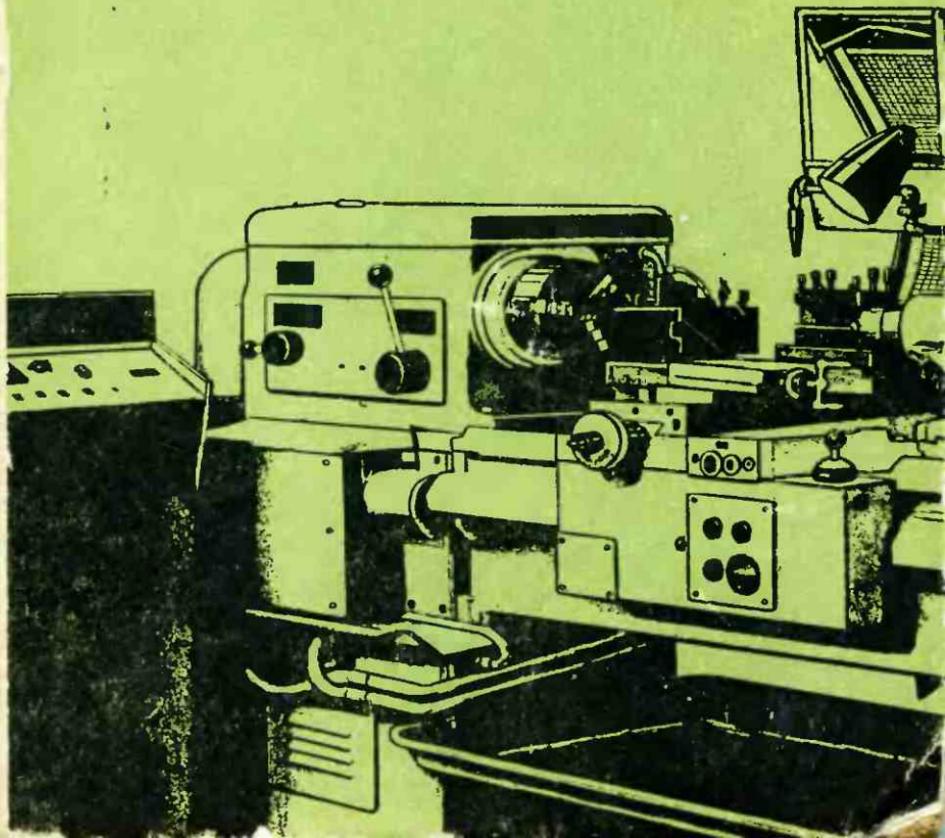


ПРОФТЕХОБРАЗОВАНИЕ



ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ТОКАРЯ



Б. Г. ЗАЙЦЕВ, П. И. ЗАВГОРОДНЕВ,
А. С. ШЕВЧЕНКО

СПРАВОЧНИК
МОЛОДОГО ТОКАРЯ

ИЗДАНИЕ 2-Е,
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1977

ПРЕДИСЛОВИЕ

Отзывы и замечания просим направлять по адресу:
Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».

Зайцев Б. Г. и др.

317 Справочник молодого токаря. Для проф.-техн. учебн. заведений. Изд. 2-е, испр. и доп. М., «Высш. школа», 1977.

368 с. с ил. (Профтехобразование. Обработка резанием.)

Перед загл. авт. Б. Г. Зайцев, П. И. Завгороднев, А. С. Шевченко.

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 профессиональных технических учебных заведений и молодых рабочих, обучающихся на производстве.

Рекомендован к изданию Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессиональнотехническому образованию.

3 31207-085
052(01)-77 70-76

6П4.61

© Издательство «Высшая школа» 1976.

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 удалено 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 применяемых молодыми рабочими.

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

В помещенных в справочнике технических сведениях используются ГОСТы, нормали и технические условия по состоянию на 1 января 1975 г.

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

ГЛАВА 1
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 $40A_3(+0,027)$, $40X(-0,050)$.

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

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	Основное отверстие	2	B	Основной вал	2
A_{2a}	Основное отверстие	2a	B_{2a}	Основной вал	2
A_3	Основное отверстие	3	B_3	Основной вал	3a
A_{3a} и т. д.	Основное отверстие	3a	B_{3a} и т. д.	Основной вал	3a

2. Обозначения посадок

Условное обозначение	Наименование посадки	Условное обозначение	Наименование посадки
I	Класс точности 1	Pr_{2a}	Прессовая
Pr_{21}	Прессовая 2-я	G_{2a}	Глухая
Pr_{11}	Прессовая 1-я	T_{2a}	Тугая
G_1	Глухая	H_{2a}	Напряженная
T_1	Тугая	P_{2a}	Плотная
H_1	Напряженная	C_{2a}	Скользящая
P_1	Плотная	X_{2a}	Ходовая
C_1	Скользящая		
D_1	Движения		
X_1	Ходовая		
	Класс точности 2	Pr_{3a}	Прессовая 3-я
		Pr_{23}	Прессовая 2-я
		Pr_{13}	Прессовая 1-я
		C_3	Скользящая
Gr	Горячая	X_3	Ходовая
Pr	Прессовая	Sh_3	Широкоходовая
Pl	Легкопрессовая		
T	Тугая		
N	Напряженная	C_{3a}	Скользящая
P	Плотная		
S	Скользящая		
D	Движения	C_4	Скользящая
X	Ходовая	X_4	Ходовая
L	Легкоходовая	L_4	Легкоходовая
Sh	Широкоходовая	Sh_4	Широкоходовая
TX	Тепловая ходовая		
	Класс точности 2a		
		Pr_{2a}	Класс точности 5
		Pr_{12a}	Скользящая
			Ходовая

Примечание. Посадки Pr_{21} , Pr_{11} , Pl , TX , Pr_{2a} , Pr_{12a} , X_{2a} , Pr_{3a} , Pr_{23} , Pr_{13} имеются только в системе отверстия. Посадка Pr_{2a} имеется только в системе вала.

3. Обозначения отклонений размеров числами

Примеры	Что обозначает
$50 \pm 0,5$	Верхнее и нижнее отклонения одинаковы по величине Верхнее отклонение равно $+0,5$ Нижнее отклонение равно $-0,5$

Продолжение табл. 3

Примеры	Что обозначает
$50^{+0,2}_{-0,1}$	Верхнее отклонение равно $+0,2$ Нижнее отклонение равно $-0,1$
$\varnothing 50^{+0,4}_{-0,1}$	Верхнее отклонение равно $+0,4$ Нижнее отклонение равно $+0,1$
$50^{-0,1}_{-0,5}$	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

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

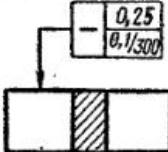
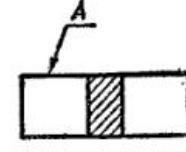
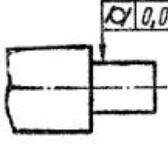
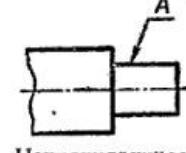
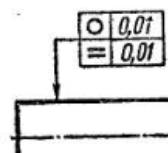
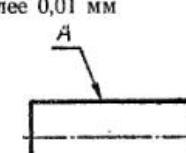
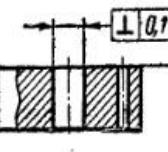
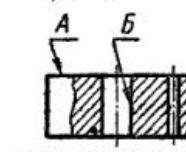
Шероховатость поверхности обозначается знаком \checkmark , над которым указываются параметры шероховатости R_z или R_a в микронах (например, $R_z 500 \checkmark 0,32 / R_a 0,05$).

Поверхности деталей, не подвергающиеся дополнительной обработке, обозначаются знаком ∇ .

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. 4).

4. 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		 Непрямолинейность поверхности A не более 0,25 мм по всей длине и не более 0,1 мм на длине 300 мм
Отклонение от цилиндричности		 Несцилиндричность поверхности A не более 0,01 мм
Отклонение от круглости и отклонение продольного сечения цилиндрической поверхности		 Некруглость и отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности A не более 0,01 мм
Отклонение от перпендикулярности		 Неперпендикулярность оси отверстия B относительно поверхности A не более 0,1 мм

Продолжение табл. 4

Наименование отклонений	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Отклонение от соосности		
Биение		<p>Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм</p> <p>Радиальное биение поверхности <i>B</i> относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i> не более 0,04 мм</p>

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 металорежущих 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. 5.

5. Основные условные обозначения для кинематических схем

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

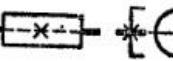
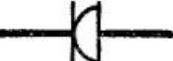
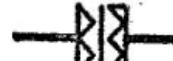
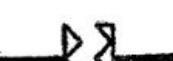
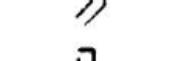
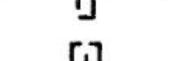
Продолжение табл. 5

Продолжение табл. 5

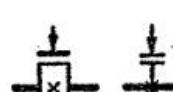
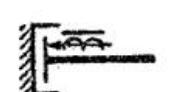
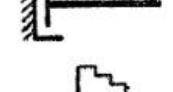
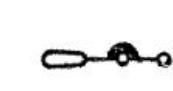
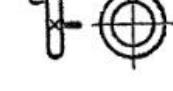
Элементы схемы	Условные обозначения
разъемная	
Ременные передачи:	
плоским ремнем	
клиновидными ремнями	
Зубчатые зацепления:	
цилиндрические соответственно с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
конические с прямыми, спиральными и круговыми зубьями	

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	

Продолжение табл. 5

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	

Продолжение табл. 5

Элементы схемы	Условные обозначения
коиусные	
колодочные	
дисковые: электромагнитный и гидравлический или пневматический	
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
Разные детали:	
рычаг переключения	
маховик	
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. 6 приведены механические свойства отливок из чугуна.

6. 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 (ГОСТ 1215—59)			
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 высококачествен-

ная 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. 7—11 приведены механические свойства различных сталей.

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

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

8. Механические свойства качественной углеродистой горячекатаной стали (ГОСТ 1050—60)

Стали с нормальным содержанием марганца			Стали с повышенным содержанием марганца		
Марка стали	Твердость по Бринеллю HB, не более	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Марка стали	Твердость по Бринеллю HB, не более	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²
08	131	33	15Г	163	42
10	137	34	20Г	197	46
15	143	38	30Г	217	55
20	156	42	35Г	229	57
25	170	46	40Г	229	60
30	179	50	45Г	241	63
35	187	54	50Г	255	66
40	217	58	60Г	269	71
45	241	61	65Г	285	75
50	241	64	70Г	285	80
55	255	66			
60	255	69			
65	255	71			
70	269	73			

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

Марка стали	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Твердость по Бринеллю HB, не более	Марка стали	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Твердость по Бринеллю HB, 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			

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

Марка стали	Твердость по Бринеллю HB	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Марка стали	Твердость по Бринеллю HB	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²
15Х, 15ХА	179	64	20ХН	197	71
15ХР	187	67	40ХН	217	78
20Х	179	64	45ХН, 50ХН	207	75
30Х	187	67	13Н2ХА	207	75
30ХРА	241	87	12ХН2	207	75
35Х	197	71	12ХН3А	217	78
38Х	207	75	12Х2Н4А	269	97
40Х	217	78	20ХН3А	241	87
45Х, 40ХР	229	83	20Х2Н4А	269	97
50Х	229	83	30ХН3А	241	87
10Г2	197	71	20ХГС3А	207	75
40Г2	217	78	25ХГСА	217	78
50Г2	229	83	30ХГСА	229	83
33ХС	241	87	18ХГ	187	67
38ХС, 40ХС	255	92	18ХГТ	217	78
27СГ	217	78	20ХГР	197	71
35СГ, 36Г2С	229	83	30ХГТ	229	83
15ХМ	179	64	40ХГ	229	83
30ХМ, 30ХМА	229	83	40ХГР	241	87
35ХМ	241	87	35ХГ2	229	83
38ХВА	229	83	15Х2ГН2ТРА	269	97
15ХФ	187	67	18ХГН	225	82
40ХФА	241	87	25Х2ГНТА	269	97
30ХГСНА	255	92	30ХГНА	229	83
35ХГСА	241	87	30Х2ГН2	255	92
15ХГНТА	269	97	18ХСНРА	197	71

Продолжение табл. 10

Марка стали	Твердость по Бринеллю HB	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Марка стали	Твердость по Бринеллю HB	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²
30ХНВА	241	87	30ХН2ВФА	269	97
38ХНВА	269	97	38ХН3ВФА	269	97
40ХНМА	269	97	20ХН4ФА	269	97
38ХН3ВА	269	97	38ХЮ	229	83
18Х2Н4ВА	269	97	38ХВФЮА	229	83

Примечание. Значения предела прочности при растяжении вычислены по формуле $\sigma_b = 0,36 HB$ кгс/мм².

11. Механические свойства инструментальных сталей

Марка стали	Твердость по Бринеллю HB в состоянии поставки	Твердость по Роквеллу HRC после закалки, не менее	Марка стали	Твердость по Бринеллю HB в состоянии поставки	Твердость по Роквеллу HRC после закалки, не менее
Углеродистая (ГОСТ 1435—54)			B1, X 9ХС, 9ХВГ ХВГ ХВСГ 9Х5Ф 9Х5ВФ 8Х4В4Ф1 (P4)	229—187 247—197 255—207 241—196 241—195	62 62 62 62 59
У7, У7А, } У8, У8А, } У8Г, У8ГА }	187	62	У11, У11А } У12, У12А }	207	62
У9, У9А	192	62	У10, У10А	197	62
У11, У11А }	207	62	У12, У12А }	217	62
У13, У13А	217	62			
			Быстро режущая (ГОСТ 5952—63)		
Легированная (ГОСТ 5950—63)			P18, P12, P9 P6М3 P18М, P9М}	Не более 255	62
7ХФ	Не более 229	58	P18Ф2, P14Ф4,		
8ХФ	То же 255	58	P9К5, P9Ф5, P9К10	Не более 269	63
9ХФ	255	60			
11ХВ	217—179	62			
13Х	241—187	64	P18К5Ф2, P10К5Ф5	Не более 285	63
ХВ5	285—229	65			

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. 12, а их назначение — в табл. 13.

12. Твердые сплавы (ГОСТ 3882—67)

Группа твердых сплавов	Марка сплавов	Ориентировочный состав смеси (без учета примесей), %				Средний предел прочности при изгибе, кгс/мм ² , не менее	Твердость HR _A , не менее
		Карбид вольфрама	Карбид титана	Карбид tantalа	Кобальт		
Вольфрамовая	BK2	98	—	—	2	110	90
	BK3M	97	—	—	3	110	91
	BK4	96	—	—	4	135	89,5
	BK6M	94	—	—	6	135	90
	BK6	94	—	—	6	145	88,5
	BK8	92	—	—	8	160	87,5
	BK8B	92	—	—	8	170	86,5
	BK15	85	—	—	15	180	86
Титановольфрамовая	T30K4	66	30	—	4	90	92
	T15K6	79	15	—	6	115	90
	T14K8	78	14	—	8	125	89,5
	T5K10	85	6	—	9	135	88,5
	T5K12B	83	5	—	12	160	87
Титанотантало-вольфрамовая	TT7K12	81	4	3	12	160	87
	TT10K8B	82	3	7	8	140	89

13. Назначение марок твердых сплавов

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
BK2	Высокая износостойкость и наивысшая допустимая скорость резания. Умеренная эксплуатационная прочность, сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию	Чистовое, получистовое и чистовое с малым сечением среза (типа алмазной обработки), точение при непрерывном резании, окончательное нарезание резьбы, развертывание отверстий и другие аналогичные виды обработки чугуна,

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
BK3M		цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов (резины, фибры, пластмассы, шифера, стекла и др.), а также закаленных сталей
BK4	Высокая износостойкость благодаря мелкозернистой структуре. Умеренная эксплуатационная прочность, сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию. Имеет преимущество по износостойкости по сравнению со сплавом BK2 при обработке серых чугунов	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)
BK6M	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
BK6	Благодаря мелкозернистой структуре износостойкость выше, чем у сплава BK6, при несколько меньших эксплуатационной прочности и сопротивляемости ударам, вибрациям и выкрашиванию. Имеет преимущество по сравнению со сплавами BK4 и BK6 по износостойкости при обработке серых чугунов	Чистовая и получистовая обработка жаропрочных сталей и сплавов, нержавеющих 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
BK4	Высокие износостойкость и допустимая скорость резания (но менее, чем для сплавов BK2 и BK4). Эксплуатационная прочность и сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию	Черновое точение при непрерывном резании, чистовое и получистовое точение при прерывистом резании, предварительное нарезание резьбы токарными резцами, нарезание резьбы

Продолжение табл. 13

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
ВК8	вibrationям и выкрашиванию выше, чем у сплавов ВК2 и ВК3М	вращающимися головками, рассверливание и растачивание предварительно обработанных отверстий, чистовое зенкерование и развертывание при обработке чугуна, цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов
	Более высокие эксплуатационная прочность и сопротивляемость ударам, vibrationям и выкрашиванию, чем для сплава ВК6, при меньших износостойкости и допустимой скорости резания	Тяжелое черновое точение жаропрочных сталей и сплавов, нержавеющих сталей аустенитного класса
ВК15	Эксплуатационная прочность и сопротивляемость ударам, vibrationям и выкрашиванию 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 эксплуатационных прочностях и сопротивляемости ударам, vibrationям и выкрашиванию	Чистовое точение с малым сечением среза (типа алмазной обработки), нарезание резьбы и развертывание отверстий незакаленных и закаленных углеродистых и легированных сталей
Т15К6	Высокая износостойкость и допустимая скорость резания ниже, чем для сплава Т30К4, при большей эксплуатационной прочности и сопротивляемости ударам, vibrationям и выкрашиванию	Черновое и получистовое точение при непрерывном резании, чистовое точение при прерывистом резании, нарезание резьбы токарными резцами и вращающимися головками, рассверливание и растачивание предварительно обработанных отверстий, чистовое зенкерование, развертывание сталей

Продолжение табл. 13

Марка сплава	Эксплуатационные свойства	Примерное назначение инструмента из данного сплава
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, vibrationям 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
Т5К12В	Эксплуатационная прочность и сопротивление ударам, vibrationям и выкрашиванию значительно выше, чем у сплава Т5К10, при меньшей износостойкости и допустимой скорости резания. По сравнению с инструментом из быстрорежущей стали позволяет повысить скорость резания не менее чем в 2 раза	Тяжелое черновое точение стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличия песка, шлака и других включений при неравномерном сечении среза и наличии ударов. Обработка стальных деталей на многорезцовых станках, полуавтоматах и автоматах при низких скоростях резания
ТТ7К12	По сравнению со сплавом Т5К12В имеет несколько большую эксплуатационную прочность при той же износстойкости	Такое же, как у сплава Т5К12В
ТТ10К8Б	Высокая эксплуатационная прочность и сопротивление ударам и vibrationям при умеренной износстойкости	Черновая и получистовая обработка некоторых марок труднообрабатываемых материалов, включая жаропрочные стали и сплавы

Сплавы алюминия

Наиболее распространеными 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. 14.

14. Механические характеристики сплавов алюминия

Марка сплава	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Твердость по Бринеллю HB	Марка сплава	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Твердость по Бринеллю HB
Д16	44—55	111	АЛ-2	14—16	50
Д19	46—50	111	АЛ-4	20—24	70
Д20	36—40	111	АЛ-9	16—23	50—60
Д21	40—47	111	ВАЛ-5	28	110
АК-4	42—51	1100	АЛ-1	20—30	80—120

Магниевые сплавы

Различают деформируемый и литейные сплавы магния. Ниже рассмотрены механические характеристики некоторых литейных сплавов, наиболее часто подвергающихся механической обработке (табл. 15).

15. Механические характеристики магниевых сплавов

Марка сплава	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Твердость по Бринеллю HB	Марка сплава	Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Твердость по Бринеллю HB
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. 16.

16. Пределы прочности титановых сплавов

Марка сплава	σ_b , кгс/мм ²	Марка сплава	σ_b , кгс/мм ²
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. У токарных резцов за эту плоскость может быть принята нижняя опорная поверхность резца.

Плоскость резания и основная плоскость необходимы для определения углов резца.

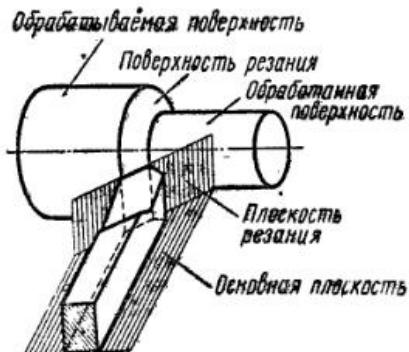


Рис. 1. Поверхности, различаемые в процессе обработки резцом

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.

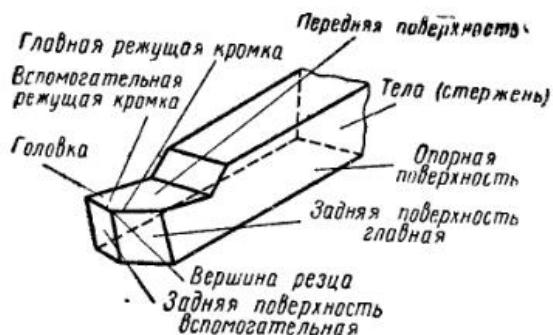


Рис. 2. Части и элементы головки резца

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, заостренной или в виде прямой линии, называемой переходной (зачищающей) кромкой.

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

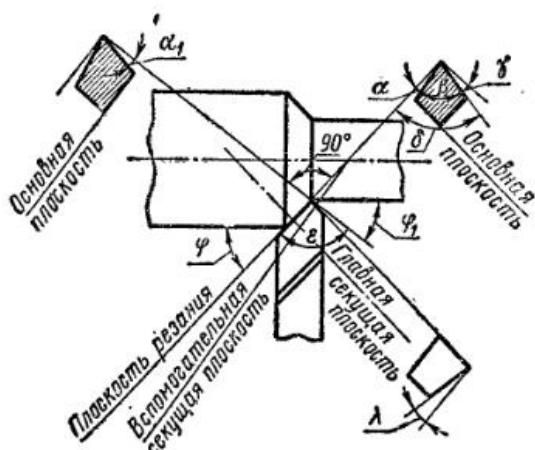


Рис. 3. Углы резца

Главные углы резца (передний γ , главный задний α , резания δ , заострения β) 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.

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 α_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 φ называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Углом при вершине в плане ψ называется угол между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Угол наклона главной режущей кромки λ 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



Рис. 4. Угол наклона главной режущей кромки

считается положительным, когда вершина резца является низшей точкой режущей кромки, отрицательным — когда вершина резца является высшей точкой кромки, и равным нулю — когда главная режущая кромка параллельна основной плоскости.

Установка резца относительно линии центров

В зависимости от положения вершины резца относительно линии центров 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, в) 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.

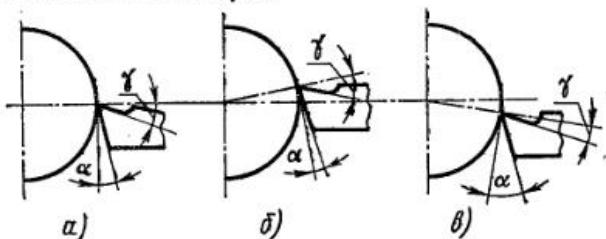


Рис. 5. Изменение углов в зависимости от положения вершины резца относительно линии центров:
а — на линии центров, б — выше, в — ниже линии центров

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. 13.

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 резцов

Область применения резцов в зависимости от формы передней поверхности указана в табл. 17.

Величины главных и вспомогательных углов в плане приведены в табл. 18—21.

17. Формы передней поверхности резцов

№ п/п	Название	Формы передней поверхности	Область применения
1	Плоская с положительным передним углом γ		Обработка серого чугуна, бронзы и других хрупких материалов
2	Плоская с отрицательной фаской		Обработка ковкого чугуна, стали и стального литья при недостаточной жесткости технологической системы. Для отвода и дробления стружки применяется стружкоотводящим

Продолжение табл. 17

№ п/п	Формы передней поверхности		Область применения
	название	эскиз	
2а	Плоская с отрицательной фаской и припайным стружколовом		Обработка стали и стального литья $\sigma_b \leq 80$ кгс/мм ² при необходимости завивки и дробления стружки
3	Криволинейная, с отрицательной фаской		Обработка стали $\sigma_b = 80$ кгс/мм ² при необходимости завивки и дробления стружки
3а	Плоская с мелкоразмерной лункой и $\gamma = 0^\circ$		Обработка стали и стального литья $\sigma_b \leq 60$ кгс/мм ²
3б	Плоская с мелкоразмерной лункой и $\gamma = -5^\circ$		Обработка стали и стального литья при $\sigma_b = 60 \div 80$ кгс/мм ²

Продолжение табл. 17

№ п/п	Формы передней поверхности	Эскиз	Область применения
4	Плоская с отрицательным передним углом γ		Черновая обработка стали и стального литья, $\sigma_b > 80$ кгс/мм ² , загрязненного включениями Работа с ударами в условиях жесткой технологической системы
5	Криволинейная с отрицательной фаской		Обработка нержавеющих сталей $\sigma_b \leq 85$ кгс/мм ²

18. Главные углы в плане φ для быстрорежущих резцов

Типы резцов	Условия работы	Угол φ , 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
	Обработка жестких заготовок на станках повышенной жесткости	30–60
Проходные	Чистовая обработка с малыми глубинами резания на станках нормальной жесткости	18–20

19. Вспомогательные углы в плане φ_1 для быстрорежущих резцов

Типы резцов	Условия работы	Угол φ_1 , град
	Обработка жестких заготовок без врезания	5–10
Проходные	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 прорезные	Обычные	1–2
Подрезные и расточные	Обычные	20–25

20. Главные углы в плане Φ для твердосплавных и минералокерамических резцов

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

Примечание. СПИД обозначает систему: станок — приспособление — инструмент — деталь.

21. Вспомогательные углы в плане Φ_1 для твердосплавных и минералокерамических резцов

Условия работы	Угол Φ_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. 22.

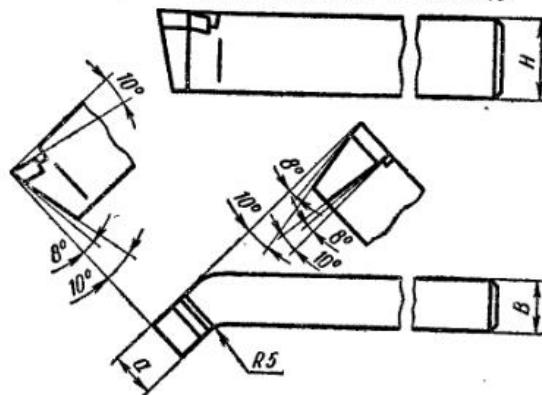
22. Конструкция и геометрические параметры резцов, мм

Сечение резца $H \times B$	a	n	h	h_1	K	Номера пластика (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

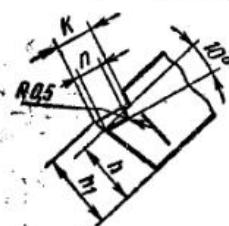
Продолжение табл. 22

Сечение резца $H \times B$	a	n	h	h_1	K	Номера пластика (ГОСТ 2209—69)
32×20	18	13,1	23,5	27	19	0229Б
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

Угол врезки пластиинки в стержень 10°
При толщине пластиинки 4мм и более



Гнездо под пластиинку



При толщине пластиинки менее 4мм

Гнездо под пластиинку

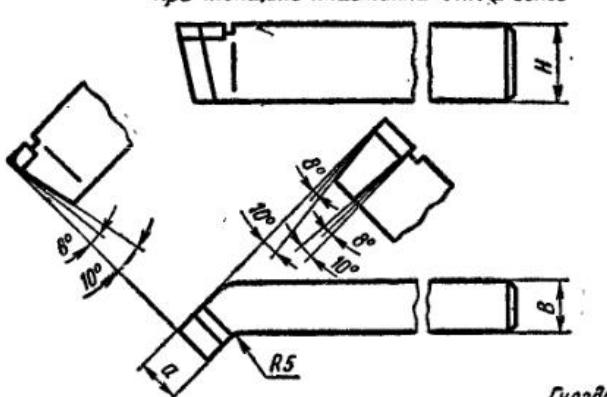


Рис. 6. Конструкция резца с углом врезки пластиинки в стержень 10°

Для резцов, показанных на рис. 7, параметры приведены в табл. 23.

Угол врезки пластиинки в стержень 0°

При толщине пластиинки 4 мм и более



При толщине пластиинки
менее 4 мм



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

23. Конструкция резцов и геометрические параметры, мм

Сечение резца H×B	a	n	h	h ₁	K	Номера пластин (ГОСТ 2209-64)
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	36,5	21	0231Б

Продолжение табл. 23

Сечение резца H×B	a	n	h	h ₁	K	Номера пластин (ГОСТ 2209-64)
40×32	25	15,4	33	36,5	21	0243Б
50×32	25	16,4	40,0	44,0	23	0235Б
50×40	32	14,4	40	44	21	0143Б

Примечания: 1. Геометрические параметры режущих частей выполняются таким образом, чтобы исключить соприкосновение алмазного круга с поверхностью державки резца во избежание засаливания круга. 2. Допускается стенку гнезда под пластинку располагать под углом до 105° по отношению к ее опорной плоскости. 3. У резцов, имеющих толщину пластинки менее 3 мм, допускается производить ее заточку с одним задним углом.

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

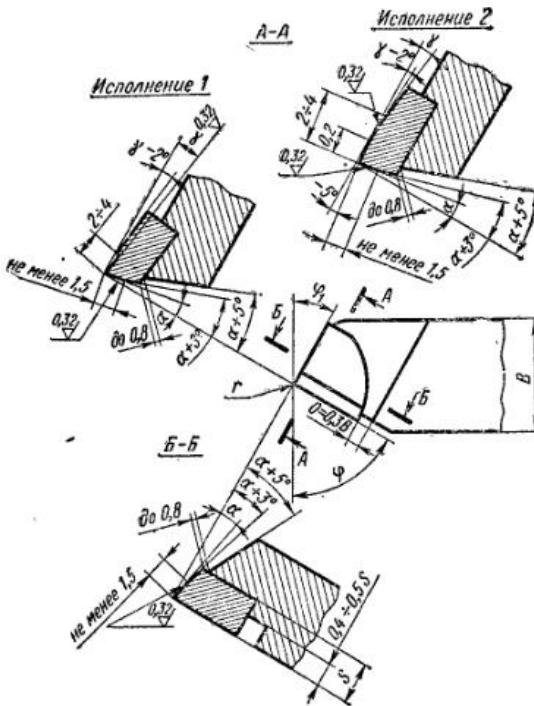


Рис. 8. Геометрические параметры резца

На рис. 9 представлены схемы работы основных нормализованных резцов.

ГЛАВА 3 ОСНОВЫ ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ

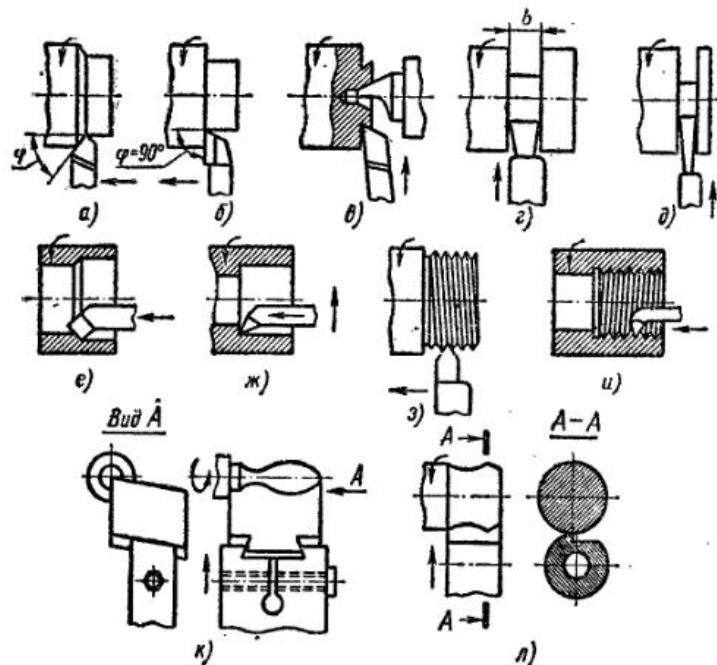


Рис. 9. Схемы работы токарных резцов:
а — проходного обдирочного, б — проходного упорного, в — подрезного,
г — прорезного, д — отрезного, е, ж — расточных, з — резьбового для наружной резьбы, и — резьбового для внутренней резьбы, к, л — фасонных

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 — число оборотов в минуту заготовки.

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 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.

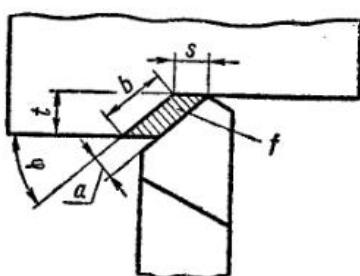


Рис. 10. Поперечное сечение срезаемого слоя

Толщина среза — расстояние между двумя последовательными положениями режущей кромки за один оборот заготовки, измеренное по перпендикуляру к ширине среза. Толщина среза обозначается буквой a (см. рис. 10) и измеряется в миллиметрах.

Площадь поперечного сечения среза равна произведению глубины резания на подачу или ширины среза на его толщину. Площадь 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, противопо-

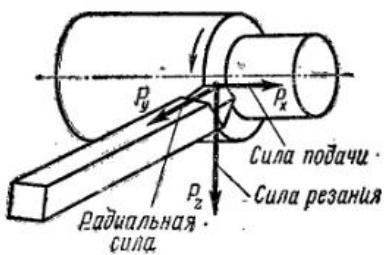


Рис. 11. Силы резания при точении

ложном 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 удельным давлением резания и коэффициентом резания.

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

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

Коэффициент резания K есть удельное 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 $\varphi=45^\circ$;

радиус при вершине резца $R=1$ мм;

главная режущая кромка резца прямолинейная и горизонтальная;

работка выполняется без охлаждения.

В отличие от удельного давления резания коэффициент резания для данного материала является постоянной величиной (табл. 24).

24. Коэффициент резания

Материал	Предел прочности при растяжении σ_B , кгс/мм ²	Коэффициент резания K , кгс/мм ²
Сталь	40—50 50—60 60—70 70—80 80—90 90—100 110—110	150 160 178 200 220 235 255
Алюминий и силумин	—	40
Дуралюмин	25 35 Св. 35	60 80 110
Бронза средней твердости	—	55
Бронзы свинцовистые	—	35
Медь	—	95—115

Продолжение табл. 24

Материал	Твердость по Бриелю	Коэффициент резания K , кгс/мм ²
	HB	K
Чугун		
	140—160	100
	160—180	108
	180—200	114
	200—220	120

Приближенное значение величины силы резания вычисляют по формуле

$$P_z = Kf \text{ кгс},$$

где f — площадь поперечного сечения среза, мм²;

K — коэффициент резания.

Сила P_z действует при всех видах токарной обработки, тогда как осевая и радиальная сила 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.

ГЛАВА 4

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ СССР

Технические характеристики токарных станков отечественного производства даны в табл. 25.

25. Технические характеристики токарных станков

Модель станка	Расстояние между центрами, мм	Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм			Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм	Пределы чисел оборотов в минуту шпинделя	Пределы подач, мм/об		Мощность главного электродвигателя, кВт
		над станиной	над суппортом	диаметр			продольных	поперечных	
1612П	500	260	140	18	33,5—1520	0,008—0,2	0,003—0,0075	1,5	
TC135	500	270	140	18	33,5—2000	0,008—0,2	0,003—0,0075	2,8	
1615М	750	320	150	18	44—1000	0,006—2,72	0,025—1,1	2,8	
1Б61	750	320	170	32	16—2000	0,041—1,032	0,013—0,35	4,5	
	1000								
1Л61	500	320	170	32	10—1250	0,041—1,082	0,013—0,35	2,8	
1161	750	320	175	34	16,5—1180	0,05—1,6	0,025—0,8	4,5	
ТВ-320	500	320	170	24	36—2000	0,03—0,49	0,012—0,184	2,8	
1А62	750	400	210	36	11,5—1200	0,082—1,59	0,027—0,52	7,0	
	1500								
1616	750	320	175	34	44—1980	0,06—3,6	0,044—2,47	4,5	
1Д62М	750	410	210	37	11,5—600	0,082—1,59	0,027—0,52	4,3	
	1000								
1М620	710	400	220	48	12—3000	0,075—4,46	0,037—4,46	14	
	1000								
16К20	1000	400	220	45	18—3000	0,08—1,52	0,08—1,52	14	
1624	1000	500	290	56	10—1400	0,07—2	0,035—1,0	7	
1К62В,	710	400	220	48	12,5—2000	0,075—4,16	0,035—2,08	10	
1К62	1000								
	1400								
16Б20П	710	400	220	50	16—1600	0,05—2,8	0,025—1,4	4,1	
	1000								
1Д63А	1500	615	345	68	14—750	0,15—2,65	0,05—0,9	10	
	3000								
1А64	2800	800	450	80	7,1—750	0,2—3,05	0,07—1,04	20	
166	2800	1000	600	80	5—500	0,2—3,05	0,07—1,04	28	
	5000								
1Д64	3000	1200	570	98	8—362	0,225—3,15	0,07—0,95	10,4	
1658	8000	1000	650	80	5—500	0,2—3,05	0,07—1,04	28	
1660	6300	1250	860	75	3,15—200	0,19—11,4	0,075—4,5	60	

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1К62

Универсальный токарно-винторезный станок 1К62 (рис. 12) выпускается заводом «Красный пролетарий». Станок предназначен

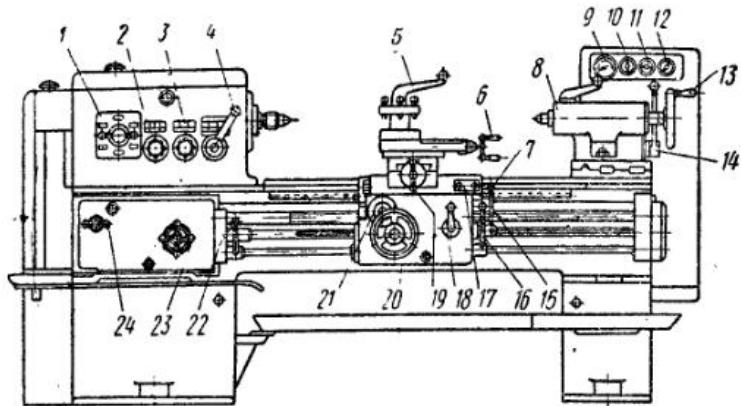


Рис. 12. Органы управления токарно-винторезного станка 1К62:
рукотки: 1 — управление коробкой скоростей, 2 — звена увеличения шага, 3 — установки правой и левой резьбы и подачи, 4 — управления коробкой скоростей, 5 — поворота и закрепления резцовой головки, 6 — подачи верхнего суппорта, 8 — закрепления пиноли задней бабки, 15 — включения продольных и поперечных перемещений суппорта, 16, 22 — включения, останова и реверсирования шпинделя, 18 — включения разъемной гайки; 19 — ручного перемещения поперечного суппорта, 23 — установки величины подачи и шага резьбы, 24 — выбора типа резьбы или подачи; кнопки: 7 — включения быстрых перемещений суппорта, амперметры: 9 — показывающий нагрузку главного двигателя, 10 — насоса охлаждения, 11 — главный (линейный), 12 — местного освещения; маховики: 13 — подачи пиноли, 20 — ручного продольного перемещения суппорта; 14 — рычаг закрепления задней бабки; 17 — кнопочная станция пуска и останова главного двигателя

для выполнения разнообразных токарных работ, в том числе для нарезания правых и левых метрических, дюймовых, модульных и питчевых резьб, а также копировальных работ при помощи гидрокопировального устройства. Станок удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к станкам данных размеров. Благодаря высокой быстроходности (до 2000 об/мин), мощности (10 кВт) и наличию больших подач станок позволяет выполнять токарные работы с полным использованием возможностей твердосплавных инструментов.

Органы управления станка 1К62 показаны на рис. 12.

Станок имеет 48 продольных и поперечных подач и 24 скорости вращения шпинделя. Число оборотов в минуту шпинделя и их установка при помощи рукояток 1 и 4 (см. рис. 12) приведены в табл. 26, кинематическая схема станка — на рис. 13.

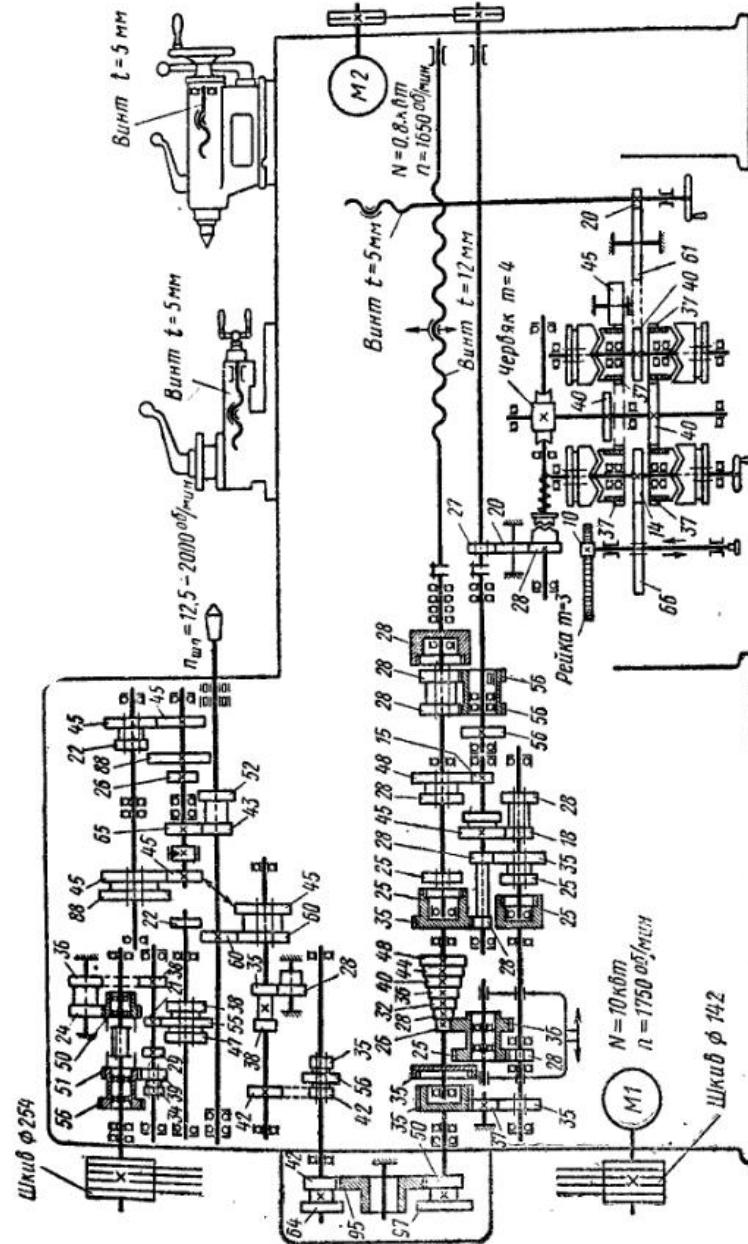


Рис. 13. Кинематическая схема токарно-винторезного станка 1К62 (цифрами обозначены числа зубьев колес)

**Техническая характеристика
универсального токарно-винторезного станка 1К62**

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм .	400
Наибольший диаметр точения над нижней частью суппорта, мм .	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	45
Расстояние между центрами, мм	710, 1000, 1400
Наибольшая длина обтасчивания, мм	640, 930, 1330
Диапазон чисел оборотов в минуту шпинделя	12,5—2000
Пределы подач, мм/об:	
продольных	0,075—4,16
поперечных	0,035—2,08
Шаги нарезаемых резьб:	
метрической, мм	1—192
дюймовой (число ниток на 1")	24—2
модульной, мм	0,5—48
питчевой (в питчах)	96—1
Диаметр отверстия шпинделя, мм	48
Мощность главного электродвигателя, кВт	10

26. Числа оборотов в минуту шпинделя станка 1К62

№ ступени	Положение рукояток		Число оборотов в минуту шпинделя	
	4-я	1-я	Прямое вращение	Обратное вращение
1	12,5—40		12,5	
2			16	19
3			20	30
4			25	
5			31,5	48
6			40	

Продолжение табл. 26

№ ступени	Положение рукояток		Число оборотов в минуту шпинделя	
	4-я	1-я	Прямое вращение	Обратное вращение
7	50—160		50	75
8			63	
9			80	121
10			100	
11			125	
12			160	190
13	200—630		200	302
14			250	
15			315	
16			400	475
17			500	
18			630	755

Продолжение табл. 26

№ ступени	Положение рукояток		Число оборотов в минуту шпинделя	
	4-й	1-й	Прямое вращение	Обратное вращение
19	630—2000		630	950
20			800	
21			1000	1510
22			1250	
23			1600	2420
24			2000	

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 16К20

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

Техническая характеристика
токарно-винторезного станка 16К20

Наибольший диаметр изделия, установленного над станиной, мм .	400
Наибольший диаметр тачения 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, 1333, 1935
Диапазон чисел оборотов в минуту шпинделя .	12,5—1600

Продолжение

Пределы подач, мм/об:	
продольных	0,05—2,8
поперечных	0,025—1,4
Шаги нарезаемых резьб	
метрической, мм	0,5—112
дюймовой (число ниток на 1")	56—0,25
модульной (в модулях)	0,5—112
панчевой (в пинчах)	56—0,25
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	52
Мощность главного электродвигателя кВт .	10

Органы управления станка 16К20 показаны на рис. 14. Кинематическая схема станка 16К20 приведена на рис. 15.

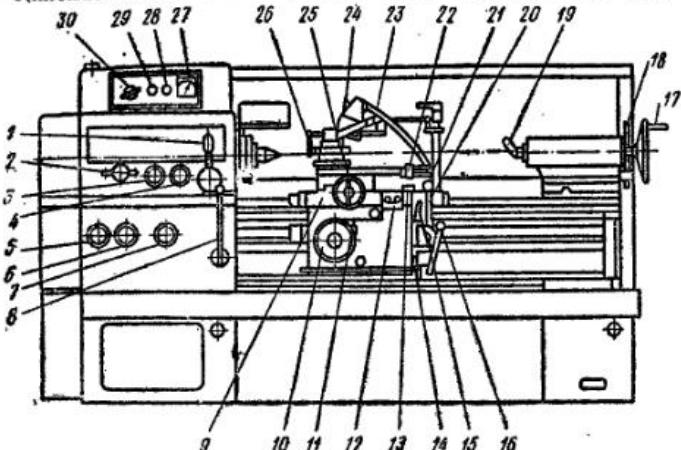


Рис. 14. Органы управления токарно-винторезного станка повышенной точности 16К20:

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 — управление фрикционной муфтой главного привода (блокирована с рукояткой 16), 11 — включение и выключение реечной шестерни, 14 — включения подачи, 15 — включения и выключения гайки ходового винта, 16 — управление фрикционной муфтой главного привода (блокирована с рукояткой 8); 18 — крепления задней бабки к станине, 19 — захвата пиноли задней бабки, 20 — управления механизмами параметрами каретки и поперечных салазок суппорта, 22 — ручного перемещения резцовых салазок суппорта, 23 — поворота в закреплении индексируемой резцовой головки, 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 закрепления каретки на станине; выключатели: 24 — местного освещения, 27 — указатель нагрузки станка, 28 — выключатель электронасоса подачи охлаждающей жидкости, 29 — сигнальная лампа, 30 — вводный автоматический выключатель

ТОКАРНЫЙ СТАНОК 1К62Ф3С С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Токарный станок 1К62Ф3С, 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 проходов. В настоящее время в промышленности применяется множество подобных моделей станков отечественного производства и зарубежных фирм.

Наиболее распространены станки с числовым программным управлением моделей 16516Ф3, 1П717Ф3, 16К20Ф3, 16К3РФ3 и др. Управление этими станками осуществляется разнообразными управляющими контурами и интерполяторами.

Станок 1К62Ф3С оснащен пультом программного управления мод. «Контур 4МИ». Общий вид станка показан на рис. 16, а его кинематическая схема приведена на рис. 17. 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 программируемый магнитоноситель (в данном случае на магнитную ленту).

