
0,5	Св 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	—106	—118 —132	—	—	—
0,6	» 2,8 » 5,6	0	—125	—132	—	—	—
0,7	» 2,8 » 5,6	0	—140	—140	—	—	—
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	—140	—160 —170	—	—	—
0,8	» 2,8 » 5,6	0	—236	—150	—24	—260	—174
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	0	—280	—180 —190 —200	—26	—306	—206 —216 —226
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	—335	—190 —212	—28	—363	—218 —240
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 « 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	—375	—212 —224 —236 —250 —265	—32	—407	—244 —256 —268 —282 —297
1,75	» 11,2 » 22,4	0	—425	—236	—34	—459	—270
2,0	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	—450	250 —265 —280 —300	—38	—488	—288 —303 —318 —338
2,5	» 11,2 » 22,4	0	—530	—265	—42	—572	—307
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	0	—600	—315 —335	—48	—648	—363 —383
3,5	» 22,4 » 45	0	—670	—335	—53	—723	—388

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		$8 h$ (для $P \geq 0,8$ )	$8 h \ 6 h$ (для $P < 0,8$ )		$8 g$		
		верх- нее	нижнее		верх- нее	нижнее	
		$d; d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$	$d; d_1;$ $d_2$	$d$	$d_2$
4,0	Св. 22,4 до 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	-750	-355 -375 -400	-60	-810	-415 -435 -460

129. Предельные отклонения диаметров резьбы гаек полей допусков

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		$4 H \ 5 H$			$5 H \ 6 H$		
		ниж- нее	верхнее		ниж- нее	верхнее	
		$d; d_1;$ $d_2$	$d_2$	$d_1$	$d; d_1;$ $d_2$	$d_2$	$d_1$
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	+63 +71	+112	0	+80 +90	+140
0,6	» 2,8 » 5,6	0	+71	+125	0	+90	+160
0,7	» 2,8 » 5,6	0	+75	+140	0	+95	+180
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	+85 +90	+150	0	+106 +112	+190
0,8	» 2,8 » 5,6	0	+80	+160	0	+100	+200
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	0	+95 +100 +106	+190	0	+118 +125 +132	+236
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	+100 +112	+212	0	+125 +140	+265

Продолжение табл. 129

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		4 Н 5 Н			5 Н 6 Н		
		ниж- нее	верхнее		ниж- нее	верхнее	
		$d; d_1;$ $d_2$	$d_2$	$d_1$	$d; d_1;$ $d_2$	$d_2$	$d_1$
1,5	Св. 5,6 до 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+112 +118 +125 +132 +140	+236	0	+140 +150 +160 +170 +180	+300
1,75	» 11,2 » 22,4	0	+125	+265	0	+160	+335
2,0	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+132 +140 +150 +160	+300	0	+170 +180 +190 +200	+375
2,5	» 11,2 » 22,4	0	+140	+355	0	+180	+450
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	0	+170 +180	+400	0	+212 +224	+500
3,5	» 22,4 » 45	0	+180	+450	0	+224	+560
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+190 +200 +212	+475	0	+236 +250 +265	+600

Продолжение табл. 129

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		6 Н			6 G		
		ниж- нее	верхнее		ниж- нее	верхнее	
		$d; d_1;$ $d_2$	$d_2$	$d_1$	$d; d_1;$ $d_2$	$d_2$	$d_1$
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	+100 +112	+140	+20	+120 +132	+160
0,6	» 2,8 » 5,6	0	+112	+160	+21	+133	+181
0,7	» 2,8 » 5,6	0	+118	+180	+22	+140	+202

Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм						
		6 H			6 G			
		ниж- нее	верхнее		ниж- нее	верхнее		
			$d; d_1;$ $d_2$	$d_0$		$d_1$	$d; d_1;$ $d_0$	$d_2$
0,75	Св 5,6 до 11,2 » 11,2 » 22,4	0	+132 +140	+190	+22	+154 +162	+212	
0,8	» 2,8 » 5,6	0	+125	+200	+24	+149	+224	
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	0	+150 +160 +170	+236	+26	+176 +186 +196	+262	
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	+160 +180	+265	+28	+188 +208	+293	
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+180 +190 +200 +212 +224	+300	+32	+212 +222 +232 +224 +256	+332	
1,75	» 11,2 » 22,4	0	+200	+335	+34	+234	+369	
2,00	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+212 +224 +236 +250	+375	+38	+250 +262 +274 +288	+413	
2,5	» 11,2 » 22,4	0	+224	+450	+42	+266	+492	
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	0	+265 +280	+500	+48	+313 +328	+548	
3,5	» 22,4 » 45	0	+280	+560	+53	+333	+613	
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+300 +315 +335	+600	+60	+360 +375 +395	+660	



Шаг резьбы $P$ , мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы мкм					
		7 H			7 G		
		ниж- нее	верхнее		ниж- нее	верхнее	
			$d, d_1,$ $d_2$	$d_0$		$d_1$	$d, d_1,$ $d_2$
0,5	Св 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	+125 +140	+180	+20	+145 +160	+200
0,6	» 2,8 » 5,6	0	+140	+200	+21	+161	+221
0,7	» 2,8 » 5,6	0	+150	+224	+22	+172	+246
0,75	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	+170 +180	+236	+22	+192 +202	+258
0,8	» 2,8 » 5,6	0	+160	+250	+24	+184	+274
1,0	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	0	+190 +200 +212	+300	+26	+216 +226 +238	+326
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	+200 +224	+335	+28	+228 +252	+363
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+224 +236 +250 +265 +280	+375	+32	+256 +268 +282 +297 +312	+407
1,75	» 11,2 » 22,4	0	+250	+425	+34	+284	+459
2,0	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+265 +280 +300 +315	+475	+38	+303 +318 +338 +353	+513
2,5	» 11,2 » 22,4	0	+280	+560	+42	+322	+602
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	0	+335 +355	+630	+48	+383 +403	+678
3,5	» 22,4 » 45	0	+355	+710	+53	+408	+763
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+375 +400 +425	+750	+60	+435 +460 +485	+810

Примеры обозначения резьбы по отмененному ГОСТ 9253—59: М20 кл 2 — резьба метрическая с крупным шагом, наружный диаметр 20 мм, 2-й класс точности, М30×1,5 кл. 3 — резьба метрическая с мелким шагом, наружный диаметр 30 мм, шаг 1,5 мм, 3-й класс точности, М24 кл. 2а лев — резьба метрическая левая с крупным шагом, наружный диаметр 24 мм, класс точности 2а

Для метрических резьб были установлены ГОСТ 9253—59 следующие классы точности 1, 2, 2а и 3-й. Схема расположения полей допусков метрических резьб показана на рис 84

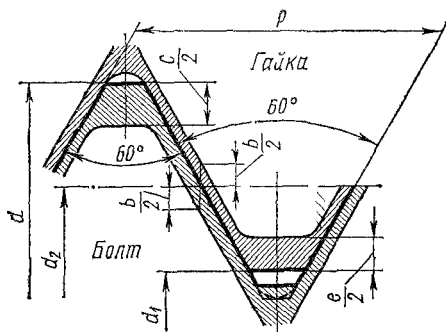


Рис. 84. Схема расположения полей допусков метрических резьб (ГОСТ 9253—59):

диаметры резьбы  $d$  — номинальный наружный,  $d_1$  — номинальный внутренний,  $d_2$  — номинальный средний,  $c$  — допуск наружного диаметра болта,  $b$  — допуск среднего диаметра болта и гайки,  $e$  — допуск внутреннего диаметра гайки,  $P$  — шаг

По отмененным стандартам шаг резьбы обозначался буквой S.

Замену допусков резьб в ранее разработанной технической документации следует производить в соответствии с табл. 130.

130. Рекомендуемые замены допусков резьб в ранее разработанной технической документации

Поле допуска по отмененным стандартам	Поле допуска по действующим стандартам
Болты	
Класс 1	4 <i>h</i>
» 2	6 <i>g</i>
» 2a	6 <i>g</i>
» 3	8 <i>g</i>
» 2aД	6 <i>g</i>
» 3Л	6 <i>e</i>

Поле допуска по отмененным стандартам

Поле допуска по действующим стандартам

## Гайки

Класс 1  
 » 2  
 » 2а  
 » 3  
 » 3Х

4 Н 5 Н  
 6 Н  
 6 Н  
 7 Н  
 6 G

## Дюймовая резьба

Дюймовая резьба имеет профиль с углом  $55^\circ$  с плоско-срезанными вершинами и впадинами (рис. 85). Шаг дюймовой резьбы выражается числом ниток на один дюйм.

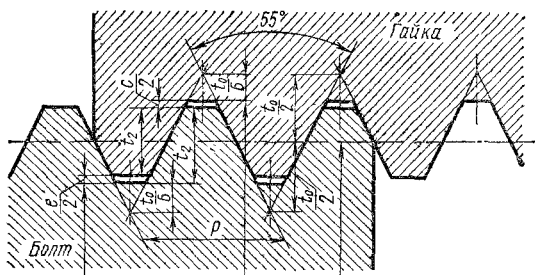


Рис 85 Профиль дюймовой резьбы

$P$  — шаг,  $t_0$  — теоретическая высота профиля  $e$  — зазор по внутреннему диаметру,  $c$  — зазор по наружному диаметру

На чертежах дюймовая резьба обозначается наружным диаметром в дюймах и классом точности. Например,  $1''$  кл. 2 — резьба дюймовая с углом профиля  $55^\circ$ , наружный диаметр один дюйм, 8 ниток на  $1''$ , 2-й класс точности. Основные размеры дюймовой резьбы приведены в табл. 131.

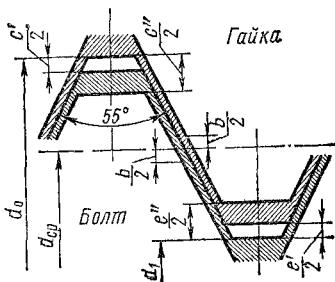


Рис. 86 Схема расположения полей допусков для дюймовой резьбы

отклонения  $c'$  — верхнее наружного диаметра болта ( $d_0$ ),  $c''$  — нижнее наружного диаметра болта ( $d_0$ ),  $c'$  — нижнее внутреннего диаметра гайки ( $d_1$ ),  $e''$  — верхнее внутреннего диаметра гайки ( $d_1$ )

**131. Размеры дюймовой резьбы с углом профиля 55°  
(ОСТ НКТП 1260)**

Номинальный диаметр резь- бы $d_H$ , дюймы	Диаметр, мм			Число ниток $n$ на дюйм	Шаг резьбы $P$ , мм	Теоретическая высота профиля $t_0$ , мм	Зазоры, мм		Высота профиля $t_2$ , мм
	наружный $d_0$	средний $d_{cp}$	внутренний $d_1$				$c'$	$e'$	
$\frac{3}{16}$	4,762	4,085	3,408	24	1,058	1,016	0,132	0,152	0,677
$\frac{1}{4}$	6,350	5,537	4,724	20	1,270	1,220	0,150	0,186	0,814
$\frac{5}{16}$	7,938	7,034	6,131	18	1,411	1,355	0,158	0,209	0,903
$\frac{3}{8}$	9,525	8,509	7,492	16	1,588	1,525	0,165	0,238	1,017
$\left(\frac{7}{16}\right)$	11,112	9,951	8,789	14	1,814	1,742	0,182	0,271	1,762
$\frac{1}{2}$	12,700	11,345	9,989	12	2,117	2,033	0,200	0,311	1,355
$\left(\frac{9}{16}\right)$	14,288	12,932	11,577	12	2,117	2,033	0,203	0,313	1,355
$\frac{5}{8}$	15,875	14,391	12,918	11	2,309	2,218	0,226	0,342	1,479
$\frac{3}{4}$	19,050	17,424	15,798	10	1,540	2,440	0,240	0,372	1,626
$\frac{7}{8}$	22,225	20,418	18,611	9	2,822	2,710	0,266	0,419	1,807
1	25,400	23,367	21,334	8	3,175	3,050	0,290	0,466	2,033
1 $\frac{1}{8}$	28,575	26,252	23,929	7	3,629	3,486	0,325	0,531	2,323
1 $\frac{1}{4}$	31,750	29,427	21,104	7	3,629	3,486	0,330	0,536	2,323
1 $\frac{3}{8}$	34,925	32,215	29,504	6	4,233	4,066	0,365	0,626	2,711
1 $\frac{1}{2}$	38,100	35,390	32,679	6	4,233	4,066	0,370	0,631	2,711

Номинальный диаметр резьбы $d_H$ , дюймы	Диаметр, мм			Число витков $n$ на дюйм	Шаг резьбы $P$ , мм	Теоретическая высота профиля $t_0$ , мм	Зазоры, мм		Высота профиля $t_2$ , мм
	наружный $d_0$	средний $d_{cp}$	внутренний $d_1$				$c'$	$e'$	
$(1 \frac{5}{8})$	41,275	38,022	34,770	5	5,080	4,879	0,425	0,750	3,253
$1 \frac{3}{4}$	44,450	41,198	37,045	5	5,080	4,879	0,430	0,755	3,253
$(1 \frac{7}{8})$	47,625	44,011	40,397	$4 \frac{1}{2}$	5,644	5,421	0,475	0,833	3,614
2	50,800	47,186	43,572	$4 \frac{1}{2}$	5,644	5,421	0,480	0,838	3,614
$2 \frac{1}{4}$	57,150	53,084	49,019	4	6,350	6,099	0,530	0,941	4,066
$2 \frac{1}{2}$	63,500	59,433	55,269	4	6,350	6,099	0,530	0,941	4,066
$2 \frac{3}{4}$	69,850	65,204	60,557	$3 \frac{1}{2}$	7,257	6,970	0,590	1,073	4,647
3	76,200	71,554	66,907	$3 \frac{1}{2}$	7,257	6,970	0,590	1,073	4,647
$3 \frac{1}{4}$	82,550	77,546	72,542	$3 \frac{1}{4}$	7,815	7,506	0,640	1,158	5,004
$3 \frac{1}{2}$	88,900	83,896	78,892	$3 \frac{1}{4}$	7,815	7,506	0,640	1,158	5,004
$3 \frac{3}{4}$	95,250	89,829	84,409	3	8,467	8,132	0,700	1,251	5,421
4	101,600	96,179	90,759	3	8,467	8,132	0,700	1,251	5,421

Примечание. Диаметры резьбы, поставленные в скобки, по возможности не применять.

Для дюймовой резьбы установлены два класса точности: 2-й и 3-й. Схема расположения полей допусков на дюймовую резьбу показана на рис. 86. Отклонения размеров дюймовой резьбы с углом профиля  $55^\circ$  даны в табл. 132.

# 132. Отклонение размеров дюймовой резьбы (ОСТ НКТП 1260)

Номинальный диаметр резьбы дюймы	Число ниток на дюйм	Размеры, мм							
		Диаметры винта			Допуски среднего диаметра винта и гайки		Диаметры гайки		
		наружный	внут- ренний	внутренний			наруж- ный		
								Отклонения	
		верх- нее —с'	ниж- нее —с''	верх- нее	2-й класс	3-й класс	ниж- нее +e'	верх- нее +e''	ниж- нее
$\frac{3}{16}$	24	132	392	0	103	172	152	412	0
$\frac{1}{4}$	20	150	450	0	113	189	186	476	0
$\frac{5}{16}$	18	158	458	0	119	199	209	519	0
$\frac{3}{8}$	16	165	465	0	127	211	238	558	0
$\left(\frac{7}{16}\right)$	14	182	482	0	135	224	271	611	0
$\frac{1}{2}$	12	200	600	0	146	244	311	661	0
$\left(\frac{9}{16}\right)$	12	208	608	0	149	244	313	673	0
$\frac{5}{8}$	11	225	625	0	153	255	342	682	0
$\frac{3}{4}$	10	240	640	0	160	267	372	752	0
$\frac{7}{8}$	9	265	765	0	169	281	419	789	0
1	8	290	790	0	179	298	466	866	0
$1\frac{1}{8}$	7	325	925	0	191	319	531	971	0
$1\frac{1}{4}$	7	330	930	0	191	319	536	946	0
$\left(1\frac{3}{8}\right)$	6	365	965	0	207	345	626	1056	0

Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Число ниток на дюйм	Размеры, мм							
		Диаметры винта			Допуски среднего диаметра винта и гайки	Диаметры гайки			
		наружный	внут- ренний	внутренний		наруж- вый			
							Отклонения		
		верх- нее —с'	ниж- нее —с'	верх- нее	2-й класс	3-й класс	ниж- нее +e'	верх- нее +e''	ниж- нее
1 $\frac{1}{2}$	6	370	970	0	207	345	631	1071	0
(1 $\frac{5}{8}$ )	5	425	1225	0	227	378	750	1230	0
1 $\frac{3}{4}$	5	430	1230	0	227	378	755	1255	0
(1 $\frac{7}{8}$ )	4 $\frac{1}{2}$	475	1275	0	239	398	833	1353	0
2	4 $\frac{1}{2}$	480	1280	0	239	398	838	1378	0
2 $\frac{1}{4}$	4	530	1330	0	253	422	941	1481	0
2 $\frac{1}{2}$	4	530	1330	0	253	422	941	1481	0
2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	590	1390	0	271	451	1073	1693	0
3	3 $\frac{1}{2}$	590	1390	0	271	451	1073	1693	0
3 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	640	1540	0	281	468	1158	1758	0
3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{4}$	640	1540	0	281	468	1158	1808	0
3 $\frac{3}{4}$	3	700	1600	0	292	487	1251	1941	0
4	3	700	1600	0	292	487	1251	1941	0

## Трубная цилиндрическая резьба

Трубная цилиндрическая резьба имеет профиль с углом  $55^\circ$  с плоскосрезанными или закругленными вершинами и впадинами (рис. 87). Шаг резьбы выражается числом ниток на один дюйм.

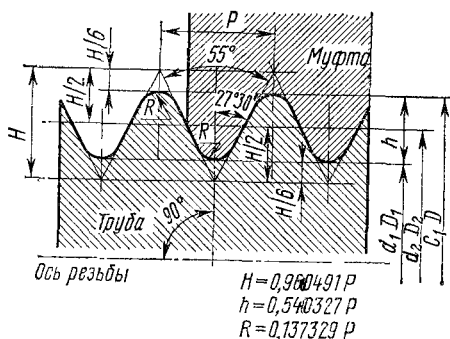


Рис. 87. Профиль трубной цилиндрической резьбы:

$d$  — наружный трубы,  $D$  — наружный муфты,  $d_1$  — внутренний трубы,  $D_1$  — внутренний муфты,  $d_2$  — средний трубы,  $D_2$  — средний муфты,  $P$  — шаг резьбы,  $H$  — теоретическая высота профиля,  $h$  — рабочая высота профиля,  $R$  — радиус закругления вершины и впадины

Номинальным диаметром трубной резьбы является внутренний диаметр трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба. Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности:  $A$  и  $B$ .

На чертежах трубная цилиндрическая резьба обозначается буквами *Труб*, номинальным диаметром в дюймах и классом точности. Например, *Труб.*, кл.  $A$  — резьба трубная цилиндрическая 2", 11 ниток на дюйм, класс точности  $A$ .

Размеры профиля трубной цилиндрической резьбы приведены в табл. 133, диаметры и шаги — в табл. 134.

133. Размеры профиля трубной цилиндрической резьбы, мм  
(ГОСТ 6357—73)

Шаг, $P$	Число ниток на дюйм $n$	Высота профиля резьбы трубы и муфты $h$	Теоретическая высота профиля $H$	Радиус закругления вершины и впадины $R$
0,907	28	0,581	0,871	0,125
1,337	19	0,856	1,284	0,184
1,814	14	1,162	1,742	0,249
2,309	11	1,479	2,218	0,317



**134. Диаметры и шаги трубной цилиндрической резьбы, мм  
(ГОСТ 6357—73)**

Диаметры					Шаг
номинальный		наружный	средний	внутренний	
1-й ряд	2-й ряд	$d=D$	$d_2=D_2$	$d_1=D_1$	
$(\frac{1}{8}'' )$	—	9,728	9,147	8,566	0,907
$\frac{1}{4}''$	—	13,157	12,301	11,445	1,337
$\frac{3}{8}''$	—	16,662	15,806	14,950	1,337
$\frac{1}{2}''$	—	20,955	19,793	18,631	1,814
—	$\frac{5}{8}''$	22,911	21,749	20,587	1,814
$\frac{3}{4}''$	—	26,441	25,279	24,117	1,814
—	$\frac{7}{8}''$	30,201	29,039	27,877	1,814
1''	—	33,249	31,770	30,291	2,309
—	1 $\frac{1}{8}''$	37,897	36,418	34,939	2,309
1 $\frac{1}{4}''$	—	41,910	40,431	38,952	2,309
—	1 $\frac{3}{8}''$	44,323	42,844	41,365	2,309
1 $\frac{1}{2}''$	—	47,803	46,324	44,845	2,309
—	1 $\frac{3}{4}''$	53,746	52,267	50,788	2,309
2''	—	59,614	58,135	56,656	2,309
—	2 $\frac{1}{4}''$	65,710	64,231	62,752	2,309
2 $\frac{1}{2}''$	—	75,184	73,705	72,226	2,309
—	2 $\frac{3}{4}''$	81,534	80,058	78,576	2,309
3''	—	87,884	86,405	84,925	2,309
—	3 $\frac{1}{2}''$	100,330	98,851	97,372	2,309
4''	—	113,030	111,551	110,072	2,309
—	4 $\frac{1}{2}''$	125,730	124,251	122,772	2,309
5''	—	138,435	136,951	135,472	2,309
—	5 $\frac{1}{2}''$	151,130	149,651	148,172	2,309
6''	—	163,830	162,351	160,872	2,309

Примечание При выборе диаметров резьб первый ряд следует предпочитать второму

Схема расположения полей допусков изображена на рис 88 а отклонения размеров даны в табл 135.

**135. Отклонения размеров трубной цилиндрической резьбы  
(ГОСТ 6357—73)**

Номиналь- ный размер резьбы, дюймы	Число ниток на дюйм	Наруж- ный диа- метр	Средний диаметр			
		Труба $d$	Муфта $D_2$	Труба $d_2$		
						Предельные отклонения мкм
Нижнее	Верхнее		Нижнее			
	Класс А	Класс В	Класс А	Класс В		
1	2	3	4	5	6	7
$\frac{1}{8}$	28	—214	+107	+214	—107	—214
$\frac{1}{4}$	19	—250	+125	+250	—125	—250
$\frac{3}{8}$	14	—284	+142	+284	—142	—284
$\frac{1}{2}$	11	—350	+180	+360	—180	—360
2 $\frac{1}{4}$ —6	11	—434	+217	+434	—217	—434

Номинальный размер резьбы, дюймы	Внутренний диаметр	Расстояние вершин и впадин резьбы от линии среднего диаметра					
		$h_1$			$h_2$		
	Муфта $d_1$	Труба	Муфта	Труба	Муфта	Труба	Муфта
	Предельные отклонения, мкм						
	Верхнее	Верхнее	Нижнее	Верхнее	Верхнее	Верхнее	Нижнее
1	8	9	10	11	12	13	14
$\frac{1}{8}$	+282						
$\frac{1}{4}$	+445						
$\frac{3}{8}$	+541						
$\frac{1}{2}$	+640	-25	-75	+50	+50	-25	-75
$\frac{3}{4}$	+640						

Примечание. Неуказанные предельные отклонения равны нулю.

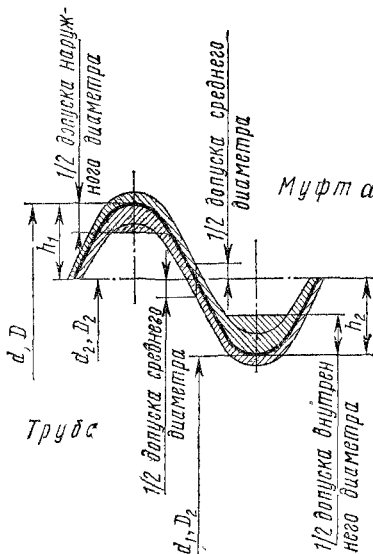


Рис. 88. Схема расположения полей допусков трубной цилиндрической резьбы:

$h_1$  — расстояние до вершины резьбы трубы и впадины резьбы муфты от линии среднего диаметра резьбы,  $h_2$  — расстояние до впадины резьбы трубы и вершины резьбы муфты от линии среднего диаметра

## Трапецеидальная резьба

Профиль трапецеидальной резьбы (рис. 89) — трапеция с углом профиля  $30^\circ$ . Углы впадины профиля закруглены.

Крупная, нормальная и мелкая трапецеидальные резьбы отличаются размерами шага и профиля резьбы при одинаковых диаметрах. Шаг резьбы измеряется в миллиметрах.

Основные размеры профиля трапецеидальной резьбы приведены в табл. 136, диаметры и шаги — в табл. 137.

В обозначение трапецеидальной резьбы входят буквы трап., диаметр и шаг. Для многоходовой резьбы указывается число заходов. Левая резьба обозначается буквами лев. Например,  $60 \times 3$ ;  $60 \times (3 \times 8)$  лев.

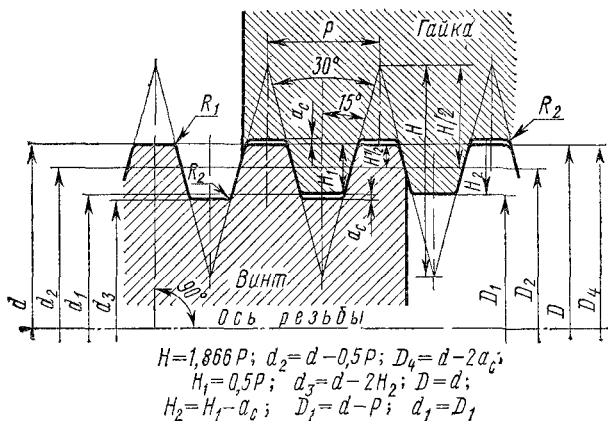


Рис. 89. Профиль трапецеидальной резьбы:

диаметры резьбы:  $d, D$  — наружный винта,  $D_4$  — наружный гайки,  $d_1$  — внутренний винта,  $D_1$  — внутренний гайки,  $d_2, D_2$  — средний,  $P$  — шаг,  $H$  — теоретическая высота профиля,  $H_1$  — рабочая высота профиля,  $H_2$  — глубина резьбы,  $a_c$  — радиальный зазор,  $R_1$  — радиус скругления вершины,  $R_2$  — радиус скругления впадины

### 136. Размеры профиля трапецеидальной резьбы, мм (ГОСТ 9484—73)

Шаг резьбы, $P$	Глубина резьбы $H_2$	Рабочая высота профиля $H_1$	Зазоры $a_c$	Радиус	
				$R_1$	$R_2$
2	1,25	1	0,25	0,125	0,25
3	1,75	1,5			
4	2,25	2			
5	2,75	2,5			
6	3,5	3	0,5	0,25	0,5
8	4,5	4			
10	5,5	5			
12	6,5	6			
16	9	8	1	0,5	1,0
20	11	10			
24	13	12			
32	17	16			
40	21	20			
48	25	24			

**137. Основные размеры одноходовой трапецеидальной резьбы  
для диаметров от 10 до 640 мм (ГОСТ 9484—73)**

Диаметр резьбы, мм					Шаг резьбы $P$ , мм
наружный $d$	внутренний $d_3$	средний $D_2$	наружный $D_1$	внутренний $D_1$	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
10	7,5	9	10,5	8	2
	6,5	8,5	10,5	7	3
12	9,5	11	12,5	10	2
	8,5	10,5	12,5	9	3
14	11,5	13	14,5	12	2
	10,5	12,5	14,5	11	3
16	13,5	15	16,5	14	2
	11,5	14	16,5	12	4
18	15,5	17	18,5	16	2
	13,5	16	18,5	14	4
20	17,5	19	20,5	18	2
	15,5	18		16	4
22	19,5	21	22,5	20	2
	16	19,5	23	17	5
	13	18	23	14	8
24	21,5	23	24,5	22	2
	18	21,5	25	19	5
	15	20	25	16	8
26	23,5	25	26,5	24	2
	20	23,5	27	21	5
	17	22	27	18	8
28	25,5	27	28,5	26	2
	22	25,5	29	23	5
	19	24	29	20	8
30	26,5	28,5	30,5	27	3
	23	27	31	24	6
	19	25	31	20	10
32	28,5	30,5	32,5	29	3
	25	29	33	26	6
	21	27	33	22	10

Диаметр резьбы, мм					Шаг резьбы $P$ , мм
наружный $d$	внутренний $d_s$	средний $D$	наружный $D_1$	внутренний $D_1$	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
34	30,5	32,5	34,5	31	3
	27	31	35	28	6
	23	29	35	24	10
36	32,5	34,5	36,5	33	3
	29	33	37	30	6
	25	31	37	26	10
38	34,5	36,5	38,5	35	3
	31	35	39	32	6
	27	33	39	28	10
40	36,5	38,5	40,5	37	3
	33	37	41	34	6
	29	35	41	30	10
42	38,5	40,5	42,5	39	3
	35	39	43	36	6
	31	37	43	32	10
44	40,5	42,5	44,5	41	3
	35	40	45	36	8
	31	38	45	32	12
46	42,5	44,5	46,5	43	3
	37	42	47	38	8
	33	40	47	34	12
48	44,5	46,5	48,5	45	3
	39	44	49	40	8
	35	42	49	36	12
50	46,5	48,5	50,5	47	3
	41	46	51	42	8
	37	44	51	38	12
52	48,5	50,5	52,5	49	3
	43	48	53	44	8
	39	46	53	40	12

Диаметр резьбы, мм					Шаг резьбы Р. мм
наружный $d$	внутренний $d_1$	средний $D_2$	наружный $D_4$	внутренний $D_1$	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
55	51,5	53,5	55,5	52	3
	46	51	56	47	8
	42	49	56	43	12
60	56,5	58,5	60,5	57	3
	51	56	61	52	8
	47	54	61	48	12
(62)	57,5	60	62,5	58	4
	51	57	63	52	10
	44	54	64	46	16
65	60,5	63	65,5	61	4
	54	60	66	55	10
	47	57	67	49	16
70	65,5	68	70,5	66	4
	59	65	71	60	10
	52	62	72	54	16
75	70,5	73	75,5	71	4
	64	70	76	65	10
	57	67	77	59	16
(78)	73,5	76	78,5	74	4
	67	73	70	68	10
	60	70	80	62	16
80	75,5	78,5	80,5	76	4
	69	75	81	70	10
	62	72	82	64	16
85	79	82,5	86	80	5
	72	79	86	73	12
	63	75	87	65	20
90	84	87,5	91	85	5
	77	84	91	78	12
	68	80	92	70	20

Диаметр резьбы, мм					Шаг резьбы $P$ , мм
наружный $d$	внутренний $d_s$	средний $D_2$	наружный $D_4$	внутренний $D_1$	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
95	89	92,5	96	90	5
	82	89	96	83	12
	73	85	97	75	20
100	94	97,5	101	95	5
	87	94	101	88	12
	78	90	102	80	20
110	104	107,5	111	105	5
	97	104	111	98	12
	88	100	112	90	20
120	113	117	121	114	6
	102	112	122	104	16
	92	108	122	96	24
130	123	127	131	124	6
	112	122	132	114	16
	104	118	132	106	24
140	133	137	141	134	6
	122	132	142	124	16
	114	128	142	116	24
150	143	147	151	144	6
	132	142	152	134	16
	124	138	152	126	24
160	151	156	161	152	8
	142	152	162	144	16
	134	148	162	136	24
170	161	166	171	162	8
	152	162	172	154	16
	144	158	172	146	24

Диаметр резьбы, мм					Шаг резьбы $P$ , мм
наружный $d$	внутренний $d_1$	средний $D_2$	наружный $D_4$	внутренний $D_1$	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
180	171	176	181	172	8
	158	170	182	160	20
	146	164	182	148	32
190	181	186	191	182	8
	168	180	192	170	20
	156	174	192	158	32
200	189	195	201	190	10
	178	190	202	180	20
	166	184	202	168	32
210	199	205	211	200	10
	188	200	212	190	20
	176	194	212	178	32
220	209	215	221	210	10
	198	210	222	200	20
	186	204	222	188	32
240	227	234	241	228	12
	214	228	242	216	24
	198	220	242	200	40
250	237	244	251	238	12
	224	238	252	226	24
	208	230	252	210	40
260	247	254	261	248	12
	234	248	262	236	24
	218	240	262	220	40



Диаметр резьбы мм					Шаг резьбы $P$ , мм
наружный $d$	внутренний $d_3$	средний $D_2$	наружный $D_4$	внутренний $D_1$	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
280	267	274	281	268	12
	254	268	282	256	24
	238	260	282	240	40
300	287	294	301	288	12
	274	288	302	276	24
	258	280	302	260	40
320	307	314	321	308	12
	270	296	322	272	48
340	327	334	341	328	12
	290	316	342	292	48
360	347	354	361	348	12
	310	336	362	312	48
380	367	374	381	368	12
	330	356	382	332	48
400	387	394	401	388	12
	350	376	402	352	48
420	402	412	422	404	16
440	422	432	442	424	16
460	442	452	462	444	16
480	462	472	482	464	16
500	482	492	502	484	16
520	498	510	522	500	20
540	518	530	542	520	20
560	538	550	562	540	20
580	558	570	582	560	20
600	574	588	602	576	24
620	594	608	622	596	24
640	614	628	642	616	24

Примечание. Резьбы, диаметры которых взяты в скобки, по возможности не применять.

