

СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ

В. А. БЛЮМБЕРГ

# СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ

ЛЕНИЗДАТ

В. А. БЛЮМБЕРГ

# СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ

ЛЕНИЗДАТ  
1963



Справочник токаря содержит основные сведения по обработке деталей на токарных станках.

Материалы справочника даны в виде таблиц с иллюстрациями, указывающими рациональные приемы и методы токарной обработки.

Справочник предназначен для токарей, мастеров и бригадиров; он может быть также полезен инженерно-техническим работникам механических, ремонтных и инструментальных цехов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### Предисловие

9

### ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

##### *Раздел первый*

#### Меры длины. Основные обозначения. Таблицы для вычислений

1. Метрические и дюймовые меры длины	13
2. Латинский алфавит	14
3. Греческие буквы	15
4. Основные математические обозначения	15

##### *Раздел второй*

#### Материалы и их свойства

1. Вес материалов	16
2. Определение твердости металлов	17
3. Чугуны	19
4. Стали .	21
5. Твердые сплавы .	25
6. Сплавы меди	26

##### *Раздел третий*

#### Допуски и посадки. Шероховатость поверхности

1. Основные понятия о допусках и отклонениях	28
2. Основные понятия о зазорах и натягах	29
3. Системы допусков, классы точности и виды посадок .	29
4. Шероховатость поверхности .	32

##### *Раздел четвертый*

#### Условные обозначения на чертежах

1. Обозначения допусков и шероховатости поверхности. Надписи на чертежах, определяющие отделку и термическую обработку	34
--	----



2. Обозначения предельных отклонений формы и расположения поверхностей	35
3. Обозначения элементов деталей машин	38

### *Раздел пятый*

#### Токарные станки и их эксплуатация

1. Основные сведения о токарных станках	41
2. Проверка токарного станка на точность	46
3. Основные правила техники безопасности при работе на токарных станках	50

### *Раздел шестой*

#### Основные сведения о резцах и процессе резания

1. Элементы резания при точении	52
2. Основные части токарного резца и его геометрия	53
3. Силы резания. Мощность	55
4. Охлаждающие жидкости	57
5. Изготовление резцов и их заточка	59

### *Раздел седьмой*

#### Установка и закрепление деталей на токарных станках

1. Основные способы установки деталей на токарном станке	65
2. Выверка установки деталей	73
3. Универсальные приспособления для закрепления деталей на токарных станках	76

## *ЧАСТЬ ВТОРАЯ*

### ОСНОВНЫЕ ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ

#### *Раздел восьмой*

#### Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

1. Основные методы обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	87
2. Припуски на обработку	91
3. Токарные резцы для обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	97
4. Выбор режимов резания при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	123
5. Вспомогательные таблицы, номограммы и приборы для выбора режима резания	136

6. Получистовое точение с большими подачами	142
7. Рабочие схемы обтачивания наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	150
8. Основные пути повышения производительности труда при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	154

### Раздел девятый

#### Прорезание канавок и отрезание

1. Основные приемы вытачивания канавок и отрезания деталей на токарном станке	160
2. Прорезные и отрезные резцы	163
3. Установка и крепление отрезных резцов	172
4. Режимы резания при прорезании канавок и отрезании .	173

### Раздел десятый

#### Чистовые и отделочные методы обработки. Измерение наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

1. Чистовые методы обработки .	175
2. Чистовое обтачивание .	176
3. Тонкое обтачивание .	176
4. Зачистка (полирование)	177
5. Доводка и притирка .	180
6. Обкатывание роликом или шариком .	180
7. Суперфиниширование (притирочное шлифование)	182
8. Накатывание	183
9. Измерения при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	185

### Раздел одиннадцатый

#### Методы обработки отверстий. Центрование и сверление

1. Методы обработки отверстий .	194
2. Припуски на обработку отверстий .	197
3. Последовательность переходов при обработке отверстий	201
4. Центрование .	208
5. Сверла (размеры, геометрия, способы закрепления). Основные типы и размеры сверл .	214
6. Практика сверления (основные схемы) .	225
7. Режимы резания при сверлении .	230

*Раздел двенадцатый***Зенкерование и растачивание отверстий**

1. Зенкеры. Практика зенкерования	234
2. Режимы резания при зенкеровании	237
3. Расточные резцы	238
4. Выбор режимов резания при растачивании отверстий	244
5. Рабочие схемы растачивания отверстий	246
6. Основные пути повышения производительности труда при обработке внутренних цилиндрических и торцовых поверхностей	248

*Раздел тринадцатый***Чистовая обработка и измерения отверстий**

1. Развертывание	253
2. Тонкое растачивание	261
3. Притирка, полирование и притирочное шлифование	261
4. Раскатывание (развальцовывание) отверстий	262
5. Измерения при обработке отверстий	263
6. Брак при обработке цилиндрических отверстий и меры его предупреждения	269

**ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ****СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ***Раздел четырнадцатый***Обработка конических поверхностей**

1. Общие сведения о конических поверхностях (конусах)	273
2. Основные методы обработки конических поверхностей	278
3. Обработка конических поверхностей широкими резцами	279
4. Обработка конических поверхностей при повернутых верхних салазках суппорта	281
5. Обработка конических поверхностей при смещенной задней бабке	286
6. Обработка конических поверхностей при помощи универсальной конусной линейки	289
7. Обработка конических поверхностей при помощи специальных копиров	291
8. Обработка конических поверхностей при помощи гидрокопировального суппорта	292
9. Растачивание, зенкерование и развертывание конических отверстий	292
10. Измерение конических поверхностей	293

*Раздел пятнадцатый***Обработка фасонных поверхностей**

1. Резцы для обработки фасонных поверхностей. Режимы резания .	297
2. Обработка галтелей	299
3. Обработка сферических и радиусных поверхностей	302
4. Обработка фасонных поверхностей произвольного профиля	310
5. Обработка некруглых деталей .	317
6. Измерения фасонных поверхностей	318

*Раздел шестнадцатый***Размеры и допуски треугольных резьб**

1. Общие сведения о резьбах	320
2. Размеры метрических резьб .	323
3. Допуски метрических резьб .	334
4. Размеры и допуски дюймовых резьб	338
5. Размеры и допуски трубных резьб	339

*Раздел семнадцатый***Основные методы нарезания треугольной резьбы.  
Применяемые инструменты**

1. Основные методы нарезания резьбы .	344
2. Нарезание резьбы плашками	345
3. Нарезание резьбы метчиками	350
4. Резьбовые резцы и гребенки	355
5. Измерения треугольных резьб	359

*Раздел восемнадцатый***Нарезание треугольной резьбы резцами**

1. Настройка токарного станка для нарезания резьбы резцом .	369
2. Подготовка детали к нарезанию на ней резьбы .	371
3. Основные приемы нарезания треугольной резьбы резцами .	381
4. Режимы при резьбонарезании резцами	390

*Раздел девятнадцатый***Размеры и допуски прямоугольных,  
трапецидальных, модульных и специальных резьб**

1. Общие сведения о резьбах для передачи движения	396
2. Размеры трапецидальных резьб . .	397
3. Допуски на трапецидальные резьбы	400



4. Размеры модульных резьб . . . . .	407
5. Допускаемые отклонения в размерах червяков .	409
6. Размеры прямоугольных и упорных резьб	411

### *Раздел двадцатый*

#### **Нарезание прямоугольных, трапецеидальных и модульных резьб**

1. Резьбовые резцы и специальные державки для их установки .	412
2. Диаметры заготовок под нарезание трапецеидальных резьб .	415
3. Технологическая последовательность формирования профиля при нарезании прямоугольной, трапецеидальной, модульной и упорной резьб	418
4. Основные способы нарезания червяков .	422
5. Основные приемы деления многозаходных резьб на заходы	425
6. Основные методы повышения производительности процесса нарезания трапецеидальной и модульной резьб (опыт новаторов производства)	430
7. Режимы при нарезании трапецеидальных и модульных резьб	433
8. Измерения прямоугольных, трапецеидальных, модульных и упорных резьб	436

### *Приложение*

#### **Программное управление токарными станками**

1. Системы программного управления станками	443
2. Устройство токарно-винторезного станка с программным управлением .	445
3. Расчет и изготовление перфокарт	447

## ПРЕДИСЛОВИЕ

XXII съезд Коммунистической партии Советского Союза разработал величественную программу построения коммунизма в нашей стране.

Важным этапом в обеспечении материально-технической базы коммунизма является выполнение семилетнего плана развития народного хозяйства СССР.

Для выполнения программы экономического развития СССР в предстоящем двадцатилетии, когда объем промышленной продукции должен возрасти не менее чем в 6 раз, решающее значение приобретает рост производительности труда. В Программе КПСС указывается, что производительность труда в промышленности должна увеличиться в течение ближайших 10 лет более чем в 2 раза, а за 20 лет — в 4—4,5 раза.

Важным условием повышения производительности труда является увеличение коэффициента использования оборудования. А это в свою очередь вызывает необходимость сокращения до минимума потерь производства, связанных с перестройкой оборудования, выбором технологического плана обработки, приспособлений, инструментов и режимов резания.

В числе многих мероприятий сокращению подобного рода потерь будет содействовать оснащение рабочих мест соответствующими инструкциями и справочными данными, отражающими передовой опыт новаторов производства.

Предлагаемый читателю „Справочник токаря“ в какой-то мере может удовлетворить этому требованию.

Справочник предназначен главным образом для токарей, работающих на токарных и токарно-винторезных станках в основных механических и вспомогательных цехах.

Состоит он из трех частей. Первая часть — „Общие сведения“ — содержит краткие сведения о материалах и их свойствах, допусках и посадках, токарных станках, процессе резания и резцах, способах закрепления деталей, а также некоторые общие сведения и вспомогательные справочные таблицы, к которым приходится обращаться токаря.

Вторая часть — „Основные токарные работы“ — посвящена обработке наружных цилиндрических поверхностей, отверстий, торцовых поверхностей, уступов и канавок.

В третьей части — „Специальные токарные работы“ — рассматриваются более сложные, специальные, но в то же время весьма распространенные процессы обработки деталей на токарных станках.

Как вторая, так и третья части состоят в основном из таблиц с иллюстрациями, наглядно характеризующими рабочие приемы и методы работы токаря. При подготовке материалов для этих частей автор стремился к тому, чтобы они наиболее полно удовлетворяли производственным запросам токарей. Теоретические объяснения явлений, наблюдающихся в процессе токарной обработки, равно как и их описание, в справочник не включались.

Стремление не перегружать справочник вызвало необходимость ограничиться лишь краткими данными о применяемых режимах резания. Предпола-

гается, что при необходимости токарь сможет пользоваться и справочником по выбору режимов резания.

Автор надеется, что принятая форма изложения может оказать действительную помощь токарям в их производственной работе, будет содействовать приобретению и освоению ими правильных, наиболее прогрессивных производственных приемов. Справочник также окажется полезным технологам, мастерам и другим специалистам производства, интересующимся и сталкивающимся с токарной обработкой.

Почти весь материал дается в форме, присущей справочной литературе. Исключение составляет принципиально новая область, с которой приходится сталкиваться токарю, — обработка деталей на станках с программным управлением.

Этот раздел, включающий описание основных принципов программного управления, конструкции токарного станка с программным управлением и метода разработки рукописи программы, дается в описательной форме. Раздел „Программное управление токарными станками“ помещен в конце справочника (в приложении).

*Автор*

---

*ЧАСТЬ ПЕРВАЯ*

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ



1

2

3

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

**МЕРЫ ДЛИНЫ. ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ. ТАБЛИЦЫ  
ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

**1. МЕТРИЧЕСКИЕ И ДЮЙМОВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ**

*Таблица 1*

**Метрические меры длины**

Условное обозначение	Название	Раздробление и превращение
<i>м</i>	метр	10 <i>дм</i> = 100 <i>см</i> = 1000 <i>мм</i>
<i>дм</i>	дециметр	10 <i>см</i> = 100 <i>мм</i>
<i>см</i>	сантиметр	10 <i>мм</i>
<i>мм</i>	миллиметр	1000 <i>мк</i>
<i>мк</i>	микрон	0,001 <i>мм</i>

В США, Англии и в некоторых других странах действуют не метрические, а дюймовые меры. Один дюйм (1") равен 25,4 *мм*.

*Таблица 2*

**Перевод дюймов в миллиметры**

Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры
$\frac{1}{32}$	0,794	$\frac{7}{16}$	11,11	1	25,4	2	50,8
$\frac{1}{16}$	1,587	$\frac{1}{2}$	12,7	$1\frac{1}{8}$	28,575	$2\frac{1}{2}$	63,5
$\frac{1}{8}$	3,175	$\frac{5}{8}$	15,875	$1\frac{1}{4}$	31,75	3	76,2
$\frac{1}{4}$	6,35	$\frac{3}{4}$	19,05	$1\frac{1}{2}$	38,1		
$\frac{5}{16}$	7,938	$\frac{7}{8}$	22,225	$1\frac{3}{4}$	44,45		

Таблица 3

## Перевод тысячных долей дюйма в миллиметры

Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры
0,001	0,025	0,005	0,127	0,008	0,203
0,002	0,051	0,006	0,152	0,009	0,229
0,003	0,076	0,007	0,178	0,010	0,254
0,004	0,102				

Таблица 4

## Перевод миллиметров в дюймы

Милли- метры	Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры	Дюймы	Милли- метры	Дюймы
0,01	0,0004	0,1	0,0039	1	0,0394	10	0,394	100	3,937
0,02	0,0008	0,2	0,0079	2	0,0787	20	0,787	200	7,874
0,03	0,0012	0,3	0,0118	3	0,1181	30	1,181	300	11,811
0,04	0,0016	0,4	0,0158	4	0,1575	40	1,575	400	15,748
0,05	0,0020	0,5	0,0197	5	0,1969	50	1,969	500	19,685
0,06	0,0024	0,6	0,0236	6	0,2362	60	2,362	600	23,622
0,07	0,0028	0,7	0,0276	7	0,2756	70	2,756	700	27,559
0,08	0,0032	0,8	0,0315	8	0,3150	80	3,150	800	31,496
0,09	0,0035	0,9	0,0354	9	0,3543	90	3,543	900	35,433

*Примечание.* Число десятичных знаков следует брать в зависимости от требуемой точности подсчета.

## 2. ЛАТИНСКИЙ АЛФАВИТ

Таблица 5

Рукописные буквы	Печатные буквы	Название букв	Рукописные буквы	Печатные буквы	Название букв
<i>A a</i>	A a	а	<i>D d</i>	D d	дэ
<i>B b</i>	B b	бэ	<i>E e</i>	E e	э
<i>C c</i>	C c	цэ	<i>F f</i>	F f	эф

Продолжение табл. 5

Рукописные буквы	Печатные буквы	Название букв	Рукописные буквы	Печатные буквы	Название букв
<i>G g</i>	G g	же	<i>Q q</i>	Q q	ку
<i>H h</i>	H h	аш	<i>R r</i>	R r	эр
<i>I i</i>	I i	и	<i>S s</i>	S s	эс
<i>J j</i>	J j	йот	<i>T t</i>	T t	тэ
<i>K k</i>	K k	ка	<i>U u</i>	U u	у
<i>L l</i>	L l	эль	<i>V v</i>	V v	вэ
<i>M m</i>	M m	эм	<i>W w</i>	W w	дубль-вэ
<i>N n</i>	N n	эн	<i>X x</i>	X x	икс
<i>O o</i>	O o	о	<i>Y y</i>	Y y	игрек
<i>P p</i>	P p	пэ	<i>Z z</i>	Z z	зет

### 3. ГРЕЧЕСКИЕ БУКВЫ

Таблица 6

Начертание	Название	Начертание	Название	Начертание	Название
Α α	альфа	Η η	эта	Ρ ρ	ро
Β β	бэта	Θ θ	тэта	Σ σ	сигма
Γ γ	гамма	Λ λ	лямбда	Τ τ	тау
Δ δ	дельта	Μ μ	мю	Φ φ	фи
Ε ε	эпсилон	Π π	пи	Υ υ	пси
				Ω ω	омега

### 4. ОСНОВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$=$  равно  
 $\neq$  не равно  
 $\approx$  приближенно равно  
 $<$  меньше  
 $>$  больше  
 $\leq$  меньше или равно

$\geq$  больше или равно  
 $\sqrt{\quad}$  квадратный корень  
 $^{\circ}$  градус  
 $'$  минута  
 $''$  секунда  
 $\pi = 3,1416$

$\sin$  синус  
 $\cos$  косинус  
 $\operatorname{tg}$  тангенс  
 $\operatorname{ctg}$  котангенс



## РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

### МАТЕРИАЛЫ И ИХ СВОЙСТВА

#### 1. ВЕС МАТЕРИАЛОВ

В табл. 7 указан вес 1 пог. м круглой стали (удельный вес  $\gamma = 7,85$ ). Чтобы определить вес заготовки, нужно ее длину (в м) умножить на  $q$  — вес 1 пог. м, указанный в табл. 7.

Например, требуется определить вес стальной заготовки диаметром 100 мм и длиной 253 мм.

По табл. 7 находим вес 1 пог. м для диаметра 100 мм:  $q = 61,654$  кг. Вес заготовки

$$Q = 61,654 \times 0,253 = 15,598 \text{ кг} \approx 15,6 \text{ кг}.$$

При определении веса других материалов нужно пользоваться коэффициентом пересчета, учитывающим разницу в удельном весе (табл. 8).

Например, требуется определить вес круглой чугунной заготовки размерами  $65 \times 350$  мм:

$$Q = q \cdot 0,35 \cdot 0,924 = 26,05 \cdot 0,35 \cdot 0,924 = 8,42457 \approx 8,42 \text{ кг}.$$

Здесь значение  $q = 26,05$  кг взято из табл. 7, а коэффициент 0,924 — из табл. 8.

Таблица 7

Вес 1 пог. м круглой стали с удельным весом  $\gamma = 7,85$

Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)	Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)	Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)	Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)
5	0,154	13	1,042	21	2,719	29	5,185
6	0,222	14	1,208	22	2,984	30	5,549
7	0,302	15	1,387	23	3,261	32	6,313
8	0,395	16	1,578	24	3,551	34	7,127
9	0,499	17	1,782	25	3,853	35	7,550
10	0,617	18	1,998	26	4,168	36	7,990
11	0,746	19	2,226	27	4,495	38	8,903
12	0,881	20	2,466	28	4,834	40	9,865

Продолжение табл. 7

Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)	Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)	Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)	Диаметр (в мм)	Вес 1 пог. м (в кг)
42	10,876	62	23,700	85	44,545	145	129,627
44	11,936	64	25,253	90	49,940	150	138,721
45	12,485	65	26,050	95	55,643	155	148,123
46	13,046	66	26,856	100	61,654	160	157,834
48	14,205	68	28,509	105	67,973	165	167,852
50	15,413	70	30,210	110	74,601	170	178,179
52	16,671	72	31,961	115	81,537	175	188,815
54	17,978	74	33,762	120	88,781	180	199,758
55	18,650	75	34,680	125	96,334	185	211,010
56	19,335	76	35,611	130	104,195	190	222,570
58	20,740	78	37,510	135	112,364	195	234,438
60	22,195	80	39,458	140	120,841	200	246,615

Таблица 8

Коэффициент пересчета весов для некоторых материалов (к табл. 7)

Материал	Коэффициент	Материал	Коэффициент
Алюминий . . . . .	0,344	Бронза (в среднем) .	1,096
Чугун . . . . .	0,924	Цинк . . . . .	0,917
Медь . . . . .	1,134	Свинец . . . . .	1,448
Латунь (в среднем) .	1,083		

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ

Под *твердостью* понимают способность металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела определенной формы и размеров.

Твердость является одним из важнейших механических свойств металлов. По степени твердости металла определяют качество изготовленного инструмента, а также возможность использования металла для различных деталей машин.

Твердость влияет также и на обрабатываемость металла — чем тверже металл, тем больше усилий требуется для его обработки.

Величина твердости и ее размерность для одного и того же металла зависят от примененного метода измерения.

В табл. 9 приводятся данные, позволяющие сравнить значения твердости, определенной различными способами.

Таблица 9

## Перевод значений твердости

Способ определения твердости													
По Бринеллю		По Роквеллу			По Виккерсу	По Шору	По Бринеллю		По Роквеллу			По Виккерсу	По Шору
диаметр отпечатка (в мм)	$H_B$ при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 3000 кгс	шкалы					диаметр отпечатка (в мм)	$H_B$ при шарике диаметром 10 мм и нагрузке 3000 кгс	шкалы				
		С	А	В					С	А	В		
2,20	782	72	89	—	1220	107	3,45	311	34	67	—	312	44
2,25	744	69	87	—	1114	100	3,50	302	33	67	—	305	42
2,30	713	67	85	—	1021	96	3,55	293	31	66	—	291	41
2,35	683	65	84	—	940	92	3,60	286	30	66	—	285	40
2,40	652	63	83	—	867	88	3,65	277	29	65	—	278	39
2,45	627	61	82	—	803	85	3,70	269	28	65	—	272	38
2,50	600	59	81	—	746	81	3,75	262	27	64	—	261	37
2,55	578	58	80	—	694	78	3,80	255	26	64	—	255	36
2,60	555	56	79	—	649	75	3,85	248	25	63	—	250	36
2,65	532	54	78	—	606	72	3,90	241	24	63	100	240	35
2,70	512	52	77	—	587	70	3,95	235	23	62	99	235	34
2,75	495	51	77	—	551	68	4,00	228	22	62	98	226	33
2,80	477	49	76	—	534	66	4,05	223	21	61	97	221	33
2,85	460	48	75	—	502	64	4,10	217	20	61	97	217	32
2,90	444	47	74	—	474	61	4,15	212	19	60	96	213	31
2,95	430	45	73	—	460	59	4,20	207	18	60	95	209	30
3,00	415	44	73	—	435	57	4,25	202	—	59	94	201	30
3,05	402	43	72	—	423	55	4,30	196	—	58	93	197	29
3,10	387	41	71	—	401	53	4,35	192	—	58	92	190	29
3,15	375	40	71	—	390	52	4,40	187	—	57	91	186	28
3,20	364	39	70	—	380	50	4,45	183	—	56	89	183	28
3,25	351	38	69	—	361	49	4,50	179	—	56	88	177	27
3,30	340	37	69	—	344	47	4,55	174	—	55	87	174	27
3,35	332	36	68	—	335	46	4,60	170	—	—	86	170	26
3,40	321	35	68	—	320	45	4,65	166	—	—	85	166	26

Продолжение табл. 9

Способ определения твердости

Способ определения твердости													
По Бринелю		По Роквеллу			По Виккерсу	По Шору	По Бринелю		По Роквеллу			По Виккерсу	По Шору
диаметр оппечатка (в мм) $H_B$ при шарик. диаметре 10 мм и нагрузке 3000 кг		шкалы					диаметр оппечатка (в мм) $H_B$ при шарик. диаметре 10 мм и нагрузке 3000 кг		шкалы				
		С	А	В					С	А	В		
4,70	163	—	—	84	163	25	5,20	131	—	—	73	131	19
4,75	159	—	—	83	159	25	5,25	128	—	—	72	128	19
4,80	156	—	—	82	156	24	5,30	126	—	—	71	126	19
4,85	153	—	—	81	153	24	5,35	124	—	—	70	124	19
4,90	149	—	—	80	149	23	5,40	121	—	—	68	121	19
4,95	146	—	—	79	146	23	5,45	118	—	—	67	118	19
5,00	143	—	—	78	143	22	5,50	116	—	—	65	116	19
5,05	140	—	—	77	140	21	5,55	114	—	—	64	114	18
5,10	137	—	—	75	137	21	5,60	112	—	—	63	112	18
5,15	134	—	—	74	134	19	5,65	109	—	—	61	109	18
							5,70	107	—	—	60	107	18
							5,75	105	—	—	58	105	18

## 3. ЧУГУНЫ

Чугун является железоуглеродистым сплавом с содержанием углерода более 1,7%.

Чугунные отливки различаются по структуре, технологии получения, химическому составу и назначению.

По *структуре* различают отливки из серого, белого, отбеленного и ковкого чугуна.

По *технологии получения* — отливки из обычного и модифицированного чугуна, образующегося при обработке чугуна в жидком состоянии.

По *химическому составу* — отливки из нелегированного и легированного чугуна (без присадок и с присадками).

По *назначению* чугунные отливки подразделяются на обычные машиностроительные, изготавливаемые из серого чугуна, отливки с повышенной вязкостью из ковкого чугуна и отливки с повышенными специальными свойствами из легированного чугуна.

Обозначаются чугуны буквами СЧ (серый чугун) или КЧ (ковкий чугун), за которыми следуют два числа через дефис. Первое из этих чисел обозначает временное сопротивление разрыву (в кг/мм<sup>2</sup>), а второе — предел прочности при изгибе (в кг/мм<sup>2</sup>) для серых чугунов и относительное удлинение (в%) — для ковких чугунов. Например, марка СЧ12-28 обозначает: серый чугун с временным сопротивлением разрыву 12 кг/мм<sup>2</sup> и с пределом прочности при изгибе 28 кг/мм<sup>2</sup>.

Отливки из серого чугуна имеют серый излом, обусловленный выделением графита в основной массе (табл. 10).

Таблица 10

## Механические свойства отливок из серого чугуна (ГОСТ 1412-54)

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении (в кг/мм <sup>2</sup> )		Предел прочности при изгибе (в кг/мм <sup>2</sup> )	Предел прочности при сжатии (в кг/мм <sup>2</sup> )	Твердость по Бри- нелю $H_B$	Марка чугуна	Предел прочности при растяжении (в кг/мм <sup>2</sup> )		Предел прочности при изгибе (в кг/мм <sup>2</sup> )	Предел прочности при сжатии (в кг/мм <sup>2</sup> )	Твердость по Бри- нелю $H_B$
	не менее						не менее				
СЧ-00	Не испыты- вается		—	—	—	СЧ24-44	24	44	85	170—241	
СЧ12-28	12	28	50	143—229		СЧ28-48	28	48	100	170—241	
СЧ15-32	15	32	65	163—229		СЧ32-52	32	52	110	187—255	
СЧ18-36	18	36	70	170—229		СЧ35-56	35	56	120	197—269	
СЧ21-40	21	40	75	170—241		СЧ38-60	38	60	130	207—269	

*Примечание.* Предел прочности — условное напряжение, отвечающее наибольшей нагрузке, предшествовавшей разрушению образца.

Отливки из ковкого чугуна изготавливаются из белого чугуна путем отжига (томления) с целью устранения хрупкости и твердости и придания им вязкости (табл. 11).

Таблица 11

## Механические свойства отливок из ковкого чугуна (ГОСТ 1215-59)

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении (в кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение на образце диаметром 16 мм (в %)	Твердость по Бринеллю $H_B$	Марка чугуна	Предел прочности при растяжении (в кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение на образце диаметром 16 мм (в %)	Твердость по Бринеллю $H_B$
	не менее		не более		не менее		не более
КЧ37-12	37	12	163	КЧ45-6	45	6—3	241
КЧ35-10	35	10	163	КЧ50-4	50	4	241
КЧ33-8	33	8	163	КЧ56-4	56	4	269
КЧ30-6	30	6	163	КЧ60-3	60	3	269

*Примечание.* Относительное удлинение — отношение приращения длины образца при растяжении к его исходной длине.

#### 4. СТАЛИ

Сталь является железоуглеродистым сплавом с содержанием углерода менее 2% и примесями марганца, кремния, фосфора, серы и других элементов.

По химическому составу различают стали конструкционные и легированные. Высококачественные стали, применяемые в инструментальном деле, называются инструментальными.

Принятая ГОСТом система обозначений марок стали дает возможность легко установить их химический состав. В этой системе двузначные числа с левой стороны от букв указывают среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента. Буквы справа от этих чисел обозначают соответственно: Г — марганец, С — кремний, Х — хром, Н — никель, В — вольфрам, Ф — ванадий, М — молибден, Ю — алюминий. Цифры, стоящие справа от этих букв, указывают на процентное содержание соответствующего элемента.

Стали улучшенного качества обозначаются дополнительной буквой А.

Углеродистые конструкционные стали являются основным материалом для изготовления деталей машин, крепежных деталей и других изделий (табл. 12).

Таблица 12

#### Механические свойства сортовой углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-60)

Марка стали	Временное сопротивление разрыву (в кг/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести (в кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение (в %)	Марка стали	Временное сопротивление разрыву (в кг/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести (в кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение (в %)
		не менее				не менее	
Ст. 0	32—47	—	22	Ст. 5	50—53	27	21
Ст. 1	32—40	22	33		54—57		20
Ст. 2	34—42		31		58—62		19
Ст. 3	38—40	24	27	Ст. 6	60—63	30	16
	41—43		26		64—67		15
	44—47		25		68—72		14
Ст. 4	42—44	25	25	Ст. 7	70—74	—	11
	45—48		24		75 и более		10
	49—52		23				

Стали углеродистые качественные применяются для изготовления деталей машин с повышенными требованиями по прочности (табл. 13).

Таблица 13

**Механические свойства сортовой стали углеродистой качественной  
(ГОСТ 1050-60)**

Марка стали	Предел текучести (в кг/мм <sup>2</sup> ) (не менее)	Временное сопротивление разрыву (в кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение (в %) (не менее)	Твердость по Бринеллю	
				сталь горячекатаная	сталь отожженная
Группа сталей с нормальным содержанием марганца					
0,8КП	18	30	35	131	—
10	21	34	32	137	—
15	23	38	27	143	—
20	25	42	26	156	—
25	28	46	23	170	—
30	30	50	21	179	—
35	32	54	20	187	—
40	34	58	19	217	187
45	36	61	16	229	197
50	38	64	14	241	207
55	39	66	13	255	217
60	41	69	12	255	229
65	42	71	10	255	229
70	43	73	9	269	229
75	90	110	7	285	241
80	95	110	6	285	241
85	100	115	6	302	255

Марка стали	Предел текучести (в кг/мм <sup>2</sup> ) (не менее)	Временное сопротивление разрыву (в кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение (в %) (не менее)	Твердость по Бринеллю	
				сталь горячекатаная	сталь отожженная
Группа сталей с повышенным содержанием марганца					
15Г	25	42	26	163	—
20Г	28	46	24	197	—
30Г	32	55	20	217	187
35Г	34	57	18	229	197
40Г	36	60	17	229	207
45Г	38	63	15	241	217
50Г	40	66	13	255	217
60Г	42	71	11	269	229
65Г	44	75	9	285	229
70Г	46	80	8	285	229

Стали конструкционные легированные применяются для изготовления ответственных деталей машин, подвергающихся термической обработке и требующих повышенной прочности и износостойчивости (табл. 14).

Таблица 14

**Механические свойства стали конструкционной легированной  
(ГОСТ 4543-57)**

Марка стали	Временное сопротивление разрыву (в кг/мм <sup>2</sup> ) (не менее)	Предел текучести (в кг/мм <sup>2</sup> ) (не менее)	Относительное удлинение (в %) (не менее)	Твердость по Бринеллю отожженной стали (не более)	Марка стали	Временное сопротивление разрыву (в кг/мм <sup>2</sup> ) (не менее)	Предел текучести (в кг/мм <sup>2</sup> ) (не менее)	Относительное удлинение (в %) (не менее)	Твердость по Бринеллю отожженной стали (не более)
15X	75	60	14	179	35XM	105	90	12	241
20X	80	65	12	179	20XГ	90	75	10	187
30X	90	75	13	187	35XГ2	85	70	12	229
35X	95	80	12	197	40XH	100	85	11	207
40X	100	85	10	207	45XH	105	90	10	207
45X	105	90	9	217	50XH	110	95	9	207
50X	110	95	9	229	20XГC	80	65	12	207
30XM	100	85	12	229	30XГC	110	95	10	229

*Инструментальные стали* подразделяются на углеродистые и легированные (обычные и быстрорежущие).

В зависимости от химического состава различают качественные и высококачественные углеродистые инструментальные стали.

*Углеродистые инструментальные стали* обозначаются буквой У и цифрой, показывающей содержание углерода в десятых долях процента. Буква А в марке показывает, что сталь высококачественная, т. е. содержит незначительное количество серы, фосфора, остаточных примесей и неметаллических включений. Буква Г обозначает сталь с повышенным содержанием марганца.

*Углеродистые инструментальные стали* (табл. 15) применяются для изготовления отверток и молотков (У7 и У7А), неотвеченных калибров и шаблонов (У10 и У12), напильников и шаберов (У12 и У12А), а также инструментов, работающих при невысоких скоростях резания, — сверл, зенкеров, разверток, метчиков и плашек (У10А и У12А).

Таблица 15

**Нормы твердости углеродистой инструментальной стали**

Марка стали	$H_B$ отожженной стали (не более)	Твердость после закалки	
		температура закалки (в °С) (охлаждающая среда — вода)	$H_{RC}$ (не более)
У7А и У7	187	800—820	62
У8ГА, У8А, У8 и У8Г	187	780—800	62



Продолжение табл. 15

Марка стали	$H_B$ отожженной стали (не более)	Твердость после закалки	
		температура закали (в °С) (охлаждающая среда — вода)	$H_{RC}$ (не более)
У9А и У9	192	760—780	62
У10А и У10	197	760—780	62
У12А, У12, У11А и У11	207	760—780	62
У13А и У13	217	760—780	62

**Примечания.**

1. При изготовлении инструмента рекомендуется охлаждать его сначала в воде (до потемнения), а затем в масле. Для снятия возникающих при закалке напряжений и предупреждения образования трещин инструмент следует подвергать отпуску.

2. Для придания инструменту твердости  $H_{RC} = 60-62$  температура отпуска должна быть 160—180° (при времени выдержки 1—2 часа). Для получения более высокой вязкости при пониженной твердости инструменты подвергают отпуску при температуре 230—275°.

**Легированные инструментальные стали** (табл. 16) применяются главным образом для изготовления сложного и фасонного инструмента, который не должен деформироваться при закалке: фасонных резцов (9ХС и ХВГ), сверл диаметром более 8 мм (9ХС), длинных и тонких разверток, зенкеров и метчиков (9ХС, ХВГ, ХГ и 9ХВГ), плашек крупных размеров (9ХС и ШХ15), а также для измерительных инструментов сложной формы и большой длины (9ХВГ и ХВГ).

Таблица 16

**Нормы твердости легированной инструментальной стали**

Марка стали	Твердость по Бринелю (в кг/мм <sup>2</sup> )	Температура (в °С) и среда закали образца (М — масло, В — вода)	Твердость закаленного образца по Роквеллу (не ниже)
ХГ	241—197	800—830М	61
9Х	217—179	820—850М	62
Х05	241—197	780—810В	64
7Х3 и 8Х3	229—187	} 850—880М	54—55
	255—207		
9ХС	241—197	820—860М	62
6ХС	229—187	840—860М	54—56

Продолжение табл. 16

Марка стали	Твердость по Бринеллю (в кг/мм <sup>2</sup> )	Температура (в °С) и среда закалки образца (М — масло, В — вода)	Твердость закаленного образца по Роквеллу (не ниже)
4ХС	207—170	880—900М	50
8ХФ	207—170	800—850В	61
3Х2В8	255—207	1 075—1 125М	46
5ХВ2С и	255—207	} 860—900М	53
6ХВ2С	285—229		57
ХВГ	255—207	800—830М	62
9ХВГ	241—197	800—830М	62
5ХВГ	217—179	850—900М	57
Х12	269—217	950—1 000М	60

**Быстрорежущие стали** применяются в основном для изготовления режущих инструментов, работающих с относительно высокой скоростью резания: резцов, сверл, зенкеров, разверток, метчиков и плашек.

ГОСТом 5952-51 предусмотрены две марки быстрорежущей стали: Р18, которая содержит углерода примерно 0,75%, вольфрама 18%, хрома 4%, и Р9,

Таблица 17

## Режим термической обработки быстрорежущей стали

Марка стали	Температура закалки (в °С)	Отпуск	
		температура (в °С)	число отпусков × продолжительность (в часах)
Р18	1270—1285	560	2 × 1
Р9	1225—1240	560	2 × 1

имеющая приблизительно углерода 0,9%, вольфрама 9% и хрома 4%. Кроме вольфрама, в состав быстрорежущей стали входят в небольших количествах марганец, ванадий, молибден и др. (табл. 17).

## 5. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

Твердые сплавы подразделяются на две основные группы: вольфрамовую, обозначаемую ВК, и титановольфрамовую, обозначаемую ТК.

**Сплавы вольфрамовой группы** в своей основе состоят из карбида вольфрама и кобальта в качестве цементирующей связки. Вольфрамовые сплавы изготавливаются следующих марок: ВК11, ВК8, ВК6, ВК3, ВК2. Цифра, стоящая после буквы К, показывает процентное содержание кобальта. Например, сплав ВК6 содержит 6% кобальта, а остальные 94% составляет карбид вольфрама.

Сплавы титановольфрамовой группы состоят из карбида титана, избыточного карбида вольфрама и кобальта. Титановольфрамовые сплавы изготавливаются следующих марок: Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4 и Т60К6. Цифра, стоящая после буквы Т, обозначает процентное содержание карбида титана, а цифра, стоящая после буквы К, — процентное содержание кобальта. Например, в сплав Т15К6 входит 15% карбида титана, 6% кобальта, а всё остальное (79%) составляет карбид вольфрама.

Таблица 18

**Основные характеристики материалов, применяемых для режущих инструментов**

Характеристика материала	Единица измерения	Наименование материалов			
		углеродистая сталь У10А, У12А и др.	быстрорежущая сталь Р9 и Р18	твердые сплавы ВК и ТК	минеральная керамика Т48 и ЦМ332
Теплостойкость	°С	250	600—650	900—1 000	1 200—1 300
Твердость	$H_{RC}$	82—84	82—84	86—88	84—92
Износостойкость	—	Низкая	Удовлетворительная	Высокая	Весьма высокая
Прочность	$\sigma_{изг}$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	360	370	70—160	35—45
	$\sigma_{сж}$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	380	380	300	200
Стоимость	—	Низкая	Высокая	Весьма высокая	Весьма низкая

В последние годы помимо твердых сплавов для режущих пластин резцов используется более дешевый материал — *высокопрочная минеральная керамика*, основу которой составляет спеченная окись алюминия.