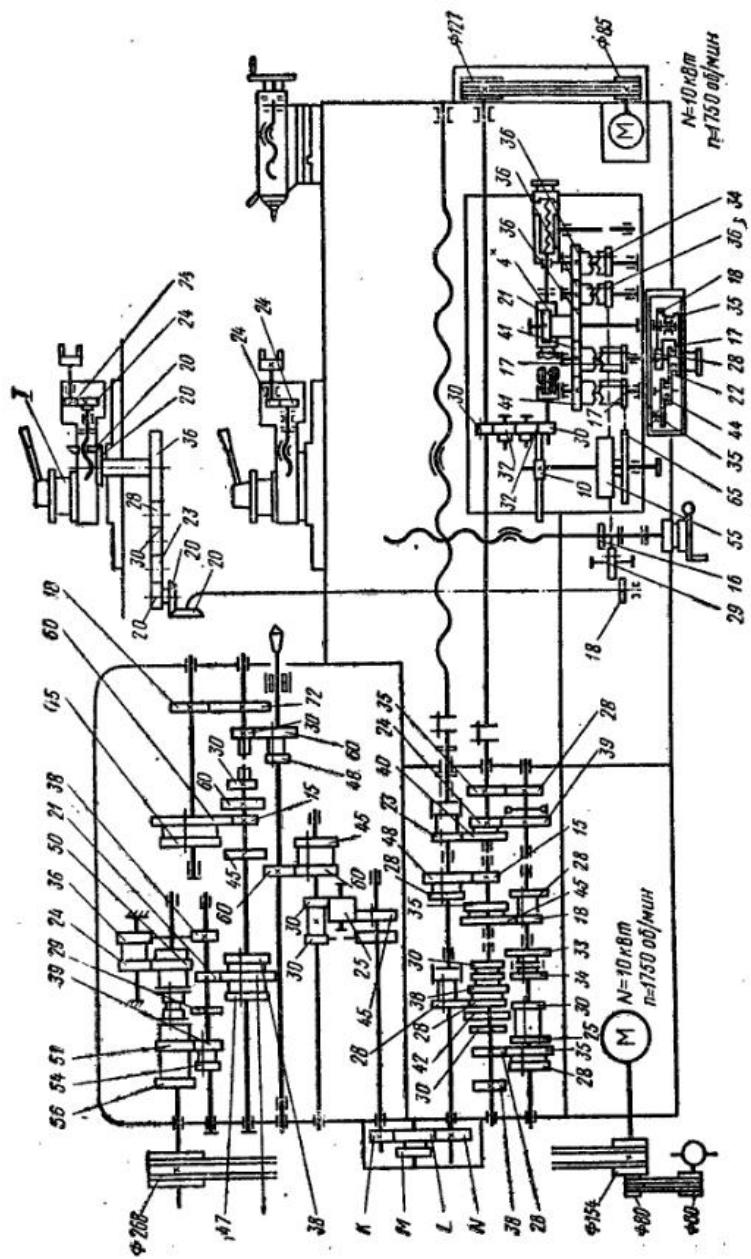


Рис. 15. Кинематическая схема токарно-винторезного станка 16К20 (цифрами обозначены числа зубьев)

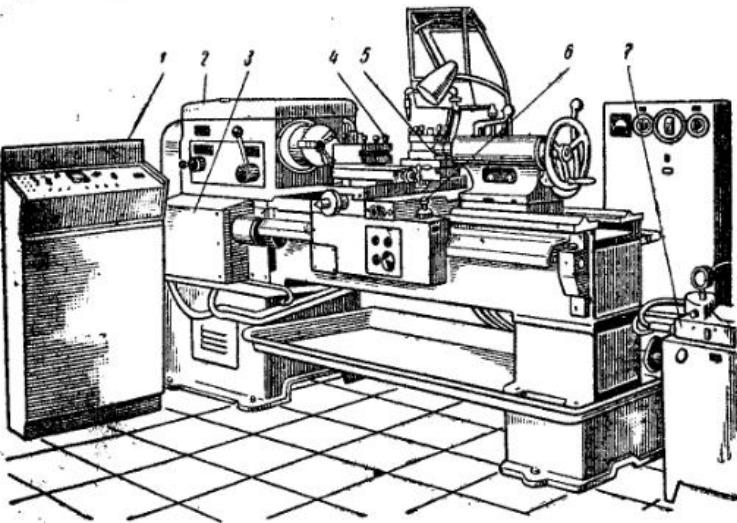


Рис. 16. Общий вид станка 1К62Ф3С:

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

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

**Технические характеристики
токарного станка мод. 1К62Ф3С1**

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
Число оборотов шпинделя, 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
Y	6—1200
Скорость быстрого перемещения по осям координат, мм/мин:	
X	120
Y	12 000
Наибольшее перемещение по осям координат, мм:	
X	210
Y	930
Дискретность отсчета по осям координат, мм:	
X	0,005
Y	0,05
Число подач	Бесступенчатое регулирование
Число скоростей привода главного движения	23
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,5

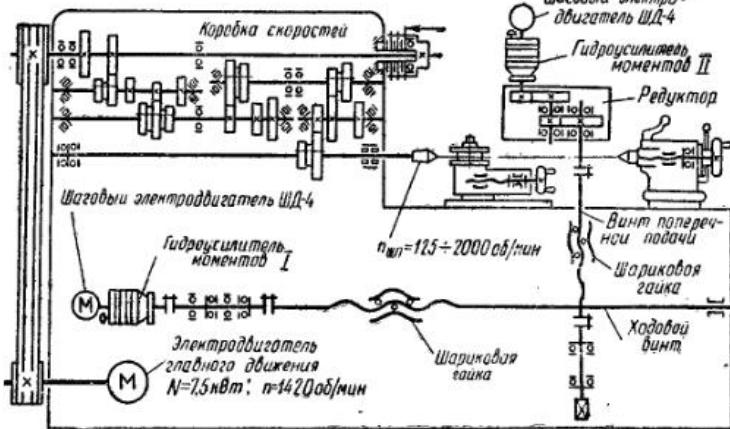


Рис. 17. Кинематическая схема станка 1К62Ф3С

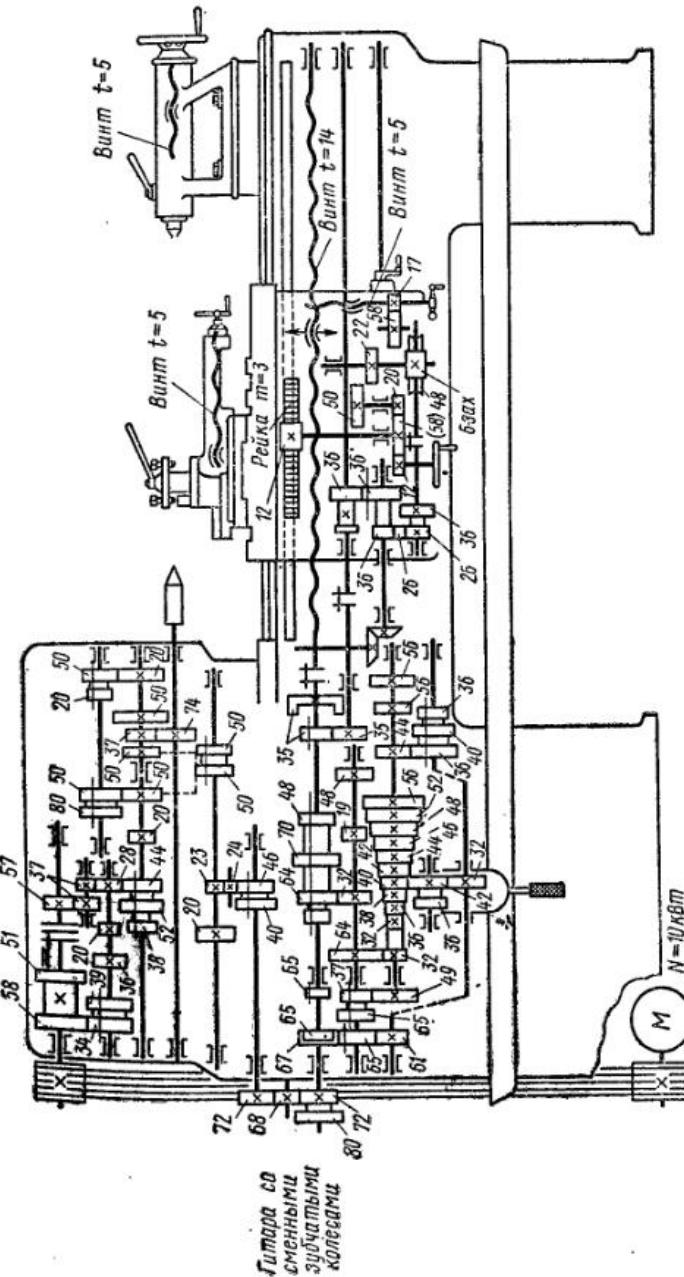


Рис. 18. Кинематическая схема станка 1Д63А (цифрами обозначены числа зубьев)

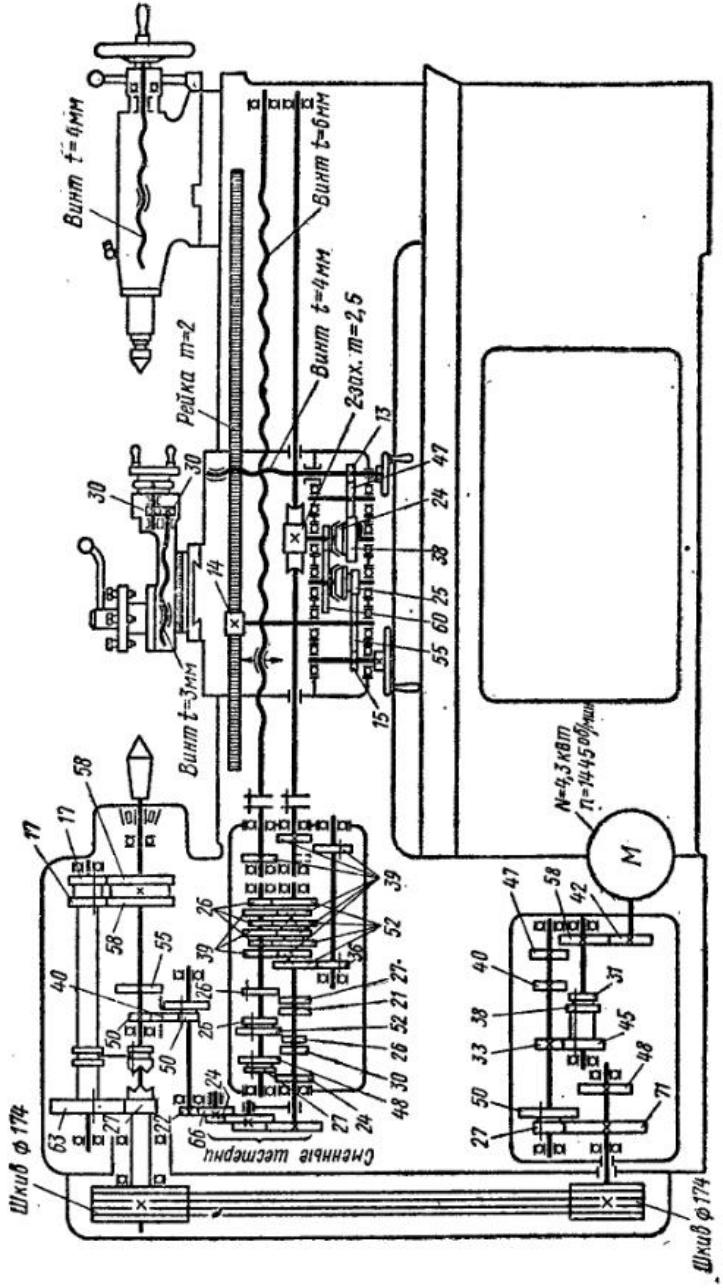


Рис. 19. Кинематическая схема станка 1A62 (цифрами обозначены числа зубьев)

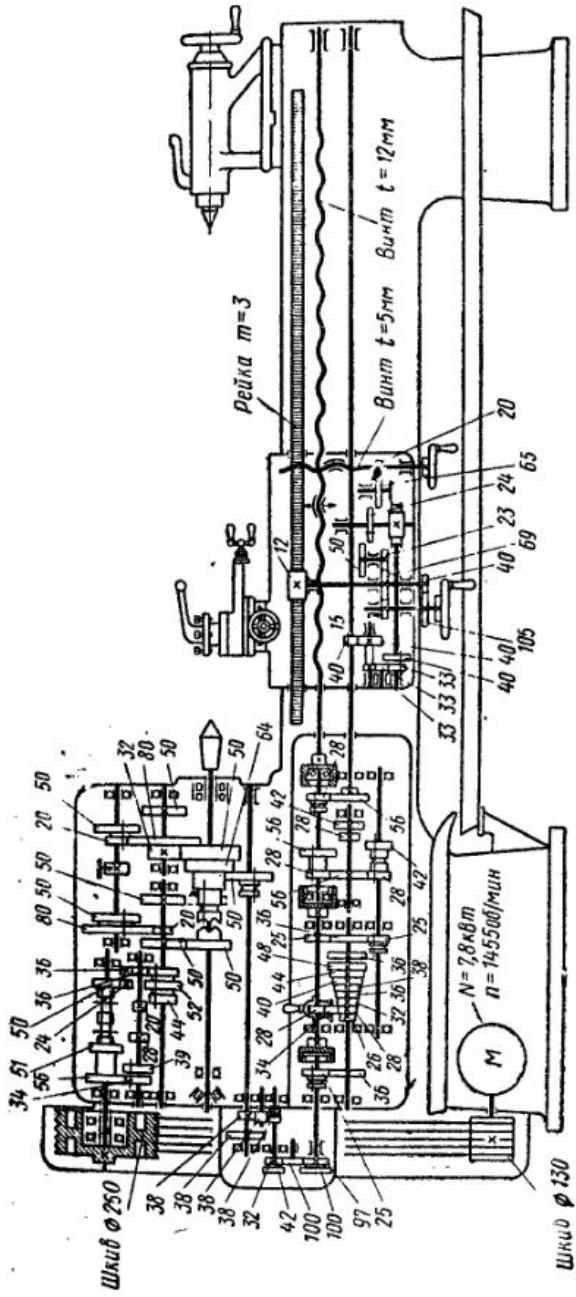


Рис. 20. Кинематическая схема станка 1A62 (цифрами обозначены числа зубьев)

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СТАНКОВ

Кинематические схемы станков 1Д63А, 1616, 1А62, 1Д62 показаны на рис. 18—21.

БРАК ПРИ РАБОТЕ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Основные неисправности станков, являющиеся источниками возникновения брака в работе, и способы их устранения приведены в табл. 27.

27. Брак при токарных работах

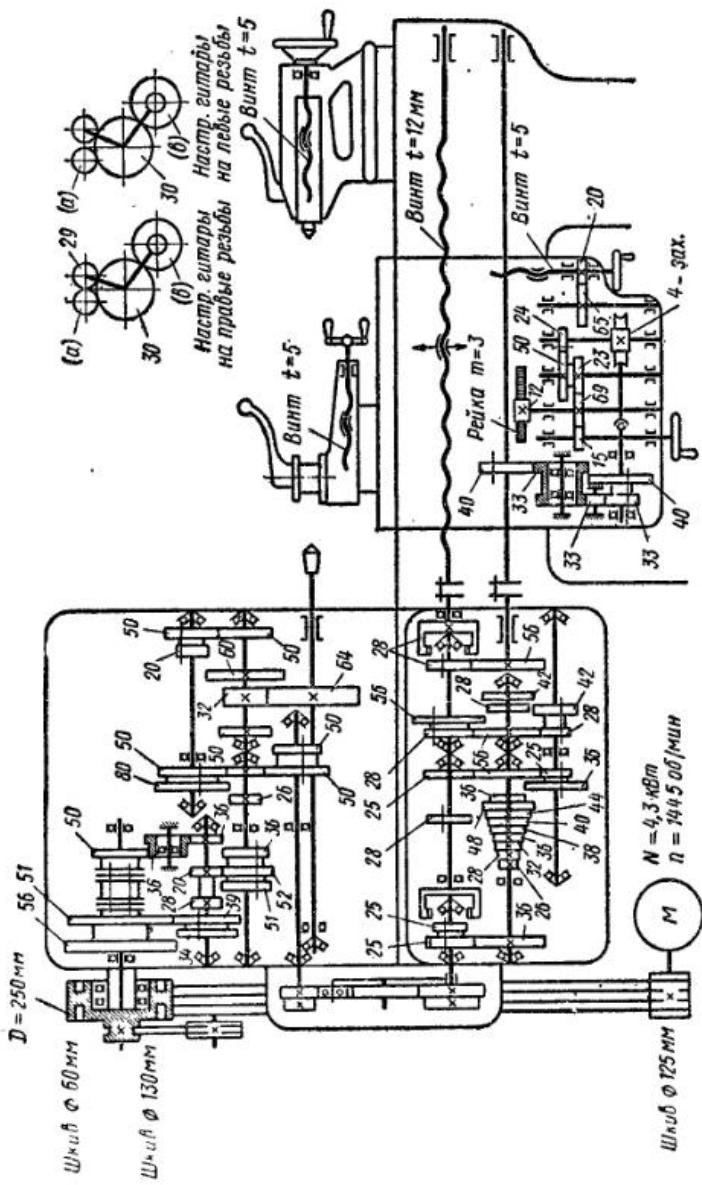


Рис. 21. Кинематическая схема станка 1Д62 (цифрами обозначены числа зубьев)

Брак	Причина	Способ устранения
Наличие овальности детали	Биение шпинделя	Отрегулировать подшипники шпинделя
Не выдерживается внутренний диаметр	Биение шпинделя Биение заготовки в патроне Смещение задней бабки (при сверлении) Люфт пиноли задней бабки	Отрегулировать подшипники Расточить кулачки Установить заднюю бабку Устранить люфт пиноли
Ось отверстия детали смещена в сторону	Непрочное закрепление задней бабки Неправильная заточка сверла (одна режущая кромка длиннее другой или режущие кромки сверла заточены под разными углами) Недостаточная глубина центровки Ось пиноли задней бабки не совпадает с осью шпинделя Неправильная заточка сверла	Закрепить заднюю бабку Переточить сверло Зацентровать Отрегулировать соосность центров или сдать станик 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

Продолжение табл. 27

Брак	Причина	Способ устранения
Наличие на детали спиральной (винтовой) риски	Неправильная установка резца	Установить резец немного выше центра. Применить подвижной люнет
Нечистый торец детали со стороны отрезки	Неправильная заточка режущих кромок отрезного резца (правая вспомогательная поверхность имеет малый вспомогательный угол в плане и малый задний угол)	Переточить резец
При подрезке торцов размер по длине детали не выдерживается	Слабо закреплена заготовка	Расточить кулачки патрона, разобрать и промыть в керосине механизм патрона. Заменить патрон
Деталь имеет дробленую поверхность	Шпиндель имеет осевой люфт	Отрегулировать упорный подшипник шпинделя. При работе с люнетом сцентрировать кулачки патрона
	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
	Заготовка вибрирует при обработке	Применить люнет
	Резец установлен не по центру	Установить резец по центру
	Плохое крепление заготовки в центрах	Закрепить заготовку
Рваная резьба	Очень мягкий и вязкий материал заготовки	Подобрать соответствующую охлаждающую жидкость
	Неправильная заточка инструмента	Заточить инструмент в соответствии с требованиями материала

Продолжение табл. 27

Брак	Причина	Способ устранения
	Увеличенный размер заготовки под резьбу	Уменьшить диаметр под резьбу (для наружной резьбы) или увеличить отверстие (для внутренней резьбы)
	Большая скорость резания	Уменьшить число оборотов шпинделя
	Вибрация резца или гребенки	Устранить вибрацию уменьшением вылета резца, выборкой люфтов в каретке

ГЛАВА 5
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ
ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗАГОТОВОК

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК
ПРИ ОБРАБОТКЕ В ЦЕНТРАХ

На рис. 22 показан обычновенный центр, применяемый для обработки на невысоких скоростях резания. Обычновенные центры изготавливаются из инструментальной углеродистой стали. Твердость поверхности конуса с углом 60° HRC 55—58. Размеры центров указаны в табл. 28.

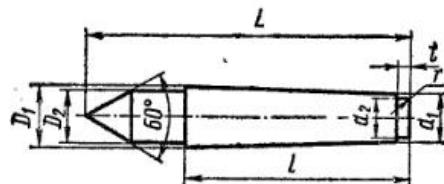


Рис. 22. Обычновенный центр

28. Размеры обычновенных центров, мм

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

Центры повышенной износостойкости изображены на рис. 23. Центры с конусом Морзе № 2 и 3 наплавлены сормайтом (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. 29.

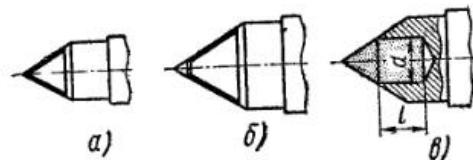


Рис. 23. Центры повышенной износостойкости:
а — с конусом Морзе № 2 и 3, б — с конусом Морзе № 4, 5, 6, в — со вставкой из твердого сплава

29. Размеры 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 масленики 1 через канал в корпусе и канавки А поступает на рабочую поверхность конуса.

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

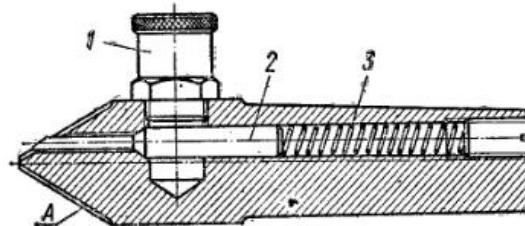


Рис. 24. Задний центр с постоянной смазкой:
1 — масленика, 2 — плунжер, 3 — пружина

На рис. 25 показана конструкция врачающегося 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 врачающийся 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.

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

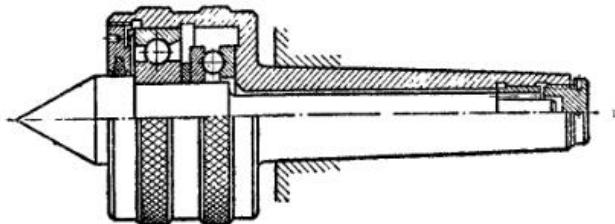


Рис. 25. Вращающийся центр для легких радиальных нагрузок

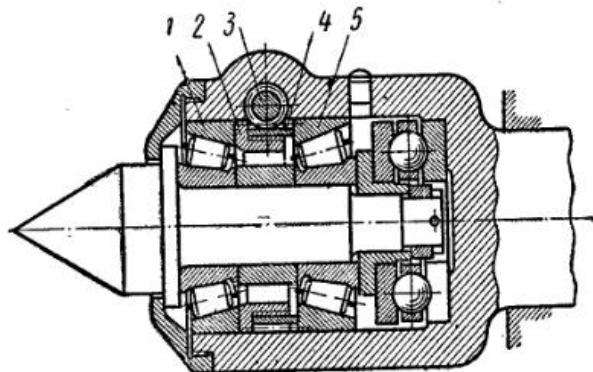


Рис. 26. Вращающийся центр повышенной точности
1 и 5 — подшипники, 2 — кольцо, 3 — червяк, 4 — червячное колесо

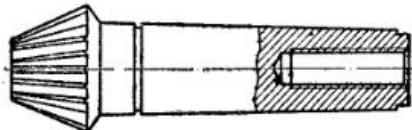


Рис. 27. Передний центр с рифленой боковой поверхностью

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

внутри которой находятся шайбы 6 и 7. Эти шайбы имеют по два полуколындрических 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 сминые. Диаметр их должен быть несколько меньше диаметра конца обрабатываемой заготовки. Пружина 2 должна быть отрегулирована пробкой 1 на усилие около 30 кгс.

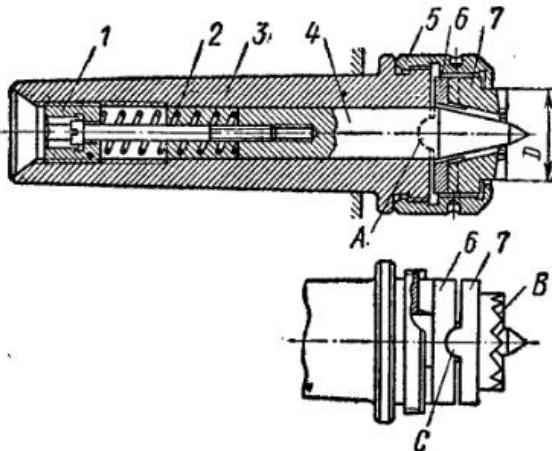


Рис. 28. Центр-поводок:
1 — пробка, 2 — пружина, 3 — корпус, 4 — подвижной центр, 5 — втулка, 6, 7 — шайбы

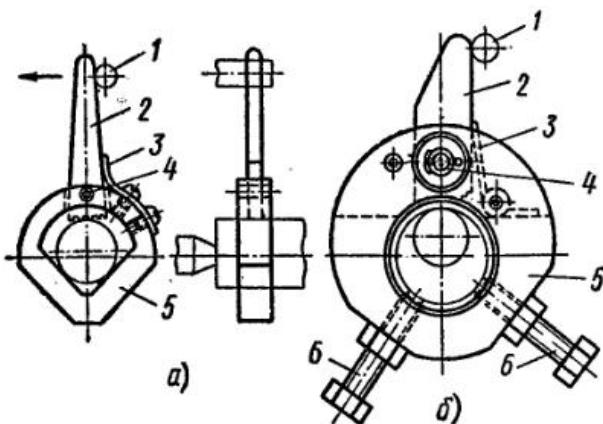


Рис. 29. Самосхватывающие хомутки:
а — простой, б — универсальный; 1 — палец поводковой планшайбы, 2 — кулачок, 3 — пружина, 4 — ось, 5 — корпус, 6 — регулировочные винты

Центр-поводок применяется совместно с задним вращающимся центром.

Для легких токарных работ применяют самозахватывающие хомутики (рис. 29). После установки хомутика (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 хомутике, передавая валу вращение шпинделя. Изображенный на рис. 29, б хомутик является универсальным, так как позволяет закреплять заготовки различных диаметров благодаря регулировке при помощи винтов 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 паклонные кулачки 4, форма рабочих поверхностей которых выбирается в соответствии с формой обрабатываемой заготовки.

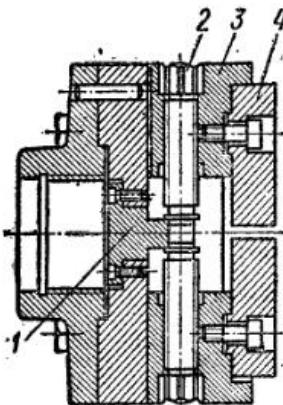


Рис. 30. Двухкулачковый патрон ручного действия:
1 — подшипник, 2 — винт,
3 — кулачок основной, 4 — кулачок накладной

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.

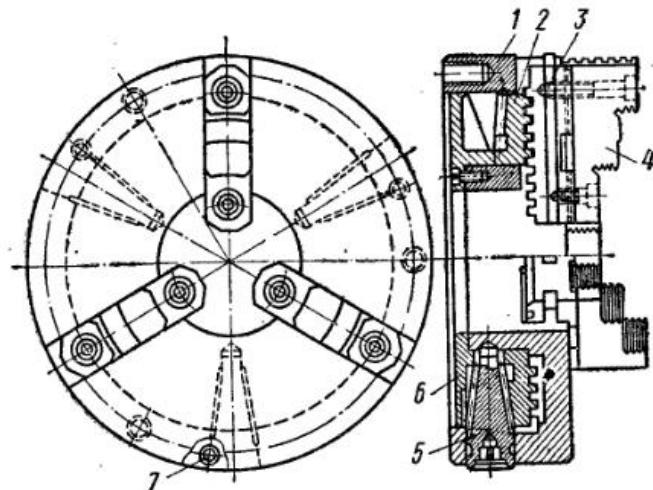


Рис. 31. Универсальный трехкулачковый патрон:
1 — корпус, 2 — коническая шестерня со спиралью, 3 — рейка,
4 — кулачки, 5 — зубчатое колесо, 6 — крышка, 7 — шпилька

На рис. 32 показан трехкулачковый самоцентрирующий патрон, который приводится в действие от быстродействующего привода через тягу, проходящую в отверстие в шпинделе (тяга 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. Индивидуальный привод кулачков дает возможность сцентрировать заготовки произвольной формы.

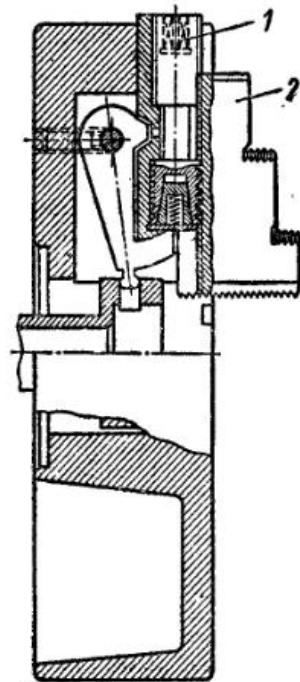


Рис. 32. Трехкулачковый быстродействующий патрон:
1 — винт, 2 — сменный кулачок

На рис. 34, а показан цанговый патрон для закрепления заготовки с небольшими размерами. При навертывании на корпус патрона гайки 1 цанги 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.

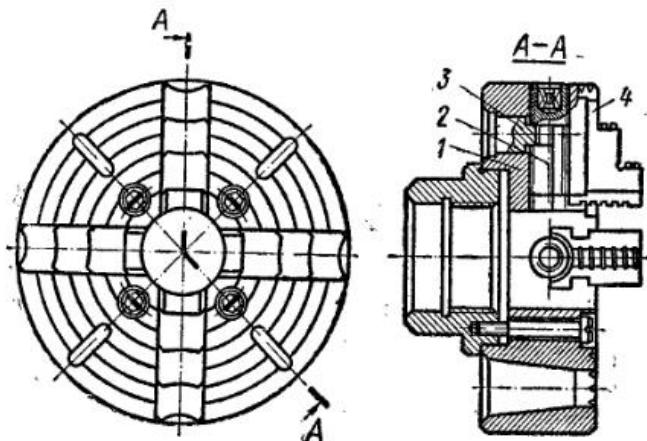


Рис. 33. Универсальный четырехкулачковый патрон:
1 — корпус, 2 — винт, 3 — центрирующая опора, 4 — кулачок

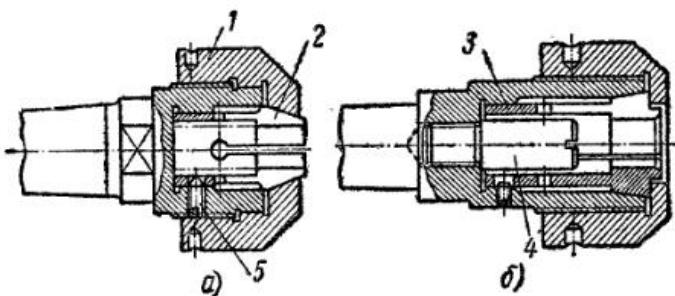


Рис. 34. Цанговые патроны:
а — для обработки с невысокой точностью, б — для обработки с повышенной точностью; 1 — гайка, 2, 3 — цанги, 4, 5 — винты

Роликовый самозажимный патрон показан на рис. 35. Внутренняя поверхность корпуса 4 имеет три участка *A*, *B* и *C*, обработанные 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 *D*. Угол поворота втулки ограничен винтом, ввернутым в корпус. После установки заготовки втулку 2 поворачивают так, чтобы ролики, перекатываясь по поверхностям *A*, *B*, *C*, 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.

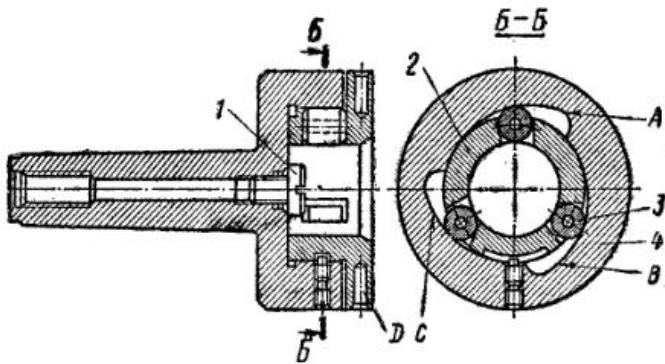


Рис. 35. Роликовый самозажимный патрон:
1 — упор, 2 — втулка, 3 — ролик, 4 — корпус

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 *A*. Заготовка закрепляется шайбой 1 с вырезом и гайкой 2. Диаметр D_2 оправки выполняется по скользящей посадке 2-го класса точности. Эксцентризитет установки заготовки лежит в пределах зазора между отверстием в заготовке и диаметром D_2 оправки.

Быстро действующая 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 A стержня 6, а левый — конусом B корпуса 7. При этом происходит закрепление 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 B или конусе A.

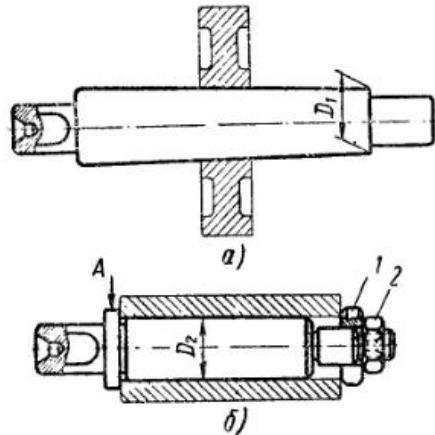


Рис. 36. Цельные оправки:
а — конусная, б — цилиндрическая; 1 — шайба,
2 — гайка

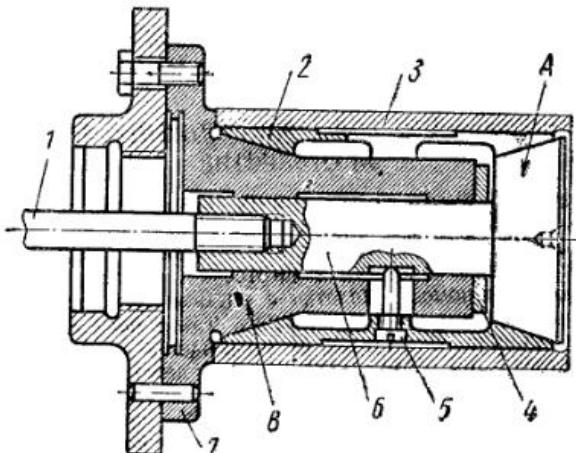


Рис. 37. Раздвижная оправка:
1 — тяга, 2 — цанга, 3 — закрепляемая заготовка, 4 — кольцо,
5 — винт, 6 — стержень, 7 — корпус

В первом случае левая стенка шпоночного паза в стержне 6, дойдя до винта 5, потянет за собой цангу и сдвинет ее с конуса B; во втором — винт 5 упрется в правую стенку отверстия в корпусе 7 оправки, цанга остановится и конус A 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 шпиндель станка. Для зажима заготовки служат три кулачка 3, расположенные под углом 120° в отверстии корпуса оправки и выдвигаемые тремя клиновыми пазами втулки 4. Втулка перемещается тягой 5 от пневматического привода. Возврат кулачков 3 в исходное положение при освобождении заготовки (детали) осуществляют пружинные кольца 6.

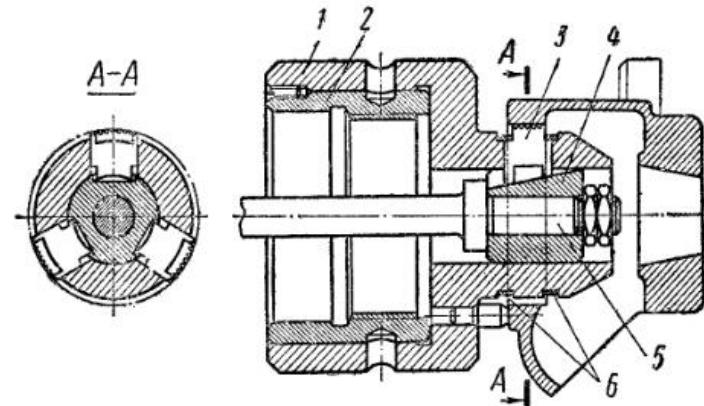


Рис. 38. Трехкулачковая разжимная оправка:
1 — корпус, 2 — втулка, 3 — кулачок, 4 — втулка с клиновыми пазами,
5 — тяга, 6 — пружинное кольцо

ГЛАВА 6

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 системы станок—приспособление—инструмент—деталь (СПИД);
- 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 (смятие поверхностей, находящихся под зажимами). Сильно деформируются пустотелые заготовки с малой жесткостью (втулки, трубы, кольца и т. п.), поэтому они должны закрепляться зажимами с большим плотно прилегающими поверхностями. Так как при чистовой обработке сила резания меньше, чем при черновой, рекомендуется разделение 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 обтирочных 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. 30 даны рекомендации по выбору измерительного инструмента в зависимости от величины допуска на размер.

30. Выбор измерительного инструмента

Допуск на размер, мм	Измерение вала		Цена деления инструмента, мм
	Инструмент	Измерение отверстия	
0,5 и более	Штангенциркуль	Штангенциркуль	0,1
0,25—0,5	Штангенциркуль	Штангенциркуль	0,05
0,05—0,25	Микрометр	Микрометрический штихмас	0,01
0,01—0,05	Чувствительно-рычажный микрометр	Индикаторный индикаторный	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 центральным гнездам на жесткие центры или жесткий передний и врачающийся задний. При этом погрешности базирования равны:

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

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

Для центров с углом 60° значения $\Delta \varphi$ рекомендуется принимать по табл. 31.

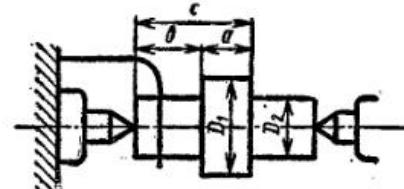


Рис. 39. Схема базирования по центральным гнездам на жесткие центры или жесткий передний и врачающийся задний

31. Рекомендуемые значения ΔU

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

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

$$\epsilon_{D_1} = 0; \quad \epsilon_{D_2} = 0; \quad \epsilon_a = 0; \quad \epsilon_b = 0; \quad \epsilon_c = 0;$$

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

$$\epsilon_D = 0; \quad \epsilon_L = 0.$$

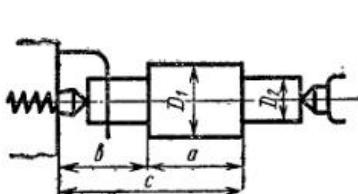


Рис. 40. Схема базирования по центральным гнездам при плавающем переднем и жестком заднем вращающемся центрах

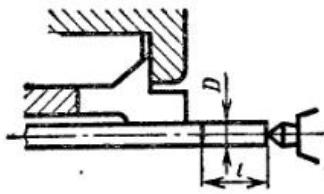


Рис. 41. Схема базирования по внешней поверхности с установкой в зажимной цанге по упору

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

$$\epsilon_D = 0; \quad \epsilon_d = 0; \quad \epsilon_a = 0; \quad \epsilon_b = 0.$$

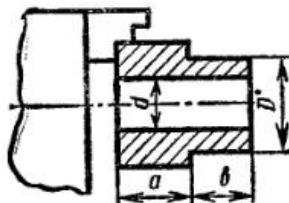


Рис. 42. Схема базирования по внешнему контуру и торцу с установкой в трехкулачковом самоцентрирующем патроне

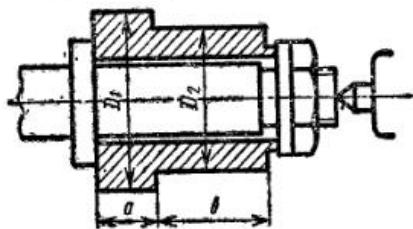


Рис. 43. Схема базирования по отверстию с установкой на оправку с прижимной гайкой

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

$$\epsilon_{D_1} = S_{\min} + \delta_b + \delta_A; \quad \epsilon_{D_2} = S_{\min} + \delta_b + \delta_A,$$

где S_{\min} — минимальный гарантированный зазор; δ_b — допуск на размер оправки; δ_A — допуск на размер базового отверстия.

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

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

При установке оправки на жесткий центр погрешности базирования будут равны:

$$\epsilon_a = \Delta U; \quad \epsilon_b = 0.$$

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

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

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 практической 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 отчета 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.

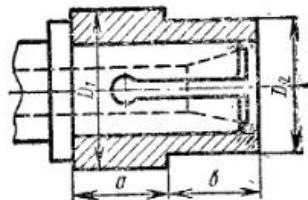


Рис. 44. Схема базирования с установкой по отверстию на разжимную или жесткую оправку с натягом

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.

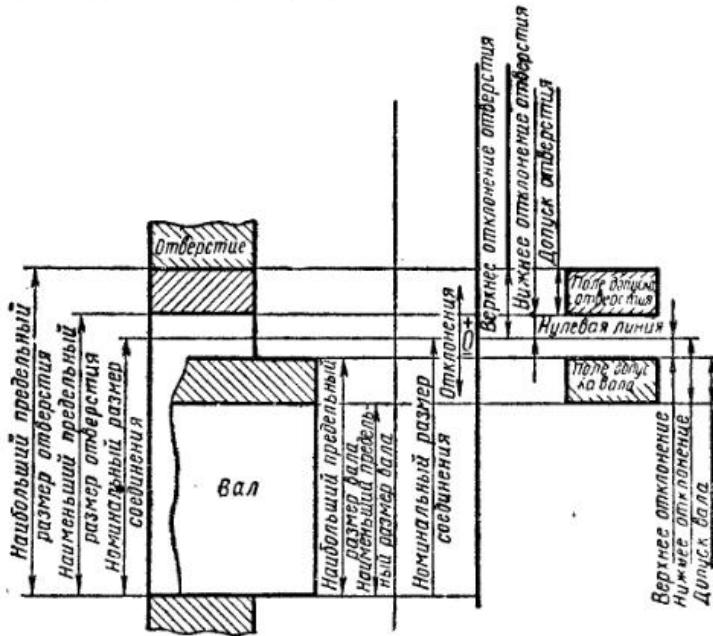


Рис. 45. Графическое изображение размеров, отклонений и допусков

Полем 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 вверху, нижнее — внизу. Например:

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

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.

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. 32—43).

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 путем изменения предельных отклонений 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 путем изменения 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 А и В (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.

Система отверстия.

32. Отклонения отверстия и вала 1-го класса точности

Номинальные диаметры, мм	Отверстие				Вал				Отклонения, мкм			
	A_1		Γ_1		T_1		H_1		C_1		Δ_1	
	n_B	b_H	n_B	b_H	n_B	b_H	n_B	b_H	n_B	b_H	n_B	b_H
От 1 до 3	0	+6	+10	+6	+8	+4	+5	+1	+2	-2	0	-4
Св. 3 » 6	0	+8	+13	+8	+10	+5	+6	+1	+3	-2	0	-5
» 6 » 10	0	+9	+16	+9	+12	+6	+8	+2	+4	-3	0	-6
» 10 » 18	0	+11	+20	+11	+15	+7	+10	+2	+5	-3	0	-8
» 18 » 30	0	+13	+24	+13	+17	+8	+12	+2	+6	-3	0	-9
											-7	-16
											-20	-33

» 30 » 50	0	+15	+28	+26	+20	+9	+14	+2	+7	-4	0	-11	-9	-20	-25	-41
» 50 до 80	0	+18	+33	+19	+24	+10	+16	+3	+8	-5	0	-13	-10	-23	-30	-49
» 80 » 120	0	+21	+38	+23	+28	+12	+19	+3	+9	-6	0	-15	-12	-27	-36	-58
» 120 » 180	0	+24	+45	+26	+32	+14	+22	+4	+10	-7	0	-18	-14	-32	-43	-68
» 180 » 260	0	+27	+52	+30	+36	+16	+25	+4	+11	-8	0	-20	-16	-36	-50	-79
» 260 » 360	0	+30	+58	+35	+40	+18	+28	+4	+13	-9	0	-22	-18	-40	-56	-88
» 360 » 500	0	+35	+65	+40	+45	+20	+32	+5	+15	-10	0	-25	-20	-45	-68	-108

Примечание. Поля допусков C_1 являются полями допусков предпочтительного применения.

33. Отклонения отверстия и вала 2-го класса точности

Номинальные диаметры, мм	Отверстие				Вал			
	A	Г	Т	Н	П	Ш	С	
	B _H							
От 1 до 3	+10 0	+13 +6	+10 +4	+7 +1	+3 -3	0 -6		
Cв. 3 » 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		
» 30 » 50	+27 0	+35 +18	+27 +9	+20 +3	+8 -8	0 -17		
» 50 » 80	+30 0	+40 +20	+30 +10	+23 +3	+10 -10	0 -20		
» 80 » 120	+35 0	+45 +23	+35 +12	+26 +3	+12 -12	0 -23		
	-	-	-	-	-	-	-	

Номинальные диаметры, мм	Отверстие				Вал			
	D	X	L	III	ТХ			
	B _H							
» 120 » 180	+40 0	+52 +25	+40 +13	+30 +4	+14 -14	0 -27		
» 180 » 260	+45 0	+60 +30	+45 +15	+35 +4	+16 -16	0 -30		
» 260 » 360	+50 0	+70 +35	+50 +15	+40 +4	+18 -18	0 -35		
» 360 » 500	+60 0	+80 +40	+60 +20	+45 +5	+20 -20	0 -40		
	-	-	-	-	-	-	-	-

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм				
	Вал				
	B _H	B _H	B _H	B _H	
От 1 до 3	-3 -9	-8 -18	-12 -25	-18 -35	-60 -74

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм					
	Вал		Ш		ТХ	
Д	Х	Л	Вн	Вн	Вн	Вн
Св. 3 до 6	-4 -12	-10 -22	-17 -35	-25 -45	-70 -88	
» 6 » 10	-5 -15	-13 -27	-23 -45	-35 -60	-80 -102	
» 10 » 18	-6 -18	-16 -33	-30 -55	-45 -75	-95 -122	
» 18 » 30	-8 -22	-20 -40	-40 -70	-60 -95	-110 -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	
» 220 » 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	

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

34. Отклонения отверстия и вала класса точности 2a

Номинальные диаметры, мм	Отверстие				Вал				Отклонения, мкм
	A_{2a}	Γ_{2a}	T_{2a}	H_{2a}	Π_{2a}	C_{2a}	X_{2a}		
n_B	B_H	B_H	B_H	B_H	B_H	B_H	B_H		B_H
От 1 до 3	0 +14	+15 +6	-	+10 +1	+7 -2	0 -9	-6 -20		
Св. 3 » 6	0 +18	+20 +8	+16 +4	+13 +1	+9 -3	0 -12	-10 -28		
» 6 » 10	0 +22	+25 +10	+21 +6	+16 +1	+10 -5	0 -15	-13 -35		
» 10 » 18	0 +27	+30 +12	+25 +7	+19 +1	+12 -6	0 -18	-16 -43		
» 18 » 30	0 +33	+36 +15	+29 +8	+23 +2	+13 -8	0 -21	-20 -53		

6 850	» 30 » 50	0 +39	+42 +17	+34 +9	+27 +2	+15 -10	0 -25	-25 -64
» 50 » 80	0 +46	+50 +20	+41 +11	+32 +2	+18 -12	0 -30	-30 -76	
» 80 » 120	0 +54	+58 +23	+48 +13	+38 +3	+20 -15	0 -35	-36 -90	
» 120 » 180	0 +63	+67 +27	+55 +15	+43 +3	+22 -18	0 -40	-43 -106	
» 180 » 260	0 +73	+78 +31	+64 +17	+51 +4	+24 -23	0 -47	-50 -122	
» 260 » 360	0 +84	+90 +36	+74 +20	+58 +4	+27 -27	0 -54	-56 -137	
» 360 » 500	0 +95	+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.

35. Отклонения отверстия и вала классов точности 3 и 3а

Номинальные диаметры, мм	3-й класс						Отклонения, мм	
	Отверстие			Вал			Отверстие A _{2a}	Задан вал C _{2a} B _H
	A _s	C _s	B _H	X _s	B _H	Ш _s		
От 1 до 3	0 +20	0 -20		-7 -32		-17 -50	0 +40	0 -40
C _B . 3 » 6	0 +25	0 -25		-11 -44		-25 -65	0 +48	0 -48
» 6 » 10	0 +30	0 -30		-15 -55		-35 -85	0 +58	0 -58
» 10 » 18	0 +35	0 -35		-20 -70		-45 -105	0 +70	0 -70
» 18 » 30	0 +45	0 -45		-25 -85		-60 -130	0 +84	0 -84
<hr/>								
» 30 » 50	0 +50	0 -50		-32 -100		-75 -160	0 +100	0 -100
» 50 » 80	0 +60	0 -60		-40 -120		-95 -195	0 +120	0 -120
» 80 » 120	0 +70	0 -70		-50 -140		-120 -235	0 +140	0 -140
» 120 » 180	0 +80	0 -80		-60 -165		-150 -285	0 +160	0 -160
» 180 » 260	0 +90	0 -90		-75 -195		-180 -330	0 +185	0 -185
» 260 » 360	0 +100	0 -100		-90 -225		-210 -380	0 +215	0 -215
» 360 » 500	0 +150	0 -120		-105 -255		-250 -440	0 +250	0 -250

Приложение. Поля допусков A_s, C_s, X_s, Ш_s, А_{2a} являются полями допусков предпочтительного применения.

36. Отклонения отверстия и вала 4-го и 5-го классов точности

Номинальные диаметры, мм	4-й класс						5-й класс					
	Отверстие			Вал			Отверстие			Вал		
	A ₁	C ₄	X ₄	J ₄	Ш ₄	A ₅	C ₅	X ₅	B _H	B _N	B _H	B _N
н _в	B _H	B _N		B _H	B _N							
От 1 до 3	+60	0	-60	-30	-90	-60	-120	-180	0	+120	0	-60
Св. 3 » 6	+80	0	-80	-40	-120	-80	-160	-240	0	+160	0	-80
» 6 » 10	+100	0	-100	-50	-150	-100	-200	-300	0	+200	0	-100
» 10 » 18	+120	0	-120	-60	-180	-120	-240	-360	0	+240	0	-120
» 18 » 30	+140	0	-140	-70	-210	-140	-280	-420	0	+280	0	-140
												-360
												-420

» 30 » 50	+170	0	-170	-80	-250	-170	-340	-340	0	+340	0	-340
» 50 » 80	+200	0	-200	-100	-300	-200	-400	-400	0	+400	0	-400
» 80 » 120	+230	0	-230	-120	-350	-230	-460	-460	0	+460	0	-460
» 120 » 180	+260	0	-260	-130	-400	-260	-530	-530	0	+530	0	-530
» 180 » 260	+300	0	-300	-150	-450	-300	-600	-600	0	+600	0	-600
» 260 » 360	+340	0	-340	-170	-500	-340	-680	-680	0	+680	0	-680
» 360 » 500	+380	0	-380	-190	-570	-380	-760	-760	0	+760	0	-760

Причесание. Поля допусков A₄, C₄, X₄, A₅, X₅, C₅ являются полями допусков предпочтительного ряда.

Система отверстия. Прессовые посадки

37. Отклонения отверстия и вала 1-го и 2-го классов точности

Номинальные диаметры, мм	1-й класс				2-й класс			
	Отверстие		Вал		Отверстие		Вал	
	A ₁	B _H	Пр ₁	Пр ₂	A	B _H	Гр	B _H
Or 1 до 3	+6	+17	+12	+20 +15	+10	0	+27 +17	+18 +22
Cв. 3 » 6	+8	+20	+15	+24 +19	+13	0	+33 +20	+23 +15
» 6 » 10	+9	+25	+19	+29 +23	+16	0	+39 +23	+28 +18
» 10 » 18	+11	+31	+23	+36 +28	+19	0	+48 +29	+34 +22
» 18 » 30	+13	+37	+28	+44 +35	+23	0	+62 +39	+42 +28
								+39 +25

+15	+45	+54	+27	+77	+52	+47
» 30 » 40	0	+34	+43	0	+87	+50
» 40 » 50	0	+34	+43	0	+60	+35
+18	+54	+66	+30	+105	+75	+65
» 50 » 65	0	+41	+53	0	+120	+90
» 65 » 80	0	+56	+72	+59	0	+45
+21	+66	+86	+35	+140	+105	+85
» 80 » 100	0	+51	+71	0	+160	+125
» 100 » 120	0	+69	+54	0	+190	+150
+24	+83	+94	+40	+220	+180	+25
» 120 » 140	0	+65	+118	0	+110	+80
» 140 » 150	0	+86	+126	0	+225	+95
» 150 » 160	0	+68	+108			+58
» 160 » 180	0	+86	+68			+85

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм					
	1-й класс			2-й класс		
	Отверстие A ₁	Вал B _H	Гр Пр2 ₁	Отверстие A	Вал B _H	Гр Пр
Св. 180 до 220	—	—	—	+45	+260 +215	+145 +115
» 220 » 260	—	—	—	0	+300 +255	+165 +135
» 260 » 310	—	—	—	+50	+350 +300	+195 +160
» 310 » 360	—	—	—	0	+400 +350	+220 +185
» 360 » 440	—	—	—	+60	+475 +415	+260 +220
» 440 » 550	—	—	—	0	+545 +485	+300 +260

Примечание. Для явлется полями допусков предпочтительного ряда.