## Трубная коническая резьба

Трубная коническая резьба (рис. 90) имеет профиль с наружным углом  $55^\circ$  с закругленными вершинами и впадинами. Шаг резьбы  $P$  дается числом ниток на один дюйм и измеряется параллельно трубе. Ось профиля перпендикулярна к оси трубы.

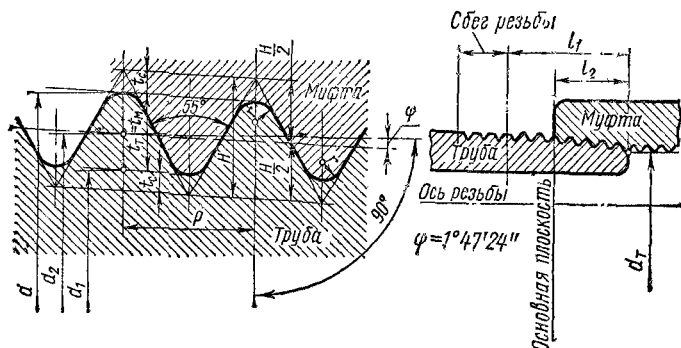


Рис. 90. Трубная коническая резьба:

$P$  — шаг,  $H$  — теоретическая высота профиля,  $t_T$ ,  $t_M$  — высота профиля трубы и муфты,  $t_c$  — высота приуствления профиля,  $r$  — радиус закругления вершины и впадины; диаметры резьбы:  $d_1$  — внутренний в основной плоскости,  $d_2$  — средний в основной плоскости,  $d_T$  — внутренний торец трубы,  $\varphi$  — угол уклона конуса

Номинальным диаметром трубной конической резьбы является внутренний диаметр трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

Угол уклона конуса, на котором нарезается резьба, равен  $1^\circ 47' 24''$ , что соответствует конусности 1 : 16.

Основная плоскость трубной конической резьбы — заданное сечение, в котором наружный, средний и внутренний диаметры резьбы равны соответственно диаметрам трубной цилиндрической резьбы. При свинчивании без натяга трубы и муфты с номинальными размерами резьбы длина свинчивания равна  $l_2$ .

Пример обозначения на чертеже: К труб.  $\frac{3}{4}$ " ГОСТ 6211—69.

Размеры профиля, диаметры, длины и шаги трубной конической резьбы указаны в табл. 138, 139.

138. Размеры профиля трубной конической резьбы (ГОСТ 6211—69)

Шаг $P$ , мм	Число ниток на дюйм $n$	Высота профиля резьбы трубы и муфты $t_T = t_M$	Теоретическая высота $H$ , мм	Высота приуствления профиля $t_c$ , мм	Радиус закругления вершины и впадины $r$ , мм
0,907	28	0,581	0,871	0,145	0,125
1,337	19	0,856	1,284	0,214	0,184
1,814	14	1,162	1,742	0,290	0,249
2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,317

**139. Диаметры, длины и шаги трубной конической резьбы  
(ГОСТ 6211—69)**

номинальный $d_H$	Диаметры мм				Длины, мм		Число ниток на дюйм $n$	Шаг $P$ , мм
	в основной плоскости			внутрен- ний у торца трубы $d_T$	от торца трубы до основной плоскости $l_2$			
	наружный $d$	средний $d_2$	внутре - ний $d_1$		рабочая $l_1$			
$\frac{1}{8''}$	9,729	9,148	8,567	8,270	9	4,5	28	0,907
$\frac{1}{4''}$	13,158	12,302	11,446	11,071	11	6,0	19	1,337
$\frac{3}{8''}$	16,663	15,807	14,951	14,576	12	6,0	19	1,337
$\frac{1}{2''}$	20,956	19,794	18,632	18,163	15	7,5	14	1,814
$\frac{3}{4''}$	26,442	25,281	24,119	23,524	17	9,5	14	1,814
1"	33,250	31,771	30,293	29,606	19	11,0	11	2,309
1 $\frac{1}{4''}$	41,912	40,433	38,954	38,142	22	13,0	11	2,309
1 $\frac{1}{2''}$	47,805	46,326	44,847	43,972	23	14,0	11	2,309
2"	59,616	58,137	56,659	55,659	26	16,0	11	2,309
2 $\frac{1}{2''}$	75,187	73,708	72,230	72,074	30	18,5	11	2,309
3"	87,887	86,409	84,930	83,649	32	20,5	11	2,309
4"	113,034	111,556	110,077	108,483	38	25,5	11	2,309
5"	138,435	136,957	135,478	133,697	41	28,5	11	2,309
6"	163,836	162,357	160,879	158,910	45	31,5	11	2,309

## Коническая дюймовая резьба с углом профиля $60^\circ$

Коническая дюймовая резьба (рис. 91) имеет профиль с углом  $60^\circ$  с плоскосрезанными вершинами и впадинами. Шаг резьбы выражается числом ниток на один дюйм и измеряется параллельно оси трубы. Ось профиля перпендикулярна оси трубы.

Номинальным диаметром данной резьбы является диаметр отверстия в трубе, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

Угол уклона конуса, на котором нарезается коническая дюймовая резьба, равен  $1^\circ 47' 24''$ , что соответствует конусности 1 : 16.

Основная плоскость — заданное сечение, с которым при свинчивании без натяга трубы и муфты с номинальными размерами табл. 140, 141 совпадает торец муфты (рис. 91).

Пример обозначения на чертеже: К  $\frac{3}{4}$ " ГОСТ 6111—52 \*.

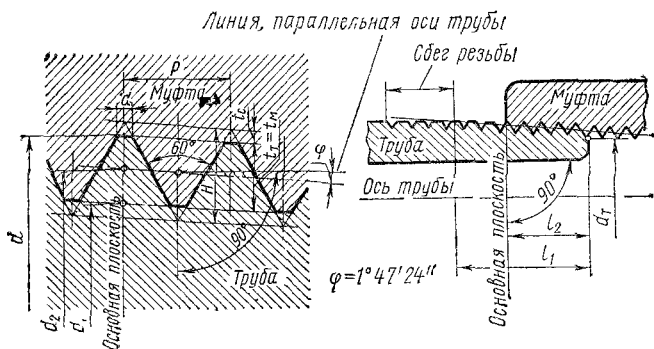


Рис. 91. Коническая дюймовая резьба с углом профиля  $60^\circ$ :

диаметры резьбы  $d$  — наружный в основной плоскости,  $d_1$  — внутренний в основной плоскости,  $d_2$  — средний в основной плоскости,  $d_T$  — внутренний торца трубы,  $\phi$  — угол наклона конуса,  $l_1$  — рабочая длина резьбы,  $l_2$  — длина от торца трубы до основной плоскости,  $P$  — шаг,  $H$  — теоретическая высота профиля,  $t_c$  — высота притупления профиля,  $t_T$ ,  $t_M$  — высота профиля резьбы трубы и муфты

140. Размеры профиля конической дюймовой резьбы с углом профиля  $60^\circ$  (ГОСТ 6111—52\*)

Шаг $P$ , мм	Число ниток на дюйм $n$	Высота про- филя резьбы трубы и муф- ты $t_T = t_M$ , мм	Теоретичес- кая высота профиля $H$ , мм	Высота при- тупления профиля $t_c$ , мм	Наибольшая ширина впа- дины $a$ , мм
0,941	27	0,753	0,815	0,031	0,036
1,411	18	1,129	1,222	0,047	0,054
1,814	14	1,451	1,571	0,060	0,069
2,209	$11 \frac{1}{2}$	1,767	1,913	0,073	0,084

141 Диаметры, длины и шаги конической дюймовой резьбы с углом профиля 60° (ГОСТ 6111—52\*)

номинальный $d_H$	Диаметры мм				Дл. ны мм		Число ниток на дюйм $n$	Шаг $P$ , мм
	в основной плоскости			внутренний у торца трубы $d_T$				
	наружный $d$	средний $d_s$	внутренний $d_1$		рабочая $l_1$	от торца трубы до основной плоскости $l_2$		
$\frac{1}{16}''$	7,895	7,142	6,389	6,135	6,5	4,064	27	0,941
$\frac{1}{8}''$	10,272	9,519	8,766	8,480	7,0	4,572	27	0,941
$\frac{1}{4}''$	13,572	12,443	11,314	10,997	9,5	5,080	18	1,411
$\frac{3}{8}''$	17,055	15,926	14,797	14,416	10,5	6,096	18	1,411
$\frac{1}{2}''$	21,223	19,772	18,321	17,813	13,5	8,128	14	1,814
$\frac{3}{4}''$	26,568	25,117	23,666	23,128	14,0	8,611	14	1,814
1''	33,228	31,461	29,694	29,059	17,5	10,160	11 $\frac{1}{2}$	2,209
1 $\frac{1}{4}''$	41,985	40,218	38,451	37,784	18,0	10,668	11 $\frac{1}{2}$	2,209
1 $\frac{1}{2}''$	48,054	46,287	44,520	43,853	18,5	10,668	11 $\frac{1}{2}$	2,209
2''	60,092	58,325	56,558	55,866	19,0	11,074	11 $\frac{1}{2}$	2,209

## НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ И ПЛАШКАМИ

### Метчики

Метчики делятся на ручные гаечные, машинные, конические, плашечные, маточные, комбинированные.

Ручные метчики (ГОСТ 9522—60) применяются для нарезания внутренней резьбы вручную при помощи воротка. Ручными

метчиками нарезаются резьбы с диаметром в следующих пределах: метрические — от 1 до 52 мм; дюймовая — от  $\frac{1}{4}$  до 2"; трубная — от  $\frac{1}{8}$  до 2". Метчики изготавливаются комплектом из двух штук для резьбы с шагом до 3 мм включительно и комплектом из трех штук для резьбы с шагом свыше 3 мм.

Гаечные метчики (ГОСТ 1604—71) изготавливаются трех типов: короткие, длинные и станочные. Они предназначены для нарезания метрической и дюймовой резьб преимущественно на сверлильных станках в сквозных отверстиях за один проход. Короткие метчики метрические ( $d=3\div 30$  мм) и дюймовые ( $d=\frac{1}{4}\div 1\frac{1}{4}"$ ) служат для нарезания гаек в малых количествах. Длинные метчики метрические ( $d=3\div 52$  мм) и дюймовые ( $d=\frac{1}{4}\div 1\frac{1}{4}"$ ) служат преимущественно для нарезания гаек повышенного качества. Станочные метчики применяются для нарезания гаек обычного качества в массовом производстве. Пределы диаметров их такие же, как у длинных метчиков.

Гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (ГОСТ 6951—71) применяются для непрерывного нарезания метрической резьбы с  $d=5\div 24$  мм и дюймовой с  $d=\frac{1}{4}\div 1"$ .

Машино-ручные метчики (ГОСТ 3266—71) служат для нарезания резьбы метрической с  $d=1\div 52$  мм, дюймовой с  $d=\frac{1}{4}\div 2"$  и трубной с  $d=\frac{1}{8}\div 2"$  машинным способом. Резьбы с шагом до 3 мм можно нарезать вручную. Машино-ручные метчики выпускаются двух видов: одинарные для сквозных отверстий, комплектные — из двух штук в комплекте — для глухих отверстий.

Конические метчики (ГОСТ 6227—71) предназначены для нарезания конической резьбы с углом профиля  $60^\circ$  ( $d=\frac{1}{16}\div 2"$ ) и трубной конической резьбы ( $d=\frac{1}{8}\div 2"$ ).

Плашечные и маточные метчики применяются для предварительного (плашечный) и окончательного (маточный) нарезания резьбы в круглых плашках и ее калибрования.

Комбинированные метчики предназначаются для последовательного выполнения нескольких переходов обработки. Например, сверления и нарезания резьбы, развертывания и нарезания резьбы и т. п. Применение сверла-метчика возможно при нарезании резьбы в сквозных отверстиях без принудительной подачи при условии, что метчик вступает в работу после выхода вершины сверла из отверстия, иначе сверло вынуждено работать с подачей, равной шагу нарезаемой резьбы.

## Плашки

В промышленности применяют плашки различных типов — круглые, трубчатые, квадратные, шестигранные, клупповые (раздвижные). Наиболее широко применяются круглые плашки.

Круглые плашки для нарезания цилиндрических резьб (ГОСТ 9740—71) служат для нарезания резьбы метрической ( $d=1\div 135$  мм), дюймовой ( $d=\frac{1}{4}\div 2"$ ), трубной ( $d=\frac{1}{8}\div 2"$ ) и калибрования предварительно нарезанной резьбы.

Круглые плашки для конической резьбы (ГОСТ 6228—71) применяются для нарезания трубной конической резьбы ( $d=\frac{1}{8}\div 2"$ ), конической резьбы с углом профиля  $60^\circ$  ( $d=\frac{1}{16}\div 2"$ ).

## Диаметры отверстий и стержней под нарезание резьб

Диаметры отверстий и стержней под нарезание различных видов резьб выбирают по табл. 142—157

**142. Диаметры сверл для обработки отверстий  
под нарезание метрических резьб с крупными шагами**

$d$	$d_{\text{св}}$	$d$	$d_{\text{св}}$	$d$	$d_{\text{св}}$	$d$	$d_{\text{св}}$
1	0,75	3	2,5	10	8,5	27	23,9
1,1	0,85	3,5	2,9	11	9,5	30	26,4
1,2	0,95	4	3,3	12	10,2	33	29,4
1,4	1,1	4,5	3,8	14	12	36	31,9
1,6	1,25	5	4,2	16	14	39	34,9
1,8	1,45	6	5	18	15,4	42	37,4
2	1,6	7	6	20	17,4	45	40,4
2,2	1,75	8	6,7	22	19,4	48	42,8
2,5	2,05	9	7,7	24	20,9	52	46,8

Примечание.  $d$  — наружный диаметр резьбы, мм;  $d_{\text{св}}$  — диаметр сверла под резьбу мм.

**143. Диаметры сверл для обработки отверстий  
под нарезание метрических резьб с мелкими шагами**

$P = 0,2$		$P = 0,5$		$P = 1$		$P = 1,5$		$P = 2$	
$d$	$d_{\text{св}}$	$d$	$d_{\text{св}}$	$d$	$d_{\text{св}}$	$d$	$d_{\text{св}}$	$d$	$d_{\text{св}}$
1	0,8	11	10,5	10	9	—	—	25	23
1,1	0,9	12	11,5	11	10	—	—	27	25
1,2	1	14	13,5	12	11	15	13,5	28	26
1,4	1,2	16	15,5	14	13	16	14,5	30	28
1,6	1,4	18	17,5	15	14	17	15,5	32	30
1,8	1,6	20	19,5	16	15	18	16,5	33	31
				17	16	20	18,5	36	34
$P = 0,25$		22	21,5	18	17	22	20,5	39	37
$d$	$d_{\text{св}}$	$P = 0,75$		20	19	24	22,5	40	38
2	1,75	6	5,2	22	21	25	23,5	42	40
2,2	1,95			24	23	26	24,5	45	43
$P = 0,35$		7	6,2	25	24	27	15,5	48	46
		8	7,2	27	26	28	26,5	50	48
		9	8,2	28	27	30	28,5	52	50
$d$	$d_{\text{св}}$	10	9,2	30	29	32	30,5	$P=3$	
		11	10,2	33	32	33	31,5	$d$	$d_{\text{св}}$
		12	11,2	36	35	35	33,5		
2,5	2,15	14	13,2	39	38	36	34,5	30	26,9
3	2,65	16	15,25	42	41	38	36,5		
3,5	3,15	18	17,25	45	44	39	37,5		

$P = 0,2$		$P = 0,5$		$P = 1$		$P = 1,5$		$P = 2$											
$d$	$d_{CB}$	$d$	$d_{CB}$	$d$	$d_{CB}$	$d$	$d_{CB}$	$d$	$d_{CB}$										
$P = 0,5$		20	19,25	48	47	40	38,5	33	29,9										
		22	21,25	52	51	42	40,5	36	32,9										
		24	23,25	$P = 1,25$		45	43,5	39	35,9										
		27	26,25			48	46,5	40	36,9										
		30	29,25	50	48,5	42	38,9												
$d$	$d_{CB}$	33	32,3	$d$	$d_{CB}$	52	50,5	45	41,9										
$P = 1$		$P = 2$		$P = 4$		$P = 1,5$		48	44,9										
								50	46,9										
								52	48,9										
								$d$ $d_{CB}$											
4	3,5	$P = 1$		$P = 2$		$P = 4$		$d$ $d_{CB}$											
4,5	4																		
5	4,5																		
5,5	5																		
6	5,5																		
7	6,5	$d$	$d_{CB}$	10	8,7														
8	7,5	$P = 1,5$		$P = 1,5$		$d$ $d_{CB}$													
9	8,5							12	10,7										
10	9,5							14	12,7										
								$P = 1,5$											
		8	7					$P = 1,5$											
		9	8																
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
		$P = 1,5$																	
	</																		



Диаметры			Диаметры			Диаметры		
резьбы	стержня	Допуски на диаметр стержня	резьбы	стержня	Допуски на диаметр стержня	резьбы	стержня	Допуски на диаметр стержня
Резьба с мелким шагом								
4	3,96	—0,08	16	15,94	—0,12	32	31,92	—0,17
4,5	4,46	—0,08	17	16,94	—0,12	33	32,92	—0,17
5	4,96	—0,08	18	17,4	—0,12	35	34,92	—0,17
6	5,96	—0,08				36	35,92	—0,17
7	6,95	—0,10	20	19,93	—0,14	38	37,92	—0,17
8	7,95	—0,10	22	21,93	—0,14	39	38,92	—0,17
9	8,95	—0,10	24	23,93	—0,14	40	39,92	—0,17
10	9,95	—0,10	25	24,93	—0,14	42	41,92	—0,17
11	10,94	—0,12	26	25,93	—0,14	45	44,92	—0,17
12	11,94	—0,12	27	26,93	—0,14	48	47,92	—0,17
14	13,94	—0,12	28	27,93	—0,14	50	49,92	—0,17
15	14,94	—0,12	30	29,93	—0,14			

145. Диаметры сверл для обработки отверстий под нарезание дюймовой резьбы

Диаметр резьбы дюймы	Диаметр сверла мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр сверла, мм	
	Сталь, латунь	Чугун, бронза		Сталь, латунь	Чугун бронза
$\frac{1}{4}$	5,1	5,0	1	22,3	21,8
$\frac{5}{16}$	6,5	6,4	$1\frac{1}{8}$	25,0	24,6
$\frac{3}{8}$	8,0	7,8	$1\frac{1}{4}$	28,0	27,6
$\frac{1}{2}$	10,5	10,3	$1\frac{1}{2}$	33,7	33,4
$\frac{5}{8}$	13,5	13,3	$1\frac{3}{4}$	39,2	38,5
$\frac{3}{4}$	16,5	16,2	2	44,6	43,7
$\frac{7}{8}$	19,5	19,0	—	—	—

**146. Диаметры обточки стержней  
под нарезание дюймовой резьбы плашкой**

Диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резь- бу		Диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резь- бу	
	Диаметр мм	Допуск на диа- метр мм		Диаметр, мм	Допуск на диа- метр, мм
$\frac{3}{16}$	4,53	—0,16	$\frac{7}{8}$	21,74	—0,28
$\frac{1}{4}$	6,10	—0,20	1	24,89	—0,28
$\frac{5}{16}$	7,68	—0,20	$1\frac{1}{8}$	28,00	—0,34
$\frac{3}{8}$	9,26	—0,20	$1\frac{1}{4}$	31,16	—0,34
$\frac{7}{16}$	10,80	—0,20	$1\frac{1}{2}$	37,47	—0,34
$\frac{1}{2}$	12,34	—0,24	$1\frac{5}{8}$	40,55	—0,50
$\frac{9}{16}$	13,92	—0,24	$1\frac{3}{4}$	43,72	—0,50
$\frac{5}{8}$	15,49	—0,24	$1\frac{7}{8}$	46,85	—0,50
$\frac{3}{4}$	18,65	—0,24	2	50,00	—0,52

**147. Диаметры сверл для обработки отверстий  
под нарезание трубной цилиндрической резьбы  
(ГОСТ 6357—73)**

Номинальный диаметр резьбы дюймы	Диаметр сверла, мм	Номинальный диаметр резьбы дюймы	Диаметр сверла, мм
$\frac{1}{8}$	8,9	1	31
$\frac{1}{4}$	11,9	$1\frac{1}{8}$	35,75
$\frac{3}{8}$	15,4	$1\frac{1}{4}$	39,75

Номинальный диаметр резьбы дюймы	Диаметр сверла, мм	Номинальный диаметр резьбы дюймы	Диаметр сверла, мм
$\frac{1}{2}$	19,25	$1\frac{3}{8}$	42,2
$\frac{5}{8}$	21,25	$1\frac{1}{2}$	45,6
$\frac{3}{4}$	24,75	$1\frac{3}{4}$	51,6
$\frac{7}{8}$	28,5	2	57,5

148. Диаметры растачиваемых отверстий под нарезание трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357—73)

Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Отверстие под резьбу		Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Отверстие под резьбу	
	Диаметр, мм	Допуск на диаметр, мм		Диаметр, мм	Допуск на диаметр, мм
$\frac{1}{8}$	8,80	+0,10	$1\frac{1}{4}$	39,20	+0,17
$\frac{1}{4}$	11,80	+0,12	$1\frac{3}{8}$	41,60	+0,17
$\frac{3}{8}$	15,20	+0,12	$1\frac{1}{2}$	45,00	+0,17
$\frac{1}{2}$	18,90	+0,14	$1\frac{3}{4}$	51,00	+0,20
$\frac{5}{8}$	20,90	+0,14	2	56,90	+0,20
$\frac{3}{4}$	24,30	+0,14	$2\frac{1}{4}$	62,95	+0,20
$\frac{7}{8}$	28,30	+0,14	$2\frac{1}{2}$	75,45	+0,20
1	30,50	+0,17	$2\frac{3}{4}$	78,80	+0,20
$1\frac{1}{8}$	35,20	+0,17	3	85,10	+0,23

**149. Диаметры сверл для обработки отверстий  
без последующего развертывания на конус  
под коническую резьбу с углом профиля 60°**

Размер резьбы в дюймах	Диаметр сверла, мм, при количестве полных ниток резьбы		Размер резьбы в дюймах	Диаметр сверла, мм, при количестве полных ниток резьбы	
	1—2	3—4		1—2	3—4
$\frac{1}{16}$	6,3	6,2	$\frac{3}{4}$	23,5	22,75
$\frac{1}{8}$	8,7	8,4	1	29,5	29
$\frac{1}{4}$	11,2	10,7	$1\frac{1}{4}$	38,5	37,5
$\frac{3}{8}$	14,75	14,25	$1\frac{1}{2}$	44,5	43,5
$\frac{1}{2}$	18,25	17,5	2	57	56

Примечание. Нарезание резьбы без развертывания отверстия на конус применяются для соединений, не рассчитанных на высокое давление.

**150. Диаметры сверл для обработки отверстий  
с последующим развертыванием на конус  
под коническую резьбу с углом профиля 60°**

Размер резьбы, дюймы	Диаметр сверла, мм	Размер резьбы, дюймы	Диаметр сверла, мм
$\frac{1}{16}$	6	$\frac{3}{4}$	22,75
$\frac{1}{8}$	8,4	1	28,5
$\frac{1}{4}$	10,7	$1\frac{1}{4}$	37,5
$\frac{3}{8}$	14	$1\frac{1}{2}$	43,5
$\frac{1}{2}$	17,5	2	55

**151. Диаметры стержней под нарезание резцом или фрезой метрических резьб с крупными шагами, мм**

Диаметры		Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
10	9,92	—0,12	33	32,83	—0,17
11	10,92	—0,12	36	35,83	—0,17
12	11,92	—0,12	39	38,83	—0,17
14	13,92	—0,12	42	41,83	—0,17
16	15,92	—0,12	45	44,83	—0,17
18	17,92	—0,12	48	47,83	—0,17
20	19,86	—0,14	52	51,80	—0,20
22	21,86	—0,14	56	55,80	—0,20
24	23,86	—0,14	60	59,80	—0,20
27	26,86	—0,14	64	63,80	—0,20
30	29,86	—0,14	68	67,80	—0,20

**152. Диаметры стержней под нарезание резцом метрических резьб с мелкими шагами, мм**

Диаметры		Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
Шаг резьбы $P=1$ мм			64	63,90	—0,20
10	9,94	—0,12	68	67,90	—0,20
11	10,94	—0,12	72	71,90	—0,20
12	11,94	—0,12	76	75,90	—0,20
14	13,94	—0,12	80	79,90	—0,20
15	14,94	—0,12	Шаг резьбы $P=1,5$ мм		
16	15,94	—0,12	12	11,94	—0,14
17	16,94	—0,12	14	13,94	—0,14
18	17,94	—0,12	15	14,94	—0,14
20	19,93	—0,14	16	15,94	—0,14
22	21,93	—0,14	17	16,94	—0,14
24	23,93	—0,14	18	17,94	—0,14
25	24,93	—0,14	20	19,92	—0,17
27	26,93	—0,14	22	21,92	—0,17
28	27,93	—0,14	24	23,92	—0,17
30	29,93	—0,14	25	24,92	—0,17
33	32,93	—0,14	26	25,92	—0,17
36	35,92	—0,17	27	26,92	—0,17
39	38,92	—0,17	28	27,92	—0,17
42	41,92	—0,17	30	29,92	—0,17
45	44,92	—0,17	32	31,92	—0,17
48	47,92	—0,17	33	32,92	—0,17
52	51,92	—0,17	35	34,92	—0,17
56	55,90	—0,20	36	35,92	—0,17
60	59,90	—0,20			

Диаметры		Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
38	37,92	—0,17	58	57,90	—0,20
39	38,92	—0,17	60	59,90	—0,20
40	39,92	—0,17	62	61,90	—0,20
42	41,92	—0,17	64	63,90	—0,20
45	44,92	—0,17	65	64,90	—0,20
48	47,92	—0,17	68	67,90	—0,20
50	49,92	—0,17	70	69,90	—0,20
52	51,92	—0,17	72	71,90	—0,20
55	54,90	—0,20	75	74,90	—0,20
56	55,90	—0,20	76	75,90	—0,20
58	57,90	—0,20	78	77,90	—0,20
60	59,90	—0,20	80	79,90	—0,20
62	61,90	—0,20	82	81,90	—0,20
64	63,90	—0,20	85	84,88	—0,23
65	64,90	—0,20	90	89,88	—0,23
68	67,90	—0,20	95	94,88	—0,23
70	69,90	—0,20	100	99,88	—0,23
72	71,88	—0,20	105	104,88	—0,23
75	74,88	—0,20	110	109,88	—0,23
76	75,88	—0,20	115	114,88	—0,23
80	79,88	—0,20	120	119,88	—0,23
85	84,88	—0,20	125	124,88	—0,23
90	89,88	—0,20	130	129,88	—0,23
95	94,88	—0,20	135	134,88	—0,23
100	99,88	—0,20	140	139,88	—0,23
			150	149,88	—0,23

Шаг резьбы  $P=2$  мм

18	17,92	—0,14
20	19,92	—0,14
22	21,92	—0,14
24	23,92	—0,14
25	24,92	—0,14
27	26,92	—0,14
28	27,92	—0,14
30	29,92	—0,14
32	31,92	—0,14
33	32,92	—0,14
36	35,90	—0,20
39	38,90	—0,20
40	39,90	—0,20
42	41,90	—0,20
48	47,90	—0,20
50	49,90	—0,20
52	51,90	—0,20
55	54,90	—0,20
56	55,90	—0,20

Шаг резьбы  $P=3$  мм

30	29,90	—0,17
33	32,90	—0,17
36	35,90	—0,17
39	38,90	—0,17
40	39,90	—0,17
42	41,90	—0,17
45	44,90	—0,17
48	47,90	—0,17
50	49,90	—0,17
52	51,90	—0,17
55	54,90	—0,17
56	55,88	—0,23
58	57,88	—0,23
60	59,88	—0,23
62	61,88	—0,23
64	63,88	—0,23
65	64,88	—0,23
68	67,88	—0,23