В табл. 18 приведены основные свойства твердых сплавов и керамики по сравнению со свойствами быстрорежущей и инструментальной углеродистой стали.

## 6. СПЛАВЫ МЕДИ

Сплавы меди с оловом, содержащие также добавки свинца, фосфора и цинка, называются оловянистыми бронзами. Так как олово является дорогостоящим металлом, оловянистые бронзы имеют ограниченное применение.

Сплавы из меди с добавками алюминия, марганца, кремния и других элементов, не содержащие олова, называются специальными бронзами и являются заменителями оловянистых бронз.

Сплавы меди отличаются высокой прочностью, хорошими антифрикционными свойствами и коррозионной стойкостью (табл. 19).

Сложные медноцинковые сплавы, содержащие специальные добавки олова, марганца, никеля, алюминия, железа и других элементов, называются *латунями*. Латунь обладают хорошими механическими и технологическими свойствами.

Таблица 19

## Механические свойства бронз

Марка бронзы	Вид литья	Механические свойства		
		предел прочно- сти при растя- жении (в кг/мм <sup>2</sup> )	относитель- ное удли- нение (в %)	твердость по Бринелю
Оловянистые (ГОСТ 613-50)				
БрОЦСНЗ-7-5-1	} В землю	18	8	60
БрОЦСЗ-12-5		18	8	60
БрОЦС-6-6-3		15	6	60
БрОЦС-5-5-5		15	6	60
БрОЦС-4-4-17		15	5	60
БрОЦС-3,5-6-5		15	6	60
Безоловянистые (ГОСТ 493-54)				
БрАЖ9-4Л	В землю	40	10	100
БрАЖН10-4-4Л	В кокиль	60	5	170
БрАЖН11-6-6	В землю и в ко- киль	60	2	250

## РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

# ДОПУСКИ И ПОСАДКИ. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ДОПУСКАХ И ОТКЛОНЕНИЯХ

*Номинальным размером* называется общий для деталей соединения основной размер, служащий началом отсчета отклонений.

*Действительным размером* называется тот, который получается непосредственным измерением с наивысшей практически достижимой точностью.

*Предельными размерами* называются размеры, между которыми может колебаться действительный размер. Один из них называется *наибольшим предельным размером*, а другой — *наименьшим предельным размером*.

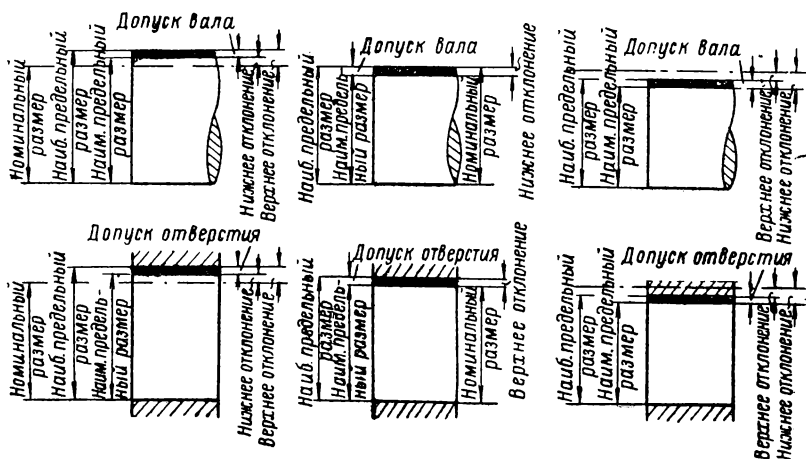


Рис. 1. Допуски и отклонения вала и отверстия.

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

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

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

*Средним отклонением* называется среднее арифметическое между верхним и нижним отклонениями.

Взаимосвязь между номинальными и предельными размерами, допусками и отклонениями показана на рис. 1.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ЗАЗОРАХ И НАТЯГАХ

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают внешнюю (охватываемую) и внутреннюю (охватывающую) поверхности. Один из размеров соприкасающихся поверхностей называется охватывающим размером, а другой — охватываемым.

Для круглых тел охватывающая поверхность носит общее наименование — *отверстие*, а охватываемая — *вал*. Соответствующие им размеры называют диаметром отверстия и диаметром вала.

*Зазором* называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, создающая свободу их относительного движения.

*Наибольшим зазором* (рис. 2) называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

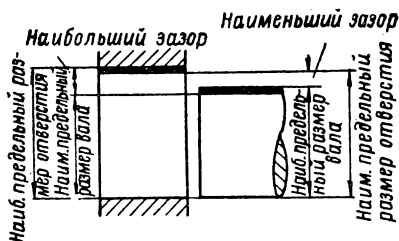


Рис. 2. Зазоры в сопряжении отверстия с валом.

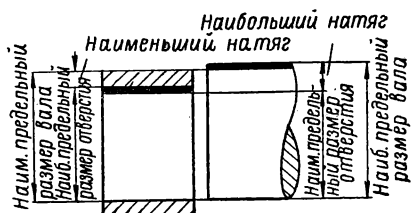


Рис. 3. Натяги в сопряжении отверстия с валом.

*Наименьшим зазором* называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

*Натягом* называется отрицательная разность между диаметром отверстия и диаметром вала до сборки, создающая после сборки неподвижное соединение.

*Наибольшим натягом* (рис. 3) называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

*Посадка* определяет характер соединения двух вставленных одна в другую деталей и обеспечивает в той или иной степени вследствие разности фактических размеров свободу их относительного перемещения или прочность их неподвижного соединения.

Посадки разделяются на три группы: 1) посадки с зазором, при которых обеспечивается наличие зазора в соединении; 2) посадки с натягом, при которых во время работы не должно происходить относительного перемещения соединенных деталей; 3) посадки переходные, при которых возможно получение как натягов, так и зазоров.

## 3. СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ, КЛАССЫ ТОЧНОСТИ И ВИДЫ ПОСАДОК

*Системой допусков* называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок.

Система допусков подразделяется: по основанию системы — на систему отверстия и систему вала; по величине допусков — на несколько степеней (классов) точности; по величине зазоров или натягов — на ряд посадок.

*Система отверстия* характеризуется тем, что в ней для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры отверстия остаются постоянными. Осуществление различных посадок достигается путем соответствующего изменения предельных размеров вала. В системе отверстия номинальный размер является наименьшим предельным размером отверстия (рис. 4, а).

Система вала характеризуется тем, что в ней для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному диаметру, предельные размеры вала остаются постоянными. Осуществление различных посадок достигается путем соответствующего изменения предельных размеров отверстия. В системе вала номинальный размер является наибольшим предельным размером вала (рис. 4, б).

Обе системы являются несимметричными предельными, т. е. такими, у которых поля допусков основных деталей расположены по одну сторону от нулевой линии: „в плюс“ — для отверстия в системе отверстия и „в минус“ — для вала в системе вала.

Большинство отраслей нашей промышленности пользуется преимущественно системой отверстия. Однако в некоторых случаях система вала даже необходима. Ее, например, применяют при монтаже подшипников качения в корпусах.

В зависимости от величины допусков зазора и натяга при одинаковых посадках и одних и тех же номинальных диаметрах различают посадки разной степени точности, группируемые по отдельным классам точности.

В отечественном машиностроении приняты 10 классов точности: 1-й, 2-й, 2а, 3-й, 3а, 4-й, 5-й, 7-й, 8-й и 9-й. 1-й класс является (по точности) высшим.

Наибольшее распространение в машиностроении имеют 2-й, 3-й и 4-й классы.

Посадка определяет характер соединения двух вставленных одна в другую деталей и обеспечивает в той или иной степени свободу их относительного перемещения или прочность их неподвижного соединения. По характеру соединений все посадки можно условно

разбить на три основные группы: прессыовые, переходные и подвижные посадки. Прессыовые посадки предназначены для неподвижных соединений без дополнительного крепления винтами, штифтами, шпонками и тому подобными деталями. К этой группе относятся посадки: горячая (Гр), прессыовая (Пр) и легкопрессыовая (Пл).

По натягу все прессыовые посадки могут быть разделены на четыре группы: особо тяжелые (Пр3), тяжелые (Гр и Пр2<sub>3</sub>), средние (Пр2<sub>1-3</sub>, Пр и Пр1<sub>3</sub>) и легкие (Пр1<sub>1</sub> и Пл). Во всех этих посадках всегда обеспечен натяг.

Особо тяжелые и тяжелые посадки предназначены главным образом для сборки с предварительным разогревом отверстия или охлаждением вала, а остальные рассчитаны преимущественно на холодную сборку под прессом.

Переходные посадки служат для неподвижных соединений с дополнительным креплением винтами, болтами, штифтами, шпонками и т. п. и в основном используются как посадки центрирования сопрягаемых деталей.

К этой группе относятся посадки: глухая (Г), тугая (Т), напряженная (Н) и плотная (П).

Подвижные посадки предназначены для соединений, в которых необходим гарантированный зазор. К этой группе относятся посадки: скользящая (С), движения (Д), ходовая (Х), легкоходовая (Л), широкоходовая (Ш) и теплоходовая (ТХ).

Наименования, условные обозначения и распределение посадок по классам точности в системе ГОСТ для диаметров от 1 до 500 мм даны в табл. 20.

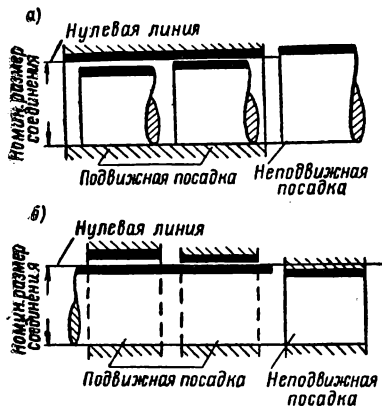


Рис. 4. Расположение полей допусков сопрягаемых деталей в системах допусков отверстия (а) и вала (б).





Таблицы допусков и посадок даны в соответствующих справочниках. На каждом заводе в технических и конструкторских бюро, а иногда и на производственных участках имеются такие таблицы, и при необходимости токарь может получить в них нужную справку.

Посадки шарикоподшипников приведены в ГОСТ 3325-55 и в справочнике Р. Д. Бейзельмана и Б. В. Цыпкина „Подшипники качения“ (Машгиз, 1959).

#### 4. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

В СССР введена и в настоящее время действует стандартная оценка шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-59. Для оценки микрогеометрии поверхности установлены два параметра: 1) среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$  — среднее значение расстояний ( $y_1, y_2, \dots, y_n$ ) точек профиля от его

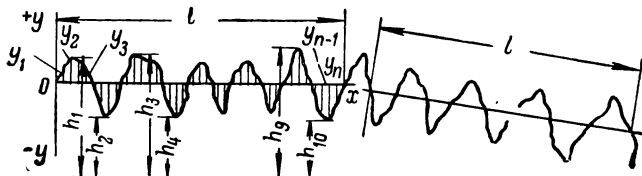


Рис. 5. Микропрофиль обработанной поверхности.

средней линии и 2) высота неровностей  $R_z$  — среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины  $l$  пятью высшими и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии (рис. 5).

Таблица 2.

#### Классы шероховатости поверхности

Класс	Обозначение	$R_a$ (в мк)	$R_z$ (в мк)	Класс	Обозначение	$R_a$ (в мк)	$R_z$ (в мк)
1	$\nabla 1$	80	320	7	$\nabla 7$	1,25	6,3
2	$\nabla 2$	40	160	8	$\nabla 8$	0,63	3,2
3	$\nabla 3$	20	80	9	$\nabla 9$	0,32	1,6
4	$\nabla 4$	10	40	10	$\nabla 10$	0,16	0,8
5	$\nabla 5$	5	20	11	$\nabla 11$	0,08	0,4
6	$\nabla 6$	2,5	10	12	$\nabla 12$	0,04	0,2
				13	$\nabla 13$	0,02	0,1
				14	$\nabla 14$	0,01	0,05

**Примечание.** Простановка на обрабатываемой поверхности соответствующего знака, например  $\nabla 6$ , обозначает, что эта поверхность должна иметь высоту неровностей не более 2,5 мк, но может быть выполнена с большей степенью чистоты.

Математические значения  $R_a$  и  $R_z$  выражаются формулами (1) и (2):

$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}, \quad (1)$$

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}. \quad (2)$$

Средняя линия профиля неровностей делит профиль таким образом, что площади по обеим сторонам от этой линии равны между собой.

По ГОСТ 2789-59 установлено 14 классов шероховатости поверхности, обозначения которых и соответствующие им значения  $R_a$  или  $R_z$  приведены в табл. 21.

Для классов 6—12-го основной является шкала  $R_a$ , а для остальных классов шероховатости — шкала  $R_z$ .

## РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

#### 1. ОБОЗНАЧЕНИЯ ДОПУСКОВ И ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ. НАДПИСИ НА ЧЕРТЕЖАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОТДЕЛКУ И ТЕРМИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

В чертежах деталей допускаются: применение условных (символических) обозначений допустимых отклонений размеров (пример 1 на рис. 6), указание числовых величин отклонений (примеры 2—7), а также одновременное указание числового и условного обозначений (пример 8).

При указании числовых величин и написании размера в разрыве линии верхнее отклонение пишется над линией, а нижнее — под линией (примеры 2 и 3).

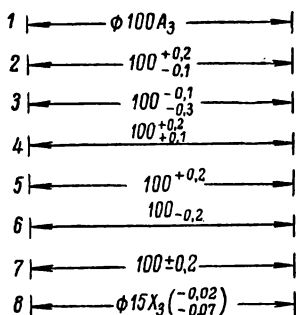
Отклонение, равное нулю, не указывается (примеры 5 и 6).

Числовые величины отклонений, кроме симметричных (пример 7), пишутся более мелким шрифтом, чем номинальный размер.

Если на чертеже детали стоит размер, обозначающий диаметр отверстия, например  $100A_3$ , и диаметр вала, например  $100X_3$ , то это значит, что и отверстие и вал выполняются по системе отверстия. Если же диаметр вала обозначен  $100B$ , а отверстия  $100C$ , то это значит, что данное сопряжение выполнено по системе вала.

На сборочных чертежах часто обозначаются посадки, например  $100 \frac{A}{X_3}$ . Такая запись обо-

Рис. 6. Примеры обозначения предельных отклонений размеров на чертежах.



значает, что в данном сопряжении отверстия с валом предусмотрена ходовая посадка 3-го класса точности в системе отверстия. Здесь символ, стоящий в числителе (в данном примере  $A$ ), относится к отверстию, а в знаменателе ( $X_3$ ) — к валу.

Условные знаки шероховатости поверхности, приведенные в табл. 21, ставятся на линиях видимого контура или на вспомогательных выносных линиях, являющихся продолжением контура (рис. 7, а).

Если вся поверхность детали должна быть одной и той же шероховатости, то в верхней части чертежа справа следует поставить обозначение соответствующей шероховатости; например:  $\nabla 3$  (рис. 7, б). К этому обозначению может быть добавлена надпись „кругом“, например:  $\nabla 5$  *кругом* (рис. 7, в).

Если большая часть поверхности детали должна иметь один и тот же класс шероховатости и лишь в отдельных местах требуется другой класс шероховатости, то допускается обозначение согласно рис. 7, а. На этом чертеже указано,

что некоторые поверхности детали имеют шероховатость  $\nabla 7$  и  $\nabla 9$ , а остальные должны иметь шероховатость  $\nabla 6$ , что и выражено надписью:  $\nabla 6$  *остальное*.

Если какая-либо из поверхностей обозначена знаком  $\nabla 6-6$  или знаком  $\nabla 6-5$ , то это значит, что в первом случае поверхность должна иметь шероховатость, соответствующую только 6-му классу по ГОСТ, а во втором случае — 5—6-му классам.

Поверхности, к которым не предъявляется особых требований в отношении шероховатости, обозначаются знаком  $\sim$  (рис. 7, 2).

Поверхности, шероховатость которых должна быть ниже 1-го класса, обозначаются знаком V. Цифры числа, нанесенного над этим знаком, указывают допустимую величину неровностей в микронах (рис. 7, 2).

Указание отделки (шпатлевание, специальное окрашивание, серебрение, чернение, воронение, никелирование и т. д.) или термической обработки (цементация, местная закалка и т. д.) отдельных мест

деталей производится с помощью соответствующих надписей (см. рис. 7).

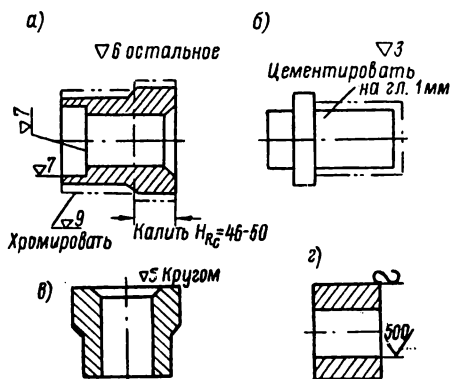


Рис. 7. Примеры обозначения шероховатости поверхности на чертежах.

## 2. ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ГОСТ 3457-46)

Предельные отклонения формы и расположения поверхностей могут оговариваться в технических условиях и на свободном поле чертежа либо указываться непосредственно на изображении детали (табл. 22).


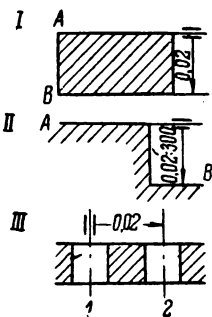
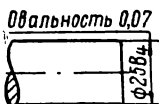
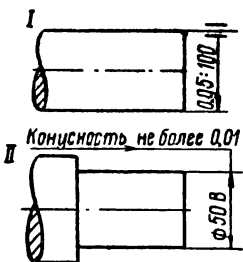
В том случае, когда таких оговорок нет, отклонения от формы могут быть в пределах допуска.

Таблица 22

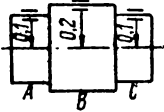
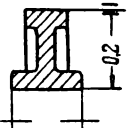
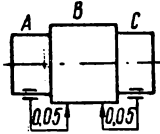
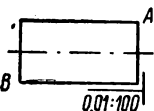
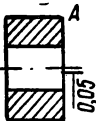
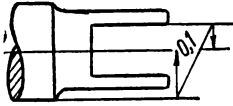
### Примеры текстовой записи и условных обозначений предельных отклонений формы и расположения поверхностей

Характер отклонения	Условное обозначение	Пример текстовой записи
Непрямолинейность		Отклонение от прямолинейности образующих по диаметру 25В не более 0,01 мм на всей длине

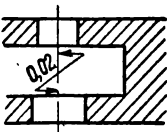
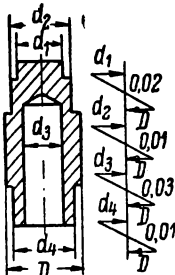
Продолжение табл. 22

Характер отклонения	Условное обозначение	Пример текстовой записи
Неплоскостность		Отклонение от плоскостности по поверхности <i>A</i> не более 0,02 мм на длине 100 мм. Или иначе: для поверхности <i>A</i> допускается вогнутость не более 0,02 мм на длине 100 мм
Непараллельность		<p>Отклонение от параллельности плоскости <i>A</i> относительно опорной плоскости <i>B</i> не более 0,02 мм (поз. <i>I</i>)</p> <p>Отклонение от параллельности <i>A</i> и <i>B</i> не более 0,02 мм на длине 300 мм (поз. <i>II</i>).</p> <p>Непараллельность осей <i>I</i> и <i>2</i> не более 0,02 мм (поз. <i>III</i>)</p>
Овальность		Овальность по диаметру 25B <sub>4</sub> не более 0,07 мм
Конусность		<p>Конусность не более 0,05:100 мм (поз. <i>I</i>). Разность диаметров шейки в крайних сечениях не более 0,01 мм; уменьшение диаметра допускается только в направлении к торцу</p> <p>Стрелка указывает, в каком направлении может уменьшаться диаметр (поз. <i>II</i>)</p>

Продолжение табл. 22

Характер отклонения	Условное обозначение	Пример текстовой записи
Радиальное биение	<p><i>I</i></p>  <p><i>II</i></p>  <p><i>III</i></p> 	<p>Биение при контроле в центрах на участках <i>A</i> и <i>C</i> не более 0,1 мм, на участке <i>B</i> — не более 0,2 мм (поз. <i>I</i>)</p> <p>Биение наружной поверхности относительно внутренней не более 0,2 мм (поз. <i>II</i>)</p> <p>Биение поверхностей <i>A</i> и <i>C</i> относительно <i>B</i> не более 0,05 мм (поз. <i>III</i>)</p>
Неперпендикулярность		Отклонение от перпендикулярности образующей <i>B</i> к торцу <i>A</i> по угольнику не более 0,01:100 мм
Торцовое биение		Биение торца <i>A</i> при проверке на оправке в центрах не более 0,05 мм
Несимметричность		Отклонение от симметричного расположения паза относительно цилиндра не более 0,1 мм

Продолжение табл. 22

Характер отклонения	Условное обозначение	Пример текстовой записи
Несоосность		Отклонение от соосности (эксцентрицитет) отверстий не более 0,02 мм
То же		Отклонение от соосности (эксцентрицитет) ступеней относительно диаметра $D$ : $d_1$ не более 0,02 мм $d_2$ " " 0,01 мм $d_3$ " " 0,03 мм $d_4$ " " 0,01 мм

### 3. ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

При изображении разрезов на чертежах площадь, по которой проходит плоскость сечения, штрихуется.

Условные обозначения при штриховке разрезов и сечений для различных групп материалов показаны на рис. 8.

**Резьба** на стержнях изображается сплошными линиями по наружному и штриховыми — по внутреннему диаметру резьбы (рис. 9, а).<sup>1</sup> Граница резьбы показывается сплошной линией такой же толщины, как и линии видимого контура.

Резьба, выполненная в отверстии (рис. 9, б), изображается сплошными линиями по внутреннему и штриховыми — по наружному диаметру резьбы при вычерчивании в разрезе и штриховыми — при вычерчивании не в разрезе (рис. 9, в). Допускается изображение резьбы двумя сплошными линиями, причем одна из них — тонкая; в проекции на плоскость, перпендикулярную оси, эта линия очерчивает не полную окружность, а  $3/4$  ее (рис. 9, г).

Резьба в глухом отверстии изображается так, как показано на рис. 9, д (три варианта).

В случае необходимости особо пояснить профиль резьбы делают вырыв или вычерчивают участок профиля в увеличенном масштабе.

В разрезах тонкостенных деталей допускается изображение резьбы зигзагообразной линией.

<sup>1</sup> Обозначения резьб даны в соответствующих разделах III части справочника.

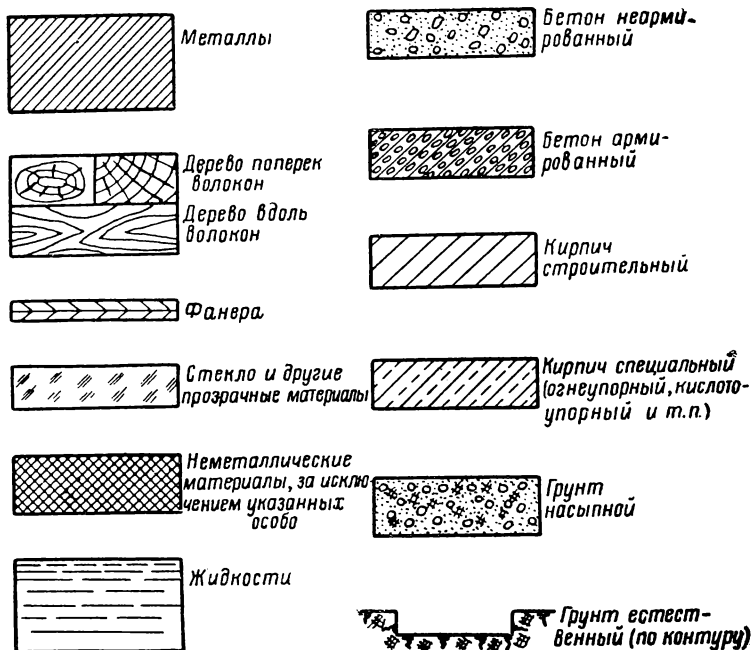


Рис. 8. Штриховка в разрезах и сечениях для различных материалов.

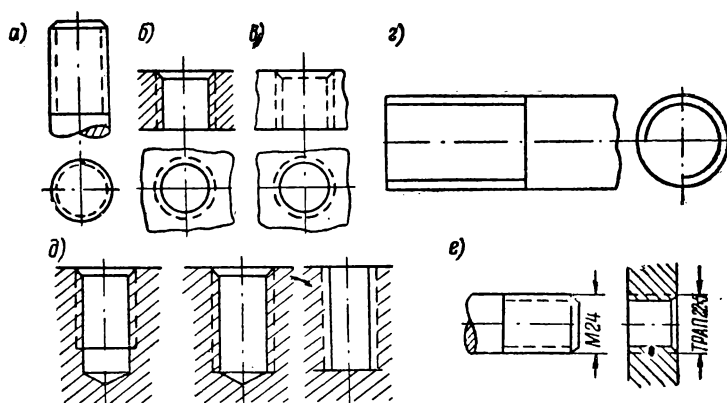


Рис. 9. Изображение и обозначение резьб на чертежах.



Размер резьбы указывается по ее наружному контуру. Обозначения резьбы на чертежах соответствуют их условным наименованиям по ГОСТ (подробно см. стр. 321—322). На рис. 9, *е* показаны способы обозначения размеров резьбы на стержнях и в отверстиях. Здесь первая цифра после наименования резьбы обозначает ее диаметр, а вторая цифра после знака умножения — шаг резьбы. Так, например, на рис. 9, *в* изображена метрическая резьба диаметром 24 мм с крупным шагом.

Контур витков *винтовых пружин* вычерчивается прямыми линиями.

Если винтовая пружина вычерчивается отдельно, то обычно изображается *продольный разрез* (через ось) всей пружины или ее части (рис. 10).

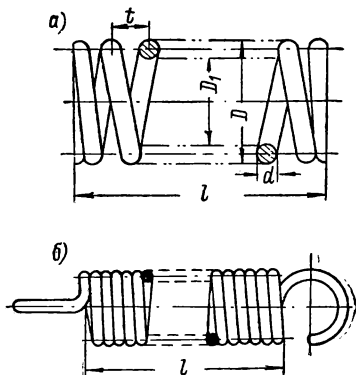


Рис. 10. Изображение пружин на чертежах.

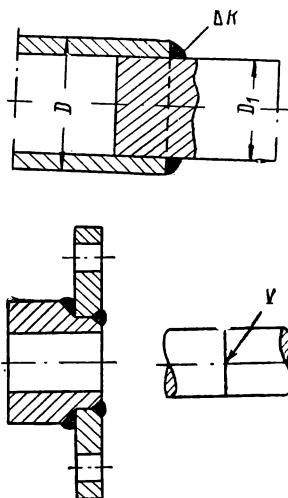


Рис. 11. Изображение сварных швов на чертежах.

Если у винтовой пружины больше четырех витков, то рекомендуется изображать с обоих концов пружины по 1—4 витка, а вместо остальных витков провести осевую линию через центры сечений (рис. 10, *а*).

Если диаметр или толщина сечения витка на чертеже равна или меньше 2 мм, то сечение каждого витка при изображении пружины в разрезе не штрихуют, а заливают сплош.

На рабочем чертеже винтовой пружины, работающей на сжатие (рис. 10, *б*), должны быть указаны: длина пружины в свободном состоянии  $l$ , длина развернутой проволоки, размеры сечения проволоки  $d$ , шаг  $t$ , общее и рабочее число витков (последнее равно общему числу витков минус 1,5—2); наружный  $D$  и внутренний  $D_1$  диаметры, наводка пружины — правая или левая.

*Сварные швы* (рис. 11) обозначаются на чертежах ломаной линией, состоящей из горизонтального участка и наклонного, который заканчивается односторонней стрелкой. Стрелка указывает место расположения шва. На горизонтальном участке ставится условное обозначение шва (ГОСТ 5263-58).

## РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

### ТОКАРНЫЕ СТАНКИ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

#### 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

*Таблица 23*

##### Основные типы станков токарной группы

Наименование	Основные модели	Назначение
Токарные и токарно-винторезные	1612; 1615; 1616; 1617; 1А62; 1К62; 1Д63А; 1А64; 165	Для разнообразных токарных работ при индивидуальном, мелкосерийном и реже серийном производстве
Токарно-лобовые	1680; 1682А; 1683	Для обработки крупных и недлинных деталей типа маховиков, фланцев и др. при индивидуальном и мелкосерийном производстве
Токарно-карусельные	153; 1531; 1551; 1553; 1557; 1532; 1565; 1570	Для обработки крупных деталей типа дисков, маховиков, фланцев и шкивов высотой не более двух диаметров
Токарные много-резцовые	1721; 1722; 1731; 1731С; 1А712; 1730	Для обработки ступенчатых и фасонных валов, а также небольших деталей класса дисков при крупносерийном и массовом производстве
Токарно-револьверные	1318; 1336М; 1К36; 1П318; 1П326; 1П365; 1365	Для изготовления разнообразных деталей небольших диаметров типа втулок, фланцев, деталей арматуры, крепежных и др. при мелкосерийном и серийном производстве
Токарные автоматы одношпиндельные <sup>1</sup>	1125; 1А112; 1А124; 1А136; 1118; 1124; 1136	Для изготовления крепежных и мелких фасонных деталей, а также деталей арматуры в условиях крупносерийного и массового производства
<sup>1</sup> В приложении (см. стр. 445) дано описание токарного станка с программным управлением.		

Продолжение табл. 23

Наименование	Основные модели	Назначение
Токарные автоматы многошпиндельные	1225; 1240; 1261м; 1262м; 1265; 1290	Для тех же целей, что и одношпиндельные автоматы, но позволяют изготавливать более крупные по размерам детали; отличаются большей производительностью
Токарные специализированные станки и автоматы	—	Для выполнения только определенного вида работ (например, для обтачивания коленчатых валов и др.)

На рис. 12 изображен общий вид токарно-винторезного станка. Основными узлами этого станка являются:

*передняя бабка* — для закрепления или поддержания обрабатываемой детали и сообщения ей вращения;

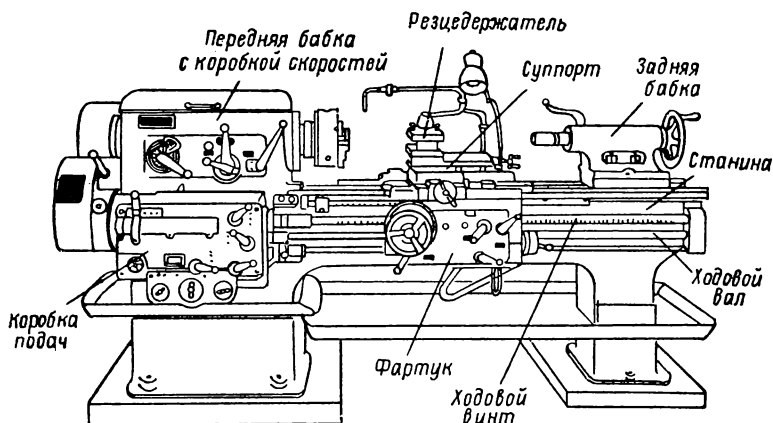


Рис. 12. Токарно-винторезный станок.

*коробка скоростей* — для изменения чисел оборотов шпинделя, смонтированного на подшипниках в корпусе передней бабки;

*задняя бабка* — для поддержания второго конца обрабатываемой детали, а в некоторых случаях также для закрепления и подачи инструмента при обработке отверстий;

*суппорт* — для сообщения закрепленному на нем в резцедержателе резцу движения подачи (продольной и поперечной);

*коробка подач* — для изменения величины подачи;

*фартук суппорта*, содержащий механизмы, преобразующие вращательное движение ходового винта и ходового вала в поступательное перемещение суппорта;

*станина*, на которой смонтированы все механизмы станка.

В отличие от токарно-винторезного станка, токарный станок не имеет ходового винта и на нем поэтому нельзя нарезать резьбу.

Технические характеристики токарных станков приведены в табл. 24.

Таблица 24

## Технические характеристики токарных станков

Технические характеристики	Модели станков			
	Т-65 настолярный	1602	1610	1612В
Наибольший диаметр обработки, в мм:				
над станиной . . . . .	120	130	200	260
над суппортом . . . . .	—	84	100	140
Расстояние между центрами, в мм . . . . .	250	250	350	500
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, в мм . . . . .	9	14	20	18
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту .	450—2 400	125—1 250	58—2 020	33,5—2 000
Пределы подач, в мм/об:				
продольных . . . . .	—	0,03—0,2	0,03—0,53	0,008—0,2
поперечных . . . . .	—	—	—	0,003—0,075
Мощность главного электродвигателя, в квт .	0,25	0,65	1,7	1,5
Габариты станка, в мм:				
высота . . . . .	250	1 260	1 285	1 400
ширина . . . . .	300	665	700	850
длина . . . . .	725	1 075	1 540	1 700
Вес станка, в кг . . . . .	45	290	600	850
Конус передней бабки Морзе № . . . . .	—	2	3	—
Конус задней бабки Морзе № . . . . .	—	2	3	—
Высота от опорной поверхности резца до линии центров, в мм . . . . .	—	8	12	—

Продолжение табл. 24

Технические характеристики	Модели станков				
	1615	1615A	1616	1617	1A62
Наибольший диаметр обработки, в мм:					
над станиной . . . . .	320	300	320	350	400
над суппортом . . . . .	150	250	175	200	210
Расстояние между центрами, в мм . . . . .	750	750	750	600	750; 1 000; 1 500; 2 000
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, в мм . . . . .	34	32	29	36	37
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту .	24—482	33—1 525	44—1 980	37—720	11,5—1 200
Пределы подач, в мм/об:					
продольных . . . . .	0,06—2,72	0,07—1,6	0,06—3,34	0,14—4,74	0,082—1,59
поперечных . . . . .	0,025—1,1	0,03—0,67	0,04—2,47	0,145—4,2	0,027—0,52
Мощность главного электродвигателя, в квт .	1,5	2,8	4,5	4,5	7
Габариты станка, в мм:					
высота . . . . .	1 145	1 280	1 275	1 350	1 210
ширина . . . . .	920	880	852	1 250	1 580
длина . . . . .	1 960	2 275	2 355	2 100	(2 510— 3 783)
Вес станка, в кг . . . . .	880	1 372	1 850	1 300	(2 045— 2 490)
Конус передней бабки Морзе № . . . . .	5	5	5	—	5
Конус задней бабки Морзе № . . . . .	3	3	4	—	4
Высота от опорной поверхности резца до линии центров, в мм . . . . .	20	20	25	—	20

Продолжение табл. 24

Технические характеристики	Модели станков				
	1К62	1Д63А	1А64	165	1658
Наибольший диаметр обработки, в мм:					
над станиной . . . . .	400	630	800	1 000	1 000
над суппортом . . . . .	220	345	450	600	650
Расстояние между центрами, в мм . . . . .	750; 1 000; 1 400	1 500; 3 000	2 800	2 800; 5 000	8 000
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, в мм . . . . .	48	68	80	80	80
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту . . . . .	12,5—2 000	14—750	7,1—750	5—500	5—500
Пределы подач, в мм/об:					
продольных . . . . .	0,075—4,46	0,15—2,65	0,2—3,05	0,2—3,05	0,2—3,05
поперечных . . . . .	0,075—2,23	0,05—0,9	0,07—1,04	0,07—1,04	0,07—1,04
Мощность главного электродвигателя, в квт . . . . .	10	10	20	28	28
Габариты станка, в мм:					
высота . . . . .	1 433	1 275	1 660	1 760	1 760
ширина . . . . .	1 323	1 690	2 000	2 000	2 000
длина . . . . .	(2 517— 3 167)	(3 610— 5 110)	5 780	(5 780— 11 780)	11 380
Вес станка, в кг . . . . .	2 366	(3 330— 3 980)	11 700	(12 500— 16 000)	21 000
Конус передней бабки Морзе № . . . . .	6	5	6	6	—
Конус задней бабки Морзе № . . . . .	5	5	5	5	—
Высота от опорной поверхности резца до линии центров, в мм . . . . .	25	32,5	45	45	—

## 2. ПРОВЕРКА ТОКАРНОГО СТАНКА НА ТОЧНОСТЬ

В целях установления единых требований к качеству токарных станков, выпускаемых разными станкостроительными заводами, а также прошедших капитальный ремонт, ГОСТом 42-56 установлены нормы точности станка (табл. 25)

Таблица 25

Проверка токарных станков на точность (инструкция и нормы точности для станков наиболее распространенных габаритов<sup>1</sup>)

Что проверяется	Метод проверки	Допуск
Прямолинейность продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости	Проверка осуществляется уровнем, установленным на суппорте. Суппорт перемещается в продольном направлении на всю длину хода	0,02 мм на 1 м длины хода суппорта. На всей длине хода: до 2 м — 0,04 мм „ 4 м — 0,06 мм
То же, в горизонтальной плоскости	Станки с расстоянием между центрами до 3 м проверяются индикатором, установленным на суппорте. Мерительный штифт индикатора касается боковой поверхности точной цилиндрической оправки, установленной между центрами	0,02 мм на 1 м длины хода суппорта. На всей длине хода: до 2 м — 0,03 мм „ 4 м — 0,04 мм
Параллельность направляющих задней бабки направлению продольного перемещения суппорта	Суппорт с укрепленным на нем индикатором перемещается в продольном направлении; мерительный штифт индикатора при этом касается каждой из направляющих задней бабки	Для вертикальных направляющих — 0,03 мм на 1 м длины хода суппорта. На всей длине хода: до 2 м — 0,04 мм „ 4 м — 0,05 мм  Для горизонтальных и наклонных направляющих — 0,02 мм на 1 м длины хода суппорта. На всей длине хода: до 2 м — 0,025 мм „ 4 м — 0,03 мм
<sup>1</sup> Данные для крупных токарных станков см. в ГОСТе 42-56.		