38. Отклонения отверстия и вала классов точности 2а и 3

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм					
	2а класс			3-й класс		
	Отверстие A _{2а}	Вал B _H	Гр ² _{2а}	Отверстие A ₃	Вал B _H	Гр ² ₃
От 1 до 3	+14 0	+24 +15	+32 +18	+20 0	—	—
Св. 3 » 6	+18 0	+31 +19	+41 +23	+25 0	+55 +30	—
» 6 » 10	+22 0	+38 +23	+50 +28	+30 0	+65 +35	+70 +40
» 10 » 18	+27 0	+46 +28	+60 +33	+35 0	+75 +40	+80 +45
» 18 » 24	+33 0	+56 +35	+74 +41	+45 0	+95 +50	+100 +55
» 24 » 30	0	+35	+81 +48	0	—	+145 +100

Номинальные диаметры, мм	2-й класс			Отклонения, мкм		
	Отверстие A_{2a}	Вал		Отверстие A_3	Вал	
		$\text{Пр}1_{2a}$	$\text{Пр}2_{2a}$		$\text{Пр}1_3$	$\text{Пр}2_3$
$\text{Св. } 30 \text{ до } 40$	0	+68	+99	+50	+110	+115
$\text{» } 40 \text{ » } 50$	+38	+43	+109	0	+60	+65
$\text{» } 50 \text{ » } 65$	+46	+83	+53	+133	+135	+165
$\text{» } 65 \text{ » } 80$	0	+89	+59	+148	+75	+90
$\text{» } 80 \text{ » } 100$	+54	+106	+71	+178	+160	+105
$\text{» } 100 \text{ » } 120$	0	+114	+79	+198	0	+125
					+90	+75
					+115	+125
					+150	+155
					+210	+150

Номинальные диаметры, мм	2-й класс			Отклонения, мкм		
	Отверстие A_{2a}	Вал		Отверстие A_3	Вал	
		$\text{Пр}1_{2a}$	$\text{Пр}2_{2a}$		$\text{Пр}1_3$	$\text{Пр}2_3$
$\text{Св. } 120 \text{ » } 140$	+63	+132	+92	+233	+80	+105
$\text{» } 140 \text{ » } 150$	+140	+140	+100	+253	0	+200
$\text{» } 150 \text{ » } 160$	0	+148	+108	+273	0	+120
$\text{» } 160 \text{ » } 180$	0	+73	+168	+308	+90	+195
$\text{» } 180 \text{ » } 220$	0	+186	+140	+356	0	+250
$\text{» } 220 \text{ » } 260$	0	+84	+222	+431	+100	+185
$\text{» } 260 \text{ » } 310$	0	+242	+170	+350	+305	+320
$\text{» } 310 \text{ » } 360$	0	+471	+390	0	+205	+370
$\text{» } 360 \text{ » } 440$	+95	+283	+220	+557	+120	+240
$\text{» } 440 \text{ » } 500$	0	+315	+252	+637	0	+395
					+360	+430
					+550	+550
					+470	+465
					+370	+465
					+670	+550
					+500	+740
					+550	+620
					+450	+360
					+320	+415
					+320	+320
					+320	+320
					+320	+320

Примечание. Поля допусков A_{2a} , $\text{Пр}1_{2a}$, $\text{Пр}2_{2a}$, A_3 являются полями допусков предпочтительного ряда.

Система вала. Подвижные и переходные посадки

39. Отклонения вала и отверстия 2-го класса точности

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

Продолжение табл. 39

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

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

40. Отклонения вала и отверстия 3-го класса точности

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

Примечание. Поля допусков B_s , C_s , X_s являются полями допусков предпочтительного применения.

41. 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_s	C_s	X_s	A_s	C_s
B_H	H^B	H^B	B_H	H^B
От 1 до 3	0 -60	0 +60	+90 +30	+120 +60
Св. 3 » 6	0 -80	0 +80	+120 +40	+180 +80
» 6 » 10	0 -100	0 +100	+150 +50	+200 +100
» 10 » 18	0 -120	0 +120	+180 +60	+240 +120
» 18 » 30	0 -140	0 +140	+210 +70	+280 +140
» 30 » 50	0 -170	0 +170	+250 +80	+340 +170

Номинальные диаметры, мм	Вал B ₄	4-й класс						5-й класс					
		Отверстие			Вал			Отверстие			Вал		
		C ₄	X ₄	J ₄	A ₆	C ₆	X ₅	B _H	n ^B	B _H	n ^B	A ₆	X ₅
Св. 50 до 80	0 —200	+200 0	+100 +300	+200 +400	+400 +600	+600 +400	+400 0	—400 0	—400 0	+400 0	+400 0	+200 +600	+200 +600
» 80 » 120	0 —230	+230 0	+120 +350	+230 +460	+460 +700	+700 +460	+460 0	—460 0	—460 0	+460 0	+460 0	+230 +700	+230 +700
» 120 » 180	0 —260	+260 0	+130 +400	+240 +530	+530 +800	+800 +530	+800 0	—530 0	—530 0	+530 0	+530 0	+260 +800	+260 +800
» 180 » 260	0 —300	+300 0	+150 +450	+300 +600	+600 +900	+900 +600	+900 0	—600 0	—600 0	+600 0	+600 0	+300 +900	+300 +900
» 260 » 360	0 —340	+340 0	+170 +500	+340 +680	+680 +1000	+1000 +680	+1000 0	—680 0	—680 0	+680 0	+680 0	+340 +1000	+340 +1000
» 360 » 500	0 —380	+380 0	+190 +570	+380 +760	+760 +1100	+1100 +760	+1100 0	—760 0	—760 0	+760 0	+760 0	+380 +1100	+380 +1100

Приложение. Поля допусков B₄, C₄, X₄, A₆, C₆ являются полями допусков предпочтительного применения.

Система вала. Прессовые посадки

42. Отклонения вала и отверстия

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

Продолжение табл. 42

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм					
	2-й класс			2а класс		
	Вал	Отверстие		Вал	Отверстие	
	B	Гр	Пр	B _{2a}	Пр ² _{2a}	H ^B
B _H		H ^B	H ^B	B _H	H ^B	
Св. 80 до 100	0	-93	-55	0	-124	
» 100 » 120	-23	-140	-85	-35	-178	
		-113	-60		-144	
		-160	-95		-198	
» 120 » 140	0	-137	-70	0	-233	-170
» 140 » 150	-27	-190	-110	-40	-253	-190
» 150 » 160		-167	-85		-210	
» 160 » 180		-220	-125		-273	
» 180 » 220	0	-200	-100	0	-308	-236
» 220 » 260	-30	-260	-145	-47	-356	-284
		-240	-120			
» 260 » 310	0	-285	-145	0	-431	-350
» 310 » 360	-35	-350	-195	-54	-471	-390
		-335	-220			
» 360 » 440	0	-395	-200	0	-557	-400
» 440 » 500	-40	-475	-260	-62	-637	-540
		-465	-300			
		-240				

Примечание. Поля допусков B, B_{2a} являются полями допусков предпочтительного применения.

Допуски 7, 8, 9-го классов точности

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

Номинальные диаметры, мм	Отклонения, мкм					
	7-й класс			8-й класс		
	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
	A ₁	B ₁	A ₈	B ₈	A ₉	B ₉
	H ^B	B _H	H ^B	B _H	H ^B	B _H
От 1 до 3	+250	0	-250	0	+400	0
					-400	-600
						0
						-750
Св. 3 » 6	+300	0	-300	0	+480	0
					-480	-750
						0
						-900
» 6 » 10	+360	0	-360	0	+580	0
					-580	-900
						0
						-1100
» 10 » 18	+430	0	-430	0	+700	0
					-700	-1100
						0
						-1300
» 18 » 30	+520	0	+520	0	+840	0
					-840	-1300
						0

Номинальные диаметры, мм	Св.	Отклонения, мкм					
		7-й класс		8-й класс		9-й класс	
		Отверстие	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
A _r		B _r	A _b	B _b	A _b	B _b	B _b
H ^B		V _H	H ^B	V _H	H ^B	V _H	V _H
30 до 50	+620	0	-620	0	+1000	0	-1000
> 50 > 80	0	+740	0	-740	0	+1200	0
> 80 > 120	0	+870	0	-870	0	+1400	0
> 120 > 180	0	+1000	0	-1000	0	+1600	0
> 180 > 260	0	+1150	0	-1150	0	+1900	0
> 260 > 360	0	+1350	0	-1350	0	+2200	0
> 360 > 500	0	+1550	0	-1550	0	+2500	0
						+1600	0
						0	-1600

ГЛАВА 7

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

ШТАНГЕНЦИРКУЛИ

Штангенциркуль — универсальный измерительный инструмент, предназначенный для измерения наружных и внутренних диаметров, длии, толщины, 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.

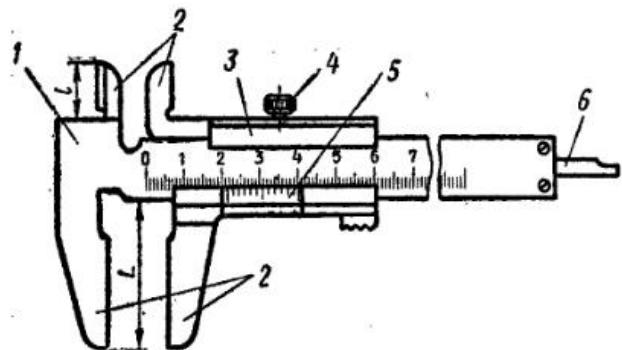


Рис. 46. Штангенциркуль типа ШЦ-I:
1 — штанга, 2 — измерительные губки, 3 — рамка, 4 — зажим
рамки, 5 — нониус, 6 — линейка глубиномера

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 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.

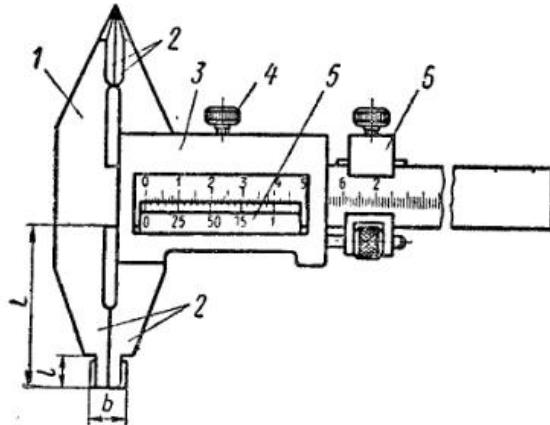


Рис. 47. Штангенциркуль типа ШЦ-II:

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

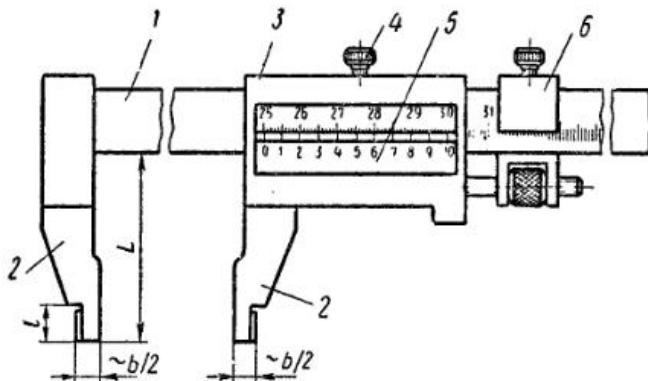


Рис. 48. Штангенциркуль типа ШЦ-III:

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

Штангенциркули могут быть изготовлены с раздельными нониусами для наружных и внутренних измерений. В таком случае на штанге 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 (ГОСТ 6507—60) и резьбовой микрометр со вставками (ГОСТ 4380—63).

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, а на другом — втулку-стебель 5, внутрь которой ввернут микрометрический винт 3. Торцы пятки и микрометрического винта являются измерительными поверхностями. На наруж-

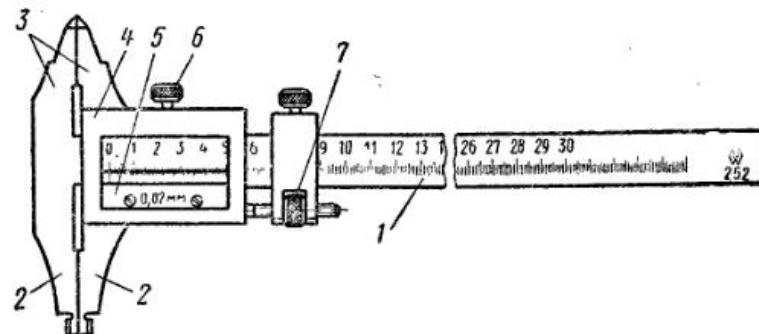


Рис. 49. Штангенциркуль с величиной отсчета 0,0 мм:

1 — штанга, 2 — измерительные губки, 3 — разметочные губки, 4 — рамка,

5 — нониус, 6 — зажим рамки, 7 — микрометрическая подача

ной 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.

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.

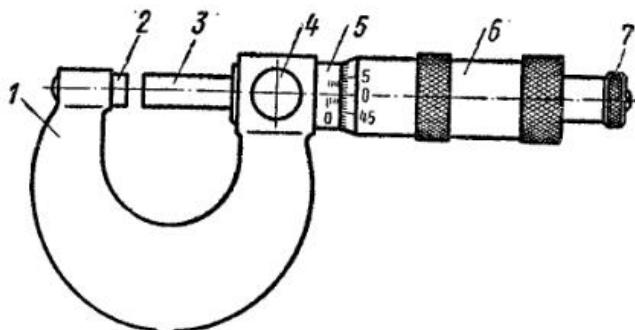


Рис. 50. Микрометр гладкий с ценой деления 0,01 мм:
1 — скоба, 2 — пятка, 3 — микрометрический винт, 4 — стопор,
5 — втулка-стебель; 6 — барабан, 7 — трещотка

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, поворачивают 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 резьбы. 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 (ГОСТ 10—58*) 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.

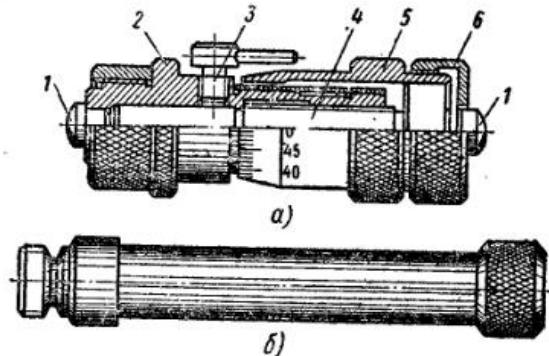


Рис. 51. Микрометрический нутромер (а) и удлинительный стержень (б):
1 — измерительная поверхность, 2 — стебель, 3 — стопор,
4 — микрометрический винт, 5 — барабан, 6 — гайка

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.

ИНДИКАТОРЫ

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

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

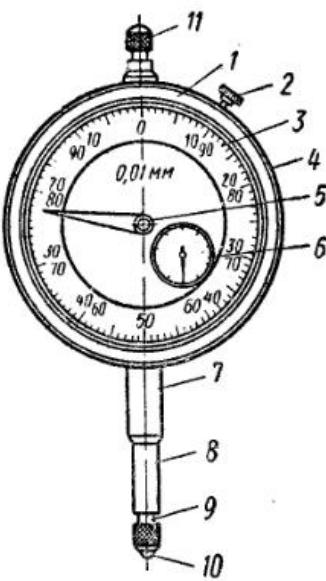


Рис. 52. Индикатор часового типа:

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

Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм малогабаритного или нормального использования 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 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

Калибры — 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) измерительных поверхности проходной и непроходной частей. Различают калибры гладкие, резьбовые, конусные и др.

Для проверки отверстий используются калибры-пробки, 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.

Калибры-скобы 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 стороной этой скобы не проходит. Скобы бывают односторонние и двусторонние, регулируемые и нерегулируемые.

Конусные калибры — втулки и калибры-пробки для контроля конических валов и отверстий имеют две предельные риски на пробки и соответствующие ступени на торце втулки для контроля наибольшего и наименьшего отверстия и вала. Угол конуса контролируется по краске, нанесенной тонким слоем на обратную сторону пробки или втулки. При повороте пробки на 45—60° на конусной поверхности отверстия краска должна равномерно стираться по всей длине пробки.

Резьбовые калибры 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.

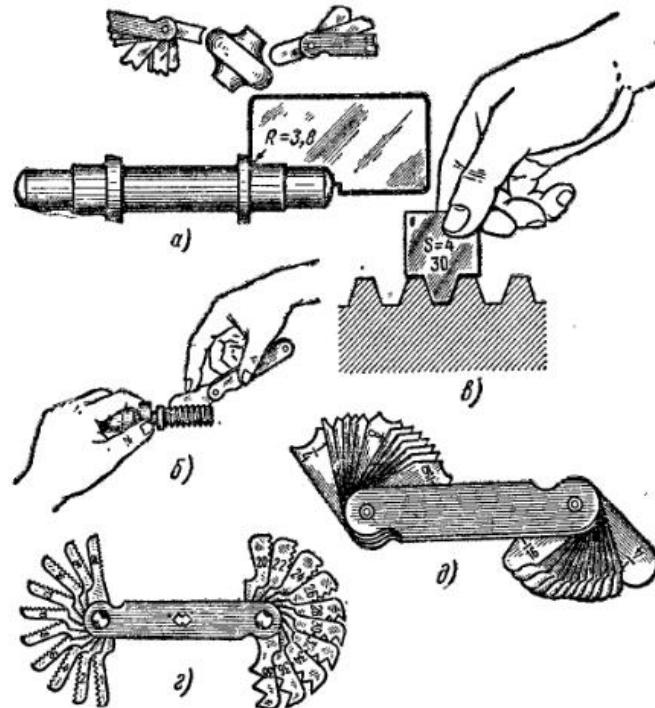


Рис. 53. Шаблоны:

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 обойме наборы стальных пластин толщиной 1 мм с точными зубьями резьбы. Шаблоны комплектуются в два набора: для метрической резьбы с углом профиля 60° и для дюймовой резьбы с углом профиля 55° . На каждой пластине указана величина шага или количество ниток на дюйм, а на накладке обоймы обозначена резьба метрическая (60°) или дюймовая (55°).

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. 44.

44. Основные размеры радиусных шаблонов (ГОСТ 4126—66)

Номера наборов	Размеры шаблонов, мм			Количество шаблонов в наборе	
	толщина	ширина	номинальный измерительный радиус	выпуклых	вогнутых
1		12	1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6	9	9
2	0,6	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 указан в табл. 45.

45. Порядок обработки валов разной точности

Класс точности	Вид обработки
5-й	Одна обточка
4-й	Черновое и чистовое обтачивание длинных деталей или одна обточка коротких деталей
3-й	Чистовое обтачивание с повышенной точностью после черновой обработки или обточка с последующим шлифованием
2-й	Черновое и чистовое обтачивание с последующим шлифованием
1-й	Черновое и чистовое обтачивание с последующим шлифованием повышенной 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 γ , уменьшается угол резания δ и задний угол α . В связи с увеличением переднего угла отделение стружки от обрабатываемого материала происходит легче, но большое уменьшение заднего угла α может привести к сильному трению задней поверхности резца о заготовку.

Если резец установлен ниже центра, уменьшается передний угол γ , увеличиваются угол резания δ и задний угол α . В связи с уменьшением переднего угла γ условия резания ухудшаются.

ПРИПУСКИ НА ОБТАЧИВАНИЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Величины припусков на черновое и чистовое обтачивание и на центровое шлифование указаны в табл. 46—48.

46. 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 чернового обтачивания в самостоятельную операцию к припускам, указанным в таблице, необходимо прибавить припуски на чистовое обтачивание (см. табл. 47). 2. Полученный диаметр заготовки округляется до ближайшего размера проката по ГОСТу.

47. 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

48. Припуски на обтачивание под центровое шлифование сырых валов

Диаметр детали, мм	Припуски (мм) на диаметр при длине детали, мм					Допуск по B_4
	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 Б (рис. 54, б) применяются для деталей, многократно устанавливаемых при обработке на станке, и деталей, которые в процессе эксплуатации подвергаются ремонту шлифованием, и т. д.

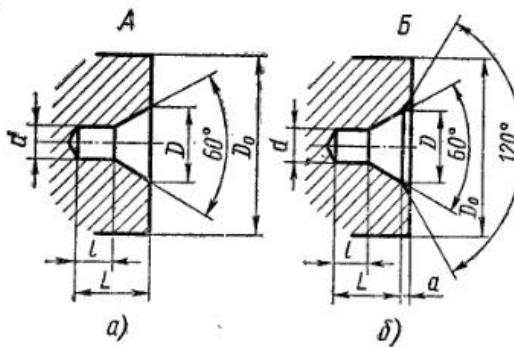


Рис. 54. Формы центровых отверстий:
а — форма А (без предохранительного конуса),
б — форма Б (с предохранительным конусом)

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 различны. Размеры центровых отверстий приведены в табл. 49.

49. Размеры центровых отверстий

Диаметр заготовки, мм	Размеры отверстия, мм					Наименьший диаметр концевой шейки D_a , мм
	D	d	L	t	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 проходов 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 степени 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 рекомендуется выбирать для данных условий обработки максимально возможную. Величина подачи при черновом точении зависит от обрабатываемого материала, жесткости СПИД, 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. 50—53.

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. 54—66, а число оборотов в минуту обрабатываемой заготовки — по табл. 67.

Подачи

50. 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
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	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 выше 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.

51. 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

Продолжение табл. 51

Приимечания: 1. Значения подач даны для резцов со вспомогательным углом в плане $\phi_1=10+15^\circ$, при уменьшении последнего до 5° значения подач могут быть повышенены 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 σ_b до 50 кгс/мм² коэффициент 0,7; при σ_b от 50 до 70 кгс/мм² — 0,75; при σ_b от 70 до 90 кгс/мм² — 1,0; при σ_b от 90 до 110 кгс/мм² — 1,25. 3. При обработке стали твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой ($\phi_1=0$) 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 $v\geq 100$, $t=0,4+0,6$, $s=2+3$.

52. Подача при черновом обтачивании стали и чугуна минералокерамическими резцами

Обрабатываемый материал	Название	Механические свойства	Главный угол в плане ϕ , град	Подачи (мм/об) при глубине резания, мм		
				2	4	7
Сталь	$\sigma_b \leq 75$ кгс/мм ²	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 ²	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	

53. Подачи при чистовом обтачивании стали и чугуна минералокерамическими резцами

Обрабатываемый материал	Класс шероховатости	Вспомогательный угол в плане ϕ_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
	6	10—15	0,40—0,45	0,45—0,50
	5	≥5	0,25—0,30	0,33—0,37
Чугун	5	5	0,25—0,30	0,35—0,55
	6	10—15	0,20—0,25	0,30—0,50
	6	≥5	0,12—0,25	0,15—0,30

Приимечание. В зависимости от прочности обрабатываемого материала величину подачи находят умножением на поправочный коэффициент: при σ_b до 50 кгс/мм² коэффициент 0,70; при σ_b от 50 до 70 кгс/мм² — 0,75; при σ_b от 70 до 90 кгс/мм² — 1,00; при σ_b от 90 до 110 кгс/мм² — 1,25.

Скорость резания при обработке резцами с пластинками из твердого сплава

54. 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

Приимечания: 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/мм²; материал резца — твердый сплав T15K6; главный угол в плане $\phi=45^\circ$. 2. Для измененных условий работы см. поправочные коэффициенты в табл. 56.

55. 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

Приимечание. Поправочные коэффициенты см. в табл. 56.

56. Поправочные коэффициенты к таблицам скорости резания твердосплавными резцами

Стойкость резца	Обработка стали и чугуна резцом $\varphi_1 > 0$	T , мин	30	45	60	90	120	180
		K_1	1,15	1,06	1,00	0,92	0,87	0,80
Обработка стали рез- цами $\varphi_1 = 0$	T , мни	20	30	45	60	75	90	—
	K_1	1,16	1,08	1,00	0,95	0,91	0,88	—
Обрабаты- ваемый материал	Сталь	σ_B , кгс/мм ²	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
	Чугун	K_2	1,65	1,35	1,15	1,00	0,88	0,75
Обрабатываемая поверхность		Состояние	Без корки	C коркой	C загрязненной поверхностью			
Материал резца	Обработка стали	K_3	1,00	0,80—0,85	0,75	0,50—0,60		
	Обработка чугуна	Марка	T30K4	T15K6T	T15K6	T14K8	T5K10	
Главный угол в плане резца	Обработка стали	K_4	1,40	1,15	1,00	0,80	0,65	
	Обработка чугуна	Марка	BK2	BK3	BK6	BK8		
	Обработка стали	K_5	1,20	1,15	1,00	0,83	—	
	Обработка чугуна	Ф	30°	45°	60°	75°	90°	
	Обработка стали	K_6	1,13	1,00	0,92	0,86	0,81	
	Обработка чугуна	Ф	30°	45°	60°	75°	90°	

57. 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	—

Приложение. Поправочные коэффициенты см. в табл. 56.

58. 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

Приложение. Поправочные коэффициенты см. в табл. 56.

59. 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	—

Приложение. Поправочные коэффициенты см. в табл. 56.

60. 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

Приложение. Поправочные коэффициенты см. в табл. 56.

Скорость резания при обработке быстрорежущими резцами

61. Скорость резания при обтачивании стали

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

Примечание: 1. Значения скорости резания v даны для следующих условий: работа без охлаждения, стойкость резца 60 мин, материал резца Р18, главный угол в плане $\varphi=45^\circ$, радиус закругления $r=2—3$ мм, обработка без корки, сечение резца 20×30 , предел прочности обрабатываемой углеродистой стали $\sigma_B=70+90$ кгс/мм², хромистой — 90—110 кгс/мм², хромоникелевой — 90—110 кгс/мм². 2. Для измененных условий работы см. поправочные коэффициенты в табл. 64.

62. 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. 64.

63. 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.

64. Поправочные коэффициенты на скорость резания

В зависимости от обрабатываемого материала — K_1

K_1 для углеродистой стали при σ_B , кгс/мм ²	K_1 для хромистой стали при σ_B , кгс/мм ²	K_1 для хромоникелевой стали при σ_B , кгс/мм ²						
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 HV			Для ковкого чугуна при HV		
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 σ_B , кгс/мм ²	Для латуни при σ_B , кгс/мм ²	Для алюминия при HV			
До 30	Св. 30	22—36	36—48	60—80	80—100
1,3	1	1,28	1	1,24	1

Продолжение табл. 64

В зависимости от стойкости резца — K_2

К 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	К ₃ при сечении резца, мм ²						
	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	К ₄ при главном угле в плане ϕ , 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

К ₅ при σ_B , кгс/мм ²		
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

Ковкий чугун при HB			Латунь при σ_B , кгс/мм ²		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

65. 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 углеродистых	Пределы прочности при растяжении обрабатываемой стали		Главный угол в плане резца
	легированных	стали	
T, мин	K_1	T, мин	K_1
15	1,39	15	1,51
30	1,18	30	1,23
60	1,00	60	1,00
90	0,91	90	0,88
120	0,85	120	0,81
180	0,77	180	0,72
			σ_B , кгс/мм ²
			K_2
			Φ , град
			K_3

66. 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	240	210

Продолжение табл. 66

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	HB	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	Φ , град K_4	45 1,00	60 0,70	90 0,60		

Выбор числа оборотов в минуту шпинделя

67. Число оборотов в минуту обрабатываемой заготовки в зависимости от ее диаметра и скорости резания

Диаметр, мм	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	96	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

Продолжение табл. 67

Диаметр, мм	n (об/мин) при скорости резания, м/мин								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
450	3,5	7	11	14	18	21	25	28	32
500	3,2	6	10	13	16	19	22	26	29
Диаметр, мм	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	1069
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
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. 68.

68. 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. 69, 70.

69. 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 — для мягких.

70. Подачи при чистовом подрезании торцов и уступов

Класс шероховатости поверхности	Глубина резания, мм	Подачи (мм/об) при диаметре обрабатываемой заготовки, мм						
		до 30	31—60	61—100	101—150	151—300	301—500	св. 500
4	До 2	0,08—0,15 0,02	0,15—0,25 0,3	0,25—0,3 0,4	0,3—0,4 0,5	0,35—0,4 0,7	0,4—0,45 0,8	0,45—0,5 0,9

Примечание. Меньшие подачи 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. 54—67) умножить на коэффициент 0,8, при подрезании проходными резцами — умножить на коэффициент 1,2.

ВЫТАЧИВАНИЕ НАРУЖНЫХ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИЕ ОТРЕЗНЫМИ РЕЗЦАМИ

Ширину резца, величины подачи и скорости резания при работе отрезными резцами выбирают по табл. 71—73.

71. Выбор ширины резца и подачи при работе отрезными резцами

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

Примечание: 1. Большие значения подач 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 нежестком закреплении заготовки и при работе с ручной подачей табличные значения подач 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.

72. Скорость резания при отрезании резцами из быстрорежущей стали

Подача, мм/об	Скорости резания (м/мин) для материалов при ширине резца, мм									
	Сталь при σ_b , кгс/мм ² (работа с охлаждением)					Чугун серый при HB 190 (работа без охлаждения)				
	углеродистая		хромоникелевая							
	$\sigma_b = 45$	75	85	85	75	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	—

73. 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	σ_b , кгс/мм ²					
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
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 системы СПИД.

На рис. 55 приведена схема жесткого выглаживания валика 1. Выглаживатель 2 с помощью винта 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.

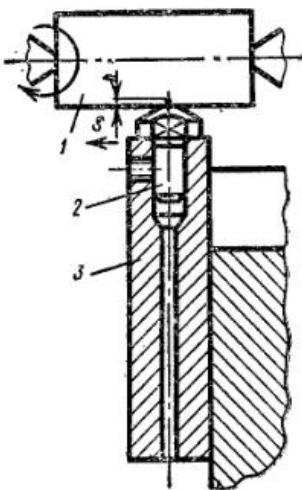


Рис. 55. Схема жесткого выглаживания

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 колеблются 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 системы СПИД.

Глубину внедрения выглаживателя выбирают по формуле

$$h = 1,1 - 1,3 R_{z_{\text{всх}}},$$

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

При работе на станках обычной точности упругие отжатия системы СПИД 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.

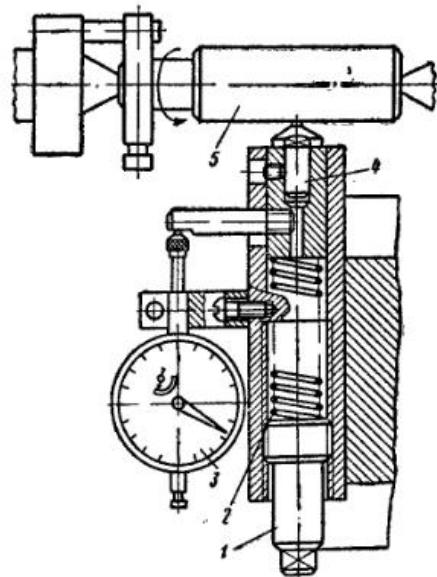
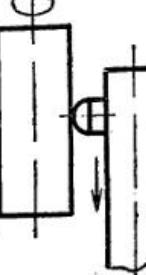
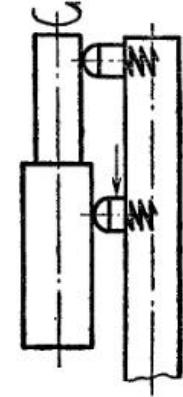


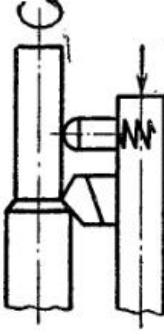
Рис. 56. Схема выглаживания пружиной державкой конструкции Г. И. Чекина

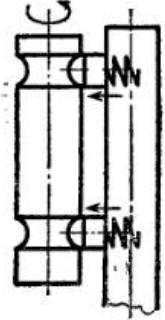
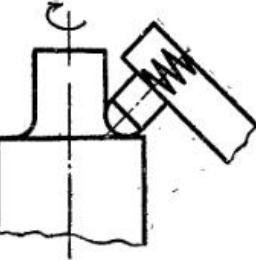
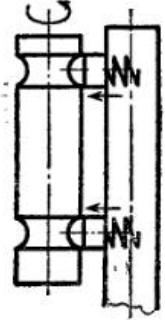
Настройку производят в следующем порядке. Предварительно сжимают пружину и по контрольной шкале устанавливают нужную силу выглаживания, с помощью поперечного суппорта выглаживатель подводят до касания с обрабатываемой поверхностью и устанавливают натяг 0,2—0,3 мм по индикатору. Одновременно включают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

В табл. 74 приведена классификация основных способов выглаживания наружных поверхностей.

Способ обработки	Назначение	Форма выглаживателя	Эскиз обработки	
			Упругие выглаживатели	Жесткие выглаживатели
Упругие выглаживатели	Отделка, упрочнение	Сфера, цилиндр, тор	  	 Сфера, цилиндр, тор
Жесткие выглаживатели	Калибрование, отделка, упрочнение	Калибрование, отделка, упрочнение		То же

Способ обработки	Назначение	Форма выглаживателя	Эскиз обработки
Выглаживание, совмещение с точением	Отделка, упрочнение	Сфера, тор	

Выглаживание фасонных и конусных поверхностей по колику и с использованием нежестких пружин	То же	Сфера, цилиндр	
Выглаживание галтелей	То же	Сфера, цилиндр	
Выглаживание радиусных канавок	То же	Отделка, упрочнение, калибровка	

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 чугунными притирками, шарированными 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 биение 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. 75.

В табл. 76 приведены оптимальные значения режимов алмазного выглаживания для различных материалов.

75. Значения радиусов рабочей части выглаживателей

Материал детали	Твердость материала детали	Радиус алмаза r , мм
Мягкие стали и цветные сплавы	HB 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

76. Оптимальные режимы алмазного выглаживания

Материалы	Режимы обработки			Класс шероховатости до обработки	Увеличение твердости, % после обработки
	$R_{\text{выgl}}$	сила, кгс	подача, мм/об		
Закаленные стали: 20, 25, 40Х, Р18, У8, ХВГ, 35ХГС, 18ХГТ, 12Х2Н4А, 15Х, 38ХМЮА при HRC 52—62	1—1,3	12—18	0,02—0,05	40—120	7 9 8 10 9 11
Незакаленные стали: 45, 40Х, 4Х13, ЭИ702, 35ХН1М 50ХФА, 30ХГСА при HB 180—350	2,5—3,5	12—25	0,03—0,08	40—120	7 10 8 11 9 12 6 10—11
Сплавы алюминия: В95Т1, Д1, Д1Т, АК6 при HB 140—180	3—3,5	8—15	0,04—0,1	40—120	7 11—12 8 11—12 9 12 4 8
Бронзы, латуни: БрОФ6, 5-0, 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 9 6 10—11 7 11—12

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. 77).

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

Диаметр отверстия, мм	Заготовка под отверстие	Класс точности			4-й
		2-й	3-й	4-й	
До 10	Сплошной материал	Сверление и развертывание полуцистовое, развертывание чистовое	Сверление, развертывание	Сверление	
От 10 до 30	Сплошной материал	Сверление, зенкерование или растачивание, развертывание получистовое, развертывание чистовое	Сверление, растачивание или зенкерование, развертывание	Сверление, зенкерование или развертывание	
Отлитое или прошибтое отверстие с припуском до 4 мм на диаметр		Растачивание или зенкерование, развертывание получистовое	Растачивание или зенкерование, развертывание	Растачивание или зенкерование и/or зенкерование	
Отлитое или прошибтое отверстие с припуском свыше 4 мм на диаметр		Растачивание или зенкерование черновое, зенкерование или растачивание полуцистовое, развертывание получистовое, развертывание чистовое	Растачивание или зенкерование черновое или растачивание полуцистовое, развертывание	Растачивание или зенкерование черновое, зенкерование или растачивание полуцистовое, развертывание	
Отлитое или прошибтое отверстие с припуском до 6 мм на диаметр	Сплошной материал	Сверление, рассверливание, зенкерование или (вместо рассверливания и зенкерования) растачивание черновое, развертывание полуцистовое, развертывание чистовое	Сверление, рассверливание, зенкерование или (вместо рассверливания и зенкерования) растачивание, развертывание	Сверление, рассверливание и/or зенкерование (вместо рассверливания) растачивание	
		Растачивание или зенкерование, развертывание полуцистовое, развертывание чистовое	Растачивание или зенкерование, развертывание	Растачивание или зенкерование	

Диаметр отверстия, мм	Заготовка под отверстие	Класс точности			Растачивание или зенкерование, зенкерование получистое, развертывание чистовое	Растачивание чистовое, зенкерование получистое, развертывание чистовое	4-й
		2-й	3-й				
От 30 до 100	Оглощтое или пропи-тое отверстие с при-пуком свыше 6 мм на диаметр	Растачивание или зенке-рование чистовое, зенкеро-вание и растачивание полу-чистое, развертывание чи-стовое					
Свыше 100	Оглощтое или пропи-тое отверстие с при-пуком 6 мм на диа-метр	Растачивание чистовое, растачивание получистое, растачивание чистое или развертывание специальной разверткой					

СВЕРЛЕНИЕ И РАССВЕРЛИВАНИЕ Типы сверл, их назначение и устройство

Сверла изготавливают из инструментальных сталей (У10А, У12А, 9Х, 9ХС, Р18, Р9, Р9К5, РК10), а также оснащают пластинками из твердых сплавов. Широко применяются сверла из быстрорежущей стали Р18. Хорошие результаты, особенно при сверлении труднообрабатываемых материалов, дают сверла из вольфрамокобальтовой стали Р9К5.

Наиболее широко применяются спиральные сверла. Их типы и размеры установлены Государственными стандартами (табл. 78, 79).

78. Диаметры спиральных сверл, мм (ГОСТ 885-67)

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	30,5
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	(45,25)	49	54	63
(36,25)	(39,25)	42,5	45,5	49,5	55	65
36,5	39,5	43	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

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

Основные типы стандартных сверл даны в табл. 79.

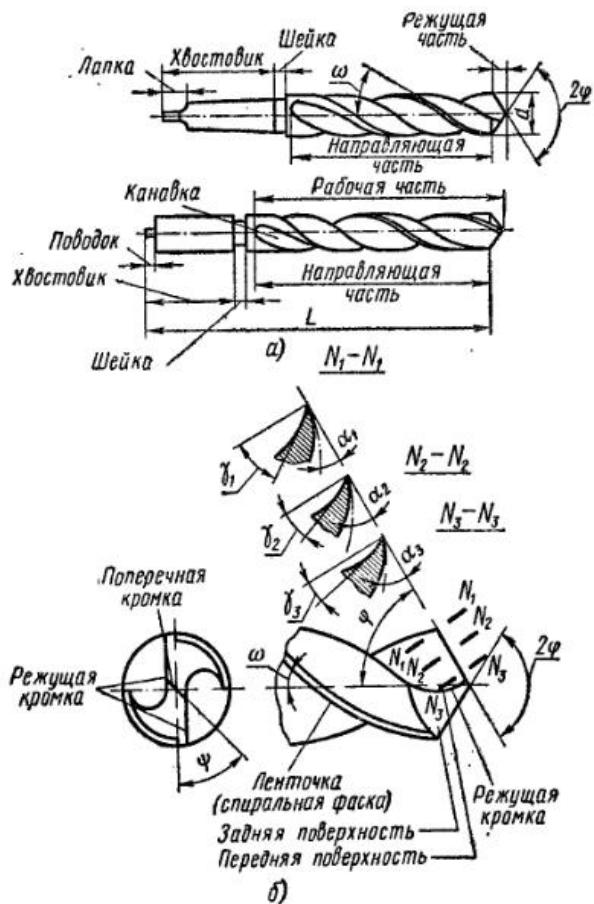


Рис. 57. Типовая конструкция спирального сверла:
а — основные элементы сверла, б — геометрия заточки

79. Основные типы сверла

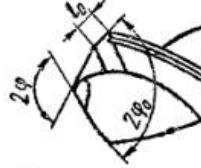
Название сверла	Основные размеры, мм			Применение	Эскиз
	d	L	t ₀		
Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком:					
а) длинная серия (ГОСТ 886—64*)	1,95—1,20	85—255	55—165	Сверление отверстий на сверлильных станках, пневмодрелью и на специальных агрегатах станках с правым вращением шпинделя	
б) средняя серия (ГОСТ 10902—64*)	0,25—20	20—205	3—140		
в) короткая серия (ГОСТ 4010—64*)	1—20	32—130	6—65		
Сверла спиральные с коническим хвостовиком:					
а) нормальные (ГОСТ 10903—64*)	6—80	140—515	60—260		
б) удлиненные (ГОСТ 2092—64*)	7,7—30	240—395	160—275		

Наименование сверла	Основные размеры, мм			Применение	Эскиз
	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l₀</i>		
Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 6647—64):				Сверление отверстий в заготовках из чугуна (особенно с литейной коркой), из твердых и закаленных сталей (<i>HRC</i> 60—64), из пластмасс, эbonита, стекла	
спиральные с коническим хвостовиком:					
а) нормальные	5—12	70—120	36—70		
б) укороченные	10—30	170—325	9—175		
		140—275	60—125		

Заточка сверл

Формы заточки сверл и величины углов заточки в зависимости от применения указаны в табл. 80, 81.

80. Формы заточки сверл

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

81. Углы при вершине сверла

Обрабатываемый материал	Угол 2ϕ , град
Сталь при $\sigma_b \leq 70$ кгс/мм ²	116—118
Сталь при $\sigma_b = 70 \div 100$ кгс/мм ²	120
Сталь при $\sigma_b = 100 \div 140$ кгс/мм ²	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

Режимы резания при сверлении

Величины подач и скоростей резания при сверлении и рассверливании отверстий в стальных и чугунных заготовках указаны в табл. 82, 83, 84.

82. Подачи (ручные) и скорости резания при сверлении сверлами из быстрорежущей стали

Диаметр сверла, мм	Обрабатываемый материал			
	сталь $\sigma_b = 75$ кгс/мм ²		чугун серый HB 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%.

83. Подачи (ручные) и скорости резания при рассверливании отверстий быстрорежущими сверлами

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Обрабатываемый материал								
	сталь $\sigma_b = 75$ кгс/мм ²				чугун серый HB 190				
	подача, мм/об	скорость резания (м/мин) при диаметре предварительно просверленного отверстия, мм	подача, мм/об	скорость резания (м/мин) при диаметре предварительно просверленного отверстия, мм	подача, мм/об	скорость резания (м/мин) при диаметре предварительно просверленного отверстия, мм	подача, мм/об	скорость резания (м/мин) при диаметре предварительно просверленного отверстия, мм	
25	0,2	10 35	15 40	20 —	30 —	0,2 0,3	10 38	15 40	20 —
	0,3	30	32	—	—	0,3	32	35	—
	0,4	26	28	—	—	0,5	27	28	—
30	0,3	30	32	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
	0,4	—	24	25	28	0,5	—	28	29
	0,6	—	19	20	23	0,7	—	23	24
50	0,3	—	—	26	29	0,3	—	—	30
	0,4	—	—	23	25	0,5	—	—	25
	0,6	—	—	19	20	0,7	—	—	21

Примечание. При обработке стали $\sigma_b < 75$ кгс/мм² и чугуна $HB < 190$ табличные значения подач и скоростей резания несколько увеличивать. Если $\sigma_b > 75$ кгс/мм² и $HB > 190$, табличные данные уменьшать.

84. Подачи при сверлении твердосплавными сверлами

Диаметр сверла, мм	Подачи (мм/об) для обрабатываемого материала		
	сталь $\sigma_b = 55 \div 85$ кгс/мм ²	чугун $HB \leq 170$	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. Подачи даны для сверления отверстий глубиной до трех диаметров. При большей глубине сверления табличные

величины подач следует умножить на поправочный коэффициент. Поправочные коэффициенты принимать: при глубине сверления $l=3\div 5$ диаметров — 0,9, при $l=5\div 7$ диаметров — 0,8, при $l=7\div 10$ 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 подач: при HRC до 40 — 0,04—0,05 мм/об, при HRC 40—0,3 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. 80). Зaborная часть сверла с двойной заточкой имеет две пары режущих кромок. Короткие кромки длиной около $0,2D$ образуют угол $70\div 75^\circ$, длинные кромки — угол при вершине $116\div 118^\circ$. При двойной заточке увеличивается ширина стружки, уменьшается ее толщина в наиболее напряженном месте режущей кромки, вследствие чего уменьшается износ угловков 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.

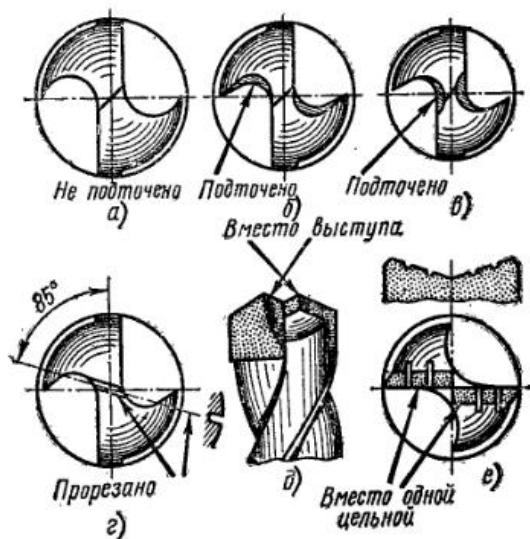


Рис. 58. Различные формы перемычки сверла:
а — не подточено, б, в — выборка дополнительных выемок у вершины сверла, г — подрезка перемычки, д — перемычка с пониженным центром, е — сверло с максимальной длиной главных режущих кромок

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

Сверло Жирова имеет прорезанную перемычку (рис. 58, г), содержащую 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° , более длинные — 70° , самые длинные (у вершины) — 118° . 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) путем затыловки под углом $6\div 8^\circ$, 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 торцевых поверхностей.

Особенностями зенкеров 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 отверстии, 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

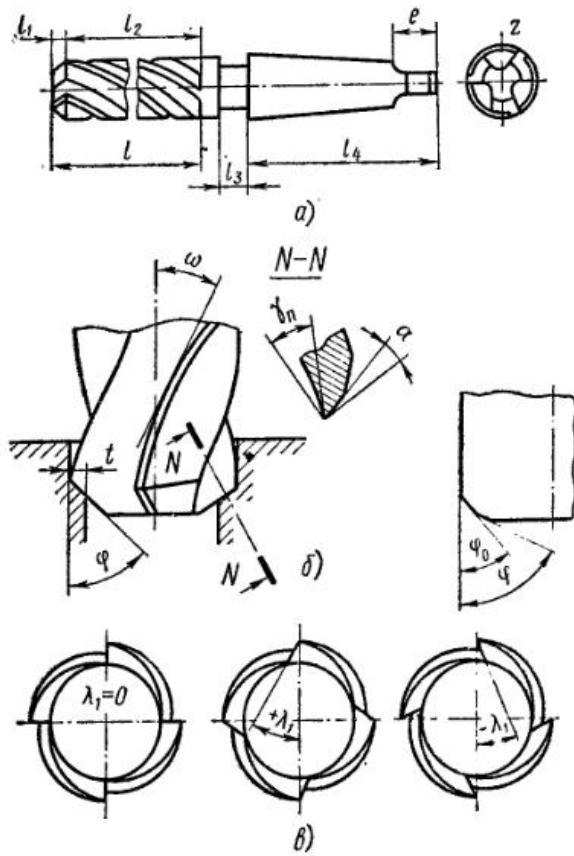


Рис. 59. Зенкер:

а — элементы зенкера, б — режущая часть, в — углы наклона главной режущей кромки, l — рабочая часть, l_1 — режущая часть, l_2 — калибрующая часть, l_3 — шейка, l_4 — хвостовик, e — лапка, z — число зубьев, ω — угол наклона винтовой канавки, γ — передний угол, α — задний угол, ϕ — угол при вершине, ϕ_0 — угол в плане переходной кромки, λ — угол наклона режущей кромки

ические параметры режущей части зенкеров даны в табл. 85. Припуски на обработку и режимы резания при зенкеровании указаны в табл. 86—90.

85. Геометрические параметры режущей части зенкеров

Материал режущей части	Обрабатываемый материал	Углы, град					
		ϕ	ϕ_0	ω	α	λ	γ
Быстрорежущая сталь	Сталь	45—60	—	20	10	10—15	20
	Чугун	60	30	10—15	10	0—15	8

Припуски

86. 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

87. Подачи и скорость 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

Продолжение табл. 87

Подача, мм/об	Скорость резания (м/мин) при диаметре зенкера (мм) и припуске на сторону, мм					
	$d=40$					
	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
2,4	—	—	—	7,1	6,9	7,0
2,6	—	—	—	—	6,6	6,8
2,8	—	—	—	—	6,0	6,5

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

88. 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					
	$d=15$					
	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

Продолжение табл. 88

Подача, мм/об	Скорость резания (м/мин) при диаметре зенкера (мм) и припуске на сторону, мм					
	$d=40$					
	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
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

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

89. Подачи при обработке зенкерами из твердых сплавов

Диаметр зенкера, мм	Подачи (мм/об) для обрабатываемого материала			
	сталь неза- каленная	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

Приложение. Подачи даны при зенкеровании на проход.

90. Скорость резания при обработке зенкерами из твердых сплавов

Обрабатываемый материал	Скорость резания (м/мин) при зенкеровании	
	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. 91, 92.

91. Установка резцов при черновом растачивании отверстий

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

92. Установка резца при чистовом растачивании отверстий

Установка резца	Изменение углов резца	Влияние изменения углов на процесс резания	Правило установки
На линии центров 		Уменьшение силы резания, получающееся 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 опускаться (по штриховой линии), вследствие чего диаметр отверстия будет увеличиваться, а это недопустимо	Резец устанавливают выше центра или на высоте центра, но ни в коем случае не ниже
Выше центра 	γ уменьшается ϵ увеличивается α 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. 93—95. Припуски, оставляемые при растачивании под последующее зенкерование, даны в табл. 86.

Величина припусков на черновое растачивание зависит от размеров припусков заготовки.

Подачи при чистовом растачивании принимают равными подачам при чистовом обтачивании (см. табл. 51, 53).

93. 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 в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия даны в табл. 94.

94. 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

95. Припуски на шлифование

Диаметр отверстия, мм	До 30	30—50	50—80
Припуск на диаметр, мм	0,65 ^{+0,14}	0,7 ^{+0,17}	0,8 ^{+0,20}
Диаметр отверстия, мм	80—120	120—180	180—260
Припуск на диаметр, мм	0,85 ^{+0,23}	0,9 ^{+0,26}	1,05 ^{+0,30}
			1,1 ^{+0,34}

96. 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. 97.

97. Подачи для чернового растачивания быстрорежущими и твердосплавными резцами

Диаметр круглого сечения резца, мм	Высота резца, мм	Подача (мм/об) для обрабатываемого материала при глубине резания, мм				
		сталь и стальное литье	чугун и медные сплавы	3	5	7
10	50	0,08	—	0,12—0,16	—	—
12	60	0,10	0,08	0,12—0,20	0,12—0,18	—
16	80	0,10—0,20	0,15	0,20—0,30	0,15—0,25	0,10—0,18
20	100	0,15—0,30	0,15—0,25	0,12	0,25—0,35	0,12—0,25
25	125	0,25—0,50	0,15—0,40	0,12—0,20	0,40—0,60	0,30—0,50
30	150	0,40—0,70	0,20—0,50	0,12—0,30	0,50—0,80	0,40—0,60
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.

Скорости резания при растачивании можно выбирать по соответствующим таблицам для наружного обтачивания (см. табл. 54—67), причем табличные данные следует умножить на поправочный коэффициент 0,8—0,9 (при очень жесткой системе СПИД — 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 чистовой 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, г), регулируемые со вставными ножами (рис. 60, в), 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.

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 больший 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.

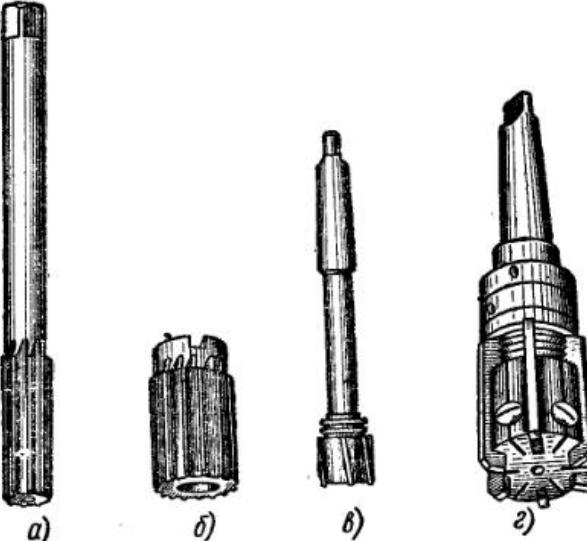


Рис. 60. Развертки:

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

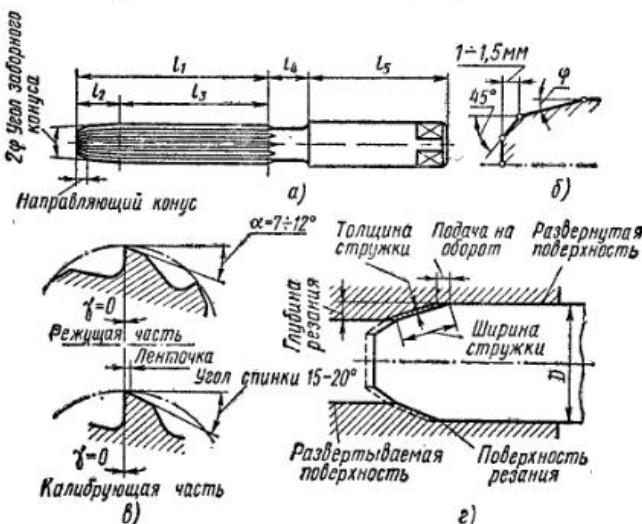


Рис. 61. Развертка:

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

98. 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 $\sigma_b \leqslant 65 \text{ кгс}/\text{мм}^2$	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 $\sigma_b = 65 \div 95 \text{ кгс}/\text{мм}^2$	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 $\sigma_b > 95 \text{ кгс}/\text{мм}^2$	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 $HB \leqslant 170$, 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 $HB > 170$	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

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

Режимы резания при развертывании

Режимы резания при развертывании следует выбирать по табл. 99—101.