Диаметры		Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
70	69,88	—0,23	100	99,80	—0,20
72	71,88	—0,23	105	104,80	—0,20
75	74,88	—0,23	110	109,80	—0,20
76	75,88	—0,23	115	114,80	—0,20
80	79,88	—0,23	120	119,80	—0,20
85	84,88	—0,23	125	124,80	—0,20
90	89,88	—0,23	130	129,80	—0,20
95	94,88	—0,23	135	134,80	—0,20
105	104,88	—0,23	140	139,80	—0,20
110	109,88	—0,23	145	144,80	—0,20
115	114,88	—0,23	150	149,80	—0,20
120	119,88	—0,23	155	154,80	—0,20
125	124,87	—0,27	160	159,80	—0,20
130	129,87	—0,27	165	164,80	—0,20
135	134,87	—0,27	170	164,80	—0,20
140	139,87	—0,27	175	174,80	—0,20
145	144,87	—0,27	180	179,80	—0,20
150	149,87	—0,27	185	184,77	—0,23
155	154,87	—0,27	190	189,77	—0,23
160	159,87	—0,27	195	194,77	—0,23
165	164,87	—0,27	200	199,77	—0,23
170	169,87	—0,27	Шаг резьбы $P=6$ мм		
175	174,87	—0,27	70	69,80	—0,20
180	179,87	—0,27	72	71,80	—0,20
185	184,87	—0,27	76	75,80	—0,20
190	189,87	—0,27	80	79,80	—0,20
195	194,87	—0,27	85	84,77	—0,23
200	199,87	—0,27	90	89,77	—0,23
Шаг резьбы $P=4$ мм			95	94,77	—0,23
42	41,80	—0,20	100	99,77	—0,23
45	44,80	—0,20	105	104,77	—0,23
48	47,80	—0,20	110	109,77	—0,23
52	51,80	—0,20	115	114,77	—0,23
55	54,80	—0,20	120	119,77	—0,23
56	55,80	—0,20	125	124,74	—0,26
58	57,80	—0,20	130	129,74	—0,26
60	59,80	—0,20	135	134,74	—0,26
62	61,80	—0,20	140	139,74	—0,26
64	62,80	—0,20	145	144,74	—0,26
65	64,80	—0,20	150	149,74	—0,26
68	67,80	—0,20	155	154,74	—0,26
70	69,80	—0,20	160	159,74	—0,26
72	71,80	—0,20	165	164,74	—0,26
75	74,80	—0,20	170	169,74	—0,26
76	75,80	—0,20	175	174,74	—0,26
80	79,80	—0,20	180	179,74	—0,26
85	84,80	—0,20	185	184,70	—0,30
90	89,80	—0,20	190	189,70	—0,30
95	94,80	—0,20	195	194,70	—0,30
			200	199,70	—0,30

**153. Диаметры растачиваемых отверстий под нарезание резцом или фрезой метрических резьб с крупными шагами, мм**

Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия
резьбы	отверстия		резьбы	отверстия	
10	8,3	+0,3	16	13,7	+0,3
11	9,3	+0,3	18	15,1	+0,4
12	10,0	+0,3	20	17,1	+0,4
14	11,7	+0,3	22	19,1	+0,4
24	20,5	+0,4	45	39,7	+0,6
27	23,5	+0,4	48	42,1	+0,6
30	25,9	+0,5	52	46,1	+0,6
33	28,9	+0,5	55	49,5	+0,7
36	31,3	+0,5	60	52,9	+0,7
39	34,3	+0,5	64	56,9	+0,7
42	36,7	+0,6	68	60,9	+0,7

**154. Диаметры растачиваемых отверстий под нарезание резцом метрических резьб с мелкими шагами, мм**

Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия
резьбы	отверстия под резьбу		резьбы	отверстия под резьбу		резьбы	отверстия под резьбу	

Шаг резьбы  $P=1$  мм

20	18,9	+0,2	33	31,9	+0,2	56	54,9	+0,2
22	20,9	+0,2	36	34,9	+0,2	60	58,9	+0,2
24	22,9	+0,2	39	37,9	+0,2	64	62,9	+0,2
25	23,9	+0,2	42	40,9	+0,2	68	66,9	+0,2
27	25,9	+0,2	45	43,9	+0,2	72	70,9	+0,2
28	26,9	+0,2	48	46,9	+0,2	76	74,9	+0,2
30	28,9	+0,2	52	50,9	+0,2	80	78,9	+0,2

Шаг резьбы  $P=1,5$  мм

14	12,3	+0,2	33	31,3	+0,2	60	58,3	+0,2
15	13,3	+0,2	35	33,3	+0,2	62	60,3	+0,2
16	14,3	+0,2	36	34,3	+0,2	64	62,3	+0,2
17	15,3	+0,2	38	36,3	+0,2	65	63,3	+0,2
18	16,3	+0,2	39	37,3	+0,2	68	66,3	+0,2
20	18,3	+0,2	40	38,3	+0,2	70	68,3	+0,2
22	20,3	+0,2	42	40,3	+0,2	72	70,3	+0,2
24	22,3	+0,2	45	43,3	+0,2	75	73,3	+0,2
25	23,3	+0,2	48	46,3	+0,2	76	74,3	+0,2
26	24,3	+0,2	50	48,3	+0,2	80	78,3	+0,2
27	25,3	+0,2	52	50,3	+0,2	85	83,3	+0,2
28	26,3	+0,2	55	53,3	+0,2	90	88,3	+0,2
30	27,3	+0,2	56	54,3	+0,2	95	93,3	+0,2
32	30,3	+0,2	58	56,3	+0,2	100	98,3	+0,2



Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия
резьбы	отверстия под резьбу		резьбы	отверстия под резьбу		резьбы	отверстия под резьбу	

Шаг резьбы  $P=2$  мм

24	21,7	+0,2	55	52,7	+0,2	82	79,7	+0,2
25	22,7	+0,2	56	53,7	+0,2	85	82,7	+0,2
27	24,7	+0,2	58	55,7	+0,2	90	87,7	+0,2
28	25,7	+0,2	60	57,7	+0,2	95	92,7	+0,2
30	27,7	+0,2	62	59,7	+0,2	100	97,7	+0,2
32	29,7	+0,2	64	61,7	+0,2	105	102,7	+0,2
33	30,7	+0,2	65	62,7	+0,2	110	107,7	+0,2
36	33,7	+0,2	68	65,7	+0,2	115	112,7	+0,2
39	36,7	+0,2	70	67,7	+0,2	120	117,7	+0,2
40	37,7	+0,2	72	69,7	+0,2	125	122,7	+0,2
42	39,7	+0,2	75	72,7	+0,2	130	127,7	+0,2
45	42,7	+0,2	76	73,7	+0,2	135	132,7	+0,2
48	45,7	+0,2	78	75,7	+0,2	140	137,7	+0,2
50	47,7	+0,2	80	77,7	+0,2	145	142,7	+0,2
52	49,7	+0,2				150	147,7	+0,2

Шаг резьбы  $P=3$  мм

30	27,7	+0,2	65	61,5	+0,3	125	121,5	+0,3
33	30,7	+0,2	68	64,5	+0,3	130	126,5	+0,3
36	32,5	+0,3	70	66,5	+0,3	135	131,5	+0,3
39	35,5	+0,3	72	68,5	+0,3	140	136,5	+0,3
40	36,5	+0,3	75	71,5	+0,3	145	141,5	+0,3
42	38,5	+0,3	76	72,5	+0,3	150	146,5	+0,3
45	41,5	+0,3	80	76,5	+0,3	155	151,5	+0,3
48	44,5	+0,3	85	81,5	+0,3	160	156,5	+0,3
50	46,5	+0,3	90	86,5	+0,3	165	161,5	+0,3
52	48,5	+0,3	95	91,5	+0,3	170	166,5	+0,3
55	51,5	+0,3	100	96,5	+0,3	175	171,5	+0,3
56	52,5	+0,3	105	101,5	+0,3	180	176,5	+0,3
58	54,5	+0,3	110	106,5	+0,3	185	181,5	+0,3
60	56,5	+0,3	115	111,5	+0,3	190	186,5	+0,3
62	58,5	+0,3	120	116,5	+0,3	195	191,5	+0,3
64	60,5	+0,3				200	196,5	+0,3

Шаг резьбы  $P=4$  мм

55	50,3	+0,5	58	53,3	+0,5	62	57,3	+0,5
56	51,3	+0,5	60	55,3	+0,5	64	59,3	+0,5

Диаметры			Диаметры			Диаметры		
резьбы	отверстия под резьбу	Допуск на диа- метр отверстия	резьбы	отверстия под резьбу	Допуск на диа- метр отверстия	резьбы	отверстия под резьбу	Допуск на диа- метр отверстия
65	61,3	+0,5	105	100,3	+0,5	155	150,3	+0,5
68	63,3	+0,5	110	105,3	+0,5	160	155,3	+0,5
70	65,3	+0,5	115	110,3	+0,5	165	160,3	+0,5
72	67,3	+0,5	120	115,3	+0,5	170	165,3	+0,5
75	70,3	+0,5	125	120,3	+0,5	175	170,3	+0,5
76	71,3	+0,5	130	125,3	+0,5	180	175,3	+0,5
80	75,3	+0,5	135	130,3	+0,5	185	180,3	+0,5
85	80,3	+0,5	140	135,3	+0,5	190	185,3	+0,5
90	85,3	+0,5	145	140,3	+0,5	195	190,3	+0,5
95	90,3	+0,5	150	145,3	+0,5	200	195,3	+0,5
100	95,3	+0,5						

Шаг резьбы  $P=6$  мм

70	62,9	+0,7	95	87,9	+0,7	125	117,9	+0,7
72	64,9	+0,7	100	92,9	+0,7	130	122,9	+0,7
76	68,9	+0,7	105	97,9	+0,7	135	127,9	+0,7
80	72,9	+0,7	110	102,9	+0,7	140	132,9	+0,7
85	77,9	+0,7	115	107,9	+0,7	145	137,9	+0,7
90	82,9	+0,7	120	112,9	+0,7	150	142,9	+0,7

**155. Диаметры стержней под нарезание резцом  
или фрезой трубной цилиндрической резьбы**

Номинальный диа- метр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу, мм		Номинальный диа- метр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу, мм	
	Диаметр	Допуск на диаметр		Диаметр	Допуск на диаметр
$\frac{1}{8}$	9,48	-0,10	$1\frac{3}{8}$	43,98	-0,17
$\frac{1}{4}$	12,86	-0,12	$1\frac{1}{2}$	47,37	-0,17
$\frac{3}{8}$	16,36	-0,12	$1\frac{3}{4}$	53,34	-0,20

Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу мм		Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу мм	
	Диаметр	Допуск на диаметр		Диаметр	Допуск на диаметр
$\frac{1}{2}$	20,64	-0,14	2	59,21	-0,20
$\frac{5}{8}$	22,61	-0,14	$2\frac{1}{4}$	65,33	-0,20
$\frac{3}{4}$	26,11	-0,14	$2\frac{1}{2}$	74,74	-0,20
$\frac{7}{8}$	29,88	-0,14	$2\frac{3}{4}$	81,12	-0,20
1	32,92	-0,17	3	87,42	-0,20
$1\frac{1}{8}$	37,55	-0,17	$3\frac{1}{4}$	93,56	-0,24
$1\frac{1}{4}$	41,53	-0,17	$3\frac{1}{2}$	99,91	-0,24

156. Допуски на обтачивание стержней под нарезание трапецидальной резьбы, мм

Диаметр резьбы и заготовки	Шаг резьбы	Допуск на диаметр заготовки	Шаг резьбы	Допуск на диаметр заготовки	Шаг резьбы	Допуск на диаметр заготовки
10	2	-0,060	3	-0,100	—	—
12—14		-0,070		-0,120		
16—18		-0,070		-0,120		
20	2	-0,084	4	-0,140	—	—
22—28		-0,084	5	-0,140		
30—42	3	-0,100		-0,170	8	-0,280
44—80	3 и 4	-0,120	8 и 10	-0,200	10	-0,340
85—110	5	-0,140	12	-0,230	12 и 16	-0,400
120—170	6 и 8	-0,160	16	-0,260	20	-0,460
180—220	10	-0,185	20	-0,300	24	-0,530
240—300	12	-0,215	24	-0,340	32	-0,600
					40	-0,680

**157. Диаметры расточек  
под нарезание трапецидальной резьбы, мм**

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск
10	—	—	—	3	7	$+0,15$		8	
12					9			10	
14					11			12	
16				4	12		2	14	$+0,10$
18					14	$+0,20$		16	
20					16			18	
22	8	14	$+0,40$	5	17			20	
24		16			19			22	
26		18			21	$+0,25$		24	
28		20			23			26	
30	10	20			24	$+0,30$		27	
32		22			26			29	
34		24			28			31	
36		26	$+0,50$	6	30		3	33	$+0,15$
38		28			32			35	
40		30			34			37	
42		32			36			39	
44	12	32			36			41	
46		34			38			43	
48		36			40			45	
50		38	$+0,60$	8	42	$+0,40$		47	
52		40			44			49	
55		43			47			52	
60		48			52			57	
62	16	46			52			58	
65		49			55		4	61	
70		54	$+0,80$	10	60	$+0,50$		66	$+0,20$
75		59			65			71	
78		62			68			74	
80		64			70			76	
85	20	65			73			80	
90		70			78			85	
95		75	$+1,00$	12	83	$+0,60$	5	90	$+0,25$
100		80			88			95	
110		90			98			105	

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск
120	24	96	+1,20	16	104	+0,80	6	114	+0,30
130		106			114			124	
140		116			124			134	
150	24	126	+1,20	16	134	+0,80	8	144	+0,40
160		136			144			152	
170		146			154			162	
180	32	148	+1,60	20	160	+1,00	10	170	+0,50
190		158			170			180	
200		168			180			190	
210		178			190			200	
220		188			200			210	
240	40	200	+2,00	24	216	+1,20	12	228	+0,60
250		210			226			238	
260		220			236			248	
280		240			256			268	
300		260			276			288	
320	48	272	+2,40					308	
340		292						328	
360		312						348	
380		332						368	
400		352						388	
420	—	—	—	—	—	—	16	404	+0,80
440	—	—	—	—	—	—		424	
460	—	—	—	—	—	—		444	
480	—	—	—	—	—	—		464	
500	—	—	—	—	—	—		484	
520	—	—	—	24	576	+1,26	20	500	+1,00
540	—	—	—					520	
560	—	—	—					540	
580	—	—	—						
600	—	—	—						
620	—	—	—		596		—	—	—
640	—	—	—		616		—	—	—

## РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБ

### Нарезание резьб метчиками и плашками

При нарезании резьбы метчиками и плашками подача равна шагу резьбы. Скорости резания при нарезании резьбы метчиками выбираются в зависимости от обрабатываемого материала и принимаются для стали в пределах 3—15 м/мин, для чугуна, бронзы, алюминия — 4—22 м/мин (при обработке с охлаждением).

При нарезании резьбы плашками рекомендуются следующие скорости резания (м/мин): для стали — 3—4, для чугуна — 2—3, для латуни — 9—15. Обработку ведут с охлаждением.

### Нарезание резьб резцами

При нарезании резьб резцами величина подачи равна шагу резьбы, а величину скорости резания следует выбирать по табл. 158—160.

**158. Скорости резания и числа рабочих ходов при нарезании резьб быстрорежущими резцами**  
(работа с охлаждением, обрабатываемый металл — сталь 45, материал резца — сталь Р18)

Метрическая резьба											
Шаг резьбы Р, мм		2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0				
Скорость резания, м/мин	черновых рабочих ходов	36	31	30	27	24	22				
	чистовых рабочих ходов	64	56	50	48	42	38				
	зачистных рабочих ходов	4	4	4	4	4	4				
Число рабочих ходов	черновых	5	6	7	7	8	9				
	чистовых	3	3	4	4	4	4				
Дюймовая резьба											
Число ниток на 1"		11	10	9	8	7	6	5	4,5	4	3
Скорость резания, м/мин	черновых рабочих ходов	40	38	34	31	28	27	25	23	21	19
	чистовых рабочих ходов	65	58	57	55	49	47	42	39	37	31
	зачистных рабочих ходов	4									

Дюймовая резьба											
Число ниток на 1"		11	10	9	8	7	6	5	4,5	4	3
Число рабочих ходов	черновых	5	5	6	6	7	7	8	9	9	10
	чистовых	3	3	3	3	4	4	4	4	5	6
Трапецеидальная резьба											
Шаг резьбы, мм		5	6	8	10	12	16	20	24		
Скорость, м/мин	черновых рабочих ходов	37	32	25	21	18	15	14	13		
	чистовых ходов	64					52				
	зачистных ходов	4									
Число рабочих ходов	черновых	10	12	14	18	21	28	35	42		
	чистовых	7	9	9	10	10	10	10	10		

Примечания: 1. При нарезании внутренних резьб числовые значения скорости резания умножать на поправочный коэффициент  $K=0,75$ . 2. При обработке стали с меньшей прочностью, чем у стали 45, значения скорости резания следует несколько увеличивать, при обработке стали с большей прочностью — уменьшать. 3. При нарезании точных резьб следует добавить два-три — зачистных рабочих хода.

**159. Скорости резания и число рабочих ходов  
при нарезании наружной резьбы на деталях  
из конструкционной стали резцами, оснащенными пластинками  
из твердого сплава Т15К6 (работа без охлаждения)**

Резьба метрическая						
Предел прочности $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю НВ	Скорость резания $v$ , м/мин, при шаге резьбы $P$ , мм				
		2	3	4	5	6
55	153—161	187	182	179	176	173
65	179—192	146	142	139	137	135
75	210—220	118	115	113	111	109
85	235—250	107	101	98	95	93

## Число рабочих ходов

черновых	3	4	5	7	8
чистовых	2	2	2	2	2

## Резьба дюймовая

Предел прочности $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю HB	Скорость резания $v$ , м/мин при числе ниток на дюйм				
		12	8	6	4	3
55	153—161	184	179	175	171	167
65	179—192	143	140	137	133	130
75	210—220	116	113	110	108	105
85	235—250	105	99	96	92	92

## Число рабочих ходов

черновых	3	4	5	8	10
чистовых	2	2	2	2	3

## Резьба трапецеидальная

Предел прочности $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю HB	Скорость резания $v$ , м/мин, при шаге резьбы, мм							
		3	4	5	6	8	10	12	16
55	153—161	168	167	167	167	165	159	159	155
65	179—192	130	130	130	130	129	124	124	121
75	210—220	105	105	105	105	104	100	100	97
85	235—250	95	93	91	91	91	87	86	94

## Число рабочих ходов

черновых	5	6	7	8	10	12	14	18
чистовых	3	3	4	4	5	6	6	6



### Поправочный коэффициент

Стойкость резца $T$ , мин	10	20	30	45	60	90
$K_2$	1,25	1,08	1,00	0,92	0,87	0,80

Примечания: 1. При нарезании внутренней резьбы числовые значения скорости резания умножать на поправочный коэффициент  $K=0,75$ , а число черновых рабочих ходов увеличить на один. 2. При нарезании точных резьб добавляют два-три зачистных рабочих хода.

### 160. Режимы резания при нарезании модульных резьб резцами, оснащенными пластинками из твердого сплава Т15К6 (работа без охлаждения, обрабатываемый металл — сталь конструкционная не закаленная)

Модуль резьбы		1	2	3	4	5
Число рабочих ходов	черновых	4	7	10	25	30
	чистовых	2	3	5	—	—
Скорость резания, м/мин	при обработке стали $\sigma_B = 65 \text{ кгс/мм}^2$	160	130	110	104	99
	при обработке стали $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$	130	105	88	—	—

### Поправочные коэффициенты

Стойкость резца $T$ , мин	10	20	30	45	60	90
Поправочный коэффициент $K$	1,25	1,08	1,0	0,92	0,87	0,8

Примечание. Использование твердых сплавов выше модуля 3 рекомендуется для предварительного нарезания,

## СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

### 161. Смазочно-охлаждающие жидкости для нарезания резьбы в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающие жидкости
Конструкционная и инструментальная стали	Эмульсия Сурепное масло Компаундированное масло Сульфифрезол
Легированные стали Стальное литье	Эмульсия Сурепное масло
Чугунное литье	Без охлаждения Сурепное масло Керосин
Бронза Латунь	Без охлаждения Сурепное масло
Алюминий	Без охлаждения Эмульсия

## НАСТРОЙКА СТАНКА ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Для нарезания резьбы на токарно-винторезном станке необходимо, чтобы подача точно равнялась шагу резьбы. Большинство современных токарно-винторезных станков имеют механизм подачи, обеспечивающий настройку на любой шаг резьбы. Однако в промышленности используются станки, не имеющие коробки подач и требующие настройки для нарезания резьбы посредством подбора сменных колес гитары подач.

### Настройка станка без коробки подач для нарезания однозаходной резьбы

На рис. 92 изображена схема передачи движения от шпинделя к суппорту. Вращение передается от шпинделя к ходовому винту через трензель и сменные колеса  $z_1, z_2, z_3, z_4$  гитары подач.

При настройке станка для нарезания резьбы с заданным шагом необходимо определить передаточное отношение сменных зубчатых колес и подобрать колеса по найденному передаточному отношению.

Передаточное отношение определяется по формуле

$$u = \frac{P_p}{P_{х.в}},$$

где  $u$  — передаточное отношение;  $P_p$  — шаг нарезаемой резьбы;  $P_{x.v}$  — шаг ходового винта станка.

При вычислении необходимо брать шаг резьбы и шаг ходового винта в одинаковых мерах длины.

Различают два набора сменных зубчатых колес: тройчатый и пятковый. В тройчатом наборе на колесах число зубьев кратно трем: 18, 21, 24, 27 до 120. В пятковом наборе на колесах число зубьев кратно пяти: 20, 25, 30, 35, 40 до 120. Кроме того, в обонх наборах имеется колесо с числом зубьев 127.

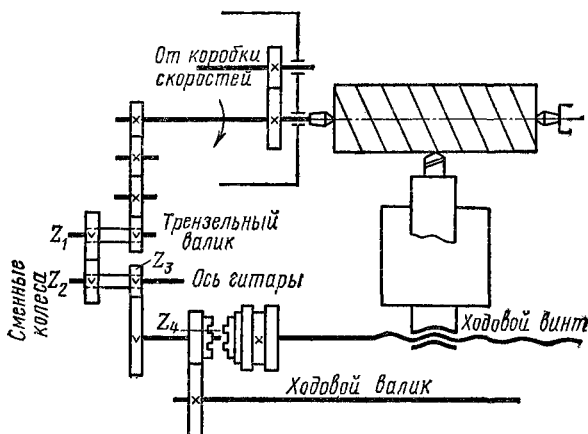


Рис. 92. Схема передачи движения от шпинделя к ходовому винту

Для подбора сменных колес по передаточному отношению следует числитель и знаменатель дроби умножить на произвольное число, чтобы произведение было целым числом и равнялось числу зубьев сменных колес, имеющих в наборе. Числитель показывает число зубьев ведущего колеса, устанавливаемого на валике трензеля, знаменатель — число зубьев ведомого колеса, устанавливаемого на конец ходового винта. Если подобранная пара колес не сцепляется, между ними устанавливают паразитное колесо. Если требуемое передаточное отношение не может быть обеспечено одной парой колес, подбирают передачу с двумя или тремя парами.

Подсчет сменных колес проверяют по формуле

$$P_p = u P_{x.v}.$$

Для сцепления сменных зубчатых колес необходимо, чтобы числа их зубьев удовлетворяли следующим условиям:  
при двух парах сменных колес

$$z_1 + z_2 > z_3, \quad z_3 + z_4 > z_2;$$

при трех парах сменных колес

$$z_1 + z_2 > z_3, \quad z_3 + z_4 > z_2, \quad z_5 + z_6 > z_4.$$

В большинстве случаев необходимо, чтобы левая часть каждого неравенства была больше правой на 15—20 зубьев.

При установке сменных колес можно менять местами ведущие или ведомые колеса, а также пары колес.

**Пример.** На токарном станке с шагом ходового винта  $P_{х.в} = 8$  мм требуется нарезать резьбу с шагом 1 мм.

1. Передаточное отношение сменных колес

$$u = \frac{P_p}{P_{х.в}} = \frac{1}{8}.$$

2. Подбираем сменные колеса по передаточному отношению

$$u = \frac{1 \cdot 20}{8 \cdot 20} = \frac{20}{160}, \quad u = \frac{1 \cdot 15}{8 \cdot 15} = \frac{15}{120}.$$

Колес с числом зубьев 15 и 160 в наборах сменных зубчатых колес не имеется, следовательно, при помощи одной пары сменных колес данную резьбу нарезать нельзя. Разлагаем передаточное число на две дроби и подбираем две пары сменных колес:

$$u = \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2},$$

$$u = \frac{1 \cdot 25}{4 \cdot 25} \cdot \frac{1 \cdot 20}{2 \cdot 20} = \frac{25}{100} \cdot \frac{20}{40},$$

$$u = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{25}{100} \cdot \frac{20}{40}.$$

Колеса  $z_1$  и  $z_3$  — ведущие, колеса  $z_2$  и  $z_4$  — ведомые.

3. Проверяем, правильно ли подсчитаны сменные колеса

$$P_p = P_{х.в} \cdot u = 8 \cdot \frac{25}{100} \cdot \frac{20}{40} = 1 \text{ мм.}$$

Колеса подобраны правильно: в примере шаг был задан 1 мм.

4. Проверяем сцепляемость колес:

а)  $z_1 + z_2 > z_3$  не менее чем на 15 зубьев,

$$25 + 100 > 20,$$

$$25 + 100 - 20 = 105 > 15.$$

Первое условие сцепляемости выдержано.

б)  $z_3 + z_4 > z_2$  не менее чем на 15 зубьев,

$$20 + 40 = 60 < 100.$$

Второе условие сцепляемости не выдержано, следовательно, надо поменять местами ведущие или ведомые колеса или пары колес. Поменяем местами ведущие колеса:

$$u = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{20}{100} \cdot \frac{25}{40}$$

а)  $z_1 + z_2 > z_3$ ;  $20 + 100 = 120 > 25$ ;

б)  $z_3 + z_4 > z_2$ ;  $25 + 40 = 65 < 100$ .

Вновь не выполнено условие сцепляемости, следовательно, надо поменять местами пары смежных колес:

$$u = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{20}{40} \cdot \frac{25}{100};$$

$$a) z_1 + z_2 > z_3; 20 + 40 = 60 > 25,$$

$$60 - 25 = 35 > 15;$$

$$б) z_3 + z_4 > z_2; 25 + 100 = 125 > 40,$$

$$125 - 40 = 85 > 15.$$

Условие сцепляемости выполнено. Таким образом, чтобы настроить данный станок для нарезания резьбы с шагом 1 мм, необходимо установить две пары смежных колес  $z_1=20$ ,  $z_2=40$ ,  $z_3=25$  и  $z_4=100$ .

### Настройка станка с коробкой подач для нарезания однозаходной резьбы

У большинства современных токарных станков настройку для нарезания однозаходной резьбы осуществляют зацеплением соответствующих зубчатых колес коробки подач. Различные комбинации зацепления колес выполняются рукоятками коробки подач. Токарные станки снабжаются таблицей с указанием положений этих рукояток для того или иного шага нарезаемой резьбы.

Для нарезания резьб, не приведенных в таблице, необходимо подобрать смежные зубчатые колеса гитары. В этом случае передаточное отношение смежных колес подсчитывается по формулам:

$$u_{\text{см}} = \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{табл}}} \text{ — для метрической резьбы;}$$

$$u_{\text{см}} = \frac{n_{\text{табл}}}{n_{\text{пар}}} \text{ — для дюймовой резьбы;}$$

$$u_{\text{см}} = \frac{m_{\text{нар}}}{m_{\text{табл}}} \text{ — для модульной резьбы;}$$

$$u_{\text{см}} = \frac{P_{\text{табл}}}{P_{\text{нар}}} \text{ — для питчевой резьбы,}$$

где  $P$  — шаг резьбы;  $n$  — число ниток на 1 дюйм;  $m$  — модуль, мм.

При подсчете смежных зубчатых колес по приведенным выше формулам следует брать в таблице шаг, близкий к шагу нарезаемой резьбы, и устанавливать все рукоятки для нарезания выбранного табличного шага (рис. 93) согласно таблице в паспорте станка. Для станка 16К20 рукоятки управления и их положение при нарезании резьб показаны на рис. 93 и в табл. 162. Нарезание метрических и дюймовых резьб с шагами, указанными в таблице, возможно только при условии установки смежных шестерен

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64}.$$

### 162. Шаги резьб, нарезаемых на станке 16K20

Тип резьбы	Шаг нор- мальный или уве- личенный	Частота вращения, об/мин	Шаги нарезаемой резьбы при положениях рукояток 5 и 7															
			A				B				C				D			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Метри- ческая, модуль- ная	нормаль- ный	12,5—1600	0,5		0,75		1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
	увели- ченный	200—630 50—160 12,5—40	1 4 16	1,25 5 20	1,5 6 24	1,75 7 28	2 8 32	2,5 10 40	3 12 48	3,5 14 56	4 16 64	5 20 80	6 24 96	7 28 112	8 32	10 40	12 48	14 56
Дюймо- вая, питчевая	нормаль- ный	12,5—1600	32	40	48	56	16	20	24	28	8	10	12	14	4	5	6	7
	увели- ченный	200—630 50—160 12,5—40	16 4 1	20 5 1,25	24 6 1,5	28 7 1,75	8 2 0,5	10 2,5	12 3 0,75	14 3,5	4 1	5 1,25	6 1,5	7 1,75	2 0,5	2,5	3 0,75	3,5

При этом рукоятками 3, 4, 6 надо установить необходимый тип нарезаемой резьбы, рукоятками 5 и 7 выбрать требуемый шаг, а рукоятками 1 и 2 установить рекомендуемую частоту вращения. Для нарезания модульных и питчевых резьб необходимо установить сменные шестерни  $\frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} = \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36}$  и все рукоятки поставить в соответствующее положение.

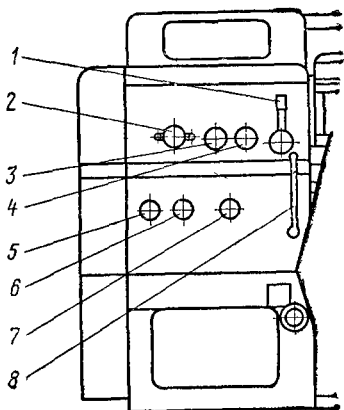


Рис. 93. Рукоятки станка 1K62:

1 — установки ряда частоты вращения шпинделя, 2 — установки частоты вращения шпинделя, 3 — установки нормального, увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб, 4 — установки правой и левой резьбы, 5 — установки величины подачи и шага резьбы, 6 — установки вида работ подачи и типа нарезаемой резьбы, 7 — установки величины подачи и шага резьбы, 8 — отключения механизма коробки подач при нарезании резьб напрямую

Установкой сменных шестерен  $\frac{K}{L} \cdot \frac{L}{N} = \frac{60}{86} \cdot \frac{86}{48}$  создается возможность нарезания метрических и дюймовых резьб с шагами, равными удвоенным величинам, указанным в таблице.