Продолжение табл. 25

Что проверяется	Метод проверки	Допуск
Радиальное биение центрирующей шейки шпинделя	При проверке мерительный штифт индикатора касается центрирующей шейки шпинделя, которому при этом сообщается вращение	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 400 мм — 0,01 мм „ 800 мм — 0,015 мм
Радиальное биение оси отверстия шпинделя	В отверстие шпинделя вставляется точная цилиндрическая оправка, поверхности которой касается мерительный штифт индикатора. Измерения производятся: а) у торца шпинделя и б) на расстоянии 300 мм от торца	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 400 мм $\left\{ \begin{array}{l} a - 0,01 \text{ мм} \\ b - 0,02 \text{ мм} \end{array} \right.$ 800 мм $\left\{ \begin{array}{l} a - 0,015 \text{ мм} \\ b - 0,025 \text{ мм} \end{array} \right.$
Осевое биение шпинделя	В отверстие шпинделя вставляется короткая оправка, торцовая поверхность которой перпендикулярна ее оси. Мерительный штифт индикатора касается торца оправки, вращающейся вместе со шпинделем	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 400 мм — 0,01 мм „ 800 мм — 0,015 мм
Торцовое биение опорного буртика шпинделя	Мерительный штифт индикатора касается торцовой поверхности опорного буртика шпинделя, который приводится во вращение	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 400 мм — 0,02 мм „ 800 мм — 0,025 мм
Параллельность оси шпинделя направлению продольного перемещения суппорта	В отверстие шпинделя вставляется цилиндрическая оправка. Мерительный штифт индикатора, установленного на суппорте, касается: а) верхней образующей оправки; б) боковой образующей оправки. Суппорт перемещается вдоль станины	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 400 мм $\left\{ \begin{array}{l} a - 0,03 \text{ мм} \\ b - 0,012 \text{ мм} \end{array} \right.$ „ 800 мм $\left\{ \begin{array}{l} a - 0,03 \text{ мм} \\ b - 0,015 \text{ мм} \end{array} \right.$



Продолжение табл. 25

Что проверяется	Метод проверки	Допуск
Параллельность оси шпинделя направлению перемещения салазок суппорта	В отверстие шпинделя вставляется цилиндрическая оправка. Мерительный штифт индикатора, установленного на салазках суппорта, касается боковой, а затем верхней образующей оправки. Поворотная часть суппорта устанавливается так, чтобы при перемещении салазок показания индикатора на концах оправки были одинаковыми. Салазки суппорта перемещаются вдоль верхних направляющих на всю длину	На длине хода салазок: до 100 мм — 0,03 мм „ 300 мм — 0,04 мм „ 500 мм — 0,05 мм
Параллельность оси отверстия скалки задней бабки направлению продольного перемещения суппорта	В отверстие скалки задней бабки вставляется цилиндрическая оправка. Мерительный штифт индикатора, установленного на суппорте, касается оправки: а) по ее верхней образующей; б) по боковой образующей. Суппорт перемещается вдоль станины	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 800 мм — 0,03 мм
Взаимное расположение осей отверстий шпинделя и скалки задней бабки	Между центрами передней и задней бабок зажимается цилиндрическая оправка. Мерительный штифт индикатора, закрепленного на суппорте, касается верхней образующей оправки. Показания замеров у обоих концов оправки на одинаковых расстояниях от центра должны быть равны	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 400 мм — 0,06 мм „ 800 мм — 0,1 мм Ось отверстия скалки может быть только выше (но не ниже) оси отверстия шпинделя
Осевое биение ходового винта	Мерительный штифт индикатора должен касаться торца винта у его центра. Винт, нагруженный в осевом направлении, приводится во вращение	Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали: до 400 мм — 0,01 мм „ 800 мм — 0,015 мм

Продолжение табл. 25

Что проверяется	Метод проверки	Допуск
Точность передаточного отношения шпинделя к ходовому винту	<p>Между центрами передней и задней бабки укрепляется эталонный винт с точной гайкой. Мерительный штифт индикатора, установленного на каретке суппорта, упирается в торец гайки. Ходовому винту сообщается вращение от шпинделя с передаточей, равной отношению шага эталонного винта к шагу ходового винта</p> <p>Накопленная ошибка шага определяется как наибольшая алгебраическая разность показаний индикатора между любыми двумя точками эталонного винта в пределах заданной длины 100 и 300 мм</p>	<p>Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм допускается накопленная ошибка не более 0,035 мм на 100 мм и 0,05 мм на 300 мм длины. Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 800 мм соответственно не более 0,04 мм на 100 мм и 0,05 мм на 300 мм длины</p>
Правильность геометрической формы детали после обтачивания: а — овальность; б — конусность	Цилиндрический валик обрабатывается при закреплении его в патроне или в коническом отверстии шпинделя (без поддержки задним центром). Длина валика должна быть равна трем его диаметрам, а диаметр не менее $\frac{1}{8}$ наибольшего диаметра обрабатываемых на этом станке деталей. Размеры деталей определяются микрометром	<p>Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм: а — 0,01 мм; б — 0,01 мм на длине 100 мм; до 800 мм: а — 0,015 мм; б — 0,03 мм на длине 300 мм</p>
Плоскостность торцевой поверхности после обтачивания	На станке обтачивается планшайба диаметром не менее 0,5 наибольшего диаметра обрабатываемых деталей. Можно обтачивать не всю торцевую поверхность, а три пояска (в центре, в середине и у периферии). Проверка производится индикатором, установленным на суппорте, который при этом перемещается в поперечном направлении на длину, равную диаметру планшайбы. Погрешность равна половинной разности показаний индикатора	<p>При диаметре образца:</p> <p>200 мм — 0,015 мм  300 мм — 0,020 мм  400 мм — 0,025 мм  500 мм — 0,03 мм  600 мм — 0,04 мм  700 мм — 0,05 мм  800 мм — 0,06 мм</p> <p>(допускается только вогнутость)</p>
<p><b>Примечание.</b> Кроме указанного, ГОСТом 42-56 предусматриваются следующие проверки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) перекося суппорта при его продольном перемещении;</li> <li>2) радиальное биение оси центрального отверстия задней бабки;</li> <li>3) параллельность перемещения скалки задней бабки направлению продольного перемещения суппорта.</li> </ol>		

### 3. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Каждый рабочий должен строго соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Не приступать к работе на станке до получения инструктажа.
2. При обработке деталей весом более 20 кг поднимать и устанавливать их только с помощью подъемных устройств или подручного рабочего.

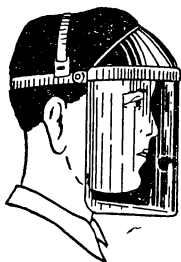


Рис. 13. Защитный индивидуальный щиток из органического стекла.

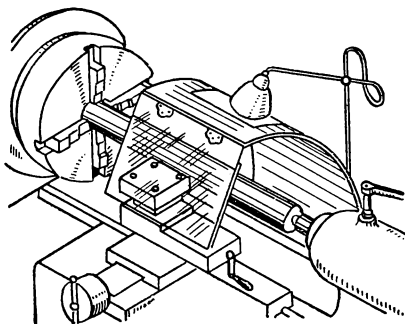


Рис. 14. Защитный экран из органического стекла.

3. Надежно закреплять обрабатываемую деталь и режущий инструмент.
4. Перед включением электродвигателя проверить, выключены ли рычаги управления, и установить их в нерабочее положение.

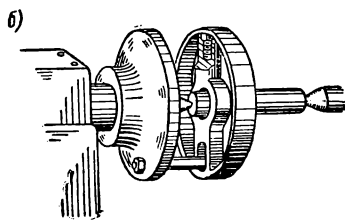
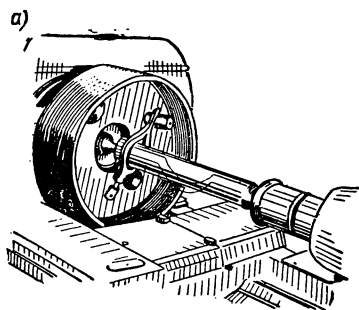


Рис. 15. Устройства, защищающие токаря от вращающихся планшайбы и хомутика.

5. Во время работы станка не отходить от него.
6. При всяком, хотя бы временном перерыве в работе останавливать станок, выключая электродвигатель.
7. Надевать защитные очки при обработке металлов, дающих мелкую разлетающуюся стружку.
8. Во время работы на станке не носить свободной одежды; рукава одежды должны быть завязаны у кисти, а длинные волосы закрыты головным убором.
9. Не удалять стружку во время работы станка руками, а пользоваться для этого специальным крючком, щеткой или скребком.

10. Не снимать предохранительных ограждений с ремней и со сменных зубчатых колес во время работы станка.

11. Соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте.

12. Не производить измерений обрабатываемой детали на ходу станка.

13. Не тормозить руками вращающийся патрон.

14. При выключении тока в сети немедленно выключать электродвигатели станка.

15. О всех неисправностях станка, приспособлений и инструмента сообщать мастеру.

При увеличении скорости резания свыше 80—120 м/мин горячая стружка, температура которой достигает 600—700° С, отлетает с большой силой и может поранить лицо. В этих случаях вместо защитных очков рекомендуется применять прозрачные индивидуальные щитки (рис. 13), а также специальные защитные экраны (рис. 14).

Для защиты от лентообразной стружки служат различного типа стружколоматели и стружкоотводчики.

Для защиты от вращающихся выступающих частей патрона планшайбы и хомутика применяют ограждения патронов (рис. 15, а), а также безопасные хомутики (рис. 15, б) и другие аналогичные устройства.

## РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

# ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЦАХ И ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

### 1. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

При точении различают основные поверхности и координатные плоскости (рис. 16).

*Обрабатываемой поверхностью* называется поверхность, с которой снимается стружка.

*Обработанной поверхностью* называется поверхность, полученная после снятия стружки.

*Поверхностью резания* называется поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно режущей кромкой.

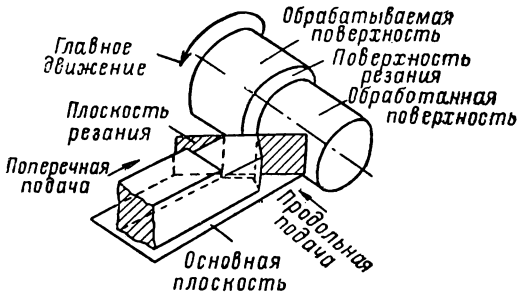


Рис. 16. Основные поверхности и координатные плоскости при точении.

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

*Основной плоскостью* называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам.

*Скоростью резания* при точении называется длина пути, который проходит в одну минуту какая-либо точка обрабатываемой поверхности детали.

Скорость резания измеряется в метрах в минуту. Обозначается она буквой  $v$

и определяется по следующей формуле:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин}, \quad (3)$$

где  $v$  — скорость резания, в м/мин;

$\pi = 3,14$ ;

$D$  — диаметр обрабатываемой поверхности детали, в мм;

$n$  — число оборотов детали в минуту.

Число оборотов детали при данных диаметре и скорости резания находят по следующей формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}, \quad (4)$$

Для определения  $n$  при заданных значениях  $D$  и  $v$  рекомендуется пользоваться данными табл. 73.

**Глубина резания** называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное перпендикулярно последней. Глубина резания обозначается буквой  $t$  и измеряется в миллиметрах (рис. 17).

Чтобы определить глубину резания  $t$ , надо измерить диаметр обрабатываемой детали до и после прохода резца; половина разности диаметров даст глубину резания, т. е.

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм}, \quad (5)$$

где  $D$  — диаметр детали до прохода резца, в мм;  
 $d$  — диаметр детали после прохода резца, в мм.

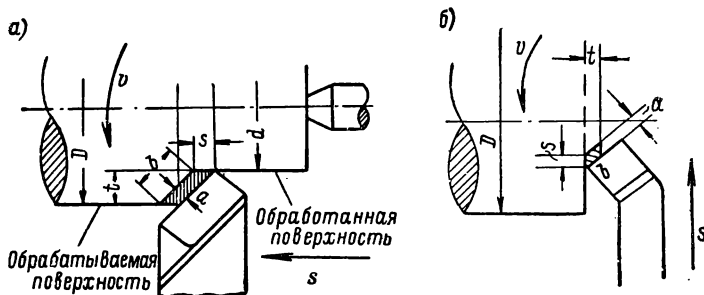


Рис. 17. Элементы резания при продольном (а) и поперечном (б) точении.

**Подачей** называется перемещение резца за один оборот обрабатываемой детали.

Подача обозначается буквой  $s$  и измеряется в миллиметрах за один оборот детали (мм/об).

**Площадь поперечного сечения среза** обозначается буквой  $f$  и определяется как произведение глубины резания на подачу:

$$f = t \cdot s \text{ мм}^2. \quad (6)$$

Кроме глубины резания и подачи различают еще ширину и толщину срезаемого слоя.

**Ширина срезаемого слоя, или ширина стружки**, — это расстояние в миллиметрах между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по поверхности резания. Обозначается она буквой  $b$ .

**Толщина стружки** — расстояние в миллиметрах между двумя последовательными положениями режущей кромки за один оборот детали, измеряемое перпендикулярно ширине стружки. Толщина стружки обозначается буквой  $a$ ;

$$f = a \cdot b \text{ мм}^2.$$

## 2. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ТОКАРНОГО РЕЗЦА И ЕГО ГЕОМЕТРИЯ

**Основные части и элементы токарного резца.** Резец состоит из двух основных частей — головки и стержня (рис. 18).

Головка, представляя собой клин, является режущей частью резца, а тело (стержень) служит для закрепления резца в резцедержателе.

Головка состоит из следующих элементов: *передней поверхности*, по которой сходит стружка, и *задних поверхностей*, обращенных к обрабатываемой

детали. Одна из задних поверхностей называется *главной*, а другая — *вспомогательной*.

Пересечение передней и задних поверхностей образует *режущие кромки*. Различают *главную* и *вспомогательную режущие кромки*. Основную работу резания выполняет *главная режущая кромка*.

Пересечение главной и вспомогательной режущих кромок называется *вершиной резца*.

**Углы резца и их назначение.** К главным углам резца относятся: задний и передний углы, угол заострения и угол резания. Эти углы измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной к плоскости резания и основной плоскости (рис. 19).

**Задним углом  $\alpha$  (альфа)** называется угол между главной задней поверхностью и плоскостью резания.

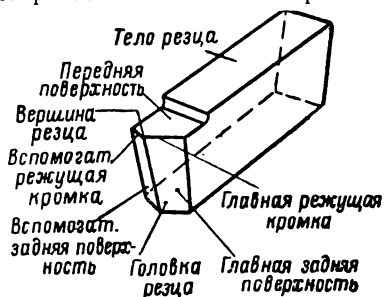


Рис. 18. Части и элементы токарного резца.

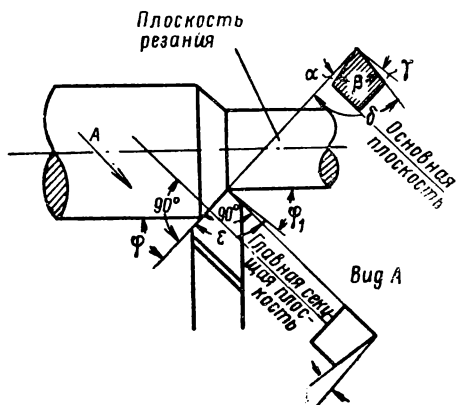


Рис. 19. Геометрия токарного резца.

**Передним углом  $\gamma$  (гамма)** называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания, проведенной через главную режущую кромку.

**Углом заострения  $\beta$  (бета)** называется угол между передней и главной задней поверхностями резца.

**Углом резания  $\delta$  (дельта)** называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Передний угол влияет на процесс резания. С увеличением  $\gamma$  улучшается отвод стружки. Однако при этом ослабляется режущий клин резца и понижается его прочность, что часто приводит к выкрашиванию режущей кромки. Поэтому при обработке твердых и хрупких металлов для повышения прочности и стойкости инструмента применяют резцы с меньшими значениями  $\gamma$  (иногда даже с отрицательными значениями), чем при обработке мягких и вязких металлов.

Задний угол влияет на трение между резцом и деталью. При черновой обработке применяют резцы с меньшими значениями  $\alpha$ , чем при чистовой обработке.

Углы  $\beta$  и  $\delta$  зависят от углов  $\gamma$  и  $\alpha$ .

К углам резца в плане относятся: главный и вспомогательный, а также угол при вершине.

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

**Вспомогательным углом в плане  $\phi_1$**  называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Углом при вершине в плане  $\epsilon$  (эпсилон) называется угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

Выбор угла  $\varphi$  зависит от жесткости станка и детали. При обработке тонких длинных деталей угол  $\varphi$  берется равным  $60-90^\circ$ , а при обработке жестких деталей его целесообразно брать значительно меньшим.

Углом наклона главной режущей кромки  $\lambda$  (лямбда) называется угол, заключенный между режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. Этот угол измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

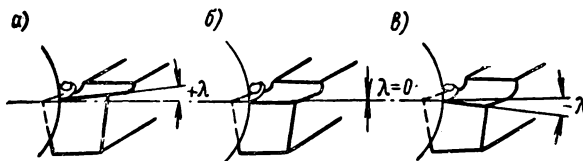


Рис. 20. Резцы с разными значениями углов наклона главной режущей кромки

Угол  $\lambda$  положительный, если вершина резца расположена ниже других точек на режущей кромке (рис. 20, а); отрицательный, если вершина выше других точек (рис. 20, в), и равен  $0^\circ$ , если она занимает нейтральное положение (рис. 20, б).

Угол  $\lambda$  при продольном точении оказывает влияние на направление схода стружки. При  $+\lambda$  стружка сходит по направлению к задней бабке, при  $-\lambda$  она завивается в сторону передней бабки, а при  $\lambda = 0^\circ$  закручивается в спираль вдоль державки резца.

### 3. СИЛЫ РЕЗАНИЯ. МОЩНОСТЬ

**Силы резания при точении.** Сопротивление резанию, которое оказывает обрабатываемый материал, вызывает силы, преодолеваемые резцом (рис. 21).

Сверху вниз на резец давит сила  $P_z$ , которая стремится отжать резец вниз и поднять деталь вверх. Эта сила называется *вертикальной, или тангенциальной, силой резания*.

В горизонтальной плоскости в направлении, противоположном движению подачи, на резец давит сила  $P_x$ , называемая *осевой силой, или силой подачи*. Эта сила при продольном точении стремится отжать резец в сторону задней бабки.

В горизонтальной плоскости перпендикулярно к направлению подачи на резец действует сила  $P_y$ , которая называется *радиальной силой*. Она стремится оттолкнуть резец от обрабатываемой детали.

Все перечисленные силы измеряются в килограммах.

Если режущая кромка резца не затуплена и главный угол в плане равен примерно  $45^\circ$ , то приближенно можно считать, что  $P_x \approx 0,25P_z$ , а  $P_y \approx 0,4P_z$ .

Величины сил  $P_x$  и  $P_y$  зависят главным образом от значения угла  $\varphi$ . Они могут возрастать от 0 до максимума в зависимости от формы резца и направления подачи (рис. 22).

Величина силы резания  $P_z$  определяется по такой формуле:

$$P_z = c_p \cdot t^x \cdot s^y \text{ кг.} \quad (7)$$

Здесь  $c_p$ ,  $x$  и  $y$  — коэффициенты; они зависят от материала и условий обработки. Значения этих коэффициентов даны в специальных справочниках (см., напр., «Режимы резания металла инструментами из быстрорежущей стали», Машигиз, 1950).



В таблицах режимов резания (см., напр., табл. 76—78 и др.) даются уже вычисленные по формуле (7) значения силы резания  $P_z$ .

**Мощность при резании.** Мощность резания  $N_{\text{рез}}$ , или эффективную мощность  $N_z$ , определяют по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75} \text{ л. с.}, \quad (8)$$

где  $P_z$  — сила резания, в кг,  
 $v$  — скорость резания, в м/мин.

Число 60 в знаменателе поставлено потому, что мощностью является работа (произведение силы  $P_z$  на путь  $v$ ) в единицу времени — в секунду.

Число 75 — коэффициент перевода килограммов в лошадиные силы (1 л. с. = 75 кгм).

Обычно мощность выражается не в лошадиных силах, а в киловаттах (квт).

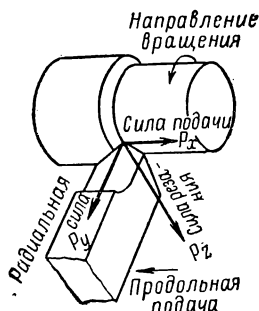


Рис. 21. Силы, действующие на резец при продольном точении.

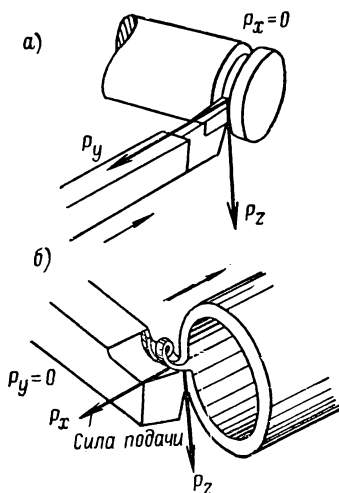


Рис. 22. Силы резания при прорезании канавок (а) и продольном точении резцом с  $\varphi = 90^\circ$  (б).

Киловатт в 1,36 раза больше лошадиной силы; следовательно, чтобы перевести в киловатты мощность, выраженную в лошадиных силах, нужно разделить ее на 1,36:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102} \text{ квт.} \quad (9)$$

Чтобы станок работал, ему должна быть передана соответствующая мощность от электродвигателя или контрпривода. Если станок имеет индивидуальный электродвигатель мощностью  $N_m$ , то не вся эта мощность может быть использована на станке полезно; часть ее затрачивается на преодоление трения в подшипниках шпинделя и валов, в зубчатых передачах коробки скоростей и др.

Число, показывающее, какая часть мощности электродвигателя может быть полезно использована на резание, называется коэффициентом полезного действия (к. п. д.) станка и обозначается буквой  $\eta$  (эта).

$$\eta = \frac{N_{\text{ст}}}{N_m}, \quad (10)$$

где  $N_{\text{ст}}$  — полезная мощность станка, в квт;  
 $N_m$  — мощность электродвигателя, в квт.

*Пример.* Определить полезную мощность станка  $N_{\text{ст}}$ , если мощность электродвигателя  $N_{\text{м}} = 8 \text{ кВт}$ , а  $\eta = 0,75$ .

*Решение.* На снятие стружки может быть использована мощность

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{м}} \cdot \eta = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ кВт}.$$

Остальная мощность в количестве 2 кВт пойдет на преодоление трения в механизмах самого станка.

Вполне понятно, что мощность станка должна удовлетворять условию

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{рез}}.$$

Произведение силы резания на половину диаметра обрабатываемой детали называется *крутящим моментом на детали, или моментом резания*. Эта величина выражается в килограммомиллиметрах:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2} \text{ кг.мм.} \quad (11)$$

Момент резания должен быть меньше или равен крутящему моменту на шпинделе станка:

$$M_{\text{кр}} \leq M_{\text{шп}}, \quad (12)$$

$$\text{где } M_{\text{шп}} = 1,36 \cdot 716200 \cdot \frac{N_{\text{м}}}{n} \cdot \eta = 974\,000 \cdot \frac{N_{\text{м}}}{n} \cdot \eta \text{ кг.м.м.;}$$

$N_{\text{м}}$  — мощность электродвигателя, в кВт;  
 $n$  — число оборотов шпинделя в минуту;  
 $\eta$  — к. п. д. станка.

Среднее значение к. п. д. для токарного станка с коробкой скоростей можно принять равным 0,7—0,8.

Из формулы (12) следует, что каждому числу оборотов шпинделя соответствует определенный крутящий момент на шпинделе. Их значения даны в паспорте станка.

#### 4. ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ

Правильное охлаждение инструмента дает возможность не только повысить скорость резания, но и несколько снизить величину силы резания. Для охлаждения инструмента используются смазочно-охлаждающие жидкости (табл. 26 и 27).

Таблица 26

Состав смазочно-охлаждающих жидкостей

Наименование	Составляющие вещества	Содержание (в %)
Эмульсия	Паста или эмульсол Вода	3—6 97—94
Сульфозфрезол Р	Сера в порошке Нигрол тракторный Масло солярное	0,9—1,2 9,1—10,8 90—88
Сульфозфрезол В	Сера в порошке Нигрол тракторный Масло веретенное № 3	1,5—2,5 17,5—18,5 81—79
Компаундированные масла	Масло веретенное № 3 Масло растительное	75—90 25—10

Таблица 27

## Применение смазочно-охлаждающих жидкостей при точении различных металлов

Вид обработки	Обрабатываемые металлы					
	сталь углеродистая	сталь легированная	серый чугун и латунь	медь	бронза	алюминий и его сплавы
Обтачивание черновое	1. Водный раствор соды 2. Эмульсия	1. Водный раствор соды 2. Эмульсия 3. Сульфозфрезол	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия
Обтачивание чистовое	1. Водный раствор соды 2. Эмульсия  3. Сульфозфрезол	1. Сульфозфрезол 2. Смешанные масла <sup>1</sup> с добавкой олеиновой кислоты 3. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2. Керосин
Нарезание резьбы	1. Эмульсия 2. Сульфозфрезол 3. Растительное масло с керосином или скипидаром	1. Эмульсия 2. Растительное масло	1. Всухую 2. Керосин (для латуни — растительное масло)	1. Растительное масло	1. Всухую 2. Растительное масло	1. Всухую 2. Керосин 3. Растительное масло
Сверление и зенкерование	1. Эмульсия	1. Эмульсия 2. Смешанные масла	1. Всухую 2. Керосин 3. Эмульсия	1. Эмульсия 2. Растительное масло	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия 3. Смесь растительного масла и керосина
Развертывание	1. Эмульсия  2. Сульфозфрезол 3. Растительное масло	1. Эмульсия 2. Смешанные масла с добавкой олеиновой кислоты	1. Всухую 2. Минеральное масло	1. Эмульсия	1. Всухую 2. Минеральное масло	1. Растительное масло 2. Керосин 3. Скипидар

<sup>1</sup> Смешанные масла — минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим жирные кислоты.

Продолжение табл. 27

Вид обработки	Обрабатываемые металлы					
	сталь углеродистая	сталь легированная	серый чугун и латунь	медь	бронза	алюминий и его сплавы
Растачивание	1. Содовая вода 2. Эмульсия	1. Эмульсия 2. Смешанные масла с добавкой олеиновой кислоты	1. Всухую 2. Растительное масло	1. Эмульсия	1. Всухую 2. Эмульсия	1. Всухую 2 Скипидар с керосином (4:5)

Некоторые предприятия успешно применяют новые способы охлаждения, такие, как охлаждение высоконапорной струей эмульсии, с помощью жидкой углекислоты, имеющей температуру до  $-80^{\circ}$ , и с помощью распыленной струи охлаждающей жидкости. В последнем случае жидкость и воздух, подаваемые под давлением, смешиваются в особом смесителе и в виде воздушно-жидкой смеси поступают в зону резания. Скорость этой струи достигает 300—600 м/сек, что в сотни раз превышает скорость жидкости при свободном ее падении. В качестве охлаждающей жидкости в этом случае применяются эмульсия или масло, расход жидкости при этом ничтожно мал.

Стойкость инструмента при применении этого метода охлаждения в ряде случаев повышается в 5 раз и более. Значительно улучшается и чистота обработанной поверхности.

## 5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕЗЦОВ И ИХ ЗАТОЧКА

Державки быстрорежущих и твердосплавных резцов изготавливаются из конструкционной стали марки ст. 50 и др.



Режущие пластинки из быстрорежущей стали припаиваются к державке или привариваются на электросварочном аппарате. Применяется также и наплавка быстрорежущей стали на державку электродуговым методом.

Твердосплавные пластинки припаиваются к стержню державки или же закрепляются на ней механическим способом.

В табл. 28 и 29 указаны основные формы быстрорежущих и твердосплавных режущих пластинок для резцов.

Таблица 28

Формы и назначение пластинок из быстрорежущей стали для токарных резцов (ГОСТ 2379-44)

№ формы и назначение пластинки	Эскиз	№ формы и назначение пластинки	Эскиз
41 Для проходных отогнутых и широких чистовых		42 Для проходных отогнутых и подрезных	

Продолжение табл. 28



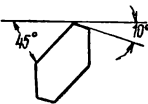







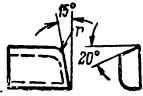
№ формы и назначение пластинки	Эскиз	№ формы и назначение пластинки	Эскиз
<u>43</u> Для подрезных отогнутых		<u>47</u> Для резбовых	
<u>44</u> Для проходных прямых с углом $\varphi = 45^\circ$		<u>48</u> Для фасонных	
<u>45</u> Для проходных прямых с углом в плане $\varphi = 60^\circ$		<u>49</u> Для отрезных и прорезных	
<u>46</u> Для расточных		<u>51</u> Для канавочных	
		<u>52</u> Для чистовых проходных и галтельных	

Таблица 29

Формы и размеры пластинок из твердых сплавов  
для токарных резцов (ГОСТ 2209-55)

№ формы и назначение пластинки	Эскиз	№ формы и назначение пластинки	Эскиз
<u>02</u> Для проходных, чистовых широ- ких, расточных и прорезных		<u>03</u> Для проходных отогнутых	

Продолжение табл. 29

№ формы и назначение пластинки	Эскиз	№ формы и назначение пластинки	Эскиз
<u>04</u> Для прямых проходных		<u>11</u> Для чистовых проходных и резьбовых	
<u>06</u> Для расточных и подрезных		<u>13</u> Для отрезных и прорезных	
<u>07</u> Для подрезных		<u>16</u> Для галтельных	

Гнезда для установки и крепления режущей пластинки на державке могут быть: *открытые* (рис. 23, а) — для большинства типов резцов; *полуоткрытые* (рис. 23, б) — для крепления твердосплавных пластинок с закруглениями;

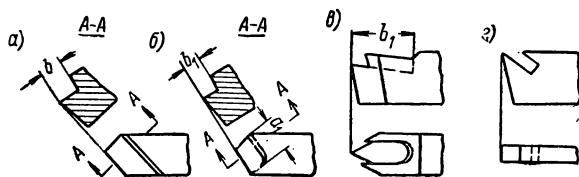


Рис. 23. Формы гнезд под пластинки в державках.



Рис. 24. Износ реза по задней поверхности.

*закрытые* (рис. 23, в) и *врезные* (рис. 23, г) — для крепления пластинок малых размеров.

Наиболее ответственными операциями при изготовлении резцов являются их *заточка* и *доводка*.

В табл. 30 указаны максимально допустимые значения износа резцов по задней поверхности ( $h_3$  на рис. 24). Считается, что при таком значении износа резец достиг установленного критерия затупления и должен быть направлен на переточку.

Таблица 30

**Величины допустимого износа ( $h_3$ ) токарных резцов  
при разных условиях работы**

Обрабатываемый материал	Типы резцов	Условия и характер обработки	Допустимый износ $h_3$ (в мм)	Признаки затупления
Сталь, стальное литье, чугуны ковкий	Допустимый износ резцов из быстрорежущей стали			
	Проходные, подрезные, расточные	С охлаждением Без охлаждения	1,5—2,0 0,3—0,5	Появление блестящей или желтой полоски на поверхности резания
	Прорезные отрезные	С охлаждением Без охлаждения	0,8—1,0 0,3—0,5	Резкое ухудшение чистоты обработанной поверхности
	Широкие	Без охлаждения	—	Появление на режущей кромке зазубрин и ухудшение чистоты обработанной поверхности
Чугун серый	Проходные	Черновое точение	3—4	Появление черных чешуек на поверхности резания и резкое ухудшение чистоты обработанной поверхности
		Получистовое точение	1,5—2,0	Увеличение диаметра обрабатываемой детали на 0,1 мм
	Подрезные, расточные	Получистовое точение	1,5—2,0	Появление чешуек на поверхности резания и ухудшение чистоты обработанной поверхности
	Прорезные, отрезные	Обработка на тяжелых токарных станках	1,5—2,0	Резкое ухудшение чистоты обработанной поверхности
	Широкие	Отделочная обработка на токарных станках	—	Появление на режущей кромке зазубрин и ухудшение чистоты обработанной поверхности

Продолжение табл. 30

Обрабатываемый материал	Типы резцов	Условия и характер обработки	Допустимый износ $h_3$ (в мм)	Признаки затупления
Сталь, стальное литье, чугун ковкий	Допустимый износ резцов, оснащенных твердосплавными пластинками			
	Т5К10, Т15К6	$s \geq 0,3 \text{ мм/об}$	1,5—2,0	Появление на поверхности резания блестящей или желтой полосы и прилипших черных стружек
		$s \leq 0,3 \text{ мм/об}$	0,8—1,0	Появление белых полосок и мелких черных стружек на обработанной поверхности
	ВК8	$s \geq 0,3 \text{ мм/об}$ $s \leq 0,3 \text{ мм/об}$	0,4—0,6 0,5—0,7	Появление желтой блестящей полосы на поверхности резания; местные разрушения режущей кромки
Чугун серый	ВК6, ВК8	$s < 0,3 \text{ мм/об}$	0,8—1,0	Выкрашивание режущей кромки и появление (при больших подачах) желтой блестящей полосы на поверхности резания
		$s > 0,3 \text{ мм/об}$	1,4—1,7	Резкое ухудшение чистоты обработанной поверхности

Таблица 31

Режим заточки резцов

Материал режущей части резца	Станок	Характеристика круга		Окружная скорость круга (в м/сек)
		для предварительной заточки	для окончательной заточки	
Быстро-режущая сталь	Заточной	Электрокорунд, зернистость 24—36, твердость С1—СТ1	Электрокорунд, зернистость 60, твердость С1—С2	$\leq 25$ при обильном охлаждении
Твердый сплав	1. Заточной с подручником 2. Специальный для заточки резцов	Черный карбид кремния, зернистость 24—36, твердость М3—СМ1	Зеленый карбид кремния, зернистость 60, твердость М3—СМ1	12—15 при обильном охлаждении



Затачиваемый резец необходимо располагать относительно круга так, чтобы круг прижимал пластинку к стержню, а не отрывал ее. Режущая кромка резца должна находиться на центральной линии станка или на 3—5 мм ниже ее. На рис. 25 показаны правильные положения резца при заточке.

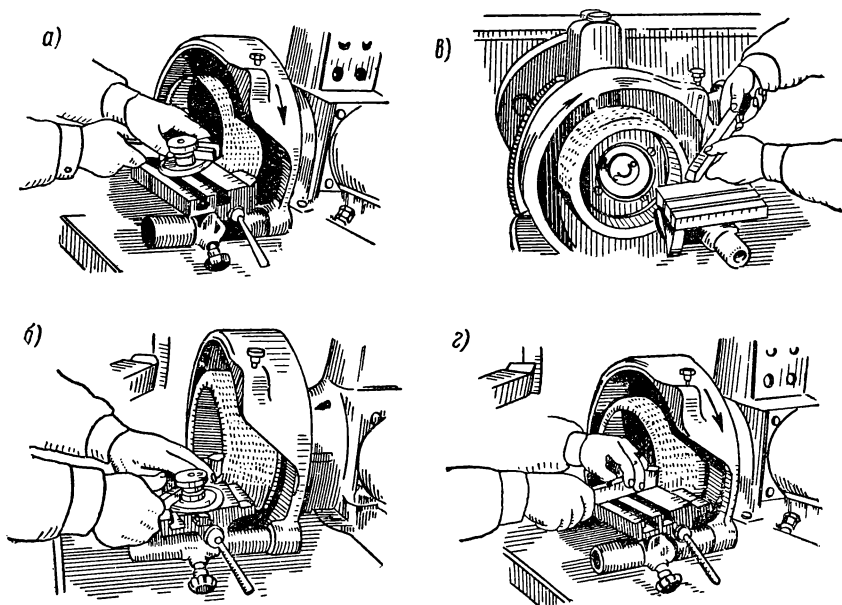


Рис. 25. Заточка резца:

*а* — по главной задней поверхности; *б* — по вспомогательной задней поверхности;  
*в* — по передней поверхности; *г* — по радиусу при вершине.

После заточки резец обычно подвергают доводке карбидом бора на чугунном диске, вращающемся со скоростью 1—2 м/сек. Вращение диска должно быть направлено от опорной плоскости доводимого резца к его режущим кромкам. Режущая кромка резца при доводке должна находиться на уровне центра диска или немного ниже (но не выше!) его.

Характеристики шлифовальных средств для заточки и доводки режущих инструментов приведены в „Справочнике машиностроителя“ (Машгиз, 1956, т. 5, табл. 98).

Весьма эффективным средством использования твердосплавного инструмента является применение резцов с механическим креплением многорезцовых пластинок, вообще не подвергающихся заточке (подробно см. в табл. 64).