99. Подача при развертывании твердосплавными развертками

Диаметр развертки, мм	Подача (мм/об) для обрабатываемого материала			
	Сталь		Чугун $HB \leqslant 170$	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

100. Максимальные скорости резания при развертывании

Обрабатываемый материал	Скорости (м/мин) для классов шероховатости поверхностей	
	7-го	8-го
Сталь $\sigma_b \leqslant 90 \text{ кгс}/\text{мм}^2$	12	6
Сталь $\sigma_b > 90 \text{ кгс}/\text{мм}^2$	8	4
Ковкий чугун	12	6
Серый чугун и бронза	15	8

101. 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 ²									
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
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	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	3,0	4,0	5,0
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/мм² и чугуна HB < 190 табличные значения скоростей резания необходимо увеличивать. Если $\sigma_b > 75$ кгс/мм² и HB > 190, табличные значения уменьшают.

ЦЕНТРОВАНИЕ

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

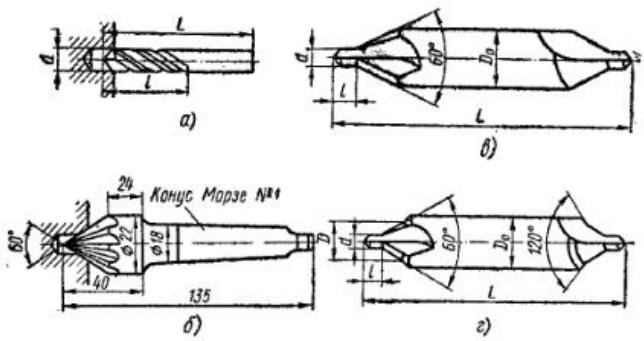


Рис. 62. Сверла центровочные:

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

102. 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 центрового отверстия центровочным сверлом	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12
Зенкование центрового отверстия центровочной зенковкой	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12
Сверление центрового отверстия центровочным комбинированным сверлом	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,08

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

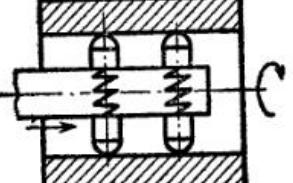
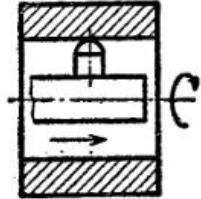
ВЫГЛАЖИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

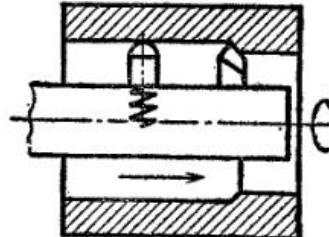
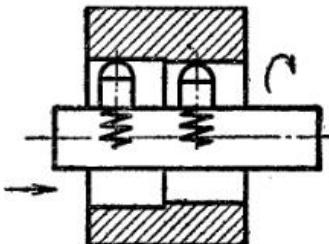
Наиболее часто выглаживанию подвергают отверстия диаметром от 20 до 200 мм при длине до 500 мм. Особенно эффективно выглаживание отверстий в маложестких и тонкостенных деталях, а также в деталях из высокопрочных и закаленных сталей, которые трудно обрабатывать существующими методами поверхностного пластического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

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. 103.

103. Основные схемы выглаживания отверстий

Способ обработки	Назначение обработки	Форма выглаживателя	Эскиз обработки
Упругое выглаживание	Отделка, упрочнение	Сфера, тор	
Жесткое выглаживание	Отделка, упрочнение, калибровка	Сфера, тор	

Способ обработки	Назначение обработки	Форма выглаживателя	Эскиз обработки
Растачивание с выглаживанием	Отделка, упрочнение	Сфера, тор	
Выглаживание набором выглаживателей	Отделка, упрочнение	Сфера, тор	

ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНУСАХ

Элементы конуса

На рис. 63 показаны элементы конуса.

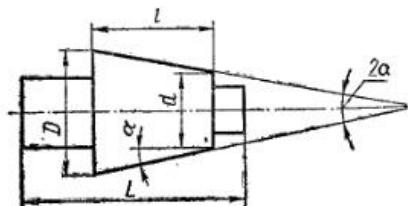


Рис. 63. Элементы конуса:

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

Элементы конуса вычисляют по формулам, приведенным в табл. 104. Углы уклона конусов с нормальной конусностью и инструментальных конусов указаны в табл. 105, 106.

104. Формулы для вычисления элементов конуса

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

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

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

Углы уклона конусов

105. 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°	1:7	4°5'8"	4°
1:100	0°17'11"	1/4°	1:5	5°42'38"	5 3/4°
1:50	0°34'23"	1/2°	1:3	9°27'44"	9 1/2°
1:30	0°57'17"	1°	1:1,866	15°	—
1:20	1°25'56"	1 1/2°	1:1,207	22°30'	—
1:15	1°54'33"	2°	1:0,866	30°	—
1:12	2°23'39"	2 1/2°	1:0,652	37°30'	—
1:10	2°51'45"	2 3/4°	1:0,500	45°	—
1:8	3°34'35"	3 1/2°	1:0,289	60°	—

106. 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. 107—109.

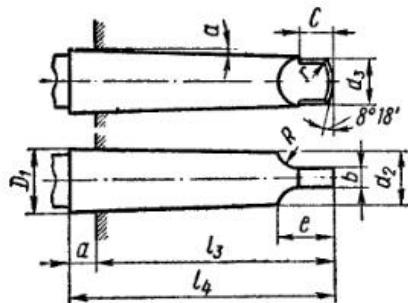


Рис. 64. Наружный конус с лапкой

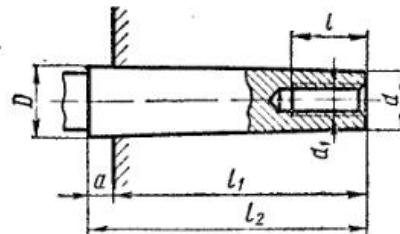


Рис. 65. Наружный конус без лапки

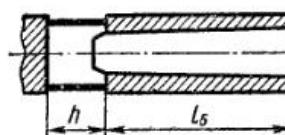
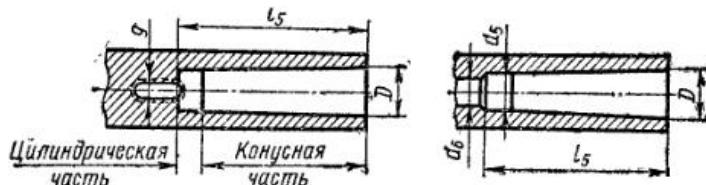


Рис. 66. Внутренний конус

107. 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	9,212	6,115	5,9	56,3	59,5	3,2	3,9	10,5	6,5	4
	1	12,240	8,972	8,7	62,0	65,5	3,5	5,2	13,5	8,5	5
	2	17,980	14,059	13,6	74,5	78,5	4,0	6,3	16,5	10,5	6
	3	24,051	19,131	18,6	93,5	98,0	4,5	7,9	20,0	13,0	7
	4	31,542	25,154	24,6	117,7	123,0	5,3	11,9	24,0	15,0	9
	5	44,731	36,547	35,7	149,2	155,5	6,3	15,9	30,5	19,5	11
	6	63,760	52,419	51,3	209,6	217,5	7,9	19,0	45,5	28,5	17
Метрические	80	80,4	69	67	220	228	8	26	47	24	23
	100	100,5	87	85	260	270	10	32	58	28	30
	120	120,6	105	103	300	312	12	38	68	32	36
	140	140,7	123	121	340	354	14	44	78	36	42
	160	160,8	141	139	380	396	16	50	88	40	48
	200	201,0	177	175	460	480	20	62	108	48	60

Примечание. Конус метрический 140 по возможности не применять.

108. Наружные конусы без лапок (размеры в мм)

Обозначение конусов	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>l₁</i>	<i>l₂</i>	<i>a</i>	<i>d₁</i>	<i>t</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 16
	2	17,980	14,583	64,0	68	4,0	M10 24
	3	24,051	19,784	80,5	85	4,5	M12 28
	4	31,542	25,933	102,7	108	5,3	M14 32
	5	44,731	37,573	129,7	136	6,3	M18 40
	6	63,760	53,905	181,1	189	7,9	M24 50
Метрические	80	80,4	70,2	196	204	8	M30 65
	100	100,5	88,4	232	242	10	M36 80
	120	120,6	106,6	268	280	12	M36 80
	(140)	140,7	124,8	304	318	14	M36 80
	160	160,8	143,0	340	356	16	M48 100
	200	201,0	179,4	412	432	20	M48 100

Примечание. Конус метрический 140 по возможности не применять.

109. Внутренние конусы или гнезда (размеры в мм)

Обозначение конусов	<i>D</i>	<i>d₆</i>	<i>d₆</i>	<i>l₆</i>	<i>l₆</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
Метрические	4	4	3	—	25	21	2,5 8
	6	6	4,6	—	34	29	3,5 12
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 м 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 точности угла уклона конуса, чистоте 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 центральных 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°). 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, сульфофреозол или растительное масло в смеси с керосином и скпицидаром.

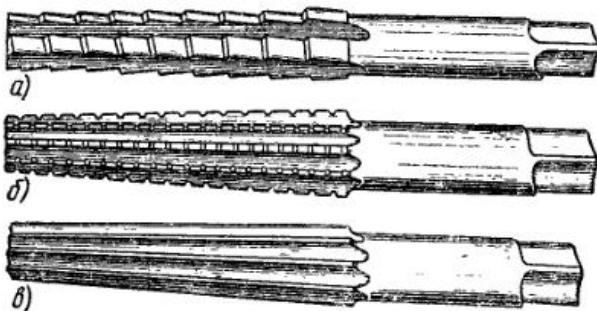


Рис. 67. Комплект конических разверток:
а — черновая, б — получистовая, в — чистовая

110. Настройка станка при обработке конических поверхностей

Способы настройки	Формулы подсчета	Примеры расчета
Поворотом верхней части суппорта (на угол α) для обтачивания конических поверхностей	$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D-l}{2l}$ $(для полного конуса) \alpha \text{ определяется по таблице тангенсов}$ $\alpha = \frac{2\alpha}{2}$	<p>Дано: $D = 48 \text{ мм};$ $d = 38 \text{ мм};$ $l = 100 \text{ мм}$ $\alpha = ?$</p> <p>Дано: $D = 50 \text{ мм};$ $l = 100 \text{ мм}$ $\alpha = ?$</p> <p>Дано: $2\alpha = 60^\circ$ $\alpha = ?$</p>
Поперечным смещением задней бабки (на величину h) для обтачивания конических поверхностей	<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: $D = 80 \text{ мм};$ $d = 70 \text{ мм}$ $h = ?$</p> <p>Дано: $K = 1:20$ $h = ?$</p> <p>Дано: $L = 200 \text{ мм};$ $K = 1:20$ $h = ?$</p>

При помощи конусной линейки для обтачивания наружных и внутренних конических поверхностей	<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: $L = 250 \text{ мм};$ $l = 200 \text{ мм};$ $D = 100 \text{ мм};$ $d = 80 \text{ мм}$ $h = ?$</p> <p>Дано: $\operatorname{tg}\alpha = 0,052$ $L = 300 \text{ мм}$ $h = ?$</p> <p>Дано: $L = 400 \text{ мм}$ $K = \frac{1}{20}$ $h = ?$</p>
Величина смещения конусной линейки C и угол поворота ее α	$C = \frac{H}{l} \cdot \frac{D-d}{2} \text{ мм}$ $\operatorname{tg}\alpha = \frac{D-d}{2l}$	<p>Причение. H — расстояние от оси закрепления конусной линейки до ее конца, мм</p> <p>Дано: $D = 400 \text{ мм};$ $d = 350 \text{ мм};$ $l = 250 \text{ мм}$ $\alpha = ?$</p> <p>Дано: $D = 400 \text{ мм};$ $d = 350 \text{ мм};$ $l = 250 \text{ мм}$ $\alpha = 5^\circ 44'$</p>

ГЛАВА 11

ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ

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

111. 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 больших 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
Специальными кольцеобразными и подобными им режущими инструментами	Обработка сферических поверхностей	Способ простой, но не универсальный

Продолжение табл. III

Способ обработки	Область применения	Основные недостатки и преимущества
Нормальными резцами при помощи копировальных приспособлений	Обработка различных фасонных поверхностей	Способ производительный. Обеспечивает высокую точность обработки и чистоту поверхности. Если на станке имеется копировальное устройство, необходимо изготавливать копир

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.

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



Рис. 68. Фасонный стержневой резец

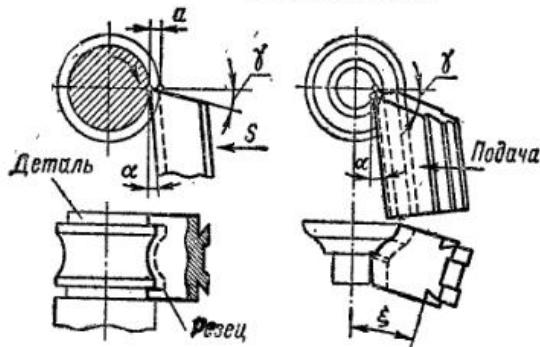


Рис. 69. Призматический радиальный фасонный резец

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.

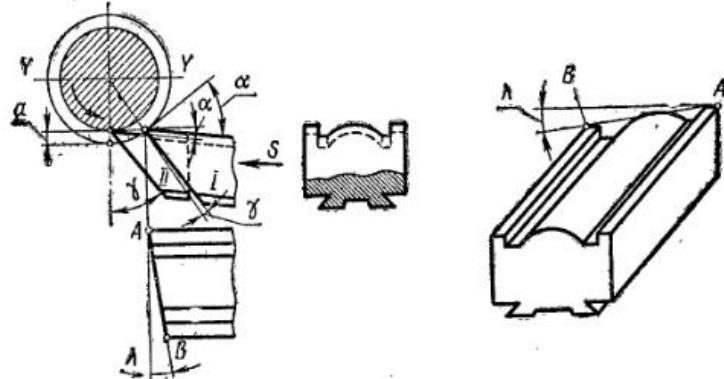


Рис. 70. Призматический тангенциальный фасонный резец

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.

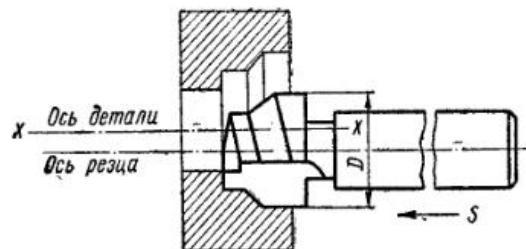


Рис. 71. Круглый тангенциальный фасонный резец

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. 112). Переточка производится по передней поверхности. При обработке горизонтальных поверхностей для образования задних углов на этих участках ось резца располагают под углом к оси заготовки (горизонтальной плоскости) или изготавливают профиль резца по винтовой линии. Режущая кромка резца устанавливается при обработке на высоте центров.

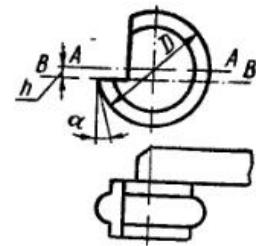


Рис. 72. Круглый радиальный фасонный резец

112. 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. 113, 114.

113. Подачи 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

Продолжение табл. 113

Ширина резца, мм	Величина шага (мм) при ширине накатки, мм				
	10	20	30	40–50	60–100
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.

114. 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		
σ_b , кгс/мм ²	K	σ_b , кгс/мм ²	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. Щуп 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 (посредством гаек 8 и 6) положение копира в осевом направлении.

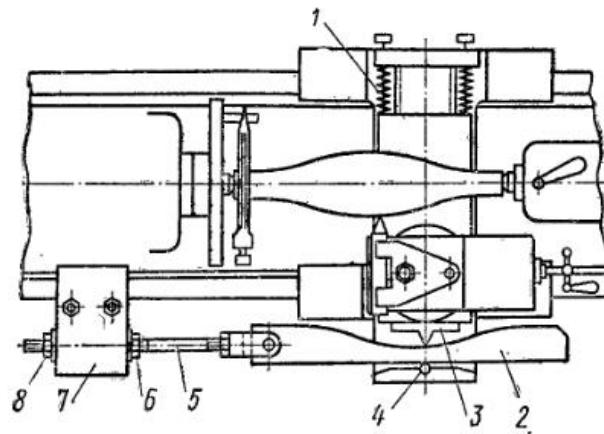


Рис. 73. Механическое копировальное устройство:
1 — пружина, 2 — копир, 3 — щуп, 4 — неподвижный цилиндрический стержень, 5 — тяга, 6 — гайка, 7 — кронштейн

Приспособление на станине для обработки сферической (шаровой) поверхности

На станину станка накладывается шаблон 2 (рис. 74), радиус которого равен радиусу обрабатываемой полусфера заготовки 1. При включении продольной подачи копирный палец 3, прикреплен-

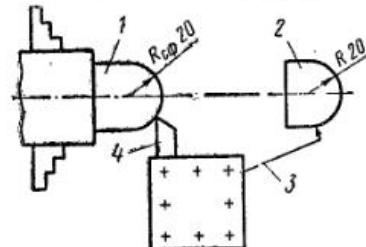


Рис. 74. Приспособление на станине для обработки сферических поверхностей:

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

ный к резцодержателю, передвигается по радиусу шаблона. При этом резец 4 описывает такую же кривую, образуя на заготовке сферическую поверхность.

Приспособление на суппорте для обработки шаровой поверхности

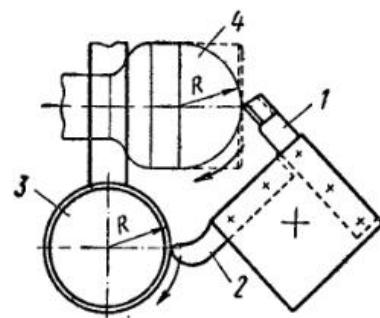


Рис. 75. Приспособление на суппорте для обработки сферических поверхностей:
1 — резец, 2 — копирный палец, 3 — копир, 4 — заготовка

Приспособление (рис. 75) применяется при обработке небольших партий заготовок с наружными сферическими поверхностями. Резец 1 и копирный палец 2 закреплены в резцодержателе. 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.

Заготовка 6 с предварительно расточенным цилиндрическим отверстием закрепляется в патроне. Оправка 3 вставляется конусным хвостовиком в пиноль 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.

Приспособление для растачивания сферических поверхностей

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

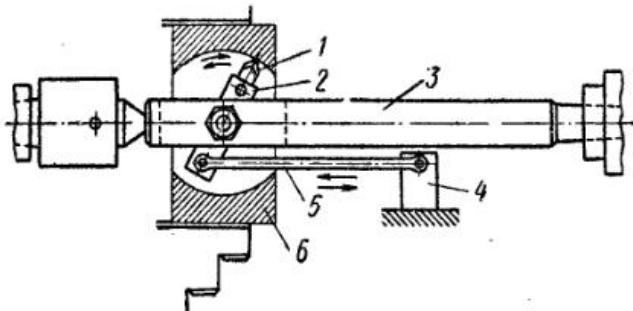


Рис. 76. Приспособление для расточки сферических поверхностей:
1 — резец, 2 — резцовая державка, 3 — оправка, 4 — колодка, 5 — тяга, 6 — заготовка

ГЛАВА 12

ОТДЕЛКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

ПОЛИРОВАНИЕ

Полирование применяется для получения чистой и гладкой поверхности деталей и выполняется на токарных станках при помощи шлифовальной (наждачной) шкурки. 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. 115) 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.

115. Марки шлифпорошков и микропорошков для притирки

Характер притирки	Номера зернистости	Размер зерен, мкм	Достигаемый класс шероховатости поверхности
Грубая	Шлифпорошки	240	63—53
		280	53—42
		320	42—28
Предварительная	Микропорошки	M28	28—20
		M20	20—14
		M14	14—10
Окончательная	Микропорошки	M10	10—7
		M7	7—5
		M5	5—3,5

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. Притирки изготавливают 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.

Притирки изготавливают из твердозакаленной 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 распространены готовые смеси абразива со смазкой — пасты ГОИ (табл. 116). Перед употреблением пасты ГОИ растворяют в керосине.

116. 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 притирку или детали), машинный или механический (станок осуществляет все необходимые движения), монтажный (взаимно притираются две сопряженные детали в присутствии абразива).

Припуски на притирку оставляют в пределах 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).

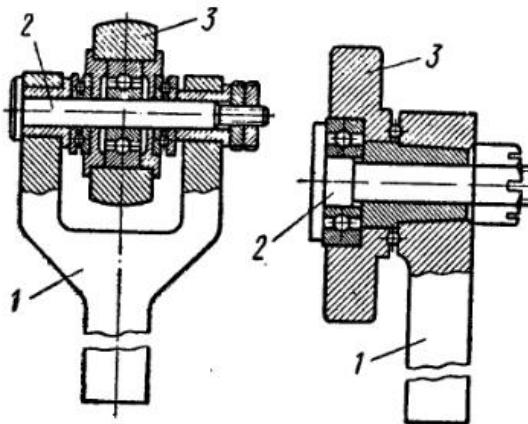


Рис. 77. Роликовые вальцовки:
1 — оправка, 2 — ось, 3 — ролик

Конструкции роликовой вальцовки показаны на рис. 77. Существенное влияние на результаты обработки оказывает форма 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 .

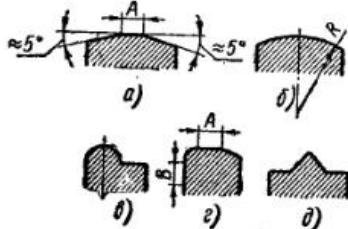


Рис. 78. Профили роликов для обкатывания наружных поверхностей:

а — с цилиндрическим пояском, б — с открытым радиусом, в — для обработки галтелей, г — для обработки торцов и уступов, д — для обработки канавок

Припуск на обработку роликами не требуется. Обкатывание ведут с небольшим нажимом в 2–4 прохода 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.

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. 117 и 118, а режим накатывания — по табл. 119.

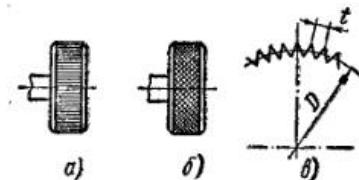


Рис. 79. Накатки:
а — прямая, б — сетчатая, в — шаг накатки

117. 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

118. Величина шага перекрестной накатки

Диаметр заготовки, мм	Величина шага (мм) при ширине накатки (мм) для материалов							
	латунь, алюминий				фибра, сталь			
	до 2	до 6	6–14	14–30	св. 30	2–6	6–14	14–30
До 8	0,6				0,6			
8–16	0,6				0,6			
16–32	0,6	0,8			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	1,6

119. Режимы накатывания

Шаг накатки, мм	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
Число проходов	3—5	4—6	5—6	6—8	7—10
Диаметр обрабатываемой детали, мм	5	10	15	20	30
Продольная подача, мм/об	0,7	1,0	1,25	1,5	1,7
Обрабатываемый материал	Сталь мягкая	Сталь твердая	Бронза	Латунь	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 ε 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 S метры резьбы 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 ω — угол, образованный направлением выступа резьбы с плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы. Угол этот определяется по формуле

$$\tan \omega = \frac{S}{\pi d_2}.$$

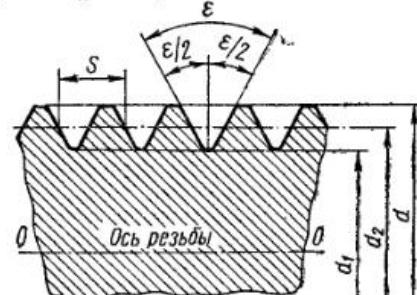


Рис. 80. Профиль резьбы:

ε — угол профиля, S — шаг резьбы, d — наружный, d_1 — внутренний, d_2 — средний

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 для диаметров 1—68 мм, резьбы с мелкими шагами для диаметров 1—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° применяется для получения плотных соединений.

Модульная применяется для червяков. Профиль этой резьбы — трапеция с углом при вершине 40 или 30° . Шаг резьбы червяка подсчитывается по формуле

$$S = \pi m,$$

где S — 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 ГОСТ 9150—59 метрические резьбы разделяются на две группы: резьбы с крупными шагами и резьбы с мелкими шагами. Они отличаются между собой величиной шага при одном и том же диаметре резьбы. Размеры метрических резьб указаны в табл. 120, 121.

120. Размеры профиля* метрических резьб, мм (ГОСТ 9150—59)

Шаг резьбы s	Теорети- ческая высота профиля H	Высота притупления			Наибольшая ширина впадины		Радиус закруг- лений впадины болта r
		$H/4$	$H/6$	$H/8$	болта	гайки	
					a_b	a_g	
0,2	0,173	0,043	0,029	0,022	0,050	0,025	0,029
0,25	0,216	0,054	0,036	0,027	0,062	0,031	0,036
0,3	0,260	0,065	0,043	0,032	0,075	0,038	0,043
0,35	0,303	0,076	0,050	0,038	0,087	0,044	0,050
0,4	0,346	0,086	0,058	0,043	0,100	0,050	0,058
0,45	0,390	0,098	0,065	0,049	0,112	0,056	0,065
0,5	0,433	0,108	0,072	0,054	0,125	0,062	0,072
0,6	0,520	0,130	0,087	0,065	0,150	0,075	0,087
0,7	0,606	0,152	0,101	0,076	0,175	0,087	0,101
0,75	0,650	0,162	0,108	0,081	0,188	0,094	0,108
0,8	0,693	0,173	0,116	0,087	0,200	0,100	0,116
1,0	0,866	0,216	0,144	0,108	0,250	0,125	0,144
1,25	1,082	0,270	0,180	0,135	0,312	0,156	0,180
1,5	1,299	0,325	0,216	0,162	0,375	0,188	0,216
1,75	1,516	0,379	0,253	0,190	0,437	0,219	0,253
2	1,732	0,433	0,289	0,216	0,500	0,250	0,289
2,5	2,165	0,541	0,361	0,271	0,624	0,312	0,360
3	2,598	0,650	0,433	0,325	0,750	0,375	0,433
3,5	3,031	0,758	0,505	0,379	0,874	0,437	0,505
4,0	3,464	0,865	0,577	0,432	0,999	0,500	0,577
4,5	3,897	0,974	0,650	0,487	1,120	0,562	0,650
5	4,330	1,080	0,722	0,541	1,250	0,625	0,722
5,5	4,763	1,190	0,794	0,595	1,370	0,687	0,794
6	5,196	1,300	0,866	0,650	1,500	0,750	0,866

* Профиль и его элементы см. на рис. 81.

121. Метрическая резьба для диаметров 1—120 мм
(ГОСТ 9150—59* и ГОСТ 8724—58)

Размеры, мм

Диаметр резьбы			Шаг резьбы		Высота профиля <i>h</i>
наружный <i>d</i>	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	крупный	мелкий	
1,0	0,838 0,870	0,730 0,783	0,25 —	0,20	0,135 0,108
1,1	0,938 0,970	0,830 0,883	0,25 —	0,20	0,135 0,108
1,2	1,038 1,070	0,930 0,983	0,25 —	0,20	0,135 0,108
1,4	1,205 1,270	1,075 1,188	0,30 —	0,20	0,162 0,108
1,6	1,378 1,470	1,221 1,383	0,35 —	0,20	0,189 0,108
1,8	1,573 1,670	1,421 1,583	0,35 —	0,20	0,189 0,108
2,0	1,740 1,838	1,567 1,730	0,40 —	0,25	0,216 0,135
2,2	1,908 2,038	1,713 1,930	0,45 —	0,25	0,243 0,135
2,5	2,208 2,273	2,013 2,121	0,45 —	0,35	0,243 0,189
3,0	2,675 2,773	2,459 2,621	0,50 —	0,35	0,270 0,189
3,5	3,110 3,273	2,850 3,121	(0,60) —	0,35	0,325 0,189
4,0	3,546 3,675	3,242 3,459	0,70 —	0,50	0,379 0,270
4,5	4,013 4,175	3,688 3,959	(0,75) —	0,50	0,406 0,270
5,0	4,480 4,675	4,134 4,459	0,80 —	0,50	0,433 0,270

Продолжение табл. 121

наружный <i>d</i>	Диаметр резьбы			Шаг, резьбы		Высота профиля <i>h</i>
	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	крупный	мелкий		
(5,5)	5,175	4,959	—	0,50	0,270	
6	5,350	4,918	1,0	—	0,541	
	5,675	5,459	—	0,50	0,270	
	5,513	5,188	—	0,75	0,406	
7	6,350	5,918	1,0	—	0,541	
	6,675	6,459	—	0,50	0,270	
	6,513	6,188	—	0,75	0,406	
8	7,188	6,647	1,25	—	0,676	
	7,675	7,459	—	0,50	0,270	
	7,513	7,188	—	0,75	0,406	
	7,350	6,918	—	1,0	0,541	
9	8,188	7,647	(1,25)	—	0,676	
	8,675	8,459	—	0,50	0,270	
	8,513	8,188	—	0,75	0,406	
	8,350	7,918	—	1,0	0,541	
10	9,026	8,376	1,5	—	0,812	
	9,675	9,459	—	0,50	0,270	
	9,513	9,188	—	0,75	0,406	
	9,350	9,918	—	1,0	0,541	
	9,188	8,647	—	1,25	0,676	
11	10,026	9,37	(1,5)	—	0,812	
	10,675	10,459	—	0,50	0,270	
	10,513	10,188	—	0,75	0,406	
	10,350	9,918	—	1,0	0,541	
12	10,863	10,106	1,75	—	0,947	
	11,675	11,459	—	0,50	0,270	
	11,513	11,188	—	0,75	0,406	
	11,350	10,918	—	1,0	0,541	
	11,188	10,647	—	1,25	0,676	
	11,026	10,376	—	1,5	0,812	
14	12,701	11,835	2,0	—	1,082	
	13,675	13,459	—	0,50	0,270	
	13,513	13,188	—	0,75	0,406	
	13,350	12,918	—	1,0	0,541	
	13,188	12,647	—	1,25	0,676	
	13,026	12,376	—	1,5	0,812	

Продолжение табл. 121

Диаметр резьбы			Шаг резьбы		Высота профиля <i>h</i>
внешний <i>d</i>	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	крупный	мелкий	
15	14,350	13,918	—	(1,0)	0,541
	14,026	13,376	—	1,5	0,812
16	14,701	13,835	2,0	—	1,082
	15,675	15,459	—	0,50	0,270
	15,513	15,188	—	0,75	0,406
	15,350	14,918	—	1,0	0,541
	15,026	14,376	—	1,5	0,812
17	16,350	15,918	—	(1,0)	0,541
	16,026	15,376	—	1,5	0,812
18	16,376	15,294	2,5	—	1,353
	17,675	17,459	—	0,50	0,270
	17,513	17,188	—	0,75	0,406
	17,350	16,918	—	1,0	0,541
	17,026	16,376	—	1,5	0,812
	16,701	15,835	—	2,0	1,082
20	18,376	17,294	2,5	—	1,353
	19,675	19,459	—	0,50	0,270
	19,513	19,188	—	0,75	0,406
	19,350	18,918	—	1,0	0,541
	19,026	18,376	—	1,5	0,812
	18,701	17,835	—	2,0	1,082
22	20,376	19,294	2,5	—	1,353
	21,675	21,459	—	0,50	0,270
	21,513	21,188	—	0,75	0,406
	21,350	20,918	—	1,0	0,541
	21,026	20,376	—	1,5	0,812
	20,701	19,835	—	2,0	1,082
24	22,051	20,752	3,0	—	1,624
	23,513	23,188	—	0,75	0,406
	23,350	22,918	—	1,0	0,541
	23,026	22,376	—	1,5	0,812
	22,701	21,835	—	2,0	1,082
25	24,350	23,918	—	(1,0)	0,541
	24,026	23,376	—	1,5	0,812
	23,701	22,835	—	2,0	1,082

Продолжение табл. 121

Диаметр резьбы			Шаг резьбы		Высота профиля <i>h</i>
внешний <i>d</i>	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	крупный	мелкий	
(26)	25,026	24,376	—	1,5	0,812
27	25,051	23,752	3,0	—	1,624
	26,513	26,188	—	0,75	0,406
	26,350	25,918	—	1,0	0,541
	26,026	25,376	—	1,5	0,812
	25,701	24,835	—	2,0	1,082
(28)	27,350	26,918	—	1,0	0,541
	27,026	26,376	—	1,5	0,812
	26,701	25,835	—	2,0	1,082
30	27,727	26,211	3,5	—	1,894
	29,513	29,188	—	0,75	0,406
	29,350	28,918	—	1,0	0,541
	29,026	28,376	—	1,5	0,812
	28,701	27,835	—	2,0	1,082
	28,051	26,752	—	(3,0)	1,624
(32)	31,026	30,376	—	1,5	0,812
	30,701	28,835	—	2,0	1,082
33	30,727	29,211	3,5	—	1,894
	32,513	32,188	—	0,75	0,406
	32,350	31,918	—	1,0	0,541
	32,026	31,376	—	1,5	0,812
	31,701	30,835	—	2,0	1,082
35	31,051	29,752	—	(3,0)	1,624
	34,026	33,376	—	1,5	0,812
36	33,402	31,670	4,0	—	2,165
	35,350	34,918	—	1,0	0,541
	35,026	34,376	—	1,5	0,812
	34,701	33,835	—	2,0	1,082
	34,051	32,752	—	3,0	1,624
(38)	37,026	36,376	—	1,5	0,812
	36,402	34,670	4,0	—	2,165
39	38,350	37,918	—	1,0	0,541
	38,026	37,376	—	1,5	0,812
	37,701	36,835	—	2,0	1,082
	37,051	35,752	—	3,0	1,624

Продолжение табл. 121

Диаметр резьбы		Шаг резьбы		Высота профиля <i>h</i>	
наружный <i>d</i>	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	крупный		
40	39,026	38,376	—	1,5 (2,0) (3,0)	0,812 1,082 1,624
	38,701	37,835	—	—	—
	38,051	36,752	—	—	—
42	39,077	37,129	4,5	—	2,435
	41,350	40,918	—	1,0	0,541
	41,026	40,376	—	1,5	0,812
	40,701	39,835	—	2,0	1,082
	40,051	38,752	—	3,0	1,624
	39,402	37,670	—	(4,0)	2,165
	42,077	40,129	4,5	—	2,433
45	44,350	43,918	—	1,0	0,541
	44,026	43,376	—	1,5	0,812
	43,701	42,835	—	2,0	1,082
	43,051	41,752	—	(3,0)	1,624
	42,402	40,670	—	(4,0)	2,165
	44,752	42,587	5,0	—	2,706
48	47,350	46,918	—	1,0	0,541
	47,026	46,376	—	1,5	0,812
	46,701	45,835	—	2,0	1,082
	46,051	44,752	—	3,0	1,624
	45,402	43,670	—	(4,0)	2,165
	49,026	48,376	—	1,5	0,812
50	48,701	47,835	—	(2,0)	1,082
	48,051	46,752	—	(3,0)	1,624
	48,752	46,587	5,0	—	2,706
52	51,350	50,918	—	1,0	0,541
	51,026	50,376	—	1,5	0,812
	50,701	49,835	—	2,0	1,082
	50,051	48,752	—	3,0	1,624
	49,402	47,670	—	(4,0)	2,165
	54,026	53,376	—	1,5	0,812
55	53,701	52,835	—	2,0	1,082
	53,051	51,752	—	(3,0)	1,624
	52,402	50,670	—	(4,0)	2,165

Продолжение табл. 121

Диаметр резьбы		Шаг резьбы		Высота профиля <i>h</i>	
наружный <i>d</i>	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	мелкий		
56	52,428	50,046	5,5	—	2,977
	55,350	54,918	—	1,0	0,541
	55,026	54,376	—	1,5	0,812
	54,701	53,835	—	2,0	1,082
	54,051	52,752	—	3,0	1,624
58	53,402	51,670	—	4,0	2,165
	57,026	56,376	—	1,5	0,812
	56,701	55,835	—	2,0	1,082
	56,051	54,752	—	(3,0)	1,624
	55,402	53,670	—	(4,0)	2,165
60	56,428	54,046	(5,5)	—	2,977
	59,350	58,918	—	1,0	0,541
	59,026	58,376	—	1,5	0,812
	58,701	57,835	—	2,0	1,082
	58,051	56,752	—	3,0	1,624
62	57,402	55,670	—	4,0	2,165
	61,026	60,376	—	1,5	0,812
	60,701	59,835	—	2,0	1,082
	60,051	58,752	—	(3,0)	1,624
	59,402	57,670	—	(4,0)	2,165
64	60,103	57,505	6,0	—	3,247
	63,350	62,918	—	1,0	0,541
	63,026	62,376	—	1,5	0,812
	62,701	61,835	—	2,0	1,082
	62,051	60,752	—	3,0	1,624
65	61,402	59,670	—	4,0	2,165
	64,026	63,376	—	1,5	0,812
	63,701	62,835	—	2,0	1,082
	63,051	61,752	—	(3,0)	1,624
	62,402	60,670	—	(4,0)	2,165
68	64,103	61,505	6,0	—	3,247
	67,350	66,918	—	1,0	0,541
	67,026	66,376	—	1,5	0,812
	66,701	65,835	—	2,0	1,082
	66,051	64,752	—	3,0	1,624
69	65,402	63,670	—	4,0	2,165

Продолжение табл. 121

Диаметр резьбы			Шаг резьбы		Высота профиля <i>h</i>
наружный <i>d</i>	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	крупный	мелкий	
70	69,026	68,376	—	1,5	0,812
	68,701	67,835	—	2,0	1,082
	68,051	66,752	—	(3,0)	1,624
	67,402	65,670	—	(4,0)	2,165
	66,103	63,505	—	(6,0)	3,247
	71,350	70,918	—	1,0	0,541
72	71,026	70,376	—	1,5	0,812
	70,701	69,835	—	2,0	1,082
	70,051	68,752	—	3,0	1,624
	69,402	67,670	—	4,0	2,165
	69,103	65,505	—	6,0	3,247
	74,026	73,376	—	1,5	0,812
75	73,701	72,835	—	2,0	1,082
	73,051	71,752	—	(3,0)	1,624
	72,402	70,670	—	(4,0)	2,165
	75,350	74,918	—	1,0	0,541
76	75,026	74,376	—	1,5	0,812
	74,701	73,835	—	2,0	1,082
	74,051	72,752	—	3,0	1,624
	73,402	71,670	—	4,0	2,165
	72,103	69,505	—	6,0	3,247
(78)	76,701	75,835	—	2,0	1,082
80	79,350	78,918	—	1,0	0,541
	79,026	78,376	—	1,5	0,812
	78,701	77,835	—	2,0	1,082
	78,051	76,752	—	3,0	1,624
	77,402	75,670	—	4,0	2,165
	76,103	73,505	—	6,0	3,247
(82)	80,701	79,835	—	2,0	1,082
85	84,026	83,376	—	1,5	0,812
	83,701	82,835	—	2,0	1,082
	83,051	81,752	—	3,0	1,624
	82,402	80,670	—	4,0	2,165
	81,103	78,505	—	6,0	3,247

Продолжение табл. 121

Диаметр резьбы			Шаг резьбы		Высота профиля <i>h</i>
наружный <i>d</i>	средний <i>d₂</i>	внутренний <i>d₁</i>	крупный	мелкий	
90	89,026	88,376	—	1,5	0,812
	88,701	87,835	—	2,0	1,082
	88,051	86,752	—	3,0	1,624
	87,402	85,670	—	4,0	2,165
	86,103	83,505	—	6,0	3,247
	94,026	93,376	—	1,5	0,812
95	93,701	92,835	—	2,0	1,082
	93,051	91,752	—	3,0	1,624
	92,402	90,670	—	4,0	2,165
	91,103	88,505	—	6,0	3,247
	99,026	98,376	—	1,5	0,812
	98,701	97,835	—	2,0	1,082
100	98,051	96,752	—	3,0	1,624
	97,402	95,670	—	4,0	2,165
	96,103	93,505	—	6,0	3,247
	104,026	103,376	—	1,5	0,812
	103,701	102,835	—	2,0	1,082
	103,051	101,752	—	3,0	1,624
105	102,402	100,670	—	4,0	2,165
	101,103	98,505	—	6,0	3,247
	109,026	108,376	—	1,5	0,812
	108,701	107,835	—	2,0	1,082
	108,051	106,752	—	3,0	1,624
	107,402	105,670	—	4,0	2,165
110	106,103	103,505	—	6,0	3,247
	114,026	113,376	—	1,5	0,812
	113,701	112,835	—	2,0	1,082
	113,051	111,752	—	3,0	1,624
	112,402	110,670	—	4,0	2,165
	111,103	108,505	—	6,0	3,247
115	111,026	110,376	—	1,5	0,812
	110,701	109,835	—	2,0	1,082
	110,051	108,752	—	3,0	1,624
	109,402	108,670	—	4,0	2,165
	108,103	106,505	—	6,0	3,247
	119,026	118,376	—	1,5	0,812
120	118,701	117,835	—	2,0	1,082
	118,051	116,752	—	3,0	1,624
	117,402	115,670	—	4,0	2,165
	116,103	113,505	—	6,0	3,247

Примечание. Диаметры и шаг резьбы, указанные в скобках, 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 плоскосрезанные. Впадина резьбы болта может быть плоскосрезанной и закругленной по радиусу.

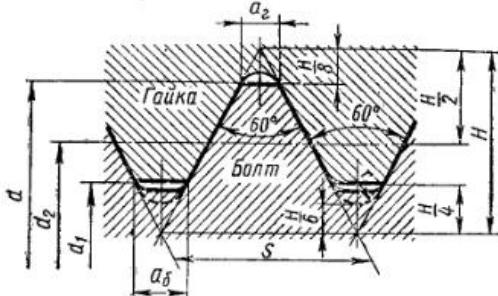


Рис. 81. Профиль метрической резьбы:
диаметры резьбы: d — наружный, d_1 — внутренний, d_2 — средний, S — шаг, r — радиус закругления впадины болта, a_b — ширина впадины болта, H — теоретическая высота профиля

В обозначение резьбы с крупным шагом входит буква М, диаметр резьбы и класс точности по ГОСТ 9253—59 или обозначение поля допуска диаметра резьбы по ГОСТ 16094—70. Резьбы с мелкими шагами обозначаются буквой М, диаметром, шагом резьбы через знак \times и классом точности или обозначением поля допуска диаметра резьбы. Левая резьба обозначается буквами «лев».

Примеры обозначения резьбы по 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. 82.

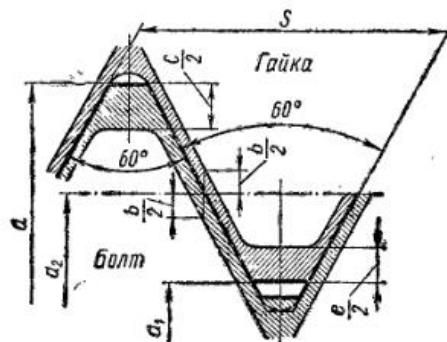


Рис. 82. Схема расположения полей допусков метрических резьб:
диаметр резьбы: d —名义альный наружный, d_1 —名义альный внутренний, d_2 —名义альный средний, g — допуск наружного диаметра болта, e — допуск среднего диаметра болта и гайки, e_1 — допуск внутреннего диаметра гайки, S — шаг

Примеры обозначения резьбы по ГОСТ 16093—70: М20-7h6n — резьба на болте, метрическая с крупным шагом, наружный диаметр 20 мм, поле допуска среднего диаметра 7h, поле допуска наружного диаметра 6n, степень точности среднего диаметра 7, степень точности наружного диаметра 6, ряд основных отклонений h; М30×1,5-5H6H-25 — резьба на гайке, 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 диаметров 6d, степень точности среднего и наружного диаметров 6, ряд основных отклонений d, резьба с обязательным закруглением впадины.

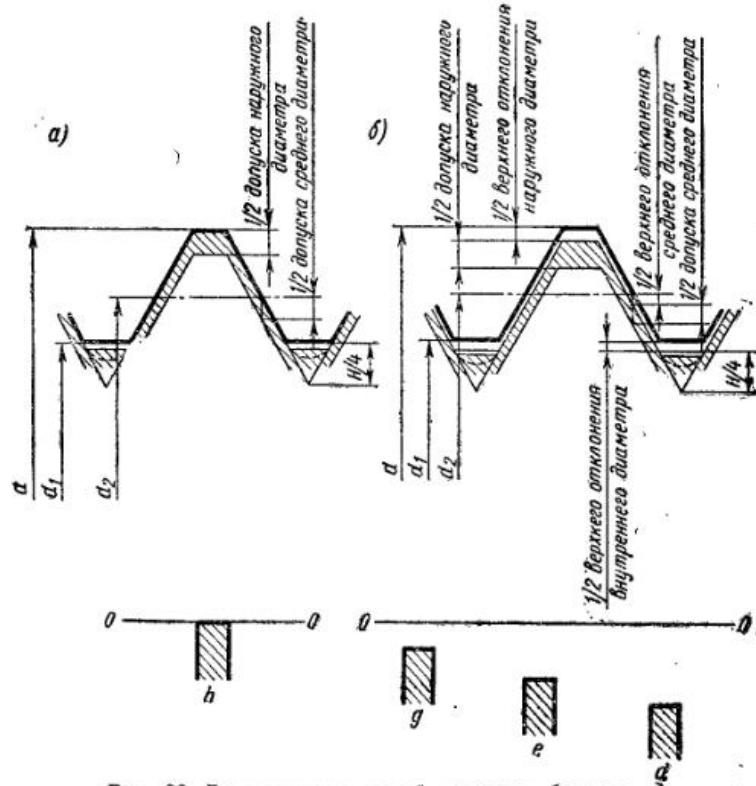


Рис. 83. Расположение полей допусков болтов:
а — с основными отклонениями h , б — с основными отклонениями g , e , d

ГОСТ 16093—70 (введен с 1974 г.) устанавливает предельные отклонения метрических резьб в посадках скользящих и с зазорами.

Схема расположения полей допусков болтов показана на рис. 83, гаек — на рис. 84. Отклонения отсчитывают от名义ального 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

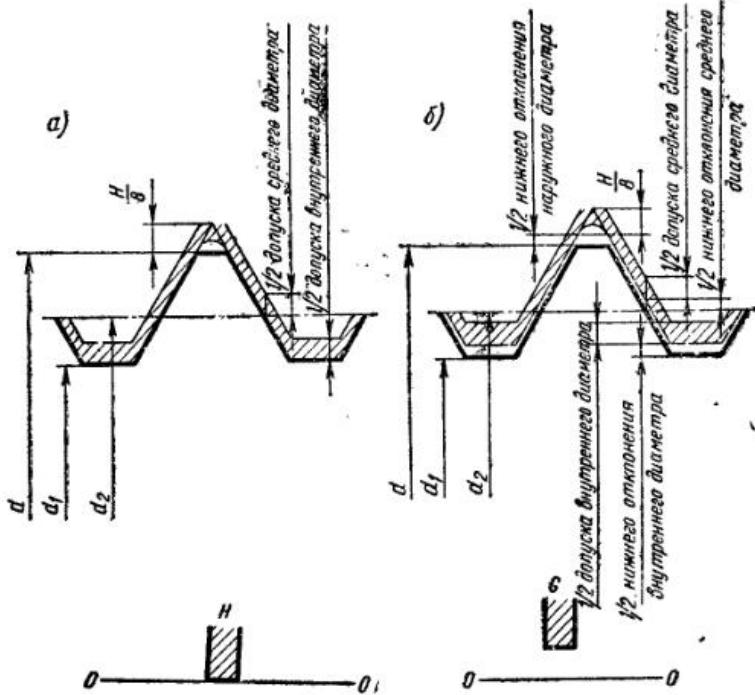


Рис. 84. Расположение полей допусков гаек:
а — с основным отклонением H , б — с основным отклонением G

ми. 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 по ГОСТ 16093—70 подразделяются на три группы: малые S , нормальные N и большие L (см. табл. 122). Допуск резьбы, если нет особых оговорок, относится к наибольшей нормальной длине свинчивания или ко всей длине резьбы, если она меньше наибольшей нормальной длины свинчивания.

122. Длины свинчивания (ГОСТ 16093—70)

Шаг, мм	Номинальный диаметр резьбы d , мм	Длина свинчивания, мм		
		S	N	L
0,5	Св. 2,8 до 5,6	До 1,5	Св. 1,5 до 4,5	Св. 4,5
	» 5,6 » 11,2	» 1,6	» 1,6 » 4,7	» 4,7
0,6	» 2,8 » 5,6	» 1,7	» 1,7 » 5,0	» 5,0
	» 5,6 » 11,2	» 2,0	» 2,0 » 6,0	» 6,0
0,75	» 5,6 » 11,2	» 2,4	» 2,4 » 7,1	» 7,1
	» 11,2 » 22,4	» 2,8	» 2,8 » 8,3	» 8,3
0,8	» 2,8 » 5,6	» 2,5	» 2,5 » 7,5	» 7,5
	» 5,6 » 11,2	» 3,0	» 3,0 » 9,0	» 9,0
1	» 11,2 » 22,4	» 3,8	» 3,8 » 11,0	» 11,0
	» 22,4 » 45,0	» 4,0	» 4,0 » 12,0	» 12,0
1,25	» 5,6 » 11,2	» 4,0	Св. 4,0 до 12,0	» 12,0
	» 11,2 » 22,4	» 4,5	» 4,5 » 13,0	» 13,0
1,5	» 5,6 » 11,2	» 5,0	» 5,0 » 15,0	» 15,0
	» 11,2 » 22,4	» 5,6	» 5,6 » 16,0	» 16,0
	» 22,4 » 45,0	» 6,3	» 6,3 » 19,0	» 19,0
	» 45,0 » 90,0	» 7,5	» 7,5 » 22,0	» 22,0
	» 90,0 » 180,0	» 8,3	» 8,3 » 25,0	» 25,0
1,75	» 11,2 » 22,4	» 6,0	» 6,0 » 18,0	» 18,0
	» 11,2 » 22,4	» 8,0	» 8,0 » 24,0	» 24,0
	» 22,4 » 45,0	» 8,5	» 8,5 » 25,0	» 25,0
	» 45,0 » 90,0	» 9,5	» 9,5 » 28,0	» 28,0
	» 90,0 » 180,0	» 12,0	» 12,0 » 36,0	» 36,0
2	» 11,2 » 22,4	» 10,0	» 10,0 » 30,0	» 30,0
	» 22,4 » 45,0	» 12,0	» 12,0 » 36,0	» 36,0
3	» 22,4 » 45,0	» 15,0	» 15,0 » 45,0	» 45,0
	» 45,0 » 90,0			

Продолжение табл. 122

Шаг, мм	Номинальный диаметр резьбы d , мм	Длина свинчивания, мм		
		S	N	L
3,5	Св. 22,4 до 45,0	До 15,0	Св. 15,0 до 45,0	Св. 45,0
4	» 22,4 » 45,0	» 18,0	» 18,0 » 53,0	» 53,0
	» 45,0 » 90,0	» 19,0	» 19,0 » 56,0	» 56,0
	» 90,0 » 180,0	» 24,0	» 24,0 » 71,0	» 71,0

По ГОСТ 16093—70 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.