### Настройка станка для нарезания многозаходных резьб

Сменные зубчатые колеса для нарезания многозаходной резьбы подбираются способами, применяемыми для настройки однозаходной резьбы, но вместо шага нарезаемой резьбы во всех случаях берут ход резьбы, который равен шагу, умноженному на число заходов.

Одним из способов деления на заходы является способ деления с помощью верхних салазок, устанавливаемых параллельно оси станка. Этот способ применяют, если винт и гайка верхних салазок суппорта не изношены. После нарезания первой винтовой канавки резьбы отводят резец от заготовки и возвращают в исходное положение. Для нарезания следующей резьбовой канавки перемещают резец продольной подачей на величину шага резьбы.

Деление на заходы можно производить при помощи градуированного патрона (рис. 94). Патрон устанавливают на шпинделе станка. Он состоит из корпуса 4 и передней поворотной части 1. В начале обработки нулевые риски на обеих частях патрона должны совпадать. При нарезании второй нитки нужно ослабить гайки 2 и 3 и

повернуть переднюю часть патрона вместе с хомутиком на соответствующий угол

При делении на заходы применяют также поводковый патрон с прорезями (рис 95). После нарезания одной нитки резьбы заготовку вынимают из центров и поворачивают, вставляя свободный конец хомутика в соответствующую прорезь. При нарезании двухзаходной резьбы используют прорези 1 и 3 или 2 и 4; при нарезании трехзаходной резьбы — 1', 2' и 3'; при нарезании четырехзаходной резьбы 1, 2, 3, 4.

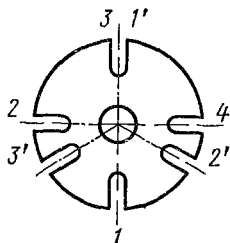
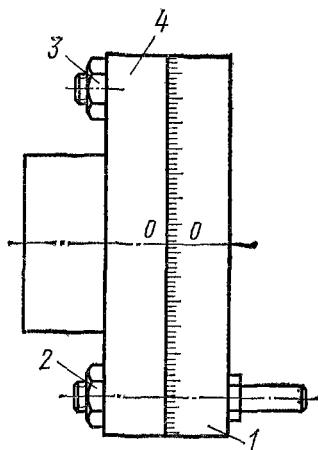


Рис. 95. Поводковый патрон:

1, 2, 3, 4 — прорези для нарезания двухзаходной и четырехзаходной резьбы, 1', 2', 3' — прорези для нарезания трехзаходной резьбы

Рис. 94. Градуированный патрон:

1 — поворотная часть, 2, 3 — гайки, 4 — корпус

В единичном производстве деление многозаходной резьбы на заходы осуществляется при помощи индикатора по методу Смирнова (рис. 96). Обрабатываемую заготовку 3 закрепляют в патроне с

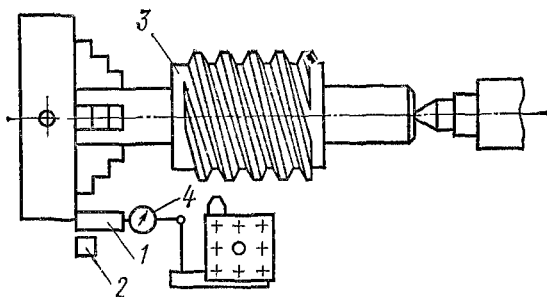


Рис 96 Деление резьбы на заходы по методу Смирнова:

1, 2 — мерные плитки, 3 — заготовка, 4 — индикатор



поджатием задним центром. После нарезания первой винтовой канавки резьбы резец выводят из нее поперечной подачей. Затем закрепляют в резцедержателе индикатор 4 и, не включая маточной гайки ходового винта, продольной подачей подводят наконечник индикатора к плитке 1 с определенным натягом по шкале индикатора. Запомнив показания индикатора, заменяют плитку 1 на плитку 2, размер которой на величину шага меньше размера плитки 1. Винтом верхних салазок суппорта перемещают резцедержатель вместе с резцом и индикатором влево до получения на индикаторе такого же натяга, как и при установке плитки 1. Убрав индикатор и плитку 2, нарезают вторую винтовую канавку резьбы. Метод применим для деления резьбы на различное число заходов. Полученная точность соответствует цене деления используемого индикатора.

При окончательной обработке многозаходной резьбы необходима проверка толщины витков зубомером.

Предварительное нарезание многозаходных резьб осуществляют одновременным прорезанием нескольких канавок резцами, установленными в специальной державке на расстоянии, точно соответствующем шагу резьбы. Впервые такой метод был применен токарем Смирновым при нарезании двухзаходных ходовых винтов.

Метод деления резьбы на заходы токаря Лакура заключается в переключении гайки ходового винта. Чтобы произвести деление по этому методу, необходимо определить число ниток ходового винта, на которые должна быть перемещена и вновь включена маточная гайка (табл. 163).

**163. Число ниток для переключения гайки ходового винта при делении резьбы на заходы**

Ход нарезаемого винта, мм	Шаг нарезаемого винта, мм	Число заходов нарезаемого винта	Число ниток при шаге ходового винта станка, мм		
			4	6	12
4	2	2	—	1	—
6	2	3	1	—	—
8	2	4	—	1	—
6	3	2	—	—	—
9	3	3	3	1	1

Ход нарезае- мого винта, мм	Шаг нарезае- мого винта, мм	Число захо- дов нарезае- мого винта	Число ниток при шаге ходового винта станка, мм		
			4	6	12
12	3	4	—	—	—
8	4	2	1	2	1
12	4	3	1	—	—
16	4	4	1	2	1
10	5	2	—	—	—
15	5	3	5	—	—
20	5	4	—	—	—
12	6	2	—	1	—
18	6	3	3	1	1
24	6	4	—	1	—
16	8	2	2	4	2
32	8	4	2	4	2
40	10	4	—	5	—

Ход нарезае- мого винта, мм	Шаг нарезае- мого винта, мм	Число захо- дов нарезае- мого винта	Число ниток при шаге ходового винта станка, мм		
			4	6	12
24	12	2	3	2	1
36	12	3	3	2	1
38	12	4	3	2	1
32	16	2	4	8	4
48	16	3	4	—	—
40	20	2	5	10	5
80	20	4	5	10	5
48	24	2	6	4	2
72	24	3	6	4	2

Примечание В случаях, когда число ниток не указано, деление по методу переключения гайки ходового винта не производится.

### Настройка станка для нарезания конических резьб

Коническую резьбу можно нарезать только при помощи конусной линейки. Подбор сменных зубчатых колес при таком способе производится по шагу резьбы, измеренному вдоль ее оси. Если резьбу нарезают при смещенной задней бабке, то при подборе сменных колес необходимо вести расчет по шагу, измеряемому параллельно образующей конуса. Шаг этот определяется по формуле

$$P_1 = \frac{P}{\cos \alpha},$$

где  $P_1$  — шаг резьбы, измеренный параллельно образующей конуса;  $P$  — шаг резьбы, измеренный параллельно оси резьбы;  $\alpha$  — угол уклона конуса, град.

## РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ

### Нормализованные резьбовые резцы

Резьбовые резцы разделяются на плоские (стержневые) (рис. 97, а), призматические (по типу призматических фасонных резцов) (рис. 97, б) и круглые (по типу круглых фасонных резцов) (рис. 97, в).

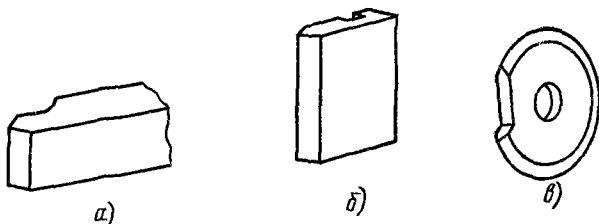


Рис. 97. Резьбовые резцы:

а — стержневой (плоский), б — призматический, в — круглый

Плоские резцы (рис. 98, а, б), применяемые для нарезания наружных и внутренних резьб, устанавливают без поворота на угол подъема нарезаемого резьбового витка. Для резьб с углом подъема витка  $\omega \leq 4^\circ$  задние углы  $\alpha_1 = \alpha_2 = 3-6^\circ$ , для резьб с углом подъема витка  $\omega > 4^\circ$   $\alpha_1 = 10^\circ$ ,  $\alpha_2 = 3-5^\circ$ . Для многозаходных резьб  $\alpha_1 = 8^\circ + \omega$ ,  $\alpha_2 = 8^\circ - \omega$ . Передний угол на чистовых резьбовых резцах  $\gamma = 0^\circ$ , на черновых  $\gamma = 5-25^\circ$  в зависимости от свойства обрабатываемого материала.

При нарезании метрических резьб быстрорежущие резцы должны иметь угол профиля  $\epsilon = 60^\circ$ , твердосплавные  $\epsilon = 59-59^\circ 30'$ , так как нарезание резьбы при высоких скоростях приводит к искажению ее профиля.

Призматические резцы применяются для нарезания треугольных резьб с углом подъема витка  $\omega < 5^\circ$ . Задний угол обеспечивается наклоном резца в державке и составляет  $15^\circ$ . Затачиваются призматические резцы только по передней грани.

Круглые резьбовые резцы имеют обычно передний угол  $\gamma$ , равный нулю. Задний угол достигается установкой центра резца выше центра обрабатываемой заготовки на величину  $h$ , которая определяется так же, как при фасонном точении.

### Резцы Бирюкова

На рис. 99, а, б изображены резцы конструкции Бирюкова для чернового и чистового нарезания метрических резьб. Эти резцы обладают следующими преимуществами по сравнению с обычными резьбовыми резцами: они имеют более массивную, а следовательно, более прочную головку резца, размер головки позволяет применять крупные пластинки из твердого сплава, что улучшает теплоотвод и исключает отпайку пластинок во время работы; улучшаются условия крепления пластинки к державке.

Черновой резец выполняется с углом профиля  $69-70^\circ$ , что повышает прочность его режущих кромок, а чистовой — с углом профиля  $59^\circ 30'$ .

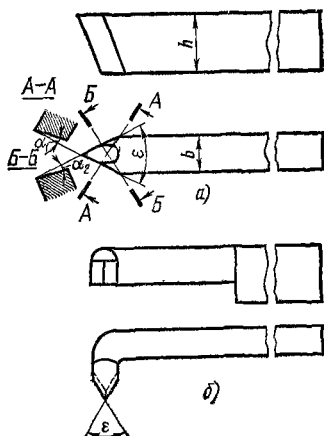


Рис. 98. Плоские резцы для на-  
резания резьбы:  
а — наружной, б — внутренней

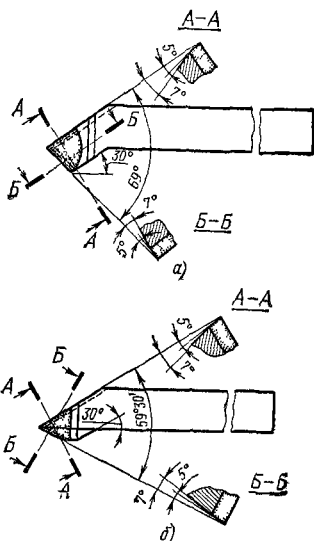


Рис. 99. Резьбовые резцы Би-  
рюкова:  
а — черновой, б — чистовой

Резьба с шагом до 3 мм нарезается только чистовым резцом, нарезание резьб с более крупным шагом осуществляется черновым и чистовым резцами.

### Резцы Семинского

Для повышения жесткости резьбовых резцов Семинский предложил специальный резьбовой резец, рабочая часть которого повернута (посредством скручивания державки) по отношению к части держав-

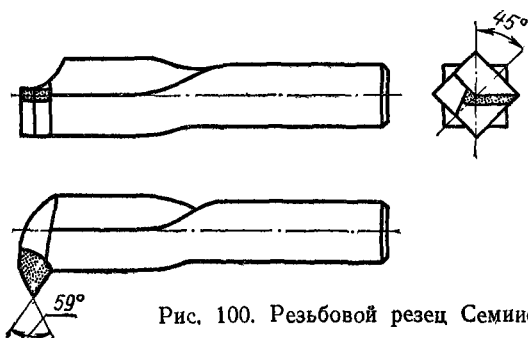


Рис. 100. Резьбовой резец Семинского

ки, закрепленной в резцедержателе, на  $45^\circ$  (рис. 100). Как показал опыт, жесткость этого резца в несколько раз больше жесткости обычного резца. Принципиальной особенностью этого резца является расположение режущих кромок на оси стержня, что обеспечивает спокойную работу и исключает появление задиров и вибраций.

### Резец с неперетачиваемыми пластинками

На рис. 101, а показан резбовой резец конструкции ВНИИ с механическим креплением трехгранной твердосплавной пластинки. Пластика 3 не имеет сквозного отверстия (это позволяет уменьшить ее размеры до минимума) и заклинивается между двумя выступами упора 4 при помощи клина 2 и винта 5. Упор 4 приварен по краям к державке 1. Размеры пластинки (рис. 101, б) дают возможность нарезать наружную резьбу с шагом 1,5—5 мм.

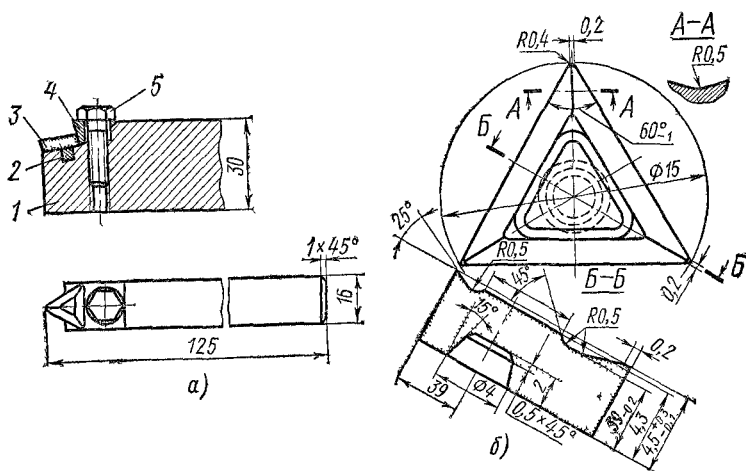


Рис. 101. Резец с неперетачиваемой пластинкой:

*а* — резец в собранном виде, *б* — трехгранная пластинка для нарезания резьб с шагом 1,5–5 мм, *1* — державка, *2* — клин, *3* — пластинка, *4* — упор, *5* — винт

Выкружки вдоль всех режущих кромок значительно облегчают отвод стружки, благодаря чему уменьшается сила резания. Средняя выпуклая часть пластинки способствует раздроблению стружки. Для предотвращения искажения (разбивания) резцы угол  $60^\circ$  при вершине пластинки имеет минусовый допуск ( $-1^\circ$ ).

Резец конструкции ВНИИ предназначен для скоростной обработки конструкционных сталей, чугуна и высоколегированных сталей на универсальных токарных станках (16К20, 1К62, 1А64 и др.).

## НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ РЕЗЬБОВЫМИ ГРЕБЕНКАМИ

Резьбовые гребенки применяются в серийном и массовом производстве для нарезания резьбы на деталях, допускающих полный выход гребенки из резьбы. Нарезание резьбы гребенками в 2—3 раза производительнее нарезания резцами.

Различают плоские (стержневые) (рис. 102, а), призматические (рис. 102, б) и круглые (рис. 102, в) гребенки.

Рабочая часть гребенки состоит из режущих и калибрующих зубьев. Режущие зубья срезают под углом  $\phi$ . Наличие нескольких режущих зубьев (обычно 2—3) и нескольких калибрующих позволяют уменьшить число рабочих ходов при нарезании резьбы.

### ВИХРЕВОЙ СПОСОБ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

#### Сущность способа

Существуют два способа вихревого нарезания резьбы: способ внешнего касания (рис. 103, б) и способ внутреннего касания (рис. 103, а). Обрабатываемая деталь закрепляется в патроне и вращается с небольшим числом оборотов (обычно 3—40 об/мин). Твердосплавный резец установлен в специальной резцовой головке и вращается со скоростью 1000—3000 об/мин. Резцовая головка устанавливается на каретке станка вместо суппорта и получает подачу, равную шагу резьбы.

Ось резцовой головки не совпадает с осью детали, поэтому процесс резания прерывистый. Стружки получаются мелкими и при большой скорости резания вихрем разлетаются во все стороны (отсюда способ получил название).

В резцовой головке могут быть установлены от одного до четырех резцов.

Конструкция резца для нарезания метрической резьбы показана на рис. 104, его размеры — в табл. 164, а режимы резания — в табл. 165.

### НАКАТЫВАНИЕ РЕЗЬБЫ

Накатывание резьбы — один из наиболее производительных и экономичных методов получения резьбы в условиях массового и серийного производства, что обусловлено меньшей номенклатурой и стоимостью инструмента, большей производительностью, меньшим расходом инструмента, экономией материала, большей прочностью резьбы, высоким классом шероховатости поверхности.

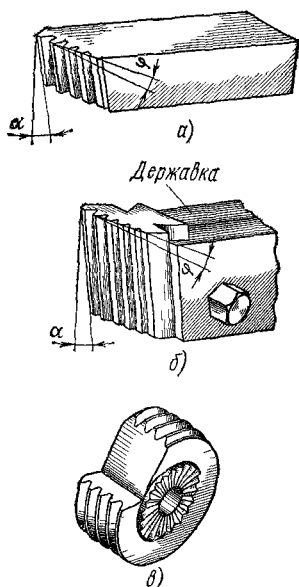


Рис. 102. Резьбовые гребенки

а — плоская (стержневая),  
б — призматическая, в —  
круглая

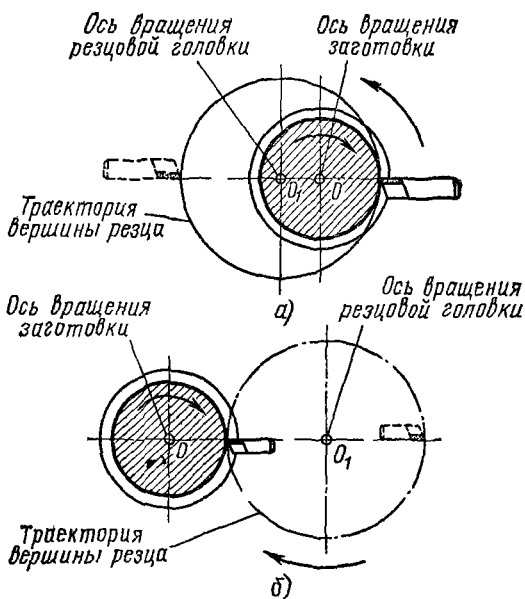


Рис 103 Схемы нарезания резьбы вихревым способом

а — внутренним касанием б — внешним касанием

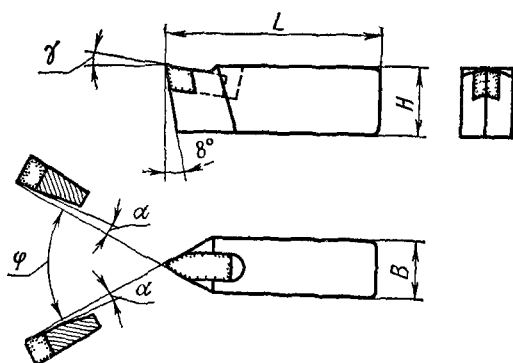


Рис 104 Резьбовой резец для нарезания резьбы вихревым способом.

$L$  — длина,  $B$  — ширина,  $H$  — высота стержня,  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\phi$  — углы резца



**164. Размеры и углы резцов для вихревого  
нарезания резьбы**

Обрабатываемый материал	Вид резьбы	Шаг резьбы, мм	Размеры и углы резца				
			L, мм	B, мм	$\alpha^\circ$	$\gamma^\circ$	$\varphi$
Сталь, $\sigma_B \leq 90$ кгс/мм <sup>2</sup>  Чугун, цветные металлы и сплавы	Наружная	До 3	60	12	6	—4	59°30'
		Св 3 до 5		14			
		Св 5		16			58°30'
Сталь $\sigma_B > 90$ кгс/мм <sup>2</sup>	Наружная	До 3	60	12	6	—8	
		Св 3 до 5		14			
		Св 5		16			58°30'
Сталь, $\sigma_B \leq 90$ кгс/мм <sup>2</sup> Чугун, цветные металлы и сплавы	Внутренняя	До 3	30—35	10	8	—4	59°30'
						—8	58°30'

**165. Скорости резания при нарезании метрической и трапецидальной резьб вращающимися резцами, оснащенными пластинками из твердого сплава Т15К6 (работа без охлаждения, стойкость резца 60 мин)**

Шаг резьбы, мм	Окружная подача детали на один оборот резца, мм/об	Скорость резания, м/мин, для стали с пределом прочности $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup> , не более			
		55	65	75	85
3	0,4	—	—	—	241
	0,6	—	—	224	197
	0,8	—	223	194	—
	1,0	234	199	—	—
	1,2	213	—	—	—
3,5	0,4	—	—	—	223
	0,6	—	—	207	182
	0,8	—	206	179	—
	1,0	216	184	—	—
	1,2	198	—	—	—

Шаг резьбы, мм	Окружная подача детали на один обо- рот резца, мм/об	Скорость резания, м/мин, для стали с пре- делом прочности $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup> , не более			
		55	65	75	85
4	0,4	—	—	—	209
	0,6	—	—	194	171
	0,8	—	193	168	—
	1,0	203	173	—	—
	1,2	185	—	—	—
4,5	0,4	—	—	—	197
	0,6	—	—	183	161
	0,8	—	182	158	—
	1,0	191	163	—	—
	1,2	174	—	—	—
5	0,4	—	—	—	186
	0,6	—	—	173	152
	0,8	—	172	150	—
	1,0	181	154	—	—
	1,2	165	—	—	—
6	0,4	—	—	—	170
	0,6	—	—	158	139
	0,8	—	158	137	—
	1,0	165	141	—	—
	1,2	151	—	—	—
8	0,4	—	—	—	148
	0,6	—	—	137	120
	0,8	—	137	119	—
	1,0	143	122	—	—
	1,2	131	—	—	—
10	0,4	—	—	—	132
	0,6	—	—	123	108
	0,8	—	122	106	—
	1,0	128	109	—	—
	1,2	117	—	—	—
12	0,4	—	—	—	120
	0,6	—	—	112	98
	0,8	—	111	97	—
	1,0	117	100	—	—
	1,2	106	—	—	—

Примечания: 1. При нарезании резьбы на деталях из чугуна HB 170—229 скорости резания следует применять те же, что и для деталей из стали  $\sigma_B=65$  кгс/мм<sup>2</sup>. 2. При стойкости резца 30 мин табличные данные сле-  
дует умножать на 1,4, а при стойкости 90 мин — на 0,8.

В промышленности широко применяют накатывание наружной резьбы резбонакатными плашками (нераскрывающимися реверсивными резбонакатными головками) на токарных и револьверных станках. Резбонакатные плашки работают по принципу самозатягивания. Конструкция плашки показана на рис. 105.

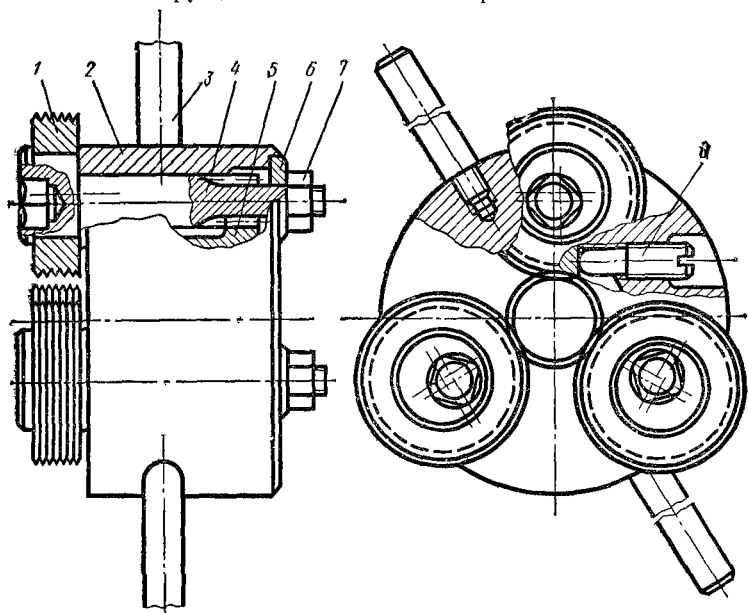


Рис. 105. Резбонакатная плашка:

1 — ролик, 2 — корпус, 3 — ручка, 4 — ось, 5 — колесо зубчатое, 6 — шайба, 7 — гайка, 8 — винт

Выбор номера накатной плашки следует производить по табл. 166.

166. Выбор резбонакатных плашек

Номер плашки	Диаметр накатываемой резьбы, мм	Шаг резьбы, мм
НП-1	1—7	0,5—2
НП-2	8—16	
НП-3	17—24	1—2
НП-4	25—33	

При накатывании резьб применяют следующие смазочно-охлаждающие жидкости: для сталей — сульфифрезол или веретенное масло; для стали X18H9T — смесь сульфифрезола (4 части), олеиновой кислоты (1 часть) и керосина (1 часть); для алюминиевых сплавов — керосин.

# НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

## ОБТАЧИВАНИЕ ПОД КВАДРАТ И ШЕСТИГРАННИК

Диаметр заготовки под обработку квадрата (рис. 106, а) определяется по формуле

$$D = 1,414a,$$

где  $D$  — наименьший диаметр заготовки, мм;

$a$  — длина стороны квадрата, мм.

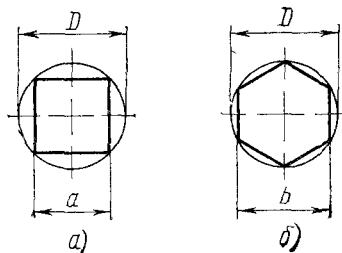


Рис. 106 Заготовки под обтачивание

$a$  — под квадрат,  $b$  — под шести-  
гранник,  $D$  — диаметр заготовки,  
 $a$  — длина стороны квадрата,  $b$  —  
расстояние между параллельными  
сторонами шестигранника

Диаметр заготовки под обработку шестигранника (рис. 106, б) определяется по формуле

$$D = 1,155b,$$

где  $D$  — наименьший диаметр заготовки, мм,

$b$  — расстояние между параллельными сторонами шестигранника, мм.

## РЕЗЕЦ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ С ПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

При обработке заготовок с неравномерным припуском или с прерывистой поверхностью (например, обтачивание квадратных заготовок) резец испытывает действие ударной нагрузки. Обычные резцы в таких случаях быстро выходят из строя, поэтому рекомендуется применять специальный резец для обточки с ударной нагрузкой (рис 107).

Резец имеет сильно наклонную главную режущую кромку (угол  $\lambda = +40^\circ$ ), главный угол в плане  $\varphi = 40^\circ$  и положительный передний угол  $\gamma = 10-12^\circ$ . При работе в момент врезания в заготовку удару подвергается часть режущей кромки, наиболее удаленная от вершины резца. Менее прочная часть режущей кромки резца (у вершины) вступает в работу при более благоприятных условиях.

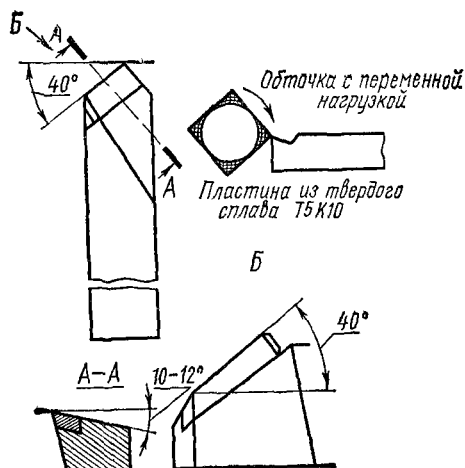


Рис. 107. Резец для точения с переменной нагрузкой

## ОБРАБОТКА ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ЗАГОТОВОК (ДЕТАЛЕЙ)

Эксцентрикными деталями называются детали с двумя или несколькими поверхностями вращения, оси которых параллельны друг другу. Такими деталями являются эксцентрики (рис 108, а, б), коленчатые валы (рис. 108, д), эксцентровые валики (рис. 108, в, е).

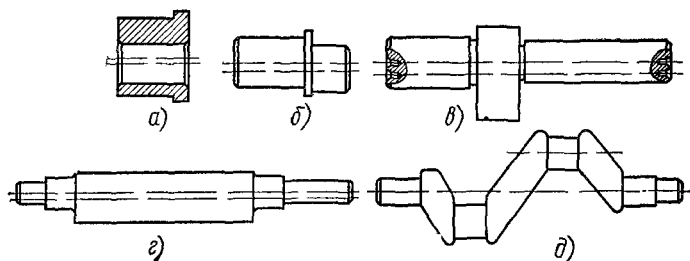


Рис 108 Эксцентровые детали

а, б — эксцентрики, в, е — валики, д — коленчатый вал

Эксцентровые валики обрабатывают в центрах. При величине эксцентриситета более 10 мм сверлят по разметке или по кондуктору на торцах заготовки по два центровых отверстия, смещенных одно относительно другого на величину эксцентриситета. Базируясь то на

одни, то на другие центровые отверстия, обрабатывают соответственно различные цилиндрические поверхности.

При эксцентриситете вала меньше 10 мм заготовку берут длиннее на две длины центровых отверстий, сверлят по одному центровому отверстию в каждом торце заготовки и обтачивают цилиндрические поверхности, расположенные на одной оси. Затем срезают с двух сторон участки с центровыми отверстиями, сверлят по коидуктору или по разметке новые центровые отверстия, смещенные от оси заготовки на эксцентриситет, и обтачивают цилиндрические поверхности, эксцентричные относительно оси заготовки.

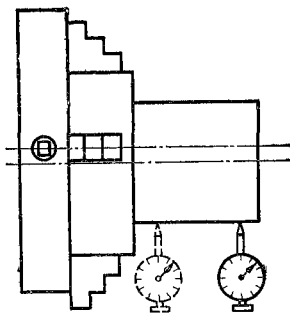


Рис. 109. Установка эксцентриковой заготовки в четырехкулачковом патроне с выверкой по индикатору

Высокую точность обработки эксцентриковых заготовок в четырехкулачковом патроне получают выверкой заготовки при помощи индикатора (рис. 109). Заготовку сначала обрабатывают как цилиндр и у нее окончательно подрезают торцы. Затем заготовку закрепляют в четырехкулачковом патроне следующим образом. Кулачки патрона устанавливают по его круговым рискам на равном расстоянии от центра в соответствии с диаметром заготовки. Затем один из кулачков смещают от центра на величину эксцентриситета и ослабляют два смежных с ним кулачка, устанавливают заготовку по смещенному кулачку, поджимают противолежащий кулачок, а за ним поочередно два остальных. После этого заготовку выверяют по торцу, затем окончательно — по индикатору: вначале в

сечении, близком к патрону, потом в сечении у торца. Наибольшее отклонение стрелки индикатора должно равняться двойной величине эксцентриситета. Показания индикатора в обоих сечениях заготовки должны совпадать. Заготовки эксцентриковых деталей, имеющих отверстия, обрабатываются на оправках. На рис. 110, а показана центровая оправка с пологоконической поверхностью, на которую насаживается заготовка. Поверхность *В* обтачивают относительно оси *Б—Б*, а эксцентричную поверхность *Г* обтачивают при установке оправки центровыми отверстиями по оси *А—А*.