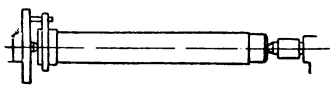
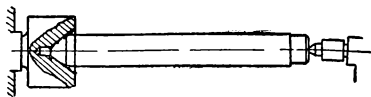
РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

## УСТАНОВКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

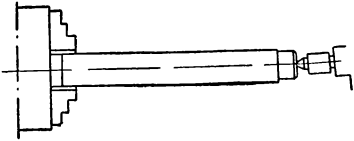
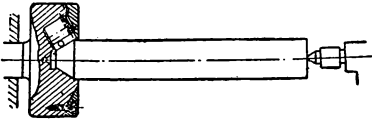
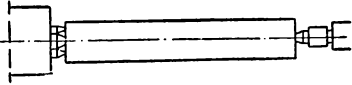
### 1. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Таблица 32

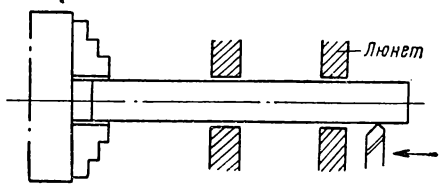
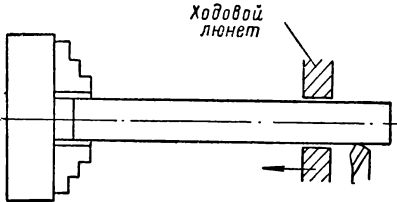
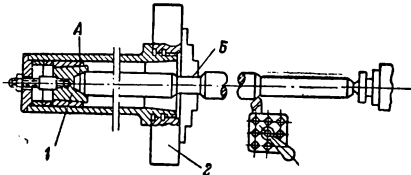
Способы установки и закрепления деталей типа валов

Эскиз	Описание способа установки
	<p>В центрах с хомутиком</p> <p>Наиболее распространенный способ установки при обработке валов диаметром до 150 мм. Точность установки 0,03 мм. Применяется преимущественно в условиях мелкосерийного и индивидуального производства</p>
	<p>Без хомутика в чашечном центре с поджатием задним центром</p> <p>Применяется в серийном производстве при обработке валов диаметром до 60 мм</p> <p>Черновое обтачивание ведется в рифленом (зубчатом) чашечном центре. Точность установки 0,3 мм. Чистовое обтачивание — в гладком чашечном центре. На торце детали при этом предварительно снимается фаска под углом 45°. Точность установки 0,05 мм</p> <p>При небольших сечениях стружки (<math>P_z \leq 100 \text{ кг}</math>) вместо обратного чашечного центра можно использовать обычный прямой гладкий центр</p>

Продолжение табл. 32

Эскиз	Описание способа установки
	<p>В патроне с поджатием задним центром</p> <p>Используется при черновой и получистовой обработке крупных и средних по размерам валов</p> <p>Точность установки при использовании качественного патрона 0,2 мм</p> <p>При чистовой обработке для повышения точности прибегают к замене трехкулачкового самоцентрирующего патрона цанговым или четырехкулачковым, позволяющим осуществить точную выверку. Точность установки в этих случаях 0,05 мм</p>
	<p>В самозажимном патроне с поджатием задним центром</p> <p>Применяется в серийном производстве при получистовой и чистовой обработке валов диаметром до 60 мм. При этом производительность по сравнению с производительностью при предыдущем способе повышается на 4—6%, так как отпадает надобность в закреплении вала в патроне ключом</p>
	<p>Без хомутика с помощью переднего поводкового центра</p> <p>Используется в серийном производстве при черновой и чистовой обработке валов диаметром до 60—70 мм. Точность установки 0,1 мм</p> <p>Обработка вала ведется на проход без перестановки его</p> <p>Производительность по сравнению с производительностью при обработке валов на центрах с хомутиком повышается на 10—15%</p>

Продолжение табл. 32

Эскиз	Описание способа установки
	<p>В патроне и неподвижном люнете</p> <p>Применяется при сверлении, растачивании и других видах работ, производимых со стороны правого торца заготовки</p> <p>При смещении неподвижного люнета к середине вала (второе положение слева) производится обтачивание нежестких валов</p> <p>Точность установки 0,03 мм</p>
	<p>В кулачковом патроне и подвижном люнете</p> <p>Используется при полуступовом и чистовом обтачивании нежестких валов постоянного сечения при <math>\frac{l}{d} &gt; 10</math></p> <p>В практике находят применение люнеты с регулируемым кулачками, а также гидравлического действия, способствующие гашению вибраций</p>
	<p>В патроне с помощью специальных поддерживающих втулок, установленных в отверстиях шпинделя</p> <p>Применяется (по предложению В. К. Семинского) при обработке длинных нежестких валов. Втулка — обратный центр 1 закрепляется в отверстиях шпинделя на некотором расстоянии от кулачков патрона 2</p> <p>На заготовке вала сначала обрабатывается шейка 5 длиной 50—60 мм на расстоянии от торца, примерно равном половине длины вала; затем под углом 45° обтачивается фаска А. Подготовленная таким способом заготовка вставляется в обратный центр, прижимается к нему вращающимся центром задней бабки и зажимается</p>

Продолжение табл. 32

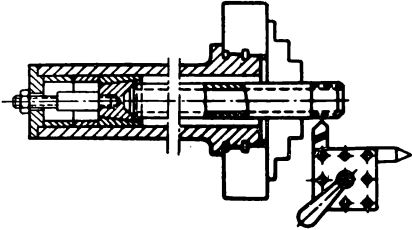
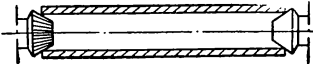
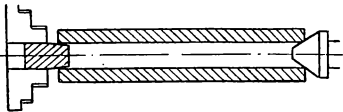
Эскиз	Описание способа установки
	<p>за обточенную шейку кулачками самоцентрирующего патрона либо же закрепляется в патроне без поджатия задним центром</p> <p>При обработке первой половины вала обтачивается вторая фаска, по которой центрируется вал при последующей его установке для обработки второй половины</p>

Таблица 33

**Способы установки и закрепления деталей типа цилиндров  
и пустотелых валов**

Эскиз	Описание способа установки
	<p align="center"><b>На зубчатом (рифленном) центре</b></p> <p>Применяется для черновой обработки деталей с отверстиями диаметром до 200 мм</p> <p>Точность установки 0,5 мм</p> <p>На поверхности детали у краев отверстия остаются следы от зубьев центра</p>
	<p align="center"><b>На конусной оправке и грибковом центре</b></p> <p>Используется при полустойковой и чистовой обработке деталей с отверстиями диаметром до 200 мм</p> <p>Точность установки 0,05—0,1 мм</p>

Продолжение табл. 33

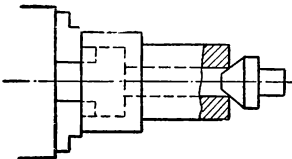
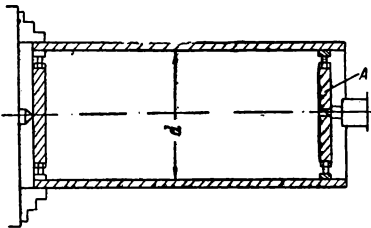
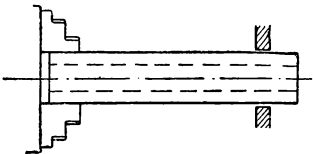
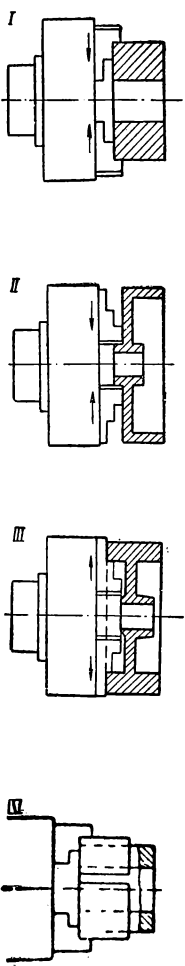
Эскиз	Описание способа установки
	<p>В кулачках патрона с поджатием грибковым центром</p> <p>Применяется при получистовой и чистовой обработке пустотелых деталей с отверстиями диаметром более 200 мм. В кулачках патрона такие детали обычно закрепляются „на разжим“</p> <p>Точность установки при использовании самоцентрирующего патрона 0,1 мм</p>
	<p>На центровых пробках или распорках (крестовинах)</p> <p>Применяется при черновой, получистовой и чистовой обработке деталей с различными диаметрами</p> <p>При больших диаметрах (<math>d &gt; 300</math> мм) используются регулируемые распорки — крестовины А, точность установки которых составляет 0,5 мм. Распорки обычно ставят против кулачков, а не между ними</p> <p>при меньших диаметрах применяются цельные или разжимные пробки, при этом обеспечивается точность установки 0,03 мм (схема установки аналогична приведенной выше — на конусной оправке и грибковом центре)</p>
	<p>В патроне и неподвижном люнете</p> <p>Используется при изготовлении деталей разных размеров при необходимости вести обработку с торца</p>

Таблица 34

## Способы установки и закрепления деталей типа втулок, шестерен и дисков

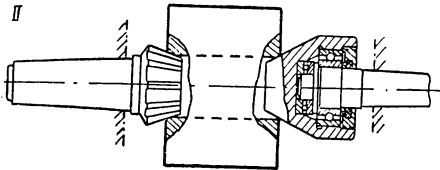

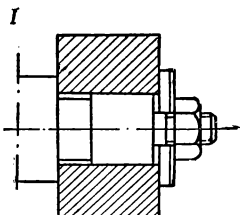
Эскиз	Описание способа установки
 <p>The sketches illustrate four methods of mounting a part (likely a sleeve, gear, or disk) on a lathe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>I</b>: Self-centering chuck mounting.</li> <li><b>II</b>: Three-jaw chuck mounting on the outer surface.</li> <li><b>III</b>: Three-jaw chuck mounting on the inner surface.</li> <li><b>IV</b>: Three-jaw chuck mounting using pre-cut slots.</li> </ul>	<p><b>В самоцентрирующем патроне</b></p> <p>Точность установки в самоцентрирующем патроне не превышает <math>0,1</math> мм. Поэтому он применяется преимущественно для черновой и реже для полуточной обработки</p> <p>На точность установки оказывает влияние и принятый способ закрепления детали. При креплении за наружную цилиндрическую поверхность (поз. I) и враспор за внутреннюю поверхность обода (поз. III) обеспечивается большая жесткость, чем при креплении за ступицу (поз. II)</p> <p>Для повышения точности обработки при креплении детали по обработанной поверхности часто применяются сырые кулачки, растачиваемые на месте в затынутом положении</p> <p>Вместо сырых кулачков используют заранее расточенные разрезные втулки (поз. IV)</p> <p>Точность установки в сырых кулачках и в кулачках со втулками <math>0,03</math> мм</p>

Продолжение табл. 34

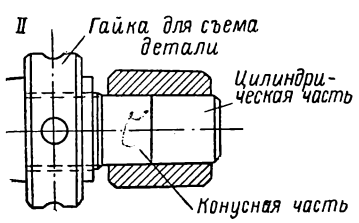
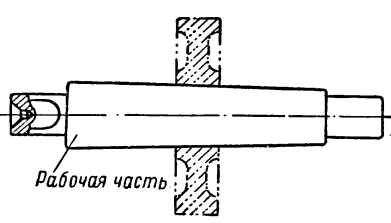
Эскиз	Описание способа установки
	<p><b>В самоцентрирующем патроне со специальными кулачками</b></p> <p>Нормальными кулачками самоцентрирующего патрона можно зажимать деталь только за цилиндрическую поверхность. Поэтому такие кулачки применяют для закрепления уже обточенных деталей и для заготовок с более или менее правильными цилиндрическими поверхностями</p> <p>Правильное и надежное крепление заготовок с литейными или штамповочными уклонами при использовании нормальных кулачков затруднительно. Для этой цели служат специальные съемные кулачки, приспособленные к конфигурации и размерам обрабатываемых деталей и их базовым поверхностям</p> <p>Специальные съемные кулачки успешно применяются и при закреплении мелких деталей сложной формы в двухкулачковых самоцентрирующих патронах</p>
	<p><b>На зубчатых (рифленых) центрах</b></p> <p>Установка на двух рифленых центрах (поз. I) или на переднем рифленом и гладком заднем цен-</p>



Продолжение табл. 34

Эскиз	Описание способа установки
	<p>трах (поз. II) осуществляется при черновой обработке деталей с грубообработанными или совсем не обработанными отверстиями. Обработка наружной поверхности при этом может вестись на проход</p>
	<p><b>На гладких центрах</b></p> <p>Применяется при чистовой обработке наружных поверхностей небольших по размерам деталей при малых сечениях стружки. При этом в отверстия детали у торцов должны быть обработаны фаски, по которым базируются конусные поверхности центров</p> <p>Закрепление осуществляется за счет осевого усилия, передаваемого с помощью пиноли задней бабки</p> <p>Помимо прямых применяются и обратные гладкие центры</p>
	<p><b>На консольных оправках</b></p> <p>Консольные шпиндельные оправки используются в мелкосерийном производстве</p> <p>На простейших оправках закрепление детали осуществляется при помощи гайки (поз. I) или же</p>

Продолжение табл. 34

Эскиз	Описание способа установки
 <p>II</p> <p>Гайка для съема детали</p> <p>Цилиндрическая часть</p> <p>Конусная часть</p>	<p>заклиниванием детали на конической (посадочной) части оправки (поз. II)</p> <p>В серийном и массовом производстве применяются усовершенствованные типы оправок: цангового типа, роликовая, гидравлического и пневматического действия. Оправки этих типов обеспечивают лучшее центрирование детали, большую точность и высокую производительность обработки</p>
 <p>Рабочая часть</p>	<p><b>На центровых оправках</b></p> <p>На простейших центровых оправках закрепление детали осуществляется заклиниванием ее на конической (рабочей) части оправки (уклон 1:2000). Этот способ крепления является более производительным, чем крепление с помощью гаек. Точность установки 0,03 мм</p> <p>В серийном и массовом производстве применяются усовершенствованные оправки с роликовым креплением, гидравлического действия и др.</p>

## 2. ВЫВЕРКА УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ

При обработке в люнете деталей типа валов прибегают к их выверке.

При наличии на торце заготовки центрового отверстия выверка может производиться задним центром путем введения его в центровое отверстие. О правильности положения заготовки судят по величине кольцевого зазора (проверяют его щупом).

Если выверку с помощью заднего центра осуществить невозможно, то ее производят по одной из следующих трех схем.

*Схема I* (рис. 26, а). Конеч иглы специального рейсмасса подводится к поверхности заготовки на расстояние 0,3—0,5 мм от нее. Медленно вращая иглу вокруг оси пиноли и наблюдая зазор между концом иглы и поверхностью заготовки, добиваются правильного положения ее путем перемещения кулачков люнета.

*Схема II* (рис. 26, б). Проверка производится рейсмаком, основание которого может перемещаться вдоль образующей заготовки вала параллельно направляющим станины.

Правильность положения заготовки оценивается по зазору между вершиной иглы рейсмасса и образующими на концах заготовки в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

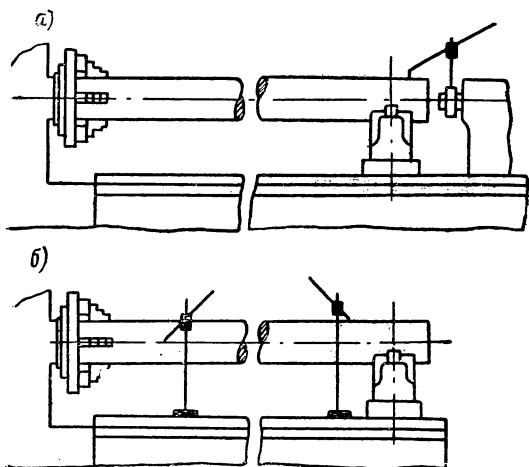


Рис. 26. Способы выверки крупных валов.

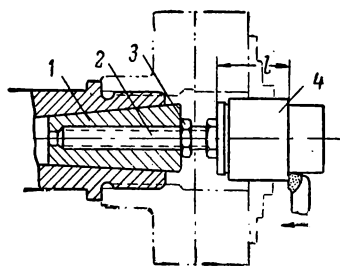


Рис. 27. Выверка детали по осевому положению при помощи регулируемого упора.

*Схема III.* Проверка осуществляется от контрольного пояска, расточенного в люнете. От этого пояска в трех точках штихмасом измеряются расстояния до поверхности заготовки. Если эти расстояния равны, то считается, что заготовка установлена правильно.

Выверка деталей, устанавливаемых в трехкулачковых патронах, производится по биению при помощи мела и более точно — индикатором.

При установке деталей в расточенных сырых кулачках надобность в выверке по биению отпадает.

Выверка детали по осевому положению осуществляется при помощи различного рода упоров, простейший из которых показан на рис. 27.

Этот упор состоит из корпуса 1, вставляемого в конусное отверстие шпинделя станка, и болта 2, ввернутого в резьбу корпуса 1. В головку болта упирается торец детали 4, закрепляемой в кулачках патрона. В нужном положении после настройки упор закрепляется с помощью гайки 3.

Выверка деталей, закрепляемых в четырехкулачковых патронах, производится при помощи рейсмаков, штангенрейсмаков и индикаторов. На рис. 28 показана выверка детали 1, состоящей из двух частей, при помощи индикатора, установленного на стойке 2, а на рис. 29 — выверка кубика при помощи штангенрейсмасса.

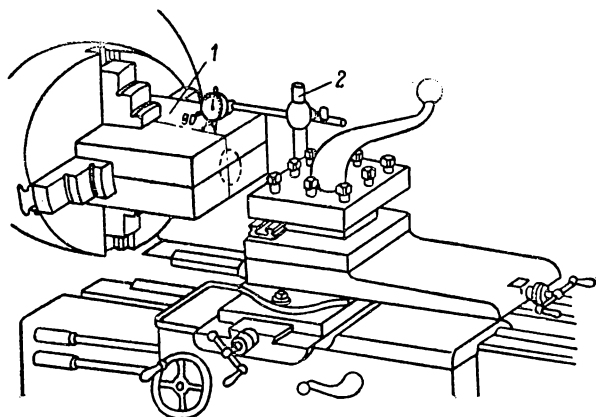


Рис. 28. Выверка детали, состоящей из двух частей, при помощи индикатора.

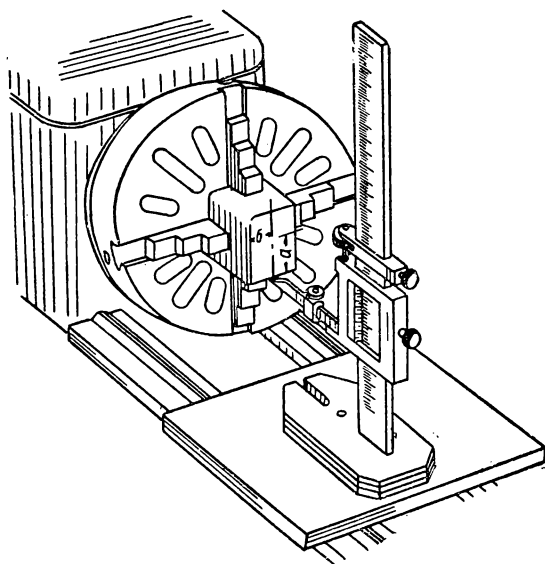


Рис. 29. Выверка кубика при помощи штангенрейсмаса.

### 3. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Таблица 35

#### Центры упорные стандартные

Эскиз

Характеристика

Конус Морзе

Конус Морзе

К стандартным центрам относятся: упорные по ГОСТ 2573-44 (поз. I); упорные, наплавленные твердым сплавом, по ГОСТ 2574-44 (поз. II); упорные с отжимной гайкой по ГОСТ 2575-44 (поз. III) и упорные полуцентры для подрезания торцов по ГОСТ 2576-44 (поз. IV)

Основные размеры центров (в мм)

Конус Морзе №	Упорные (ГОСТ 2573-44)			Упорные наплавленные (ГОСТ 2574-44)	Упорные с отжимной гайкой (ГОСТ 2575-44)			Упорные полуцентры (ГОСТ 2576-44)
	D	L	l		b	L <sub>1</sub>	l	
0	9	72	18	—	80	17	19	6
1	12	82	24,5	1	90	21,5	24	8
2	16	105	36	1,5	110	28	32	10,5
3	22	130	44,5	2	140	39,5	36	14
4	30	160	51,5	2	175	47,5	46	18,5
5	42	205	67	2,5	225	64	65	25
6	60	280	88	2,5	300	74	90	35

При точении с большими скоростями резания и при больших нагрузках применяют вращающиеся центры, а также центры со вставками из твердых сплавов (рис. 30). Вставки припаиваются в корпусе центра латунью или медью.

Для уменьшения износа применяют усовершенствованные конструкции центров, обеспечивающие поступление смазки к трущимся поверхностям.

Таблица 36

Центры вращающиеся стандартные

## Характеристика

Исп. А      Тип I      Конус Морзе

Исп. Б      Тип II      Конус Морзе

60°

Стандартные вращающиеся центры по ГОСТ 8742-58 применяются двух типов: тип I для крепления заготовок, имеющих центровые отверстия (исполнения А и Б), и тип II для крепления полых валов и заготовок из труб

Радиальное биение шпинделя вращающегося центра после его обкатки не должно превышать (по образующей рабочей конусной части центра) 0,015 мм, а для центров повышенной точности — 0,007 мм

### Основные размеры центров (в мм)

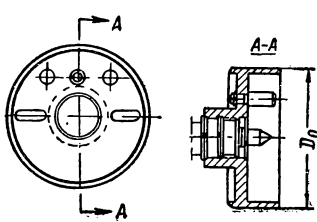
Конус Морзе №	D	L	$l_1$ (не менее)	$i$	Допустимая радиальная нагрузка (в кг)	Конус Морзе №	D	L	$l_1$ (не менее)	$i$	Допустимая радиальная нагрузка (в кг)
Нормальная серия						Усиленная серия					
2	55	160	24	96	90	4	75	215	30	112	400
3	60	180	28	100	150	5	90	250	35	120	600
4	65	210	28	107	300	6	125	340	40	160	800
5	75	240	32	110	450						

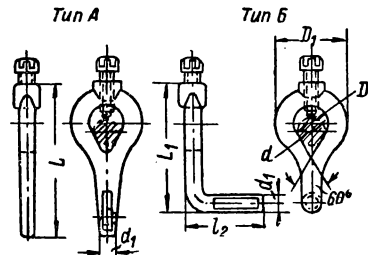
Кроме стандартных имеется ряд усовершенствованных конструкций жестких вращающихся центров, допускающих скоростную обработку деталей значительного веса (до 15 000 кг).

Наилучшие результаты с точки зрения точности обработки дает применение вращающихся шпинделей, встроенных в пиноль задней бабки.

Таблица 37

### Универсальные поводковые устройства (поводковые патроны и хомутики)

Эскиз	Характеристика				
	Поводковые патроны				
	Поводковые патроны изготавливаются двух типов — для фланцевых и резьбовых концов шпинделей				
	Основные размеры поводковых патронов (в мм)				
	Диаметр резьбы шпинделя станка	M33—M39	M45—M52	M60—M68	M76—M90
Наружный диаметр патрона $D_0$	160	200	250	315	400

	Хомутики								
	Хомутики по ГОСТ 2578-44 изготавливаются из стали или ковкого чугуна двух типов. Хомутики типа А применяются с поводковым патроном, у которого поводком служит палец, а типа Б — с патроном, у которого поводком служит прорезь								
	Основные размеры хомутиков (в мм)								
	Предельные диаметры зажимаемого изделия ( $d$ )	6—12	12—18	18—25	25—35	35—50	50—65	65—80	80—100
	$D$	14	20	28	38	55	70	85	105
	$D_1$	30	40	55	70	85	105	125	150
	$L$	95	115	135	155	180	205	230	255
	$L_1$	90	100	115	130	145	170	195	235
	$l_2$	70	75	80	85	90	95	100	105
	$d_1$	8	10	12	14	16	18	20	22

Помимо указанных в табл. 37 стандартных хомутиков обычного типа для легких работ применяют быстродействующие самозажимные хомутики (рис. 31).

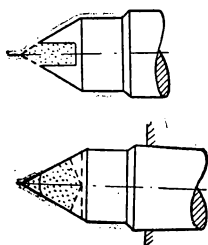


Рис. 30. Центры с припаянной пластинкой твердого сплава.

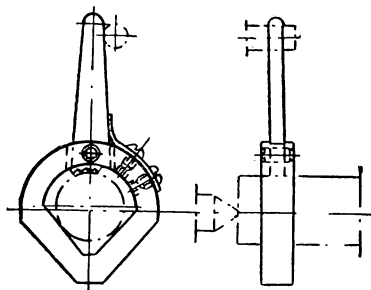


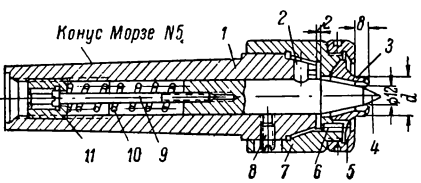
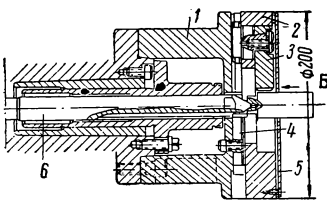
Рис. 31. Быстродействующий самозажимной хомутик.

Таблица 38

Передние центры и поводковые устройства

Эскиз	Характеристика
	<p><b>Плавающие передние центры</b></p> <p>Центр 2, смонтированный в корпусе 3, под действием осевого усилия со стороны пиноли задней бабки преодолевает сопротивление пружин 1 и 4 и перемещается до упора детали в торец колпачковой гайки 5. При этом обеспечивается постоянство базирования детали по торцу заготовки и повышается точность получения осевых размеров детали</p>
	<p><b>Рифленные поводковые центры</b></p> <p>Простейшим видом зубчатых поводковых центров являются трехгранные передние центры. При использовании таких центров отпадает необходимость в хомутиках</p> <p>Кроме трехгранных поводковых применяются и многозубые наружные и внутренние (чашечные) центры („ерши“)</p> <p>Рифленные поводковые центры пригодны только для черновой обработки</p>



Эскиз	Характеристика
	<p><b>Поводковые центры с торцовыми зубьями</b></p> <p>На корпусе 1 центра установлена скользящая втулка 7, связанная с корпусом резьбовым штифтом 8. К центральному отверстию корпуса притерт плавающий центр 4. Пружина 10, расположенная между левым торцом плавающего центра и резьбовой пробкой 11, всё время поджимает центр к центральному гнезду обрабатываемой детали; величина вылета центра относительно зубчатого торца поводка 3 регулируется винтом 9.</p> <p>Поводок 3 связан с втулкой 7 штифтом 6 и сопрягается с ней по сферической поверхности; это позволяет поводку самоустанавливаться по торцу детали. Гайка 5 прикрывает поводок и препятствует его выпаданию. Три радиально расположенных под углами в <math>120^\circ</math> плунжера 2 стопорят плавающий центр после его перемещения в процессе установки детали.</p> <p>Обрабатываемая деталь на ходу станка устанавливается в центрах и поджимается задним центром. Плавающий центр 4, преодолевая сопротивление пружины, перемещается при этом справа налево до упора торца детали в зубчатый торец поводка.</p> <p>Диаметры <math>d</math> сменных поводковых шайб выбираются в зависимости от размеров обрабатываемой детали.</p>
<p><b>А-А (см. след. страницу)</b></p> 	<p><b>Поводковые самозажимные патроны</b></p> <p>Применяются для чернового и получистового обтачивания деталей типов валов диаметрами от 20 до 60 мм.</p> <p>Патрон конструкции станкостроительного завода им. Орджоникидзе состоит из фланца 1, прикрепляемого к шпинделю станка, и корпуса 2, который имеет возможность некоторого перемещения вдоль паза, профрезерованного во фланце.</p>

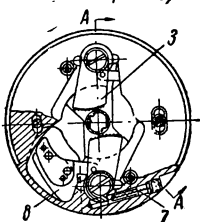
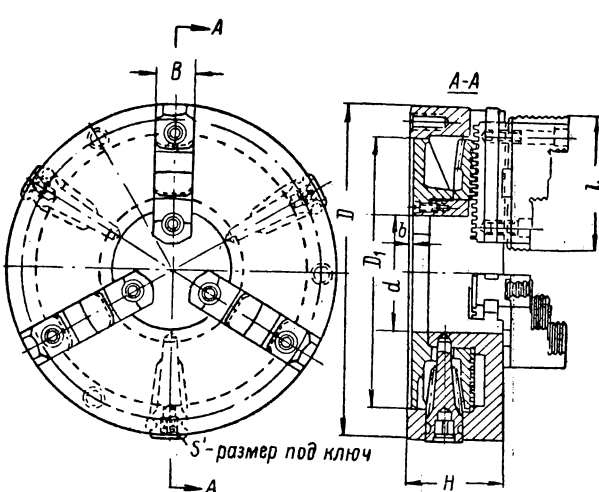
Эскиз	Характеристика
<p>II Вид Б (без крышки)</p> 	<p>Смонтированные на корпусе патрона два кулачка 3 выполняют роль поводка; к ним прикреплены противовесы 8 (см. вид Б), с помощью которых при вращении патрона (с числом оборотов более 183 в минуту) развиваемая центробежная сила обеспечивает надежное закрепление детали. При прекращении вращения шпинделя под действием пружин 7 кулачки разводятся и освобождают деталь.</p> <p>Обрабатываемая деталь устанавливается на центр 6 и при поджиме пинолью задней бабки досылается до соприкосновения ее торца с упором 4. Крышка 5 предохраняет патрон от попадания в него стружки</p>

Таблица 39

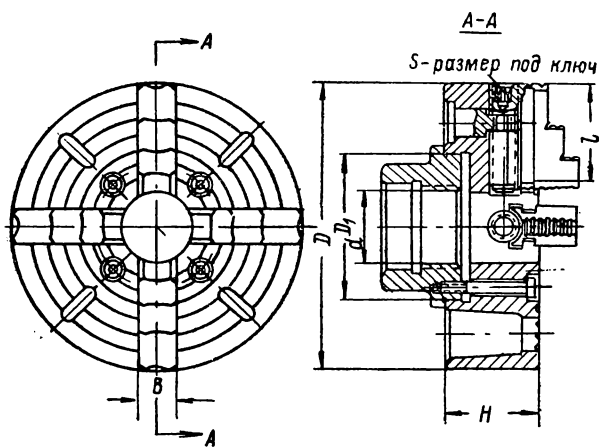
Патроны трех- и четырехкулачковые  
(основные размеры в мм)

Патроны трехкулачковые самоцентрирующие (ГОСТ 2675-47)


Продолжение табл. 39

$D$	$D_1$	$d$	$B$ (не более)	$l$	$H$ (не более)	$b$	$s$	$D$	$D_1$	$d$	$B$ (не более)	$l$	$H$ (не более)	$b$	$s$
80	55	16	12	32	50	3	6	250	210	65	36	105	85	4	14
100	72	22	15	42	55	3	9	320	270	80	36	125	95	5	14
130	100	30	20	55	60	3	9	400	340	100	46	145	105	5	17
160	130	40	28	70	65	4	11	500	440	140	46	145	115	6	17
200	165	50	28	85	75	4	11	630	560	190	60	160	125	6	17

Патроны четырехкулачковые с независимым перемещением кулачков (ГОСТ 3890-47)



$D$	$D_1$	$d$	$B$	$l$	$H$ (не более)	$s$	$D$	$D_1$	$d$	$B$	$l$	$H$ (не более)	$s$
160	100	M52 и M60	28	70	65	8	400	200	M120 и M135	46	145	95	14
200	125	M60 и M68	28	85	75	11	500	270	M135 и M150	46	145	105	14
250	160	M68, M76 и M90	36	105	75	11	630	270	M150	60	160	115	14
320	200	M90, M105 и M120	36	125	85	14	800	360	M150	60	200	125	17
							1 000	360	M150	60	200	125	17

Таблица 40

Оправки центровые и консольные

# Характеристика

## Оправки центровые конусные с цилиндрическим направлением

Применяются для легких и средних работ. Отверстие в детали должно быть сквозным длиной не менее  $1,5D$  и обработано с точностью не ниже 2-го класса. Достижимая на таких оправках точность обработки (по биению) — 1—2-й классы

### Основные размеры оправок (в мм)

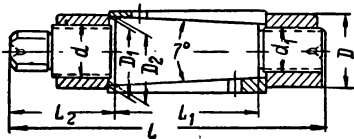
$D$	$d$	$L$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$a$	Конусность на 100 мм длины
8,5—10	8	95	71	12	15	50	7	0,05
11—14	9	115	87	14	21	62	8	
15—18	13	130	96	17	27	62	11	
19—22	16	160	124	18	33	84,4	14	0,045
23—26	20	170	130	20	39	84,4	18	
27—30	25	185	137	24	45	84,4	22	
31—33	30	220	170	25	51	110	26	0,04
34—40	32	230	178	26	58	110	28	

## Оправки консольные цанговые для деталей с глухим отверстием

Применяются при обтачивании средних по размерам деталей, имеющих глухое отверстие. Отверстие в деталях может быть обработано в пределах 3—5-го классов точности. Достижимая точность (по биению) — 2-й класс

Продолжение табл. 40

Характеристика					
Основные размеры оправок (в мм)					
$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$L$	$L_1$
От 25 до 30	M24×1,5	62	20	230	65
Св. 30 „ 35	M30×1,5	72	25	235	70
„ 35 „ 40	M39×1,5	72	30	240	70
„ 40 „ 45	M39×1,5	85	34	250	75
„ 45 „ 50	M45×1,5	90	39	255	80
„ 50 „ 55	M52×1,5	90	44	260	85
„ 55 „ 60	M52×1,5	100	49	265	90

Оправки центровые цанговые							
							
<p>Применяются для легких и средних работ при обтачивании деталей, имеющих сквозное базовое отверстие. Достижимая точность обработки — 2а класс. Базовое отверстие может быть обработано в пределах 3—5-го классов точности</p>							
Основные размеры оправок (в мм)							
$D$	$D_1$	$D_2$	$d$	$d_1$	$L$	$L_1$	$L_2$
От 20 до 25	16	16	M10×1,0	M10×1,0	105	40	15
Св. 25 „ 30	20	20	M16×1,5	M12×1,25	115	50	15
„ 30 „ 35	25	25	M20×1,5	M16×1,5	120	55	15
„ 35 „ 40	29	29	M24×2,0	M16×1,5	130	65	20
„ 40 „ 45	34	34	M24×2,0	M20×1,5	140	80	20
„ 45 „ 50	39	39	M27×2,0	M20×1,5	145	80	20

*ЧАСТЬ ВТОРАЯ*

ОСНОВНЫЕ  
ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ



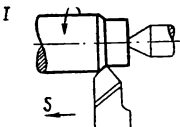
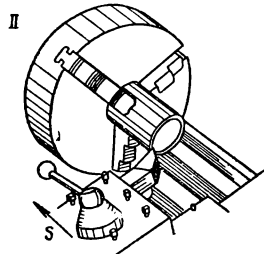
РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ

## ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### 1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

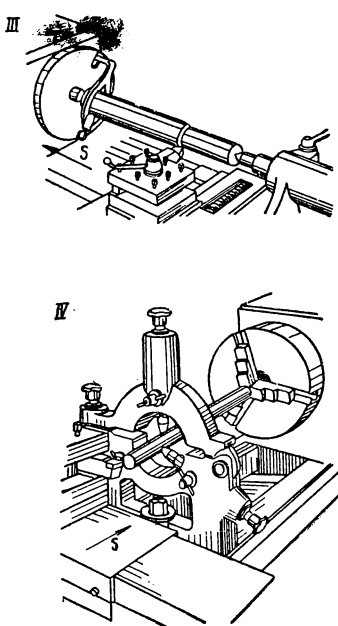
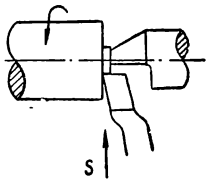
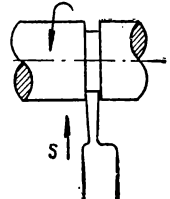
Таблица 41

**Характеристика основных методов обработки наружных  
цилиндрических и торцовых поверхностей**

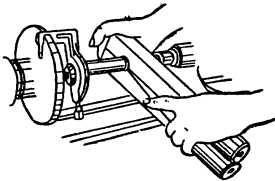
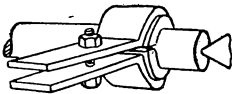
Эскиз	Характеристика метода
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 20px;"> <p>I</p>  </div> <div> <p>II</p>  </div> </div>	<p style="text-align: center;"><b>Обтачивание</b></p> <p>В зависимости от требований, предъявляемых к чистоте поверхности и точности размеров, различают несколько видов обтачивания (поз. I)</p> <p><i>Черновое обтачивание</i> применяется для грубой и предварительной обработки. При черновом обтачивании срезается основная часть припуска. Шероховатость поверхности получается в пределах 1—3-го классов. Точность размеров не превышает 5-го класса</p> <p>При <i>получистовом обтачивании</i> шероховатость обработанной поверхности соответствует 4—5-му классам. Припуск на обработку обычно равен 3—8 мм на диаметр</p> <p>Точность размеров обрабатываемых поверхностей при <i>получистовом обтачивании</i> находится в пределах 4—5-го классов</p> <p><i>Чистовое обтачивание</i> обеспечивает шероховатость поверхности в пределах 5—7-го классов; точность размеров детали — до 2-го класса</p> <p><i>Тонкое (алмазное) обтачивание</i> характеризуется незначительной глубиной резания (<math>t = 0,05—0,03</math> мм) и малыми подачами</p>



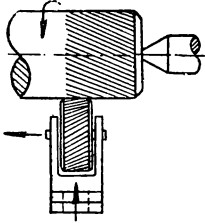
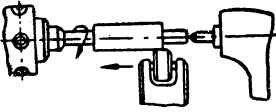
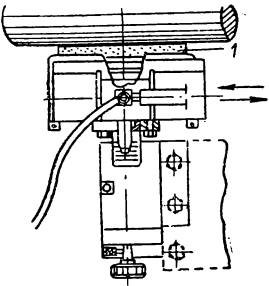
Продолжение табл. 41

Эскиз	Характеристика метода
	<p>(<math>s = 0,02—0,2</math> мм/об), но высокими скоростями резания (<math>v = 100—1000</math> м/мин и выше). Шероховатость поверхности после алмазного обтачивания соответствует 8—9-му классам</p> <p>Такое обтачивание осуществляется как алмазными резцами, так и резцами из твердых сплавов</p> <p>В зависимости от заданной точности обработки, размеров и конфигурации обрабатываемых деталей применяют следующие способы обтачивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>в патроне (поз. II) — для жестких деталей при <math>\frac{l}{d} &lt; 1,5</math>;</li> <li>в центрах без люнета (поз. III) — для жестких деталей при <math>\frac{l}{d} &lt; 12</math>;</li> <li>в патроне с неподвижным люнетом (поз. IV) — для нежестких ступенчатых (<math>\frac{l}{d} &gt; 12</math>) и особо тяжелых деталей;</li> <li>в центрах с подвижным люнетом — для нежестких гладких цилиндрических деталей (<math>\frac{l}{d} &gt; 12</math>) при обработке на станках с высотой центров менее 500 мм</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Подрезание</b></p> <p>Подрезание торцов и уступов производится при различных способах закрепления детали. Схема работы зависит от заданной точности обработки, размеров и расположения обрабатываемых поверхностей, формы резца и т. п.</p> <p>Подрезание осуществляется подрезными и проходными упорными резцами</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Прорезание канавок и отрезание</b></p> <p>Прорезание канавок на цилиндрических поверхностях и отрезание деталей (заготовок) на токарных станках осуществляются прорезными (или отрезными) резцами при поперечной подаче</p>

Продолжение табл. 41

Эскиз	Характеристика метода
	<p><b>Зачистка (полирование) абразивным полотном</b></p> <p>Зачистка абразивным полотном применяется для отделки поверхностей, к которым не предъявляются особых требований по точности размеров</p> <p>Зачистка обычно производится при помощи деревянных жимков, в которые закладывается абразивное полотно или насыпается абразивный порошок, смачиваемый при работе машинным маслом. Полирование производится при легком нажиме жимков и при большом числе оборотов обрабатываемой детали</p> <p>В ряде случаев полирование осуществляется с помощью специальных полировальных паст (например, паст ГОИ)</p> <p>Шероховатость поверхности после зачистки в зависимости от шероховатости предварительно обработанной резцом поверхности соответствует 6—9-му классам</p>
	<p><b>Притирка (доводка)</b></p> <p>Притирка (доводка) является окончательной (отделочной) операцией. Ее применяют для получения высокой точности размеров и высокой чистоты обработанной поверхности. Эта операция обычно выполняется на специальных доводочных бабках</p> <p>Цилиндрические поверхности доводятся чугунными, медными, бронзовыми или свинцовыми притирами, представляющими собой втулки с разрезом и винтом для регулирования размера. Рабочую поверхность притира шаржируют мелкозернистым абразивным порошком путем его вдавливания. Шаржирование притиров производится заранее (при помощи стальных роликов) или в процессе полирования, когда на обрабатываемую поверхность подается смазывающая жидкость с примешанным к ней абразивным порошком</p> <p>Точность размеров после притирки соответствует 1-му классу, а шероховатость поверхности — 10—14-му классам</p>

Продолжение табл. 41

Эскиз	Характеристика метода
	<p style="text-align: center;"><b>Накатывание</b></p> <p>На токарных станках накатывание осуществляется при помощи специальных рифленых роликов, так называемых накаток, вводимых в соприкосновение (при значительном давлении) с накатываемой поверхностью.</p> <p>Для получения перекрестного рифления накатывание производится одновременно двумя роликами (с правым и левым направлениями рифлей) в специальной оправке.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Обкатывание поверхностей роликом или шариком</b></p> <p>Обкатывание является отделочной операцией, основанной на пластической деформации металла в холодном состоянии. Обкатывание осуществляется свободно вращающимися роликами или шариками, соприкасающимися с обрабатываемой поверхностью под давлением.</p> <p>При обкатывании поверхностей их размер изменяется и на них образуется наклепанный слой, обеспечивающий повышенные эксплуатационные свойства поверхности.</p> <p>Обкатывание поверхностей производится после чистового обтачивания и вполне заменяет зачистку их шлифовальной шкуркой или обработку шлифованием.</p> <p>Шероховатость поверхности после обкатывания соответствует 8—11-му классам.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Притирочное шлифование (суперфиниш)</b></p> <p>Суперфиниш представляет собой процесс тонкой отделки поверхностей, в результате которой может быть достигнута их шероховатость до 14-го класса. Обработка производится мелкозернистыми (зернистость не ниже 320) абразивными брусками / или кругами при небольшой скорости резания (до 2,5 м/сек) и весьма малых давлениях инструмента на отделываемую поверхность. Инструмент при этом совершает возвратно-поступательные движения (колебания с амплитудой 2—6 мм при числе двойных ходов от 200 до 1000 и более в минуту).</p> <p>При суперфинишировании снимается слой металла толщиной 0,005—0,075 мм.</p>

## 2. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ

Различают общие и операционные припуски на обработку.