Пределные отклонения диаметров резьбы болтов приведены в табл. 123, а гаек — в табл. 124.

Отклонения размеров для диаметра от 3 до 120 мм приведены в табл. 125.

123. Пределные отклонения диаметров резьбы болтов полей допусков

Шаг резьбы S , мм	Номинальный диаметр резьбы d , мм	Пределные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		4h		6h		d_1	d_2
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее		
		d_1	d_2	d_1	d_2	d	d
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	-67	-48	0	-106	-75 -85
0,6	» 2,8 » 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	0	-140	-100 -106
0,8	» 2,8 » 5,6	0	-95	-60	0	-150	-95

Продолжение табл. 123

Шаг резьбы S , мм	Номинальный диаметр резьбы d , мм	Пределевые отклонения диаметров резьбы, мкм					
		4h		6h		d_1	d_2
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее		
		d_1	d_2	d_1	d_2	d	d
1,0	Св. 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45	0	-112	-71	0	-180	-112 -118 -125
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 до 22,4	0	-132	-75	0	-212	-118 -132
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	-150	-85	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	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	0	-375	-200 -212
3,5	» 22,4 » 45	0	-265	-132	0	-425	-212
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	-300	-140	0	-475	-224 -236 -250

Продолжение табл. 123

Шаг результативной резьбы S , мм	Номинальный диаметр резьбы d , мм	Пределные отклонения диаметров резьбы, мкм						
		6g		6e		$d; d_1;$ d_2	d	d_1
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее			
		$d; d_1;$ d_2	d	d_1	d_2			
0,5	Св. 2,8 до 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	
3,0	» 22,4 » 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. 123

Шаг результативной резьбы S , мм	Номинальный диаметр резьбы d , мм	Пределные отклонения диаметров резьбы, мкм						
		6d		7h 6h		$d; d_1;$ d_2	d	d_1
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее			
		$d; d_1;$ d_2	d	d_1	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	0	-180	-140 -150 -160
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	-95	-307	-213	-217	0	-212	-150 -170
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	-95	-331	-227	-235	0	-236	-170 -180 -190 -200 -212
1,75	» 11,2 » 22,4	-100	-365	-250	-250	0	-265	-190
2,0	» 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	-100	-380	-260	-270	0	-280	-200 -212 -224 -236
2,5	» 11,2 » 22,4	-106	-441	-276	-276	0	-335	-212
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	-112	-487	-312	-324	0	-375	-250 -265
3,5	» 22,4 » 45	-118	-543	-330	-330	0	-425	-265
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	-125	-600	-349	-361	0	-475	-280 -300 -315

Продолжение табл. 123

Шаг весьбы <i>S</i> , мм	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> , мм	Пределные отклонения диаметров резьбы, мкм							
		7g6g				7е6е			
		верх- нее		нижнее		верх- нее		нижнее	
		<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	-20	-126	-115	-50	-156	-145	-156	
0,6	» 2,8 » 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	-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	-166	-60	-240	-200		
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	-28	-240	-178	-63	-275	-213		
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 -247 -257 -267 -279	-271 -271 -283 -295 -307		
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 -410		

Продолжение табл. 123

Шаг резьбы <i>S</i> , мм	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> , мм	Пределные отклонения диаметров резьбы, мкм							
		<i>8h</i> (для <i>S</i> ≥0,8)				<i>8h6h</i> (для <i>S</i> <0,8)		<i>8g</i>	
		верх- нее		нижнее		верх- нее		нижнее	
		<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	-106	-118	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-
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	-26	-306	-206	
1,25	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4	0	-335	-190	-212	-28	-363	-218	
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	-375	-212	-224	-32	-407	-244	
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	-38	-488	-288	
2,5	» 11,2 » 22,4	0	-530	-265	-42	-572	-307		
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	0	-600	-315	-48	-648	-363		
3,5	» 22,4 » 45	0	-670	-335	-53	-723	-388		
4,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	-750	-355	-60	-810	-415		

124. Предельные отклонения диаметров резьбы гаек полей допусков

Продолжение табл. 124

Шаг резьбы <i>S</i> , мм	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм						
		4H5H			5H6H			
		ниж- нее	верхнее	ниж- нее	верхнее	<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₁
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	+63 +71	+112	0 +90	+80 +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	
1,5	» 5,6 » 11,2 » 11,2 » 22,4 » 22,4 » 45 » 45 » 90 » 90 » 180	0	+112 +118 +125 +132 +140			+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	

Шаг резьбы <i>S</i> , мм	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> , мм	Предельные отклонения диаметров резьбы, мкм					
		6H			6G		
		ниж- нее	верхнее	ниж- нее	верхнее	<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂
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
0,75	» 5,6 » 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			+212 +222 +232 +244 +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

Продолжение табл. 124

Шаг резьбы <i>S</i> , мм	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> , мм	Пределевые отклонения диаметров резьбы, мкм					
		6H		6G		<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂
		ниж- нее	верхнее	ниж- нее	верхнее		
2,5	Св. 11,2 до 22,4	0	+224	+450	+42	+266	+492
3,0	» 22,4 » 45 » 45 » 90	0	+265 +280	+500	+48 +328	+313 +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 +375 +395	+360 +660	

Продолжение табл. 124

Шаг резьбы <i>S</i> , мм	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> , мм	Пределевые отклонения диаметров резьбы, мкм					
		7H		7G		<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂
		ниж- нее	верхнее	ниж- нее	верхнее		
0,5	Св. 2,8 до 5,6 » 5,6 » 11,2	0	+125 +140	+180	+20 +160	+145	+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 +202	+192 +258	

Продолжение табл. 124

Шаг резьбы <i>S</i> , мм	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> , мм	Пределевые отклонения диаметров резьбы, мкм					
		7H		7G		<i>d</i> ; <i>d</i> ₁ ; <i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂
		ниж- нее	верхнее	ниж- нее	верхнее		
0,8	Св. 2,8 до 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	
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

125. Отклонения размеров метрических резьб для диаметров от 3 до 120 мм

(ГОСТ 9253—59)

		Номинальный диаметр резьбы d , мм		Болт		Болт и гайка		Размеры, мкм		
Шаг S , мм	крупная мелкая	наружный диаметр		внутренний диаметр d_1		внутренний диаметр d_1		Гайка		
		верхнее	нижнее — c		верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
			Классы	Классы		2-я	3-я			
0,5	3	—	0	120	0	71	118	0	140	0
—	4—5,5	0	120	120	0	80	130	0	140	0
—	6—9	0	120	120	0	90	145	0	140	0
—	10—16	0	120	120	0	100	160	0	140	0
—	18—22	0	120	120	0	110	180	0	140	0
0,6	3,5	—	0	130	0	78	130	0	160	0
0,7	4	—	0	140	0	84	140	0	180	0

		наружный диаметр болта ($-d$) и гайки ($+b$)		внутренний диаметр d_1		внутренний диаметр d_1		Гайка				
Шаг S , мм	крупная мелкая	отклонения		Классы		отклонения		Гайка				
		верхнее	нижнее — c		верхнее	нижнее		верхнее	нижнее			
			Классы	Классы		2-я	3-я					
4,5	—	0	150	150	0	90	150	0	190	0		
0,75	—	6—9	0	150	150	0	95	160	0	190	0	
—	10—16	0	150	150	0	105	175	0	190	0		
—	18—27	0	150	150	0	120	195	0	190	0		
—	30—33	0	150	150	0	135	220	0	190	0		
0,8	5	—	0	160	220	0	90	150	0	200	0	
6; 7	—	8; 9	0	180	250	0	101	168	0	200	0	
1	—	10—17	0	180	250	0	101	168	0	200	0	
—	18—28	0	180	250	0	110	185	0	200	0		
—	30—52	0	180	250	0	125	200	0	200	0		
—	56—80	0	180	250	0	140	230	0	200	0		
1,25	8; 9	—	10—14	0	200	300	0	112	187	0	210	0
—	10; 11	—	12—17	0	240	350	0	123	205	0	250	0
—	—	18—28	0	240	350	0	123	205	0	250	0	
1,5	—	30—52	0	240	350	0	135	220	0	250	0	
—	55—80	0	240	350	0	150	250	0	250	0		
—	85—120	0	240	350	0	165	270	0	250	0		
								180	300	0	250	0

Продолжение табл. 125

		Размеры, мм									
		Болт		Болт и гайка		Гайка					
Шаг S, мм	крупная мелкая	наружный диаметр	внешний диаметр d ₁	внутренний диаметр	внутренний диаметр d ₁	наружный диаметр, d					
		отклонения		Классы		Отклонения					
		верхнее	нижнее — с	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее + e	нижнее		
		1-й, 2-й, 2 _a	3-й	2-й	3-й	нижнее	верхнее	+ e	нижнее		
1,75		—	125—150	0	240	350	0	200	320		
1,75		12	—	0	260	380	0	133	222		
1,75		14; 16	—	0	290	410	0	142	237		
1,75		—	18—28	0	290	410	0	155	250		
1,75		—	30—52	0	290	410	0	170	280		
1,75		—	55—80	0	290	410	0	185	300		
1,75		—	82—120	0	290	410	0	200	330		
1,75		—	125—180	0	290	410	0	220	350		
1,75		—	185—200	0	290	410	0	230	380		
1,75		—	—	—	—	—	—	0	0		
2,5		18—22	0	0	330	450	0	159	265		
2,5		24; 27	—	0	370	520	0	174	290		
2,5		—	30—52	0	370	520	0	190	310		
2,5		—	55—80	0	370	520	0	200	330		
2,5		—	85—120	0	370	520	0	220	360		
2,5		—	125—180	0	370	520	0	240	390		
2,5		—	185—260	0	370	520	0	250	420		
2,5		—	265—300	0	370	520	0	270	450		
2,5		—	—	0	400	550	0	188	313		
2,5		30; 33	—	0	400	550	0	188	313		
2,5		—	—	0	420	600	0	201	335		
3		36; 39	—	0	420	600	0	220	360		
3		—	42—80	0	420	600	0	230	380		
3		—	85—120	0	420	600	0	230	380		
3		—	—	—	—	—	—	0	0		
4		36; 39	—	0	420	600	0	201	335		
4		—	42—80	0	420	600	0	220	360		
4		—	85—120	0	420	600	0	230	380		
4		—	—	—	—	—	—	0	0		

14*

Дюймовая резьба

Дюймовая резьба имеет профиль с углом 55° с плоско-резанными вершинами и впадинами (рис. 85). Шаг дюймовой резьбы выражается числом ниток на один дюйм.

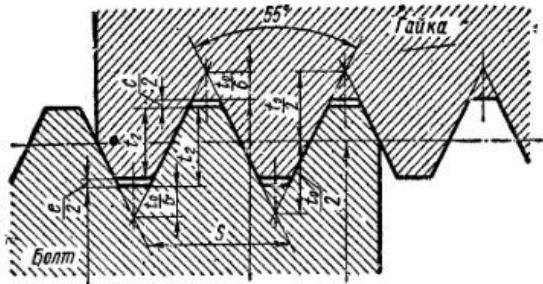


Рис. 85. Профиль дюймовой резьбы:

S — шаг, t_h — теоретическая высота профиля, c — 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° , наружный диаметр один дюйм, 8 ниток на 1", 2-й класс точности. Основные размеры дюймовой резьбы приведены в табл. 126.

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° даны в табл. 127.

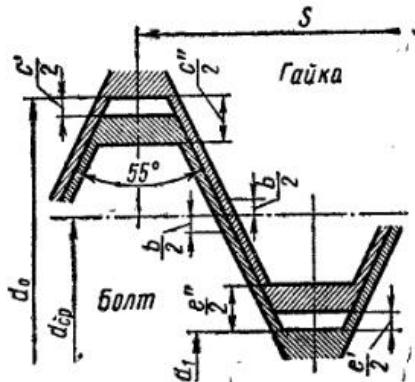


Рис. 86. Схема расположения полей допусков для дюймовой резьбы:

отклонения: c' — верхнее наружного диаметра болта (d_o), c'' — нижнее наружного диаметра болта (d_o), e' — нижнее внутреннего диаметра гайки (d_i), e'' — верхнее внутреннего диаметра гайки (d_i)

126. Размеры дюймовой резьбы с углом профиля 55° (ОСТ НКПП 1260)

Номинальный диаметр резьбы d_n , дюймы	Диаметр, мм			Число ниток n на дюйм	Шаг резьбы, S , мм	Теоретическая высота профиля t_h , мм	Зазоры, мм		Высота профилья t_s , мм
	наружный d_o	средний d_{cp}	внутренний d_i				c'	c''	
9/16	4,762	4,085	3,408	24	1,058	1,016	0,132	0,152	0,677
1/4	6,350	5,537	4,724	20	1,270	1,220	0,150	0,186	0,814
5/16	7,938	7,034	6,131	18	1,411	1,355	0,158	0,209	0,903
3/8	9,525	8,509	7,492	16	1,588	1,525	0,165	0,238	1,017
(7/16)	11,112	9,951	8,789	14	1,814	1,742	0,182	0,271	1,762
1/2	12,700	11,345	9,989	12	2,117	2,033	0,200	0,311	1,365
(9/16)	14,288	12,932	11,577	12	2,117	2,033	0,203	0,313	1,355
5/8	15,875	14,391	12,918	11	2,309	2,218	0,226	0,342	1,479
3/4	19,050	17,424	15,798	10	1,540	2,440	0,240	0,372	1,626
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 1/8	28,575	26,252	23,929	7	3,629	3,486	0,325	0,531	2,323
1 1/4	31,750	29,427	21,104	7	3,629	3,486	0,330	0,536	2,323

Номинальный диаметр резьбы d_n , дюймы	Диаметр, мм			Число ниток n на дюйм	Шаг резьбы, S , мм	Теоретическая высота профиля t_s , в мм	Зазоры, мм	Высота профиля t_s , мм
	наружный d_o	средний d_{cp}	внутренний d_i					
13/8	34,925	32,215	29,504	6	4,233	4,066	0,365	0,626
11/2	33,100	35,390	32,679	6	4,233	4,066	0,370	0,631
(15/8)	41,275	38,022	34,770	5	5,080	4,879	0,425	0,750
19/4	44,450	41,198	37,045	5	5,080	4,879	0,430	0,755
(17/8)	47,625	44,011	40,397	41/2	5,644	5,421	0,475	0,833
2	50,800	47,186	43,572	41/2	5,644	5,421	0,480	0,838
21/4	57,150	53,084	49,019	4	6,350	6,099	0,530	0,941
21/2	63,500	59,433	55,369	4	6,350	6,099	0,530	0,941
29/4	69,850	65,204	60,557	31/2	7,257	6,970	0,590	1,073
3	76,200	71,554	66,907	31/2	7,257	6,970	0,590	1,073
31/4	82,550	77,546	72,542	31/4	7,815	7,506	0,640	1,158
31/2	88,900	83,896	78,892	31/4	7,815	7,506	0,640	1,158
33/4	95,250	89,829	84,409	3	8,467	8,132	0,700	1,251
4	101,600	96,179	90,759	3	8,467	8,132	0,700	1,251

Причечание. Диаметры резьбы, поставленные в скобки, по возможности не применять.

127. Отклонения размеров дюймовой резьбы (ОСТ НКТП 12600)

Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Размеры, мкм							
	Диаметры винта				Диаметры гайки			
	наружный		внутренний		внешний		наружный	
	Отклонения		Допуски среднего диаметра винта и гайки b		Отклонения		Диаметры гайки	
верхнее $-c'$	нижнее $-c''$	верхнее	2-й класс	3-й класс	верхнее $+e'$	нижнее $+e''$	внешний	наружный
3/16	24	132	392	0	103	172	152	412
1/4	20	150	450	0	113	189	186	476
5/16	18	158	458	0	119	199	209	519
3/8	16	165	465	0	127	211	238	558
(7/16)	14	182	482	0	135	224	271	611
1/2	12	200	600	0	146	244	311	661
(9/16)	12	208	608	0	149	244	313	673
5/8	11	225	625	0	153	255	342	682
3/4	10	240	640	0	160	267	372	752
7/8	9	265	765	0	169	281	419	789
1	8	290	790	0	179	298	466	866
11/8	7	325	925	0	191	319	531	971
11/4	7	330	930	0	191	319	536	946
(13/8)	6	365	965	0	207	345	626	1056
11/2	6	370	970	0	207	345	631	1071
(15/8)	5	425	1225	0	227	378	750	1230
13/4	5	430	1230	0	227	378	755	1255
(17/8)	41/2	475	1275	0	239	398	833	1353
2	41/2	480	1280	0	239	398	838	1378
21/4	4	530	1330	0	253	422	941	1481
21/2	4	530	1330	0	253	422	941	1481
23/4	31/2	590	1390	0	271	451	1073	1693
31/4	31/4	640	1540	0	281	468	1158	1758
31/2	31/4	640	1540	0	281	468	1158	1808
33/4	3	700	1600	0	292	487	1251	1941
4	3	700	1600	0	292	487	1251	1941

Трубная цилиндрическая резьба

Трубная цилиндрическая резьба имеет профиль с углом 55° с плоскосрезанными (рис. 87, а) или закругленными вершинами и впадинами (рис. 87, б). Шаг резьбы выражается числом ниток на один дюйм.

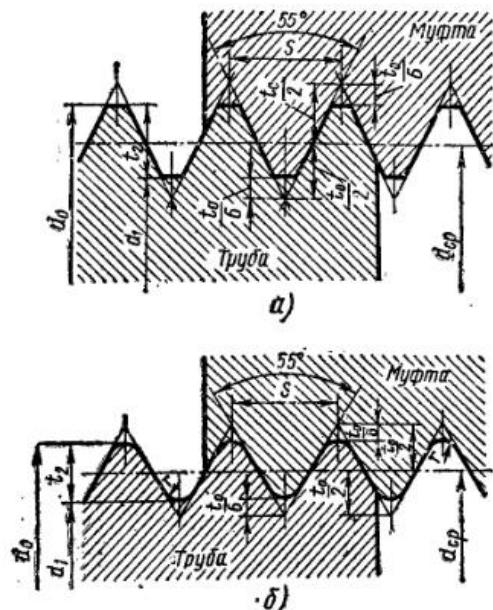


Рис. 87. Профиль трубной цилиндрической резьбы:

а — с плоскосрезанными вершинами, б — с закругленными вершинами и впадинами; диаметры резьбы: d_0 — наружный, d_1 — внутренний, d_{cp} — средний; S — шаг, t_0 — теоретическая высота профиля резьбы трубы и муфты, t_1 — действительная высота профиля резьбы трубы и муфты, r — радиус закругления вершин и впадины

Номинальным диаметром трубной резьбы является внутренний диаметр трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности: 2-й и 3-й.

На чертежах трубная цилиндрическая резьба обозначается буквами *труб.*, номинальным диаметром в дюймах и классом точности. Например, *труб. 2"* кл. 2 — резьба трубная цилиндрическая 2", 11 ниток на дюйм, 2-й класс точности.

Размеры профиля трубной цилиндрической резьбы приведены в табл. 128, диаметры и шаги — в табл. 129.

128. Размеры профиля трубной цилиндрической резьбы, мм
(ГОСТ 6357—73)

Шаг S	Число ниток на дюйм n	Высота профиля резьбы и муфты t_2	Теоретическая высота профиля t_0	Радиус закругления вершин 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

129. Диаметры и шаги трубной цилиндрической резьбы, мм
(ГОСТ 6357—73)

номинальный d_n	Диаметры			Шаг S
	наружный d	средний d_2	внутренний d_1	
(1/8")	9,729	9,148	8,567	0,907
1/4"	13,158	12,302	11,446	1,337
3/8"	16,663	15,807	14,951	1,337
1/2"	20,956	19,794	18,632	1,814
(5/8")	22,912	21,750	20,588	1,814
3/4"	26,442	25,281	24,119	1,814
(7/8")	30,202	29,040	27,878	1,814
1"	33,250	31,771	30,292	2,309
(11/8")	37,898	36,420	34,941	2,309
1 1/4"	41,912	40,433	38,954	2,309
(13/8")	44,325	42,846	41,367	2,309
1 1/2"	47,805	46,326	44,847	2,309
1 3/4"	53,748	52,270	50,791	2,309
2"	59,616	58,137	56,659	2,309
2 1/4"	65,712	64,234	62,755	2,309

Продолжение табл. 128

номинальный d_n	Диаметры			Шаг s
	наружный d	средний d_s	внутренний d_t	
$2\frac{1}{2}$ "	75,187	73,708	72,230	2,309
$(2\frac{3}{4})"$	81,537	80,058	78,580	2,309
$3"$	87,887	86,409	84,930	2,309
$3\frac{1}{2}"$	100,334	98,855	97,376	2,309
$4"$	113,034	111,556	110,077	2,309
$5"$	138,435	136,957	135,478	2,309
$6"$	163,836	162,357	160,879	2,309

Примечание. Резьбы, диаметры которых взяты в скобки, по возможности не применять.

Схема расположения полей допусков изображена на рис. 88, а отклонения размеров даны в табл. 130.

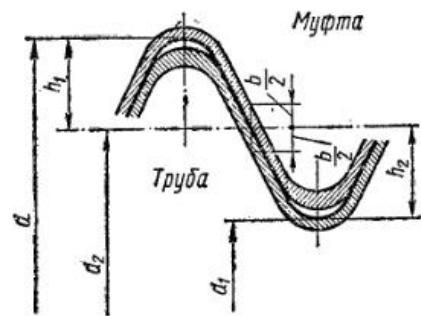


Рис. 88. Схема расположения полей допусков трубной цилиндрической резьбы:

σ — допуск среднего диаметра резьбы трубы и муфты d_{cp} , h_1 — расстояние до вершины резьбы трубы и впадины резьбы муфты от линии среднего диаметра резьбы; диаметры: d — номинальный наружный, d_t — номинальный внутренний, d_s — номинальный средний

130. Отклонения размеров трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357—73)

Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Размеры, мкм		Резьба муфты			
	Резьба трубы		Расстояние от линии среднего диаметра			
	Резьба трубы и муфты	Допуски сред- него диаметра	вершины резьбы h_1	впадины резьбы h_2	впадины резьбы h_1	вершины резьбы h_2
Класс точности	2-й	3-й	нанб.	нанм.	ненб.	нанм.
$1\frac{1}{8}$	28	133	219	265	215	340
$1\frac{1}{4}$	19	137	228	400	340	488
$3\frac{1}{8}$	19	148	247	400	340	488
$1\frac{1}{2}—3\frac{3}{4}$	14	161	265	545	485	641
$7\frac{7}{8}$	14	174	286	545	485	641
$1—1\frac{1}{2}$	11	193	321	700	640	800
$1\frac{3}{4}—2\frac{1}{4}$	11	224	370	700	640	800
$2\frac{1}{2}$	11	224	370	700	630	810
$2\frac{3}{4}—3$	11	255	421	700	630	810
$3\frac{1}{2}$	11	255	421	700	620	820
4	11	270	446	700	620	820
5	11	286	473	700	620	820
6	11	286	473	700	620	820

Трапецидальная резьба

Профиль трапецидальной резьбы (рис. 89) — трапеция с углом профиля 30° . Углы впадины профиля закруглены.

Крупная, нормальная и мелкая трапецидальная резьбы отличаются размерами шага и профиля резьбы при одинаковых диаметрах. Шаг резьбы измеряется в миллиметрах.

Основные размеры профиля трапецидальной резьбы приведены в табл. 131, диаметры и шаги — в табл. 132.

В обозначение трапецидальной резьбы входят буквы «трап.», диаметр и шаг. Для многоходовой резьбы указывается число заходов. Левая резьба обозначается буквами «лев». Например, 60×8; 60×(3×8) лев.

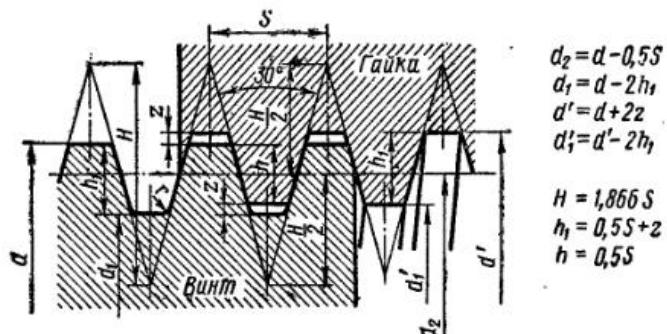


Рис. 89. Профиль трапецидальной резьбы:
диаметры резьбы: d — наружный винта, d' — наружный гайки, d — внутренний винта, d'_1 — внутренний гайки, S — шаг, H — теоретическая высота профиля, h — рабочая высота профиля, h_1 — глубина резьбы, Z — радиальный зазор, r — радиус скругления впадины винта, d_2 — средний диаметр резьбы

131. Размеры профиля трапецидальной резьбы, мм (ГОСТ 9484—73)

Шаг резьбы S	Глубина резьбы h_1	Рабочая высота профиля h	Зазоры z	Радиус r
2	1,25	1		
3	1,75	1,5		
4	2,25	2	0,25	
5	3	2,5		0,25
6	3,5	3		
8	4,5	4		
10	5,5	5	0,5	

Шаг резьбы S	Глубина резьбы h_1	Рабочая высота профиля h	Зазоры z	Радиус r
12	6,5	6		
16	9	8		
20	11	10		
24	13	12	1	0,5
32	17	16		
40	21	20		
48	25	24		

132. Основные размеры одноходовой трапецидальной резьбы для диаметров от 10 до 640 мм (ГОСТ 9484—73)

Диаметры резьбы, мм					Шаг резьбы S , мм
наружный d	внутренний d_1	средний d_2	наружный d'	внутренний d'_1	
Винт		Бинт и гайка		Гайка	
10	7,5 6,5	9 8,5	10,5 10,5	8 7	2 3
12	9,5 8,5	11 10,5	12,5 12,5	10 9	2 3
14	11,5 10,5	13 12,5	14,5 14,5	12 11	2 3
16	13,5 11,5	15 14	16,5 16,5	14 12	2 4
18	15,5 13,5	17 16	18,5 18,5	16 14	2 4
20	17,5 15,5	19 18	20,5	18 16	2 4
22	19,5 16 13	21 19,5 18	22,5 23 23	20 17 14	2 5 8

Продолжение табл. 132

Диаметры резьбы, мм					
наружный d	внутренний d_1	средний d_2	наружный d'	внутренний d'_1	Шаг резьбы S , мм
Винт		Винт и гайка	Гайка		
24	21,5 18 15	23 21,5 20	24,5 25 25	22 19 16	2 5 8
26	23,5 20 17	25 23,5 22	26,5 27 27	24 21 18	2 5 8
28	25,5 22 19	27 25,5 24	28,5 29 29	26 23 20	2 5 8
30	26,5 23 19	28,5 27 25	30,5 31 31	27 24 20	3 6 10
32	28,5 25 21	30,5 29 27	32,5 33 33	29 26 22	3 6 10
34	30,5 27 23	32,5 31 29	34,5 35 35	31 28 24	3 6 10
36	32,5 29 25	34,5 33 31	36,5 37 37	33 30 26	3 6 10
38	34,5 31 27	36,5 35 33	38,5 39 39	35 32 28	3 6 10
40	36,5 33 29	38,5 37 35	40,5 41 41	37 34 30	3 6 10
42	38,5 35 31	40,5 39 37	42,5 43 43	39 36 32	3 6 10

Продолжение табл. 132

Диаметры резьбы, мм					
наружный d	внутренний d_1	средний d_2	наружный d'	внутренний d'_1	Шаг резьбы S , мм
Винт		Винт и гайка	Гайка		
44	40,5 35 31	42,5 40 38	44,5 45 45	41 36 32	3 8 12
46	42,5 37 33	44,5 42 40	46,5 47 47	43 38 34	3 8 12
48	44,5 39 35	46,5 44 42	48,5 49 49	45 40 36	3 8 12
50	46,5 41 37	48,5 46 44	50,5 51 51	47 42 38	3 8 12
52	48,5 43 39	50,5 48 46	52,5 53 53	49 44 40	3 8 12
55	51,5 46 42	53,5 51 49	55,5 56 56	52 47 43	3 8 12
60	56,5 51 47	58,5 56 54	60,5 61 61	57 52 48	3 8 12
(62)	57,5 51 44	60 57 54	62,5 63 64	58 52 46	4 10 16
65	60,5 54 47	63 60 57	65,5 66 67	61 55 49	4 10 16
70	65,5 59 52	68 65 62	70,5 71 72	66 60 54	4 10 16

Продолжение табл. 132

Диаметры резьбы, мм					Шаг резьбы S , мм
наружный d	внутренний d_1	средний d_2	наружный d'	внутренний d_1'	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
75	70,5 64 57	73 70 67	75,5 76 77	71 65 59	4 10 16
(78)	73,5 67 60	76 73 70	78,5 70 80	74 68 62	4 10 16
80	75,5 69 62	78,5 75 72	80,5 81 82	76 70 62	4 10 16
85	79 72 63	82,5 79 75	86 86 87	80 73 65	5 12 20
90	84 77 68	87,5 84 80	91 91 92	85 78 70	5 12 10
95	89 82 73	92,5 89 85	96 96 97	90 83 75	5 12 20
100	94 87 78	97,5 94 90	101 101 102	95 88 80	5 12 20
110	104 97 88	107,5 104 100	111 111 112	105 98 90	5 12 20
120	113 102 92	117 112 108	121 122 122	113 104 96	6 12 24
130	123 112 104	127 122 118	131 132 132	124 114 106	6 16 24

Продолжение табл. 132

Диаметры резьбы, мм					Шаг резьбы S , мм
наружный d	внутренний d_1	средний d_2	наружный d'	внутренний d_1'	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
140	133 122 114	137 132 128	141 142 142	134 124 116	6 16 24
150	143 132 124	147 142 138	151 152 152	144 134 126	6 16 24
160	151 142 134	156 152 148	161 162 162	152 144 136	8 16 24
170	161 152 144	166 162 158	171 172 172	162 154 146	8 16 24
180	171 158 146	176 170 164	181 182 182	172 160 148	8 20 32
190	181 168 156	186 180 174	191 192 192	182 170 158	8 20 32
200	189 178 166	195 190 184	201 202 202	190 180 168	10 20 32
210	199 188 176	205 200 194	211 212 212	200 190 178	10 20 32
220	209 198 186	215 210 204	221 222 222	210 200 188	10 20 32
240	227 214 198	234 228 220	241 242 242	228 216 200	12 24 40

Продолжение табл. 132

Диаметры резьбы, мм					Шаг резьбы S , мм
наружный d	внутренний d_1	средний d_2	наружный d'	внутренний d'_1	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
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
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

Продолжение табл. 132

Диаметры резьбы, мм					Шаг резьбы S , мм
наружный d	внутренний d_1	средний d_2	наружный d'	внутренний d'_1	
Винт		Винт и гайка	Гайка		
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.

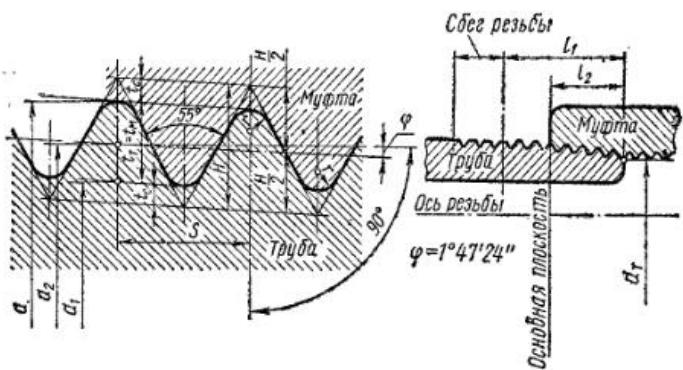


Рис. 90. Трубная коническая резьба:
 S — шаг, H — теоретическая высота профиля, t_t , t_m — высота профиля трубы и муфты, t_c — высота притупления профиля, r — радиус закругления вершины и впадины; диаметры резьбы: d_1 — внутренний в основной плоскости, d_2 — средний в основной плоскости, d_t — внутренний торца трубы; φ — угол уклона конуса

Трубная коническая резьба

Трубная коническая резьба (рис. 90) имеет профиль с углом 55° с закругленными вершинами и впадинами. Шаг резьбы выражается числом ниток на один дюйм и измеряется параллельно оси трубы. Ось профиля перпендикулярна к оси трубы.

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名义ными размерами резьбы длина свинчивания равна l_2 .

Пример обозначения на чертеже: К труб. 3/4" ГОСТ 6211—69.

Размеры профиля, диаметры, длины и шаг трубной конической резьбы указаны в табл. 133, 134.

133. Размеры профиля трубной конической резьбы (ГОСТ 6211—69)

Шаг S , мм	Число ниток на дюйм n	Высота профиля резьбы трубы и муфты $t_t = t_m$	Теоретическая высота профиля H , мм	Высота притупления 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

134. Диаметры, длины и шаг трубной конической резьбы (ГОСТ 6211—69)

номинальный d_n	Диаметры, мм			Длины, мм			Шаг S , мм	
	в основной плоскости			рабочая l_1	от торца трубы до установки плоскости l_2	Число ниток на дюйм n		
	наружный d	средний d_s	внутренний d_i					
1 1/8"	9,729	9,148	8,567	8,270	9	4,5	28	0,907
1 1/4"	13,158	12,302	11,446	11,071	11	6,0	19	1,337
3/8"	16,663	15,807	14,951	14,576	12	6,0	19	1,337
1/2"	20,956	19,794	18,632	18,163	15	7,5	14	1,814
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 1/4"	41,912	40,433	38,954	38,142	22	13,0	11	2,309
1 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 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°

Коническая дюймовая резьба (рис. 91) имеет профиль с углом 60° 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°47'24", что соответствует конусности 1 : 16.

Основная плоскость — заданное сечение, с которым при свинчивании без натяга трубы и муфты с名义ными размерами табл. 135, 136 совпадает торец муфты (см. рис. 91).

Линия, параллельная оси трубы

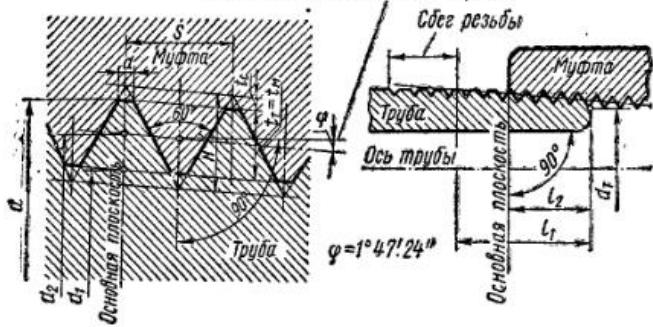


Рис. 91. Коническая дюймовая резьба с углом профиля 60°: диаметры резьбы: d — наружный в основной плоскости, d_1 — внутренний в основной плоскости, d_2 — средний в основной плоскости, d_T — внутренний торец трубы, φ — угол наклона конуса, l_1 — рабочая длина резьбы, l_2 — длина от торца трубы до основной плоскости, S — шаг, H — теоретическая высота профиля, t_c — высота притупления профиля, t_T , t_m — высота профиля резьбы трубы и муфты

Пример обозначения на чертеже: К-3/4" ГОСТ 6111—69.

135. Размеры профиля конической дюймовой резьбы с углом профиля 60° (ГОСТ 6111—69)

Шаг S , мм	Число ниток на дюйм n	Высота профиля резьбы трубы и муфты $t_T = t_m$, мм	Теоретическая высота профиля H , мм	Высота притупления профиля t_c , мм	Наибольшая ширина впадины 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 1/2	1,767	1,913	0,073	0,084

136. Диаметры, длины и шаг конической дюймовой резьбы с углом профиля 60° (ГОСТ 6111—69)

номинальный d_n	Диаметры, мм			Длина, мм			Число ниток на дюйм n	Шаг S , мм
	наружный d	средний d_s	внутренний d_1	внутренний у торца трубы d_{tr}	рабочая l_1	от торца трубы до основной плоскости l_s		
$1\frac{1}{16}$ "	7,895	7,142	6,389	6,135	6,5	4,064	27	0,941
$1\frac{1}{8}$ "	10,272	9,519	8,766	8,480	7,0	4,572	27	0,941
$1\frac{1}{4}$ "	13,572	12,443	11,314	10,997	9,5	5,080	18	1,411
$1\frac{3}{8}$ "	17,055	15,926	14,797	14,416	10,5	6,096	18	1,411
$1\frac{1}{2}$ "	21,223	19,772	18,321	17,813	13,5	8,128	14	1,814
$3\frac{3}{4}$ "	26,568	25,117	23,666	23,128	14,0	8,611	14	1,814
$1\frac{1}{2}$ "	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 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 $1\frac{1}{4}$ 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 выше 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 ($d=3+30$ мм) и дюймовые ($d=1\frac{1}{4}+1\frac{1}{4}$ ") служат для нарезания гаек в малых количествах. Длинные метчики метрические ($d=3+52$ мм) и дюймовые ($d=1\frac{1}{4}+1\frac{1}{4}$ ") служат преимущественно для нарезания гаек повышенного качества. Станочные метчики применяются для нарезания гаек обычного качества в массовом производстве. Пределы диаметром их такие же, как у длинных метчиков.

Гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (ГОСТ 6951—71) применяются для непрерывного нарезания резьбы метрической с $d=5\frac{1}{2}-24$ мм и дюймовой с $d=1\frac{1}{4}-1\frac{1}{2}$ ".

Машинно-ручные метчики (ГОСТ 3266—71) служат для нарезания резьбы метрической с $d=1+52$ мм, дюймовой с $d=1\frac{1}{4}+1\frac{1}{4}$ "

и трубной с $d=1\frac{1}{8}+2"$ машинным способом. Резьбы с шагом до 3 мм можно нарезать вручную. Машинно-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° ($d=1\frac{1}{16}+2"$) и трубной конической резьбы ($d=1\frac{1}{8}+2"$).

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, шестиугольные, клуповые (раздвижные). Наиболее широко применяются круглые плашки.

Круглые плашки для нарезания цилиндрических резьб (ГОСТ 9740—71) служат для нарезания резьбы метрической ($d=1+135$ мм), дюймовой ($d=1\frac{1}{4}+2"$), трубной ($d=1\frac{1}{8}+2"$) и калибрования предварительно нарезанной резьбы.

Круглые плашки для конической резьбы (ГОСТ 6228—71) применяют для нарезания трубной конической резьбы ($d=1\frac{1}{8}+2"$), конической резьбы с углом профиля 60° ($d=1\frac{1}{16}+2"$).

Диаметры отверстий и стержней под нарезание резьб

Диаметры отверстий и стержней под нарезание различных видов резьб выбирают по табл. 137—152.

137. Диаметры сверл для обработки отверстий под нарезание метрических резьб (ГОСТ 9150—59) с крупными шагами

d	d_{cb}	d	d_{cb}	d	d_{cb}	d	d_{cb}
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_{cb} — диаметр сверла под резьбу, мм.

138. Диаметры сверл для обработки отверстий под нарезание метрических резьб с мелкими шагами (ГОСТ 9150—59)

S=0,2		S=0,5		S=1		S=1,5		S=2	
d	d _{cb}	d	d _{cb}	d	d _{cb}	d	d _{cb}	d	d _{cb}
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
<i>S = 0,25</i>		22	21,5	17	16	20	18,5	36	34
		18	17	22	21	22	20,5	39	37
d		<i>S = 0,75</i>		20	19	24	22,5	40	38
2	1,75	6	5,2	22	21	25	23,5	42	40
2,2	1,95	7	6,2	24	23	26	24,5	45	43
		25	24	27	26	15,5	48	46	
<i>S = 0,35</i>		8	7,2	27	26	28	26,5	50	48
		9	8,2	28	27	30	28,5	52	50
d		10	9,2	30	29	32	30,5	<i>S = 3</i>	
		11	10,2	33	32	33	31,5		
2,5	2,15	12	11,2	36	35	35	33,5	d	
3	2,65	14	13,2	39	38	36	34,5	d _{cb}	
3,5	3,15	16	15,25	42	41	38	36,5		
		18	17,25	45	44	39	37,5	30	
		20	19,25	48	47	40	38,5	26,9	
<i>S = 0,5</i>		12	21,25	52	51	42	40,5	36	32,9
		24	23,25			45	43,5	39	35,9
		27	26,25			48	46,5	40	36,9
d		<i>S = 1,25</i>		30	29,25	50	48,5	42	38,9
				33	32,3	52	50,5	45	41,9
4	3,5	<i>S = 1</i>		10	8,7	<i>S = 2</i>		48	44,9
4,5	4							50	46,9
5	4,5							52	48,9
5,5	5	12	10,7	<i>S = 4</i>		d	d _{cb}		
6	5,5								
7	6,5		14	12,7					

Продолжение табл. 138

S=0,5		S = 1		S = 1,5		S = 2		S = 4	
d	d _{cb}	d	d _{cb}	d	d _{cb}	d	d _{cb}	d	d _{cb}
8	7,5	8	—	—	—	18	16	42	37,9
9	8,5	9	8	—	—	20	18	45	40,9
10	9,5			12	10,5	22	20	48	43,9
				14	12,5			55	47,9
						d	d _{cb}	24	22

П р и м е ч а н и е. S — шаг резьбы, мм; d — наружный диаметр резьбы, мм; d_{cb} — диаметр сверла под резьбу, мм.

139. Диаметры стержней под нарезание метрической резьбы плашкой, мм

Диаметры		Допуски на диаметр стержня	Диаметры		Допуски на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
Резьба с крупным шагом					
24			23,86		-0,14
27			26,86		-0,14
3	2,94	-0,06	30	29,86	-0,14
3,5	3,42	-0,08	34	32,83	-0,17
4	3,92	-0,08	36	35,83	-0,17
4,5	4,42	-0,08	39	38,83	-0,17
5	4,92	-0,08	Резьба с мелким шагом		
6	5,92	-0,08	4	3,96	-0,08
7	6,90	-0,10	4,5	4,46	-0,08
8	7,90	-0,10	5	4,96	-0,08
9	8,90	-0,10	6	5,96	-0,08
10	9,90	-0,10	7	6,95	-0,10
11	10,88	-0,12	8	7,95	-0,10
12	11,88	-0,12	9	8,95	-0,10
16	15,88	-0,12	10	9,95	-0,10
18	17,88	-0,12	11	10,94	-0,12
20	19,86	-0,14	12	11,94	-0,12
22	21,86	-0,14	14	13,94	-0,12
			15	14,94	-0,12

Продолжение табл. 139

Диаметры		Допуски на диаметр стержня	Диаметры		Допуски на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
14	13,88	-0,12	32	31,92	-0,17
16	15,94	-0,12	33	32,92	-0,17
17	16,94	-0,12	35	34,92	-0,17
18	17,94	-0,12	36	35,92	-0,17
20	19,93	-0,14	38	37,92	-0,17
22	21,93	-0,14	39	38,92	-0,17
24	23,93	-0,14	40	39,92	-0,17
25	24,93	-0,14	42	41,92	-0,17
26	25,93	-0,14			
27	26,93	-0,14	45	44,92	-0,17
28	27,93	-0,14	48	47,92	-0,17
30	29,93	-0,14	50	49,92	-0,17

140. 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
1/4	5,1	5,0	1	22,3	21,8
5/16	6,5	6,4	1 1/8	25,0	24,6
3/8	8,0	7,8	1 1/4	28,0	27,6
1/2	10,5	10,3	1 1/2	33,7	33,4
5/8	13,5	13,3	1 3/4	39,2	38,5
3/4	16,5	16,2	2	44,6	43,7
7/8	19,5	19,0	—	—	—

141. Диаметры обточки стержней под нарезание дюймовой резьбы плашкой

Диаметры резьбы, дюймы	Стержень под резьбу		Диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу	
	диаметр, мм	допуск на диаметр, мм		диаметр, мм	допуск на диаметр, мм
9/16	4,53	-0,16	7/8	21,74	-0,28
1/4	6,10	-0,20	1	24,89	-0,28
5/16	7,68	-0,20	1 1/8	28,00	-0,34
3/8	9,26	-0,20	1 1/4	31,16	-0,34
7/16	10,80	-0,20	1 1/2	37,47	-0,34
1/2	12,34	-0,24	1 5/8	40,55	-0,50
9/16	13,92	-0,24	1 3/4	43,72	-0,50
5/8	15,49	-0,24	1 7/8	46,85	-0,50
3/4	18,65	-0,24	2	50,00	-0,52

142. 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
1/8	8,9	1	31
1/4	11,9	1 1/8	35,75
3/8	15,4	1 1/4	39,75
1/2	19,25	1 3/8	42,2
5/8	21,25	1 1/2	45,6
3/4	24,75	1 3/4	51,6
7/8	28,5	2	57,5

143. 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
1/8	8,80	+0,10	1 1/4	39,20	+0,17
1/4	11,80	+0,12	1 3/8	41,60	+0,17
3/8	15,20	+0,12	1 1/2	45,00	+0,17
1/2	18,90	+0,14	1 3/4	51,00	+0,20
5/8	20,90	+0,14	2	56,90	+0,20
3/4	24,30	+0,14	2 1/4	62,95	+0,20
7/8	28,30	+0,14	2 1/2	75,45	+0,20
1	30,50	+0,17	2 3/4	78,80	+0,20
1 1/8	35,20	+0,17	3	85,10	+0,23

144. 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
1/16	6,3	6,2	3/4	23,5	22,75
1/8	8,7	8,4	1	29,5	29
1/4	11,2	10,7	1 1/4	38,5	37,5
3/8	14,75	14,25	1 1/2	44,5	43,5
1/2	18,25	17,5	2	57	56

Приложение. Нарезание резьбы без развертывания отверстия на конус применяется для соединений, не рассчитанных на высокое давление.