Центровая оправка (рис. 110, б) отличается от предыдущей только способом закрепления на ней заготовки. Заготовка 2 насаживается на цилиндрическую поверхность оправки 1 и закрепляется гайкой 3.

На рис. 110, в показана консольная оправка, также применяемая при обработке эксцентриковых деталей.

Правильная и быстрая установка эксцентриковых заготовок в трехкулачковом патроне может быть достигнута установкой мерной пластинки между заготовкой и одним из кулачков патрона (рис. 111). Толщина пластинки определяется по формуле

$$t = 1,5e \left( 1 + \frac{e}{2D} \right),$$

где  $t$  — толщина пластинки, мм;  
 $e$  — эксцентриситет, мм;  
 $D$  — диаметр поверхности, зажимаемой в кулачках патрона.

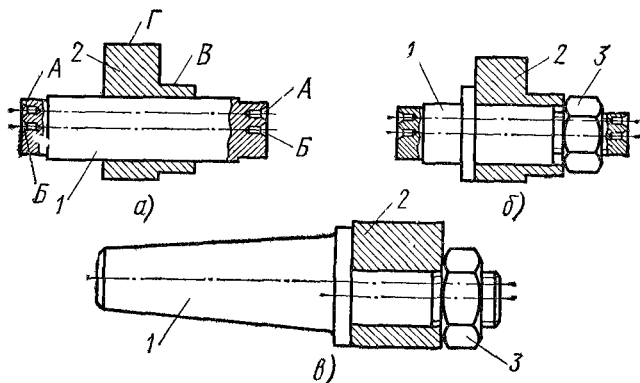
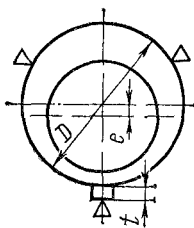


Рис. 110. Оправки для обработки эксцентриковых заготовок:

$a$  — центровая с конической посадочной поверхностью,  $б$  — центровая с цилиндрической посадочной поверхностью,  $в$  — консольная,  $A$  — центровые отверстия для обработки поверхности  $\Gamma$ ,  $B$  — центровое отверстие для обработки поверхности  $B$ ;  $1$  — оправка  $2$  — заготовка,  $3$  — гайка

Рис. 111. Обтачивание эксцентриковых заготовок в самоцентрирующем патроне



## НАВИВКА ПРУЖИН

Диаметр оправки при навивке пружин на токарном станке можно определить опытным путем или рассчитать по формуле

$$D = K \cdot d,$$

где  $D$  — диаметр оправки, используемый для навивки пружины, мм;  
 $d$  — внутренний диаметр пружины, мм;  
 $K$  — коэффициент, зависящий от прочности проволоки (табл. 167).

167. Значения коэффициента  $K$  в формуле расчета диаметра оправки для навивки пружин

Предел прочности материала проволоки $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Коэффициент $K$	Предел прочности материала проволоки $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Коэффициент $K$
100—150	0,95	225—250	0,86
150—170	0,91	250—275	0,84
170—200	0,89	275—300	0,83
200—225	0,87	Св 300	0,82

Пружина, снятая с оправки, несколько развивается, поэтому число витков ее при навивке берут несколько больше требуемого. Шаг навивки пружины сжатия выбирают на 5—8% больше шага пружины, так как после обжатия до соприкосновения витков высота навитой пружины обычно уменьшается.



## ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ

### СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Основными способами повышения производительности труда при токарной обработке являются применение повышенных режимов резания, т. е. высоких скоростей резания, максимально возможной глубины резания и подачи, а также снижение вспомогательного времени. Скоростное резание стало возможным благодаря использованию режущего инструмента, оснащенного пластинками из твердого сплава, и его рациональной геометрии. Такой инструмент допускает работу при температурах 800—900 и даже 1100—1200° С.

Сокращение вспомогательного времени достигается применением быстродействующих приспособлений, упоров, копировальных и других устройств, позволяющих автоматизировать процесс токарной обработки

В связи с большим объемом справочных материалов по высокопроизводительному точению способы повышения производительности труда в справочнике описаны кратко.

### РЕЗЦЫ ДЛЯ СКОРОСТНОГО РЕЗАНИЯ

#### Двухступенчатый отрезной резец

Двухступенчатый отрезной резец конструкции Белорецкого металлургического комбината (рис. 112) изготовлен из быстрорежущей стали. Особенностью этого резца является наличие двух параллельных друг другу режущих кромок, расположенных в виде ступени. Главным достоинством резца является возможность работать только с одной поперечной подачей. Ступенчатое размещение режущих кромок препятствует заклиниванию резца и позволяет вести работу с механической подачей

Резец затачивают на универсальном заточном станке. Недостатком резца является относительно сложная заточка.

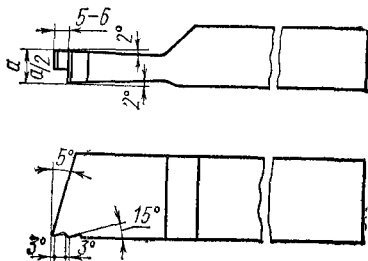


Рис. 112. Двухступенчатый отрезной резец

## Отрезной резец Евсеева

Отрезной резец Евсеева (рис 113) имеет ломаную режущую кромку с углами в плане  $45^\circ$  на боковых ее участках и среднюю площадку шириной 1,0 мм с углом в плане  $90^\circ$ . Оптимальная ширина обрезаки 4—5 мм. Резец Евсеева наиболее эффективен при разрезке труднообрабатываемых и нержавеющей сталей на станках средней мощности.

Углы  $\gamma$ ,  $\gamma_f$  и режимы резания выбирают по табл. 168

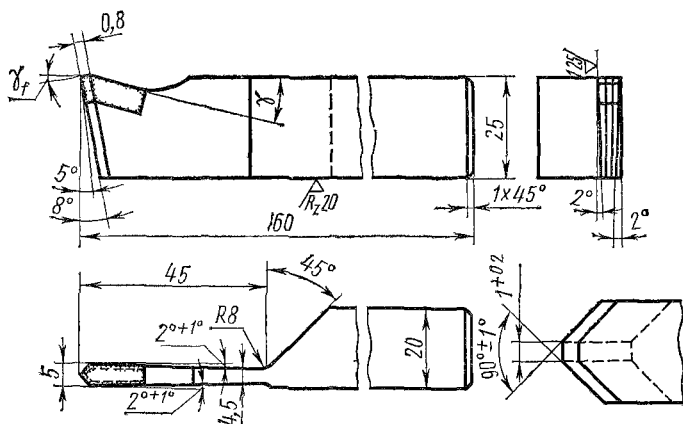


Рис 113 Отрезной резец Евсеева

168. Значение  $\gamma$ ,  $\gamma_f$  и режимы резания при работе резцами Евсеева

Обрабатываемый материал	Диаметр заготовки мм	Угол град		Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Марка твердого сплава
		$\gamma$	$\gamma_f$			
Нержавеющие стали	40—70	12	0	140—200	0,1—0,3	ВК8
То же	До 20	12	До 4	140—200	0,1	ВК8М
	Св 20	12	» 4	140—200	До 0,4	ВК8М
Титан ВТ-1-1	—	6—8	0	120—140	» 0,1	ВК8
и ВТ 1 2	—	—	—	—	—	—
Титан ВТ-5	—	0	4	100—120	» 0,2	ВК6
Сталь 45, хромоникелевые стали	—	0	4	700—800	0,1—0,4	T15K6
Сталь 20, Ст3, бронза, алюминиевые сплавы	—	15—20	—	500	1—3	ВК8

## Резцы Челябинского политехнического института

Челябинским политехническим институтом предложены резцы с увеличенными значениями вспомогательных углов  $\varphi_1$  и  $\alpha_1$ , лимитирующими стойкость резцов (рис. 114). Увеличения углов достигают

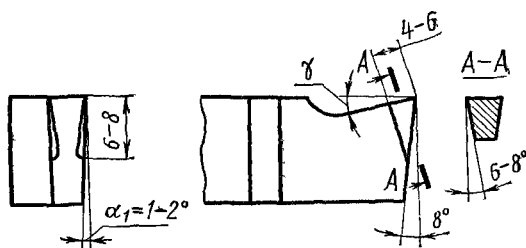


Рис. 114 Отрезной резец с косой подточкой по вспомогательным граням

местной косой подточкой по вспомогательным задним граням. Применительно к быстрорежущим резцам это дает повышение стойкости в 2—2,5 раза. Для твердосплавных резцов такой способ нецелесообразен, так как приводит к большому съему твердого сплава и большому браку из-за появления трещин на пластинках.

### Отрезной резец Бондаренко

Резец Бондаренко (рис. 115) состоит из державки, пластинчатого ножа вставки, винта с фасонной головкой, резиновой прокладки и гайки. Особенностью конструкции резца является то, что усилия

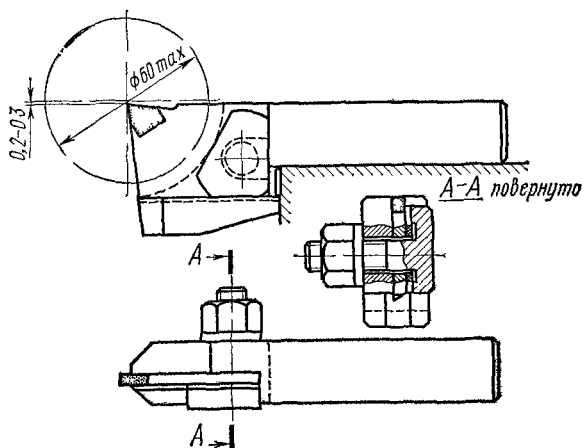


Рис. 115 Отрезной резец Бондаренко

резания, действующие на пластинчатый нож, воспринимаются державкой, а не деталями крепления, как в других конструкциях. Резец имеет высокую жесткость и надежен в работе. Резцы Бондаренко работают удовлетворительно при скорости 100—200 м/мин, подаче 0,1—0,25 мм/об. Рекомендуется применять при отрезке заготовок диаметром до 70 мм.

### Универсальный резец Резникова

Универсальный резец (рис 116) имеет три режущие кромки. Применяется как правый проходной, подрезной, расточной резец для снятия левой наружной фаски. При повороте резцедержателя на некоторый угол переходной кромкой снимается фаска в отверстии после его растачивания. Скорость резания при работе резцом превышает 500 м/мин.

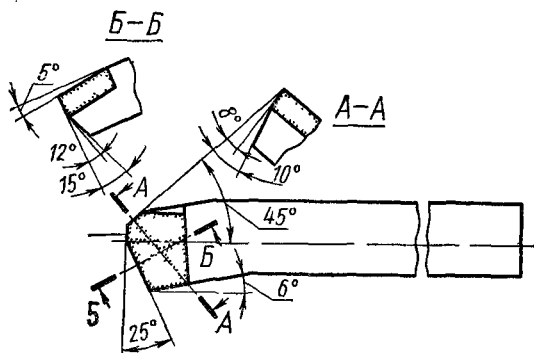


Рис 116 Универсальный резец Резникова

### Резец СКБ

Резец СКБ (рис 117) оснащен пластинкой из твердого сплава Т15К6 или Т30К4. Основными особенностями резца являются от-

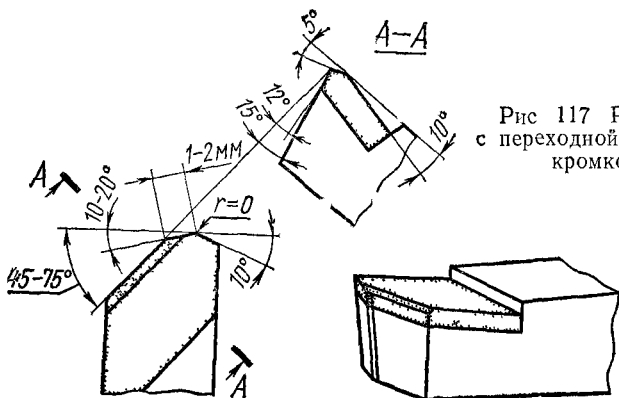


Рис 117 Резец СКБ с переходной режущей кромкой

сутствие радиуса закругления при вершине и малые углы в плане. Отсутствие радиуса закругления обеспечивает в любой точке режущей кромки постоянный задний угол, что снижает деформации и износ. Малые углы в плане упрочняют пластинку твердого сплава, улучшают отвод тепла от режущей кромки и повышают класс шероховатости обработанной поверхности.

Допускаемая скорость резания при обработке нержавеющей сталей (хромансиль и др.) до 300 м/мин. Углеродистые стали можно обрабатывать при скоростях 500—1500 м/мин.

## Резец Афанасьева

Геометрия резца Афанасьева показана на рис. 118. Основной особенностью резца является наличие положительного переднего угла и отрицательной фаски. Применяя этот резец, оснащенный твердосплавной пластинкой, токарь Афанасьев при обработке углеродистых сталей достиг скорости резания 1040 м/мин.

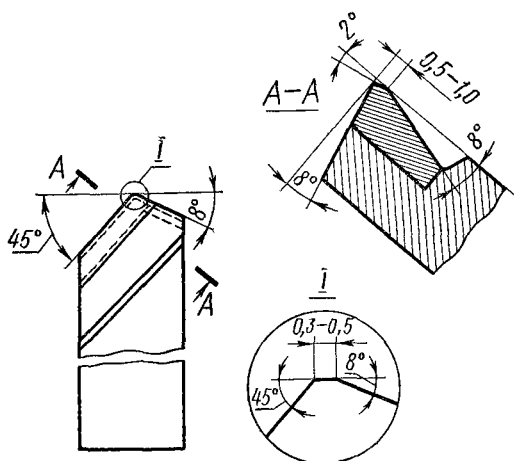


Рис. 118 Резец Афанасьева

## Резец Быкова

Резец Быкова (рис. 119) представляет собой отогнутый проходной резец с пластинкой из твердого сплава Т15К6 или Т30К4. Полукруглая канавка на передней грани резца вдоль главной режущей кромки и фаска с нулевым передним углом облегчают образование и отвод стружки. Этим резцом можно вести чистовое и получистовое точение сталей со скоростью резания 500—900 м/мин.

Углы резца, град

передний	2—3
задний	4—5

задний державки . . . . .	7
наклона главной режущей кромки . . . . .	0
главный в плане . . . . .	45

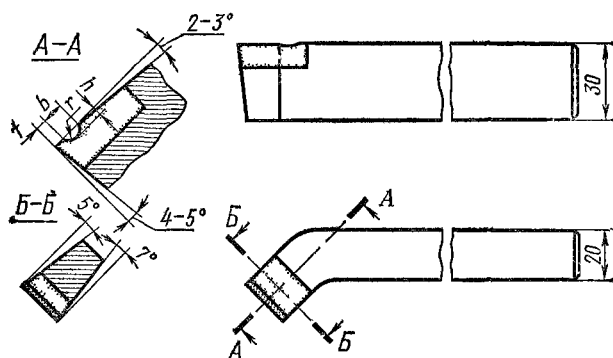


Рис. 119. Отогнутый проходной резец Быкова

### Резец Семинского

Резец представляет собой проходной токарный резец с порошком для ломания стружки (рис 120). Резец оснащен пластинкой из твердого сплава Т15К6, которая припаивается к стержню на 2—5 мм ниже верхней поверхности стержня. Радиусный уступ подвергается электроупрочнению твердым сплавом. Эти резцы используются для обработки углеродистых и низколегированных сталей.

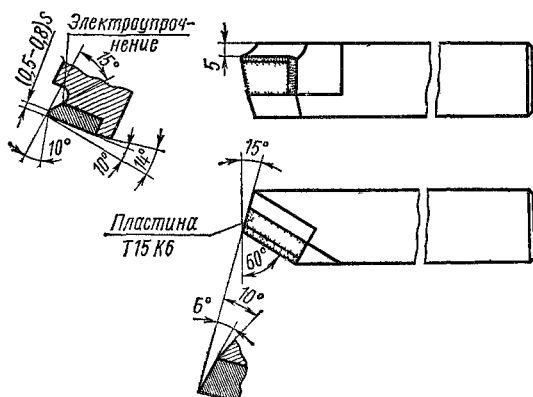


Рис. 120. Резец Семинского

## Резцы для обработки твердых чугунов

На рис. 121 показан проходной резец для обработки твердых чугунов. Опыты показали, что при точении твердых чугунов на больших скоростях наиболее приемлемым является положительный передний угол  $16^\circ$ , а для кокильного литья  $22^\circ$ .

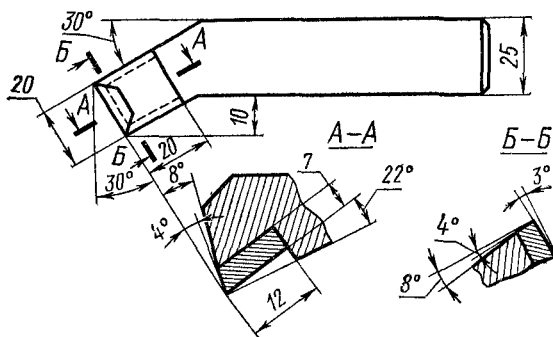


Рис. 121. Резец для обработки твердых чугунов

## Резец Борткевича

Борткевич применил для работы правый проходной упорный резец (рис 122). Преимуществом резца является возможность выполнения чистовой и полустойковой обточки, подрезания торцов и обточки конических поверхностей на повышенных скоростях резания.

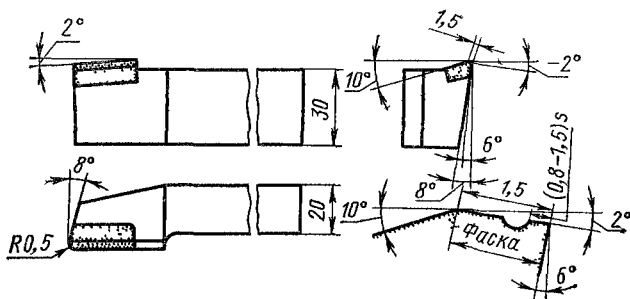


Рис 122. Резец Борткевича

Геометрия резца Борткевича

Углы, град:

передний (на фаске шириной 1,5)	2
задний у пластинки	6
задний у державки	8
наклона главной режущей кромки	2
главный в плане (при обточке)	90
вспомогательный в плане	8
Радиус закругления вершины резца, мм	0,5

## Резец Воробьева

Как и резец Борткевича, резец Воробьева (рис. 123) является модификацией проходного упорного резца. Резец позволяет производить чистовую подрезку торцов, выточку канавок для выхода шлифовального круга и лучистовую обработку цилиндрических поверхностей.

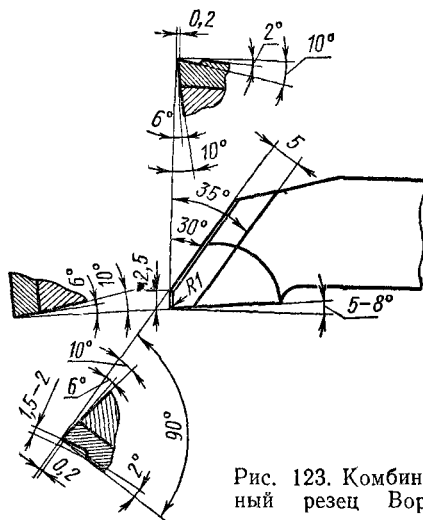


Рис. 123. Комбинированный резец Воробьева

## Расточной резец Лакура

Особенностью резца Лакура (рис. 124) является то, что его вершина расположена на уровне осевой линии стержня резца. Это зна-

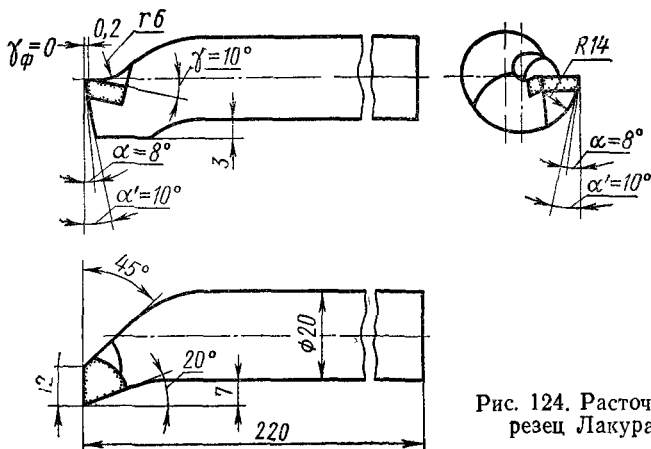


Рис. 124. Расточной резец Лакура



чительно уменьшает вибрацию и повышает класс шероховатости поверхности.

## Сборные токарные резцы

Встречаются три разновидности сборных токарных резцов — резцы с механическим креплением ножей-вставок, резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинками и резцы с перетачиваемыми многогранными пластинками. Благодаря ряду преимуществ наибольшее распространение получили резцы с неперетачиваемыми многогранными пластинками. Материалом пластинок является твердый сплав или минералокерамика.

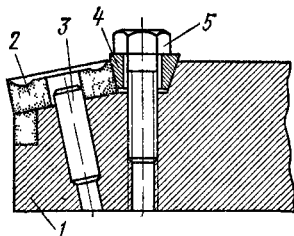


Рис. 125 Резец с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластинок:

1 — державка, 2 — пластинка, 3 — штифт, 4 — упор, 5 — винт

В СССР наибольшее распространение получили сборные резцы конструкции ВНИИ. Крепление пластинок показано на рис. 125. В таких резцах применяют трех-, четырех-, пяти- и шестигранные пластинки. Геометрия пластинок показана на рис. 126, а — г.

Сборные резцы с твердосплавными и минералокерамическими пластинками позволяют вести обработку при скоростях резания до 200—300 м/мин.

## Резцы для точения труднообрабатываемых сталей и сплавов

Обрабатываемость материала резанием характеризуется наибольшей скоростью резания, которая соответствует определенной стойкости инструмента при работе с определенным сечением срезаемого слоя и оптимальной конструкцией инструмента для обработки данной стали или сплава. Классификация труднообрабатываемых сталей и сплавов приведена в табл. 169. В одну группу объединены стали и сплавы примерно одинакового химического состава, одинаковых химических свойств и близкой обрабатываемости.

Оптимальные марки твердого сплава для точения труднообрабатываемых сталей и сплавов приведены в табл. 170, а рекомендации по выбору геометрических параметров резцов — в табл. 171.

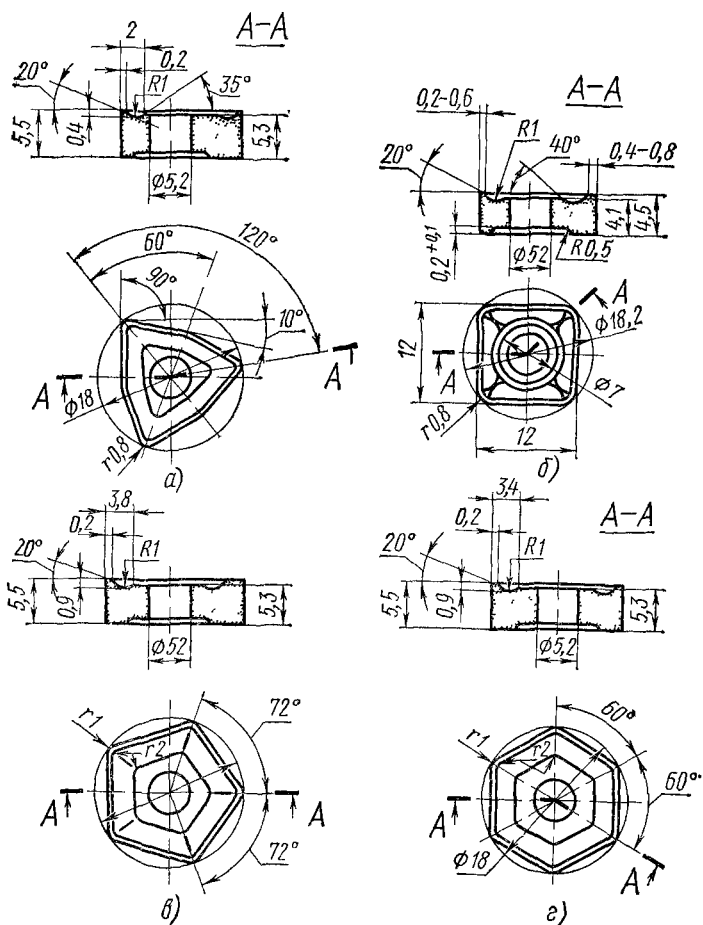


Рис 126 Пластина многогранной формы с диаметром описанной окружности 18 мм

а — трехгранная, б — четырехгранная, в — пятигранная, г — шестигранная

# 169. Классификация труднообрабатываемых резанием сталей и сплавов

№ группы	Марка	Термическая обработка	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Ориентировочная скорость резания	
				при обработке твердых сплавов инструментом, м/мин	по сравнению со сталью 45

## Теплостойкие хромистые, хромоникелевые и хромолибденовые стали

I	34XH3MФ	Отжиг	60	200—250	0,9
	20X3MBФ (ЭИ415)	Закалка и отпуск	≥90	150—180	0,6
	X6CM (ЭСХ6М)	Отжиг	≥65	200—250	0,9

## Коррозионностойкие (нержавеющие) хромистые и сложнoleгированные стали

II	12X13 (1X13)	Закалка и отпуск	≥60	170—220	0,7
	25X13H2 (ЭИ474)	Отжиг	70—100	170—220	0,7
	1X12H2BMФ (ЭИ961)	Закалка и отпуск	90	180—210	0,65
	20X13 (2X13)	Закалка и отпуск	≥70	180—210	0,65
	30X13 (3X13)	То же	≥80	140—180	0,6
	40X13 (4X13)	Нормализация и отпуск	≥95	120—150	0,5
	14X17H2 (ЭИ268)	Закалка и отпуск	110	120—150	0,5
	09X16H4Б (ЭП56)	То же	≥130	70—90	0,3
	07X16H6 (X16H6, ЭП288)	Нормализация и отпуск	≥110	120—150	0,5
	23X13HBMФЛ (ЭП65)	Отжиг	≥85	140—180	0,6
	23X13HBMФЛ (ЭП65)	Закалка и отпуск	>155	60—75	0,25
	ЭП311 (ВНС-6)	То же	175	35—45	0,15

## Коррозионностойкие, кислотостойкие, жаростойкие хромоникелевые стали

III	12X18H10T (X18H10T)	Закалка	≥55	120—130	0,5
	20X23H18 (ЭИ417) X15H5Д2Т (ЭП410, ЭП225, ВНС-2)	»	100	120—130	0,5

№ группы	Марка	Термическая обработка	$\sigma_{в'}$ кгс/мм <sup>2</sup>	Ориентировочная скорость резания	
				при обработке твердосплавным инструментом, м/мин	по сравнению со сталью 45
III	12X21H5T (ЭИ811)	Закалка	>70	100—130	0,4
	X15H9Ю (ЭИ904)	»	85—110	110—130	0,45
	X17H5M3 (ЭИ925, СНЗ)	Нормализация	>100	110—130	0,45

*Жаропрочные, жаростойкие, кислотостойкие хромоникелевые, хромоникелемарганцовистые, сложнолегированные стали*

IV	45X14H14B2M (ЭИ69)	Закалка и старение	>70	100—120	0,4
	08X15H24B4TP (ЭП164)	Старение	>70	70—90	0,3
	ЭИ395	Закалка и старение	>80	80—100	0,3
	07X21Г7АН5 (ЭП222)	Закалка	100	80—100	0,3
	12X25H16Г7AP (ЭИ835)	Закалка и старение	>80	80—100	0,3
	37X12H8Г8МФБ (ЭИ481), 10X11H20T3P (ЭИ696), 10X11H23T3MP (ЭИ696М, ЭП33)	} То же	>90	50—60	0,23
	15X18H12C4TЮ (ЭИ654)	Закалка	70—75	50—60	0,23

*Жаропрочные деформируемые сплавы на железоникелевой и никелевой основах*

V	36НХТЮ (ЭИ702)	Закалка и старение	120	40—50	0,16
	ХН60В (ЭИ868)	Закалка	80	40—50	0,16
	ХН77ТЮ (ЭИ437А)	} Закалка и старение	100	40—50	0,16
	ХН77ТЮР (ЭИ437Б)				

№ группы	Марка	Термическая обработка	$\sigma_{ВТ}$ кгс/мм <sup>2</sup>	Ориентировочная скорость резания	
				при обработке твердосплавным инструментом, м/мин	по сравнению со сталью 45
V	ХН35ВТЮ (ЭИ787)	Закалка и старение	>95	22—28	0,12
	ЭП99	Закалка	115—130	22—28	0,12
	ХН56ВМТЮ (ЭП199)	»	90	20—25	0,1
	ХН67ВМТЮ (ЭП202)	} Закалка и старение	>100	20—25	0,1
	ХН75МВЮ (ЭИ827)				
	ХН72МВКЮ (ЭИ867)	То же	125	18—20	0,08
	ХН60МВТЮ (ЭП487)	»	115	18—20	0,08

*Окалиностойкие и жаропрочные литейные сплавы на никелевой основе*

VI	ВЖ36-Л2	Закалка и старение	80	18—20	0,05
	АНВ-300		85		
	ЖС6К, ЖСЗДК		100		
	ХН67ВМТЮЛ (ЭП202Л)		75		

*Сплавы на титановой основе*

VII	ВТ1, ВТ-1, ВТ1-2	Отжиг	45—70	100—150	0,6
	ВТ3	»	95—115	50—70	0,28
	ВТ3-1	»	95—120	50—70	0,28
	ОТ4	»	70—90	70—100	0,4
	ОТ4-1	»	60—75	70—100	0,4
	ВТ5, ВТ5-1	»	70—95	70—100	0,4
	ВТ6, ВТ6С	»	90—100	60—80	0,32
	ВТ14, ВТ15	»	100	50—75	0,3
	ВТ14	Закалка и старение	115—130	45—60	0,24
	ВТ15		130—150	45—60	0,24
		То же			

№ группы	Марка	Термическая обработка	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Ориентировочная скорость резания	
				при обработке твердосплавным инструментом, м/мин	по сравнению со сталью 45

## Высокопрочные стали

VIII	28ХЗСНМВФА (СП28), 30Х2ГСН2ВМ (ВЛ-1)	} Закалка и отпуск	$\geq 160$	45—65	0,22
	33ХЗСНМВФА (СП33), 38ХЗСНМВФА (СП38)				
	42Х2ГСНМ (ВКС-1)	} То же	170	40—50	0,18
	38Х5МСФА (ЭП257)		190	28—38	0,14
	43ХСНМВФА (СП43)		195	25—35	0,13
		»	210	20—30	0,12

Примечание В таблице указаны ориентировочные скорости резания и относительная обрабатываемость при чистовом и получистовом точении и стойкости инструмента 45—60 мин

170. Марки твердого сплава для точения  
труднообрабатываемых сталей и сплавов в зависимости  
от материала детали и сечения срезаемого слоя

Материал детали		$t$ , мм	$s$ , мм/об	Марка твердого сплава
№ группы	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>			
I	60—90	До 1 » 10 св. 10	До 0,1 » 0,5 Св. 0,5	T15K6, BK6-OM, BK3M T15K6 T5K10, BK8
II	$\leq 120$	До 1 » 10 Св 10	До 0,15 » 0,5 Св 0,5	BK6-OM, T15K6 T15K6 BK8, T5K10
	120—170	До 1 » 3	До 0,15 » 0,3	BK6-OM, BK3M, T15K6 BK6M, T15K6

Материал детали		t, мм	s, мм/об	Марка твердого сплава
№ группы	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>			
II	170—180	До 1 » 3	До 0,1 » 0,3	BK6-OM, BK3M BK6M, BK3M
III	55—80	» 1 » 5 » 10 » 20 » 30	» 0,15 » 0,2 0,3—0,5 0,6—1 1—1,8	BK3M, BK6-OM, T15K6 BK10-OM, T15K6 BK6M (BK8) BK8 BK8B
	80—110	До 1 Св 1	До 0,1 Св 0,1	BK6-OM, BK10-OM BK8, T5K10
IV	80—100 не содержа- щие титана	До 1 » 3 » 10 Св. 10	До 0,15 » 0,3 0,3—0,5 Св. 0,5	BK6-OM, BK3M T15K6 BK6M, BK10-OM BK8
	70—100 содержащие титан	До 1 » 10 Св. 10	До 0,15 » 0,5 Св 0,5	BK6-OM, BK3M, BK10-OM BK6M, BK10-OM BK8
V и VI	>75	До 1 » 6 Св 6	До 0,1 » 0,5 Св 0,5	BK6-OM, BK3M, T30K4 BK6M (BK8) BK8
VII	60—150	До 1 » 5 Св. 5	До 0,15 » 0,4 Св 0,4	BK3M, BK6-OM, T30K4 BK6M, BK4, (BK8) BK8, BK10-OM
VIII	140—160	До 1 » 5	До 0,1 » 0,3	BK6-OM, T15K6, T30K4 T15K6
	160—180	» 1 » 3	» 0,1 » 0,3	BK-OM, BK3M, T30K4 T15K6, BK6M
	180—230	» 1 » 2	» 0,1 » 0,3	BK6-OM, T30K4 BK3M, BK6M

Примечание. Взятый в скобки сплав BK8 применять при наличии окалин.