*Операционным припуском* называется слой металла, который снимается с поверхности обрабатываемой детали при выполнении заданной операции.

*Общий припуск* на обработку является суммой операционных припусков.

В табл. 42 приведены рекомендуемые диаметры заготовок из круглого проката в зависимости от диаметра и длины обрабатываемой детали, а в табл. 43 даны припуски на длину заготовок.

Таблица 42

**Диаметры заготовок из круглого проката в зависимости от диаметра и длины обрабатываемой детали (размеры в мм)**

Номиналь- ный диа- метр детали	Отношение длины дета- ли к ее номинальному диаметру				Номиналь- ный диа- метр детали	Отношение длины дета- ли к ее номинальному диаметру			
	до 4	св. 4 до 8	св. 8 до 12	св. 12 до 20		до 4	св. 4 до 8	св. 8 до 12	св. 12 до 20
	Диаметр заготовки					Диаметр заготовки			
5	7	7	8	8	37	40	42	42	42
6	8	8	8	8	38	42	42	42	43
8	10	10	10	11	40	43	45	45	45
10	12	12	13	13	42	45	48	48	48
11	14	14	14	14	44	48	48	50	50
12	14	14	15	15	45	48	48	50	50
14	16	16	17	18	46	50	52	52	52
16	18	18	18	19	50	54	54	55	55
17	19	19	20	21	55	58	60	60	60
18	20	20	21	22	60	65	65	65	70
19	21	21	22	23	65	70	70	70	75
20	22	22	23	24	70	75	75	75	80
21	24	24	24	25	75	80	80	85	85
22	25	25	26	26	80	85	85	90	90
25	28	28	28	30	85	90	90	95	95
27	30	30	32	32	90	95	95	100	100
28	32	32	32	33	95	100	105	105	105
30	33	33	34	34	100	105	110	110	110
32	35	35	36	36	110	115	120	120	120
33	36	38	38	38	120	125	125	130	130
35	38	38	39	39	130	140	140	140	140
36	39	40	40	40	140	150	150	150	150

### Примечания.

1. Диаметр заготовки выбирается по участку детали наибольшего диаметра, если этот участок расположен в ее середине; при расположении же этого участка у конца детали диаметр заготовки может быть снижен. Так, например, для обработки ступенчатого вала диаметром 30 мм и  $l = 262$  мм с наибольшей ступенью диаметром 30 мм, расположенной на конце вала, припуск будет равен 3 мм.

2. Если заготовки указанного в табл. 42 диаметра не имеется в нормальном ассортименте, то берется ближайший больший диаметр по ассортименту нормальных диаметров проката.

Таблица 43

Припуски для расчета длины заготовки (размеры в мм)

Диаметр заготовки	На разрезку без обработки				На обработку торцов		На зажим в патроне
	механическая ножовка	дисковая пила		станки токарные и револьверные	длинной до 1 м	длинной от 1 до 5 м	
		ширина реза	диаметр диска				
До 10	2,5	—	—	3	2	3	20
10—20	2,5	275	4	3	3	4	30
20—30	2,5	275	4	3,5	3	4	30
30—50	2,5	275	4	4	4	5	40
50—75	2,5	275	4	4	4	5	40
75—100	2,5	510	6	5	5	6	50
100—130	2,5	510	6	6	5	6	50
130—150	2,5	510	6	6	6	8	60
Св. 150	2,5	660	6	7	6	8	70

*Примечание.* При расчете длин заготовок, обрабатываемых в центрах, и необходимости удаления зацентрованных концов к длине заготовки надо прибавлять удвоенную величину глубины центровых отверстий.

Указанные в табл. 43 значения припусков нужно прибавлять к длине детали. Так, например, если требуется обработать вал диаметром 30 мм и  $l = 252$  мм с закреплением отрезанной на ножовке заготовки в патроне, то размер заготовки будет:

$$L = 252 + 2,5 + 3 + 30 \approx 288 \text{ мм.}$$

В табл. 44—47 приведены межоперационные припуски для разных способов окончательной обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей (для обтачивания или шлифования).

Таблица 44

Припуск на диаметр под чистовое обтачивание наружных поверхностей (размеры в мм)

Диаметр наружной поверхности	Длина детали			Допуск на диаметр
	до 500	св. 500 до 1000	св. 1000	
Св. 6 до 18	1,0	1,2	1,5	—0,4
• 18 • 50	1,5	1,5	2,0	—0,6
• 50 • 120	1,5	1,5	2,0	—0,8
• 120 • 260	2,0	2,0	3,0	—1,0
• 260 • 500	3,0	3,0	3,0	—1,2

Таблица 45

**Припуски на диаметр под шлифование  
(размеры в мм)**

Диаметр вала	Характер обработки	Состояние заготовки	Длина вала					Допуск на диаметр
			до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 800	св. 800 до 1200	
До 10	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,3	0,3	0,3	0,4	—	—0,1
			0,3	0,3	0,4	0,5	—	
	Бесцентровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,2	0,2	0,3	0,4	—	
			0,3	0,3	0,4	0,5	—	
Св. 10 до 18	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	—0,12
			0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	
	Бесцентровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,3	0,3	0,3	0,4	—	
			0,3	0,4	0,4	0,5	—	
Св. 18 до 30	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	—0,14
			0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	
	Бесцентровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	
			0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	
Св. 30 до 50	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	—0,17
			0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
	Бесцентровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,4	0,4	0,4	0,5	—	
			0,4	0,5	0,5	0,6	—	

Продолжение табл. 45

Диаметр вала	Характер обработки	Состояние заготовки	Длина вала					Допуск на диаметр
			до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 800	св. 800 до 1200	
Св. 50 до 80	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	—0,2
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
	Бесцентровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,4	0,4	0,4	0,5	—	
			0,4	0,5	0,6	0,7	—	
Св. 80 до 120	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	—0,23
			0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	
	Бесцентровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,5	0,5	0,5	0,6	—	
			0,5	0,6	0,7	0,8	—	
Св. 120 до 180	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	—0,26
			0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	
	Бесцентровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,5	0,5	0,5	0,6	—	
			0,5	0,6	0,7	0,8	—	
Св. 180 до 260	Центровое шлифование	Сырые Закаливаемые	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	—0,3
			0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	

*Примечание.* При закаливании деталей, изготовленных из сталей, подвергающихся значительным термическим деформациям (например, из ст. 45), припуски под шлифование должны быть в 2 раза большими, чем указано в таблице.

При пользовании данными табл. 45 за номинальный диаметр принимается диаметр обрабатываемой поверхности по чертежу детали.

При обработке деталей типа гладких валов в центрах или в патроне с поддержкой заготовки задним центром за расчетную длину следует принимать длину детали.

При обработке таких же деталей в патроне без поддержки задним центром за расчетную длину надо брать удвоенную длину выступающей из патрона части заготовки.

При обработке ступенчатых деталей в центрах или в патроне с поддержкой заготовки задним центром за расчетную длину обработки отдельных участков деталей следует принимать:

а) для участков, расположенных в средней части детали (вала), полную длину детали;

б) для участков, расположенных у торцов детали (вала), длину, равную двойному расстоянию от торца детали до наиболее удаленного конца обрабатываемого участка.

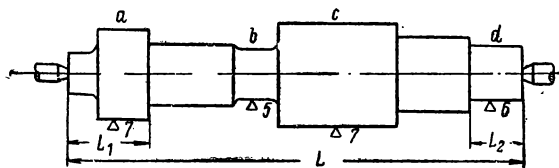


Рис. 32. Эскиз к примеру расчета межоперационных припусков на обработку ступенчатого вала.

Так, например, припуск на обработку участков b и c (рис. 32) следует принимать исходя из общей длины детали L, а припуск для участков a и d — исходя из удвоенных длин L<sub>1</sub> и L<sub>2</sub>.

Таблица 46

Припуски на чистовое подрезание торцов и уступов (размеры в мм)

Диаметр обрабатываемой детали	Общая длина обрабатываемой детали					
	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
Допуск на длину	—0,2	—0,3	—0,4	—0,5	—0,6	—0,8



Таблица 47

## Припуски на шлифование торцов (размеры в мм)

Диаметр обрабатываемой детали	Общая длина обрабатываемой детали					
	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260	св. 260 до 500	св. 500
До 30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Св. 30 до 50	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
„ 50 „ 120	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
„ 120 „ 260	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
„ 260	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
Допуск на длину	—0,12	—0,17	—0,23	—0,3	—0,4	—0,5

Таблица 48

## Размеры заготовок под фрезерование квадратов и шестигранников

Диаметры заготовок $D$ (в мм) под фрезерование квадратов (размер $a$ по рис. 33, а)											
$a$	$D$	$a$	$D$	$a$	$D$	$a$	$D$	$a$	$D$	$a$	$D$
3	4,2	5,5	7,8	9	12,8	13	18,4	18	25,5	24	34,1
4	5,7	6	8,5	10	14,2	14	19,9	19	27,0	26	36,9
4,5	6,4	7	9,9	11	15,6	16	22,7	20	28,4	29	41,2
5	7,1	8	11,4	12	17,0	17	24,1	22	31,2	32	45,4
35	49,7	39	55,3	44	62,4	49	69,5				
Диаметры заготовок $D$ (в мм) под фрезерование шестигранников (размер $b$ по рис. 33, б)											
$b$	$D$	$b$	$D$	$b$	$D$	$b$	$D$	$b$	$D$	$b$	$D$
4	4,6	8	9,2	12	13,9	22	25,4	32	37,0	50	57,8
4,5	5,2	9	10,4	14	16,2	24	27,7	36	41,6	55	63,5
5	5,8	10	11,6	17	19,6	27	31,2	41	47,4	60	69,3
6	6,9	11	12,7	19	21,9	30	34,7	46	53,1	65	75,1
67	77,4	70	80,9	75	86,6	80	92,4				

Диаметр цилиндрической поверхности под последующую обработку квадрата или шестигранника определяется по формулам (13) и (14).

Для обработки квадрата (рис. 33, а):

$$D = 1,414a. \quad (13)$$

Для обработки шестигранника (рис. 33, б):

$$D = 1,555b. \quad (14)$$

Здесь  $D$  — диаметр заготовки;

$a$  — сторона квадрата;

$b$  — расстояние между параллельными сторонами шестигранника.

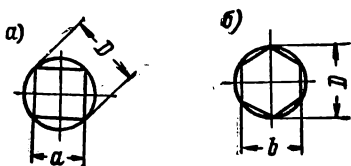


Рис. 33. Эскизы для расчета диаметров заготовок под квадрат и шестигранник.

**Пример.** Определить диаметр заготовки под фрезерование квадрата при  $a = 28$  мм.

$$D = 1,414 \cdot 28 = 39,592 \text{ мм}$$

Размер округляется до целого числа:  $D = 40$  мм.

**Пример.** Определить диаметр заготовки под фрезерование шестигранника с размером под ключ  $b = 28$  мм.

$$D = 1,555 \cdot 28 = 32,340 \text{ мм.}$$

Размер округляется до целого числа:  $D = 32$  мм.

В табл. 48 даны размеры заготовок для наиболее употребительных квадратов и шестигранников.

### 3. ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Основные типы резцов для наружного обтачивания и подрезания торцовых поверхностей.** Для продольного обтачивания наружных цилиндрических поверхностей применяют *проходные*, а для обработки уступов и торцовых поверхностей — *подрезные* резцы. Некоторые типы проходных и подрезных резцов могут использоваться как для продольного, так и для поперечного точения.

Проходные резцы разделяются на черновые и чистовые.

**Черновые резцы** предназначаются для грубого обтачивания (обдирки). Их иногда называют *обдирочными*.

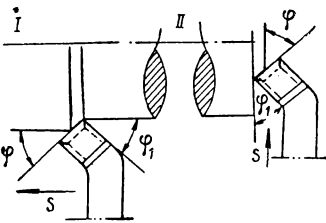
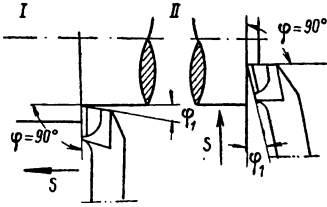
**Чистовые резцы** служат для окончательного обтачивания поверхностей (табл. 49).

Таблица 49

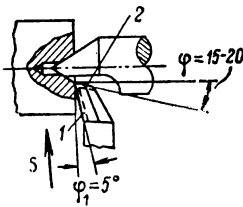
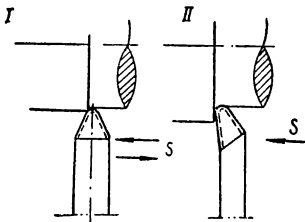
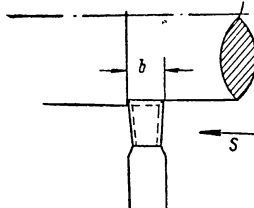
Типы резцов для обтачивания наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

Эскиз	Характеристика и назначение
	<p>Токарные проходные прямые резцы</p> <p>Применяются для продольного обтачивания. При точении в обычном направлении применяют правые резцы (поз. I); при точении в направлении от передней бабки к задней — левые резцы (поз. II)</p> <p>Резцы этого типа наиболее просты в изготовлении</p>

Продолжение табл. 49

Эскиз	Характеристика и назначение
	<p><b>Токарные проходные отогнутые резцы</b></p> <p>Имеют наибольшее распространение в практике токарной обработки. Благодаря отогнутой головке эти резцы позволяют обрабатывать поверхности детали, расположенные вблизи кулачков патрона</p> <p>Используются они как для продольного (поз. I), так и для поперечного точения (поз. II)</p> <p>Резцы с отогнутой головкой выполняются правыми и левыми</p>
	<p><b>Токарные проходные упорные резцы</b></p> <p>Применяются для продольного обтачивания и одновременного (в конце прохода) подрезания торцовых поверхностей уступов (поз. I)</p> <p>При развороте резца в резцедержателе на некоторый угол (поз. II) такие резцы можно использовать и для торцового обтачивания</p> <p>Наибольшее применение проходные упорные резцы находят при обработке нежестких, а также ступенчатых деталей</p>
	<p><b>Токарные подрезные торцовые резцы</b></p> <p>Используются для подрезания торцовых поверхностей при закреплении деталей в патроне или на оправке без поджима центром задней бабки</p> <p>Отогнутая головка таких резцов дает возможность подрезания торцов в труднодоступных местах (например, когда приходится вплотную подводить резец к патрону)</p>

Продолжение табл. 49

Эскиз	Характеристика и назначение
	<p><b>Токарные подрезные резцы</b></p> <p>Применяются для подрезания торцовых поверхностей при закреплении деталей в центрах</p> <p>Эти резцы располагают сравнительно длинной вспомогательной режущей кромкой 1 и короткой главной режущей кромкой 2, заточенной под углом <math>\varphi = 15-20^\circ</math>. Благодаря этому возможно перемещение резца до конуса на центровом углублении в торце детали</p>
	<p><b>Токарные проходные чистовые резцы</b></p> <p>Проходные резцы для обтачивания с малой подачей отличаются от обычных проходных резцов главным образом большим радиусом закругления (<math>r = 2-5 \text{ мм}</math>)</p> <p>Для работы в открытых местах обычно применяются прямые резцы, работающие в обе стороны (поз. I), т. е. как правые, так и левые. Для обтачивания труднодоступных мест пользуются отогнутыми резцами (поз. II)</p>
	<p><b>Токарные чистовые широкие резцы</b></p> <p>Применяются для чистового обтачивания с большими подачами</p> <p>Этими резцами обычно снимают весьма малый слой металла; при больших подачах (<math>s &lt; b</math>) удается получить поверхность 7-го класса шероховатости</p> <p>Используются такие резцы при обработке жестких деталей</p>

**Выбор материала для резцов.** Державки резцов изготавливают из конструкционных сталей (типа ст. 50), режущие части — из быстрорежущей стали, твердых сплавов и из высокопрочной минеральной керамики.

По способу соединения режущих частей с державкой различают резцы цельные, напайные, наварные, наплавные и с механическим креплением.

Цельные резцы выполняются преимущественно из углеродистой и режме — из быстрорежущей стали.

Резцы из углеродистой стали марок У10А и У12А из-за низкой их теплоустойчивости применяются крайне редко. Резцы из быстрорежущей стали марки Р9

используются преимущественно для подрезания торцовых поверхностей при обработке деталей в центрах, для прорезания канавок, отрезания, наружного обтачивания на мощных станках при весьма большой глубине резания и для других работ, осуществляемых при сравнительно невысоких скоростях резания.

Резцы из быстрорежущей стали марки Р18 применяются в наиболее ответственных случаях, для обтачивания весьма твердых сталей, вязких сталей аустенитного класса (например, жаростойких), для обработки фасонных поверхностей и пр.

Резцы, оснащенные твердосплавными пластинками, находят преимущественное применение в практике токарной обработки. Основные рекомендации по выбору марки твердого сплава для резцов разных типов даны в табл. 50.

Резцы из высокопрочной минеральной керамики марок Т-48 и ЦМ-332 используются при чистовой обработке с равномерным припуском и в условиях работы без удара. Наиболее успешно этими резцами обрабатываются конструкционные стали и чугуны. Особо вязкие стали обрабатывать минералокерамическими резцами не рекомендуется.

Минералокерамические резцы обеспечивают получение высокой чистоты поверхности и по сравнению с твердосплавными резцами имеют небольшой износ по задней поверхности. Это дает возможность при чистовой обработке крупных по размерам поверхностей получать детали без заметной конусности из-за износа резца.

Таблица 50

**Выбор марок твердого сплава для резцов разных типов в зависимости от условий обработки и обрабатываемого материала**

Характер и условия обработки	Рекомендуемые марки твердого сплава для обработки						
	углеродистой и легированной стали	вязкой труднообрабатываемой стали	закаленной стали	чугуна $H_B \leq 240$	чугуна высокой твердости $H_B = 300-500$	цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов
Черновое точение поковок, штамповок и литых по корке и окалина при неравномерном сечении среза и прерывистом резании (с ударами) . . . . .	BK8	BK11	—	BK6	BK6B	BK6	—
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании . . . . .	T14K8	BK8	—	BK6	BK6	BK6	BK6

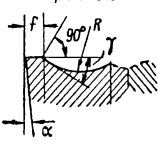
Продолжение табл. 50

Характер и условия обработки	Рекомендуемые марки твердого сплава для обработки						
	углеродистой и легированной стали	вязкой труднообрабатываемой стали	закаленной стали	чугуна $H_B \leq 240$	чугуна высокой твердости $H_B = 300-500$	цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании . . . . .	T14K8	BK8	T5K10	BK6	—	BK6	BK6
Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании	T15K6T	T14K8	T14K8	BK6	BK6	BK3	BK2 и BK3
Тонкое точение (типа алмазной обработки) . . . . .	T30K4	—	T15K6T	—	BK2 и BK3	BK2	BK2 и BK3

### Форма и геометрические параметры режущей части резцов из быстрорежущей стали

Таблица 51

Форма передней поверхности резцов с пластинками из быстрорежущей стали (ГОСТ 2320-43)

Форма передней поверхности	Область применения
<p>I Криволинейная с фаской</p> 	<p>Резцы всех типов (за исключением фасонных со сложным контуром режущей кромки) для обработки стали, особенно при необходимости обеспечить стружкообразование. <math>f = (0,8-1,0)s</math> — для работы с подачами <math>s &gt; 0,2</math> мм/об; для работы с подачами <math>s \leq 0,2</math> мм/об режущие кромки надлежит притупить оселком, не допуская образования при этом <math>f &gt; 0,2</math> мм; <math>R = (10-15)s</math> — для токарных проходных и расточных резцов и <math>R = (50-60)s</math> — для прорезных и отрезных резцов, но не менее <math>R = 3</math> мм</p>

Продолжение табл. 51

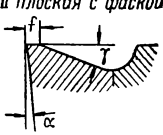
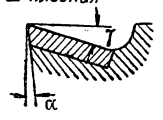
Форма передней поверхности	Область применения
<p>II Плоская с фаской</p> 	<p>Резцы всех типов для обработки стали при подачах <math>s &gt; 0,2 \text{ мм/об}</math> и затруднительности заточки по форме I</p>
<p>III Плоская</p> 	<p>Резцы всех типов для обработки чугуна. Фасонные резцы со сложным контуром режущей кромки. Резцы для обработки стали при затруднительности заточки по форме I и работе с подачами до <math>0,2 \text{ мм/об}</math>, а также в других случаях необходимости в плоской форме передней поверхности без фаски</p>

Таблица 52

Передние и главные задние углы резцов с пластинками из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал		Передний угол $\gamma$ (в °) при форме передней поверхности (табл. 51)			Задний угол $\alpha$ (в °) при подаче	
		I	II	III	до $0,2 \text{ мм/об}$	свыше $0,2 \text{ мм/об}$
Стали конструкционные углеродистые, легированные и инструментальные	$\sigma_s < 50 \text{ кг/мм}^2$ ; $H_B < 140$	30	30	25	12	8
	$\sigma_s = 50-80 \text{ кг/мм}^2$ ; $H_B = 140-230$	25	25	18	12	8
	$\sigma_s = 80-120 \text{ кг/мм}^2$ ; $H_B = 230-340$	25	25	12	12	8
Чугун серый и ковкий	$H_B < 160$	25	25	18	12	8
	$H_B = 160-220$	25	25	12	12	8
	$H_B > 220$	—	—	5	12	8
Латунь вязкая		30	30	25	12	8
Латунь хрупкая		25	25	12	12	8
Бронза		25	25	12	12	8
Красная медь		30	30	25	15	10

При обработке прерывистых поверхностей и отливок с коркой величина переднего угла вместо 25 и 30° (табл. 52) принимается равной 20°, а вместо 18° берется 12°.

Таблица 53

Главные углы в плане  $\varphi$  резцов из быстрорежущей стали

Тип резцов	Условия обработки	Угол $\varphi$ (в °)
Проходные	Резцами с передним углом $\gamma > 20^\circ$ при жесткой технологической системе станок—инструмент—деталь	30
Проходные	При жесткой технологической системе и при продольном точении в обычных условиях работы резца	45
Проходные	При недостаточно жесткой технологической системе	60—75
Проходные и расточные	При обработке длинных и тонких валов, при обтачивании с одновременным подрезанием торца, при растачивании в упор	90

Таблица 54

Вспомогательные углы в плане  $\varphi_1$  резцов из быстрорежущей стали

Тип резцов	Условия обработки	Угол $\varphi_1$ (в °)
Отрезные и прорезные	Отрезание и прорезание канавок	1—2
Проходные	Обработка жестких деталей без врезания	5—10
	Обработка нежестких деталей без врезания и жестких с врезанием	10—15
	Обработка нежестких деталей с врезанием	20—35



**Таблица 55**  
**Угол наклона главной режущей кромки  $\lambda$  резцов**  
**из быстрорежущей стали**

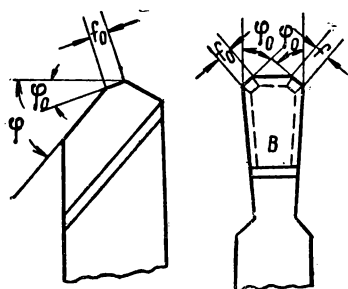
Характеристика обработки	Угол $\lambda$ (в °)
Получистовая обработка деталей . . . . .	0
Грубая обработка деталей с равномерным припуском . . . . .	0—5
Точение прерывистых поверхностей . . .	10—20

**Таблица 56**  
**Радиусы закругления вершины резцов из быстрорежущей стали**

Характер обработки	Размеры державки резца (в мм)					
	10×16 12×12	12×20 16×16	16×25 20×20	20×30 25×25	25×40 30×30	30×45 40×60
	Величина радиуса $r$ (в мм)					
Грубая . . . . .	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0
Получистовая . . . . .	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0	5,0

**Примечания.**

1. При обработке нежестких деталей величина  $r$  должна быть уменьшена.
2. У отрезных и прорезных резцов величина  $r$  устанавливается равной 0,2—0,8 мм (в зависимости от длины главной режущей кромки).



У прорезных и отрезных резцов а иногда и у проходных и расточных вместо радиуса при вершине затачиваются переходные режущие кромки (рис. 34) под углом  $\varphi_0$ . Задний угол на переходной кромке делается равным главному заднему углу резца. Рекомендуемые значения  $\varphi_0$  и  $f_0$  приведены в табл. 57.

Рис. 34. Проходной и прорезной резцы с переходными режущими кромками.

Таблица 57

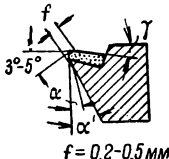
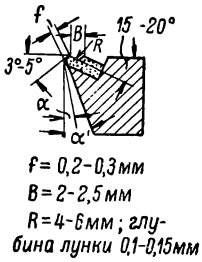
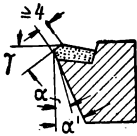
Ширина и угол в плане переходных режущих кромок  
токарных резцов (см. рис. 34)

Тип резца	$\varphi_0$ (в °)	$f_0$ (в мм)
Прорезные . . . . .	75	0,25В
Отрезные . . . . .	45	0,5—1,0
Проходные и расточные . . .	15—20	$\leq 2,0$

### Форма и геометрические параметры режущей части твердосплавных резцов

Таблица 58

#### Форма передней поверхности твердосплавных резцов

Форма передней поверхности		Область применения резцов
С отрицательной фаской	I — плоская	 <p>Обработка серого и ковкого чугуна. Обработка стали <math>\sigma_B \leq 80 \text{ кг/мм}^2</math> и стали <math>\sigma_B &gt; 80 \text{ кг/мм}^2</math> при недостаточной жесткости технологической системы. При обточке стали требуется применение стружколомателя</p>
	II — радиусная	 <p>Получистовая обработка стали <math>\sigma_B</math> до <math>80 \text{ кг/мм}^2</math> (<math>t = 1-5 \text{ мм}</math>; <math>s \geq 0,3 \text{ мм/об}</math>). Завивание стружки обеспечивается выемкой</p>
Плоская отрицательная	III — двойная	 <p>Обработка стали <math>\sigma_B &gt; 80 \text{ кг/мм}^2</math> с образованием лунки на передней поверхности при достаточной жесткости технологической системы. Обработка стали с ударом и неравномерным припуском по корке. Для отвода стружки требуется стружколоматель или соответствующий подбор величин углов <math>\varphi</math> и <math>\lambda</math></p>

Продолжение табл. 58

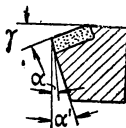
Форма передней поверхности		Область применения резцов
Плоская отрицательная	IV — одна	<p>Обработка стали <math>\sigma_B &gt; 80 \text{ кг/мм}^2</math> без образования лунки на передней поверхности при достаточной жесткости технологической системы</p> <p>Обработка чугуна с ударом, неравномерными припусками и по корке. Для отвода стружки при обточке стали требуется стружколоматель или подбор соответствующих величин углов <math>\varphi</math> и <math>\lambda</math>. Резцы затачиваются по задней поверхности</p>
		

Таблица 59

## Передние и главные задние углы твердосплавных резцов

Обрабатываемый материал	Передний угол $\gamma$ (в °) при форме передней поверхности (табл. 58)				Задний угол $\alpha$ (в °) при подаче	
	I	II	III	IV	до 0,3 мм/об	свыше 0,3 мм/об
Стали: конструкционные $\sigma_B \leq 110 \text{ кг/мм}^2$ . . . . .	15	15	—5	—5	12	8
углеродистые и легированные $\sigma_B > 110 \text{ кг/мм}^2$ . . . . .	—	—	—10	—10	12	—
Чугун серый $H_B \leq 220$ . . . . .	12	12	—	—	10	6
$H_B > 220$ . . . . .	8	8	—	—	10	6
Чугун ковкий $H_B = 140-150$ . . . . .	15	15	—2	—2	12	8
<p><i>Примечание.</i> Для облегчения заточки и доводки резцов с пластинками твердого сплава их задняя поверхность затачивается под двумя углами: пластинка под углом <math>\alpha</math>, указанным в таблице, а державка под углом <math>\alpha' = \alpha + (3-5^\circ)</math>.</p>						

Таблица 60

## Главные углы в плане твердосплавных резцов

Условия работы	Угол $\varphi$ (в °)
Обработка при особо жесткой системе станок — деталь — инструмент и небольших глубинах резания . . . . .	10—30

Продолжение табл. 60

Условия работы	Угол $\varphi$ (в °)
Обработка при достаточно жесткой системе станок — деталь — инструмент . . . . .	45
Обработка с ударами при недостаточно жесткой системе	60—75
Обработка нежестких деталей . . . . .	80—90

Таблица 61

## Вспомогательные углы в плане твердосплавных резцов

Условия работы	Угол $\varphi_1$ (в °)
Чистовая обработка . . . . .	0—5
Обработка жестких деталей без врезания . . . . .	5—10
Обработка нежестких деталей без врезания и жестких с врезанием . . . . .	15—30
Обработка нежестких деталей с врезанием . . . . .	30—45
<i>Примечание.</i> Большие значения угла $\varphi_1$ принимаются при больших величинах радиуса переходной кромки.	

Таблица 62

## Углы наклона главной режущей кромки твердосплавных резцов

Условия работы	Угол $\lambda$ (в °)
Обработка деталей с равномерными припусками без удара . . . . .	0—5
Обработка деталей резцами с $\gamma$ от $-5^\circ$ до $-10^\circ$ и $\varphi = 70^\circ$ (в целях дробления стружки) . . . . .	10—12
Обработка деталей с неравномерным припуском и работа с ударом (прерывистое резание) . . . . .	10—15

Сопряжение главной и вспомогательной режущих кромок (радиус при вершине) твердосплавных резцов выполняется радиусом  $r \leq 2$  мм или переходной кромкой  $f_0 \leq 2$  мм.

Большинство величин  $r$  и  $f_0$  применяются при жесткой технологической системе.

**Конструкции и размеры резцов для обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей.** Преобладающей формой сечения державки призматического резца является прямоугольная форма, при которой врезание пластинки меньше ослабляет державку резца. Квадратная форма сечения лучше сопротивляется деформациям сложного изгиба и применяется для расточных и других резцов и в тех случаях, когда расстояние от линии центров станка до основания резца недостаточно велико.

Круглая форма сечения державки используется для расточных и резьбовых резцов. Она позволяет осуществлять поворот резца и благодаря этому изменять углы по отношению к обрабатываемой детали.

Сечение державки резца выбирается в зависимости от сечения снимаемой стружки и высоты центров станка (табл. 63).