145. 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	1	55

146. Диаметры стержней под нарезание резцом или фрезой метрических резьб с крупными шагами, мм

Диаметры резьбы	Диаметры стержня	Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр 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

147. Диаметры стержней под нарезание резцом метрических резьб с мелким шагом, мм

Диаметры резьбы	Диаметры стержня	Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
			резьбы	стержня	
Шаг резьбы $S=1$ мм			22	21,93	-0,14
			24	23,93	-0,14
			25	24,93	-0,14
10	9,94	-0,12			
11	10,94	-0,12			
12	11,94	-0,12	27	26,93	-0,14
14	13,94	-0,12	28	27,93	-0,14
15	14,94	-0,12	30	29,93	-0,14
16	15,94	-0,12			
17	16,94	-0,12	33	32,93	-0,14
18	17,94	-0,12	36	35,92	-0,17
20	19,93	-0,14	39	38,92	-0,17

Продолжение табл. 147

Диаметры		Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
42	41,92	-0,17	62	61,90	-0,20
45	44,92	-0,17	64	63,90	-0,20
48	47,92	-0,17	65	64,90	-0,20
52	51,92	-0,17	68	67,90	-0,20
56	55,90	-0,20	70	69,90	-0,20
60	59,90	-0,20	72	71,88	-0,20
64	63,90	-0,20	75	74,88	-0,20
68	67,90	-0,20	76	75,88	-0,20
72	71,90	-0,20	80	79,88	-0,20
76	75,90	-0,20	85	84,88	-0,20
80	79,90	-0,20	90	89,88	-0,20
			95	94,88	-0,20
			100	99,88	-0,20
Шаг резьбы $S=1,5$ мм					
12	11,94	-0,14	Шаг резьбы $S=2$ мм		
14	13,94	-0,14	18	17,92	-0,14
15	14,94	-0,14	20	19,92	-0,14
16	15,94	-0,14	22	21,92	-0,14
17	16,94	-0,14	24	23,92	-0,14
18	17,94	-0,14	25	24,92	-0,14
20	19,92	-0,14	27	26,92	-0,14
22	21,92	-0,14	28	27,92	-0,14
24	23,92	-0,17	30	29,92	-0,14
25	24,92	-0,17	32	31,92	-0,14
26	25,92	-0,17	33	32,92	-0,14
27	26,92	-0,17	36	35,90	-0,20
28	27,92	-0,17	39	38,90	-0,20
30	29,92	-0,17	40	39,90	-0,20
32	31,92	-0,17	42	41,90	-0,20
33	32,92	-0,17	48	47,90	-0,20
35	34,92	-0,17	50	49,90	-0,20
36	35,92	-0,17	52	51,90	-0,20
38	37,92	-0,17	55	54,90	-0,20
39	38,92	-0,17	56	55,90	-0,20
40	39,92	-0,17	58	57,90	-0,20
42	41,92	-0,17	60	59,90	-0,20
45	44,92	-0,17	62	61,90	-0,20
48	47,92	-0,17	64	63,90	-0,20
50	49,92	-0,17	65	64,90	-0,20
52	51,92	-0,17	68	67,90	-0,20
55	54,90	-0,20	70	69,90	-0,20
56	55,90	-0,20	72	71,90	-0,20
58	57,90	-0,20			
60	59,90	-0,20			

Продолжение табл. 147

Диаметры		Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
75	74,90	-0,20	76	75,88	-0,23
76	75,90	-0,20	80	79,88	-0,23
78	77,90	-0,20	85	84,88	-0,23
80	79,90	-0,20	90	89,88	-0,23
82	81,90	-0,20	95	94,88	-0,23
85	84,88	-0,23	105	104,88	-0,23
90	89,88	-0,23	110	109,88	-0,23
95	94,88	-0,23	115	114,88	-0,23
100	99,88	-0,23	120	119,88	-0,23
105	104,88	-0,23	125	124,87	-0,27
110	109,88	-0,23	130	129,87	-0,27
115	114,88	-0,23	135	134,87	-0,27
120	119,88	-0,23	140	139,87	-0,27
125	124,88	-0,23	145	144,87	-0,27
130	129,88	-0,23	150	149,87	-0,27
135	134,88	-0,23	155	154,87	-0,27
140	139,88	-0,23	160	159,87	-0,27
150	149,88	-0,23	165	164,87	-0,27
Шаг резьбы $S=3$ мм			170	169,87	-0,27
30	29,90	-0,17	180	179,87	-0,27
33	32,90	-0,17	185	184,87	-0,27
36	35,90	-0,17	190	189,87	-0,27
39	38,90	-0,17	195	194,87	-0,27
40	39,90	-0,17	200	199,87	-0,27
42	41,90	-0,17	Шаг резьбы $S=4$ мм		
45	44,90	-0,17			
48	47,90	-0,17	42	41,80	-0,20
50	49,90	-0,17	45	44,80	-0,20
52	51,90	-0,17	48	47,80	-0,20
55	54,90	-0,17	52	51,80	-0,20
56	55,88	-0,23	55	54,80	-0,20
58	57,88	-0,23	56	55,80	-0,20
60	59,88	-0,23	58	57,80	-0,20
62	61,88	-0,23	60	59,80	-0,20
64	63,88	-0,23	62	61,80	-0,20
65	64,88	-0,23	64	63,80	-0,20
68	67,88	-0,23	65	64,80	-0,20
70	69,88	-0,23	68	67,80	-0,20
72	71,88	-0,23	70	69,80	-0,20
75	74,88	-0,23	72	71,80	-0,20
			75	74,80	-0,20

Продолжение табл. 147

Диаметры		Допуск на диаметр стержня	Диаметры		Допуск на диаметр стержня
резьбы	стержня		резьбы	стержня	
76	75,80	-0,20	76	75,80	-0,20
80	79,80	-0,20	80	79,80	-0,20
85	84,80	-0,20	85	84,77	-0,23
90	89,80	-0,20	90	89,77	-0,23
95	94,80	-0,20	95	94,77	-0,23
100	99,80	-0,20	100	99,77	-0,23
105	104,80	-0,20	105	104,77	-0,23
110	109,80	-0,20	110	109,77	-0,23
115	114,80	-0,20	120	114,77	-0,23
120	119,80	-0,20	125	124,80	-0,26
125	124,80	-0,20	130	129,80	-0,26
130	129,80	-0,20	135	134,80	-0,26
135	134,80	-0,20	140	139,80	-0,26
140	139,80	-0,20	145	144,80	-0,26
150	149,80	-0,20	150	149,80	-0,26
160	159,80	-0,20	165	164,80	-0,26
170	169,80	-0,20	170	169,80	-0,26
175	174,80	-0,20	180	179,80	-0,26
180	179,80	-0,20	185	184,77	-0,26
190	189,77	-0,23	195	194,77	-0,30
200	199,77	-0,23	190	189,70	-0,30
Шаг резьбы $S=6$ мм			195	194,70	-0,30
70	69,80	-0,20	200	199,70	-0,30
72	71,80	-0,20			

148. Диаметры растачиваемых отверстий под нарезание резцом или фрезой метрических резьб с крупным шагом, мм

Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия
резьбы	отверстия		резьбы	отверстия	
10	8,3	+0,3	33	28,9	+0,5
11	9,3	+0,3	36	31,3	+0,5
12	10,0	+0,3	39	34,3	+0,5
14	11,7	+0,3	42	36,7	+0,6
16	13,7	+0,3	45	39,7	+0,6
18	15,1	+0,4	48	42,1	+0,6
20	17,1	+0,4	52	46,1	+0,6
22	19,1	+0,4	56	49,5	+0,7
24	20,5	+0,4	60	52,9	+0,7
27	23,5	+0,4	64	56,9	+0,7
30	25,9	+0,5	68	60,9	+0,7

149. Диаметры растачиваемых отверстий под нарезание резцом
метрических резьб с мелким шагом, мм

Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия
резьбы	отверстия под резьбу		резьбы	отверстия под резьбу	
Шаг резьбы $S=1$ мм					
20	18,9	+0,2	33	31,3	+0,2
22	20,9	+0,2	35	33,3	+0,2
24	22,9	+0,2	38	36,3	+0,2
25	23,9	+0,2	39	37,3	+0,2
27	25,9	+0,2	40	38,3	+0,2
28	26,9	+0,2	42	40,3	+0,2
30	28,9	+0,2	45	43,3	+0,2
33	31,9	+0,2	48	46,3	+0,2
36	34,9	+0,2	50	48,3	+0,2
39	37,9	+0,2	52	50,3	+0,2
42	40,9	+0,2	55	53,3	+0,2
45	43,9	+0,2	56	54,3	+0,2
48	46,9	+0,2	58	56,3	+0,2
52	50,9	+0,2	60	58,3	+0,2
56	54,9	+0,2	62	60,3	+0,2
60	58,9	+0,2	64	62,3	+0,2
64	62,9	+0,2	65	63,3	+0,2
68	66,9	+0,2	68	66,3	+0,2
72	70,9	+0,2	70	68,3	+0,2
76	74,9	+0,2	72	70,3	+0,2
80	78,9	+0,2	75	73,3	+0,2
			76	74,3	+0,2
			80	78,3	+0,2
Шаг резьбы $S=1,5$ мм					
14	12,3	+0,2	85	83,3	+0,2
15	13,3	+0,2	90	88,3	+0,2
16	14,3	+0,2	95	93,3	+0,2
17	15,3	+0,2	100	98,3	+0,2
Шаг резьбы $S=2$ мм					
20	18,3	+0,2	24	21,7	+0,2
22	20,3	+0,2	25	22,7	+0,2
24	22,3	+0,2	27	24,7	+0,2
25	23,3	+0,2	28	25,7	+0,2
26	24,3	+0,2	30	27,7	+0,2
27	25,3	+0,2	32	29,7	+0,2
28	26,3	+0,2	33	30,7	+0,2
30	27,3	+0,2	36	33,7	+0,2
32	30,3	+0,2	39	36,7	+0,2

Продолжение табл. 149

Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия
резьбы	отверстия под резьбу		резьбы	отверстия под резьбу	
40	37,7	+0,2	40	36,5	+0,3
42	39,7	+0,2	42	38,5	+0,3
45	42,7	+0,2	45	41,5	+0,3
48	45,7	+0,2	48	44,5	+0,3
50	47,7	+0,2	50	46,5	+0,3
52	49,7	+0,2	52	48,5	+0,3
55	52,7	+0,2	55	51,5	+0,3
56	53,7	+0,2	56	52,5	+0,3
58	55,7	+0,2	58	54,5	+0,3
60	57,7	+0,2	60	56,5	+0,3
62	59,7	+0,2	62	58,5	+0,3
64	61,7	+0,2	64	60,5	+0,3
65	62,7	+0,2	65	61,5	+0,3
68	65,7	+0,2	68	64,5	+0,3
70	67,7	+0,2	70	66,5	+0,3
72	69,7	+0,2	72	68,5	+0,3
75	72,7	+0,2	75	71,5	+0,3
76	73,7	+0,2	76	72,5	+0,3
78	75,7	+0,2	80	76,5	+0,2
80	77,7	+0,2	85	81,5	+0,3
82	79,7	+0,2	90	86,5	+0,3
85	82,7	+0,2	95	91,5	+0,3
90	87,7	+0,2	100	96,5	+0,3
95	92,7	+0,2	105	101,5	+0,3
100	97,7	+0,2	110	106,5	+0,3
105	102,7	+0,2	115	111,5	+0,3
110	107,7	+0,2	120	116,5	+0,3
115	112,7	+0,2	125	121,5	+0,3
120	117,7	+0,2	130	126,5	+0,3
125	122,7	+0,2	135	131,5	+0,3
130	127,7	+0,2			
135	132,7	+0,2	140	136,5	+0,3
140	137,7	+0,2	145	141,5	+0,3
145	142,7	+0,2	150	146,5	+0,3
150	147,7	+0,2	155	151,5	+0,3
Шаг резьбы $S=3$ мм					
			160	156,5	+0,3
			165	161,5	+0,3
			170	166,5	+0,3
			175	171,5	+0,3
			180	176,5	+0,3
			185	181,5	+0,3

Продолжение табл. 149

Диаметры		Допуск на диаметр отверстия	Диаметры		Допуск на диаметр отверстия
резьбы	отверстия под резьбу		резьбы	отверстия под резьбу	
190	186,5	+0,3	150	145,3	+0,5
195	191,5	+0,3	155	150,3	+0,5
200	196,5	+0,3	160	155,3	+0,5
			165	160,3	+0,5
Шаг резьбы $S=4$ мм			170	165,3	+0,5
			175	170,3	+0,5
55	50,3	+0,5	180	175,3	+0,5
56	51,3	+0,5	185	180,3	+0,5
58	53,3	+0,5	190	185,3	+0,5
60	55,3	+0,5	195	190,3	+0,5
62	57,3	+0,5	200	195,3	+0,5
64	59,3	+0,5			
65	61,3	+0,5	Шаг резьбы $S=6$ мм		
68	63,3	+0,5	70	62,9	+0,7
70	65,3	+0,5	72	64,9	+0,7
72	67,3	+0,5	76	68,9	+0,7
75	70,3	+0,5	80	72,9	+0,7
76	71,3	+0,5	85	77,9	+0,7
80	75,3	+0,5	90	82,9	+0,7
85	80,3	+0,5	95	87,9	+0,7
90	85,3	+0,5	100	92,9	+0,7
95	90,3	+0,5	105	97,9	+0,7
100	95,3	+0,5	110	102,9	+0,7
105	100,3	+0,5	115	107,9	+0,7
110	105,3	+0,5	120	112,9	+0,7
115	110,3	+0,5	125	117,9	+0,7
120	115,3	+0,5	130	122,9	+0,7
125	120,3	+0,5	135	127,9	+0,7
130	125,3	+0,5	140	132,9	+0,7
135	130,3	+0,5	145	137,9	+0,7
140	135,3	+0,5	150	142,9	+0,7
145	140,3	+0,5			

150. Диаметры стержней под нарезание резцом или фрезой трубной цилиндрической резьбы

Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу, мм		Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу, мм	
	диаметр	допуск на диаметр		диаметр	допуск на диаметр
1/8	9,48	-0,10	3/8	16,36	-0,12
1/4	12,86	-0,12	1/2	20,64	-0,14

Продолжение табл. 150

Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу, мм		Номинальный диаметр резьбы, дюймы	Стержень под резьбу, мм	
	диаметр	допуск на диаметр		диаметр	допуск на диаметр
5/8	22,61	-0,14	1 1/4	53,34	-0,20
3/4	26,11	-0,14	2	59,21	-0,20
7/8	29,88	-0,14	2 1/4	65,33	-0,20
1	32,92	-0,17	2 1/2	74,74	-0,20
1 1/8	37,55	-0,17	2 3/4	81,12	-0,20
1 1/4	41,53	-0,17	3	87,42	-0,20
1 3/8	43,98	-0,17	3 1/4	93,56	-0,24
1 1/2	47,37	-0,17	3 1/2	99,91	-0,24

151. 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		-0,060	3	-0,100		
12—14	2	-0,070		-0,120	—	—
16—18		-0,070	4	-0,120		
20		-0,084	4	-0,140	—	—
22—28	2	-0,084		-0,140	8	-0,280
30—42	3	-0,100	5	-0,170	10	-0,340
44—80	3 и 4	-0,120	8 и 10	-0,200	12 и 16	-0,400
85—110	5	-0,140	12	-0,230	20	-0,460
120—170	6 и 8	-0,160	16	-0,260	24	-0,530
180—220	10	-0,185	20	-0,300	32	-0,600
240—300	12	-0,215	24	-0,340	40	-0,680

152. 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	—	—	—	12	—	—	14	—	—
18	—	—	4	14	16	+0,20	16	—	+0,10
20	—	—	—	16	—	—	18	—	—
22	—	14	—	17	—	—	20	—	—
24	—	16	—	19	—	—	22	—	—
26	8	18	+0,40	5	21	+0,25	24	—	—
28	—	20	—	23	—	—	26	—	—
30	—	20	—	24	+0,30	—	27	—	—
32	10	22	—	26	—	—	29	—	—
34	—	24	—	28	—	—	31	—	—
36	—	26	+0,50	6	30	—	33	+0,15	—
38	—	28	—	32	—	—	35	—	—
40	—	30	—	34	—	—	37	—	—
42	—	32	—	36	—	—	39	—	—
44	—	32	—	34	—	—	41	—	—
46	—	34	—	38	—	—	43	—	—
48	—	36	—	40	—	—	45	—	—
50	12	38	+0,60	8	42	+0,40	47	—	—
52	—	40	—	44	—	—	49	—	—
55	—	43	—	47	—	—	52	—	—
60	—	48	—	52	—	—	57	—	—
62	—	46	—	52	—	—	58	—	—
65	—	49	—	55	—	—	61	—	—
70	16	54	+0,80	10	60	+0,50	4	66	+0,20
75	—	59	—	65	—	—	71	—	—
78	—	62	—	68	—	—	74	—	—
80	—	64	—	70	—	—	76	—	—
85	—	65	—	73	—	—	80	—	—
90	—	70	—	78	—	—	85	—	—
95	20	75	+1,00	12	83	+0,60	5	90	+0,25
100	—	80	—	88	—	—	95	—	—
110	—	90	—	98	—	—	105	—	—
120	—	96	—	104	—	—	114	—	—
130	—	106	—	114	—	—	124	+0,30	—
140	—	116	—	124	—	—	134	—	—

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточки	Допуск
150	24	126	+1,20	16	134	+0,80	—	144	—
160	—	136	—	—	144	—	8	152	+0,40
170	—	146	—	—	154	—	—	162	—
180	—	148	—	—	160	+1,00	10	170	—
190	32	158	+1,60	20	170	—	—	180	—
200	—	168	—	—	180	—	—	190	+0,50
210	—	178	—	—	190	—	—	200	—
220	—	188	—	—	200	—	—	210	—
240	—	200	—	—	—	—	—	228	—
250	—	210	—	—	216	—	—	238	—
260	40	220	+2,00	24	236	+1,20	—	248	—
280	—	240	—	—	256	—	—	268	+0,60
300	—	260	—	—	276	—	12	288	—
320	48	272	+2,40	—	—	—	—	308	—
340	—	292	—	—	—	—	—	328	—
360	—	312	—	—	—	—	—	348	—
380	—	332	—	—	—	—	—	368	—
400	—	352	—	—	—	—	—	388	—
420	—	—	—	—	—	—	—	404	—
440	—	—	—	—	—	—	16	424	+0,80
460	—	—	—	—	—	—	—	444	—
480	—	—	—	—	—	—	—	464	—
500	—	—	—	—	—	—	—	484	—
520	—	—	—	—	—	—	—	500	—
540	—	—	—	—	—	—	—	520	—
560	—	—	—	—	—	—	20	540	+1,00
580	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
620	—	—	—	—	—	—	—	—	—
640	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

ются 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. 153—155.

153. Скорости резания при нарезании резьб быстрорежущими резцами

(работка с охлаждением, обрабатываемый металл — сталь 45, материал резца — Р9)

Метрическая резьба (ГОСТ 9150—59)

Шаг резьбы S , мм	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
Скорость резания, м/мин	черновых проходов	36	31	30	27	25	24	22	22
	чистовых проходов	64	56	50	48	44	42	41	38
	зачистных проходов	4	4	4	4	4	4	4	4

Дюймовая резьба по ОСТ НКТП 1260

Число ниток на 1"	11	10	9	8	7	6	5	4,5	4	3	
Скорость резания, м/мин	черновых проходов	40	38	34	31	28	27	25	23	21	19
	чистовых проходов	65	58	57	55	49	47	42	39	37	31
	зачистных проходов										4

Трапецидальная резьба (ГОСТ 9484—73)

Шаг резьбы, мм	5	6	8	10	12	16	20	24
Скорость, м/мин	черновых проходов	37	32	25	21	18	15	14
	чистовых проходов				64			52
	зачистных проходов						4	

Приложения: 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.

154. Скорости резания при нарезании наружной резьбы на деталях из конструкционной стали резцами, оснащенными пластинками из твердого сплава Т15К6 (работка без охлаждения)

Предел прочности σ_b , кгс/мм ²	Твердость по Бринеллю HB	Скорость резания v (м/мин) при шаге резьбы S , 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

Резьба дюймовая

Предел прочности σ_b , кгс/мм ²	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

Продолжение табл. 154

Резьба трапецидальная

Предел прочности σ_b , кгс/мм ²	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

Поправочный коэффициент K_2

Стойкость резца T , мин	10	20	30	45	60	90
K_2	1,25	1,08	1,00	0,92	0,87	0,80

155. Режимы резания при нарезании модульных резьб резцами, оснащенными пластинками из твердого сплава Т15К6 (работа без охлаждения, обрабатываемый металл — сталь конструкционная незакаленная)

Модуль резьбы		1	2	3	4	5
Число проходов	черновых	4	7	10	25	30
	чистовых	2	3	5	—	—
Скорость резания, м/мин	при обработке стали $\sigma_b = 65$ кгс/мм ²	160	130	110	104	99
	при обработке стали $\sigma_b = 75$ 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

156. 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 Сульфофрезол
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

$$i = \frac{S_p}{S_{x.b.}},$$

где i — передаточное отношение;

S_p — шаг нарезаемой резьбы;

$S_{x.b.}$ — 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 обоих наборах имеется колесо с числом зубьев 127.

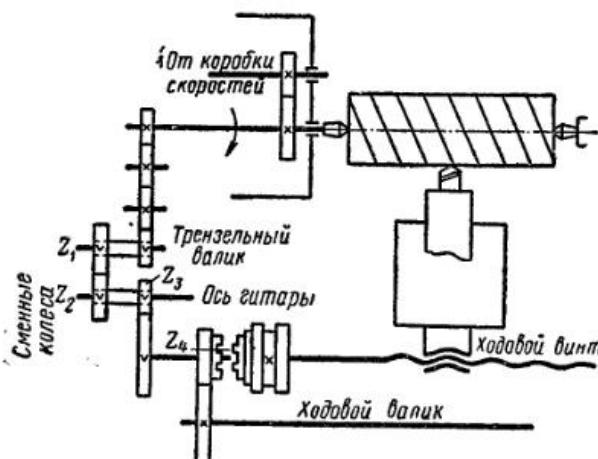


Рис. 92. Схема передачи движения от шпинделя к ходовому винту

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, имеющихся в наборе. Числитель показывает число зубьев ведущего колеса, устанавливаемого на валике трензеля, знаменатель — число зубьев ведомого колеса, устанавливаемого на конец ходового винта. Если подобранный паре колес не сцепляются, 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

$$S_p = i S_{x.b.}$$

Для сцепления сменных зубчатых колес необходимо, чтобы числа 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 $S_{x.b.} = 8$ мм требуется нарезать резьбу с шагом 1 мм.

1. Передаточное отношение сменных колес

$$i = \frac{S_p}{S_{x.b.}} = \frac{1}{8}.$$

2. Подбираем сменные колеса по передаточному отношению

$$i = \frac{1 \cdot 20}{8 \cdot 20} = \frac{20}{160}, \quad i = \frac{1 \cdot 15}{8 \cdot 15} = \frac{15}{120}.$$

Колеса с числом зубьев 15 и 160 в наборах сменных зубчатых колес не имеются, следовательно, при помощи одной пары сменных колес данную резьбу нарезать нельзя. Разлагаем передаточное число на две дроби и подбираем две пары сменных колес

$$i = \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2},$$

$$i = \frac{1 \cdot 25}{4 \cdot 25} \cdot \frac{1 \cdot 20}{2 \cdot 20} = \frac{25}{100} \cdot \frac{20}{40},$$

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{25}{100} \cdot \frac{20}{40}.$$

Колеса z_1 и z_3 — ведущие, колеса z_2 и z_4 — ведомые.

3. Проверяем, правильно ли подсчитаны сменные колеса

$$S_p = S_{x.b.} \cdot i = 8 \cdot \frac{25}{100} \cdot \frac{20}{40} = 1 \text{ мм.}$$

Колеса подобраны правильно: в примере шаг был задан 1 мм.

4. Проверяем сцепляемость колес:

a) $z_1 + z_2 > z_3$ не менее чем на 15 зубьев, $25 + 100 > 20$, $25 + 100 - 20 = 105 > 15$.

Первое условие сцепляемости выдержано.

b) $z_3 + z_4 > z_2$ 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:

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{20}{100} \cdot \frac{25}{40};$$

a) $z_1 + z_2 > z_3$; $20 + 100 = 120 > 25$;

b) $z_3 + z_4 > z_1$; $25 + 45 = 70 < 100$.

Вновь не выполнено условие сцепляемости, следовательно, надо поменять местами пары сменных колес.

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{20}{40} \cdot \frac{25}{100};$$

a) $z_1 + z_2 > z_3$; $20 + 40 = 60 > 25$,

$60 - 25 = 35 > 15$;

b) $z_3 + z_4 > z_1$; $35 + 100 = 135 > 40$,

$135 - 40 = 95 > 15$.

Условие сцепляемости выполнено. Таким образом, чтобы настроить данный станок для нарезания резьбы с шагом 1 мм, необходимо установить две пары сменных 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 сменные зубчатые колеса коробки подач. В этом случае передаточное отношение сменных колес подсчитывается по формулам:

$$i_{\text{см}} = \frac{S_{\text{нар}}}{P_{\text{табл}}} \quad \text{для метрической резьбы};$$

$$i_{\text{см}} = \frac{P_{\text{табл}}}{P_{\text{нар}}} \quad \text{для дюймовой резьбы};$$

$$i_{\text{см}} = \frac{m_{\text{нар}}}{m_{\text{табл}}} \quad \text{для модульной резьбы};$$

$$i_{\text{см}} = \frac{P_{\text{табл}}}{P_{\text{нар}}} \quad \text{для питчевой резьбы},$$

где S — шаг резьбы, мм;
 n — число ниток на 1 дюйм;
 m — модуль, мм;
 P — шаг в пичах.

При подсчете сменных 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 табл. 157.

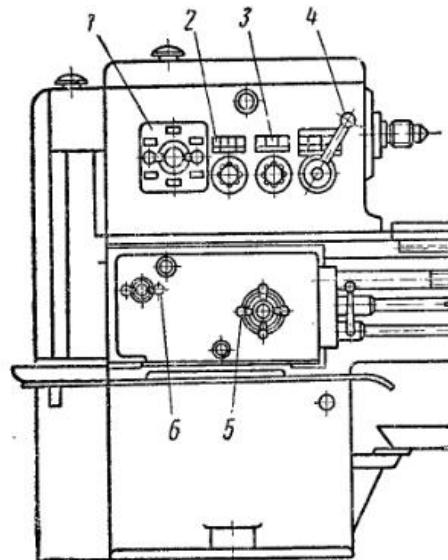


Рис. 93. Рукоятки станка 1К62:

1, 4 — установки чисел оборотов шпинделя в минуту, 2 — установки увеличенного и нормального шага резьбы и положения при делении на многозаходные резьбы, 3 — установки правой и левой резьбы и подачи, 5 — установки величины подачи резьбы, 6 — включения на подачу, резьбу, ходовой винт и архимедову спираль

157. Настройка станка 1К62 для нарезания резьб

Сменные зубчатые колеса приклона	Положение рукотки подач	Положение рукоток передней бабки			Указание рукотки коробки подачи на величину подач	Руковатка 3 (см. рис. 93) показана в положениях для нарезания правой резьбы		
		A	B	5				
42 50 Резба метрическая	Нормальный шаг	12,5—2000	1,75—3 3,5—6 7—12	1—1,5 1,75—3 3,5—6 7	0,87 1,75 3,5 4	1,25 2,5 5 10	1,5 3 6 12	
		50—160	14—24 28—48	14 28	16 32	18 36	20 40	
42 50 Резба метрическая	Увеличенный шаг	Увеличенный шаг правый	12,5—40	28—48 56—96 112—192	32 64 128	40 72 144	44 88 160	48 96 192

Продолжение табл. 157

Сменные зубчатые колеса приклона	Положение рукотки подач	Положение рукоток на передней бабке			Указание рукотки коробки подачи на величину подачи	Руковатка 3 (см. рис. 93) показана в положениях для нарезания правой резьбы	
		A	B	5			
64 97 Резба модульная	Нормальный шаг	12,5—2000	0,5 1,75—3	0,5 1,75	0,5 1 2	1,25 2,25 2,5	1,5 3
		50—160	3,25—6 6,5—12 12,5—40	3,25 6,5 7	4 8	4,5 9	5,5 10,11 12
64 97 Резба модульная	Увеличенный шаг	Увеличенный шаг правый	12,5—40	6,5—12 1,3—24 26—48	6,5 1,3 26	8 14 28	9 16 32

Продолжение табл. 157

Сменные зубчатые колеса приклона	Положение рукоятки коробки подач	Положение рукоятка на передней бабке			Указание рукоятки коробки подач на величину подачи	Число циклов на 1°	Рукоятка 3 (см. рис. 93) показана в положениях для нарезания правой резьбы						
		A	B	5									
42 50	Резьба дюймовая			12,5—2000	14—24 7—12 $3\frac{1}{2}$ —6 $2\frac{1}{2}$ —3	14 7 $3\frac{1}{4}$ $3\frac{1}{2}$	16 8 4 2	18 9 $4\frac{1}{2}$	19 10 5	20 10 5	11 10 5	11 10 5	24 12 6
64 97	Резьба питчевая	Нормальный шаг	Нормальный шаг правый	12,5—2000	56—96 28—48 14—24 7—12	56 28 14 7	64 32 16 8	72 36 18 9	80 40 20 10	88 44 22 10	96 48 24 11	96 48 24 11	

Продолжение табл. 157

Сменные зубчатые колеса приклона	Положение рукоятки коробки подач	Положение рукоятка на передней бабке			Указание рукоятки коробки подач на величину подачи	Число циклов на 1°	Рукоятка 3 (см. рис. 93) показана в положениях для нарезания правой резьбы				
		A	B	5							
54 110	Резьба питчевая			50—160	31/2—6 $1\frac{3}{4}$ —3	31/2 $1\frac{3}{4}$	4 2	2 2	5 2	28/4 $1\frac{1}{4}$	6
		Увеличенный шаг	Увеличенный шаг правый	12,5—40	$1\frac{3}{4}$ —3 $1\frac{1}{2}$ —3	1 $\frac{1}{4}$ 1	2 1	28/4 $1\frac{1}{2}$	28/4 $1\frac{1}{4}$	28/4 $1\frac{1}{4}$	3

Причина: 1. Номера рукояток см. на рис. 93. 2. Для нарезания метрических резьб с шагом 0,5 и 0,75 мм ставить сменные зубчатые колеса $\frac{42}{95} \times \frac{95}{100}$, а значение шагов на оборотах 12,5—40 метрических с шагом 14; 16; 18; 20; 22; 24 ставить сменные колеса $\frac{95}{42} \times \frac{100}{95}$; модульных — 3,25; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6 и пятычевых — $3\frac{1}{2}$; 4; 5; 6; $\frac{32}{95} \times \frac{95}{100}$; а значения шагов на таблице рукоятки 5 — в 2 раза больше, чем шаги нарезаемой резьбы.

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.

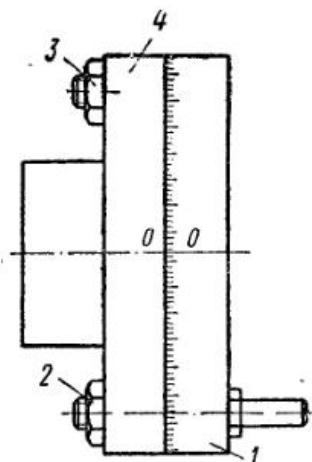


Рис. 94. Градуированный патрон:
1 — поворотная часть, 2, 3 — гайки, 4 — корпус

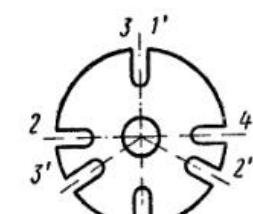


Рис. 95. Поводковый патрон:
1, 2, 3, 4 — прорези для нарезания двухзаходной и четырехзаходной резьбы,
1', 2', 3' — прорези для нарезания трехзаходной резьбы

Деление на заходы можно производить при помощи градуированного патрона (рис. 94). Патрон устанавливается 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 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.

В единичном производстве деление многозаходной резьбы на заходы осуществляется при помощи индикатора по методу Смирнова (рис. 96). Обрабатываемую заготовку 3 закрепляют в патроне с 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 це-не деления используемого индикатора.

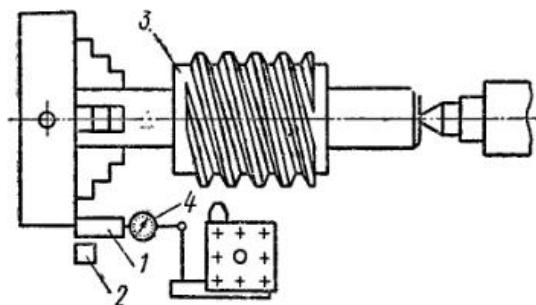


Рис. 96. Деление резьбы на заходы по методу Смирнова:
1, 2 — мерные плитки, 3 — заготовка, 4 — индикатор

При окончательной обработке многозаходной резьбы необходима выверка 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. 158).

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 смешении задней бабки, то при подборе сменных колес

необходимо вести расчет по шагу, измеряемому параллельно образующей конуса. Шаг этот определяется по формуле

$$S_1 = \frac{S}{\cos \alpha},$$

где S_1 — шаг резьбы, измеренный параллельно образующей конуса;
 S — шаг резьбы, измеренный параллельно оси резьбы;
 α — угол уклона конуса, град.

158. 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			Ход нарезаемого винта, мм	Шаг нарезаемого винта, мм	Число ниток при шаге ходового винта станка, мм			
			4	6	12			4	6	12	
4	2	2	—	1	—	24	6	4	—	1	—
6	2	3	1	—	—	16	8	2	2	4	2
8	2	4	—	1	—	32	8	4	2	4	2
6	3	2	—	—	—	40	10	4	—	5	—
9	3	3	3	1	1	24	12	2	3	2	1
12	3	4	—	—	—	36	12	3	3	2	1
8	4	2	1	2	1	38	12	4	3	2	1
12	4	3	1	—	—	32	16	2	4	8	4
16	4	4	1	2	1	48	16	3	4	—	—
10	5	2	—	—	—	40	20	2	5	10	5
15	5	3	5	—	—	80	20	4	5	10	5
20	5	4	—	—	—	48	24	2	6	4	2
12	6	2	—	1	—	72	24	3	6	4	2
18	6	3	3	1	1	—	—	—	—	—	—

Примечание. В случаях, когда число ниток не указано, деление по методу переключения гайки ходового винта не производится.

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).

Плоские резцы (рис. 98, а—в), применяемые для нарезания наружных и внутренних резьб, устанавливаются 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 $\varepsilon = 60^\circ$, твердосплавные $\varepsilon = 59-59.30^\circ$, так как нарезание резьбы при высоких скоростях приводит к искажению ее профиля.

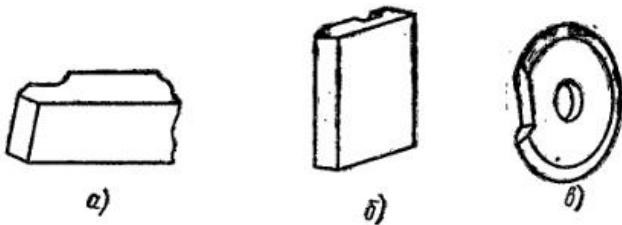


Рис. 97. Резьбовые резцы:

а — стержневой (плоский), б — призматический, в — круглый

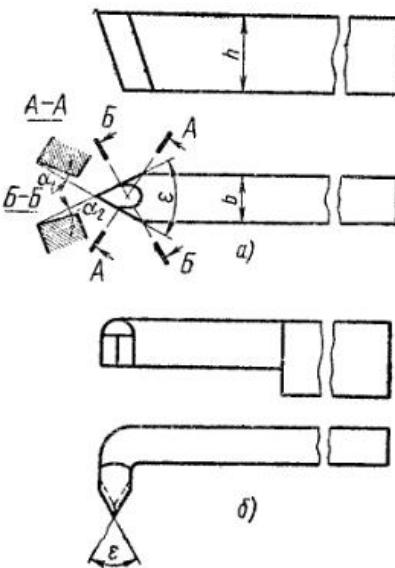


Рис. 98. Плоские резцы для нарезания резьбы:

а — наружный, б — внутренний

Призматические резцы применяются для нарезания треугольных резьб с углом подъема витка $\omega < 5^\circ$. Задний угол обеспечивается наклоном резца в державке и составляет 15° . Затачиваются призматические резцы только по передней грани.

Круглые резьбовые резцы имеют обычно передний угол γ , 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 пластины из твердого сплава, что улучшает теплоотвод и исключает отрыв пластиноок во время работы; улучшаются условия крепления пластиинки к державке.

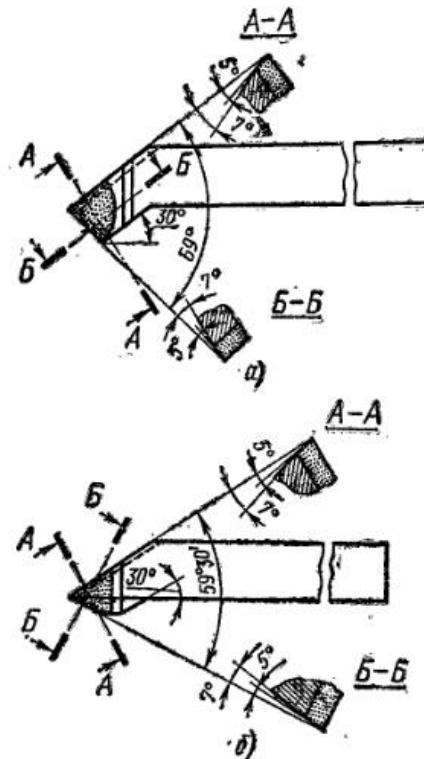


Рис. 99. Резьбовые резцы Бирюкова:
а — черновой, б — чистовой

Черновой резец выполняется с углом профиля $69-70^\circ$, что повышает прочность его режущих кромок, а чистовой — с углом профиля $59^{\circ}30'$.

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 державки, закрепленной в резцодержателе, на 45° (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.

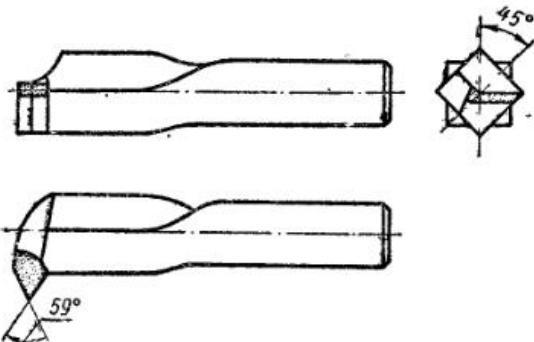


Рис. 100. Резьбовой резец Семинского

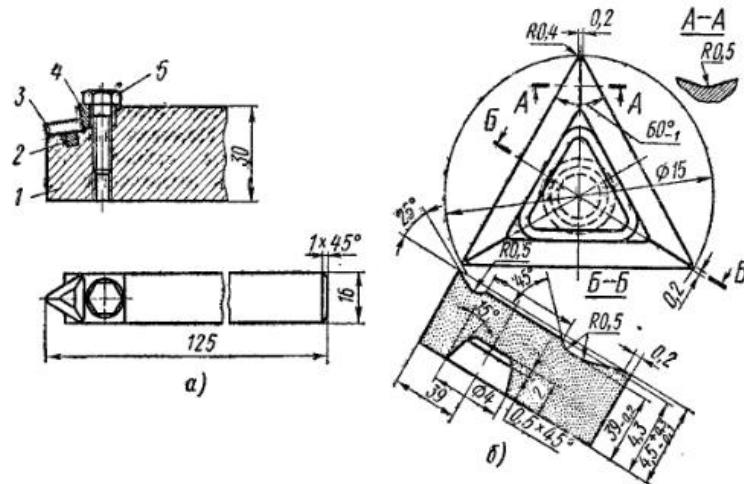


Рис. 101. Резец с неперетачиваемой пластинкой:
а — резец в собранном виде, б — трехгранная пластинка для нарезания резьб с шагом 1,5-6 мм; 1 — державка, 2 — клин, 3 — пластинка, 4 — упор, 5 — винт

Резец с неперетачиваемыми пластинками

На рис. 101, а показан резьбовой резец конструкции ВНИИ с механическим креплением трехгранной твердосплавной пластиинки. Пластиинка 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 пластиинки (рис. 101, б) дают возможность нарезать наружную резьбу с шагом 1,5—5 мм.

Выкружки вдоль всех режущих кромок значительно облегчают отвод стружки, благодаря чему уменьшается сила резания. Средняя выпуклая часть пластиинки способствует раздроблению стружки. Для предотвращения искажения (разбивания) резьбы угол 60° при вершине пластиинки имеет минусовый допуск (-1°).

Резец конструкции ВНИИ предназначен для скоростной обработки конструкционных сталей, чугуна и высоколегированных сталей на универсальных токарных станках (1615, 1616, ДИП200, 1А62, 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 срезаны под углом Φ . Наличие нескольких режущих зубьев (обычно 2—3) и нескольких калибрующих позволяют уменьшить число проходов при нарезании резьбы.

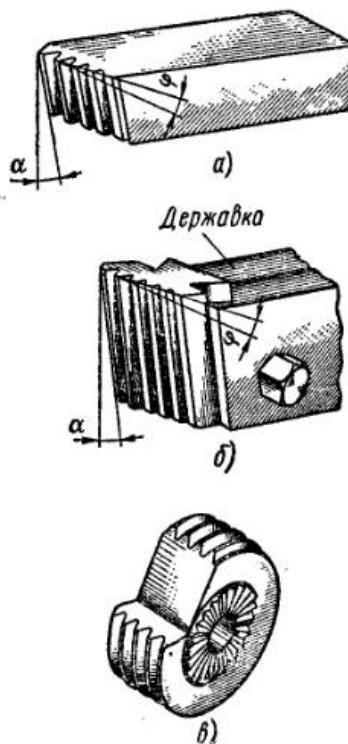


Рис. 102. Резьбовые гребенки:
а — плоская (стержневая), б — призматическая
в — круглая

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 станины 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).

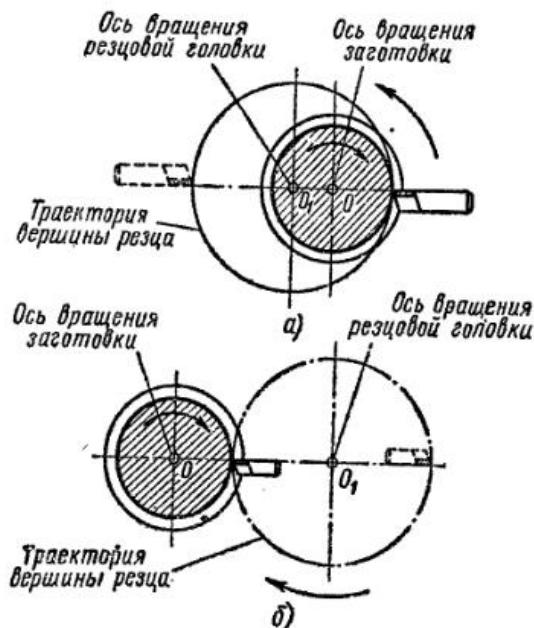


Рис. 103. Схемы нарезания резьбы вихревым способом:
а — внутренним касанием, б — внешним касанием

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. 159, а режимы резания — в табл. 160.

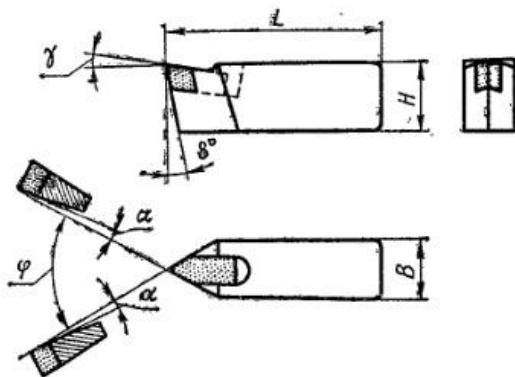


Рис. 104. Резьбовой резец для нарезания резьбы вихревым способом:
L — длина, B — ширина, H — высота стержня,

α , γ , φ — углы резца

159. Размеры и углы резцов для вихревого нарезания резьбы

Обрабатываемый материал	Вид резьбы	Шаг резьбы, мм	Размеры и углы резца				
			L, мм	B, мм	α°	γ°	φ
Сталь, $\sigma_b \leq 90$ кгс/мм ² Чугун, цветные металлы и сплавы	Наружная	До 3	60	12	6	-4	59° 30'
		Св. 3		14			
		До 5					
Сталь, $\sigma_b > 90$ кгс/мм ²	Наружная	Св. 5		16			58° 30'
		До 3	60	12	6	-8	
		Св. 3 до 5		14			
Сталь, $\sigma_b \leq 90$ кгс/мм ² Чугун, цветные металлы и сплавы Сталь, $\sigma_b > 90$ кгс/мм ²	Внутренняя	Св. 5		16			58° 30'
		До 3	30—35	10	8	-4	59° 30'
					-8		58° 30'

160. Скорости резания при нарезании метрической и трапециoidalной резьбы 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 σ_b , кгс/мм ² 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	—	—	—
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	168	—	—
	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	—	—	—

Продолжение табл. 160

Шаг резьбы, мм	Окружная подача детали на один оборот резца, мм/об	Скорость резания, (м/мин) для стали с пределом прочности σ_B , кгс/мм ² , не более			
		55	65	75	85
10	0,4	—	—	123	132
	0,6	—	—	106	108
	0,8	—	122	—	—
	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/мм². 2. При стойкости резца 30 мин табличные данные следует умножить на 1,4, а при стойкости 90 мин — на 0,8.

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.

В промышленности широко применяют накатывание наружной резьбы резьбонакатными плашками (нераскрывающимися реверсивными резьбонакатными головками) на токарных и револьверных станках. Резьбонакатные плашки работают по принципу самозатягивания. Конструкция плашки показана на рис. 105.

Выбор номера накатной плашки следует производить по табл. 161.

161. Выбор резьбонакатных 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 — сульфофрезол или веретенное масло; для стали X18H9T — смесь сульфофрезола (4 части), олеиновой кислоты (1 часть) и керосина (1 часть); для алюминиевых сплавов — керосин.

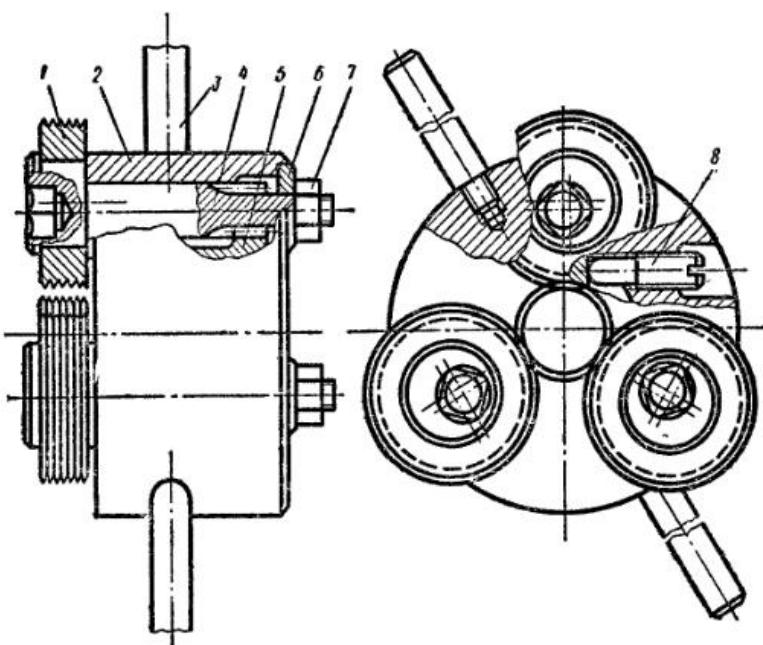


Рис. 105. Резьбонакатная плашка:
1 — ролик, 2 — корпус, 3 — ручка, 4 — ось, 5 — колесо зубчатое, 6 — шайба,
7 — гайка, 8 — винт

ГЛАВА 14

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.

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;

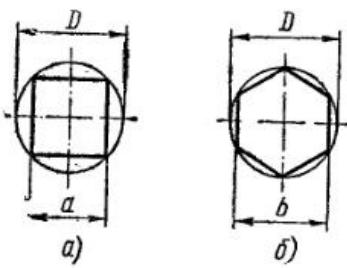


Рис. 106. Заготовки под обтачивание:

a — под квадрат, b — под шестиугранник, D — диаметр заготовки, a — длина стороны квадрата, b — расстояние между параллельными сторонами шестигранника

РЕЗЕЦ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ С ПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

При обработке заготовок с иеравномерным 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 наклоненную главную режущую кромку (угол $\lambda + 40^\circ$), главный угол в плане $\varphi = 40^\circ$ и положительный передний угол $y = 10-12^\circ$. 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.

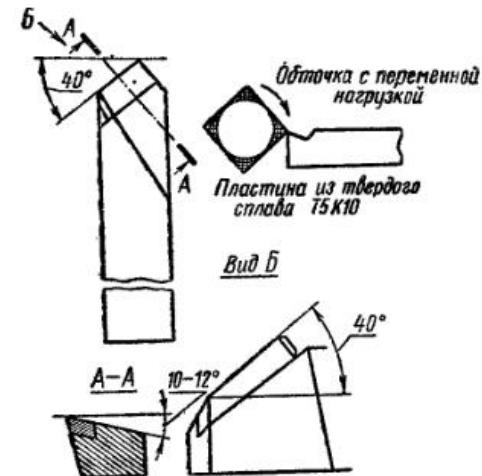


Рис. 107. Резец для точения с переменной нагрузкой

ОБРАБОТКА ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ЗАГОТОВОК (ДЕТАЛЕЙ)

Эксцентриковыми 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), эксцентриковые валики (рис. 108, в, г).

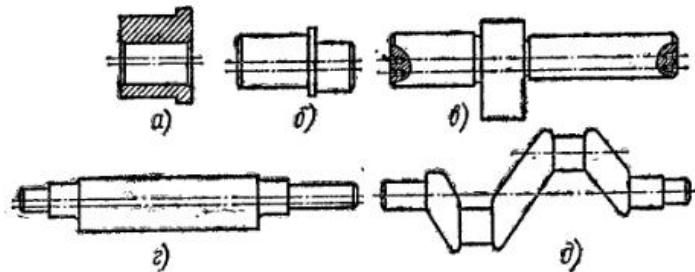


Рис. 108. Эксцентриковые детали:
 a, b — эксцентрики, c, g — валики, d — коленчатый вал

Эксцентриковые валики обтачивают в центрах. При величине эксцентризитета более 10 мм сверлят по разметке или по кондуктору на торцах заготовки по два центровых отверстия, смешанных одно относительно другого на величину эксцентризитета. Базируясь то на один, то на другие центровые отверстия, обрабатывают соответственно различные цилиндрические поверхности.

При эксцентрикисите 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 кондуктору или по разметке новые центровые отверстия, смещенные от оси заготовки на эксцентрикиситет, и обтачивают цилиндрические поверхности, эксцентричные относительно оси заготовки.

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 устанавливаются по его круговым рискам на равном расстоянии от центра в соответствии с диаметром заготовки. Затем один из кулачков смещают от центра на величину эксцентрикиситета 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 эксцентрикиситета. 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 *B* обтачивают относительно оси *B—B*, а эксцентрическую поверхность *G* обтачивают при установке оправки центровыми отверстиями по оси *A—A*.

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 путем установки мерной пластиинки между заготовкой и одним из кулачков патрона (рис. 111). Толщина пластиинки определяется по формуле

$$t = 1,5e \left(1 + \frac{e}{2D} \right),$$

где *t* — толщина пластиинки, мм;

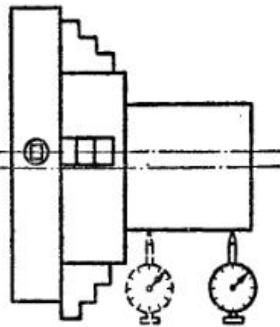


Рис. 109. Установка эксцентриковой заготовки в четырехкулачковом патроне с выверкой по индикатору

ния 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 *B* обтачивают относительно оси *B—B*, а эксцентрическую поверхность *G* обтачивают при установке оправки центровыми отверстиями по оси *A—A*.

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 путем установки мерной пластиинки между заготовкой и одним из кулачков патрона (рис. 111). Толщина пластиинки определяется по формуле

e — эксцентрикиситет, мм;
D — диаметр поверхности, зажимаемой в кулачках патрона.

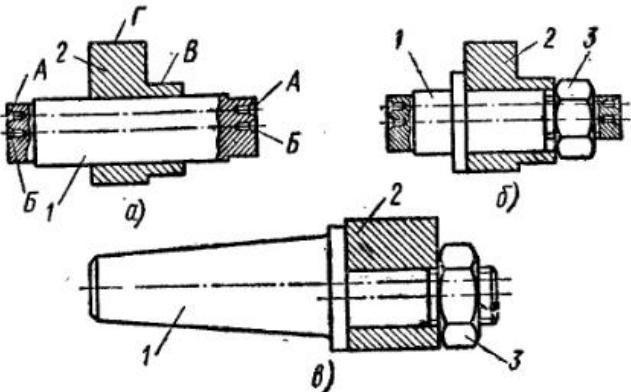


Рис. 110. Оправки для обработки эксцентриковых заготовок:

a — центровая с конической посадочной поверхностью, *b* — центровая с цилиндрической посадочной поверхностью, *c* — консольная, *A* — центровые отверстия для обработки поверхности, *B*, *G* — центровое отверстие для обработки поверхности *B*; *1* — оправка, *2* — заготовка, *3* — гайка

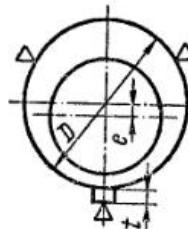


Рис. 111. Обтачивание эксцентриковых заготовок в самоцентрирующем патроне

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. 162).

162. Значения коэффициента K в формуле расчета диаметра оправки для навивки пружин

Предел прочности материала проволоки σ_b , кгс/мм ²	Коэффициент K	Предел прочности материала проволоки σ_b , кгс/мм ²	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.

ГЛАВА 15
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 подач, 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 стали Р9. Особенностью этого резца является наличие двух параллельных друг другу режущих кромок, расположенных в виде ступени. Главным достоинством резца является возможность работать только с одной попечерной 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.

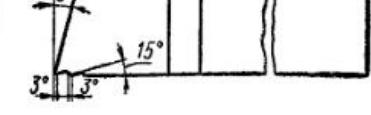
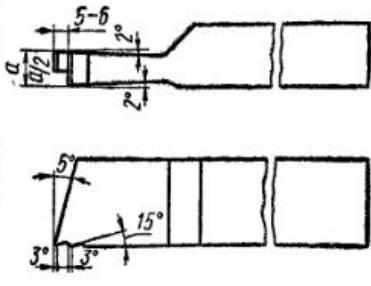


Рис. 112. Двухступенчатый отрезной резец

Отрезной резец Евсеева

Отрезной резец Евсеева (рис. 113) имеет ломаную режущую кромку с углами в плане 45° на боковых ее участках и среднюю площадку шириной 1,0 мм с углом в плане 90° . Оптимальная ширина обрезки 4—5 мм. Резец Евсеева наиболее эффективен при разрезке труднообрабатываемых и нержавеющих сталей на станках средней мощности.

Углы γ , γ_f и режимы резания выбирают по табл. 163.

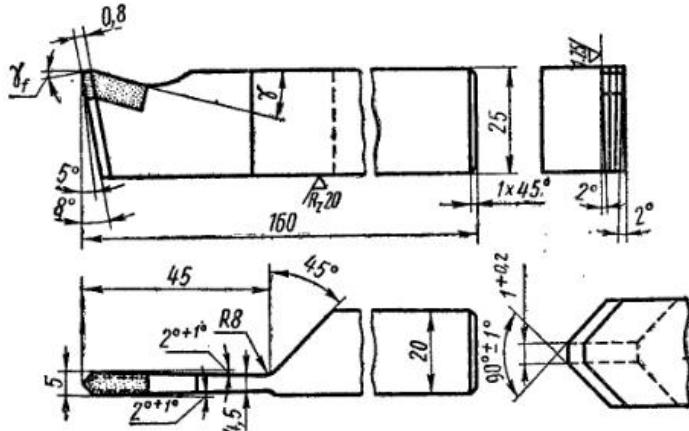


Рис. 113. Отрезной резец Евсеева

163. Значение γ , γ_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
		γ	γ_f			
Нержавеющие стали	40—70	12	0	140—200	0,1—0,3	VK8
То же	До 20	12	До 4	140—200	0,1	VK8M
Св. 20	12	» 4	140—200	До 0,4	» 0,1	VK8M
Титан BT-1-1 и BT-1-2	—	6—8	0	120—140	» 0,2	VK8
Титан BT-5	—	0	4	100—120	» 0,2	VK6
Сталь 45, хромоникелевые стали	—	0	4	700—800	0,1—0,4	T15K6
Сталь 20, Ст. 3, бронза, алюминиевые сплавы	—	15—20	—	500	1—3	VK8, F18

Резцы Челябинского политехнического института

Челябинским политехническим институтом предложены резцы с увеличенными значениями вспомогательных углов ϕ_1 и α_1 , лимитирующими стойкость резцов (рис. 114). Увеличения углов достигают местной косой подточкой по вспомогательным задним граням.