171. Геометрические параметры режущей части твердосплавных  
резцов для точения деталей из труднообрабатываемых  
сталей и сплавов при работе с подачами более 0,06 мм/об

Материал детали		s, мм/об	$\gamma$ , град	$\alpha$ , град	Размер фаски f, мм	Радиус лун- ки R, мм	Радиус при вершине резца, мм	Форма передней поверхности резца
№ группы	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>							
I	60—90	≤0,3	16	8	0,1—0,2	6	0,5—1	Криволиней- ная с отрица- тельной фаской
II		0,3—0,5			0,3—0,4	10	1	
III		0,6—0,8	20	6	0,5—0,7	12	1,5	
IV	70—100	≤0,3	10	10	0,1—0,2	8	0,5—1	
		0,3—0,5	12		0,3—0,4	10	1	
V	70—130	≤0,3	5	15	0,1—0,2	10	0,5—1	
VI		0,3—0,5	10	10	0,3—0,4	8	1	
II	120	≤0,3	—5	8—10	2—3	—	0,5—1	Плоская с отри- цательным пе- редним углом
VII	60—140	≤0,8	0—(—5)	11	2—3	—	0,5—1	
VIII	140—150	≤0,5	—3—(—5)	10	2—3	—	0,5—1	
	160—180	≤0,3	—5	10	2—3	—	0,5—1	
	180—200	≤0,3	—5—(—10)	10	2—3	—	0,5—1	



## Алмазные резцы

Высокопроизводительные алмазные резцы применяют для обработки цветных металлов и их сплавов, кости, оргстекла, прессованной бумаги и т. д.

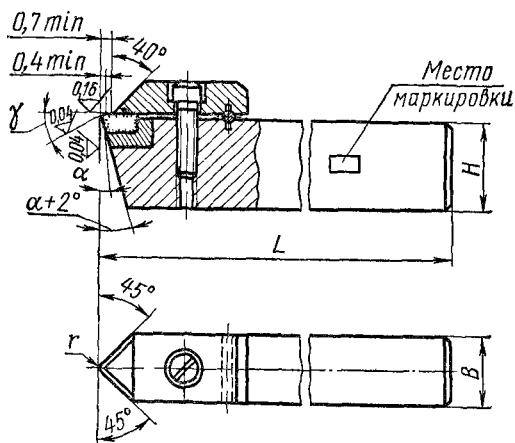


Рис. 127. Резец с механическим креплением алмаза

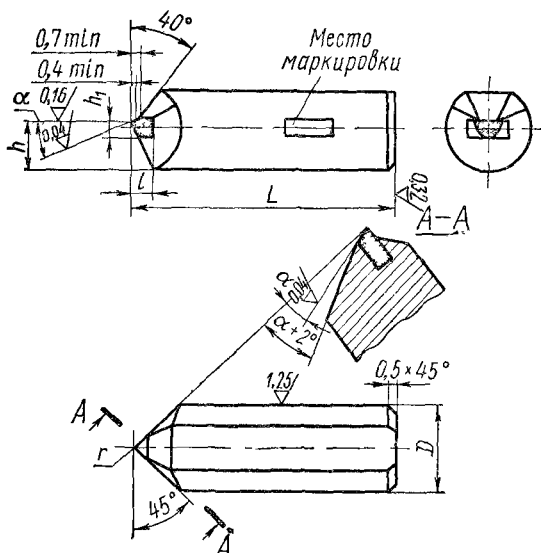


Рис. 128. Резец с впаянным алмазом

Алмазы для расточных и проходных резцов выбирают размером от 0,5 до 0,80 карата, а для резцов с широкой режущей кромкой — в 1 карат и более. По назначению алмазные резцы подразделяются на расточные, проходные и подрезные, а по конструкции — на резцы с механическим креплением алмаза (рис. 127) и резцы с впаянным алмазом или закрепленным на основе твердого сплава (рис. 128).

Алмазные резцы обеспечивают получение высококачественной обработки (по 1-му классу точности, до 13-го класса шероховатости поверхности почти без упрочнения).

Станки для алмазной обработки должны быть жесткими, точными и высокоскоростными, позволяющими работать на режимах резания по табл. 172.

**172. Скорость, подача и глубина резания при работе алмазными резцами**

Обрабатываемый материал	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Глубина, резания, мм
Алюминий . . . . .	400—500	0,03—0,08	0,1—0,3
Сплавы алюминия . . . .	600	0,02—0,04	0,05—0,1
Латунь . . . . .	400—500	0,02—0,07	0,03—0,06
Баббит . . . . .	400—500	0,02—0,05	0,05—0,15
Бронза:			
оловянистая . . . . .	300—400	0,03—0,06	0,05—0,25
свинцовистая . . . . .	800	0,02—0,04	0,025—0,05
Медь . . . . .	350—500	0,02—0,01	0,1—0,4
Титан . . . . .	200	0,03—0,05	0,03—0,05
Магний и его сплавы . . .	800—1000	0,02—0,1	0,1—0,4
Пластмассы . . . . .	100	0,02—0,03	0,05—0,15

Переднюю поверхность у алмазных резцов делают плоской. При обработке заготовок из латуни, алюминия и антифрикционных сплавов  $\gamma=0^\circ$ ,  $\alpha=12^\circ$ ,  $r=0,3—0,6$  мм.

При обработке заготовок из бронзы и твердых алюминиевых сплавов  $\gamma=-8^\circ$ ,  $\alpha=8^\circ$ ,  $r=0,6—1,5$  мм. Главный угол в плане  $\phi=45—90^\circ$ , вспомогательный  $\phi_1=20—45^\circ$ . На стержнях резцов углы в плане делают на  $2^\circ$  больше по отношению к углам на самом алмазе. Стержень расточных резцов делают круглого сечения, проходных и подрезных — круглого, квадратного или прямоугольного сечения.

Затачивают и доводят алмазные резцы при помощи чугуных дисков, шаржированных смесью алмазного порошка (зернистость А5—АМ5) с оливковым маслом, со скоростью 30—40 м/с. Затачивать можно также алмазным кругом на металлической основе, но с последующей доводкой на чугунном диске передней и задней поверхностей до 12-го класса шероховатости поверхности.

На рис. 129 изображен проходной резец ИС-005-0000, выпускаемый Томилиным заводом алмазных инструментов, а в табл. 173 даны основные размеры и геометрия этих резцов.

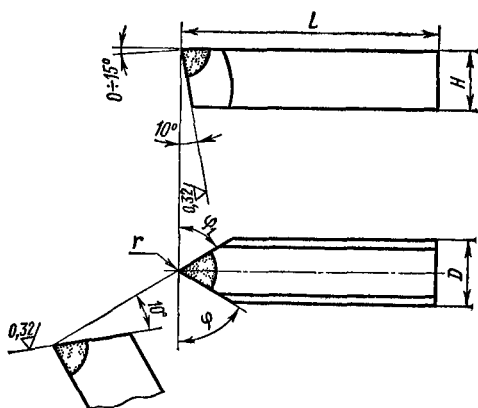


Рис. 129. Резец ИС-005-0000

### 173. Геометрия резцов ИС-005-0000

Модификация резцов	Размеры			$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$
	$D$	$H$	$L$		
ИС-005-0000	6C	5	10	40	20
ИС-005-01				50	10
ИС-005-02	5C	4,5	15	40	20
ИС-005-03				50	10
ИС-005-04	8C	6,5	20	40	20
ИС-005-05				50	10
ИС-005-06	10C	8	25	40	20
ИС-005-07				50	10
ИС-005-08	12C	9	30	40	10
ИС-005-09				50	20
ИС-005-10	14C	11	35	40	20
ИС-005-11				50	10

Модификация резцов	Размеры			$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>L</i>		
ИС-005-12	16С	13	40	40	20
ИС-005-13				50	10

Примечания: 1. Длина вставки резца *L* выполняется по требованиям заказчика в пределах 10—60 мм. 2. Допускается выполнение вершины резца фаской 0,3—1,0. 3. Допускается изменение углов в плане по требованию.

На рис. 130, 131 и 132 показаны проходные резцы с различной конструкцией крепления алмазов (СТМ), а на рис. 133—136 — расточные резцы того же завода.

На рис. 137 приведен чертеж вставки к резцам с механическим креплением алмазов (СТМ). Опыт применения алмазных инструментов конструкции Томилинского завода алмазных инструментов показывает целесообразность их применения при обработке цветных металлов и сплавов, пластмасс и некоторых видов керамики.

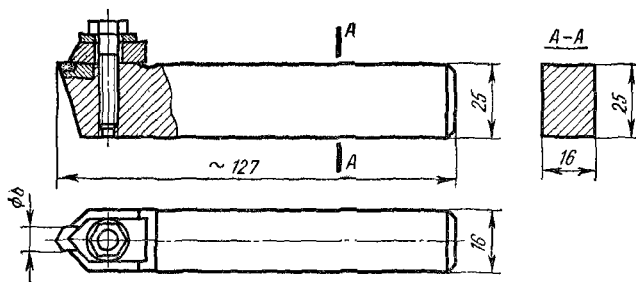


Рис. 130. Резец проходной ИС-012

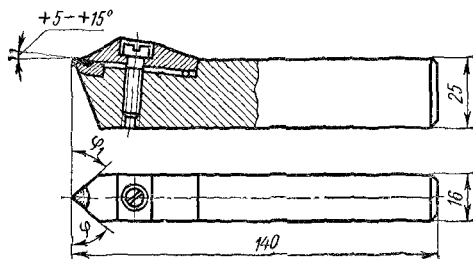


Рис. 131. Резец проходной ИС-038

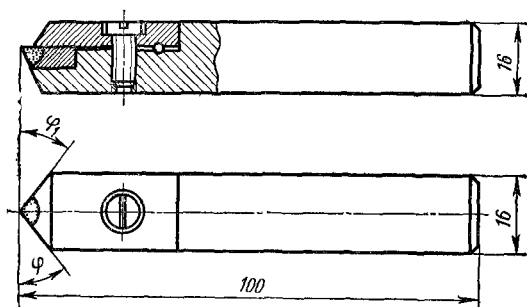


Рис. 132. Резец проходной ИС-025

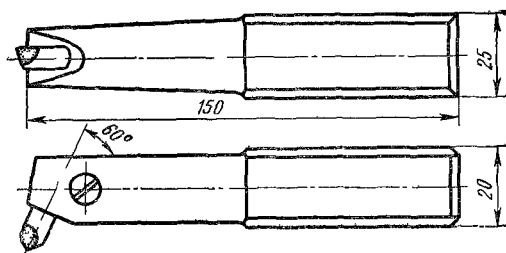


Рис. 133. Резец расточной ИС-006

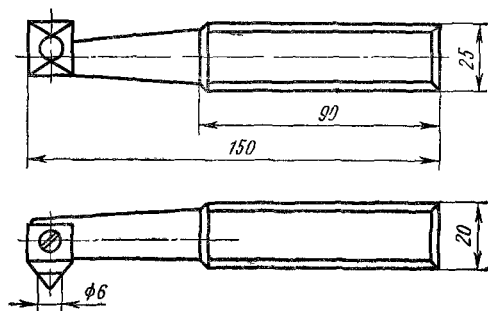


Рис. 134. Резец расточной ИС-011

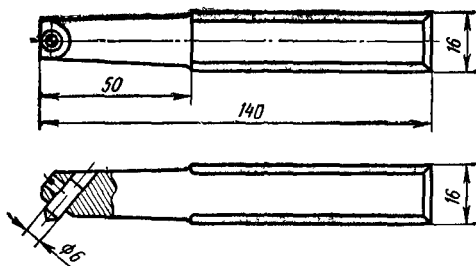


Рис. 135. Резец расточной ИС-007

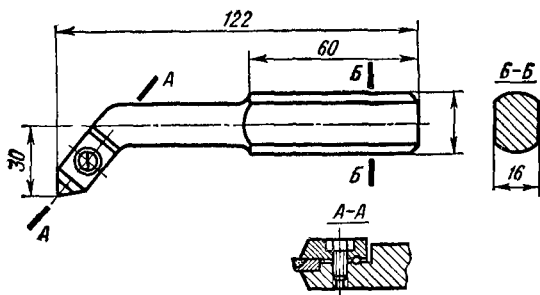


Рис. 136. Резец расточной ИС-014

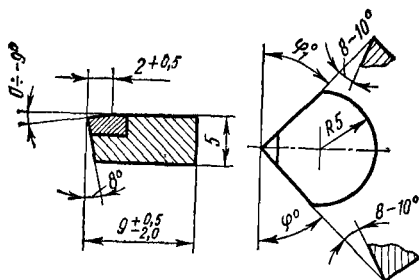


Рис. 137. Резец расточной ИС-022-0000

## ТОЧЕНИЕ С БОЛЬШИМИ ПОДАЧАМИ

При обработке описанными выше резцами увеличение подачи ограничивается снижением класса шероховатости. Так, при получистовой обработке (4—6-й классы шероховатости) величина максимально допустимой подачи незначительна и дальнейшее снижение машинного времени возможно путем увеличения скорости резания. Токарь Колесов применил резцы, оснащенные пластинками из твердого сплава, с вспомогательным углом в плане  $\varphi_1 = 0^\circ$  на режущей кромке  $C$  шириной не менее  $(1,1—1,2)s$  (рис. 138). Резцы такой конструкции предназначены в основном для получистовой обработки с подачей до 5 мм/об при скоростях резания  $v \geq 50$  м/мин.

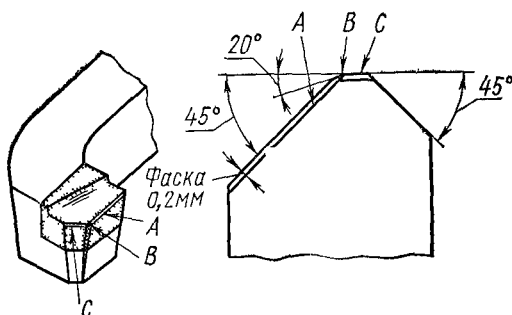


Рис 138. Резец Колесова:

режущие кромки  $A$  — главная,  $B$  — переходная,  
 $C$  — вспомогательная

При работе этими резцами подача обычно больше глубины резания. Основная работа резания приходится на главную режущую кромку  $A$  с углом в плане  $\varphi = 45^\circ$ . Вспомогательная режущая кромка  $C$  срезает остающиеся гребешки. Для получения высокой чистоты обработки эта кромка должна быть строго прямолинейной, хорошо доведенной и параллельной линии центров, а вершина резца должна быть установлена ниже центров на 0,02 диаметра заготовки.

Переходная режущая кромка  $B$  предохраняет вершину резца от скалывания и облегчает работу кромки  $C$ . Она имеет ширину около 1 мм и угол в плане  $20^\circ$ . Кромки  $A$  и  $C$  имеют узкие фаски с отрицательным передним углом  $\gamma_f = -5^\circ$ .

Резец устанавливают на просвет по предварительно чисто обработанному пояску или по шлифованной пластинке, положенной на поверхность этого пояска, а также по цилиндрической части заднего центра. Во избежание вибрации при обработке сталей  $\sigma_B = 60 \div 75$  кгс/мм<sup>2</sup> соотношение между длиной заготовки и диаметром должно быть

$$\frac{L}{D} \leq 10.$$

Работа на повышенных подачах не вызывает снижения срока службы станка. Для такой работы могут быть использованы почти

все токарные станки. Для станков, мощность главного привода которых 7—10 кВт, резание с большими подачами дает наибольший эффект при  $t=0,5\div 1,5$  мм.

Токарем Сельцовым предложены резцы для обтачивания чугуновых и бронзовых деталей на больших подачах (рис 139). Благодаря наличию двух дополнительных режущих кромок, расположенных по отношению одна к другой под углом  $90^\circ$ , эти резцы используются для обтачивания наружных и торцовых поверхностей. Особенностью этих резцов является наличие дополнительных широких режущих кромок. При работе такими резцами, оснащенными пластинками из твердого сплава ВК2, при скорости резания до 150 м/мин и подаче от 0,8 до 1,2 мм/об обработанная поверхность получается 6-го и 7-го классов шероховатости, 4-й и 5-й классы шероховатости поверхности достигаются при обработке с подачами от 1,7 до 2,4 мм/об. Другой особенностью резцов Сельцова по сравнению с обычными резцами является их универсальность. Эти резцы можно использовать для выполнения различных видов обработки без смены инструмента или поворота резцедержателя, благодаря чему сокращается вспомогательное время.

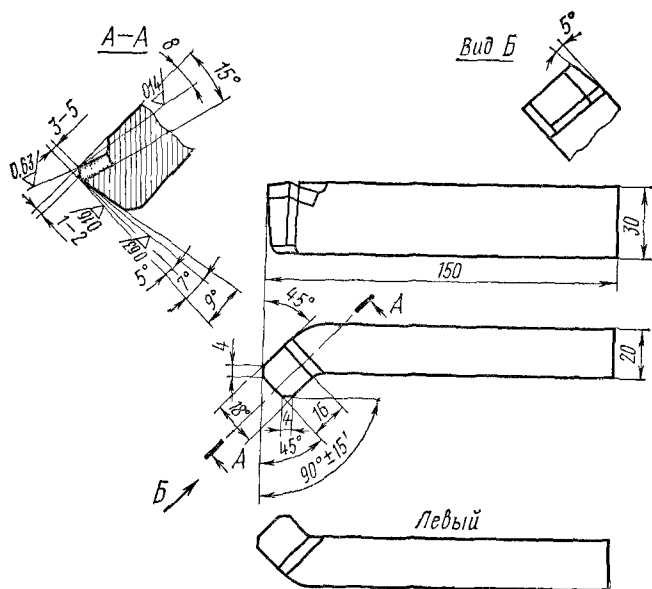


Рис 139 Прходной отогнутый резец Сельцова

На рис 140 показан комбинированный резец для скоростного точения стали на больших подачах. Особенностью резца является наличие двух широких дополнительных и двух переходных режущих кромок. Этим резцом можно обрабатывать цилиндрические поверхности и подрезать торцы стальных заготовок без смены инструмента,





## 174. Подачи при точении стали и чугуна резцами с главным углом в плане 45°

Способ установки заготовки	Диаметр заготовки, мм	Длина обработки, мм	Подачи, мм/об, при мощности станка, кВт, и глубине резания, мм, не более						
			до 5 кВт		до 8		до 12		св. 12
			1,0—2,0 мм	2,1—4,0	1,0—2,0	2,1—5,0	1,0—2,0	2,1—5,0	5
В центрах	До 40	До 300	1,8—2,5	1,1—2,0	2,2—3,0	1,3—2,2	—	—	—
		» 400	1,2—2,0	0,8—1,4	1,2—2,0	0,8—1,4	—	—	—
	60	» 500	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,2	1,6—2,5	2,2—2,5	1,6—2,5	—
		» 600	1,8—2,5	1,1—2,0	1,8—2,5	1,2—2,2	1,8—2,5	1,2—2,2	—
	75	» 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,2	1,6—2,5	2,5—3,5	1,8—2,5	2,0—5,0
		» 750	1,8—2,5	1,1—2,0	2,0—2,5	1,3—2,2	2,2—3,0	1,5—2,3	1,8—4,5
	Св 75	—	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	3,0—4,0	2,0—3,5	2,5—5,0
	До 40	» 300	1,8—2,5	1,1—2,0	2,2—3,0	1,3—2,2	—	—	—
		» 400	1,5—2,0	1,0—1,8	1,5—2,0	1,2—1,8	—	—	—
	60	» 500	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	2,5—4,0	2,0—3,5	—
		» 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,0—3,5	1,3—2,2	2,2—4,0	1,5—2,5	—
В патроне с поджатием задним центром	75	До 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	2,5—4,0	2,0—3,5	2,5—5,0
		» 750	1,8—3,0	1,1—2,0	2,0—3,0	1,5—2,5	2,3—3,5	1,8—3,0	1,8—4,5
	Св. 75	—	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	3,0—4,0	2,0—3,5	3,0—5,0

Выборанную в табл. 174 величину подачи (при обработке в центрах или в патроне с поджатием задним центром) нужно проверить по табл. 175 и согласовать с поправочным коэффициентом.

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от твердости обрабатываемого материала приведены ниже:

Твердость HB		Коэффициент	Твердость HB		Коэффициент
136—152	. . . . .	1,75	190—211	. . . . .	1,0
153—170	. . . . .	1,44	212—237	. . . . .	0,83
171—180	. . . . .	1,2	238—268	. . . . .	0,63

175. Поддачи, допускаемые прогибом заготовки, при точении гладких валов

Диаметр заготовки, мм	$\frac{l}{D}$	Длина заготовки, мм	Поддачи, мм/об, при способах обработки и глубине резания, мм, не более											
			в центрах						в патроне с поджатием задним центром					
			1,0	1,5	2	3	4	5	1,0	1,5	2	3	4	5
35	5	175	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	6	210	5,0	5,0	5,0	5,0	3,9	3,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	7	245	5,0	4,6	3,7	2,8	2,2	1,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5
	8	280	3,8	2,8	2,2	1,7	1,3	1,1	5,0	5,0	5,0	4,0	3,2	2,7
	9	315	2,4	1,8	1,4	1,1	—	—	5,0	4,3	3,5	2,6	2,0	1,7
	10	350	1,6	1,2	0,98	—	—	—	4,0	2,9	2,3	1,7	1,4	1,2
40	5	200	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	6	240	5,0	5,0	5,0	4,7	3,9	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	7	280	5,0	5,0	4,4	3,2	2,6	2,2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	8	320	4,5	3,2	2,7	2,0	1,6	1,3	5,0	5,0	5,0	4,7	3,8	3,2
	9	360	2,9	2,0	1,7	1,2	1,0	—	5,0	4,9	4,1	3,0	2,4	2,0
	10	400	1,9	1,4	1,1	0,85	—	—	4,6	3,4	2,7	2,0	1,6	1,4
50	6	300	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	7	350	5,0	5,0	5,0	4,3	3,5	2,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	8	400	5,0	4,4	3,5	2,6	2,1	1,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,3

Диаметр заготовки, мм	$\frac{l}{D}$	Длина заго- товки, мм	Подачи, мм/об, при способах обработки и глубине резания, мм, не более											
			в центрах						в патроне с поджатием задним центром					
			1,0	1,5	2	3	4	5	1,0	1,5	2	3	4	5
50	9	450	3,8	2,8	2,3	1,7	1,3	1,1	5,0	5,0	5,0	4,0	3,2	2,7
	10	500	4,6	1,9	1,5	1,1	0,91	—	5,0	4,5	3,7	2,7	2,2	1,8
60	6	360	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	7	420	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	8	480	5,0	5,0	5,0	3,9	3,2	2,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	9	540	5,0	4,3	3,4	2,5	2,1	1,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,2
	10	600	3,9	2,9	2,3	1,7	1,4	1,2	5,0	5,0	5,0	4,0	3,3	2,9
75	7	525	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	8	600	5,0	5,0	5,0	5,0	4,2	3,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	9	675	5,0	5,0	4,5	3,3	2,7	2,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	10	750	5,0	3,8	3,0	2,3	1,8	1,5	5,0	5,0	5,0	5,0	4,3	3,7
90	8	720	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	9	810	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	3,4	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	10	900	5,0	5,0	4,6	3,4	2,8	2,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
110	8	880	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	9	990	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	10	1100	5,0	5,0	5,0	4,3	3,5	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
125	9	1125	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	10	1250	5,0	5,0	5,0	5,0	4,7	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Поддачи рассчитаны для работы по 5-му классу точности. При обработке ступенчатых валиков подачи могут быть повышены без ущерба для точности обработки, если в первом приближении за расчетный диаметр детали принимать средний диаметр.

При работе с большими подачами допустимая глубина резания зависит от прочности дополнительной режущей кромки резца и прочности твердого сплава. Глубину резания в зависимости от обрабатываемого материала и марки твердого сплава можно выбрать по табл. 176.

**176. Глубина резания в зависимости от обрабатываемого материала и марки твердого сплава**

Обрабатываемый материал	Марка твердого сплава	Глубина резания, мм
Сталь	T30K4	От 2,0 до 0,5
	T15K6, T14K8	» 0,5 » 2,0
	T5K10	До 3,0
Чугун	BK2, BK3	» 2,0
	BK6, BK8	» 5,0

При наличии большого припуска обработку следует вести в два прохода и более.

Выбор скорости резания. После выбора подачи и глубины резания скорость резания назначается в соответствии с режущими свойствами выбранной марки твердого сплава. Скорости резания определяются по табл. 177 и 178. В этих таблицах даны поправочные коэффициенты для измененных условий эксплуатации резцов.

### ТОНКОЕ ТОЧЕНИЕ

Шероховатость обработанной поверхности оказывает большое влияние на эксплуатационные свойства деталей машин. После механической обработки на поверхности остаются неровности в виде впадин и гребешков.

Шероховатость поверхности в основном характеризуется высотой гребешков: чем меньше высота гребешков, тем выше класс шероховатости. В табл. 179 приведена зависимость точности обработки от шероховатости поверхности при различных видах обработки.

**177. Скорость резания (сталь конструкционная, резцы  
с пластинками из сплава Т15К6)**

Глубина резания, мм	Подачи, мм/об, не более														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
До 0,6	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 0,7	1,05	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 0,85	0,78	1,05	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 1,1	0,7	0,85	1,05	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—
» 1,6	—	0,7	0,85	1,05	1,3	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—
» 1,9	—	—	0,78	0,95	1,15	1,4	1,7	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—
» 2,3	—	—	0,7	0,85	1,05	1,3	1,6	1,9	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—
» 2,8	—	—	—	0,78	0,95	1,15	1,4	1,7	2,1	2,5	3,4	5,0	—	—	—
» 3,4	—	—	—	0,7	0,85	1,05	1,3	1,6	1,9	2,3	2,8	3,4	5,0	—	—
» 4,1	—	—	—	—	0,78	0,9	1,15	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	5,0	—
» 5,0	—	—	—	—	0,7	0,85	1,05	1,3	1,6	1,9	2,3	2,8	3,4	4,1	5,0

Главный угол реза в пла- не, град	Обрабатывае- мый материал		Скорость резания, м/мин														
	$\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	HB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
45	50	140	255	240	226	214	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111
	57	158	226	214	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99
	63	178	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88
	72	200	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78
	80	226	158	150	141	133	125	118	111	105	94	90	88	83	78	74	70
	92	255	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78	74	70	65	62
	50	140	177	167	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77
	57	148	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69
	63	178	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61
	72	200	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54
	80	226	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54	51	—
	92	255	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54	51	—	—	—

Примечание Горизонтальными линиями показан пример пользования таблицей при глубине резания 1,6 мм и подаче 3,4 мм/об для материала с пределом прочности  $\sigma_B = 63 \div 72$  кгс/мм<sup>2</sup> скорость резания назначается 133—118 м/мин.