Таблица 63

**Размеры поперечного сечения и длины державки резца  
в зависимости от сечения стружки**

Тип резца		Сечение срезаемого слоя $f$ (в мм <sup>2</sup> )						
		1,5	2,5	4	6	9	12	16
		Сечение державки резца $B_{мм} \times H_{мм}$						
		10×16	12×20	16×25	20×30	25×40	30×45	40×60
		Общая длина резца $L$ (в мм)						
Резцы прямоугольного сечения	Токарные для одностороннего резцедержателя . .	150	200	225	250	300	400	500
	Токарные для четырехрезцового резцедержателя . . .	125	125—150	150—175	150—200	150—250	150—250	—
Резцы квадратного сечения	Токарные для одностороннего резцедержателя . .	Сторона квадрата (в мм)						
		12	16	20	25	30	40	—
		Общая длина резца $L$ (в мм)						
		—	175	200	250	300	400	—

Продолжение табл. 63

Тип резца		Сечение срезаемого слоя $f$ (в мм <sup>2</sup> )						
		1,5	2,5	4	6	9	12	16
		Сечение державки резца $B_{мм} \times H_{мм}$						
		10×16	12×20	16×25	20×30	25×40	30×45	40×60
Резцы квадратного сечения	Токарные для четырехрезцового резцедержателя . . .	Сторона квадрата (в мм)						
		12	16	20	25	30	40	—
		Общая длина резца $L$ (в мм)						
		—	125—150	125—150	125—200	150—250	200—250	—

Таблица 64

### Конструкции и размеры основных типов резцов

Основные данные	
<p>Токарные проходные прямые резцы</p> <p>Стандартные (нормализованные) с углами в плане <math>\varphi = 45^\circ</math> и <math>\varphi = 60^\circ</math> правые и левые</p> <p>Резцы с пластинками из быстрорежущей стали (поз. I) изготавлиются со следующими углами заточки: <math>\alpha = \alpha_1 = 8^\circ</math>, <math>\gamma = 16^\circ</math> и <math>\lambda = 4^\circ</math></p>	

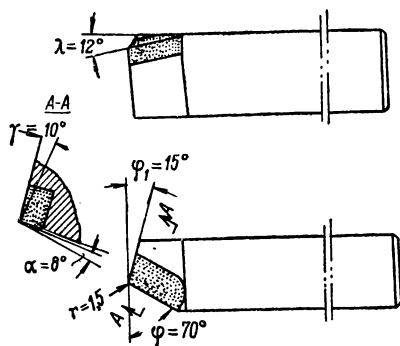
Продолжение табл. 64

Основные данные											
Размеры резцов (в мм)											
Сечение резца		L	m	h	r	Сечение резца		L	m	h	r
B	H					B	H				
10	16	100	5	17	1,0	20	30	150	12	31	2
10	16	125	5	17	1,0	20	30	200	12	31	2
12	20	125	7	21	1,5	25	25	150	12	27	2
12	20	150	7	21	1,5	25	25	200	12	27	2
16	16	125	7	17	1,5	25	25	250	12	27	2
16	16	150	7	17	1,5	25	40	150	14	42	2
16	25	125	9	26	1,5	25	40	200	14	42	2
16	25	150	9	26	1,5	25	40	250	14	42	2
16	25	200	9	26	1,5	30	30	200	14	32	2
20	20	125	9	21	1,5	30	30	300	14	32	2
20	20	150	9	21	1,5						
Резцы с пластинками из твердых сплавов (поз. II) изготавливаются со следующими углами заточки: из сплавов однокарбидной группы ВК $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ , $\gamma = 15^\circ$ и $\lambda = 4^\circ$ ; из сплавов двухкарбидной группы ТК и с фаской на передней поверхности $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ , $\gamma = 15^\circ$ , $\lambda = 4^\circ$ , $\gamma_\phi = 5^\circ$ и $f \leq 0,3$ мм											
Размеры резцов (в мм)											
Сечение резца		L	m		r	Сечение резца		L	m		r
B	H		при $\varphi = 45^\circ$	при $\varphi = 60^\circ$		B	H		при $\varphi = 45^\circ$	при $\varphi = 60^\circ$	
10	16	100	6	4,5	0,5	20	30	150	12	9	1,0
10	16	125	6	4,5	0,5	20	30	200	12	9	1,0
12	20	125	7	6,0	0,5	25	25	150	14	11	1,0
12	20	150	7	6,0	0,5	25	25	200	14	11	1,0
16	16	125	9	6,5	0,5	25	25	250	14	11	1,0
16	16	150	9	6,5	0,5	25	40	150	14	11	1,5
16	25	150	9	7,0	1,0	25	40	200	14	11	1,5
16	25	200	9	7,0	1,0	25	40	250	14	11	1,5
20	20	125	12	9,0	1,0	30	30	200	18	15	1,5
20	20	150	12	9,0	1,0	30	30	300	18	15	1,5

Продолжение табл. 64

## Основные данные

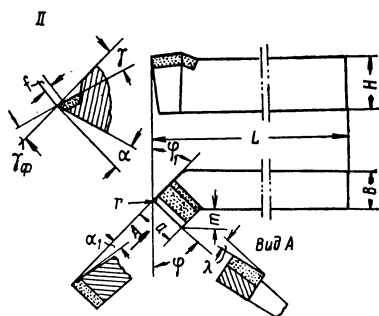
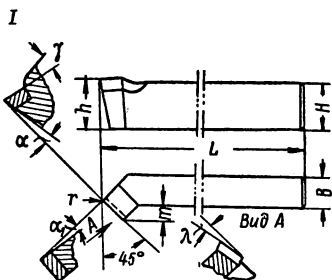
## Усовершенствованные резцы новаторов производства



Резец конструкции токаря В. Н. Трутнева имеет следующие углы заточки:  $\gamma = -10^\circ$ ,  $\alpha = 8^\circ$ ,  $\lambda = 12^\circ$ ,  $\varphi = 70^\circ$ ,  $\varphi_1 = 15^\circ$  и  $r = 1,5$  мм

Благодаря отрицательному переднему углу и значительному углу  $\lambda$  (равен  $12^\circ$ ) резец отличается высокой стойкостью при обработке весьма твердых сталей

При соотношении  $t:s \leq 10$  такая геометрия заточки обеспечивает надежное стружколомание

Токарные проходные отогнутые резцы  
Стандартные (нормализованные) правые и левые

Резцы с пластинками из быстрорежущей стали (поз. I) изготавливаются со следующими углами заточки:  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 16^\circ$ ,  $\lambda = 4^\circ$  и  $\varphi = 45^\circ$

## Размеры резцов (в мм)

Сечение резца		L	m	h	r	Сечение резца		L	m	h	r
B	H					B	H				
10	16	100	6	17	1,0	12	20	150	7	21	1,5
10	16	125	6	17	1,0	16	16	125	9	17	1,5
12	20	125	7	21	1,5	16	16	150	9	17	1,5



Продолжение табл. 64

Основные данные											
Размеры резцов (в мм)											
Сечение резца		L	m	h	r	Сечение резца		L	m	h	r
B	H					B	H				
16	25	125	9	26	1,5	25	25	200	15	27	2
16	25	150	9	26	1,5	25	25	250	15	27	2
16	25	200	9	26	1,5	25	40	150	15	42	2
20	20	125	12	21	1,5	25	40	200	15	42	2
20	20	150	12	21	1,5	25	40	250	15	42	2
20	30	150	12	31	2	30	30	200	18	32	2
20	30	200	12	31	2	30	30	300	18	32	2
25	25	150	15	27	2						

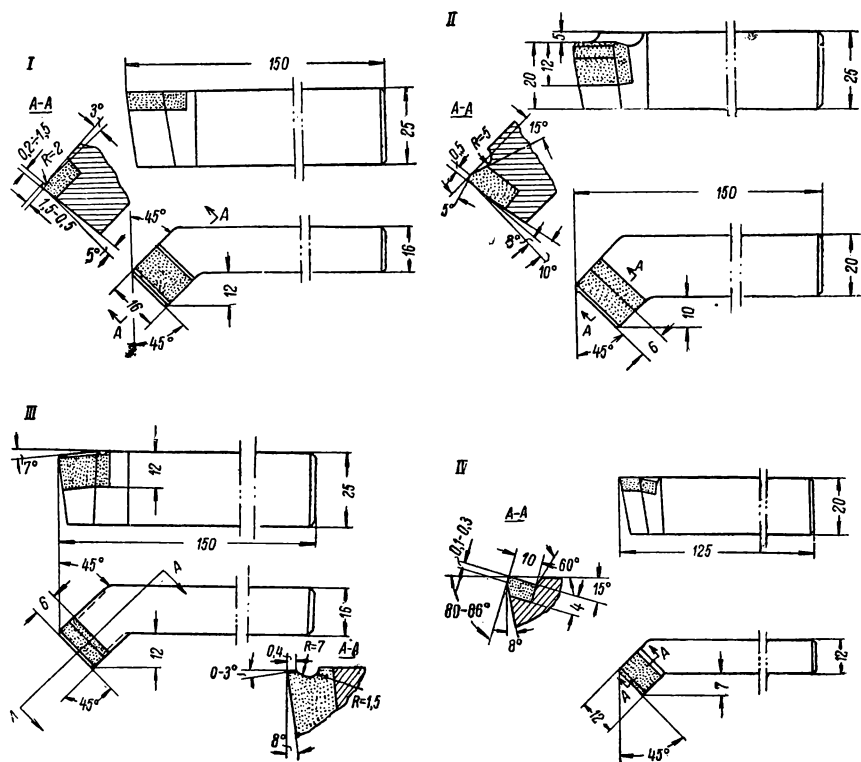
Резцы с пластинками из твердых сплавов (поз. II) выполняются с углами заточки: из сплавов однокристаллической группы ВК  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 15^\circ$ ,  $\lambda = 4^\circ$ ,  $\varphi = 45^\circ$  и  $\varphi = 60^\circ$ , а с пластинками из сплавов группы ТК, кроме того, с фаской на передней поверхности  $\gamma_\phi = 5^\circ$  и  $f \leq 0,3$  мм

Размеры резцов (в мм)											
Сечение резца		L	m	a	r	Сечение резца		L	m	a	r
B	H					B	H				
10	16	100	6	8	0,5	20	30	150	12	18	1,0
10	16	125	6	8	0,5	20	30	200	12	18	1,0
12	20	125	7	10	0,5	25	25	150	13	20	1,0
12	20	150	7	10	0,5	25	25	200	13	20	1,0
16	16	125	9	12	0,5	25	25	250	13	20	1,0
16	16	150	9	12	0,5	25	40	150	13	22	1,5
16	25	150	9	14	1,0	25	40	200	13	22	1,5
16	25	200	9	14	1,0	25	40	250	13	22	1,5
20	20	125	12	14	1,0	30	30	200	14	25	1,5
20	20	150	12	14	1,0	30	30	300	14	25	1,5

Продолжение табл. 64

## Основные данные

## Усовершенствованные резцы новаторов производства



Резец конструкции токаря П. Б. Быкова (поз. I) имеет на передней поверхности лунку  $R = 2$  мм, которая образует на передней поверхности ленточку шириной 0,2—1,5 мм

Размеры этой ленточки, а также глубины лунки зависят от обрабатываемого материала:

Обрабатываемый материал	Ширина ленточки (в мм)	Глубина лунки (в мм)
Сталь 10 и сталь 15	0,2—0,3	1,5
" 20 " " 20X	0,3—0,5	1,0
" 45 " " 40X	1,0—1,5	0,5

Наличие положительного переднего угла и лунки на передней поверхности не требует дополнительных затрат мощности резания и обеспечивает хорошее завивание стружки

## Основные данные

*Резец токаря В. К. Семинского* (поз. *II*) отличается тем, что режущая пластинка у него припаявается не к верхней грани, а к торцу державки. При этом режущая кромка располагается на 5 мм ниже верхней грани и на державке образуется стружколомающий порог *A*, который для повышения износостойкости подвергается электроупрочнению твердосплавным электродом

Порог расположен на расстоянии 8—12 мм от режущей кромки, что при высоте его 5—6 мм обеспечивает надежное стружколомание

Выкружка выполняется на державке резца, а не на твердосплавной пластинке. Режущая пластинка расположена вертикально; всё это обеспечивает значительную экономию твердого сплава

*В резце токаря В. М. Бирюкова* (поз. *III*) благодаря вертикальному расположению режущей пластинки также более экономно расходуются твердый сплав

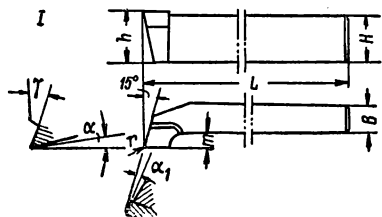
На передней поверхности пластинки заточена лунка, имеющая переменную высоту в разных сечениях вдоль длины главной режущей кромки. Такая форма лунки способствует образованию сравнительно коротких завитков стружки (30—40 мм), безопасных для токаря

*Резец техника-новатора Д. И. Рыжкова* (поз. *IV*) отличается принципиально новой конструкцией

В целях повышения виброустойчивости резца на его задней поверхности делается небольшая фаска под отрицательным задним углом  $\alpha = -4 \div -10^\circ$ . Ширина фаски 0,1—0,3 мм

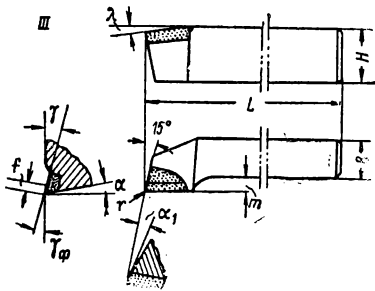
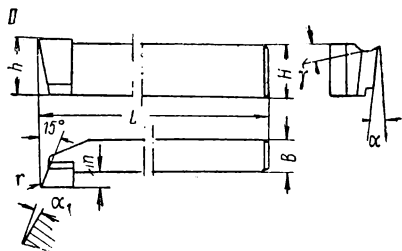
Применение этих резцов обеспечивает вполне надежную безвибрационную работу при  $t = 1\text{--}4$  мм и  $s = 0,2\text{--}1,0$  мм/об

## Токарные проходные упорные резцы



Стандартные (нормализованные)  
правые и левые

Резцы с пластинками из быстрорежущей стали выпускаются двух форм: *A* (поз. *I*) и *B* (поз. *II*). Они изготавливаются со следующими углами заточки:  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 12^\circ$ ,  $\varphi = 90^\circ$  и  $\varphi_1 = 15^\circ$



Продолжение табл. 64

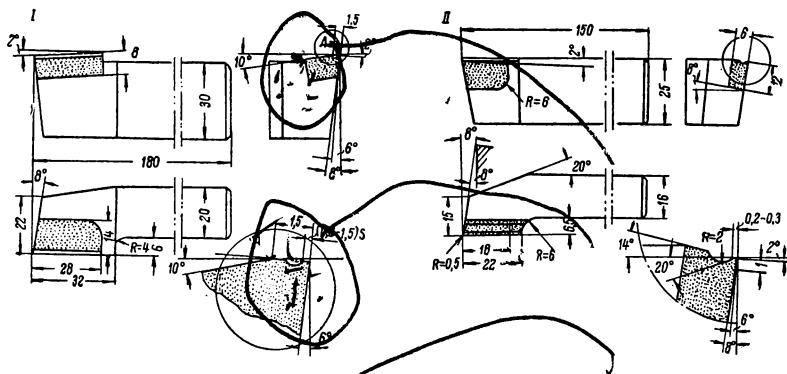
Основные данные													
Размеры резцов (в мм)													
Сечение резцов		L	m		h	r	Сечение резцов		L	m		h	r
B	H		для форм А	для форм Б			B	H		для форм А	для форм Б		
10	16	100	4	4	17	1,0	20	30	150	8	7	31	2,0
10	16	125	4	4	17	1,0	20	30	200	8	7	31	2,0
12	20	125	5	5	21	1,5	25	25	150	10	7	27	2,0
12	20	150	5	5	21	1,5	25	25	200	10	7	27	2,0
16	16	125	6	5	17	1,5	25	25	250	10	7	27	2,0
16	16	150	6	5	17	1,5	25	40	150	10	6	42	2,0
16	25	125	6	6	26	1,5	25	40	200	10	6	42	2,0
16	25	150	6	6	26	1,5	25	40	250	10	6	42	2,0
16	25	200	6	6	26	1,5	30	30	150	12	6	32	2,0
20	20	125	8	6	21	1,5	30	30	200	12	6	32	2,0
20	20	150	8	6	21	1,5	30	30	300	12	6	32	2,0

Резцы с пластинками из твердого сплава (поз. III) изготавливаются с углами заточки: из сплавов группы ВК  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 15^\circ$ ,  $\lambda = 4^\circ$ ,  $\varphi = 90^\circ$  и  $\varphi_1 = 15^\circ$ ; из сплавов группы ТК с фаской на передней поверхности  $\gamma_{\text{ф}} = 5^\circ$  и  $f \leq 0,3$  мм

Размеры резцов (в мм)									
Сечение резца		L	m	r	Сечение резца		L	m	r
B	H				B	H			
10	16	100	4	0,5	20	30	200	7	1,0
10	16	125	4	0,5	25	25	150	7	1,0
12	20	125	5	0,5	25	25	200	7	1,0
12	20	150	5	0,5	25	25	250	7	1,0
16	16	125	5	0,5	25	40	150	9	1,5
16	16	150	5	0,5	25	40	200	9	1,5
16	25	150	6	1,0	25	40	250	9	1,5
16	25	200	6	1,0	30	30	150	9	1,5
20	20	125	6	1,0	30	30	200	9	1,5
20	20	150	6	1,0	30	30	200	9	1,5
20	30	150	7	1,0					

## Основные данные

## Усовершенствованные резцы новаторов производства



Резец Г. С. Борткевича (поз. I) имеет плоскую переднюю поверхность с фаской под отрицательным передним углом  $\varphi = -2^\circ$ . Передний угол за фаской  $\gamma = 10^\circ$ . Ширина фаски  $f = 1,5$  мм.

В процессе работы на фаске появляется лунка. Между краем лунки и главной режущей кромкой образуется ленточка. Уменьшение ширины этой ленточки до размеров менее  $0,8$  з (з — величина подачи резца за один оборот шпинделя станка) приводит к быстрому разрушению режущей кромки. Не снимая резца со станка, периодически можно восстанавливать ленточку оселком, сохраняя ширину ее в пределах  $(0,8—1,5)$  з. Это дает возможность искусственно увеличить период стойкости резца и, следовательно, при всех прочих равных условиях работать с относительно высокой скоростью резания.

Резец токаря А. П. Ионов (поз. II) отличается от резца Г. С. Борткевича тем, что пластинка твердого сплава размещена в нем не горизонтально, а вертикально, и что на передней поверхности резца, расположенной под отрицательным передним углом  $\gamma = -14^\circ$ , затачивается лунка  $R = 2$  мм на расстоянии  $0,2—0,3$  мм от режущей кромки.

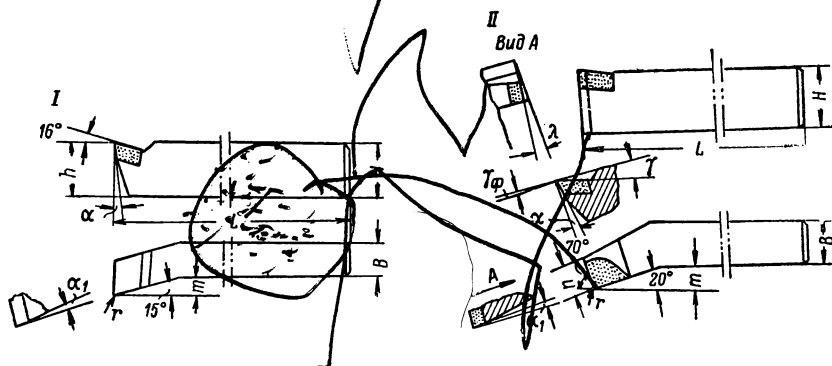
Наличие лунки с большим передним углом ( $\gamma = 20^\circ$ ) облегчает стружкозавивание и не требует повышенного расхода мощности на резание. Ленточка шириной  $0,2—0,3$  мм под углом  $\varphi = -2^\circ$  обеспечивает достаточную прочность режущей кромки.

Расположение передней поверхности пластинки под углом  $\gamma = -14^\circ$  создает условия, при которых твердосплавная пластинка за лункой играет роль стружколомающего порога. Это позволяет обеспечивать надежное стружколомание при самых различных режимах резания.

Продолжение табл. 64

## Основные данные

Токарные подрезные торцовые резцы  
Стандартные (нормализованные) правые и левые



Резцы с пластинками из быстрорежущей стали (поз. I) изготавливаются со следующими углами заточки:  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$  и  $\gamma = 16^\circ$

Размеры резцов (в мм)

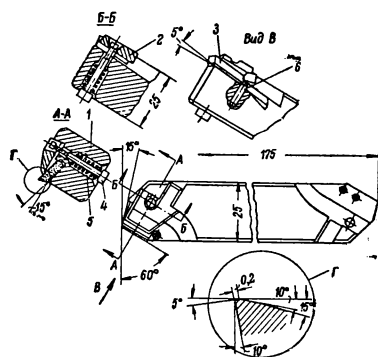
Сечение резца		L	m	h	r	Сечение резца		L	m	h	r
B	H					B	H				
10	16	100	4	17	1,0	20	30	150	8	31	2
10	16	125	4	17	1,0	20	30	200	8	31	2
12	20	125	5	21	1,5	25	25	150	10	27	2
12	20	150	5	21	1,5	25	25	200	10	27	2
16	16	125	6	17	1,5	25	25	250	10	27	2
16	16	150	6	17	1,5	25	40	150	10	42	2
16	25	125	8	26	1,5	25	40	200	10	42	2
16	25	150	8	26	1,5	25	40	250	10	42	2
16	25	200	8	26	1,5	30	30	200	12	32	2
20	20	125	8	21	1,5	30	30	300	12	32	2
20	20	150	8	21	1,5						

Продолжение табл. 64

Основные данные											
<p>Резцы с пластинками твердого сплава (поз. II) изготавливаются с углами заточки: из сплавов однокарбидной группы ВК <math>\alpha = \alpha_1 = 8^\circ</math>, <math>\gamma = 15^\circ</math> и <math>\lambda = 4^\circ</math>; из сплавов группы ТК, кроме того, с фаской <math>\gamma_f = -3^\circ</math> и <math>f \leq 0,3</math> мм</p>											
Размеры резцов (в мм)											
Сечение резца		L	m	n	r	Сечение резца		L	m	n	r
B	H					B	H				
10	16	100	4	7,5	0,5	20	30	150	6	15	1,0
10	16	125	4	7,5	0,5	20	30	200	6	15	1,0
12	20	125	4	9,0	0,5	25	25	150	7	15	1,0
12	20	150	4	9,0	0,5	25	25	200	7	15	1,0
16	16	125	5	9,0	0,5	25	25	250	7	15	1,0
16	16	150	5	9,0	0,5	25	40	150	7	18	1,5
16	25	150	5	13,0	1,0	25	40	200	7	18	1,5
16	25	200	5	13,0	1,0	25	40	250	7	18	1,5
20	20	125	6	13,0	1,0	30	30	200	9	18	1,5
20	20	150	6	13,0	1,0	30	30	300	9	18	1,5

### Токарные резцы с механическим креплением пластинок

#### Продольной с креплением пластины силами резания



Этот резец (конструкции Г. М. Рывкина и Б. И. Самойлова) состоит из корпуса 1, на каждой стороне которого имеются гнезда для режущей твердосплавной пластинки 3, и стружкозавивателя 2, изготовленного из быстрорежущей стали, армированной карбидом бора. Стружкозавиватель прижимается к режущей пластинке с помощью стержня 4 и пружины 5. Штифт 6 у проходных резцов является боковой опорой режущей пластинки. Пластинка, свободно лежащая на опорах корпуса, под действием сил резания прижимается к ним. Вылет режущей кромки должен быть не более 1,4 мм. По мере переточек

вылет может уменьшиться до 0,4 мм. Дальнейшее использование пластинки производится в другом гнезде корпуса с меньшей (на 1 см) шириной опорной поверхности. Для использования половины ширины пластинки предусмотрено шесть гнезд, расположенных в трех державках

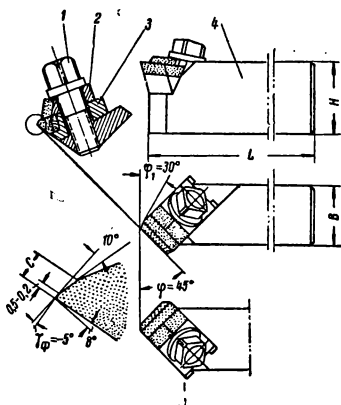
Продолжение табл. 64

## Основные данные

Резцы имеют сменные стружкозавиватели, обеспечивающие возможность установки требуемого расстояния между главной режущей кромкой резца и рабочей кромкой стружкозавивателя. Перед заточкой режущая пластинка снимается с корпуса резца

Крепление режущих пластинок силами резания обеспечивает повышение прочности режущей кромки, так как при этом устраняются напряжения, вызываемые напайкой пластинок твердого сплава. Кроме того, уменьшается время, затрачиваемое на смену и заточку инструмента

## Резец конструкции ВНИИ с клиновидными сменными вставками



Резец состоит из державки 4, клиновидной вставки 3, стружколома 2 и винта 1

Клиновидная вставка 3, оснащенная твердым сплавом, расположена в державке под углом  $15^\circ$  к основной плоскости. Угол клина вставки равен  $10^\circ$ , при этом передний угол режущей пластинки составляет  $25^\circ$ . Такое расположение пластинки значительно улучшает схему переточек и создает более благоприятные условия восприятия нагрузки твердым сплавом в процессе резания

Сменная вставка закрепляется в рабочем положении с помощью винта 1. Стружколом 2 легко регулируется и закрепляется тем же винтом 1. Для смены вставки необходимо лишь ослабить винт, и вставка легко снимается с державки

Переточку вставок можно вести непосредственно в самой державке и отдельно

от нее. В последнем случае вставка перед заточкой выдвигается из державки на 8—10 мм

## Размеры резцов (в мм)

B	H	L	C
20	25	125—130	1,8
25	30	150	2,2

Примечания. 1. У резцов, изготавливаемых с главным углом в плане  $\varphi = 60^\circ$ , вспомогательный угол  $\varphi_1 = 15^\circ$

2. У резцов, оснащенных пластинками из сплава группы ВК, заточку производят с  $\gamma_\varphi = 0^\circ$

## Продольный резец конструкции ЦНИИТМАШ

В этом резце режущая пластинка 1 закрепляется с помощью планки 2 и болта 3.

Продольные резцы с углом в плане  $45^\circ$  применяются как для продольного, так и для поперечного точения. Обе вершины резца являются рабочими и выступают из корпуса державки. Ширина паза установлена по размерам пластинок второй формы № 229, 235 и 237 по ГОСТ 2209-55, позволяющим оснащать ими резцы разных сечений



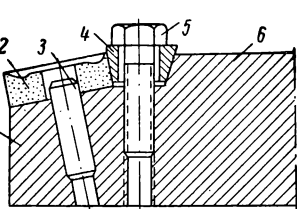


## Основные данные

*Резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинками*

Особенностью конструкции резцов с многогранными пластинками (разработаны ВНИИ) является то, что они многократно используются без переточек и утилизируются по мере полного затупления всех режущих кромок

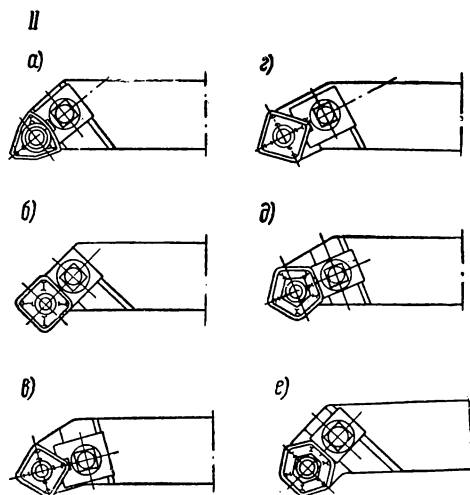
Конструктивно резец состоит (поз. 1) из державки 1 с запрессованным в нее  $\tau$  штифтом 3. На штифт свободно (с зазором 0,2—0,3 мм) надевается многогранная твердосплавная пластинка 2. Закрепление пластинки осуществляется заклиниванием ее между штифтом 3 и задней опорной стенкой 6 державки с помощью клина 4 и болта 5, при этом пластинка прочно прижимается к опорной поверхности державки



Как видно из рисунка, пластинка снабжена выкружкой для завивания стружки и упрочняющей фаской (шириной 0,2—0,3 мм) на передней поверхности. Передний угол на выкружке положительный; необходимое значение задних углов обеспечивается за счет установки пластинки под соответствующим углом на стержне державки. В таком виде пластинки формируются при их прессовании

Многогранные пластинки выпускаются трех-, четырех-, пяти- и шести-гранной формы. Диаметр описанной вокруг многогранника окружности равен 18 мм

Размеры резцов с многогранными пластинками совершенно не отличаются от размеров резцов с припаянными твердосплавными пластинками (той же рабочей высоты 20—25 мм)



## Основные данные

2. Значительно повышается период фактической стойкости инструмента
3. За счет снижения затрат времени на переточку резцов и установку их на размер производительность труда повышается на 3—4%
4. Суммарные затраты на инструмент снижаются примерно в 5 раз
5. Устраняются операции заточки и напайки пластинок, вызывающие появление микротрещин на твердосплавных пластинках
6. Упрощаются хранение и транспортировка резцов; значительно уменьшается потребность в державках; упрощается сбор отходов твердого сплава

#### 4. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Режим резания устанавливают в следующей последовательности: сначала определяют глубину резания  $t$  и число проходов  $i$ , затем выбирают подачу  $s$  и в зависимости от них определяют скорость резания  $v$ .

**Выбор глубины резания и числа проходов.** При черновой обработке следует назначать наибольшую глубину резания, чтобы снять припуск по возможности за один проход. При очень больших припусках приходится производить черновую обработку в 2—3 прохода.

**Получистовая обработка** выполняется в 1—2 прохода. Глубина резания в зависимости от требуемой точности и шероховатости поверхности назначается в пределах 1—4 мм. При работе с большими подачами резцами с дополнительными (зачистными) режущими кромками, имеющими угол в плане  $\varphi_0 = 0^\circ$ , глубина резания ограничивается прочностью дополнительного режущего лезвия или пластинки твердого сплава.

При чистовой обработке весь припуск, как правило, снимается в один проход.

**Выбор подачи.** Подача назначается с учетом следующих факторов: требований к шероховатости обработанной поверхности; жесткости и виброустойчивости системы станок—деталь—инструмент; геометрии инструмента, прочности инструмента; мощности станка. Практически, для выбора подачи пользуются таблицами, составленными на основании расчетов и производственного опыта.

В табл. 65 приведены значения подачи, рекомендуемые для *чернового продольного и поперечного точения* быстрорежущими и твердосплавными резцами.

Таблица 65

**Подачи при грубом продольном и поперечном точении быстрорежущими и твердосплавными резцами (незакаленных сталей, стального и чугуного литья)**

Диаметр заготовки (в мм)	Глубина резания (в мм)			
	до 5	св. 5 до 8	св. 8 до 12	св. 12 до 30
	* Подача $s$ (в мм/об)			
До 18	До 0,25	—	—	—
30	0,2—0,5	—	—	—
50	0,4—0,8	0,3—0,6	—	—
80	0,6—1,2	0,5—1,0	—	—
120	1,0—1,6	0,7—1,3	0,5—1,0	—
180	1,4—2,0	1,1—1,8	0,8—1,5	—
260	1,8—2,6	1,5—2,0	1,1—2,0	1,0—1,5
360	2,0—3,2	1,8—2,8	1,5—2,5	1,3—2,0
Св. 360	—	2,5—3,0	2,0—3,0	1,5—2,5

##### Примечания.

1. Большие значения подач следует брать при обточке мягких сталей при обработке в центрах с отношением длины к диаметру  $\frac{L}{D} < 6$  или в патроне при  $\frac{L}{D} < 2$ .

2. Меньшие значения подач применяют при обточке твердых сталей и чугуна и при обработке заготовок малого диаметра, но большой длины.

Выбранная по табл. 65 подача должна быть проверена по прочности пластинки твердого сплава и державки резца, а также по прочности механизма подачи станка и допускаемому им двойному крутящему моменту. Для этого требуется определить величину силы  $P_x$  (при данном материале, глубине резания и подаче) и сопоставить ее с силой, допускаемой механизмом подачи станка. Величина последней указывается в паспорте станка.

Возникающий в процессе резания двойной крутящий момент  $2M_{кр}$  должен быть меньше  $2M_{кр}$ , допускаемого механизмом главного привода станка.

Двойные крутящие моменты, соответствующие числам оборотов, принимаются по слабому звену станка и указываются в паспорте. Слабым звеном могут являться привод, фрикционная муфта, зубчатые колеса и др.

Подача должна быть снижена, если сила или  $2M_{кр}$  превышает паспортные данные станка.

Величина силы  $P_z$  для определения двойного крутящего момента рассчитывается по формуле (7);  $P_z$  можно определить и по таблицам режимов резания (см. „Режимы резания металлов“, Машгиз, 1954).

При получистовом и чистовом точении величину подачи устанавливают в зависимости от требуемой шероховатости обработанной поверхности.

Подачи, рекомендуемые для получистового точения, приведены в табл. 66.

Таблица 66

**Подачи при получистовом обтачивании быстрорежущими и твердосплавными резцами стали и литых медных сплавов (исходя из требований к шероховатости поверхности)**

Класс шероховатости поверхности	Радиус вершины резца (в мм)	Обтачивание стали $\sigma_s = 70-90 \text{ кг/мм}^2$ со скоростью резания		Обтачивание литых медных сплавов
		< 70 м/мин	> 70 м/мин	
		Подача $s$ (в мм/об)		
▽ 4	0,5	0,30—0,52	0,45—0,55	0,4—0,27
	1,0	0,44—0,63	0,57—0,65	0,5—0,42
	2,0	0,57—0,69	0,67—0,69	0,5—0,45
▽ 5	0,5	0,17—0,26	0,23—0,39	0,27—0,17
	1,0	0,22—0,37	0,30—0,46	0,42—0,22
	2,0	0,30—0,52	0,44—0,54	0,50—0,37
▽ 6	0,5	0,11—0,14	0,11—0,22	0,17—0,09
	1,0	0,14—0,19	0,16—0,30	0,22—0,12
	2,0	0,16—0,25	0,21—0,38	0,37—0,12

Продолжение табл. 66

<p><i>Примечание.</i> При обтачивании стали с пределом прочности, отличным от указанного, значения подач, приведенные в таблице, необходимо умножать на поправочный коэффициент <math>k</math>:</p>				
Предел прочности $\sigma_b$ (в кг/мм <sup>2</sup> ) . .	до 50	50—70	70—90	90—110
Поправочный коэффициент $k$ . . . . .	0,7	0,75	1,0	1,25

Мы видим, что подачи уменьшаются с повышением класса шероховатости поверхности и возрастают с увеличением радиуса при вершине резца.

При чистовом точении резцами с  $r < 0,5$  мм подача берется в пределах 0,06—0,12 мм/об, а при чистовом точении широкими резцами в зависимости от ширины работающей части лезвия она может колебаться от 1 до 8 мм/об и в отдельных случаях даже превышать 8 мм/об.

**Выбор скорости резания.** Выбор рациональной скорости резания зависит от ряда условий и в первую очередь от:

- 1) материала и стойкости резца;
- 2) геометрии режущей части резца;
- 3) качества материала обрабатываемой детали;
- 4) глубины резания и подачи;
- 5) вида обработки;
- 6) применения охлаждения.

Практически скорость резания при принятых ранее величинах подачи и глубины резания выбирают по нормативным таблицам, составленным отдельно для быстрорежущих и твердосплавных резцов (подробно см. в справочниках по режимам резания).

**Нормативные таблицы режимов резания при наружном продольном обтачивании быстрорежущими резцами.** Для выбора режима резания при наружном продольном обтачивании быстрорежущими резцами рекомендуется пользоваться для обработки углеродистой и легированной сталей табл. 67, а для серого чугуна — табл. 68.

Режимы резания, приведенные в этих таблицах, рассчитаны для определенных условий работы:

- 1) точение металла с определенной характеристикой (указанной в таблице);
- 2) материал резца — быстрорежущая сталь P18 или P9;
- 3) стойкость резца — 60 мин.;
- 4) размеры (сечения) резца —  $20 \times 30$  мм;
- 5) главный угол резца в плане  $\varphi = 45^\circ$ , вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 10^\circ$ , передний угол в зависимости от обрабатываемого металла  $\gamma = 8-25^\circ$ , форма передней грани — плоская.

При других условиях работы данные табл. 67 и 68 следует умножать на поправочные коэффициенты, приведенные как в указанных таблицах, так и в табл. 69. Примеры пользования этими таблицами для выбора режимов резания приведены ниже (см. стр. 134—136).