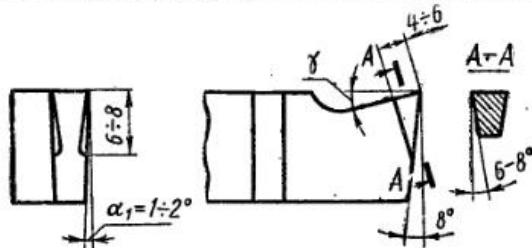


Рис. 114. Отрезной резец с косой подточкой по вспомогательным граням

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 резания, действующие на пластинчатый нож, воспринимаются державкой, а не деталям крепления, как в других конструкциях. Резец имеет высокую жесткость и надежен в работе. Резцы Бонда-

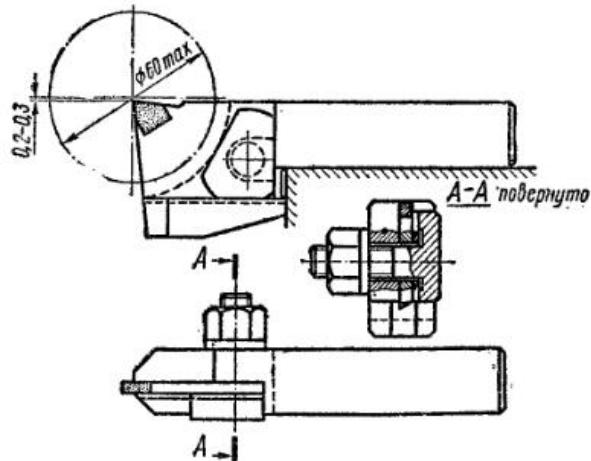


Рис. 115. Отрезной резец Бондаренко

ренко 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, расточный и фасонный 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.

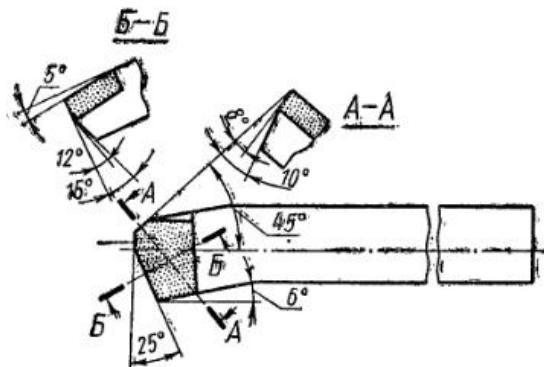


Рис. 116. Универсальный резец Резникова

Резец СКБ

Резец СКБ (рис. 117) оснащен пластинкой из твердого сплава Т15К6 или Т30К4. Основными особенностями резца являются отсут-

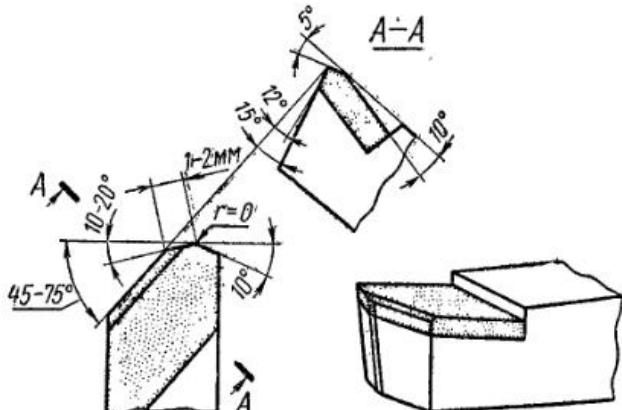


Рис. 117. Резец СКБ с переходной режущей кромкой

ствие 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 чистоту обработанной поверхности.

Допускаемая скорость резания при обработке жаростойких сталей (хромансили 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.

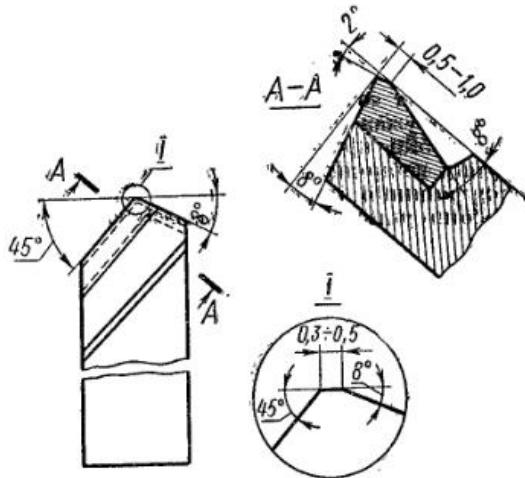


Рис. 118. Резец Афанасьева

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 пластинки	4-5
задний державки	7
наклона главной режущей кромки	0
главный в плане	45

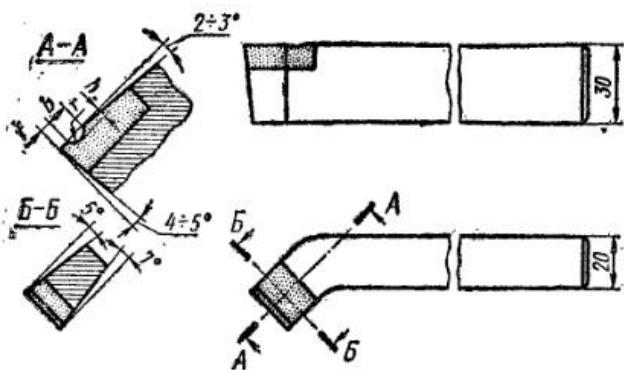


Рис. 119. Отогнутый проходной резец Быкова

Резец Семинского

Резец представляет собой проходной токарный резец с порожком 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.

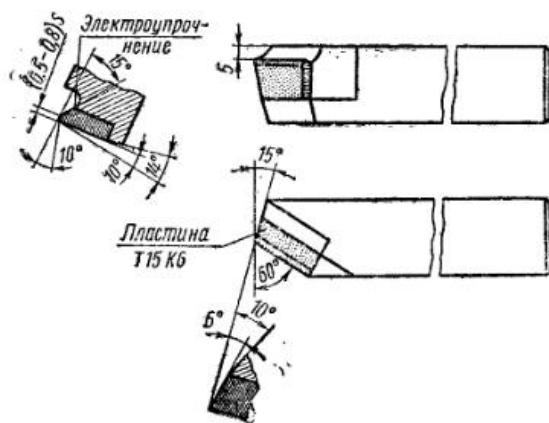


Рис. 120. Резец Семинского

Резцы для обработки твердых чугунов

На рис. 121 показан проходной резец для обработки твердых чугунов. Опыты показали, что при точении твердых чугунов на боль-

ших скоростях наиболее приемлемым является положительный передний угол 16° , а для кокильного литья 22° .

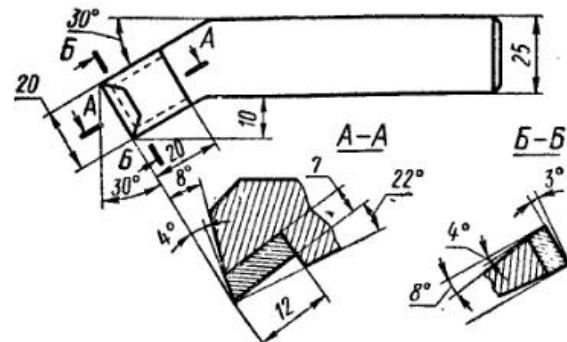


Рис. 121. Резец для обработки твердых чугунов

Резец Борткевича

Борткевич применил для работы правый проходной упорный резец (рис. 122). Преимуществом резца является возможность выполнения чистовой и получистовой обточки, подрезания торцов и обточки конических поверхностей на повышенных скоростях резания.

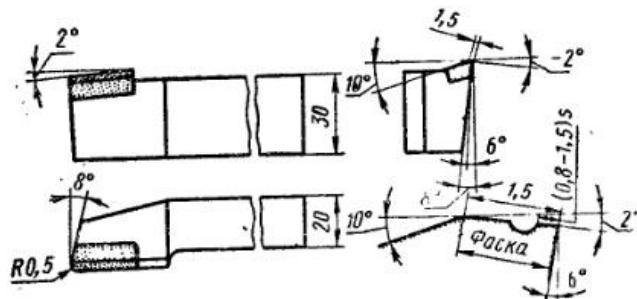


Рис. 122. Резец Борткевича

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	0,5 мм

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 получистовую обработку цилиндрических поверхностей.

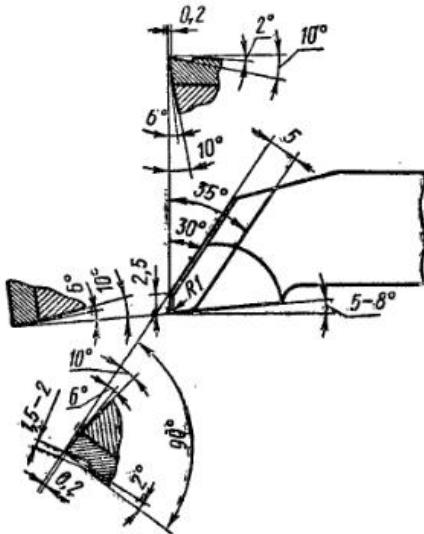


Рис. 123. Комбинированный резец Воробьева

с механическим креплением ножей-вставок,

Расточкой резец Лакура

Особенностью резца Лакура (рис. 124) является то, что его вершина расположена на уровне осевой линии стержня резца. Это значительно уменьшает вибрации и повышает чистоту обработки поверхности.

Сборные токарные резцы

Встречаются три разновидности сборных токарных резцов — резцы с многогранными

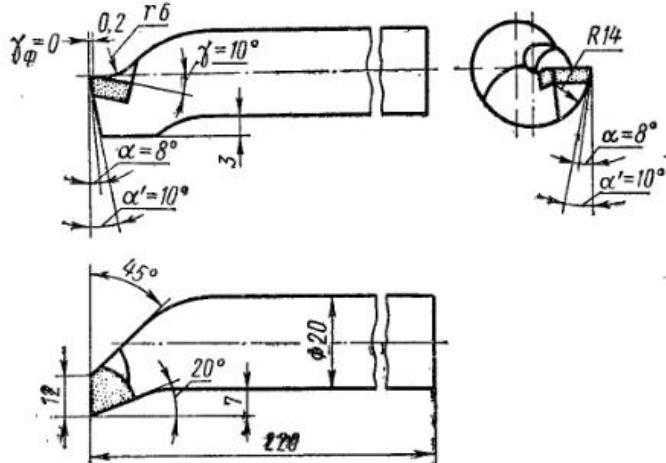


Рис. 124. Расточкой резец Лакура

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.

В СССР наибольшее распространение получили сборные резцы конструкции ВНИИ. Крепление пластин 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.

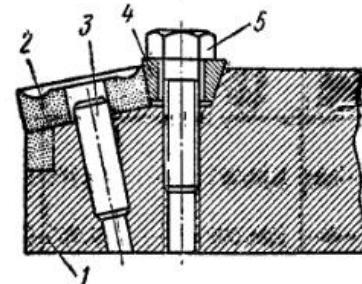


Рис. 125. Резец с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластинок:

1 — державка, 2 — пластина, 3 — штифт, 4 — упор, 5 — винт

Резцы для обработки закаленных сталей и титановых сплавов

Для обточки закаленных сталей материал твердосплавных пластинок и режимы резания выбирают по табл. 164.

164. Марки твердых сплавов пластинок и режимы резания для точения закаленных сталей

Твердость обрабатываемой стали HRC	Марка твердого сплава	T, мин	t, мм	s, мм/об	v, м/мин	Источник рекомендаций
53—56	T15K6	30	1,0	0,2	67—47	Резиницкий. Точение закаленной стали. Л., 1951
	T15K6	30	1,0	0,2	42,5	
	T15K6	30	1,0	0,2	9,1	
51—60	VК8М	—	1,0	0,25	28—20	Малкин А. Я. Скоростное точение закаленных сталей. Сб. «Скоростная обработка металлов резанием». М., Оборонгиз, 1949
	T5K10	—	1,0	0,25	24—14	

Продолжение табл. 164

Твердость обрабатываемой стали HRC	Марка твердого сплава	T, мин	t, мм	s, мм/об	v, м/мин	Источник рекомендаций
53—55	ЦМ-332	—	0,75	0,102	60—45	Жихарев В. И. Обработка закаленных легированных сталей резцами с керамическими пластинками. — «Вестник машиностроения», 1955, № 7
57—59	ЦМ-332	—	0,75	0,102	30—20	
55	ЦМ-332	30	1,0	0,15	70	
62	ЦМ-332	30	1,0	0,11	245	Ларин М. Н., Маслов А. А. Исследование обрабатываемости закаленных сталей. — «Вестник машиностроения», 1959, № 8
55	ЦМ-332	30	1,0	0,2	55	
62	ВК4	30	1,0	0,21	35	
57—59	Т30К4	60	0,2	0,1	37,1	Логак Н. С. Точное точение закаленных сталей. Сб. «Чистовая обработка конструкционных материалов». Машгиз, 1951
61—63	Т30К4	60	0,2	0,1	17,9	
57—60	ЦМ-332	15—30	1,5— 2,0	0,08— 0,1	250— 200	Троицкая Д. Н. Обработка закаленной стали минералокерамическими резцами. Сб. «Резание минералокерамическими инструментами». Оборонгиз, 1958

Продолжение табл. 164

Твердость обрабатываемой стали HRC	Марка твердого сплава	T, мин	t, мм	s, мм/об	v, м/мин	Источник рекомендаций
40—56	ЦМ-332	—	2,0	0,2	100—60	Морозов Ф. И. Применение минералокерамики. Сб. «Высокопроизводительный режущий инструмент». МДНПП, Машгиз, 1961
58—62	ВК2	15	0,1	0,1	52	
58—62	ВК2	9	0,1	0,1	70	
58—62	ВК3М	20	0,1	0,1	52	
58—62	ВК3М	13	0,1	0,1	70	Опыт работы некоторых машиностроительных заводов

Геометрические параметры резцов для точения закаленных сталей рекомендуется выбирать по табл. 165.

165. Геометрические параметры резцов для точения закаленных сталей

Марка твердого сплава	Геометрические параметры					
	α°	γ°	φ°	φ_1°	λ°	R, мм
Т15К6	15	—15	45	15	0	1,0
ВК8	12—14	—(10—25)	25—20	10	До 45	1—1,5
ЦМ-332	15	—5	30	15	0—5	1,5
ЦМ-332	12	—(10—20)	20—30	10	0	—
ВК4	12	—15	30	10	—20	—
Т30К4	10—12	—(10—15)	30—35	10	+ (5—10)	0,5—1,0
ЦМ-332	8—10	—(5—10)	60—90	15—30	+5	1,5—2,0
ВК3М	10	—6	55	10	+6	0,5

Примечание. R — радиус при вершине резца. Углы см. на рис. 3 и 4.

Геометрические параметры резцов и режимы резания для точения титановых сплавов рекомендуется выбирать по табл. 166.

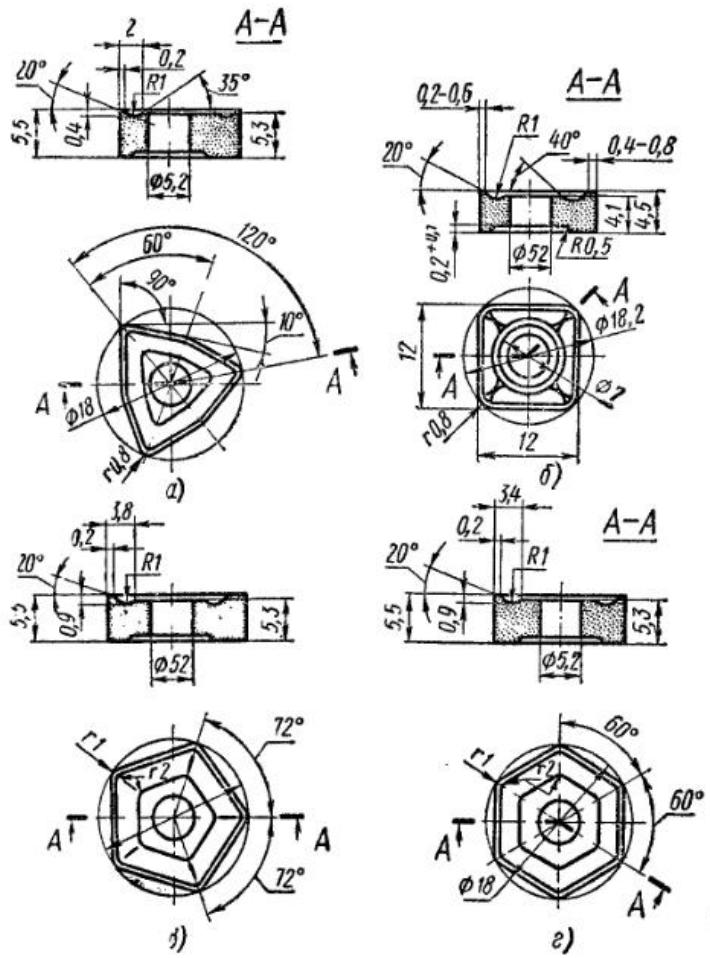


Рис. 126. Пластина многогранной формы с диаметром описанной окружности 18 мм:

а — трехгранная, *б* — четырехгранная, *в* — пятигранная, *г* — шестигранная

166. Геометрические параметры резцов и режимы резания для точения титановых сплавов ВТ3, ВТ3-1, ВТ3-2

Вид обработки	Материал резца	Геометрические параметры резцов						Режимы резания	Охлаждение	Качество поверхности	
		γ°	α°	φ°	ψ_1°	λ°	R , мм	v , м/мин	s , мм/об	t , мм	
Обдирка по корке	ВК3 P18	0±5 10	10—15 8—12	45	10—15 5	0	0,8 0,8	20—30 8—12	0,3—0,4 0,2—0,4	1—3 1—2	Эмульсия
Прерывистое точение	ВК8 P18	0—5 10	8	45	10 45	0	0,8 1,0	20—30 8—12	0,2—0,4 0,15—0,4	1—3 1—2	3—4
Получистовое и чистовое точение	ВК3 P18	0—5 15	10—15 8—12	45	10 45	0	0,5—1,0 1,0—1,5	40—60 15—25	0,1—0,2 0,1—0,2	0,2—0,4 0,2—0,4	3
Растачивание	P18	6	15	45	15	0	1,0	10—15	0,1—0,2	1—2	*
Отрезка	ВК3 P18	5 15	10 8	—	4 4	0 0	—	25—30 15—18	0,2—0,3 0,2	— —	*
Алмазное точение	Алмаз	—5	10	45	45	0	1,0	300	0,03	0,03	Без охлаждения
											8

Примечание. R — радиус при вершине резца. Углы см. на рис. 3 и 4.

Алмазные резцы

Высокопроизводительные алмазные резцы применяют для обработки цветных металлов и их сплавов, кости, оргстекла, прессованной бумаги и т. д.

Алмазы для расточных и проходных резцов выбираются 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 вязанным алмазом или закрепленным на основе твердого сплава (рис. 128).

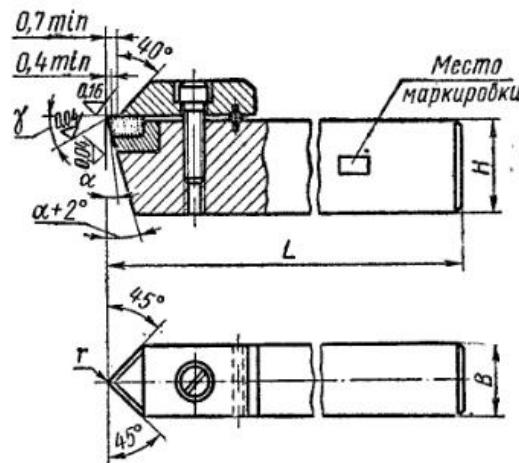


Рис. 127. Резец с механическим креплением алмаза

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. 167.

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 $\varphi=45-90^\circ$, вспомогательный $\psi=20-45^\circ$. На стержнях резцов углы в плане делают на 2° больше по отношению к углам на самом алмазе. Стержень расточных резцов делают круглого сечения, проходных и подрезных — круглого, квадратного или прямоугольного сечения.

167. 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:			
оловянная . . .	300—400	0,03—0,06	0,05—0,25
свинцовая . . .	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

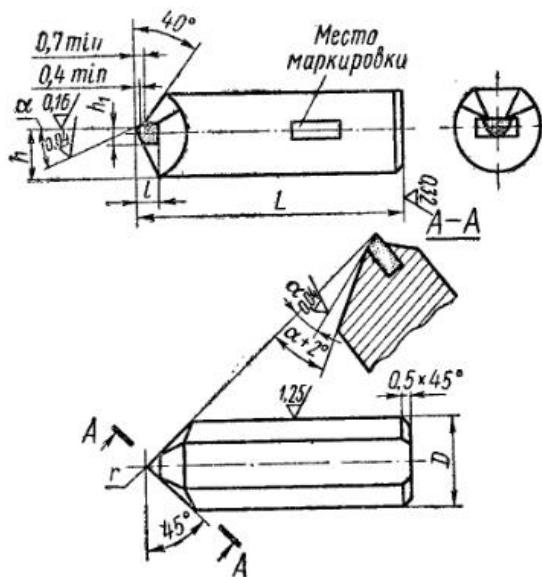


Рис. 128. Резец с вязанным алмазом

Затачивают и доводят алмазные резцы при помощи чугунных дисков, шарированных 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, выпускавшийся Томилинским заводом алмазных инструментов, а в табл. 168 даны основные размеры и геометрия этих резцов.

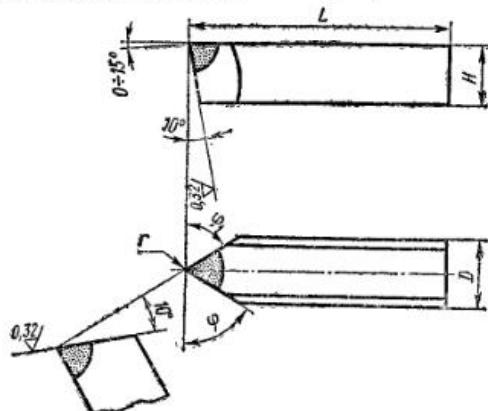


Рис. 129. Резец ИС-005-0000

168. Геометрия резцов ИС-005-0000

Модификация резцов	Размеры			φ°	φ_1°
	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

Продолжение табл. 168

Модификация резцов	Размеры			φ°	φ_1°
	D	H	L		
ИС-005-12	16C	13	40	40	20
ИС-005-13				50	10

Приемчания: 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.

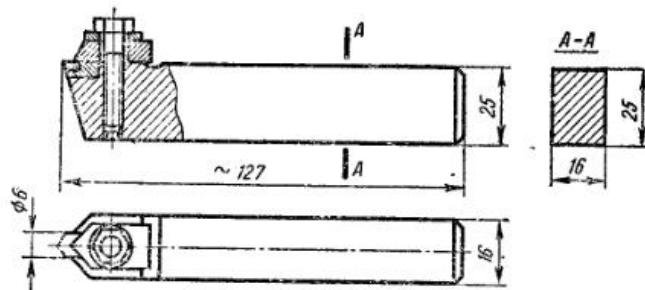


Рис. 130. Резец проходной ИС-012

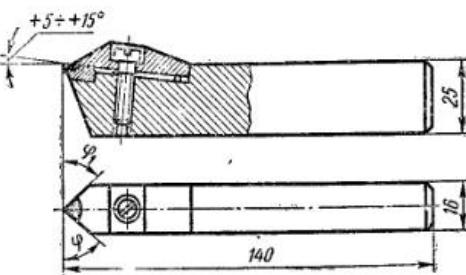


Рис. 131. Резец проходной ИС-038

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.

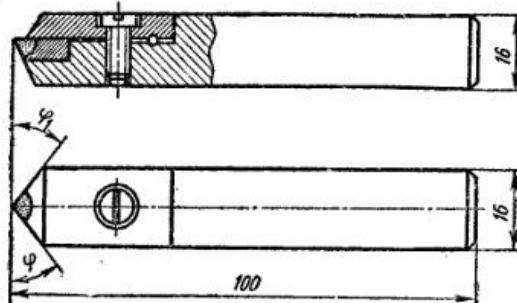


Рис. 132. Резец проходной ИС-025

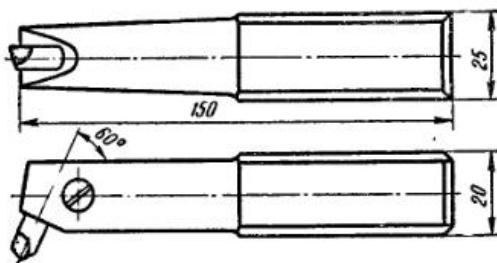


Рис. 133. Резец расточной ИС-006

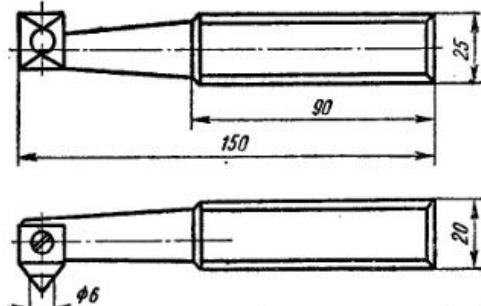


Рис. 134. Резец расточной ИС-011

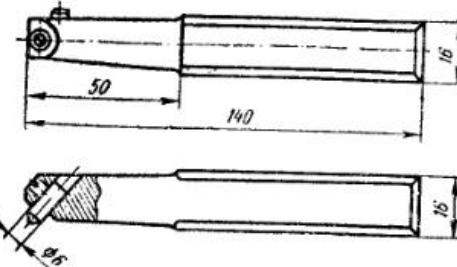


Рис. 135. Резец расточной ИС-007

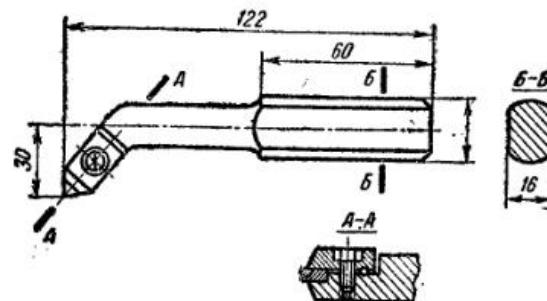


Рис. 136. Резец расточной ИС-014

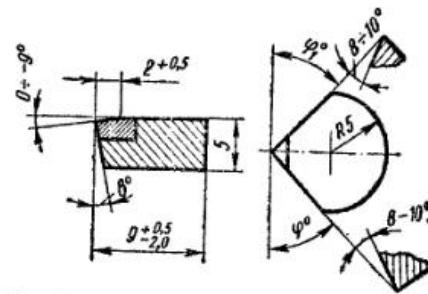


Рис. 137. Резец расточкой ИС-022-0000

ТОЧЕНИЕ С БОЛЬШИМИ ПОДАЧАМИ

При обработке описанными выше резцами увеличение подачи ограничивается снижением чистоты обработки. Так, при получистовой обработке (4—6-й классы шероховатости) величина максимально допустимой подачи незначительна и дальнейшее снижение машинного времени возможно путем увеличения скорости резания. То-

карь Колесов применил резцы, оснащенные пластинками из твердого сплава, с вспомогательным углом в плане $\varphi_1=0^\circ$ на режущей кромке С 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.

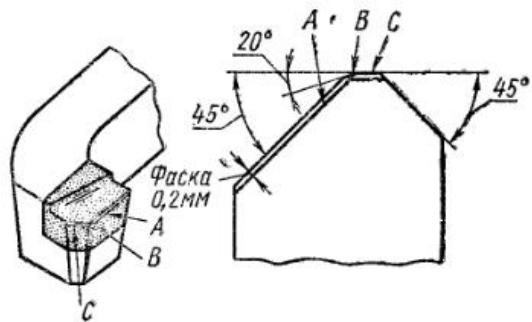


Рис. 138. Резец Колесова:

режущие кромки: А — главная, В — переходная, С — вспомогательная

При работе этими резцами подача обычно больше глубины резания. Основная работа резания приходится на главную режущую кромку А с углом в плане $\varphi=45^\circ$. Вспомогательная режущая кромка С 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 В предохраняет вершину резца от скальвания и облегчает работу кромки С. Она имеет ширину около 1 мм и угол в плане 20°. Кромки А и В имеют узкие фаски с отрицательным передним углом $\gamma_s=-5^\circ$.

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 $\sigma_{\text{н}} = 60-75$ кгс/мм² 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 $t=0,5-1,5$ мм.

Токарем Сельцовым предложены резцы для обтачивания чугунных и бронзовых деталей на больших подачах (рис. 139). Благодаря наличию двух дополнительных режущих кромок, расположенных

женных по отношению одна к другой под углом 90°, эти резцы используются для обтачивания наружных и торцевых 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

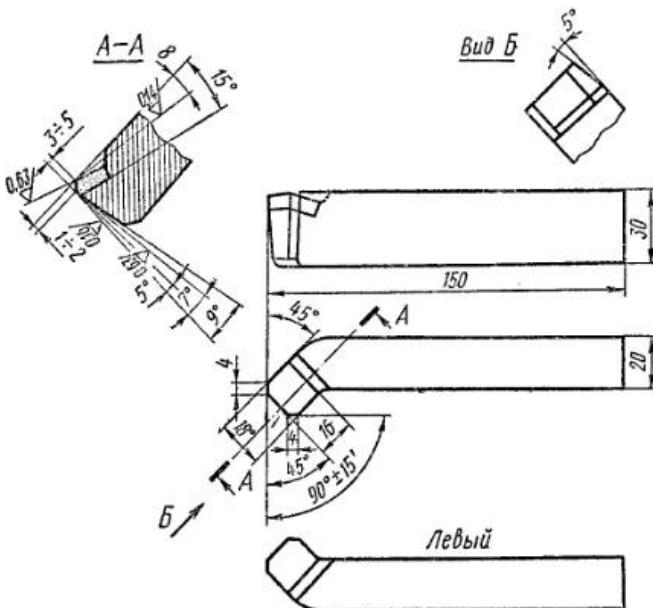


Рис. 139. Проходной отогнутый резец Сельцова

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 резцодержателя, благодаря чему сокращается вспомогательное время.

На рис. 140 показан комбинированный резец для скоростного точения стали на больших подачах. Особенность резца является наличие двух широких дополнительных и двух переходных режущих кромок. Этим резцом можно обтачивать цилиндрические поверхности и подрезать торцы стальных заготовок без смены инструмента.

На рис. 141 показан отрезной резец токаря Ванькурова, предназначенный для работы с большими подачами. Внедрение этих резцов позволило повысить скорость резания в 1,3 раза или в 2,8 раза увеличить подачу. Значительно возросла и стойкость резца.

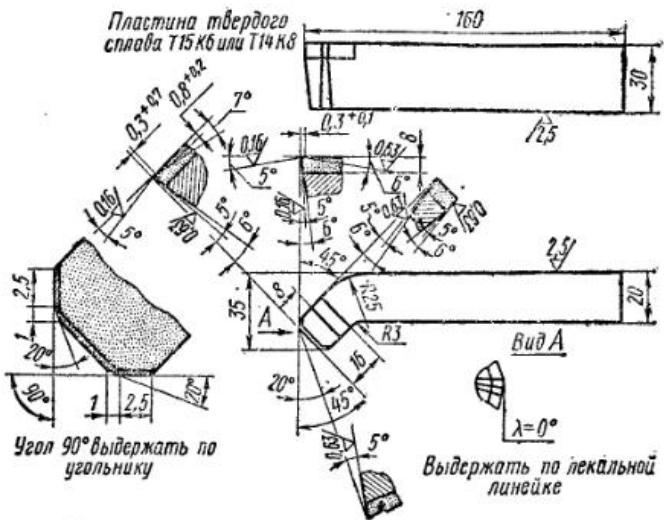


Рис. 140. Комбинированный резец для скоростного точения стали на больших подачах

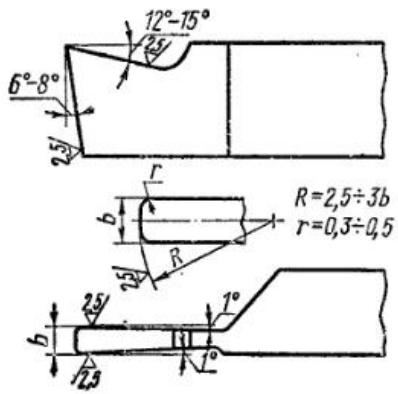


Рис. 141. Отрезной резец Ванькурова

Выбор режимов резания для точения с большими подачами. Подачи резца выбираются в зависимости от прочности и жесткости системы станок — деталь — резец. Для полуструйной обработки могут быть ориентировочно приняты следующие подачи (мм/об): для стали — от 1 до 5, для чугуна — от 1 до 8.

В табл. 169 приведены рекомендуемые подачи при точении стали и чугуна резцами с главным углом в плане 45°.

169. Подачи при точении стали и чугуна резцами с главным углом в плане 45°

Способ установки заготовки	Диаметр заготовки, мм	Длина обработки, мм	Подача (мм/об) при мощности станка (кВт)				глубина резания, мм, не более
			до 5 кВт	до 8	1,0—2,0	2,1—5,0	
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	—	—
	» 500	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,2	1,6—2,5	2,5—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
	» 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
	» 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—3,0	1,1—2,0	7,5—3,6	1,6—2,5	3,0—4,0	2,0—3,5
	До 40	300	1,8—2,5	1,1—2,0	2,2—3,0	1,3—2,2	—
	» 400	1,5—2,0	1,2—1,8	1,5—2,0	1,2—1,8	—	—
	» 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
В патронах с поджатием задним центром	» 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
	» 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
	» 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—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	3,0—4,0	2,0—3,5
Cв. 75	—	—	—	—	—	—	—

Выбранную в табл. 168 величину подачи (при обработке в центрах или в патроне с поджатием задним центром) нужно проверить по табл. 170 и согласовать с поправочным коэффициентом.

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от твердости обрабатываемого материала приведены ниже:

Твердость HB:

136—152	1,75
153—170	1,44
171—180	1,2
190—211	1,0
212—237	0,83
238—268	0,63

170. Подачи, допускаемые прогибом заготовки, при точении гладких валов

Диаметр заготовки, мм	$\frac{l}{D}$	Длина заготовки, 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
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	4,5	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	5,0	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	4,3	4,3
	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	4,5	5,0	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	4,2	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

Диаметр заготовки, мм	$\frac{l}{D}$	Длина заготовки, 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
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	5,3	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
	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
110	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
	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
125	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

Подачи рассчитаны для работы по 5-му классу точности. При обработке ступенчатых валов подачи могут быть повышенены 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. 171.

171. Глубина резания в зависимости от обрабатываемого материала и марки твердого сплава

Обрабатываемый материал	Марка твердого сплава	Глубина резания, мм
Сталь	T30K4	От 0,2 до 0,5
	T15K6, T14K8	» 0,5 » 2,0
	T5K10	До 3,0
Чугун	ВК2, ВК3	» 2,0
	ВК6, ВК8	» 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. 172 и 173. 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. 174 приведена зависимость точности обработки от шероховатости поверхности при различных видах обработки.

172. Скорость резания, резцы с пластинками из сплава Т15К6
(сталь конструкционная, подачи, мм/об, не более)

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	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 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

Глубина резания, мм	σ_u , кгс/мм ²	Скорость резания, м/мин	Скорость резания, м/мин														
			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	83
	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	99	94	88	83	78	74	70	62
	92	255	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78	74	70	65	54
90	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	54
	72	200	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	51
80	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	—	—	—

Приимечание. Горизонтальными линиями показан пример пользования таблицей: при глубине резания 1,6 мм и подаче 3,4 мм/об для материала с пределом прочности $\sigma_u = 63 \div 72$ кгс/мм² скорость резания назначается 133—118 м/мин.

173. Скорость резания
(чугун серый, резцы с пластинками из сплава ВК6)

Глубина резания, мм	Подача, 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 резца, град.	Орабатываемая материял, НВ	Скорость резания, м/мин																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
150	Г37	207	195	184	174	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81
165		184	174	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72
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
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

174. Шероховатость поверхности и точность при различных видах обработки

Метод обработки	Условия и вид обработки	Классы шероховатости обработанных поверхностей в зависимости от материала												Классы точности		
		Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	Чистка металла (GDP33)	
Сверление	До Ø 15 Св. Ø 15	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Зенкерование	Чистовое	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Наружное точение	Получистое Чистовое Тонкое (альмазное)	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Растачивание	Получистое Чистовое Тонкое (альмазное)	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х

Продолжение табл. 174

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Подрезка торцов	Получисто-вая Чистовая Тонкая	×	×	×	×	×	×	×	4—6	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	
Развертывание	Получисто-вое Чистовое Тонкое	×	×	×	×	×	×	×	8	8	8—9	8—9	8—9	8—9	8—9	8—9	8—9	8—9	
Зачистка на ждачном полотном	После обра-ботки резцом	×	×	×	×	×	×	7	7—10	7—10	7—10	7—10	7—10	7—10	7—10	7—10	7—10	7—10	
Нареза- ние рельефов	наруж- ное	Планкой, Резцом, гре- бенкой Накатыва- нием роликами	XX	XX	XX	XX	XX	XX	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Притирка	Метчиком, резцом Гребенкой	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Полирование	Обычное Тонкое	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7—10	7—10	7—10	7—10
Механическая доводка	Чистовая Тонкая	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6—9	6—9	6—9	6—9

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 обработка 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 системы СПИД.

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. 175. 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. 175 и 176.

175. Геометрия резцов с пластинками из твердых сплавов для тонкого точения, град

Обрабатываемый материал		Сталь	Чугун	Твердая бронза	Алюминий	Передний угол	Задний угол	Главный угол в плюне	Вспомогательный угол в плюне	Угол наклона главной режущей кромки	Радиус закругления вершины резца, мм
		От -5 до +5	0	От -7 до 0	5—10	45—90	0—45	0—35	0—15	0—35	0—1,0
									0	0	0,5—1,0
									0	0,3—0,5	
									0—7	0—7	0,5—1

176. Припуски на диаметр под тонкое растачивание отверстий, мм

Обрабатываемый материал	Диаметр отверстия	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 острый паром, борированием, обработкой холдом, применением эффективных смазочно-охлаждающих жидкостей и др.

Материалы и геометрия резцов указаны в главах 2, 13 и 15 настоящего справочника.

В нашей стране и за рубежом для повышения стойкости резцы обрабатывают дисульфидом молибдена 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, луники, 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.

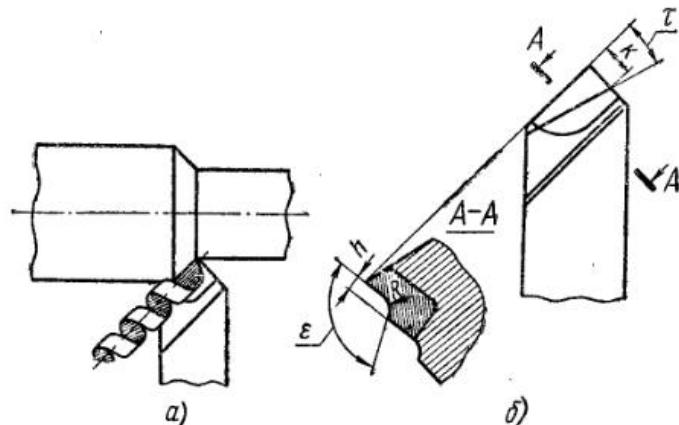


Рис. 142. Резец с уступом для стружкозавивания:
а — схема работы резца, б — параметры заточки уступа. К — ширина уступа, h — высота уступа, ε — угол наклона рабочей поверхности, τ — угол в плане; R — радиус закругления рабочей поверхности

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 u основания уступа R . Встречаются разнообразные значения этих параметров, но наиболее распространены значения $\varepsilon=100\div105^\circ$; $h=0,6\div1,5$ мм; $\tau=5\div15^\circ$; $R=0,25\div0,5$ мм. При выборе ширины уступа K рекомендуется пользоваться значениями табл. 177.

177. 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—1,6
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 завивание сходящей стружки вокруг оси, параллельной основной плоскости резца.

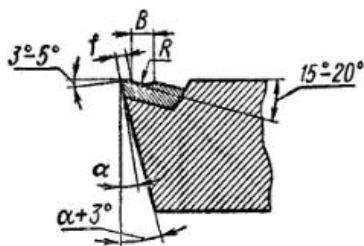


Рис. 143. Параметры лунки на передней поверхности резца

$= -3 \div -5^\circ$. 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: $\gamma_{стр} = 45^\circ$, $\varepsilon = 120^\circ$ при работе резцом с $\gamma = +15^\circ$. Для получения рекомендуемых значений угла в плане ($\phi = 45, 60$ и 90°) (табл. 178) имеется соответствующая сменная вставка.

Простой накладной пружинящий стружколом представляет собой планку из закаленной стали, прижимаемую к резцу болтами резцодержателя (рис. 144). Расстояние между режущей кромкой и стружколомающим порогом регулируют передвижением 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.

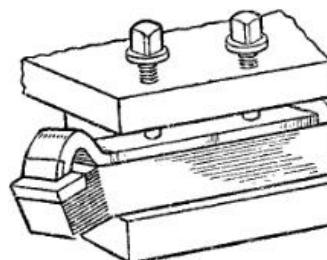
Приваренные (припаянные) стружколомы. На некоторых заводах применяют приваренные или припаянные стружколомы из сталей 5ХНМ, 40Х, У10 (рис. 145).

178. Значения τ в зависимости от угла в плане

Значения угла ϕ , град	45	60	90
Значения угла τ , град	От 0 до +5	От 0 до +10	+20

179. Расстояния K (мм) от режущей кромки в зависимости от подачи и глубины резания

Глубина резания t , мм	Подача s , мм/об				
	$\varepsilon=105^\circ$		$\varepsilon=115^\circ$		
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	3,4—4,7	4—5
5—6	5—6	6—7	6,5—7,5	4—5	4,2—5,2



а)

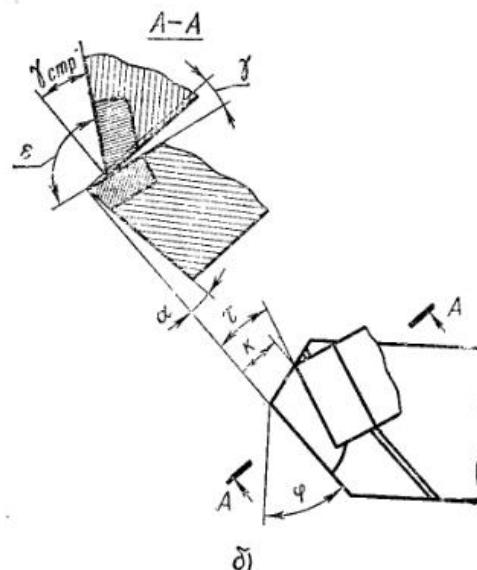


Рис. 144. Накладной стружколом и его параметры:
а — конструкция, б — геометрические параметры

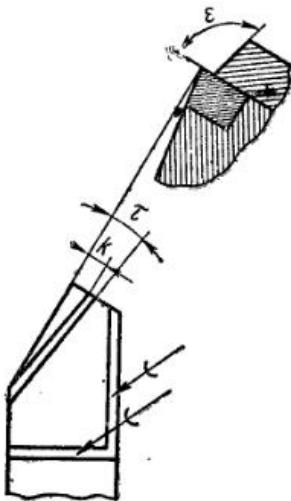


Рис. 145. Резец с припаянным стружколомом

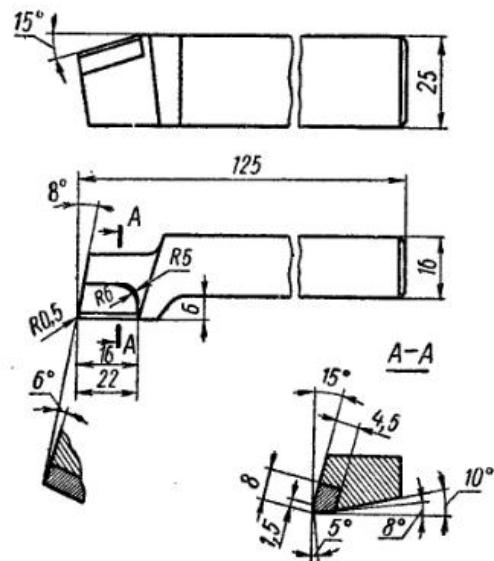


Рис. 146. Резец Острожинского

Расстояние K от режущей кромки до рабочего уступа рекомендуется выбирать по табл. 179. Величина угла τ обычно принимается равной нулю. Такие стружколомы эффективны только при скоростях, не превышающих 80–100 м/мин.

Специальная 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: $\phi = 90^\circ$; $\lambda = +15^\circ$; $\gamma = +5\text{--}10^\circ$; $f = 1,0\text{--}1,2$; $\tau = 0\text{--}5^\circ$. Этим значениям почти соответствуют геометрические параметры показанного на рис. 146 резца.

ГЛАВА 16

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 сечением на 50–100% большим, чем при такой же обработке других металлов. Рекомендуемые режимы токарной обработки приведены в табл. 180.

180. Режимы резания при обточке и расточке магниевых сплавов

Операции	Скорость резания, м/мин	Подачи, мм/об	Максимальные глубины резания, 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 комби-

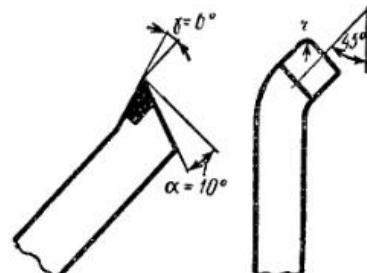


Рис. 147. Резец для точения деталей из магниевых сплавов

нированием проходном-подрезном резце главный задний угол принимают 10° , 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. 181.

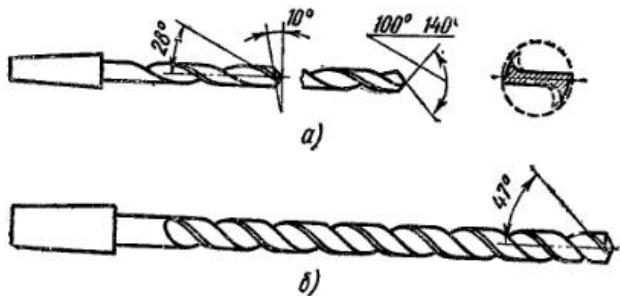


Рис. 148. Сверло для сверления отверстий в магниевых сплавах

181. 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 зенкеровании те же, что и при сверлении.

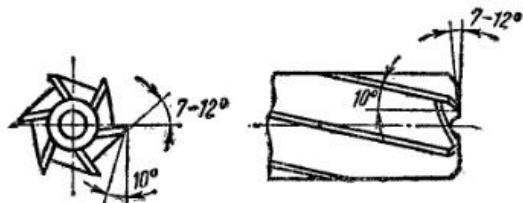


Рис. 149. Зенкер для зенкерования отверстий в магниевых сплавах

Для развертывания отверстий можно применять развертки с малым числом зубьев и отрицательным углом наклона спиралей. 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 зубьев 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.

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.

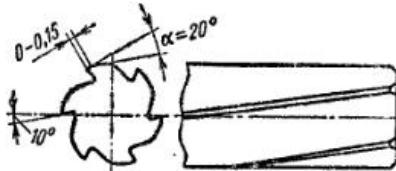


Рис. 150. Развертка для развертывания отверстий в магниевых сплавах

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

В современном машиностроении широко используются различных рода пластмассы: нейлон, нейлон с наполнителями, фторопласты, тefлон, полипропилен, поликарбонат и др. Общими правилами обработки пластмасс являются применение острозаточенных режущих инструментов с большими задними углами, резание на вы-

соких 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° С эти материалы инертны, но при температуре 300° 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°, боковой задний угол — не менее 10°. Передний угол может колебаться от 0 до -5° , а скорость 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.

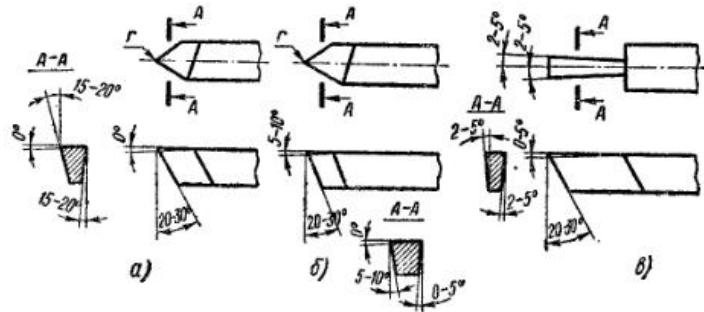


Рис. 151. Резец для точения пластмасс

Лезвия типа А пригодны для широкого применения, лезвия типа В хорошо работают при отрезке тонкостенных втулок, типа С (с радиусной кромкой) предохраняют от образования остряя в центре отрезанной детали, лезвия типа D не только отрезают деталь, но могут также подрезать торец очередной детали, что исключает надобность в отрезном 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 высоких числах оборотов и подачах от 0,05 до 0,25 мм/об.

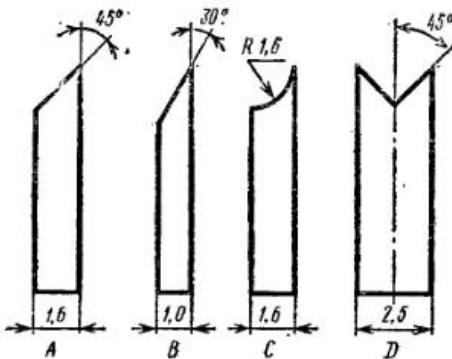


Рис. 152. Резец для отрезания пластмасс

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. 182. Шлифовать и полировать нужно сухой материал.

При точении вулканизированной фибры обработку ведут быстрорежущими и твердосплавными резцами с охлаждением сжатым воздухом. Геометрия резцов и режимы обработки даны в табл. 183.

Точение гетинакса и текстолита производится с охлаждением сжатым воздухом. Геометрия резцов и режимы резания приведены в табл. 184.

182. Геометрия резцов для обработки галалита

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Задний угол α , град	20	6—8
Передний угол γ , град	35	10—15
Главный угол в плане Φ , град	0	45
Скорость резания, м/мин	60—200	500—800
Подача, мм/об		0,05—0,2

183. Геометрия резцов и режимы точения фибры

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Задний угол α , град	10	10
Передний угол γ , град	0—3	0—3
Главный угол в плане φ , град	0—90	0—90
Скорость резания, м/мин	80	400
Подача, мм/об		0,3

184. Геометрия резцов и режимы обработки гетинакса и текстолита

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Передний угол γ , град	6—25	6—25
Задний угол α , 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 ($\alpha=10^\circ$, $\gamma=0\div 3^\circ$, $\varphi=0\div 90^\circ$) 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 ($\alpha=6\div 10^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $2\varphi=80\div 100^\circ$) 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 ($\alpha=5\div 10^\circ$, $\gamma=0$, $\varphi=0\div 90^\circ$) 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. 185.