## 178. Скорость резания (чугун серый, резцы с пластинками из сплава ВК6)

Глубина резания, мм	Подачи, мм/об, не более																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 0,6	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 0,7	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 0,85	1,1	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 1,0	1,0	1,1	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 1,1	0,85	1,0	1,1	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 1,3	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—
» 1,5	—	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—
» 1,8	—	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—
» 2,0	—	0,7	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—
» 2,4	—	—	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—
» 2,8	—	—	0,7	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,8	3,7	5,0	—	—	—
» 3,2	—	—	—	—	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,7	5,0	—	—
» 3,7	—	—	—	—	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,7	5,0	—
» 4,3	—	—	—	—	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,4	4,0	5,0
» 5,0	—	—	—	—	—	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,7	4,3



Угол в плане реза, град	Обрабатыва- емый мате- риал НВ	Скорость резания, м/мин																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
45	137	207	195	184	174	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81
	150	184	174	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72
	165	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64
	182	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57
	200	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50
	220	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50	47	44
	242	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50	47	44	42	40
	266	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50	47	44	42	40	37	35
	137	165	156	147	138	130	123	116	109	103	97	92	86	82	77	72	68	64
	150	147	138	130	123	116	109	103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57
90	165	130	123	116	109	103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51
	182	116	109	103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45
	200	103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40
	220	92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40	38	36
	242	82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40	38	36	34	32
	266	72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40	38	36	34	32	30	28

## 179. Шероховатость поверхности и точность при различных видах обработки

Методы получения и предельно достижимые классы шероховатости обработанной поверхности													Классы шероховатости обработанных поверхностей в зависимости от материалов				Классы точности	
Метод обработки	Условия и вид обработки	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	12-й	13-й	14-й	нemetал-лические	легкие сплавы	латунь (бронза)	сталь	эконо-мичные	достижи-мые
Сверление	До Ø 15 Св. Ø 15	×	×	×									4—6	4—6 4—5	5—6 4—5	4—6 3—4	4—7 4—7	До 3
Зенкерова- ние	Чистовое		×	×									5—6	5—6	5—6	5—6	3—7	» 2a
Наружное точение	Получисто- вое	×	×											4—5	4—5	4—5	5—7	» 1
	Чистовое Тонкое (алмазное)		×	×	×	×	×	×					5—6	5—7 8—9	5—7 8—9	5—7 8—10	2—5 2	
Растачива- ние	Получисто- вое	×												4	4	4	5—7	» 1
	Чистовое Тонкое (алмазное)		×	×	×	×	×	×	×				4—6	5—7 7—10	5—7 7—11	5—7 7—10	2—5 2	
Подрезка торцов	Получисто- вая	×	×											4—5	4—5	4—5		
	Чистовая Тонкая			×	×	×	×						4—6	6—7 8	6—7 8—9	6—7 8—9		

Разверты- вание		Получисто- вое Чистовое Тонкое		×	×											5—6 6—7 8	5—6 6—8 9—10	5—6 6—7 8—9	3 2—2a 2	До 1
Зачистка наждачным полотном		После обра- ботки резцом			×	×	×	×	×						7	7—10	7—10	7—10	2—3	
Нареза- ние резьбы	наруж- ное	Плашкой Резцом, гре- бенкой Накатыва- нием роликами			×	×	×									6	6 6—8	6 6—8 8—9	2—3 1—2 3	
	внут- реннее	Метчиком, резцом Гребенкой		×	×		×									5—6	5—6	5—6 6—8	2—3 3	
Притирка		Чистовая Тонкая			×	×	×	×	×	×	×	×	×					6—9 7—14	2 1	
Полирова- ние		Обычное Тонкое				×	×	×	×		×	×					7—10	7—10 11—12	2 1	
Механиче- ская доводка		Чистовая						×	×	×	×					9—10	9—12	9—11	2	
Выглажи- вание							×	×	×	×	×					8—12	9—12	9—11	2	До 1

Тонкое точение обеспечивает точность обработки 2-го и даже 1-го класса и шероховатость 7—9-го классов, а в некоторых случаях 10—11-го классов. Наиболее широко обработке тонким точением подвергают цветные сплавы, реже стали и чугуны. Высокая точность и шероховатость обрабатываемой поверхности при тонком точении достигается снятием стружки малого сечения при высоких скоростях резания инструментами, оснащенными пластинками из твердых сплавов или алмазами с тщательно доведенными режущими кромками. В результате таких режимов резания не появляется нарост на резцах, происходят малые усадки стружки из-за очень малых усилий резания и незначительные упругие деформации технологической системы станка.

**Режущий инструмент и его геометрия.** Для тонкого точения и растачивания применяют резцы, оснащенные пластинками из сплавов: ВК2 и ВК3 — при обработке чугуна, Т30К4 и Т60К6 — при обработке стали, а также алмазами — для точения цветных металлов и неметаллов.

При использовании резцов для тонкого точения и растачивания углы резца выбирают в соответствии с указанными в табл. 180. Резцы тщательно затачивают и доводят.

При тонком точении обычно применяют следующие режимы резания.

скорость резания в м/мин: при обработке чугуна и стали 100—200 и выше, при обработке цветных металлов 100—500 и выше;

подачи в мм/об: при предварительной обработке 0,1—0,2, при окончательной 0,02—0,08;

глубины резания берутся меньше 1 мм, чаще — 0,01—0,3 мм

Рекомендуемая геометрия резцов для тонкого точения и припуски на тонкое растачивание приведены в табл. 180 и 181.

**180. Геометрия резцов с пластинками из твердых сплавов для тонкого точения, град**

Обрабатываемый материал	Передний угол	Задний угол	Главный угол в плане	Вспомогательный угол в плане	Угол наклона главной режущей кромки	Радиус закругления вершины резца, мм
Сталь	От —5 до +5	5—10	45—90	0—45	0—35	0—1,0
Чугун	0				0—15	0,5—1,0
Твердая бронза	От —7 до 0				0	0,3—0,5
Алюминий	5—10				0—7	0,5—1

### 181. Припуски на диаметр под тонкое расточивание отверстий, мм

Обрабатываемый материал	Диаметр отверстий	Общий припуск	Припуски на проходы	
			черновой	чистовой
Легкие сплавы	До 100	0,3	0,2	0,1
	Св 100	0,5	0,4	0,1
Баббит	До 100	0,4	0,3	0,1
	Св 100	0,6	0,5	0,1
Бронза и чугун	До 100	0,3	0,2	0,1
	Св 100	0,5	0,4	0,1
Сталь	До 100	0,3	0,2	0,1
	Св 100	0,4	0,3	0,1

Примечание. Допуски на предварительную операцию назначаются по 3 му классу точности.

### МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЗЦОВ

Стойкость резцов в основном зависит от материала резцов, их геометрии и условий работы. Режущая кромка резца нагревается до 800—900°, а иногда и выше 1000°С. При таких температурах кромка деформируется и подвергается контактному износу и истиранию. Повышения стойкости резцов достигают выбором рациональных материалов и рациональной геометрии резцов, обработкой резцов острым паром, борированием, обработкой холодом, применением эффективных смазочно-охлаждающих жидкостей и др.

Материалы и геометрия резцов указаны в главах 2, 13, 15 и 16 настоящего справочника.

В нашей стране и за рубежом для повышения стойкости резцы обрабатывают дисульфидом молибдена  $\text{MoS}_2$ . Существует несколько методов обработки, наиболее простым является натирание режущего лезвия после обезжиривания специальным карандашом из дисульфида молибдена. Резцы обрабатывают также в жидком растворе дисульфида молибдена. Этот процесс включает обезжиривание, покрытие резцов дисульфидом молибдена путем окунания в раствор и выдерживание в печи при температуре 100—150°С около часа. После обработки дисульфидом молибдена стойкость резцов повышается в 2—2,5 раза. Резцы обрабатывают после каждой переточки.

### ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОТВОДА СТРУЖКИ

Для предупреждения образования непрерывной ленточной (сливной) стружки при скоростном точении и получения безопасной для рабочего и удобной для транспортировки витой и дробленой стружки применяют: уступы различной формы, лунки, накладные стружколомы, приваренные (припаянные) стружколомы, специальную геометрию резца.

Уступы различной формы, вышлифованные на передней поверхности резца (порожки). Уступ на передней поверхности резца препятствует свободному сходу стружки и заставляет ее завиваться, как показано на рис. 142, а.

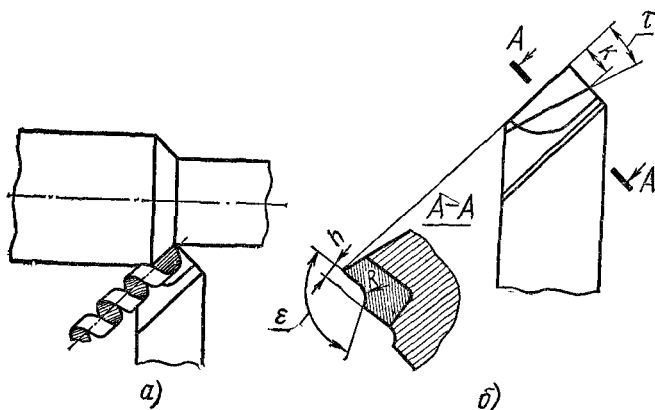


Рис. 142. Резец с уступом для стружкозавивания:

*a* — схема работы резца, *б* — параметры заточки уступа, *K* — ширина уступа, *h* — высота уступа, *ε* — угол наклона рабочей поверхности, *τ* — угол в плане, *R* — радиус закругления рабочей поверхности

Основными параметрами заточки уступа (рис. 142, б) являются ширина уступа *K*, высота уступа *h*, угол наклона рабочей поверхности *ε*, угол в плане *τ* между режущей кромкой резца и уступом и радиус у основания уступа *R*. Встречаются разнообразные значения этих параметров, но наиболее распространены значения  $ε=100 \div 105^\circ$ ;  $h=0,6 \div 1,5$  мм;  $τ=5 \div 15^\circ$ ,  $R=0,25 \div 0,5$  мм. При выборе ширины уступа *K* рекомендуется пользоваться значениями табл. 182.

182. Ширина уступа в зависимости от глубины резания и подачи

Глубина резания, мм	Ширина уступа, мм, при подаче, мм/об					
	0,15—0,30	0,32—0,40	0,45—0,60	0,60—0,70	0,71—0,80	0,81—1,0
0,4—1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,0—3,2	3,0—3,2
1,5—6,5	1,6—2,5	3,0—3,5	4,0	4,0—4,8	4,8	5,0
7,0—13,0	3,0—3,2	4,0	4,8—5,0	4,8—5,5	4,8—5,6	6,0
14,0—20,0	4,0	4,8—5,0	4,8—5,5	5,6—6,0	5,8—6,4	7,0

Недостатки этого способа; параметры заточки должны изменяться при сравнительно небольшом изменении режимов резания; увеличивается расход твердого сплава в связи с переточкой и снижается суммарная стойкость резца. Поэтому этот способ применяют только в крайнем случае

**Лунки.** Лунка на передней поверхности резца обеспечивает завинчивание сходящей стружки вокруг оси, параллельной основной плоскости резца.

Размеры лунки — ширина  $B$  и радиус  $R$  (рис. 143) — выбирают в зависимости от подачи, глубины резания, скорости резания и механических свойств обрабатываемых материалов. При полустойковой обточке стали с  $\sigma_v < 80$  кгс/мм<sup>2</sup>, глубине резания  $t = 1,0 \div 5,0$  мм и подаче  $s > 0,3$  мм/об рекомендуется брать  $B = 2,0 \div 2,5$  мм и  $R = 4 \div 6$  мм.

Для упрочнения лезвия вдоль главной режущей кромки затачивается фаска шириной  $0,2\text{--}0,3$  мм с углом  $\gamma_f = -3 \div 5^\circ$ . Недостатками этого способа являются ослабление кромки резца, отвод стружки в узком диапазоне режимов резания и большой расход твердого сплава в результате переточек.

**Накладные стружколомы.** На рис. 144 показаны основные параметры накладного стружколома. ВНИИ рекомендует следующие значения этих параметров:  $\gamma_{\text{стр}} = 45^\circ$ ,  $\epsilon = 120^\circ$  при работе резцом с  $\gamma = +15^\circ$ . Для получения рекомендуемых значений угла в плане ( $\phi = 45, 60$  и  $90^\circ$ ) (табл. 183) имеется соответствующая сменная вставка.

Простой накладной пружинящий стружколом представляет собой планку из закаленной стали, прижимаемую к резцу болтами резцедержателя (рис. 144). Расстояние между режущей кромкой и стружколомающим порогом регулируют передвигением планки. Планок-стружколомов на рабочем месте держат несколько. К резцу подбирают такой стружколом, у которого рабочая кромка наиболее плотно соприкасается с передней поверхностью резца.

Если между передней поверхностью резца и стружколомом будет зазор, то стружка, попадая под планку, будет срывать ее. Если стружка не ломается, а завивается, не доходя до стружколомающего порога, то стружколом приближают к режущей кромке или увеличивают подачу (в пределах допускаемой по условиям резания и шероховатости обрабатываемой поверхности).

К недостаткам накладных стружколомов следует отнести сложность и громоздкость их конструкции.

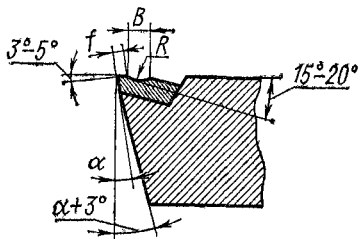


Рис. 143. Параметры лунки на передней поверхности резца

183. Значения  $\tau$  в зависимости от угла в плане

Значения угла $\phi$ , град	45	60	90
Значения угла $\tau$ , град	От 0 до $+5$	От 0 до $+10$	$+20$

Приваренные (припаянные) стружколом. На некоторых заводах применяют приваренные или припаянные стружколом из сталей 5ХНМ, 40Х, У10 (рис 145).

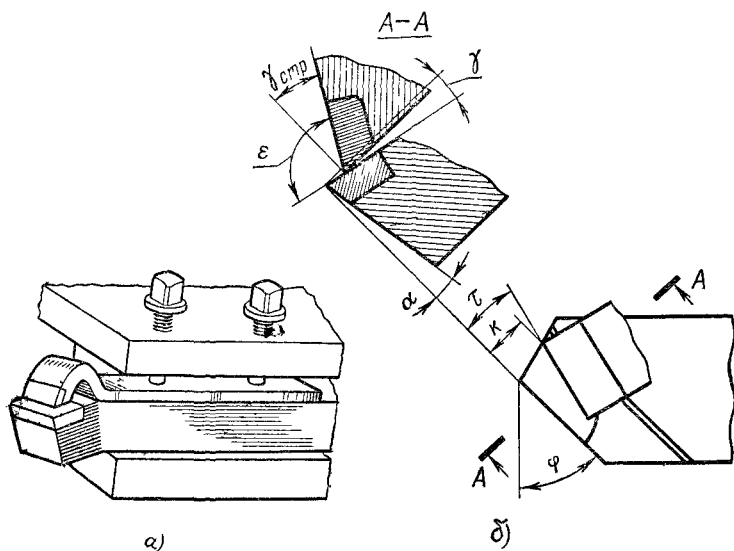
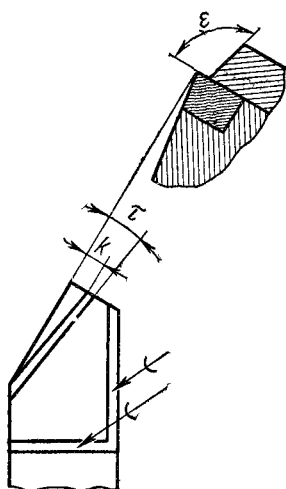


Рис. 144. Накладной стружколом и его параметры:  
а — конструкция, б — геометрические параметры



Расстояние  $K$  от режущей кромки до рабочего уступа рекомендуется выбирать по табл. 184. Величина угла  $\tau$  обычно принимается равной нулю. Такие стружколомы эффективны только при скоростях, не превышающих 80—100 м/мин.

Специально подобранная геометрия резца. Существуют различные конструкции резцов, обеспечивающие получение нужной стружки. На рис 146 показан один из таких резцов (резец Острожинского). Наилучшие результаты по отводу стружки достигаются при следующих значениях геометрических параметров резцов:  $\varphi=90^\circ$ ,  $\lambda=+15^\circ$ ,  $\gamma=+5-10^\circ$ ;  $f=1,0-1,2$ ;  $\gamma_f=0-5^\circ$ .

Рис. 145. Резец с припаянным стружколомом



Этим значениям почти соответствуют геометрические параметры показанного на рис 146 резца

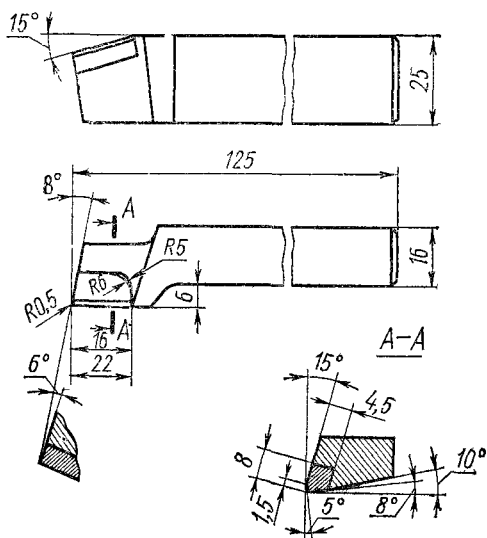


Рис. 146. Резец Острожинского

**184. Расстояния  $K$ , мм, от режущей кромки в зависимости от подачи и глубины резания**

Глубина резания $t$ , мм	Подача $s$ , мм/об				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
	$\epsilon=105^\circ$		$\epsilon=115^\circ$		
1—2	4—5	4,7—5,7	5,5—6,5	3,5—4,5	3,8—4,8
3—4	4,5—5,5	5,2—6,2	6—7	3,7—4,7	4—5
5—6	5—6	6—7	6,5—7,5	4—5	4,2—5,2

## ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ СПЛАВОВ МАГНИЯ И НЕКОТОРЫХ ПЛАСТМАСС

### ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ СПЛАВОВ МАГНИЯ

Для обработки сплавов магния обычно используют инструменты из быстрорежущей стали. Для успешного резания очень важно устранить налипание на рабочих поверхностях инструмента, поэтому режущие грани инструмента должны быть тщательно доведены алмазной доводкой.

Для продолжительного резания и обдирки заготовок, отлитых в песчаных формах, предпочтительней применение инструментов, оснащенных твердыми сплавами. Особенно хороших результатов при чистовой обработке получают, применяя алмазный инструмент.

Токарную обработку сплавов ведут на максимально возможных скоростях, поскольку отвод стружки не представляет трудностей. При окончательной обточке можно снимать стружку с сечением на 50—100% большим, чем при такой же обработке других металлов. Рекомендуемые режимы токарной обработки приведены в табл. 185.

185. Режимы резания при обточке и расточке  
магниевых сплавов

Операции	Скорость резания, м/мин	Подачи, мм/об	Максимальные глубины реза- ния, мм
Предварительная	90—180	0,75—2,5	1,25
	180—300	0,5—2,0	1,0
	300—450	0,25—1,5	0,75
	450—600	0,25—1,0	0,5
	600—1500	0,25—0,75	0,375
Окончательная	90—180	0,125—0,625	2,5
	180—300	0,125—0,5	2,0
	300—450	0,075—0,375	1,25
	450—600	0,075—0,375	1,25
	600—1500	0,075—0,375	1,25

Как уже подчеркивалось выше, токарные резцы могут быть изготовлены из быстрорежущей стали, однако при использовании высоких скоростей резания предпочтительнее выбрать твердосплавные резцы, показанные на рис. 147. Передний угол резцов 3—5°, но для снижения затрат мощности его иногда доводят до 15—20°. Передняя грань должна быть полированной и плавно переходить в державку, чтобы не было препятствий для схода стружки. В комбина-

рованием проходным подрезным резцом главный задний угол принимают  $10^\circ$ , а дополнительный  $7-10^\circ$ . Радиус закругления — 1,6 мм

Точение можно вести всухую. При расточке длинных отверстий необходимо сдувать стружку струей сжатого воздуха, подводимого к передней грани резца через полую державку.

Сверлами, геометрия которых показана на рис 148, а, можно сверлить неглубокие отверстия. Спиральные канавки сверла должны быть открытыми и хорошо отполированными (рис 148, б). При сверлении всухую возможен увод сверла с оси. Для охлаждения нужно применять СОЖ или струю сжатого воздуха, направленную в отверстие.

Режимы резания при сверлении следует выбирать из табл 186

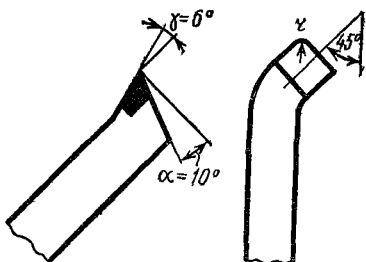


Рис 147 Резец для точения деталей из магниевых сплавов

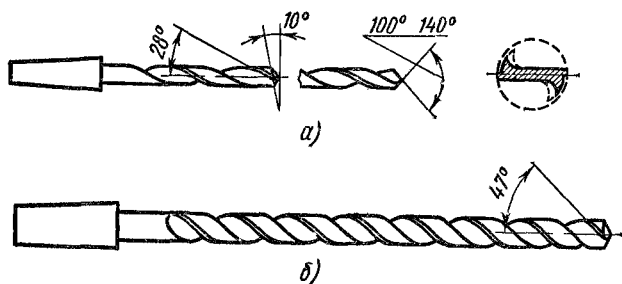


Рис 148 Сверло для сверления отверстий в магниевых сплавах

#### 186. Режимы резания при сверлении магниевых сплавов

Диаметр сверла мм	Скорость резания, м/мин	Подача мм	
		неглубокие отверстия	глубокие отверстия
6	90—600	0,1—0,76	0,1—0,2
12	90—600	0,38—1,0	0,3—0,5
25	90—600	0,5—1,2	0,38—0,75

Зенкерование сплавов производится зенкерами с 2—6 лезвиями, геометрия которых показана на рис 149. Режимы резания при зенкерованием те же, что и при сверлении.

Для развертывания отверстий можно применять развертки с малым числом зубьев и отрицательным углом наклона спирали. Это

препятствует самозатягиванию развертки в обрабатываемое отверстие. При развертывании большого числа отверстий можно выбрать прямозубую развертку с малым числом зубьев и неравномерным шагом. В массовом производстве следует применять твердосплавные развертки. Геометрия разверток показана на рис. 150. Вдоль режущей кромки зуба развертки должна быть полированная ленточка шириной не более 0,375 мм. Диаметр развертки для магниевых сплавов должен быть полнее на 0,0125—0,0375 мм, что компенсирует усадку после прохода инструмента.

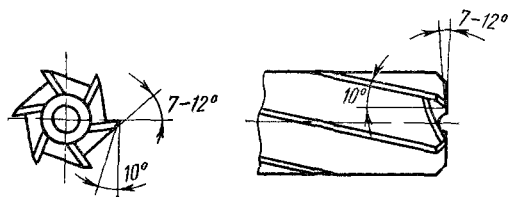


Рис. 149. Зенкер для зенкерования отверстий в магниевых сплавах

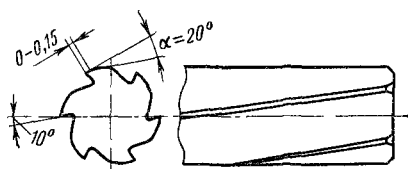


Рис. 150. Развертка для развертывания отверстий в магниевых сплавах

Нарезание внутренних резьб производят метчиками с полированными канавками и профилем. Диаметр метчика должен быть полнее на 0,1 мм.

Резьбы нарезают всухую или со смазкой. Смазку нужно выбирать на минеральном масле или парафине. Парафин должен применяться с большой осторожностью, так как он обладает большой горючестью и может самовоспламениться.

## ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

В современном машиностроении широко используются различного рода пластмассы: нейлон, нейлон с наполнителями, фторопласты, тефлон, полипропилен, поликарбонат и др. Общими правилами обработки пластмасс являются применение острозаточенных режущих инструментов с большими задними углами, резание на высоких скоростях при относительно малых подачах, применение охлаждающих жидкостей и жесткое закрепление заготовок. Размеры после обработки контролируют при комнатной температуре. Если заданы размеры со строгими допусками, то детали обрабатывают с припуском.

0,25—0,75 мм и выдерживают их несколько часов при комнатной температуре. При короблении напряжение в заготовках снимается погружением их в кипящую воду, а если требуется более высокая температура, то погружением в кипящее масло. При обработке деталей из фторопластов или материалов, содержащих подобные им вещества, нужно учитывать, что при температурах до  $250^{\circ}\text{C}$  эти материалы инертны, но при температуре  $300^{\circ}$  и выше они выделяют токсические вещества, которые могут вызвать заболевание дыхательных путей. В местах обработки этих материалов категорически запрещается курение.

Точение большинства пластмасс производится обычными резцами из быстрорежущей стали, кроме пластмасс, действующих абразивно. У резцов, как правило, задний угол должен быть не менее  $20^{\circ}$ , боковой задний угол — не менее  $10^{\circ}$ . Передний угол может колебаться от 0 до  $-5^{\circ}$ , а скорости резания в пределах от 152 до 305 м/мин при подачах от 0,05 до 0,1 мм/об. В большинстве случаев охлаждение можно не применять.

Для обработки пластмасс типа нейлон можно рекомендовать специальные резцы (рис. 151, а, б, в) и обильное охлаждение. Чтобы избежать образования заусенцев на детали, необходимо до отрезки снять фаски. Типовые формы отрезных резцов приведены на рис. 152.

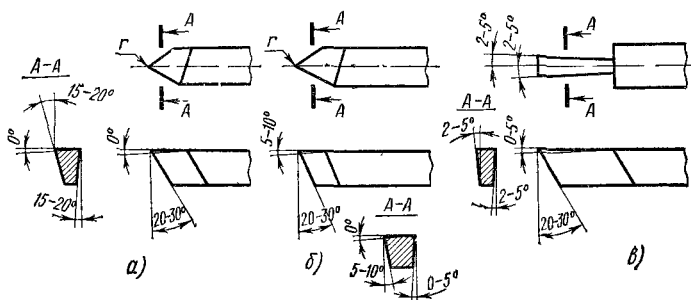


Рис. 151. Резец для точения пластмасс

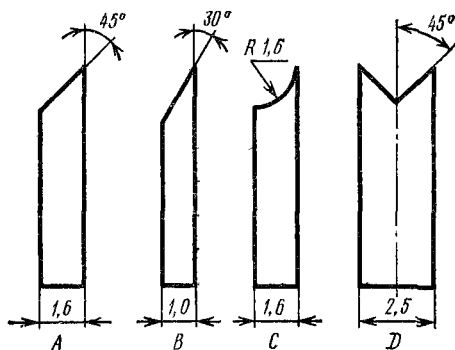


Рис. 152. Резец для отрезания пластмасс

Лезвия типа *A* пригодны для широкого применения, лезвия типа *B* хорошо работают при отрезке тонкостенных втулок, типа *C* (с радиусной кромкой) предохраняют от образования острия в центре отрезанной детали, лезвия типа *D* не только отрезают деталь, но могут также подрезать торец очередной детали, что исключает необходимость в подрезном резце. Нейлоны следует охлаждать, чтобы избежать тепловых расширений.

При точении пластмасс типа фторопластов скорость резания выбирают в пределах 180 м/мин, задний угол от 20 до 30°, боковой задний угол 2—5°, передний угол отрицательный до —5°. Оптимальные результаты дает точение при высокой частоте вращения и подачах от 0,05 до 0,25 мм/об.

Галалит (искусственный рог) перед обработкой нужно выдерживать в воде из расчета 1 часть на 1 мм толщины. Точение производится тангенциально закрепленными быстрорежущими или твердосплавными резцами, рекомендуемая геометрия которых приведена в табл. 187. Шлифовать и полировать нужно сухой материал.

187. Геометрия резцов для обработки галалита

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Задний угол $\alpha$ , град . . . . .	20	6—8
Передний угол $\gamma$ , град . . . . .	35	10—15
Главный угол в плане $\phi$ , град . . . . .	0	45
Скорость резания, м/мин . . . . .	60—200	500—800
Подача, мм/об . . . . .	0,05—0,2	

При точении вулканизированной фибры обработку ведут быстрорежущими и твердосплавными резцами с охлаждением сжатым воздухом. Геометрия резцов и режимы обработки даны в табл. 188.

188. Геометрия резцов и режимы точения фибры

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Задний угол $\alpha$ , град . . . . .	10	10
Передний угол $\gamma$ , град . . . . .	0—3	0—3
Главный угол в плане $\phi$ , град . . . . .	0—90	0—90
Скорость резания, м/мин . . . . .	80	400
Подача, мм/об . . . . .	0,3	

Точение гетинакса и текстолита производится с охлаждением сжатым воздухом. Геометрия резцов и режимы резания приведены в табл. 189.

## 189. Геометрия резцов и режимы обработки гетинакса и текстолита

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Передний угол $\phi$ , град . . . . .	6—25	6—25
Задний угол $\alpha$ , град . . . . .	8—10	
Скорость резания, м/мин . . . . .	80—150	200—1000
Подача, мм/об . . . . .	0,1—0,5	0,1—0,3

Материалы, армированные стекловолокном, точат твердосплавным инструментом ( $\alpha=10^\circ$ ,  $\gamma=0\div3^\circ$ ,  $\phi=0\div90^\circ$ ) при скорости резания 200—1000 м/мин и подаче 0,5—1,0 мм/об. Сверление производится только в строго перпендикулярном к поверхности направлении. Применяют спиральные сверла ( $\alpha=6\div10^\circ$ ,  $\gamma=10^\circ$ ,  $2\phi=80\div100^\circ$ ) на скоростях 20—40 м/мин и подачах 0,04—0,06 мм/об. Охлаждение мыльной водой

Для точения термореактивных смол с наполнителями применяют твердосплавные резцы ( $\alpha=5\div10^\circ$ ,  $\gamma=0$ ,  $\phi=0\div90^\circ$ ) при скорости резания 80 м/мин, черновой подаче 0,8 мм/об и чистовой подаче 0,2 мм/об

Полиамиды точат острозаточенными быстрорежущими резцами с радиусом при вершине. Возможна обработка также и твердосплавными резцами. Оптимальная геометрия резцов и режимы резания приведены в табл. 190.

## 190. Геометрия резцов и режимы резания полиамидов при точении

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Задний угол $\alpha$ , град . . . . .	8—10	10
Передний угол $\gamma$ , град . . . . .	0—10	8
Главный угол в плане $\phi$ , град . . . . .	45	0—45
Скорость резания, м/мин . . . . .	100—200	300—1000
Подача, мм/об . . . . .	0,2—0,3	0,05—0,2

Для точения полихлорвинила применяют быстрорежущие резцы ( $\alpha=15^\circ$ ,  $\gamma=0\div25^\circ$ ) при скорости 500—750 м/мин,

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

### ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологическим процессом механической обработки называется часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размеров, внешнего вида и свойств заготовок, из которых получают детали машин.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая над одной заготовкой (или над несколькими одновременно обрабатываемыми заготовками) одним рабочим (или группой рабочих) непрерывно на одном рабочем месте, до снятия с обработки и перехода к обработке другой или других заготовок.

Установом (установкой) называется часть операции, выполняемая при одном и том же закреплении заготовки (или нескольких одновременно обрабатываемых заготовок).

Позицией называется каждое расположение заготовки во время обработки при одном ее закреплении (вернее, при одной установке).

Переходом называется часть операции, выполняемая над одним участком (или над совокупностью участков) поверхности заготовки одним инструментом (или набором нескольких одновременно работающих инструментов) при одной настройке станка на режим резания (скорость резания, глубина резания, подача).

Рабочим ходом (проходом) называется часть перехода, связанная со снятием одного слоя материала. Переход может состоять из одного и более проходов. Разработка технологического процесса включает в себя выбор способов обработки и их последовательности, выбор оборудования, приспособлений, режущего инструмента, определение режима работы, установление способов контроля и выбора измерительного инструмента.

Серийный технологический процесс — процесс, обеспечивающий выпуск необходимого количества качественных изделий в соответствии с чертежами и техническими условиями и являющийся наиболее экономичным и технически целесообразным для заданного объема выпуска и условий производства.