Таблица 67

Режимы резания при наружном продольном обтачивании с охлаждением  
(обрабатываемый материал — углеродистая и хромистая сталь  
 $\sigma_B = 54-61 \text{ кг/мм}^2$ )

Подача $s$ (в мм/об)	Глубина резания $t$ (в мм)							
	до 1		2		3		4	
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$
До 0,15	155	40	130	80	118	120	110	159
0,20	141	49	118	99	107	148	100	197
0,25	131	58	110	117	100	175	92,9	234
0,30	116	68	97,6	136	88,7	203	82,4	271
0,35	105	75	88,2	150	80,1	225	74,5	300
0,40	96,1	83	80,8	166	73,4	249	68,2	332
0,50	82,9	98	69,7	196	63,3	294	58,8	392
0,60	73,5	113	61,8	225	56,1	338	52,1	450
0,70	66,4	126	55,8	252	50,7	378	47,1	505
0,80	—	—	50,7	279	46,4	419	43,1	558
0,90	—	—	47,3	305	42,6	458	39,9	609
1,00	—	—	44,1	330	40,1	495	37,2	660
1,20	—	—	—	—	—	—	33,0	758

Подача $s$ (в мм/об)	5		6		8		10		12	
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$
0,2	94,1	247	90	296						—
0,3	77,6	339	74,2	407	68,9	542	65,3	678	62,3	813
0,4	64,3	375	61,5	498	57,0	664	54	829	51,7	995
0,5	55,5	415	53	589	49,2	785	46,6	981	44,51	1 177
0,6	49,2	491	47	675	43,6	900	41,3	1 125	39,5	1 350
0,7	44,5	563	42,5	757	39,4	1 009	37,3	1 261	35,6	1 514
0,8	40,7	631	38,9	837	36,1	1 116	34,2	1 395	32,6	1 674
0,9	37,6	698	36	914	33,4	1 219	31,6	1 524	30,2	1 828
1,0	35,1	762	33,5	989	31,2	1 319	29,5	1 649	28,1	1 979
1,2	31,1	824	29,7	1 138	27,6	1 517	26,1	1 896	24,9	2 275
1,4	28,1	948	26,8	1 284	24,9	1 712	23,6	2 140	22,5	2 568
1,6	25,8	1 070	24,7	1 405	22,9	1 873	21,7	2 341	20,7	2 810
1,8	23,9	1 171	22,8	1 533	21,2	2 045	21,1	2 556	19,1	3 067
2,0	—	—	21,2	1 662	19,7	2 216	18,7	2 770	17,8	3 324
2,5	—	—	—	—	17,0	2 625	16,1	3 281	15,4	3 938

Продолжение табл. 67

Поправочные коэффициенты на $v$ и $P_z$ в зависимости от обрабатываемого материала						
Для углеродистой и хромистой стали						
Механические свойства	$\left\{ \begin{array}{l} H_B \\ \sigma_B \\ (\text{в кг/мм}^2) \end{array} \right.$	90—110 32—40	111—130 40—47	131—150 47—54	151—170 54—61	171—190 61—68
Поправочные коэффициенты на	$\left\{ \begin{array}{l} v \\ P_z \end{array} \right.$	1,12 0,85	1,35 0,91	1,25 0,95	1,0 1,0	0,83 1,06
Механические свойства	$\left\{ \begin{array}{l} H_B \\ \sigma_B \\ (\text{в кг/мм}^2) \end{array} \right.$	191—210 68—76	211—230 76—83	231—250 83—90	251—270 90—98	271—290 98—104
Поправочные коэффициенты на	$\left\{ \begin{array}{l} v \\ P_z \end{array} \right.$	0,69 1,15	0,58 1,24	0,50 1,32	0,48 1,40	0,44 1,48
Для легированной марганцовистой стали						
Механические свойства	$\left\{ \begin{array}{l} H_B \\ \sigma_B \\ (\text{в кг/мм}^2) \end{array} \right.$	131—150 47—54	151—170 54—61	171—190 61—68	191—210 68—76	211—230 76—83
Поправочные коэффициенты на	$\left\{ \begin{array}{l} v \\ P_z \end{array} \right.$	0,86 0,95	0,7 1,0	0,60 1,07	0,51 0,15	0,45 1,23
Механические свойства	$\left\{ \begin{array}{l} H_B \\ \sigma_B \\ (\text{в кг/мм}^2) \end{array} \right.$	231—250 83—90	251—270 90—98	271—290 98—104	— —	— —
Поправочные коэффициенты на	$\left\{ \begin{array}{l} v \\ P_z \end{array} \right.$	0,39 1,32	0,34 1,40	0,31 1,45	— —	— —



Таблица 68

Режимы резания при наружном продольном обтачивании без охлаждения  
(обрабатываемый материал — чугун серый  $H_B = 171-190$ )

Подача $s$ (в мм/об)	Глубина резания $t$ (в мм)							
	До 1		2		3		4	
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$
До 0,15	47,9	21,5	43,2	43,1	40,5	64,6	38,8	86,2
0,20	44,9	26,7	39,6	53,5	37,2	80,2	35,6	106,9
0,25	41,1	31,6	37,0	63,3	34,8	94,9	33,3	126,6
0,30	38,9	36,2	35,0	72,4	32,9	108,6	31,5	145
0,35	37,1	40,7	33,5	81,3	31,4	122	30,1	163
0,40	35,7	45,0	32,1	90	30,2	134,9	28,9	180
0,50	33,4	53,2	30,1	106	28,2	159,6	27,0	213
0,60	31,6	61,0	28,5	122	26,8	183	25,6	244
0,70	30,2	68,4	27,2	137	25,5	205	24,5	273
0,80	—	—	26,1	151	24,5	227	23,5	302
0,90	—	—	25,2	165	23,7	248	22,7	330
1,00	—	—	24,4	179	22,9	268	22,0	358
1,20	—	—	—	—	—	—	20,7	411

Подача $s$ (в мм/об)	5		6		8		10		12	
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$
0,2	34,6	134	33,6	160	—	—	—	—	—	—
0,3	30,6	181	29,7	217	28,1	290	27,6	362	26,8	434
0,4	28,1	225	27,3	270	26,0	360	25,3	450	24,6	540
0,5	26,3	266	25,5	319	24,4	426	23,6	532	23,0	638
0,6	24,8	305	24,2	366	23,1	488	22,4	610	21,8	732
0,7	23,7	342	23,1	410	22,0	547	21,4	684	20,8	821
0,8	22,8	378	22,2	454	21,2	605	20,5	756	20,0	907
0,9	22,0	413	21,4	496	20,4	661	19,8	826	19,3	991
1,0	21,3	447	20,7	536	19,8	715	19,2	894	18,7	1 073
1,2	20,1	514	19,6	617	18,7	822	18,1	1 028	17,6	1 233
1,4	19,2	580	18,7	696	17,8	928	17,3	1 160	16,8	1 392
1,6	18,5	635	18,0	762	17,2	1 015	16,7	1 269	16,2	1 523
1,8	17,9	693	17,4	831	16,6	1 108	16,1	1 386	15,7	1 663
2,0	—	—	16,8	901	16,1	1 201	15,6	1 502	15,2	1 802
2,5	—	—	—	—	15,0	1 423	14,5	1 779	14,2	2 135

Продолжение табл. 68

Поправочные коэффициенты на $v$ и $P_z$ в зависимости от обрабатываемого материала							
Твердость чугуна $H_B$		До 150	151—170	171—190	191—210	211—230	231—250
Поправочные коэффициенты на	$v$	1,50	1,20	1,0	0,83	0,70	0,61
	$P_z$	0,87	0,94	1,0	1,06	1,12	1,17

Таблица 69

**Поправочные коэффициенты на режимы резания  
для измененных условий работы быстрорежущими резцами**

Состояние по верхности заготовки					
Наличие корки	Без корки	Корка литейная обычная		Корка литейная загрязненная	
		сталь и чугун	медные сплавы	сталь и чугун	медные сплавы
Поправочный коэффициент на $v$ . . .	1,0	0,75—0,85	0,9—0,95	0,5—0,6	0,7—0,8
Марка стали резца					
Марка стали .	P18	P9	9XC <sup>a</sup>	Y10A	Y12A
Поправочный коэффициент на $v$ . . . . .	1,0	1,0	0,6	0,5 и ниже	
Главный угол резца в плане $\varphi$					
Главный угол в плане $\varphi$ (в °) . . . . .	30	45	60	90	
Поправочные коэффициенты на:					
$v$ . . . . .	1,24	1,0	0,86	0,70	
$P_z$ . . . . .	1,07	1,0	0,97	0,95	
Вспомогательный угол в плане $\varphi_1$					
Вспомогательный угол в плане $\varphi_1$ (в °) . . . . .	10	15	20	30	45
Поправочный коэффициент на $v$ . . . . .	1,0	0,97	0,94	0,91	0,87

Продолжение табл. 69

Передний угол $\gamma$							
Угол $\gamma$ (в °)		8	12—15	20	25		
Поправочный коэффициент на $P_z$ при обработке	стали:						
	$\sigma_B < 80 \text{ кг/мм}^2$ . . .	—	1,15	1,06	1,00		
	$\sigma_B > 80 \text{ кг/мм}^2$ .	—	1,10	1,00	0,94		
	чугуна:						
	$H_B < 200$ . . . . .	1,06	1,00	0,91	—		
	$H_B > 200$ . . . . .	1,00	0,94	—	—		
Стойкость резца							
Период стойкости резца (в мин.)		30	60	90	120	240	360
Поправочный коэффициент на $v$ при обработке	стали и сталь-ного литья . . .	1,09	1,0	0,95	0,92	0,85	0,80
	серого чугуна	1,07	1,0	0,96	0,93	0,87	0,84

**Нормативные таблицы режимов резания при наружном продольном обтачивании твердосплавными резцами.** Для выбора режимов резания при наружном продольном обтачивании твердосплавными резцами стали и чугуна рекомендуется пользоваться табл. 70 и 71.

Режимы резания, приведенные в этих таблицах, рассчитаны для определенных условий работы:

1) точение металла с определенной характеристикой (указанной в таблице);

2) период стойкости резца — 90 мин.;

3) материал резца для обработки сталей — Т15К6 и для чугуна — ВК8;

4) главный угол резца в плане  $\varphi = 45^\circ$ , положительный передний угол  $\gamma = 10^\circ$  с фаской под отрицательным передним углом; допустимая величина износа по задней поверхности 0,8—1,0 мм.

Для других условий работы данные табл. 70 и 71 следует умножать на поправочные коэффициенты, приведенные как в указанных таблицах, так и в табл. 72.

Таблица 70

**Режимы резания при продольном точении резцами с пластинками твердого сплава Т15К6 (обрабатываемый материал — горячекатаные конструкционные и легированные стали  $\sigma_B = 60—70 \text{ кг/мм}^2$ )**

Подача $s$ (в мм об)	Глубина резания $t$ (в мм)									
	1		2		3		4		6	
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$
0,1	338	30	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 70

Подача $s$ (в мм/об)	Глубина резания $t$ (в мм)												
	1		2		3		4		6		8		
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	
0,2	293	52	259	101	240	153	—	—	—	—	—	—	
0,3	270	69	239	140	221	209	211	279	—	—	—	—	
0,4	—	—	214	170	199	255	190	340	176	509	168	679	
0,5	—	—	198	203	183	303	176	405	163	606	154	810	
0,6	—	—	186	231	173	349	165	461	151	692	146	923	
0,7	—	—	—	—	165	390	156	521	144	780	139	1 041	
1,0	—	—	—	—	140	509	140	679	129	1 019	124	1 362	
1,4	—	—	—	—	—	—	124	873	114	1 314	110	1 753	
Поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала													
Предел прочности $\sigma_B$ (в кгс/мм <sup>2</sup> )	40—50		50—60		60—70		70—80		80—90		90—100		100—110
Поправочные коэффициенты на:													
$v$ . . . . .	1,73		1,28		1,0		0,80		0,67		0,58		0,50
$P_z$ . . . . .	0,85		0,92		1,0		1,13		1,23		1,32		1,43

Таблица 71

Режимы резания при продольном точении резцами с пластинками твердого сплава ВК8 (обрабатываемый материал — чугун серый  $H_B = 180—200$ )

Подача $s$ (в мм/об)	Глубина резания $t$ (в мм)															
	1		2		3		4		6		8		12		15	
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$
0,1	122	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	107	28	97	56	92	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,3	97	38	90	76	85	114	80	152	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 71

Подача $s$ (в мм/об)	Глубина резания $t$ (в мм)															
	1		2		3		4		6		8		12		15	
	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$	$v$	$P_z$
0,4	—	—	85	92	79	139	75	184	69	278	65	368	61	556	58	695
0,5	—	—	81	109	73	164	68	218	63	328	59	436	55	656	54	820
0,6	—	—	78	126	68	189	64	252	58	378	55	504	52	756	50	945
0,7	—	—	—	—	64	213	59	284	55	426	52	568	48	852	46	1 065
1,0	—	—	—	—	55	276	52	368	47	552	45	736	42	1 104	41	1 380
2,0	—	—	—	—	—	—	45	472	42	708	40	944	36	1 416	35	1 770
3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	31	1 255	29	1 670	27	2 510	25,5	3 140
Поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала																
Твердость $H_B$			До 140		140—160		160—180		180—200		200—220		220—240		240—260	
Поправочные коэффициенты на:																
$v$ . . . . .			1,93		1,51		1,21		1,0		0,85		0,72		0,63	
$P_z$			0,81		0,88		0,94		1,0		1,06		1,12		1,17	

Таблица 72

**Поправочные коэффициенты на режимы резания  
для измененных условий работы твердосплавными резцами**

Состояние поверхности заготовки			
Наличие корки . . . . .	Без корки	Корка литейная обычная	Корка литейная загрязненная
Поправочный коэффициент на скорость $v$ . . . . .	1,0	0,8—0,85	0,5—0,6

Продолжение табл. 72

Марка твердого сплава							
При обработке стали	марка сплава	T5K10	T14K8	T15K6	T30K4	T60K6	T15K6T
	поправочный коэффициент на $v$	0,65	0,90	1,0	1,4	1,75	1,2
При обработке чугуна	марка сплава	BK2	BK3	BK6		BK8	
	поправочный коэффициент на $v$	1,2	1,15	1,12		1,0	
Главный угол резца в плане							
Главный угол резца в плане $\varphi$ (в °) . . . . .	10	20	30	45	60	70	90
Поправочный коэффициент при обработке стали на:							
$v$ . . . . .	1,55	1,30	1,13	1,0	0,92	0,86	0,81
$P_z$ . . . . .	1,32	1,16	1,08	1,0	0,94	0,87	0,80
Поправочный коэффициент при обработке чугуна на:							
$v$ . . . . .	—	—	1,20	1,0	0,88	0,83	0,73
$P_z$ . . . . .	—	—	1,05	1,0	0,96	0,94	0,92
Передний угол							
Передний угол $\gamma$ (в °) . . . . .	20	10	0	— 10		— 20	
Поправочный коэффициент на $P_z$ . . . . .	0,9	1,0	1,1	1,2		1,3	

Продолжение табл. 72

Стойкость резца										
Период стойкости резца (в мин.) . . . .	20	30	45	60	75	90	120	150	180	240
Поправочный коэф- фициент на $v$ при обра- ботке незакаленной ста- ли и чугуна . . . . .	1,33	1,24	1,15	1,08	1,04	1,0	0,94	0,91	0,87	0,82

**Примеры назначения режимов резания при продольном обтачивании.** Как уже указывалось выше, при установлении режимов резания вначале выбирается глубина резания, а затем подача и по принятым значениям  $t$  и  $s$  определяются подходящая для рассматриваемых условий обработки скорость резания и соответствующие ей значения усилия резания и эффективной мощности, т. е. части мощности станка, которая тратится непосредственно на снятие стружки. После этого путем сопоставления рекомендуемых значений  $N_s$  и  $n$  с паспортными данными станка производится окончательный выбор режимов резания.

При работе на станках средней мощности, особенно при черновом точении, вследствие недостаточной мощности этих станков в значительном числе случаев оказывается невозможным применять значения скоростей резания, указанные в нормативных таблицах.

В этих случаях при корректировке режимов резания целесообразно уменьшать не глубину резания и подачу, а снижать скорость резания.

Приводим пример назначения по нормативным таблицам режима резания при продольном обтачивании с корректировкой в соответствии с паспортными данными станка.

*Пример.*

*а) Условия обработки:*

- 1) обрабатываемая деталь — вал диаметром 81 мм,  $l = 750$  мм;
- 2) материал обрабатываемой детали — конструкционная сталь  $\sigma_s = 75$  кг/мм<sup>2</sup>;
- 3) способ закрепления детали — в центрах;
- 4) глубина резания  $t = 3$  мм;
- 5) характер обработки — черновое обтачивание.

*б) Материал, размеры и геометрические параметры резца:*

- 1) материал режущей части резца — твердосплавная пластинка (сплав марки Т15К6) толщиной 7 мм;
- 2) сечение державки резца —  $20 \times 30$  мм;
- 3) форма передней поверхности — плоская с отрицательной фаской;
- 4) главный угол в плане  $\varphi = 60^\circ$ ;
- 5) передний угол  $\gamma = 10^\circ$ ;
- 6) стойкость резца  $T = 90$  мин.;
- 7) допустимый износ на задней поверхности резца — 0,8 — 1,0 мм.

*в) Выбор подачи:*

Для чернового обтачивания при  $t$  до 5 мм и диаметре заготовки около 80 мм в табл. 65 рекомендуется подача в пределах 0,6 — 1,2 мм/об.

Учитывая, что отношение  $\frac{L}{D} = \frac{750}{81} \approx 9$ , т. е. больше 6, принимаем меньшее значение подачи:  $s = 0,6$  мм/об.

## г) Выбор скорости резания:

При продольном обтачивании с  $s=0,6$  мм/об стали  $\sigma_s=60-70$  кг/мм<sup>2</sup> при  $t=3$  мм в табл. 70 рекомендуется скорость резания  $v=173$  м/мин при  $P_z=349$  кг. В нашем случае требуется учесть поправочные коэффициенты. Эти коэффициенты для  $v=0,8$  и для  $P_z=1,13$ .

Находим окончательные значения:

1) скорость резания  $v$  изменяется с учетом поправочного коэффициента на предел прочности 0,8 (табл. 70) и на величину главного угла в плане  $\varphi=60^\circ$  0,92 (по табл. 72).

Искомая скорость резания будет:

$$v=173 \times 0,8 \times 0,92=127 \text{ м/мин};$$

2) сила резания  $P_z$  изменяется с учетом поправочного коэффициента на предел прочности 1,13 (табл. 70) и на величину главного угла в плане  $\varphi=60^\circ$  0,94 (табл. 72).

Искомая сила резания будет:

$$P_z=349 \times 1,13 \times 0,94=370 \text{ кг}.$$

д) *Корректировка рекомендуемого нормативными таблицами режима резания* ( $s=0,6$  мм/об,  $v=127$  м/мин и  $P_z=370$  кг) по паспортным данным станка 1А62:

1. Паспортные данные станка:

числа оборотов шпинделя в минуту  $n$  (без малых чисел оборотов): 120, 150, 185, 230, 305, 370, 460, 480, 600, 610, 765, 960, 1200;

двойные крутящие моменты на шпинделе (в кгм), соответствующие пере- численным значениям  $n$ : 95, 76, 62, 49, 38, 30, 24, 18, 17, 13,4, 9,4, 7, 5,3, 4;

продольные подачи (без мелких и крупных)  $s$  (в мм/об): 0,25, 0,28, 0,30, 0,33, 0,35, 0,40, 0,45, 0,48, 0,50, 0,55, 0,60, 0,65, 0,71, 0,80;

мощность электродвигателя станка  $N_m=7,8$  квт; при коэффициенте полез- ного действия станка  $\eta=0,75$  мощность на шпинделе станка  $N_{шп}=7,8 \times \times 0,75=5,8$  квт.

2. Число оборотов шпинделя станка определяем по следующей формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 127}{3,14 \cdot 81} = 499 \text{ об/мин}.$$

Такого числа оборотов в паспорте станка нет. Мы должны взять ближай- шее меньшее число оборотов и произвести перерасчет фактической скорости резания при этом числе оборотов. Однако сначала проверим, можно ли осу- ществить вообще этот режим на станке.

3. Эффективную мощность определяем по формуле (8) (стр. 56):

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = \frac{370 \cdot 127}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = 7,67 \text{ квт}.$$

Так как мощность на шпинделе станка  $N_{шп}=5,8$  квт, то принятый режим резания неосуществим на данном станке, и, следовательно, деталь следует обрабатывать на более мощном станке. Ее можно обработать и на данном станке, но тогда надо понизить скорость резания, при этом режущие свойства твердого сплава Т15К6 будут использованы неполностью.

Производим перерасчет скорости резания для возможности обработки де- тала на данном станке:



1) определяем отношение эффективной мощности  $N_{\text{рез}}$  и мощности на шпинделе станка  $N_{\text{шп}}$ :

$$\frac{N_{\text{рез}}}{N_{\text{шп}}} = \frac{7,67}{5,8} = 1,32.$$

Таким образом, принятую ранее скорость резания  $v = 127 \text{ м/мин}$  необходимо понизить в 1,32 раза;

2) находим скорость резания, допускаемую мощностью станка:

$$v_1 = \frac{v}{1,32} = \frac{127}{1,32} = 96 \text{ м/мин};$$

3) определяем число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 96}{3,14 \times 81} = 377 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем ближайшее меньшее число оборотов  $n_1 = 370 \text{ об/мин.}$ ; тогда фактическая скорость резания будет:

$$v_1 = \frac{3,14 \cdot 81 \cdot 370}{1000} = 94 \text{ м/мин};$$

4) находим двойной крутящий момент:

$$2M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{1000} = \frac{370 \cdot 81}{1000} \approx 30 \text{ кгм.}$$

На данной (шестой) ступени при  $n = 370 \text{ об/мин.}$  станок допускает  $2M_{\text{кр}} = 30 \text{ кгм}$  (см. паспортные данные), следовательно, вновь назначенный режим осуществим на данном станке.

## 5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТАБЛИЦЫ, НОМОГРАММЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ВЫБОРА РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Для облегчения расчетов при выборе режима резания применяются различного рода вспомогательные таблицы, номограммы и приборы.

Весьма удобными являются упрощенные таблицы режимов резания, составляемые на отдельных заводах для определенных типов станков, учитывающие номенклатуру, материал и особенности обрабатываемых деталей.

Наибольшее распространение имеют таблицы, номограммы и приборы для определения числа оборотов шпинделя по принятой скорости резания и диаметру обрабатываемой поверхности. Эти же таблицы, номограммы и приборы используются и для решения обратной задачи, т. е. для определения получающейся скорости резания по данному числу оборотов шпинделя и диаметру обрабатываемой поверхности (табл. 73).

На рис. 35 приведена номограмма для определения скорости резания по известному диаметру детали и числу оборотов, а также и для решения обратной задачи.

Номограмма охватывает следующие диапазоны значений  $n$ ,  $v$  и  $D$ :  $n$  — от 20 до 2000 об/мин.,  $v$  — от 15 до 1000 м/мин,  $D$  — от 20 до 2000 мм.

На каждой из боковых шкал можно отсчитывать диаметр или число оборотов. Диаметры от 20 до 200 мм отсчитываются на правой шкале, а соответствующие им числа оборотов — на левой. Диаметры от 20 до 2000 мм от-

считываются на левой стороне шкалы, а соответствующие им обороты — на правой.

Если заданные значения диаметра и числа оборотов находятся на одной из крайних шкал, то одно из этих значений отсчитывается на второй шкале с десятикратным увеличением или уменьшением, а полученное значение скорости резания соответственно уменьшают или увеличивают в 10 раз.

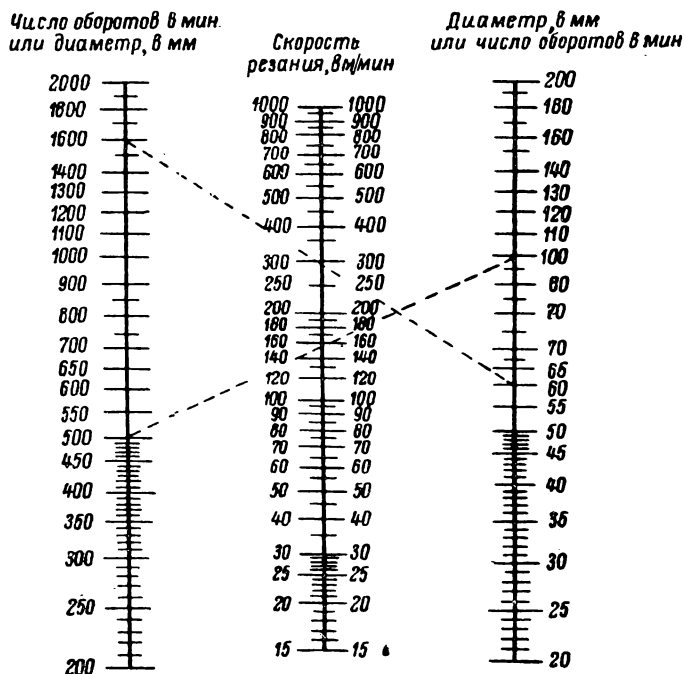


Рис. 35. Номограмма для определения скорости резания (или числа оборотов) по известным диаметру детали и числу оборотов (или скорости резания).

Для практического использования номограмму рекомендуется тщательно вычертить на кальке тушью и сфотографировать на пластинку размерами  $9 \times 12$  см. При таком размере фотографии пометки на шкалах достаточно хорошо видны, и номограмма приобретает размер карманного справочника.

#### Примеры:

1. Диаметр  $D = 100$  мм откладываем на правой боковой шкале и соединяем эту точку с точкой на левой боковой шкале, соответствующей числу оборотов  $n = 500$ ; на средней шкале в точке пересечения отсчитываем скорость резания  $v = 147$  м/мин.

2. Диаметр  $D = 60$  мм, число оборотов  $n = 160$  об/мин., скорость резания  $v = 30$  м/мин. Здесь мы вместо  $n = 160$  берем  $n = 1600$  об/мин., а полученную скорость вместо  $v = 300$  м/мин считаем равной  $v = 30$  м/мин. Этот прием следует применять в том случае, если обе заданные величины (диаметр и число оборотов) находятся на одной шкале.

## Число оборотов в зависимости от

Диаметр обрабатываемого

Скорость резания $v$ (в м/мин)	Диаметр обрабатываемого									
	10	12	15	18	20	22	25	28	30	35
	Число оборотов									
3	96	80	64	53	48	44	38	34	32	27
4	128	106	85	71	64	58	51	46	42	36
5	159	133	106	88	80	72	64	57	53	46
6	191	160	127	106	96	87	76	68	64	55
7	223	186	148	124	112	101	89	80	74	64
8	225	213	170	141	128	118	102	91	85	73
9	287	239	191	159	143	130	114	103	96	82
10	318	265	213	177	159	145	127	114	106	91
12	382	318	255	212	191	174	153	136	127	109
15	478	400	318	265	239	217	191	170	159	136
18	574	478	382	318	287	260	229	205	191	164
20	636	530	425	354	318	290	254	227	212	182
25	796	565	531	442	399	362	318	285	265	227
30	955	797	636	530	478	434	382	340	318	272
35	1 120	930	744	620	558	507	445	398	370	318
40	1 275	1 060	850	708	638	580	508	455	425	364
45	1 435	1 200	955	795	716	650	574	510	477	410
50	1 590	1 330	1 060	883	795	723	635	570	530	454
55	1 750	1 460	1 160	972	875	795	700	625	583	500
60	1 910	1 590	1 270	1 060	955	870	763	680	636	545
65	2 060	1 730	1 375	1 150	1 030	940	826	738	690	590
70	—	1 860	1 480	1 240	1 115	1 015	890	795	743	635
80	—	—	1 700	1 410	1 280	1 180	1 020	910	850	730
100	—	—	—	1 770	1 590	1 450	1 270	1 140	1 060	910

<sup>1</sup> Для  $v$  свыше 100 м/мин надо пользоваться данными для диапазона 10—

Таблица 73

диаметра детали и скорости резания

изделия $D$ (в мм)												
40	45	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	
$n$ (в минуту)												
24	21	19	16	12	9,6	6,4	—	—	—	—	—	—
32	28	25	21	16	13	8,5	6,4	—	—	—	—	—
40	35	32	27	20	16	10,6	8,0	6,3	—	—	—	—
48	43	38	32	24	19	13	9,6	7,6	6,3	—	—	—
56	50	44	37	28	22	15	11	8,9	7,4	—	—	—
64	57	51	42	32	26	17	13	10	8,5	6,4	—	—
72	64	58	48	36	29	19	14	11	9,6	7,2	5,8	—
80	71	64	53	40	32	21	16	13	11	8,0	6,4	—
96	85	76	64	52	38	26	19	15	13	9,6	7,7	—
120	106	96	80	60	48	32	24	19	16	12	9,6	—
143	128	115	95	72	57	38	29	23	19	14	12	—
160	142	127	106	80	64	43	32	25	21	16	13	—
199	177	159	133	100	80	53	40	32	26	20	16	—
239	212	191	159	120	96	64	48	38	32	24	19	—
279	248	224	185	140	112	74	56	44	37	28	22	—
318	283	256	213	160	128	85	64	51	42	32	26	—
359	318	287	238	179	144	96	72	57	47	36	29	—
398	354	318	265	199	159	106	80	64	53	40	32	—
438	390	350	292	219	175	116	88	70	58	44	35	—
478	424	382	318	239	191	127	96	76	64	48	38	—
518	460	414	344	259	206	138	103	83	69	52	41	—
558	495	445	370	279	224	148	112	89	74	56	46	—
640	570	510	420	318	255	170	128	102	85	64	51	—
793	710	633	530	398	313	212	159	127	106	79	63	—

100 м/мин, умножая на 10 числа оборотов, указанные в таблице.

На рис. 36 приведена циклограмма для выбора режимов резания при обработке сталей с  $\sigma_B = 70-80 \text{ кг/мм}^2$  на токарно-винторезном станке модели 1А62.

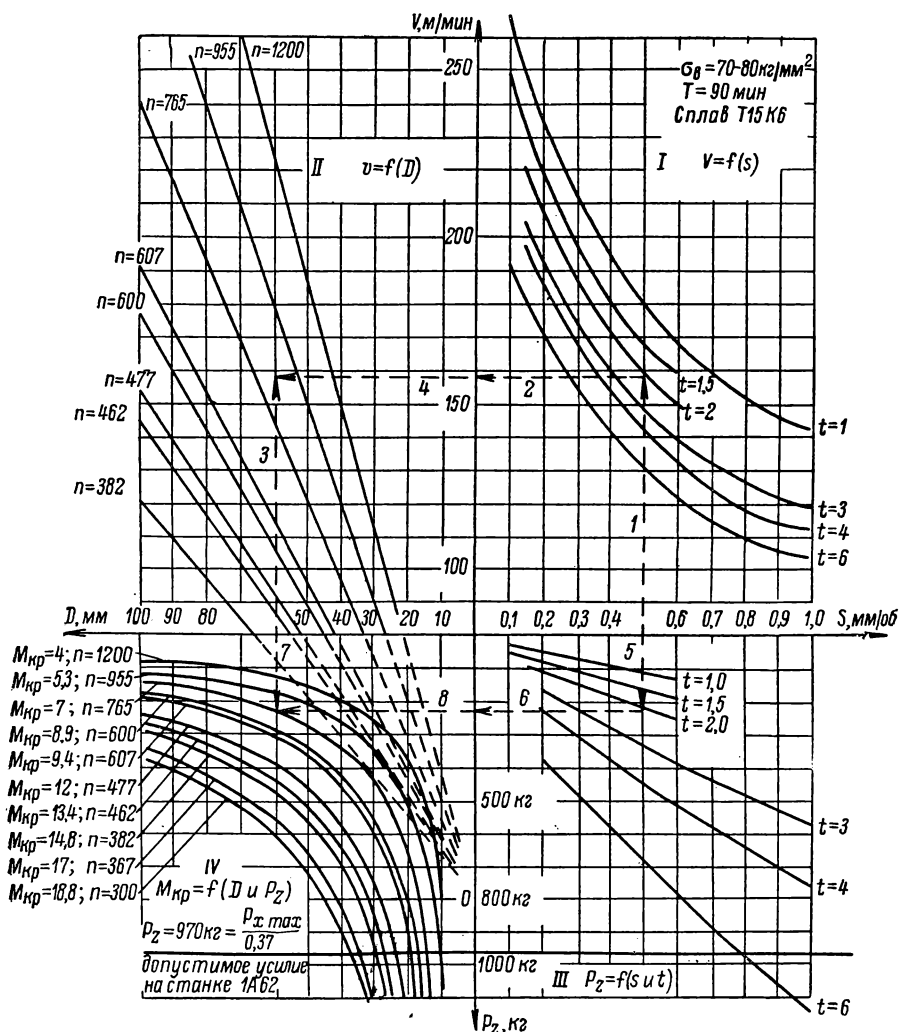


Рис. 36. Циклограмма для выбора режимов резания при работе на токарно-винторезном станке модели 1А62.

Особенностью этой циклограммы является то, что она построена с учетом паспортных данных станка, и, таким образом, пользуясь ею, можно не только подобрать наиболее выгодные режимы резания, но и сразу проверить возможность осуществления этих режимов на станке.

Способ пользования циклограммой указан на фигуре штриховыми линиями со стрелками.

График состоит из четырех частей.

*Первая часть графика* — I выражает зависимость скорости резания  $v$  от подачи  $s$  и глубины резания  $t$  при стойкости твердосплавного резца  $T = 90$  мин. (пластинка твердого сплава марки Т15К6).

Эта часть графика построена на основе известной из теории резания формулы:

$$v = \frac{c_v}{t^{x_v} \cdot s^{y_v}}. \quad (15)$$

Пользоваться этой частью графика нужно следующим образом. После того как выбраны глубина резания и подача (по табл. 68, 69 и 70), из точки на оси абсцисс, соответствующей выбранной подаче, проводят вертикаль (линия 1) до пересечения с кривой, соответствующей выбранной глубине резания. Из точки пересечения проводят горизонтальную прямую (линия 2) до пересечения с осью ординат, на которой и читают наимыгоднейшее для данного случая значение скорости резания. Так, например, если при обработке детали диаметром 60 мм  $t = 2$  мм и  $s = 0,5$  мм/об, то при  $\varphi = 60^\circ$   $v = 158$  м/мин.

*Вторая часть графика* — II выражает линейную зависимость скорости резания и числа оборотов детали от ее диаметра согласно формуле (3).

Здесь по оси абсцисс отложены диаметры (в мм), а по оси ординат скорости резания (в м/мин). На лучах указаны числа оборотов шпинделя станка модели 1А62.

В нашем примере находим требуемое число оборотов на пересечении вертикали, проведенной из  $D = 60$  мм (линия 3), с горизонталью из  $v = 158$  м/мин (линия 4). Принимаем ближайшее меньшее из имеющихся на станке чисел оборотов шпинделя  $n = 765$  об/мин.

*Третья часть графика* — III выражает зависимость силы резания  $P_z$  от глубины резания и подачи по формуле (7).

Здесь на оси абсцисс отложена подача, лучами обозначена глубина резания, а на оси ординат отсчитывается значение силы резания  $P_z$ .

Из точки  $s = 0,5$  мм/об на оси абсцисс проводим вертикаль до пересечения с лучом  $t = 2$  мм (линия 5). Из точки пересечения проводим прямую до оси ординат (линия 6), по которой и отсчитываем  $P_z = 220$  кг.

*Четвертая часть графика* — IV служит для определения величины крутящего момента, расходуемого на резание, по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} \text{ кгм.}$$

На графике построены кривые крутящих моментов (в кгм), которые могут быть переданы шпинделем станка при разных числах его оборотов. Эта зависимость вытекает из следующей формулы:

$$M_{кр} = 716 \frac{N_{рез}}{n} \text{ кгм.} \quad (16)$$

Для определения возможности осуществления выбранного режима резания на станке из точки на оси абсцисс, соответствующей заданному диаметру обработки (в нашем примере  $D = 60$  мм), проводим вертикаль (линия 7) до пересечения с горизонталью, проведенной из точки, соответствующей найденной силе резания  $P_z = 220$  кг (линия 8).

Крутящий момент при резании будет немного меньше, чем 7 кгм (точнее,  $M_{кр} = 6,6$  кгм). Это вполне приемлемо, так как при установленном числе оборотов  $n = 765$  об/мин., как видно из графика, крутящий момент на шпинделе станка модели 1А62 равен 7 кгм.

Если бы при других условиях обработки оказалось, что  $M_{рез} > M_{шп.}$ , то необходимо было бы уменьшить силу резания  $P_z$  за счет  $t$  или  $s$ .

При выборе режима резания для других материалов к циклограмме пристраивается новая правая часть (квадранты I и III), соответствующая заданным значениям  $\tau_g$ . В остальном порядок расчета сохраняется тем же.

Аналогичные графики могут быть построены и для других распространенных моделей токарных станков.

Помимо номограмм для выбора режимов резания применяются различные приборы типа счетных линеек и подвижных круговых шкал.

## 6. ПОЛУЧИСТОВОЕ ТОЧЕНИЕ С БОЛЬШИМИ ПОДАЧАМИ

Резцы для получистового точения с большими подачами. Получистовое точение с большими подачами осуществляется резцами типа резцов токарно-новатора В. А. Колесова (рис. 37 и табл. 75). Особенностью конструкции этих

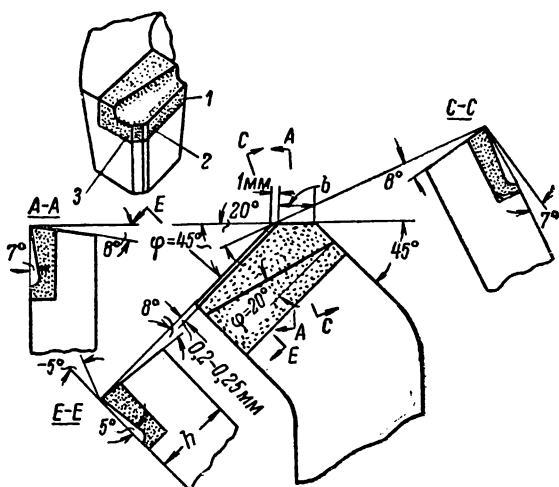


Рис. 37. Проходной резец конструкции В. А. Колесова.

резцов является наличие трех режущих кромок, благодаря которым резец сочетает в себе особенности двух резцов — обдирочного и чистового широкого резца.

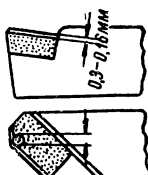
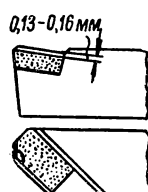
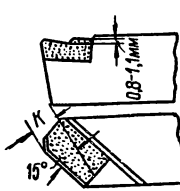
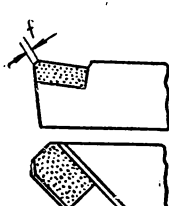
Главная режущая кромка 1, расположенная под углом  $\varphi = 45^\circ$ , снимает основную часть припуска. Переходная режущая кромка 2 на участке длиной 1 мм выполняет роль радиуса при вершине резца; она расположена под углом  $\varphi_0 = 20^\circ$ .

Вспомогательная (зачистная) режущая кромка 3 длиной  $b = 1,2$  зачищает неровности на поверхности; она расположена под углом  $\varphi_1 = 0^\circ$ .

Для нормальных условий стружколомания такие резцы либо снабжаются накладными стружколомателями, либо же на их передней поверхности электроискровым способом образуются специальные стружколомающие лунки (табл. 74).

Таблица 74

Форма передней поверхности резцов для точения с большими подачами

Форма передней поверхности		Область применения		
Плоская	Обработка стали	$t$ (в мм)	$s$ (в мм/об)	
			0,7—1,5   св. 1,5	
			Диаметр лунки $d$ (в мм)	
			0,7—1,5   2,5   2,5 или 3,5	
			св. 1,5 до 2,5   2,5 или 3,5   3,5	
св. 2,5   3,5				
С отрицательной фаской и искусственной лункой формы круга			$t \geq 0,7$ мм, $s \geq 0,7$ мм/об	
С отрицательной фаской и искусственной лункой формы сектора				
С отрицательной фаской и порожком				
Без лунки и порожка	 При обработке чугуна $f=0$			
Обработка стали и чугуна				

Обработка стали



Таблица 75  
Геометрические параметры режущей части резцов для точения с большими подачами

Сечение стружки (в мм <sup>2</sup> )	Обрабатываемый материал	$\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	$H_B$	Углы заточки (в °)					$l$ (в мм)	$f$ (в мм)	$\gamma_f$ (в °)	$r$ (в мм)
				$\varphi$	$\alpha$	$\gamma_{пр}$	$\gamma$	$\lambda_{зач}$				
До 7	Сталь	До 70 св. 70	—	45	10	10	7	0	(1,2—1,8)s	0,5	—5	1—3
	Чугун	—	До 220	45	8	5	3,5	0	(1,2—1,8)s	0,5	—5	1—3
Св. 7	Сталь	До 70 св. 70	—	45	8	3,5	5	3,5	1,2s	0,5	—5	1—3
	Чугун	—	До 220	45	6	5	7	5	1,2s	—	—	1—3
До 7 и выше	Сталь	До 70 и выше	—	90	8	0	5	5	(1,2—1,8)s	0,5	—5	1—3
	Чугун	—	До 220	90	8	0	3	3	(1,2—1,8)s	—	—	1—3

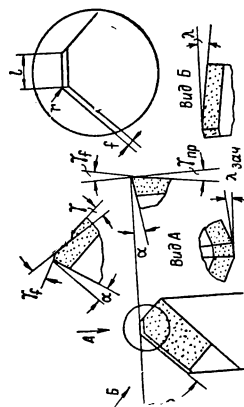
**Примечания.**

1. В целях достижения более высокого класса шероховатости обработанной поверхности зачищенная режущая кромка должна быть прямой (контроль по лекальной линейке) и в процессе резания строго параллельной направлению подачи ( $\varphi_1 = 0^\circ$ ).