185. Геометрия резцов и режимы резания полиамидов при точении

Геометрия	Быстрорежущие резцы	Твердосплавные резцы
Задний угол α , град	8—10	10
Передний угол γ , град	0—10	8
Главный угол в плане φ , 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 полихлорвинаила применяют быстрорежущие резцы ($\alpha=15^\circ$, $\gamma=0\div 25^\circ$) при скорости 500—750 мм/мин.

ГЛАВА 17

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Общие понятия

Технологическим процессом механической обработки называется часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размеров, внешнего вида и свойства 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.

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).

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.

Порядок составления технологического процесса

Для составления технологического процесса обработки заготовки необходимо иметь чертеж детали с техническими условиями, сборочный чертеж узла, в который входит данная деталь, сведения о виде и размерах заготовки, производственную программу, паспорта станков, каталоги режущих и измерительных инструментов, альбомы приспособлений, материалы по режимам резания и нормированию времени обработки.

Составление технологического процесса механической обработки обычно ведется в следующем порядке:

- знакомятся с назначением детали, изучают чертеж и технические условия ее изготовления;
- выбирают вид заготовки, определяют припуски на обработку и размеры заготовки;
- выбирают установочную базу и способ закрепления заготовки на этой базе;
- намечают измерительные и чистовые базы и способы закрепления заготовки на этих базах;
- составляют перечень переходов, необходимых для полного изготовления детали;
- группируют переходы в операции и намечают последовательность операций и переходов;
- составляют технологический маршрут, в котором указывают содержание операций, установок, переходов и дают схематическое изображение переходов;
- выбирают для каждой операции тип и модель станка, а также приспособления, режущие и измерительные инструменты;
- определяют расчетные размеры обрабатываемых поверхностей для каждого перехода;
- выбирают режимы работы, составляют расчет основного (технологического) времени и нормы на выполнение работы в целом.

Технологический процесс составляют с учетом передовых методов труда, опыта новаторов производства и современного уровня технологии. Технологический процесс должен обеспечить высокую производительность и экономичность, а также требуемые точность и чистоту обработки.

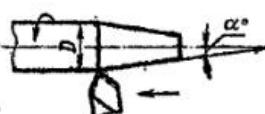
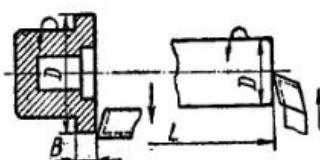
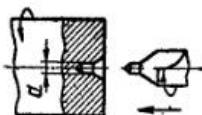
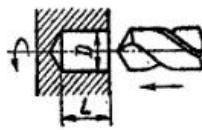
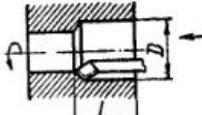
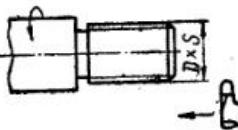
Классификатор переходов

В технических документах каждый переход изображается схематически и формулируется определенным образом (табл. 186).

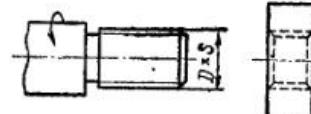
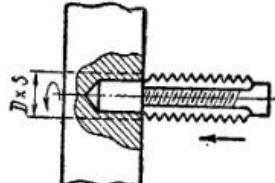
186. Классификатор переходов

Наименование перехода	Схема перехода
Обточить цилиндр до $\varnothing D$ на длину L начерно (начисто)	
Обточить фасонную поверхность начерно (начисто)	

Продолжение табл. 186

Наименование перехода	Схема перехода
Обточить конус до $\varnothing D$ под углом α° под шлифование (начисто)	
Подрезать торец $\varnothing D$ в размер B (в размер L) начерно (начисто)	
Отрезать заготовку в размер L	
Центровать $\varnothing d$ с одной стороны	
Сверлить отверстие $\varnothing D$ на глубину L	
Расточить отверстие $\varnothing D$ на глубину L начерно (начисто)	
Нарезать резьбу $D \times S$ резцом начерно (начисто)	

Продолжение табл. 186

Наименование перехода	Схема перехода
Нарезать резьбу $D \times S$ плашкой	
Нарезать резьбу $D \times S$ мечиком начерно (начисто)	

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 обрабатывать по укрупненной технологии, т. е. за небольшое число установок, и по 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 инструмента 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 центровой оправке для одновременной обработки пятнадцати колец.

При множественной обработке уменьшается время на установку заготовки, установку резца на требуемый размер, измерение изготавливаемой детали и т. д.

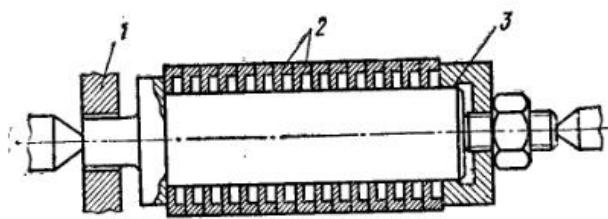


Рис. 153. Одновременная обработка нескольких заготовок:

1 — специальный поводок, 2 — обрабатываемые заготовки,
3 — оправка

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 следующей заготовки, чем 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 сходных 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).

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 переналадку. 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 многорез-

цовыми головками, многоместными державками для закрепления режущих инструментов в пиноли задней бабки, продольными и поперечными упорами, обеспечивающими значительное повышение производительности труда и сокращение затрат на приспособления и инструменты.

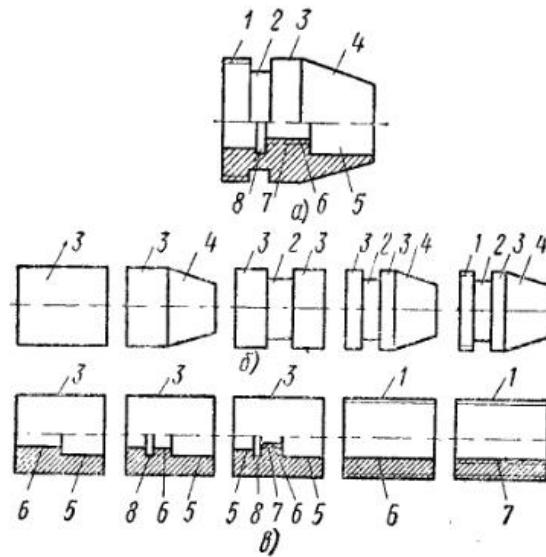


Рис. 154. Детали, получаемые обработкой по групповому методу:

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)

Технологические карты

Ниже приводятся технологические карты механической обработки вала (табл. 187) и втулки (табл. 188).

187. Технологическая карта

№ операции Установка № переходов	Содержание установок и переходов	Эскиз переходов	Ст а	
			Наименование и модель	завод изготовитель
I A	Установить заготовку в центре и закрепить		Токарно-винторезный 1К62	«Красный профлектир»
1	Обточить цилиндр $\varnothing 75$ до $\varnothing 48 \pm 0,17$ на длину 85 мм			

механической обработки

вали (табл. 187) и втулки (табл. 188).

механической обработки вала

Наименование детали		№ детали
Вал		Пр 6400-2
Род заготовки и ее размер	Черный вес	Чистый вес
Прокат $\varnothing 75 \times 290$ мм	10,1 кгс	4,55 кгс
Годовой выпуск деталей		Количество деталей в партии
66		6
Дата 2/2 1970 г.	Проверил Куров	Дата 8/2 1970 г.

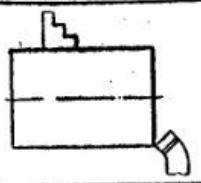
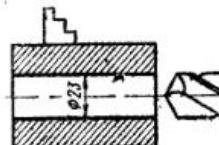
Характеристика	Приспособление	Инструмент	Режимы работы						
			размеры обрабатываемой поверхности	диаметр	глубина нарезания t , мм	подача s , мм/об	скорость резания v , м/мин	число оборотов в минуту n	число проходов z
ВЦ-200, РМЦ-710 N-10 кВт	Поводковый и врачающиеся центры	режущий измерительный							
		Резец проходной упорный Т15К6-1 шт.	Штангенциркуль, линейка	75	85	6 и 1,5 0,3 и 0,47	178	800	3 1,11

Продолжение табл. 187

№ операции	Установка № переходов	Содержание установок и переходов	Эскиз переходов	Станок	
				наименование и модель	завод-изготовитель
	2	Обточить цилиндр Ø 75 до Ø 71 на длину 15 мм			
	3	Проточить фаску 3×45°			
II	A	Перевернуть заготовку и закрепить в центре		Токарно-винторезный 1К62	«Красный пролетарий»
	1	Обточить Ø 75 до Ø 64 на длине 195 мм			
	2	Обточить Ø 64 до Ø 48 $-0,17$ на длине 160 мм			
	3	Проточить фаску 3×45°			

Номинальная характеристика	Приспособление	Инструмент	Размеры обрабатываемой поверхности		Режимы работы				
			режущий	измерительный	диаметр D, мм	длина или ширина l, мм	глубина нарезания s, мм/об	скорость резания v, м/мин	число оборотов в минуту n
		Резец проходной упорный Т15К6—1 шт.	Штангенциркуль, линейка	75 15	2	0,47	178	800	1 0,04
		Резец фасочный Т15К6—1 шт.		48 3	3	0,11	124	800	1 0,04
	ВЦ-200, РМЦ-700 N = 10 кВт	Поводковый вращающиеся центры							
				75 195	5,5	0,3	178	800	1 0,85
		Резец проходной упорный Т15К6—1 шт.	Штангенциркуль, линейка	64 160-5 и 3	0,3	178	1000	2	1,1
		Резец фасочный Т15К6 45°—1 шт.		48 2	3	0,11	124	800	1 0,04

188. Технологическая карта

			Наименование изделия	
			Насос	
			Материал	
			Сталь 45; $\sigma_b = 60 \text{ кгс}/\text{мм}^2$	
			Годовой выпуск изделий	
			40	
			Составил Волков	
			Ста	
			Наименование и модель	
			Завод-изготовитель	
			Содержание установок и переходов	Эскиз переходов
I	A	Установить заготовку в патрон и закрепить	Токарно-винторезный пролетарий 1К62	«Красный пролетарий»
	1	Подрезать торец с одной стороны		
	2	Сверлить отверстие Ø 23 на проход		

механической обработки втулки

Наименование детали		№ детали
Втулка		ПП-0020-7
Вид и размер заготовки	Черный вес	Чистый вес
Прокат Ø 55×80 мм	1,48 кг	1,03 кг
Годовой выпуск деталей	Количество деталей в партии	
88	8	
Проверил Куров		Дата 8/2 1970 г.

Характеристика	Приспособление	Инструмент	Режим работы		Основное время T_0 , мин					
			диаметр D , мм	измерительный инструмент	глубина резания t , мм	подача s , мм/об	скорость резания v , м/мин	число оборотов в минуту, n	число проходов f	
ВЦ-200, РМЦ-710 $N = 10$ кВт	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон									
		Проходной отогнутый резец Т15К6	55	27,5	2,5	0,3	210	1250	1	0,09
		Сверло Ø 23, Р18	23	77,5	11,5	0,2	25	315	1	1,35

Продолжение табл. 188

№ операции	Установка № переходов	Содержание установок и переходов	Эскиз переходов	Стадия	
				Наименование и модель	Завод-изготовитель
II	A	Установить заготовку в центрах и закрепить		Токарно-винторезный ИК62	«Красный пролетарий»
	1	Обточить $\phi 55$ до $\phi 52$			
III	A	Установить заготовку в расточенных кулачках патрона и закрепить			«Красный пролетарий»
	1	Подрезать торец с другой стороны			
	2	Рассверлить отверстие с $\phi 23$ до $\phi 33$ на глубину 32 мм			
IV	A	Установить заготовку в патрон и закрепить		Токарно-винторезный ИК62	«Красный пролетарий»
	1	Расточить отверстие $\phi 25,3$ на глубину 22 мм			

НОК	Характеристика	Приспособление	Инструмент	Размеры обрабатываемой поверхности		Режим работы			
				режущий	измерительный	диаметр D , мм	длина износа f , мм	глубина резания t , мм	подача s , мм/об
	ВЦ-200, РМЦ-710 $N = 10$ кВт	Центральный, центр врачающийся							
			Проходной отогнутый резец Т15К6	Штангенциркуль	55	77,5	1,5	0,13	159
	ВЦ-200, РМЦ-710 $N = 10$ кВт	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с расточенными кулачками							
			Проходной отогнутый резец	Штангенциркуль с глубиномером	52	26	2,5	0,3	210
	ВЦ-200, РМЦ-710 $N = 10$ кВт		Сверло С33 Р18	Штангенциркуль с глубиномером	33	52	5	0,3	34
			Расточочный резец Т15К6	Штангенциркуль	25,3	22	1,15	0,2	124
									1600
									1

ГЛАВА 18

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ И НОРМА ВЫРАБОТКИ

Понятие о технической норме и норме выработки

Производительность труда определяется количеством деталей, изготавляемых 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_n .

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 $T_{т.о.}$ — это время, затрачиваемое на замену затупившегося инструмента, регулировку и очистку станка в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места $T_{о.о.}$ — 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 — число оборотов в минуту шпинделя;

L — расчетная длина обработки, мм;

i — число проходов.

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 (выбирается по табл. 190—206).

Вспомогательное время подсчитывается по формуле

$$T_{всп} = T_{в.у} + T_{в.п.},$$

где $T_{в.у}$ — вспомогательное время на установку, крепление заготовки и снятие детали, мин (выбирается по табл. 191—195);

$T_{в.п.}$ — вспомогательное время, связанное с переходом, мин (выбирается по табл. 196, 197).

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности ($T_{обсл.} + T_n$) в зависимости от типа станка выбирают по табл. 190.

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

$$T_{пар} = T_{шт} z + T_{пз} \text{ мин.}$$

Техническую норму времени на изготовление одной детали определяют по формуле

$$T_{\text{вр}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{z} \text{ мин},$$

где $T_{\text{шт}}$ — норма штучного времени, мин;

$T_{\text{пз}}$ — норма подготовительно-заключительного времени на партию, мин (выбирается по табл. 189);

z — число деталей в партии;

$T_{\text{вр}}$ — техническая норма времени, мин.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ

189. Нормы подготовительно-заключительного времени

Способ установки заготовки	Сложность подготовки к работе	Количество инструментов при наладке	Время (мин) при наибольшем диаметре изделия, устанавливаемого над станиной, мм, не более			
			420		900	
			С заменой установочных приспособлений	Без замены установочных приспособлений		
В универсальном приспособлении (патрон, центры, оправка)	Простая	1—2	10	12	7	9
		3—4	12	14	9	11
	Средней сложности	3—4	15	17	10	12
		5—6	17	20	12	15
		7—9	20	22	15	17
	Сложная	4—5	22	26	18	20
		6—8	25	30	20	23
		9—12	30	35	23	27
В специальном приепособлении	Простая	1—2	14	17	9	11
		3—4	16	19	11	13
	Средней сложности	3—4	19	22	12	14
		5—6	22	25	14	17
		7—9	25	27	17	19
	Сложная	4—5	27	30	20	22
		6—8	30	35	22	26
		9—12	35	40	25	30

Время на дополнительные элементы подготовительно-заключительной работы, не включенные в комплексы

Операция	Время (мин) при наибольшем диаметре изделия, устанавливаемого над станиной, мм, не более	
	420	900
Сменить кулачки патрона	4	5
Расточить сырье кулачки	6	7
Установить и снять (с регулировкой):		
люнет	4	6
упор	2	2,5
копир	4	5
стружколом	3	4
Повернуть верхний суппорт для обработки конусов	2,0	2,5
Сменить заднюю бабку для обточки конуса	4	5
Установить противовес на планшайбу	7	9

ВРЕМЯ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА И ЛИЧНЫЕ НАДОБНОСТИ

190. Нормы времени на обслуживание рабочего места и личные надобности

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	Время на обслуживание рабочего места и личные надобности (%) от оперативного времени
400	4,6
600	5,1
800	5,6
1000	6,0

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ

191. Время на установку заготовки и снятие детали при обработке из прутка в самоцентрирующем патроне или цанге

Способ установки прутка		Длина выдвижения прутка, мм, не более	Время (мин) при диаметре прутка, мм, не более			
			20	30	50	Св. 50
В самоцентрирующем патроне или цанге с ручным креплением ключом	по упору или произвольно	50	0,28	0,32	0,37	0,4
		100	0,31	0,35	0,41	0,45
		200	0,35	0,40	0,46	0,5
		300	—	0,42	0,50	0,55
	по линейке или шаблону	50	0,36	0,40	0,45	0,48
		100	0,38	0,43	0,48	0,53
		200	0,44	0,48	0,55	0,60
		300	—	0,5	0,58	0,65
В бесключевом патроне или цанге с ручным креплением рычагом	по упору или произвольно	50	0,23	0,28	0,35	0,38
		100	0,27	0,33	0,38	0,43
		200	0,31	0,37	0,44	0,48
		300	0,33	0,40	0,47	0,53
	по линейке или шаблону	50	0,31	0,36	0,43	0,46
		100	0,34	0,40	0,45	0,50
		200	0,40	0,45	0,53	0,57
		300	0,42	0,48	0,55	0,60
В пневматическом патроне	по упору или произвольно	50	0,20	0,24	0,32	0,38
		100	0,23	0,31	0,43	0,40
		200	0,28	0,34	0,42	0,46
		300	—	0,38	0,45	0,50
	по линейке или шаблону	50	0,28	0,32	0,40	0,44
		100	0,31	0,36	0,44	0,48
		200	0,36	0,43	0,50	0,55
		300	—	0,46	0,55	0,60

Примечание. При работе с поджатием задним центром к табличному времени добавлять 0,1 мин.

192. Время на установку заготовки и снятие детали при обработке в самоцентрирующем патроне или цанге

Способ установки заготовки и характер выверки		по мелкому или резцу	Время (мин) при массе детали, кгс, не более						
			0,3	1	3	5	8	12	20
В кулачках	без выверки	0,26	0,38	0,55	0,68	0,82	1,0	1,3	1,7
	с выверкой	0,7	0,8	0,95	1,15	1,3	1,55	1,9	2,1
Б самоцентрирующим патроне (диаметр до 300 мм) с ручным зажимом	без люнета	1,4	1,65	1,9	2,3	2,7	3,1	3,8	4,4
	с выверкой по мелкому или резцу	0,37	0,49	0,66	0,8	1,0	1,15	1,5	1,75
В кулачках с поджатием задним центром	без выверки	0,68	0,83	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6
	с выверкой по мелкому или резцу	0,93	1,1	1,3	1,55	1,75	2,0	2,3	2,6

Способ установки заготовки и характер выверки		Время (мин) при массе детали, кгс, не более							
		0,3	1	3	5	8	12	20	30
В кулачках и люнете	без выверки	—	—	0,86	1,0	1,2	1,4	1,75	2,0
	с выверкой по мелкому или резцу	—	—	1,15	1,4	1,55	1,75	2,1	2,4
В кулачках в разрезной втулке	без выверки	0,33	0,46	0,62	0,78	0,93	—	—	—
	с выверкой по мелкому или резцу	0,18	0,21	0,26	0,32	0,4	—	—	—
В бесклочевом патроне или цанге	без выверки	0,17	0,2	0,25	0,31	0,38	0,45	0,55	—
	с выверкой по мелкому или резцу	0,44	0,52	0,62	0,74	0,86	0,97	1,2	—
В цанге или патроне с пневмогидравлическим зажимом	без выверки	—	—	—	—	—	—	—	—
	с выверкой по мелкому или резцу	—	—	—	—	—	—	—	—

193. Время на установку заготовки и снятие детали при обработке в четырехкулачковом патроне

Способ установки заготовки и характер выверки		Время (мин) при массе детали, кгс, не более							
		3	5	8	12	20	30		
Детали цилиндрической формы	без выверки	0,95	1,05	1,21	1,43	1,7	1,92		
	выверка по диаметру	рейсмасом индикатором	1,48 2,1	1,7 2,5	2,0 2,9	2,3 3,4	2,7 4,0	3,1 4,5	
В кулачках	выверка по диаметру и торцу	рейсмасом индикатором	2,3 3,6	2,7 4,3	3,2 5,0	3,6 5,7	4,3 6,8	5,0 7,8	
	без выверки	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5		
Детали фасонные и коробчатой формы	выверка в одной плоскости	рейсмасом индикатором	2,0 2,9	2,4 3,3	2,9 4,0	3,3 4,6	4,0 5,4	4,5 6,3	
	выверка в двух плоскостях	рейсмасом индикатором	3,3 5,0	3,8 6,0	4,5 7,0	5,2 8,0	6,2 9,5	7,0 11,0	
В кулачках с поджатием центром	без выверки	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,3		
	с выверкой	рейсмасом индикатором	1,7 2,2	2,0 2,8	2,3 3,2	2,6 3,7	3,1 4,4	3,5 5,0	
В кулачках и люнете	без выверки	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,6		
	с выверкой	рейсмасом индикатором	1,9 2,7	2,2 3,2	2,6 3,7	3,0 4,4	3,5 5,3	4,1 6,0	

194. Время на установку заготовки и снятие детали при обработке в центрах (грибках, ершах)

		Время (мин) при массе детали, кг, не более							
Способ установки заготовки		0,3	1	3	5	8	12	20	30
с надеванием хомутика		0,33	0,43	0,55	0,62	0,7	0,88	1,2	1,6
без надевания хомутика		0,22	0,27	0,35	0,38	0,42	0,53	0,74	0,95
с кулачковой планшайбой	с самозажимной	0,28	0,35	0,42	0,45	0,48	0,62	0,83	1,1
В центрах (грибках, ершах)	с люнетом	0,56	0,66	0,79	0,86	0,92	1,15	1,5	2,0
	с надеванием хомутика	0,45	0,52	0,6	0,64	0,7	0,88	1,2	1,9
	без надевания хомутика								

195. Время на установку заготовки и снятие детали при обработке на центровой оправке

		Время (мин) при массе детали, кг, не более							
Способ установки заготовки		0,3	1	3	5	8	12	20	30
На гладкой или шлифовальной оправке	при свободном надевании	0,38	0,50	0,65	0,78	0,93	1,1	1,3	1,5
	при тугом надевании	0,64	0,84	1,0	1,3	1,5	1,7	2,1	2,5
	с быстротременной шайбой	0,63	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,3
На оправке с гайкой	с простой шайбой	0,8	1,0	1,25	1,5	1,7	2,0	2,4	2,8
	гайкой	0,6	0,77	0,93	1,1	1,25	1,4	1,6	1,9
На разжимной оправке с зажимом	гидропластом	0,48	0,62	0,77	0,95	1,1	1,25	1,5	1,8
Установить заготовку с оправкой и снять		0,22	0,27	0,35	0,38	0,42	0,53	0,74	0,95
Установка на оправке каждой последующей заготовки смыте однажды		0,14	0,17	0,21	0,26	—	—	—	—

196. Время на установку заготовки и снятие, детали при обработке на концевой оправке

344

Способ установки заготовки		Время (мин) при массе детали, кгс, не более							
		0,3	1	3	5	8	12	20	36
без крепления		0,24	0,23	0,46	0,56	0,68	0,81	—	—
с креплением гайкой и шайбой	быстроъемный	0,35	0,52	0,7	0,86	1,0	1,2	1,5	1,7
с креплением гайкой и шайбой задним центром	простой	0,52	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6	2,1	2,4
На гладкой или шлифовальной оправке	без крепления	0,33	0,48	0,68	0,8	0,94	1,1	1,2	1,5
с креплением гайкой и шайбой	быстроъемный	0,43	0,59	0,85	1,0	1,2	1,3	1,6	1,9
с креплением гайкой и шайбой	простой	0,6	0,83	1,1	1,4	1,6	1,9	2,3	2,7
без контргайки		0,35	0,52	0,69	0,96	1,0	1,2	—	—

На резьбовой оправке	с контргайкой	0,46	0,63	0,9	1,0	1,3	1,4	—	—
	центром задней бабки	0,27	0,43	0,57	0,66	—	—	—	—
На разжимной оправке с зажимом	болтом или гайкой	0,32	0,46	0,64	0,76	0,88	1,0	—	—
	гидропластом	0,29	0,42	0,58	0,7	0,8	0,92	—	—
	пневматическим устройством	0,26	0,38	0,55	0,66	0,75	0,86	—	—
На гладкой оправке с роликовым замком		0,26	0,38	0,55	0,64	0,75	0,86	—	—
Установка на оправке каждой последующей заготовки свыше одной		0,14	0,18	0,21	—	—	—	—	—

197. Время на установку заготовки и снятие детали при обработке на планшайбе и на планшайбе с угольником

На планшайбе	Способ установки и характер выверки	Время (мин) при массе детали, кгс, не более							
		1	3	5	8	12	20	30	
С креплением болтами и планками	С выверкой в одной плоскости	грубо	1,1	1,3	2,3	2,5	2,6	2,9	3,2
				точно	2,0	2,7	4,0	4,3	4,7
		точно	3,0	3,7	5,2	6,0	6,6	7,6	8,6
	С выверкой в двух плоскостях	грубо	5	3,8	4,7	6,4	7,3	8,1	9,3
				точно	6	8	9,2	10,3	11,8
		точно	5	6	8	9,2	10,3	11,8	13,2

На планшайбе с угольником при креплении болтами	С центрирующим приспособлением без выверки	грубо	1,9	1,0	1,2	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	
				точно	2,6	3,2	4,3	5,0	5,5	6,4	
		точно	1,9	2,5	3,2	3,4	3,7	4,2	4,6		
	С выверкой в двух плоскостях	грубо	4,2	3,3	4,0	5,4	6,2	7	8	9	
				точно	5,2	7	8	9	10,3	11,6	
		точно	4,2	5,2	7	8	9	10,3	11,6		
Время в таблице соответствует креплению заготовки болтами в количестве					2	2	2	2	2	4	
Добавлять (отнимать) на каждый болт сверх (менее) предусмотренных					0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	

198. Вспомогательное время, связанное с переходом, при работе на токарных стакнах

Характер обработки	Измерительный инструмент	Длина обработки, мм	Время (мин) при наибольшем диаметре изделия, установленного над станкой, мм, не более			
			400	600	800	1000
Грубая	в один проход	—	До 250 * 500 Св. 500	0,16 0,18 0,24	0,19 0,23 0,31	0,24 0,29 0,39
	в два прохода	Кронциркуль или нутромер	До 500 * 250 Св. 500	0,60 0,64 0,76	0,66 0,74 0,90	0,78 0,88 1,08
Получистовая по 5-му и 4-му классам точности	резцом, установленным на размер, или по лимбу	—	До 250 * 500 Св. 500	0,16 0,18 0,24	0,19 0,23 0,31	0,24 0,39 0,39
	со взятием одной пробной стружки	Кронциркуль, нутромер или штангенциркуль	До 250 * 500 Св. 500	0,54 0,56 0,62	0,59 0,63 0,71	0,68 0,73 0,83
Получистовая по 5-му и 4-му классам точности	со взятием одной пробной стружки	Скоба или штихмас	До 250 * 500 Св. 500	0,42 0,44 0,50	0,47 0,51 0,59	0,56 0,61 0,71
	—	Пробка	До 250 Св. 250	0,44 0,46	0,51 0,55	0,62 0,71 0,78

Получистовая по 3-му классу точности	со взятием двух пробных стружек	Штангенциркуль, скоба или штихмас	Микрометр	До 250 * 500 Св. 500	0,75 0,77 0,83	0,82 0,86 0,94	0,94 0,99 1,09	1,06 1,13 1,43
				Пробка	До 250 Св. 250	0,80 0,82	0,91 0,95	1,08 1,13 1,30
Обработка конусов	первый и последний проходы с установкой суппорта на угол	Угломер	—	1,04 1,06 1,12	1,11 1,15 1,23	1,24 1,30 1,39	1,35 1,42 1,72	
	промежуточные проходы, а также при операционной работе	—	—	1,80	2,01	2,33	2,67	
Отрезка, проточка наружных канавок	без установки резца на размер	—	—	0,16	0,21	0,25	0,31	
	с установкой резца на размер	Линейка или шаблон	—	0,08	0,10	0,12	0,14	

Характер обработки	Измерительный инструмент	Длина обработки, мм	Время (мин) при наибольшем диаметре заготовки, установленного на станке, мм, не более			
			400	600	800	1000
Проточка внутренних канавок, подрезка	без установки резца на размер	—	—	0,20	0,24	0,30
	с установкой резца на размер	Линейка или шаблон	—	0,36	0,40	0,48
Накатка	—	—	—	0,09	0,11	0,13
				0,16	0,18	0,21
				0,22	0,25	0,30
				0,24	0,26	0,29
				0,29	0,32	0,40
				0,23	0,26	0,30
				0,31	0,33	0,36
				0,38	0,41	0,46

чистовой проход	—	—	0,10	0,12	0,14	0,17
чистовой проход	3-й класс	Резьбовое кольцо	—	0,16	0,18	0,21
Нарезание резьбы резцом (проход с автоматическим обратным перемещением суппорта)	—	Резьбовая пробка	—	0,22	0,25	0,30
2-й класс	—	Резьбовое кольцо или скоба	—	0,20	0,22	0,25
		Резьбовой микрометр	—	0,24	0,26	0,29
особо точная	—	Резьбовая пробка	—	0,29	0,32	0,37
		Резьбовое кольцо или скоба	—	0,23	0,26	0,30
		Резьбовой микрометр	—	0,31	0,33	0,36
		Резьбовая пробка	—	0,38	0,41	0,46
При нарезании резьбы на стаканах с ручным перемещением суппорта в обратном направлении добавлять на каждый проход	при длине нарезки	—	До 250	0,05	0,06	0,08
		—	Св. 250	0,08	0,10	0,14
Нарезание резьбы метчиком	—	—	—	0,36	0,38	0,40
Нарезание резьбы круглой плашкой	—	—	—	0,30	0,32	0,34
				0,36	0,38	0,42
				0,30	0,32	0,34
				0,36	0,38	0,42

199. Вспомогательное время, связанное с переходом, при сверлении, рассверливании, развертывании и центровании

Характер обработки	Диаметр сверления, мм	Время (мин) при длине обработки, мм, не более										
		30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	200
Сверление, сталь, $\sigma_b \leq 60$ кгс/мм ² , чугуна $HB \leq 150$, латуни, алюминия	5 10 15 20 30 40	0,12 0,12 0,12 0,12 0,12 0,12	0,25 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15	0,29 0,17 0,17 0,17 0,17 0,17	0,46 0,32 0,18 0,18 0,18 0,18	0,68 0,57 0,20 0,20 0,20 0,20	0,93 0,63 0,39 0,23 0,21 0,21	— — 0,58 0,43 0,43 0,43	— — 1,05 0,56 0,56 0,51	— — 0,79 0,79 0,79 0,79	— — 0,21 0,23 0,23 0,24	
Рассверливание или развертывание	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

200. Определение длины прохода инструмента и машинного времени при различных видах токарной обработки

Вид токарной обработки	Формула для расчета машинного времени	Расчетная длина обработки, мм	Величина врезания и передача режущих инструментов Y, мм
Продольное точение	$T_o = \frac{L}{ns} i$	$L = I + Y$	См. табл. 199
Подрезание торца сплошного сечения	$T_o = \frac{L}{ns} i$	$L = \frac{d}{2} + Y,$ где d — наружный диаметр	3—5
Подрезание торца неплошного сечения (торцовое точение колышка)	$T_o = \frac{L}{ns} i$	$L = \left(\frac{d-d_1}{2}\right) + Y,$ где d — диаметр отверстия	3—5
Вытачивание канавок	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = \left(\frac{d-d_1}{2}\right) + Y,$ где d ₁ — диаметр после вытачивания канавки	2—5
Отрезание	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = \frac{d}{2} + Y$	2—5

Продолжение табл. 200

Вид токарной обработки	Формула для расчета машинного времени	Расчетная длина обработки, мм	
Фасонное точение	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = \left(\frac{d-d_1}{2} \right) + Y,$ где d_1 — наименьший диаметр после точения	2—5
Сверление	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = l+Y,$ где Y — величина врезания сверла	$Y = 0,3d.$ На выход сверла при сквозных от- верстиях добавлять для \varnothing до 15 мм — 1 \varnothing от 15 до 30 мм — 2 \varnothing свыше 30 мм — 3
Рассверливание	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = l+Y$	$Y = 0,3(d-d_1)$
Растачивание	$T_o = \frac{L}{ns} i$	$L = l+Y$	См. табл. 199
Одновременная обточка разных поверхностей	$T_o = \frac{L_{\text{раб}}}{ns},$ где $L_{\text{раб}}$ — длина наибольшего хода резца	$L = \frac{L_{\text{раб}}+Y}{l_{\text{раб}}} + Y,$ где $l_{\text{раб}}$ — длина наи- большей обработки, $l_{\text{раб}}+l_1$	См. табл. 199
Центрование	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = l+Y$	$Y = 0,3 d$
Зенкерование	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = l+Y$	См. табл. 201
Развертывание цилиндрических отверстий	$T_o = \frac{L}{ns}$	$L = l+Y$	См. табл. 202
Нарезание резьбы резцами	Для одноходовой $T_o = \frac{L}{ns} i t$ Для многоходовой $T_o = \frac{L}{ns} iq,$ где n_1 — число заходов	$L = l+Y$	$Y = (2+3)S,$ где S — шаг нарезаемой резьбы
Нарезание резьбы плашкой	$T_o = \left(\frac{l+Y}{ns} + \frac{l+Y}{n_1 s} \right) i,$ где Y — величина врезания плашки; n_1 — число оборотов в минуту заготовки при обратном ходе; i — число применяемых плашек	$L = l+Y$	$Y = 2 S,$ где S — шаг нарезаемой резьбы См. табл. 203
Нарезание резьбы метчиком в сквозных отверстиях	$T_o = \left(\frac{l+Y}{ns} + \frac{e+Y}{n_1 s} \right) i,$ где Y — величина врезания метчика; n_1 — число оборотов в минуту метчика или заготовки при обратном ходе, i — число применяемых метчиков (см. табл. 191)	$L = l+Y$	См. табл. 203

Вид токарной обработки	Формула для расчета машинного времени	Расчетная длина обработки, мм	Величина врезания и перебега инструмента Y , мм
Нарезание резьбы метчиком в глухих отверстиях	$T_o = \left(\frac{l}{n_s} + \frac{l}{n_{1S}} \right)$, где n_1 — число оборотов в минуту метчика или заготовки при обратном ходе, l — число применяемых метчиков (см. табл. 191)	$L = l + Y$	См. табл. 203

201. Величина врезания и перебегов резцов

Наименование инструмента и характер работ	Врезание и перебег инструмента (мм) при глубине резания, мм											
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	13	14	15
Резцы проходные и расточечные с углом в плане Φ^o :												
10	7,0	13,0	19,0	25,0	—	—	—	—	—	—	—	—
30	2,8	5,0	7,2	9,0	11,0	13,0	16,0	21,0	24,0	—	—	—
45	2,0	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	11,0	13,0	15,0	16,0	17,0	18,0
60	1,6	2,7	3,8	4,3	5,0	5,5	7,6	8,7	10,0	10,6	11,1	11,7
75	1,3	2,1	2,8	3,1	3,3	3,6	5,1	5,7	6,2	6,5	6,8	7,0
Резцы подрезные $\Phi = 90^\circ$												
Резцы отрезные и подрезные												
Резцы резьбовые	Нарезание сквозной резьбы	Нарезание резьбы в упор					1—2 шага резьбы	1—2—3 шага резьбы				

Резцы подрезные $\Phi = 90^\circ$
Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

Резцы отрезные и подрезные

Резцы резьбовые
 $\Phi = 90^\circ$

202. Величины врезания и перебега спиральных сверл

Характер работы	Врезание и перебег инструмента (мм) при наибольшем диаметре инструмента, мм										
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
Сверление в сплошном материале	2,5	4,5	6	8	10	12	14	18	22	—	—
Рассверливание	0,4—0,6 от величины врезания при сверлении										

203. Величины врезания зенкеров

Диаметр зенкера, мм	До 22	23—50	51—100
Величина врезания, мм	3	5	6

204. Величины врезания и перебега цилиндрических разверток

Характер работы	Врезание и перебег инструмента (мм) при наибольшем диаметре инструмента, мм										
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	0
Развертывание:											
сквозных отверстий	15	18	22	26	30	34	38	45	50	50	50
глухих отверстий	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5

205. Величины врезания метчиков и плашек

Метчики машинные	Нарезание отверстий сквозных	Длина заборной части метчика плюс 1—2 калибрующие нитки
	Нарезание глухих отверстий	2—3 шага резьбы
Плашки круглые	Нарезание винтов	1—2 шага резьбы

Примечание. При обработке на проход в табличные значения включено врезание и перебег инструмента. При обработке в упор перебег инструмента исключен.

206. Количество применяемых машинных метчиков

Резьба	Количество метчиков при диаметре резьбы (мм) и длине резьбы				
	$d < 26$		$d \geq 26$		Нарезание глухих отверстий
	$l=d$	$l>d$	$l=d$	$l>d$	
	Нарезание сквозных отверстий				
Метрическая и дюймовая	1	2	2	3	3
Трубная	1	2	1	2	2

Примечание. Сквозные отверстия, через которые не проходит калибрующая часть метчика, следует рассматривать как глухие.

ГЛАВА 19

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

ПЛАНИРОВКА РАБОЧЕГО МЕСТА ТОКАРЯ

Назначение планировки рабочего места

Планировка рабочего места предусматривает рациональное расположение оборудования и оснастки, наилучшее 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 работника. 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 один 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 обусловливается более стабильной номенклатурой изготавляемых изделий, а также большим числом 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 партии 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.

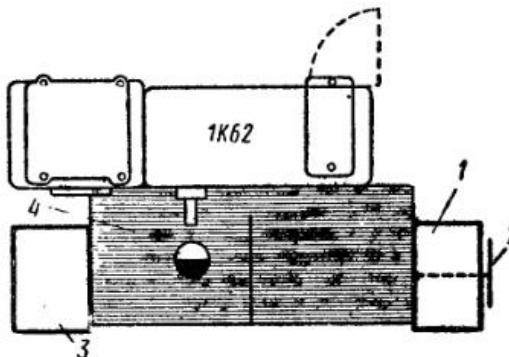


Рис. 155. Рабочее место токаря:
1 — тумбочка инструментальная для двухсменной работы, 2 — планшет для технической документации, 3 — столик приемный, 4 — решетка для ног

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА РАБОЧИХ МЕСТ

На рис. 156 дан чертеж тумбочки инструментальной для двухсменной 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.

Выдвижные ящики легко перемещаются по направляющим на роликах и имеют ограничитель хода. В ящиках могут устанавливаться перегородки, образующие ячейки нужного размера. Для размещения длинномерного инструмента в полости дверки предусмотрены специальные держатели.

Тумбочки инструментальная для односменной работы (рис. 157) по конструкции и габаритным размерам представляют собой одно отделение инструментальной тумбочки для двухсменной работы (см. рис. 156).

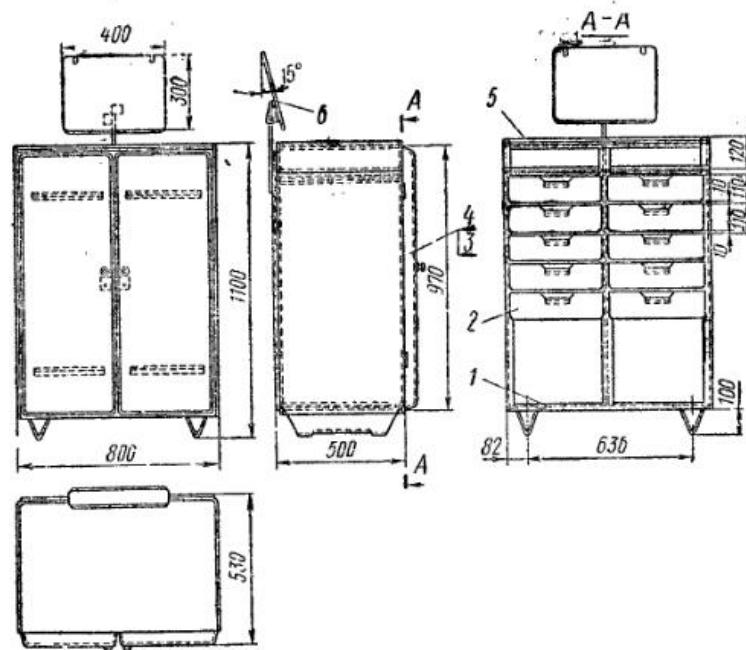


Рис. 156. Тумбочка инструментальная для двухсменной работы:
1 — основание, 2 — ящик, 3 — дверка левая, 4 — дверка правая, 5 — полка верхняя, 6 — планшет

Изображенная на рис. 158 инструментальная тумбочка для односменной работы отличается от описанных выше наличием перекладин по высоте поворотных полок вместо выдвижных.

ОГЛАВЛЕНИЕ

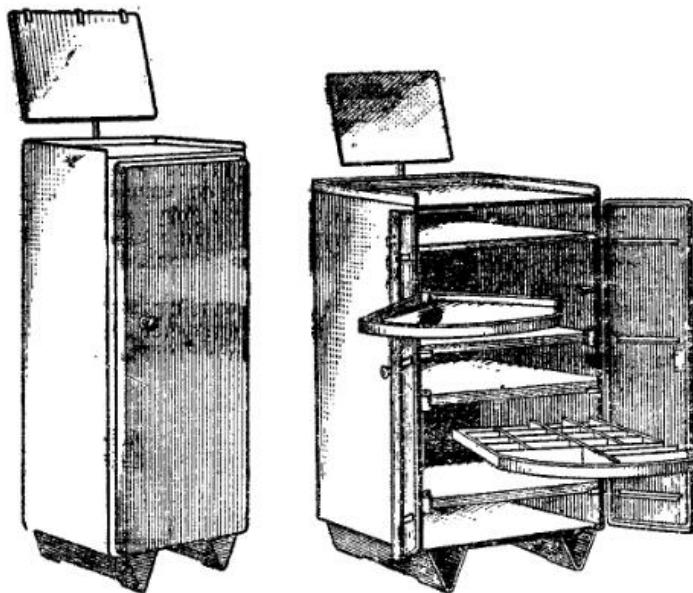


Рис. 157. Тумбочка инструментальная для односменной работы

Рис. 158. Тумбочка инструментальная с поворотными полками

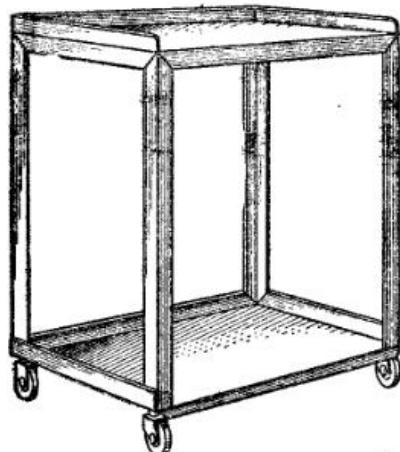


Рис. 159. Передвижной приемный столик

На рис. 159 показан передвижной приемный столик, используемый на тех рабочих местах, на которых условия работы не позволяют установить достаточно близко и удобно стационарную организационно-техническую опистоку (инструментальные тумбочки или столы приемные).

	Стр. 3
Г л а в а 1. Общие сведения	
Обозначения, применяемые на чертежах	4
Обозначения отклонений размеров	4
Обозначения классов шероховатости поверхности	6
Обозначения отклонений формы и расположения поверхностей	6
Условные обозначения на кинематических схемах	8
Краткие сведения о материалах	13
Чугуны	13
Стали	14
Твердые сплавы	18
Сплавы алюминия	21
Магниевые сплавы	22
Титановые сплавы	22
Г л а в а 2. Токарные резцы	
Общие сведения	23
Поверхности и плоскости, различаемые в процессе обработки	23
Элементы и углы резца	23
Установка резца относительно линии центров	25
Выбор токарных резцов	26
Материал резцов	26
Формы передней поверхности резцов	26
Элементы конструкции и геометрические параметры резцов (ГОСТ 18877—73)	32
Г л а в а 3. Основы теории резания	
Элементы резания	37
Скорость резания	37
Подача	37
Глубина резания	37
Элементы срезаемого слоя	37
Силы, действующие в процессе резания	38
Г л а в а 4. Токарные станки	
Технические характеристики токарных станков, выпускаемых промышленностью СССР	41
Токарно-винторезный станок 1К62	42
Токарно-винторезный станок 16К20	46

	Стр.		Стр.
Токарный станок ИК62Ф3С с программным управлением	49	Припуски на подрезание торцов и уступов	124
Кинематические схемы станков	55	Режимы резания при подрезании торцов и уступов	124
Брак при работе на токарных станках	55	Подачи	124
Г л а в а 5. Приспособления для закрепления обрабатываемых заготовок		Скорость резания	125
Приспособления для закрепления заготовок при обработке в центрах	58	Вытачивание наружных канавок и отрезание отрезными резцами	125
Приспособления для закрепления заготовок за наружную поверхность	62	Выглаживание наружных цилиндрических поверхностей	127
Приспособления для закрепления заготовок за отверстие	65		
Г л а в а 6. Точность изготовления деталей		Г л а в а 9. Обработка отверстий	
Точность обработки	68	Типовые способы обработки отверстий	134
Причины, вызывающие погрешность обработки	68	Сверление и рассверливание	137
Погрешность от деформации заготовки	68	Типы сверл, их назначение и устройство	137
Погрешности измерения	69	Заточка сверл	141
Погрешности базирования и закрепления	69	Режимы резания при сверлении	142
Допуски и посадки	71	Способы повышения производительности труда при сверлении	144
Основные понятия и определения	71	Зенкерование	145
Система отверстия. Переходные и подвижные посадки	74	Типы зенкеров, их назначение и устройство	145
Система отверстия. Прессовые посадки	86	Припуски	147
Система вала. Подвижные и переходные посадки	92	Режимы резания	147
Система вала. Прессовые посадки	97	Растачивание	
Допуски 7, 8, 9-го классов точности	99	Установка резцов для растачивания	150
Г л а в а 7. Измерительный инструмент		Припуски при растачивании отверстий	150
Штангенциркули	101	Режимы резания	151
Микрометрические инструменты	103	Развертывание	
Микрометр	103	Типы разверток, их назначение и устройство	154
Микрометрический нутrometer	105	Режимы резания при развертывании	154
Индикаторы	105	Центрование	
Калибры	106	Выглаживание отверстий	159
Шаблоны	107		
Г л а в а 8. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей			
Обработка валов разной точности	109	Г л а в а 10. Обработка конических поверхностей	
Установка резцов для токарных работ	109	Общие сведения о конусах	162
Припуски на обтачивание наружных цилиндрических поверхностей	110	Элементы конуса	162
Обработка центровых отверстий	111	Углы уклона конусов	164
Режимы резания при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей	112	Размеры инструментальных конусов	164
Общие указания	112	Способы обработки конических поверхностей	167
Подачи	113		
Скорость резания при обработке резцами с пластинками из твердого сплава	115	Г л а в а 11. Обработка фасонных поверхностей	
Скорость резания при обработке быстрорежущими резцами	118	Способы обработки	170
Скорость резания при обработке минералокерамическими резцами	121	Фасонные резцы	171
Выбор числа оборотов в минуту шпинделя	122	Режимы резания при обработке фасонными резцами	173
		Обработка фасонных поверхностей при помощи специальных приспособлений	174
		Механическое копировальное устройство	174
		Приспособление на станине для обработки сферической (шаровой) поверхности	175
		Приспособление на суппорте для обработки шаровой поверхности	176
		Приспособление для растачивания сферических поверхностей	176

Стр.

Г л а в а 12. Отделка поверхностей	
Полирование	178
Притирка	178
Обкатывание поверхностей роликами и шариками	180
Накатывание	181
Г л а в а 13. Нарезание резьбы	
Общие сведения о резьбах	183
Элементы резьбы	183
Система резьб	184
Размеры резьб	185
Метрические резьбы	185
Дюймовая резьба	212
Трубная цилиндрическая резьба	216
Трапецидальная резьба	220
Трубная коническая резьба	227
Коническая дюймовая резьба с углом профиля 60°	229
Нарезание резьбы метчиками и плашками	230
Метчики	230
Плашки	231
Диаметры отверстий и стержней под нарезание резьб	231
Режимы резания при нарезании резьб	245
Нарезание резьб метчиками и плашками	245
Нарезание резьб резцами	246
Смазочно-охлаждающие жидкости для нарезания резьбы	249
Настройка станка для нарезания резьбы	249
Настройка станка без коробки подач для нарезания одно- заходной резьбы	249
Настройка станка с коробкой подач для нарезания одно- заходной резьбы	252
Настройка станка для нарезания многозаходных резьб	258
Настройка станка для нарезания конических резьб	259
Резьбовые резцы	260
Нормализованные резьбовые резцы	260
Резцы Бирюкова	262
Резцы Семинского	263
Резец с неперетачиваемыми пластинками	264
Нарезание резьб резьбовыми гребенками	264
Вихревой способ нарезания резьбы	265
Сущность способа	265
Накатывание резьбы	268
Г л а в а 14. Некоторые способы токарной обработки	
Обтачивание под квадрат и шестигранник	270
Резец для точения с переменной нагрузкой	270
Обработка эксцентриковых заготовок (деталей)	271
Навивка пружин	273
Г л а в а 15. Высокопроизводительное резание металлов	
Способы повышения производительности труда	275
Резцы для скоростного резания	275
Двухступенчатый отрезной резец	275

Г л а в а 16. Особенности обработки сплавов магния и некоторых пластмасс	
Особенности обработки сплавов магния	313
Особенности обработки деталей из пластмасс	315
Г л а в а 17. Технологический процесс	
Основы построения технологического процесса	320
Общие понятия	320
Порядок составления технологического процесса	320
Классификатор переходов	321
Рационализация технологических процессов	323
Метод укрупненной и расчлененной технологии	323
Метод множественной обработки	323
Метод цикличности переходов	324
Метод групповой обработки	324
Технологические карты механической обработки	326
Г л а в а 18. Техническое нормирование	
Техническая норма времени и норма выработки	334
Понятие о технической норме и норме выработки	334
Состав технической нормы времени	334
Подготовительно-заключительное время	336
Время на обслуживание рабочего места и личные надобности	337
Вспомогательное время	338
Основное (машиное) время	353
Г л а в а 19. Организация рабочего места	
Планировка рабочего места токаря	359
Назначение планировки рабочего места	359
Планировка рабочего места в цехах единичного и мелко- серийного производства	359
Планировка рабочего места в цехах серийного и крупно- серийного производства	360
Пример планировки рабочего места токаря	360
Организационно-техническая оснастка рабочих мест	361

Борис Григорьевич Зайцев,
Петр Иосифович Завгородиев,
Александр Сергеевич Шевченко

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ТОКАРЯ

И. Б. № 269

Редактор Е. Б. Коноплева

Художник А. Н. Решетцов

Художественный редактор В. И. Пономаренко

Технический редактор З. В. Иуждина

Корректор М. М. Малиновская

Т-20627. Сдано в набор 28/V-75 г. Подп. к печати 20/XII-76 г. Формат 84×108^{1/3}.
Бум. тип. № 2. Объем 11,5 печ. л. Усл. л. 19,32. Уч.-изд. л. 17,58.
Изд. № М-4. Тираж 200 000 экз. Зак. № 850. Цена 72 коп.

План выпуска литературы для профтехобразования
издательства «Высшая школа» на 1976 г. Позиция № 70
Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа»
Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном Комитете Совета Министров СССР по делам издательства
полиграфии и книжной торговли
600610, г. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.