Типовая технологическая операция — оптимальная по содержанию и последовательности переходов, применяемому оборудованию, оснастке и инструменту операция, характеризующаяся единством выполняемых работ для группы изделий с общими технологическими признаками.

Типовой технологический процесс — оптимальный для данных производственных условий процесс, характеризующийся единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивно-технологическими признаками.

Типовой представитель — объект производства, изготовление которого требует наибольшего количества операций, при-  
сущих изделиям данного типа.



Типовой технологический процесс включает следующую постоянную информацию:

- содержание и последовательность выполняемых работ;
- применяемое оборудование, оснастку, рабочий и мерительный инструмент,
- необходимые эскизы, схемы, таблицы для пояснения выполняемых работ;
- эскиз типового представителя.

Единичный технологический процесс — процесс, относящийся к изделиям одного наименования, типоразмера и исполнения. Он разрабатывается в случае, если маршрут изготовления изделия принципиально отличается от маршрута типового технологического процесса.

При разработке единичного техпроцесса выполняются следующие основные этапы:

- выбор заготовки;
- выбор технологических баз;
- определение содержания и последовательности технологических операций;
- определение средств технологического оснащения;
- назначение и расчет режимов обработки;
- определение профессий и квалификации исполнителей;
- расчет норм времени;
- оформление технологического процесса.

При разработке единичного техпроцесса в максимальной степени используются имеющиеся типовые техпроцессы.

В зависимости от степени подробности изложения содержания выполняемых работ техпроцессы, как типовые, так и индивидуальные, делятся на:

- операционные;
- маршрутные;
- маршрутно-операционные.

Операционный технологический процесс — технологический процесс, выполняемый по документации, в которой содержание операций излагается с указанием переходов и режимов обработки.

Маршрутный технологический процесс — технологический процесс, выполняемый по документации, в которой содержание операций излагается без указания переходов и режимов обработки.

Маршрутно-операционный технологический процесс — технологический процесс, выполняемый по документации, в которой содержание отдельных операций излагается без указания переходов и режимов обработки.

## **РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

### **Методы укрупненной и расчлененной технологии**

Заготовку детали сложной формы обрабатывают за несколько установок. В зависимости от сложности детали количество установок может быть различным. Одну и ту же заготовку можно обработать на укрупненной технологии, т. е. за небольшое число установок, и на расчлененной технологии, т. е. за большее число установок.

Если форма и размеры заготовки затрудняют установку ее на станке и обработка может быть выполнена без частой смены инст-

румента и режимов резания, целесообразно вести обработку по укрупненной технологии. Если инструмент и режимы резания в процессе работы меняются многократно, а также установка заготовки нетрудоемка, целесообразно вести обработку по расчлененной технологии. Расчлененную обработку обычно применяют в серийном производстве.

## Метод множественной обработки

Сущность метода заключается в одновременной обработке нескольких заготовок, закрепляемых в патроне или на оправках, или в изготовлении нескольких деталей из одной заготовки.

На рис. 153 дана схема закрепления на центральной оправке для одновременной обработки пятнадцати колец.

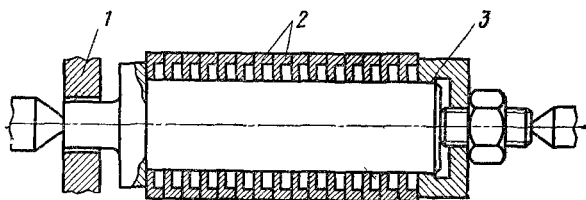


Рис. 153. Одновременная обработка нескольких заготовок:

1 — специальный поводок, 2 — обрабатываемые заготовки, 3 — оправка

При множественной обработке уменьшается время на установку заготовки, установку резца на требуемый размер, измерение изготавливаемой детали и т. д.

## Метод цикличности переходов

При этом методе последовательность переходов, принятая для первой заготовки, изменяется на обратную при обработке второй заготовки. При этом методе установка инструмента в размер для выполнения последнего перехода обработки предыдущей заготовки сохраняется для осуществления первого перехода обработки последующей заготовки, чем и достигается экономия времени.

## Метод групповой обработки

Метод групповой обработки заготовок (деталей) предусматривает классификацию деталей по видам обработки заготовок (токарная, фрезерная, револьверная и др.). В пределах каждого класса например, класс валов, класс втулок) детали разбиваются на группы, сходные по форме, размерам, общности построения технологического процесса.

Технологический процесс групповой обработки разрабатывается не на одну, а на группу деталей. Для составления технологического

процесса в каждой группе выделяется характерная для нее деталь, называемая комплексной. Комплексная деталь должна иметь все поверхности, которые имеются в других деталях группы.

На рис. 154 показаны детали, получаемые обработкой по групповому методу. Деталь, изображенная на рис. 154, а, является комплексной. Она имеет все восемь поверхностей, остальные детали более простые (рис. 154, б, в).

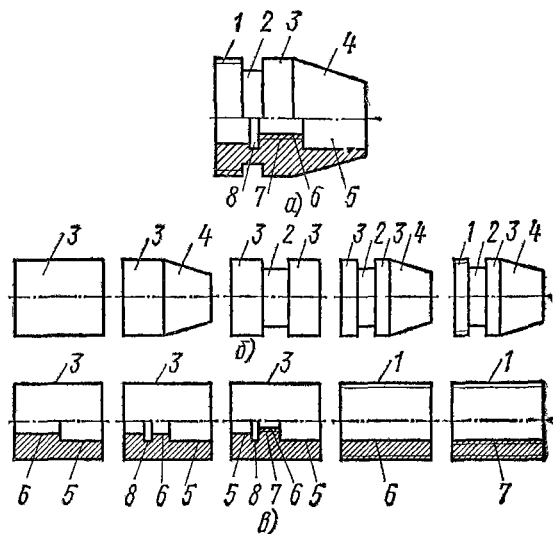


Рис. 154. Детали, получаемые обработкой по групповому методу:

а — комплексная, б — более простые, в — элементы комплексной детали; 1 — наружная резьба, 2 — наружная канавка, 3 — цилиндрическая наружная поверхность, 4 — коническая наружная поверхность, 5, 6 — отверстия, 7 — внутренняя резьба, 8 — внутренняя канавка (одними и теми же цифрами обозначены одинаковые поверхности)

Все детали данной группы получают обработкой на одном или нескольких станках, настроенных в соответствии с групповым технологическим процессом и оснащенных приспособлениями и инструментами, допускающими быструю переизалладку. Для каждой заготовки, как правило, используется только часть инструментов.

Применение групповой обработки заготовок (деталей) сокращает число применяемых заводом технологических процессов, а также делает целесообразным оснащение токарных станков многолезвцовыми головками, многоступенчатыми державками для закрепления режущих инструментов в пинноли задней бабки, продольными и поперечными упорами, обеспечивающими значительное повышение производительности труда и сокращение затрат на приспособления и инструменты.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ И НОРМА ВЫРАБОТКИ

#### Понятие о технической норме и норме выработки

Производительность труда определяется количеством деталей, изготавливаемых в единицу времени, или количеством времени, затрачиваемым на выполнение заданной работы.

Время, в течение которого должна быть выполнена определенная работа, называется **нормой времени**.

Количество продукции, которое должно быть изготовлено в единицу времени (в час или смену), называется **нормой выработки**.

Норму времени подсчитывают, исходя из наилучшей организации труда и рабочего места, наиболее эффективного использования станка и инструмента, применения наиболее производительных режимов резания и учета опыта передовых токарей. Такая норма называется **технической нормой времени**.

#### Состав технической нормы времени

Техническая норма времени на выполнение токарной операции складывается из подготовительно-заключительного времени на партию деталей и штучного времени на изготовление одной детали.

**Подготовительно-заключительным  $T_{пз}$**  называется время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с чертежом, подготовку рабочего места, наладку станка, инструментов, приспособлений для изготовления партии деталей, снятие инструментов и приспособлений, сдачу работы отделу технического контроля. Подготовительно-заключительное время относится ко всей партии деталей и не зависит от количества деталей в партии.

**Штучное время  $T_{шт}$**  состоит из основного (технологического) времени, вспомогательного времени, времени технического обслуживания рабочего места, времени организационного обслуживания рабочего места, времени перерывов на отдых и личные надобности  $T_{п}$ .

**Основным  $T_{осн}$**  называется время, на протяжении которого происходит резание. Оно может быть машинным, если вращение заготовки и подача инструмента осуществляются станком, машинно-ручным, если вращение осуществляется станком, а подача инструмента ручная, и ручным.

**Вспомогательным  $T_{всп}$**  называется время, затрачиваемое на выполнение действий, обеспечивающих выполнение основной работы и повторяющихся при обработке каждой заготовки (установка,

закрепление, снятие заготовки, управление станком, перестановка инструментов измерения и т. д.).

Сумма основного и вспомогательного времени образует оперативное время  $T_{оп}$ .

Время технического обслуживания рабочего места  $T_{то}$  — это время, затрачиваемое на замену затупившегося инструмента, регулировку и очистку станка в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места  $T_{оо}$  — время, расходуемое на раскладку и уборку инструмента в начале и конце смены, на смазку и чистку станка.

Сумма времени технического и организационного обслуживания рабочего места составляет время обслуживания рабочего места  $T_{обсл}$ .

Оперативное время и его составляющие исчисляются в минутах, а время обслуживания и время перерывов на отдых и личные надобности — в процентах от оперативного времени.

Основное (машинное) время при токарной обработке рассчитывается по формуле

$$T_{осн} = \frac{L \cdot i}{sn} \text{ мин},$$

где  $s$  — подача инструмента, мм/об;  $n$  — частота вращения шпинделя, об/мин;  $L$  — расчетная длина обработки, мм;  $i$  — число рабочих ходов.

Расчетная длина обработки определяется по формуле

$$L = l + Y,$$

где  $l$  — длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;  $Y$  — величина врезания и перебега инструмента, мм.

Вспомогательное время подсчитывается по формуле

$$T_{всп} = T_{ву} + T_{вп},$$

где  $T_{ву}$  — вспомогательное время на установку, крепление заготовки и снятие дегаля, мин,  $T_{вп}$  — вспомогательное время, связанное с переходом, мин.

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности ( $T_{обсл} + T_n$ ) в зависимости от типа станка выбирают по таблицам.

Норма штучного времени определяется по формуле

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{обсл} + T_n \text{ мин.}$$

Норма времени на обработку партии одинаковых заготовок рассчитывается по формуле

$$T_{парт} = T_{шт} z + T_{пз} \text{ мин.}$$

Техническую норму времени на изготовление одной детали определяют по формуле

$$T_{вр} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{z} \text{ мин},$$

где  $T_{шт}$  — норма штучного времени, мин;  $T_{пз}$  — норма подготовительно-заключительного времени на партию, мин;  $z$  — число деталей в партии,  $T_{вр}$  — техническая норма времени, мин.

## ГЛАВА 19

# ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

## ПЛАНИРОВКА РАБОЧЕГО МЕСТА ТОКАРЯ

### Назначение планировки рабочего места

Планировка рабочего места предусматривает рациональное расположение оборудования и оснастки, наиболее эффективное использование производственных площадей, создание удобных и безопасных условий труда, а также продуманное расположение инструментов, заготовок и деталей на рабочем месте.

Все предметы и инструменты располагают на рабочем месте в пределах досягаемости вытянутых рук, чтобы не делать лишних наклонов, поворотов, приседаний и других движений, вызывающих дополнительные затраты времени и ускоряющих утомляемость рабочего. Все, что приходится брать левой рукой, располагают слева, то, что берут правой, располагают справа. Материалы и инструменты, которые берут обеими руками, располагают с той стороны станка, где во время работы находится токарь.

Планировка рабочего места должна обеспечивать условия для выработки привычных движений. Если предметы труда располагать в строго определенном порядке и всегда на одних и тех же местах, то у рабочего появится навык и даже автоматизм движений, что ведет к снижению напряжения и утомляемости.

Рабочее место оснащается соответствующим инвентарем и мебелью.

### Планировка рабочего места в цехах единичного и мелкосерийного производства

В механических цехах единичного и мелкосерийного производства на рабочем месте токаря хранится много инструментов и приспособлений.

Для хранения используется организационно-техническая оснастка, в которую входят инструментальная тумбочка с планшетом, прикрепленным с задней стороны тумбочки и служащим для вывешивания документации (чертежей, карт технологического процесса, инструкций по технике безопасности); приемный столик, на верхней полке которого устанавливают тару с заготовками и деталями, а на нижней хранят приспособления и принадлежности; решетка для ног.

При односменной работе на рабочем месте устанавливается тумбочка с одним отделением, при работе в две смены — с двумя отделениями, при трехсменной работе — две инструментальные тумбочки: одна с двумя отделениями, другая с одним.

Если на станке обрабатываются длинномерные заготовки, то вместо приемного столика устанавливают стеллаж для горизонтального хранения заготовок. При обработке крупногабаритных и тяжелых заготовок на рабочем месте устанавливают механизированное подъемно-транспортное устройство (подвесная кран-балка с дистанционным вызовом или консольно-поворотный кран, установленный непосредственно у станка и обслуживающий один или два станка).

## Планировка рабочего места в цехах серийного и крупносерийного производства

Планировка рабочих мест в цехах серийного и крупносерийного производства обуславливается более стабильной номенклатурой изготавливаемых изделий, а также большим членением технологического процесса. Это делает постоянный набор инструментов и приспособлений на каждом рабочем месте значительно меньше, чем в цехах единичного и мелкосерийного производства. При этом, если обработка партии заготовок не заканчивается в одной смене, данный набор инструментов передается рабочим другой смены. Заготовки, техническая документация и инструмент подаются на рабочие места специальной службой.

В цехах серийного производства рабочие места оснащаются приемными столиками с двумя или четырьмя ящиками, соответственно по одному или по два ящика на каждого рабочего в смену. В этих ящиках хранится инструмент для обработки партий заготовок, а также небольшой постоянный набор инструментов и принадлежностей для ухода за оборудованием.

Задел мелких и средних заготовок, необходимый для бесперебойной работы, хранится у станков в таре на приемных столиках или в таре, установленной в несколько ярусов, а крупные заготовки — на поддонах.

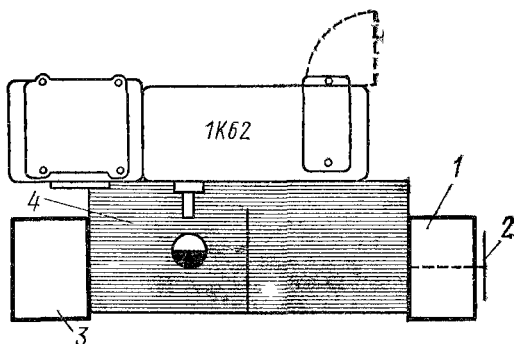
Для выполнения подъемно-транспортных работ у станков при небольшом машинном времени и частой смене обрабатываемых заготовок используют консольные поворотные краны. Краны располагают так, чтобы один кран обслуживал два станка и более.

## Пример планировки рабочего места токаря

На рис. 155 показано рабочее место токаря, работающего на токарно-винторезном станке 1К62.

Рис. 155 Рабочее место токаря:

1 — тумбочка инструментальная для двухсменной работы, 2 — планшет для технической документации, 3 — столик приемный, 4 — решетка для ног



## ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА РАБОЧИХ МЕСТ

На рис 156 дан чертеж тумбочки инструментальной для двух-сменной работы. Каждое отделение тумбочки закрепляется за одним рабочим. В каждом отделении имеются ящики для инструмента и полки для хранения документации, небольших принадлежностей и приспособлений, масленок, обтирочных материалов и др.

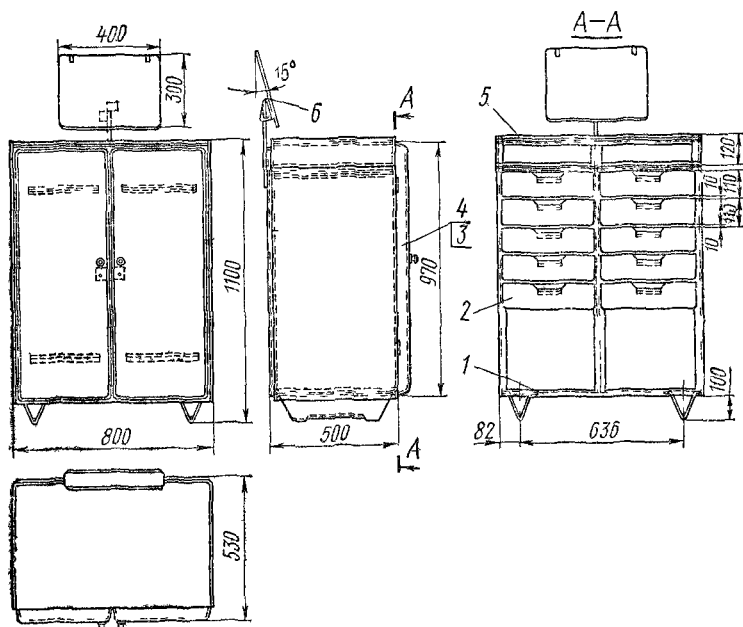


Рис 156 Тумбочка инструментальная для двухсменной работы:  
1 — основание, 2 — ящик, 3 — дверка левая, 4 — дверка правая, 5 — полка  
верхняя, 6 — планшет

Выдвижные ящики легко перемещаются по направляющим на роликах и имеют ограничитель хода. В ящиках могут устанавливаться переставные перегородки, образующие ячейки нужного размера. Для размещения длинномерного инструмента в полости дверки предусмотрены специальные держатели.

Тумбочка инструментальная для односменной работы (рис. 157) по конструкции и габаритным размерам представляет собой одно отделение инструментальной тумбочки для двухсменной работы (см. рис. 156).

Изображенная на рис. 158 инструментальная тумбочка для односменной работы отличается от описанных выше наличием переставляемых по высоте поворотных полок вместо выдвижных.



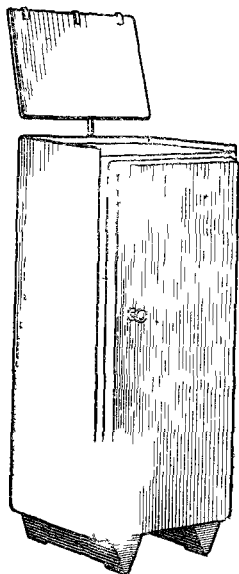


Рис 157. Тумбочка инструментальная для одно-  
сменной работы

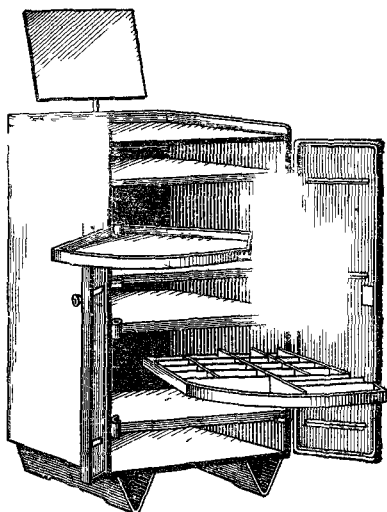
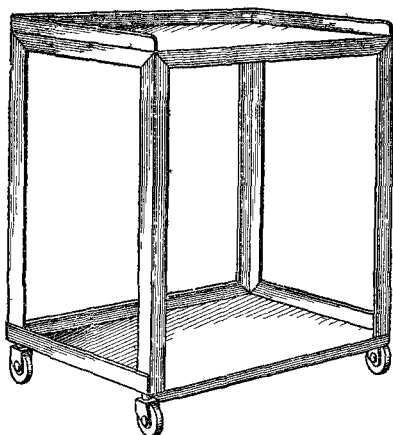


Рис. 158 Тумбочка инстру-  
ментальная с поворотными  
полками



На рис 159 показан пе-  
редвижной приемный сто-  
лик, используемый на тех  
рабочих местах, на которых  
условия работы не позволя-  
ют установить достаточно  
близко и удобно стационар-  
ную организационно-техни-  
ческую оснастку (инстру-  
ментальные тумбочки или  
столы приемные).

Рис 159. Передвижной  
приемный столик

# ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
<b>Глава 1. Общие сведения . . . . .</b>	<b>4</b>
Обозначения, применяемые на чертежах . . . . .	4
Обозначения отклонений размеров . . . . .	4
Обозначения классов шероховатости поверхности по ГОСТ 2.309—73 . . . . .	6
Обозначения отклонений формы и расположения поверхностей . . . . .	7
Условные обозначения на кинематических схемах . . . . .	9
Краткие сведения о материалах . . . . .	14
Чугуны . . . . .	14
Стали . . . . .	15
Твердые сплавы . . . . .	19
Сплавы алюминия . . . . .	23
Магниевого сплавы . . . . .	24
Титановые сплавы . . . . .	24
<b>Глава 2. Токарные резцы . . . . .</b>	<b>25</b>
Общие сведения . . . . .	25
Поверхности и плоскости, различаемые в процессе обработки . . . . .	25
Элементы и углы резца . . . . .	25
Установка резца относительно линии центров . . . . .	27
Выбор токарных резцов . . . . .	28
Материал резцов . . . . .	28
Формы передней поверхности твердосплавных резцов . . . . .	28
Элементы конструкции и геометрические параметры резцов (ГОСТ 18877—73) . . . . .	33
<b>Глава 3. Основы теории резания . . . . .</b>	<b>37</b>
Элементы резания . . . . .	37
Скорость резания . . . . .	37
Подача . . . . .	37
Глубина резания . . . . .	37
Элементы срезаемого слоя . . . . .	37
Силы, действующие в процессе резания . . . . .	38
<b>Глава 4. Токарные станки . . . . .</b>	<b>41</b>
Технические характеристики токарных станков, выпускаемых промышленностью СССР . . . . .	41

	Стр.
Токарно-винторезный станок 16K20 . . . . .	42
Токарный станок 1K62ФЗС с программным управлением . . . . .	46
Кинематические схемы станков . . . . .	48
Брак при работе на токарных станках . . . . .	48
<b>Глава 5. Приспособления для закрепления обрабатываемых заготовок . . . . .</b>	<b>56</b>
Приспособления для закрепления заготовок при обработке в центрах . . . . .	56
Приспособления для закрепления заготовок за наружную поверхность . . . . .	60
Приспособления для закрепления заготовок за отверстие . . . . .	63
Разборные универсальные приспособления . . . . .	65
<b>Глава 6. Точность изготовления деталей . . . . .</b>	<b>66</b>
Точность обработки . . . . .	66
Причины, вызывающие погрешность обработки . . . . .	66
Погрешность от деформации заготовки . . . . .	66
Погрешности измерения . . . . .	67
Погрешности базирования и закрепления . . . . .	67
Допуски и посадки . . . . .	69
Основные понятия и определения . . . . .	69
Система отверстия. Переходные и подвижные посадки . . . . .	72
Система отверстия. Прессовые посадки . . . . .	80
Система вала. Подвижные и переходные посадки . . . . .	84
Система вала. Прессовые посадки . . . . .	88
Допуски 7, 8, 9-го классов точности . . . . .	90
Единая система допусков и посадок СЭВ . . . . .	92
<b>Глава 7. Измерительный инструмент . . . . .</b>	<b>141</b>
Штангенциркули . . . . .	141
Микрометрические инструменты . . . . .	143
Микрометр . . . . .	143
Микрометрический нутромер . . . . .	144
Индикаторы . . . . .	145
Калибры . . . . .	146
Шаблоны . . . . .	147
<b>Глава 8. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .</b>	<b>149</b>
Обработка валов разной точности . . . . .	149
Установка резцов для токарных работ . . . . .	149
Припуски на обтачивание наружных цилиндрических поверхностей . . . . .	150
Обработка центровых отверстий . . . . .	151

Режимы резания при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей . . . . .	152
Общие указания . . . . .	152
Подачи . . . . .	152
Скорость резания при обработке резцами с пластинками из твердого сплава . . . . .	155
Скорость резания при обработке быстрорежущими резцами . . . . .	157
Скорость резания при обработке минералокерамическими резцами . . . . .	160
Припуски на подрезание торцов и уступов . . . . .	163
Режимы резания при подрезании торцов и уступов . . . . .	163
Подачи . . . . .	163
Скорость резания . . . . .	164
Вытачивание наружных канавок и отрезание отрезными резцами . . . . .	164
Выглаживание наружных цилиндрических поверхностей . . . . .	166
<b>Глава 9. Обработка отверстий . . . . .</b>	<b>173</b>
Типовые способы обработки отверстий . . . . .	173
Сверление и рассверливание . . . . .	174
Типы сверл, их назначение и устройство . . . . .	174
Заточка сверл . . . . .	179
Режимы резания при сверлении . . . . .	180
Способы повышения производительности труда при сверлении . . . . .	182
Зенкерование . . . . .	183
Типы зенкеров, их назначение и устройство . . . . .	183
Припуск . . . . .	185
Режимы резания . . . . .	185
Растачивание . . . . .	187
Установка резцов для растачивания . . . . .	187
Припуски при растачивании отверстий . . . . .	189
Припуски на развертывание . . . . .	189
Режимы резания . . . . .	191
Развертывание . . . . .	191
Типы, разверток, их назначение и устройство . . . . .	191
Режимы резания при развертывании . . . . .	193
Центрование . . . . .	195
Выглаживание отверстий . . . . .	196
<b>Глава 10. Обработка конических поверхностей . . . . .</b>	<b>198</b>
Общие сведения о конусах . . . . .	198
Элементы конуса . . . . .	198
Углы уклона конусов . . . . .	200

	Стр.
Размеры инструментальных конусов . . . . .	201
Способы обработки конических поверхностей . . . . .	203
<b>Глава 11. Обработка фасонных поверхностей . . . . .</b>	<b>207</b>
Способы обработки . . . . .	207
Фасонные резцы . . . . .	208
Режимы резания при обработке фасонными резцами . . . . .	210
Обработка фасонных поверхностей при помощи специальных приспособлений . . . . .	211
Механическое копировальное устройство . . . . .	211
Приспособление на станине для обработки сферической (шаровой) поверхности . . . . .	211
Приспособление на суппорте для обработки шаровой поверхности . . . . .	212
Приспособление для растачивания сферических поверхностей . . . . .	213
<b>Глава 12. Отделка поверхностей . . . . .</b>	<b>214</b>
Полирование . . . . .	214
Притирка . . . . .	214
Обкатывание поверхностей роликами и шариками . . . . .	216
Накатывание . . . . .	216
<b>Глава 13. Нарезание резьбы . . . . .</b>	<b>219</b>
Общие сведения о резьбах . . . . .	219
Элементы резьбы . . . . .	219
Система резьб . . . . .	220
Размеры резьб . . . . .	220
Метрические резьбы . . . . .	220
Дюймовая резьба . . . . .	243
Трубная цилиндрическая резьба . . . . .	248
Трапецеидальная резьба . . . . .	250
Трубная коническая резьба . . . . .	258
Коническая дюймовая резьба с углом профиля 60° . . . . .	260
Нарезание резьбы метчиком и плашками . . . . .	261
Метчики . . . . .	261
Плашки . . . . .	262
Диаметры отверстий и стержней под нарезание резьб . . . . .	262
Режимы резания при нарезании резьб . . . . .	278
Нарезание резьб метчиками и плашками . . . . .	278
Нарезание резьб резцами . . . . .	278
Смазочно-охлаждающие жидкости для нарезания резьбы . . . . .	282
Настройка станка для нарезания резьбы . . . . .	282

	Стр.
Настройка станка без коробки подач для нарезания однозаходной резьбы . . . . .	282
Настройка станка с коробкой подач для нарезания однозаходной резьбы . . . . .	285
Настройка станка для нарезания многозаходных резьб . . . . .	287
Настройка станка для нарезания конических резьб . . . . .	291
Резьбовые резцы . . . . .	292
Нормализованные резьбовые резцы . . . . .	292
Резцы Бирюкова . . . . .	292
Резцы Семинского . . . . .	293
Резец с неперетачиваемыми пластинками . . . . .	294
Нарезание резьб резьбовыми гребенками . . . . .	295
Вихревой способ нарезания резьбы . . . . .	295
Сущность способа . . . . .	295
Накатывание резьбы . . . . .	295
<b>Глава 14. Некоторые способы токарной обработки . . . . .</b>	<b>300</b>
Обтачивание под квадрат и шестигранник . . . . .	300
Резец для точения с переменной нагрузкой . . . . .	300
Обработка эксцентриковых заготовок (деталей) . . . . .	301
Навивка пружин . . . . .	303
<b>Глава 15. Высокопроизводительное резание металлов . . . . .</b>	<b>305</b>
Способы повышения производительности труда . . . . .	305
Резцы для скоростного резания . . . . .	305
Двухступенчатый отрезной резец . . . . .	305
Отрезной резец Евсеева . . . . .	306
Резцы Челябинского политехнического института . . . . .	307
Отрезной резец Бондаренко . . . . .	307
Универсальный резец Резникова . . . . .	308
Резец СКБ . . . . .	308
Резец Афанасьева . . . . .	309
Резец Быкова . . . . .	309
Резец Семинского . . . . .	310
Резцы для обработки твердых чугунов . . . . .	311
Резец Борткевича . . . . .	311
Резец Воробьева . . . . .	312
Расточной резец Лакура . . . . .	312
Сборные токарные резцы . . . . .	313
Резцы для точения труднообрабатываемых сталей и сплавов . . . . .	313
Алмазные резцы . . . . .	321
Точение с большими подачами . . . . .	327
Тонкое точение . . . . .	333

	Стр.
Методы повышения стойкости резцов . . . . .	341
Приспособления для отвода стружки . . . . .	341
<b>Глава 16. Особенности обработки сплавов магния и некото- рых пластмасс . . . . .</b>	<b>346</b>
Особенности обработки сплавов магния . . . . .	346
Особенности обработки деталей из пластмасс , . . . .	348
<b>Глава 17. Технологический процесс . . . . .</b>	<b>352</b>
Основы построения технологического процесса . . . . .	352
Рационализация технологических процессов . . . . .	353
Методы укрупненной и расчлененной технологии . . . . .	353
Метод множественной обработки , . . . .	354
Метод цикличности переходов . . . . .	354
Метод групповой обработки . . . . .	354
<b>Глава 18. Техническое нормирование . . . . .</b>	<b>356</b>
Техническая норма времени и норма выработки . . . . .	356
Понятие о технической норме и норме выработки . . . . .	356
Состав технической нормы времени . . . . .	356
<b>Глава 19. Организация рабочего места . . . . .</b>	<b>358</b>
Планировка рабочего места токаря . . . . .	358
Назначение планировки рабочего места . . . . .	358
Планировка рабочего места в цехах единичного и мелко- серийного производства , . . . .	358
Планировка рабочего места в цехах серийного и крупно- серийного производства . . . . .	359
Пример планировки рабочего места токаря , . . . .	359
Организационно-техническая оснастка рабочих мест ,	360

**Б. Г. ЗАЙЦЕВ, А. С. ШЕВЧЕНКО**

# **СПРАВОЧНИК**

## **МОЛОДОГО**

## **ТОКАРЯ**



**МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1979**