2. При нежесткой технологической системе  $r = 1,0—1,5$  мм; при жесткой радиус увеличивается до  $r = 3$  мм.

3. Длину зачищенной режущей кромки  $l$  по мере повышения требований к шероховатости поверхности нужно увеличивать от 1,2 до 1,8.

4. Режущие части подлежат доводке.



**Выбор режимов резания при точении с большими подачами.** Применение резцов с зачистной режущей кромкой под углом  $\varphi_1 = 0^\circ$  позволяет, не снижая чистоты поверхности, увеличить подачу и, следовательно, производительность труда по машинному времени в 5—10 раз.

Выбор режима резания начинают с установления глубины резания (табл. 76), затем выбирают подачу (табл. 77) а после этого — скорость резания (табл. 78 и 79).

Таблица 76

**Выбор глубины резания при получистовом точении**

Обрабатываемый материал	Марка твердого сплава	Глубина резания $t$ (в мм)
Сталь	T30K4	От 0,2 до 0,5
	T15K6, T14K8	„ 0,5 „ 2,5
	T5K10	До 3,0
Чугун	BK2, BK3, BK6, BK8	До 5,0

При наличии большого припуска обработку следует вести в два и более проходов.

Таблица 77

**Подачи при точении стали и чугуна резцами с зачистными режущими кромками**
 $(\varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 0^\circ)$ 

Способ уста- новки детали	Диаметр дета- ли (в мм)	Длина обра- ботки (в мм)	Мощность электродвигателя станка $N_m$ (в квт)							
			до 5		до 8		до 12		св. 12	
			Глубина резания $t$ (в мм) до							
			1,0—2,0	2,1—4,0	1,0—2,0	2,1—5,0	1,0—2,0	2,1—5,0	5	
Подача $s$ (в мм/об)										
В цент- рах	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	—	—	—	
	До 60	До 500	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,2	1,6—2,5	2,5—3,2	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	—	
	До 75	До 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,2	1,6—2,5	2,5—3,5	1,8—2,5	2,0—5,0	
		„ 750	1,8—2,5	1,1—2,0	2,0—2,5	1,3—2,2	2,2—3,0	1,5—2,3	1,8—4,5	
	Св. 75	—	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	3,0—4,0	2,0—3,5	2,5—5,0	
		—	—	—	—	—	—	—	—	

Продолжение табл. 77

Способ уста- новки детали	Диаметр дета- ли (в мм)	Длина обра- ботки (в мм)	Мощность электродвигателя станка $N_m$ (в квт)							
			до 5		до 8		до 12		св. 12	
			Глубина резания $t$ (в мм) до							
			1,0—2,0	2,1—4,0	1,0—2,0	2,1—5,0	1,0—2,0	2,1—5,0	5	
Подача $s$ (в мм/об)										
В патро- не с под- жатием задним центром	До 40	До 300	1,8—2,5	1,1—2,0	2,2—3,0	1,3—2,2	—	—	—	
		„ 400	1,5—2,0	0,8—1,8	1,5—2,0	1,2—1,8	—	—	—	
	60	До 500	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	2,5—4,0	2,0—3,5	—	
		„ 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,0—3,5	1,3—2,2	2,2—4,0	1,5—2,5	—	
	75	До 600	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	2,5—4,0	2,0—3,5	2,5—5,0	—
		„ 750	1,8—2,5	1,1—2,0	2,0—3,0	1,5—2,3	2,3—3,5	1,8—3,0	1,8—4,5	
	Св. 75	—	1,8—3,0	1,1—2,0	2,5—3,6	1,6—2,5	3,0—4,0	2,0—3,5	3,0—5,0	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	
В патро- не	До 300	—	1,2—2,0	0,9—1,8	1,8—2,5	1,2—2,0	—	—	—	
	Св. 300	—	—	—	2,0—3,0	1,5—2,5	2,0—3,5	2,0—3,5	2,5—4,0	
На кон- сольной оправке	До 50	—	1,1—1,3	—	—	—	—	—	—	
	До 150	—	1,3—1,8	—	1,5—2,2	—	—	—	—	

*Примечания.*

1. При точении резцами с главным углом в плане, равным  $90^\circ$ , устанавливать подачу в пределах 1,0—1,5 мм/об.

2. Верхние пределы подачи рекомендуются брать для меньших глубин резания, а также при обработке менее прочных сталей и чугуна.

Таблица 78

Скорости резания при точении конструкционных сталей (резцы твердосплавные Т15К6, период стойкости  $T=45$  мин.)

Глубина резания $t$ (в мм)		Подача $s$ (в мм/об) до																
До 0,6	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„ 0,7	1,05	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„ 0,85	0,78	1,05	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„ 1,1	0,7	0,85	1,05	1,6	2,3	3,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„ 1,3	0,64	0,78	0,95	1,2	1,6	2,3	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„ 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	0,95	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	—	—	
Угол в плане резца $\varphi$ (в °)	Характеристика обрабатываемого материала		Скорость резания								$v$ (в м/мин)							
	$\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	$H_B$																
	50	140	255	240	226	214	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111	
	57	158	226	214	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99	
	63	178	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88	
	72	100	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78	
45	80	226	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78	74	70	
	92	255	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78	74	70	65	62	
	50	140	177	167	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	
	57	158	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	
	63	178	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	
	72	200	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54	
90	80	226	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54	51	—	
	92	225	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54	51	—	—	—	
	50	140	177	167	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	
	57	158	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	

Продолжение табл. 78

Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы						
Период стойкости резца $T$ (в мин.)	20	30	45	60	75	90
Коэффициент $K_{T_v}$ . . . . .	1,16	1,08	1,0	0,95	0,91	0,88
Марка твердого сплава . . . . .	T30K4		T15K6	T14K8	T5K10	
Коэффициент $K_{M_v}$	1,5		1,0	0,9	0,7	
Примечание. Способ пользования таблицей показан стрелками.						

Таблица 79

Скорости резания при точении серого чугуна (резцы твердосплавные ВК6, период стойкости  $T = 30$  мин.)

Глубина резания $t$ (в мм)	Подача $s$ (в мм/об) до																	
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	1,8	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	—



**Пример назначения режима резания при точении с большими подачами.**

*Дано:*

деталь — валик (рис. 38);

операция — обтачивание под шлифовку;

обрабатываемый материал — углеродистая сталь  $45 \sigma_s = 70 \text{ кг/мм}^2$  и  $H_B = 193$ ;

припуск на диаметр — 3 мм;

станок — токарно-винторезный модели 1А62;

инструмент — резец проходной с зачистной режущей кромкой, оснащенный твердым сплавом Т15К6.

*Решение.*

1. По табл. 77 определяем величину подачи. При обтачивании под шлифовку вала  $D = 80 \text{ мм}$  и  $l = 400 \text{ мм}$  с глубиной резания  $t = 1,5 \text{ мм}$  на станке, имеющем электродвигатель мощностью  $N_m = 7,8 \text{ кВт}$ , рекомендуемая подача равна  $s = 2,5\text{—}3,6 \text{ мм/об}$ . По паспорту станка выбирается ближайшее к указанным значению подачи. Таким образом, принимается подача  $s = 3,18 \text{ мм/об}$ .

2. Для стали 45  $\sigma_s = 70 \text{ кг/мм}^2$  сечения стружки  $s \times t = 3,18 \times 1,5 < 7 \text{ мм}^2$  и работы на проход выбираются по табл. 75:

а) угол в плане  $\varphi = 45^\circ$  для обработки гладкой поверхности (без уступов);

б) передний угол  $\gamma_{пр} = 10^\circ$ ;

в) задний угол  $\alpha = 10^\circ$ ;

г) угол наклона зачистной режущей кромки  $\lambda_{зач} = 0^\circ$ ;

д) длина зачистной режущей кромки  $l = 4 \text{ мм}$ , равная 1,25  $s$ .

3. Для  $t = 1,5 \text{ мм}$ ;  $s = 3,18 \text{ мм/об}$  и  $\sigma_s = 70 \text{ кг/мм}^2$  скорость резания определяется следующим образом: при  $t$  до 1,6 мм,  $s$  до 3,4 мм/об,  $\varphi = 45^\circ$   $v = 133 \text{ м/мин}$  при  $\sigma_s = 63 \text{ кг/мм}^2$  и  $v = 118 \text{ м/мин}$  при  $\sigma_s = 72 \text{ кг/мм}^2$ .

Для заданного  $\sigma_s = 70 \text{ кг/мм}^2$  скорость резания устанавливается интерполированием и приблизительно равна 121 м/мин.

Число оборотов шпинделя  $n$  определяется по следующей формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 121}{3,14 \cdot 83,4} = 463 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка (см. стр. 135) выбирается ближайшее меньшее число оборотов шпинделя  $n = 380 \text{ об/мин.}$ , в соответствии с которым пересчитывается скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 83,4 \cdot 380}{1000} \approx 100 \text{ м/мин.}$$

Если мощность на резание (см. формулу 8) не превышает мощности на шпинделе (согласно паспорту  $N_{шп} = 5,8 \text{ кВт.}$ ), то на этом выбор режима резания заканчивается. В противном случае скорость резания и число оборотов соответственно уменьшаются.

## 7. РАБОЧИЕ СХЕМЫ ОБТАЧИВАНИЯ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Схемы обтачивания цилиндрических поверхностей.** При обтачивании цилиндрических поверхностей применяют две схемы обработки:

1. *Схема обработки за один проход резцом, заранее установленным на размер.* При работе по этой схеме (рис. 39, а) резец заранее установлен на размер  $d$  и в процессе обтачивания всей партии деталей не перемещается

в поперечном направлении. По окончании обработки всей детали на длине  $l$  деталь осторожно снимается, и резец отводится в исходное положение (по стрелке на штриховой линии).

Обработка по этой схеме осуществляется при изготовлении партии одинаковых и, как правило, небольших по размерам деталей, когда выгодно расчленив сложную операцию на отдельные мелкие технологические операции.

По этой же схеме ведут черновую (иногда и получистовую) обработку и небольших партий деталей, обтачиваемых за две установки. После чернового обтачивания одной половины детали (1-я установка на рис. 39, б) она переустанавливается в центрах и при том же положении резца в радиальном направлении производится обтачивание второй половины детали (2-я установка на рис. 39, б).

**2. Схема обтачивания с перемещением резца в поперечном направлении в конце операции.** При работе по этой схеме в конце прохода, т. е. когда резец обточит цилиндрическую

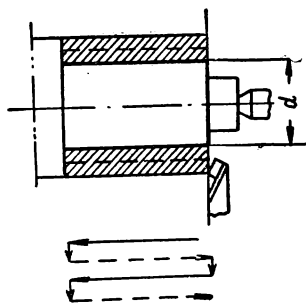
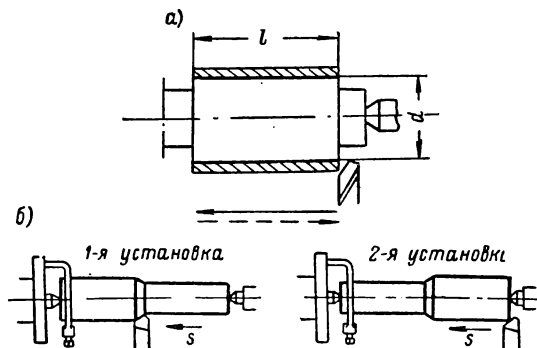


Рис. 40. Схема обтачивания наружной цилиндрической поверхности с перемещением резца в радиальном направлении.

поверхность на заданную длину (рис. 40), включают механическую подачу и отводят резец от обработанной поверхности в поперечном направлении на 5—7 мм, а затем и в продольном направлении в исходное положение. Затем, если обточка осуществляется за один проход, переходят к обработке другой поверхности этой же детали или ее снимают и начинают обрабатывать новую деталь.

Рис. 39. Схемы обтачивания наружной цилиндрической поверхности без перемещений резца в радиальном направлении.



При обтачивании одной поверхности за несколько проходов после каждого прохода резец устанавливают на требуемый диаметральный размер.

**Последовательность обработки отдельных ступеней при черновом обтачивании.** Правильный выбор последовательности обработки отдельных ступеней детали обеспечивает возможность значительного сокращения рабочих и холостых перемещений инструмента.

Рассмотрим, например, обработку одного конца ступенчатого вала, изготавливаемого из заготовки диаметром 100 мм (рис. 41, а).

На рис. 41, б—д показаны четыре возможных варианта последовательности обработки этого вала.

Общая длина рабочего хода резца  $L_p$ , так же как и длина холостых перемещений  $L_x$ , в зависимости от принятого метода обработки колеблется от 400 до 800 мм. Наименьшая длина как рабочего, так и холостого ходов инструмента получается при обработке по схеме на рис. 41, б; глубина резания при этом колеблется от 11 до 3,5 мм. Следовательно, эта схема обеспечивает наибольшую производительность.



**Последовательность обработки отдельных ступеней при полуступовом и чистовом обтачивании.** Наиболее распространенной является схема, при которой чистовая обработка уступов осуществляется после обтачивания всех цилиндрических участков ступенчатой детали (рис. 42, а).

При использовании комбинированных резцов, пригодных как для обтачивания цилиндрических поверхностей, так и для подрезания уступов и протачивания канавок, чистовую обработку ступенчатых валов более целесообразно производить по схеме, изображенной на рис. 42, б. Обработка здесь осуществляется с применением гидрокопировального суппорта.

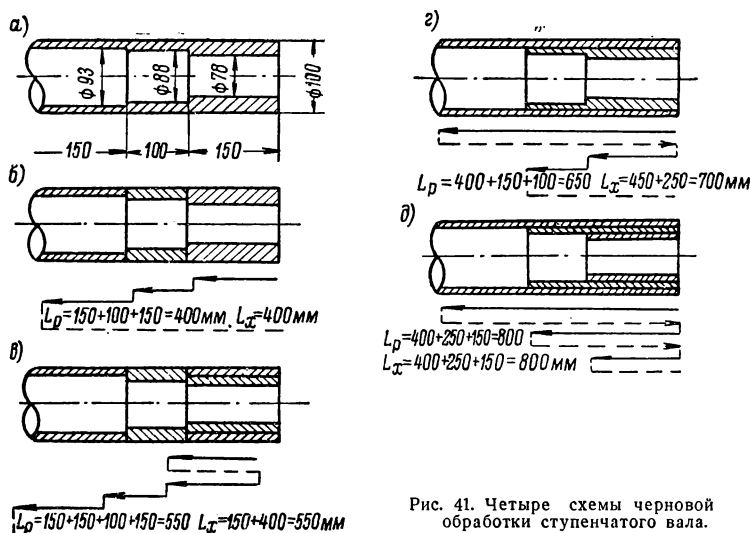


Рис. 41. Четыре схемы черновой обработки ступенчатого вала.

На последовательность обработки отдельных ступеней и уступов при полуступовом и чистовом обтачивании решающее влияние оказывает выбор измерительных баз и способов измерения длин вала.

На рис. 43, а в качестве примера дана схема перемещений резца при обработке средней части вала электрической машины по принятому ранее на заводе технологическому процессу, а на рис. 43, б — схема перемещений резца при обработке этой же части вала по технологическому процессу, предложенному токарем завода „Электросила“ имени С. М. Кирова тов. Пантелеевым. Сопоставление этих схем обработки показывает, что при обработке средней части вала по технологическому процессу, предложенному Пантелеевым, рабочий ход суппорта  $L_p$  сокращается с 2400 до 1430 мм, а холостой ход  $L_x$  — с 4270 до 790 мм.

По схеме, приведенной на рис. 43, а, обработка начиналась с обтачивания наибольшего диаметра вала с тем, чтобы обеспечить равномерное распределение припусков на обработку всех торцовых поверхностей его (буртиков).

**Схемы перемещений резца при обработке торцовых поверхностей и уступов.** Подрезание торцов деталей, закрепляемых в патроне, целесообразно производить проходными резцами, позволяющими применять более производительные режимы резания. При этом работа по схемам *от периферии к центру* (рис. 44, а) и *от центра к периферии* (рис. 44, б) дает равноценные результаты.

Чистовое подрезание торцов чаще проводят подрезными резцами в направлении от центра к периферии (рис. 44, г).

При подрезании торца детали тем же подрезным резцом, но с подачей его в направлении от наружной поверхности к центру (рис. 44, в) резец режет короткой режущей кромкой и со всё возрастающим усилием прижимается к обрабатываемой поверхности. Это приводит к тому, что резец глубже врезается в деталь, а подрезаемая поверхность получает вогнутость и имеет сравнительно более низкую чистоту обработки.

На рис. 45, а, б и в приведены основные формы усту-

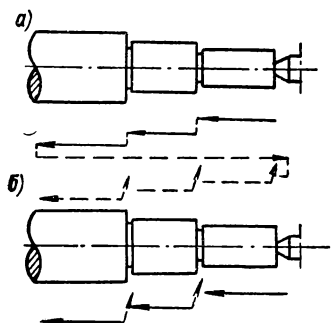


Рис. 42. Две схемы чистовой обработки ступенчатого вала.

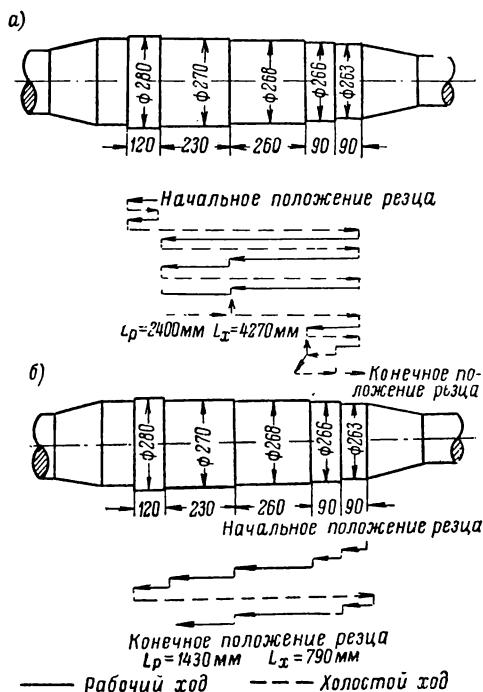


Рис. 43. Схематические изображения перемещений резца при обработке центральной части вала крупной электрической машины.

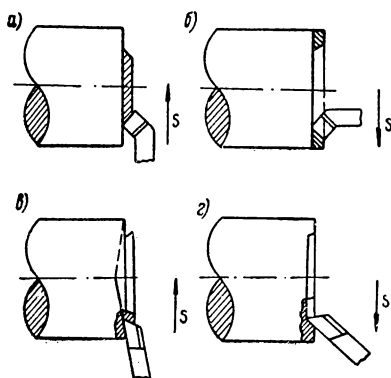


Рис. 44. Схемы подрезания торцовых поверхностей.

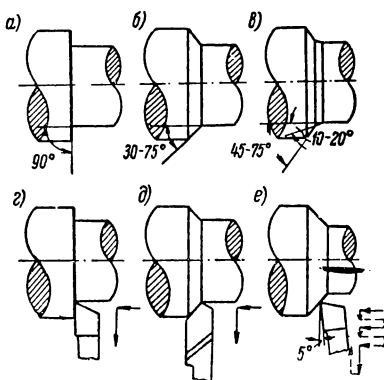


Рис. 45. Схемы обработки уступов.

пов ступенчатых валов, образующихся после черногого или получистового обтачивания.

Небольшие уступы (до 5—6 мм) подрезаются резцом с углом в плане  $\varphi = 90^\circ$ , установленным на всю высоту уступа (рис. 45, *г* и *д*). При этом резец подается в продольном направлении, а зачистка торца производится путем отвода резца в поперечном направлении.

Уступы большей высоты обрабатываются обычно за несколько проходов при сочетании продольной и поперечной подачи резца. Сначала подрезным резцом, установленным под углом  $5^\circ$  (рис. 45, *е*), производится обработка уступа с продольной подачей в несколько проходов, затем тем же резцом осуществляется чистовое подрезание уступа с подачей, направленной от центра к периферии детали.

Недостатком такого способа подрезания торцовых поверхностей является невозможность установки резца на требуемый размер методом пробной стружки. Вследствие этого чистовое подрезание торцовых поверхностей часто производится при подаче резца от периферии к центру обрабатываемой детали, так как при таком направлении подачи установка резца на размер и измерение длин уступов осуществляются без затруднений.

## 8. ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИ ОБРАБОТКЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В целях повышения производительности труда применяется ряд методов, ускоряющих процесс обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей. Ниже рассматриваются эти методы и приводятся соответствующие примеры.

**Изготовление нескольких деталей из одной заготовки.** В мелкосерийном и единичном производстве иногда целесообразно изготавливать 2—3 небольшие детали из одной заготовки (рис. 46). Экономия при этом достигается за счет уменьшения затрат вспомогательного времени (на центрование, установку и закрепление детали, подвод и отвод инструмента и др.), приходящегося на одну деталь.

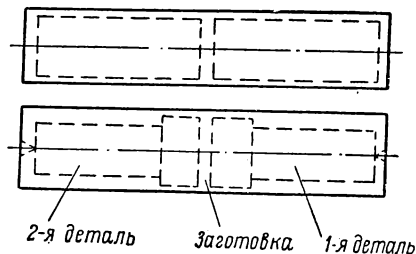


Рис. 46. Пример изготовления двух деталей из одной заготовки.

**Одновременная обработка нескольких деталей.** Этим методом обрабатываются малогабаритные детали типа колец, шайб, вкладышей и других деталей, представляющих собой часть цилиндрической поверхности. Для закрепления деталей служат специальные многоместные оправки и специальные патроны. Экономия в этом случае достигается также за счет уменьшения затрат вспомогательного времени, приходящегося на одну деталь.

На рис. 47 приведена схема установки 15 колец на одной оправке со специальным поводком, а на рис. 48 — установка в специальной обойме *A* шести поворотных шпонок, концы которых обтачиваются по радиусу *R*.

**Одновременная обработка несколькими инструментами.** В серийном и крупносерийном производстве часто прибегают к обработке поверхностей с помощью многорезцовых настроек. При этом несколькими инструментами в разных случаях одновременно обрабатывается как одна, так и несколько поверхностей.

Резцы закрепляются либо в обычном резцедержателе станка, либо же в специальных резцедержателях.

На рис. 49 изображена схема обработки двух ступеней вала одновременно двумя резцами, а на рис. 50 — обтачивание торца планшайбы двумя резцами

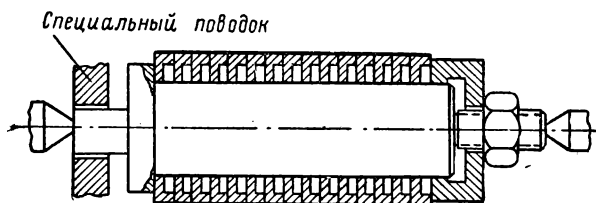


Рис. 47. Пример одновременной обработки 15 колец на одной оправке.

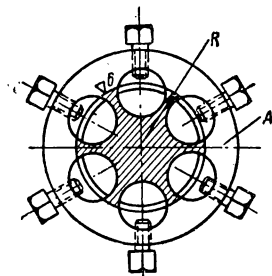


Рис. 48. Пример одновременной обработки 6 поворотных шпонок, закрепляемых в специальной обойме.

1 и 2. Резцы эти установлены с таким расчетом, что в то время, когда резец 2 проходит к отверстию планшайбы, резец 1 доходит до того места, откуда

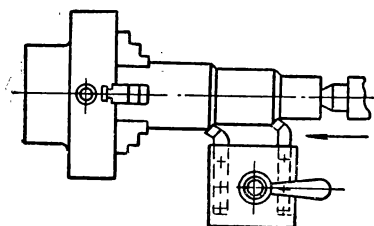


Рис. 49. Обработка двух ступеней вала одновременно двумя резцами.

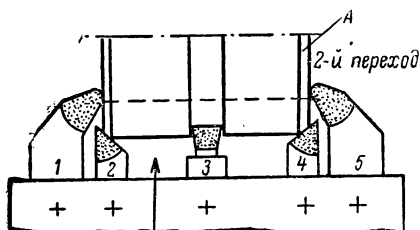


Рис. 51. Обработка втулки одновременно пятью резцами.

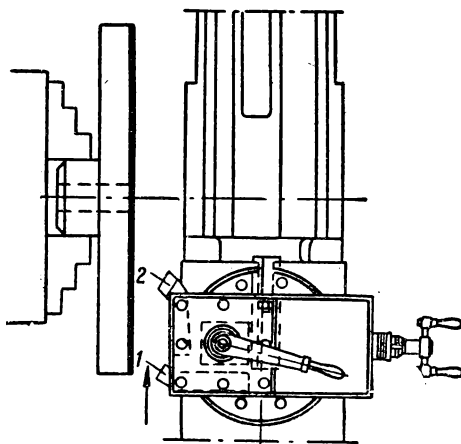


Рис. 50. Обработка одной торцевой поверхности одновременно двумя резцами (предложение В. А. Колесова).

начал работу резец 2. Это дает возможность вдвое сократить время на обтачивание торца планшайбы.

На рис. 51 приведена схема более сложной многорезцовой настройки, осуществленной на токарном станке. Здесь втулка А, установленная на разжимной шпиндельной оправке, обрабатывается сразу пятью резцами. Резцы

закреплены в специальной многорезцовой державке, установленной на место резцедержателя станка. В первом переходе резцом 1 обтачивается наружная цилиндрическая поверхность при продольной подаче суппорта. Во втором переходе (при поперечной подаче) резцы 1 и 5 подрезают торцы ступки, резцы 2 и 4 снимают фаски, а резец 3 прорезает канавку.

При многорезцовом обтачивании удастся значительно лучше использовать станок по мощности.

Широкому применению многорезцовой обработки, в частности в мелко-серийном производстве, препятствует сложность настройки резцов на заданные размеры как в начале работы, так и после переточек.

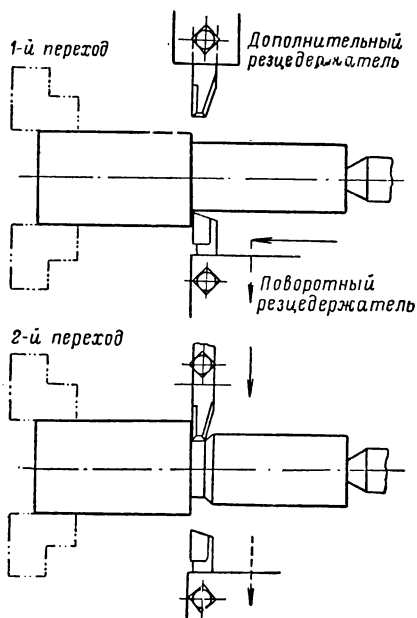


Рис. 52. Обработка ступенчатого валика с помощью дополнительного заднего резцедержателя.

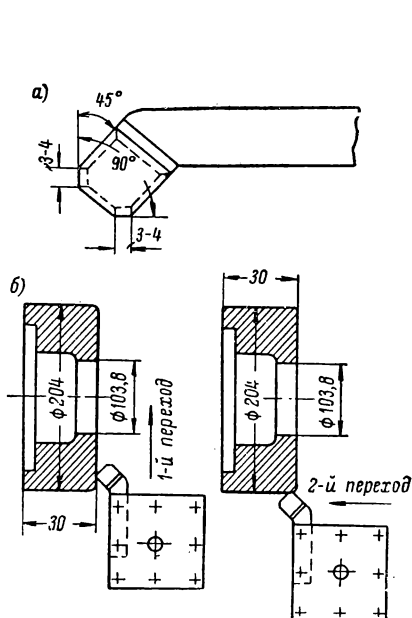


Рис. 53. Применение комбинированного резца для чистового обтачивания наружной цилиндрической и торцевой поверхностей.

**Последовательная обработка резцами, заранее установленными на заданный размер.** Резцы, заранее установленные на размер закрепляются в поворотном резцедержателе или в специальных резцедержателях на передней и задней сторонах суппорта. В соответствии с планом резцы последовательно вводятся в работу.

Дополнительные резцедержатели помещаются главным образом на задней стороне станка и используются для крепления резцов, предназначенных для протачивания канавок, подрезания уступов и т. п. Установка таких резцов в дополнительных резцедержателях позволяет уменьшить затраты рабочего времени на замену инструмента, холостые перемещения и повороты резцедержателя.

Простейшая схема, показывающая применение дополнительных резцедержателей при обработке ступенчатых валиков, приведена на рис. 52. В дополнительном резцедержателе установлен канавочный резец для подрезания уступа и протачивания канавки. Такая установка избавляет от необходимости после

окончания обтачивания шейки отводить резцедержатель, откреплять, поворачивать, закреплять и подводить его обратно для обработки канавки. При установке канавочного резца в дополнительном резцедержателе одновременно с отводом проходного резца подрезают уступ и протачивают канавку.

**Применение комбинированных резцов.** Комбинированные резцы представляют собой сочетание нескольких простых резцов (например, проходного,

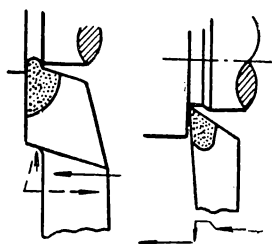


Рис. 54. Комбинированные резцы для обтачивания наружных цилиндрических поверхностей, подрезания торцов и прорезания канавок.

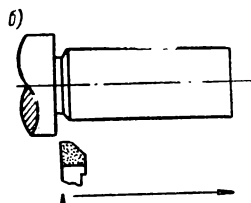
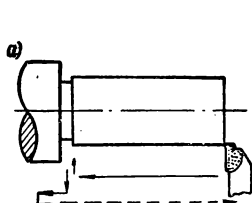


Рис. 55. Схемы обработки ступенчатого валика с канавкой правым и левым комбинированными резцами

подрезного и канавочного). В ряде случаев оказывается возможной обработка одним комбинированным резцом не одной, а двух и большего числа поверхностей.

Применение комбинированных резцов позволяет сократить вспомогательное время за счет уменьшения числа установок и смен резцов и уменьшения расхода времени на их подвод и отвод.

При одновременной обработке нескольких поверхностей соответственным образом сокращается и машинное время.

На рис. 53, а изображен отогнутый проходной резец с двумя широкими режущими кромками. Такие резцы успешно используются для чистового обтачивания наружной цилиндрической и торцевой поверхностей на деталях из чугуна и бронзы. Поддачи достигают 1,2 мм/об, а шероховатость поверхности при этом соответствует  $\nabla 6$ — $\nabla 7$  классам. На рис. 53, б показаны схемы использования этих резцов при обработке маховика.

Два комбинированных резца для обтачивания наружной цилиндрической поверхности, подрезания торца и прорезания канавки приведены на рис. 54. Линиями со стрелками показаны рабочие перемещения инструмента, а штриховыми линиями — холостые перемещения.

На рис. 55 изображены две схемы обработки ступенчатых деталей с канавкой. В первом случае (рис. 55, а) обработка ведется правым резцом, аналогичным резцу, показанному на рис. 54 слева. Во втором случае (рис. 55, б) обработка осуществляется левым резцом конструкции К. В. Лакура; сначала прорезается канавка, а затем обтачивается цилиндрическая шейка. При такой схеме обработки оказывается возможным вести точение с большими подачами без опасения врезаться резцом в торец соседнего уступа.

Комбинированные правые и левые проходные резцы (рис. 56) позволяют обтачивать наружные поверхности в обе стороны (так называемый „челночный метод“). При точении справа налево снимается основная часть припуска, а при обратном движении суппорта производится чистовое обтачивание. Этот метод

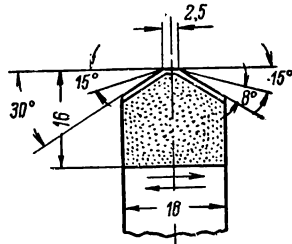


Рис. 56. Комбинированный (правый и левый) проходной резец.

дает возможность в ряде случаев повысить производительность труда в 2 раза.

Помимо рассмотренных универсальных комбинированных резцов применяются и различные специальные комбинированные резцы, предназначенные для обработки какой-либо определенной детали или группы однотипных деталей.

**Применение копировальных устройств.** В условиях серийного производства при обработке наружных ступенчатых поверхностей на универсальных токарных станках значительное повышение производительности труда может дать

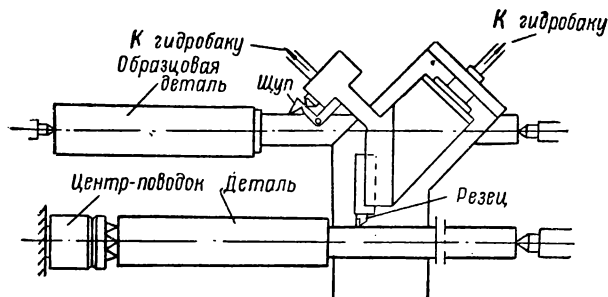


Рис. 57. Схема обработки двухступенчатого валика с помощью гидросуппорта КСТ-1.

использование специальных механических и гидравлических копировальных устройств.

При обработке ступенчатых деталей по копиру настройка инструмента на размер производится только по одной шейке детали, а остальные размеры (диаметральные и линейные) выдерживаются автоматически благодаря копировальному устройству.

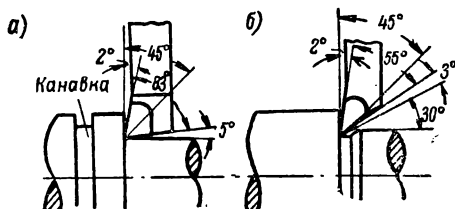


Рис. 58. Формы поверхностей деталей, обрабатываемых с помощью гидросуппорта.

копиру невозможно обрабатывать фасонные поверхности, а также ступенчатые валики с перепадами более 3—5 мм на сторону. Этого недостатка не имеют значительно более универсальные гидравлические копировальные устройства.

При работе на гидросуппорте подача резца осуществляется путем сложения двух движений: непрерывного продольного движения суппорта станка с постоянной подачей и движения ползуна с гидроцилиндром, определяемого профилем копира (эталонной детали).

С помощью гидросуппорта обрабатываются ступенчатые детали разнообразных форм и размеров. При этом операция обычно выполняется за две установки: при первой резец перемещается от правого конца заготовки вдоль образующей, обтачивая цилиндрические шейки и подрезая уступы и торцы, а при второй установке (после переворачивания детали на 180°) обрабатываются шейки и подрезаются уступы и торцы на другом конце вала.

Схема обработки простого двухступенчатого валика на токарном станке 1А62, оснащенном гидрокопировальным устройством КСТ-1, показана на рис. 57.

Уступы и торцы ступенчатых валиков при убывающих к передней бабке диаметрах шеек, а также глубокие и узкие канавки типа показанной на рис. 58, а не могут быть обработаны при помощи копировального устройства.

Канавки для выхода шлифовального круга можно обрабатывать на гидросуппорте в тех случаях, когда форма канавок соответствует приведенной на рис. 58, б.

Узкие глубокие канавки и короткие глубокие выточки могут быть обработаны за одну установку с другими поверхностями детали резцами, закрепленными в нормальном поворотном резцедержателе или в специальной державке.

Точность обработки на токарных станках с гидросуппортом по линейным и диаметральному размерам соответствует 3а—4-му классам точности ОСТа. Производительность труда возрастает за счет снижения затрат вспомогательного времени. При обработке относительно простых по конфигурации ступенчатых деталей она повышается в среднем на 40—50%. При обработке деталей сложной конфигурации производительность труда при применении гидросуппорта повышается в 2 раза и более.

---



## РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ

### ПРОРЕЗАНИЕ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИЕ

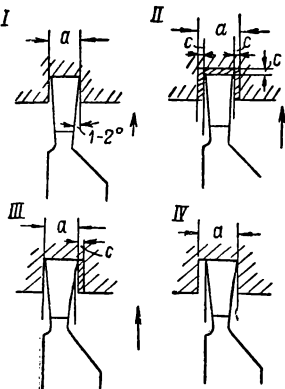
#### 1. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ВЫТАЧИВАНИЯ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

В зависимости от размеров и точности прорезаемых канавок, а также от материала и размеров отрезаемых деталей применяются разные схемы обработки этого вида (табл. 80).

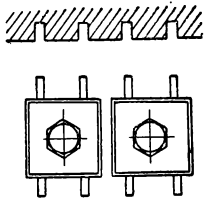
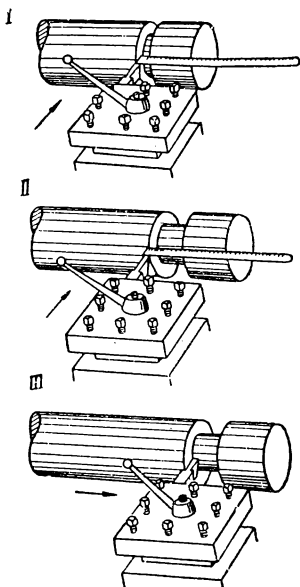
Данные об измерениях при прорезании канавок и отрезании приведены в десятом разделе.

Таблица 80

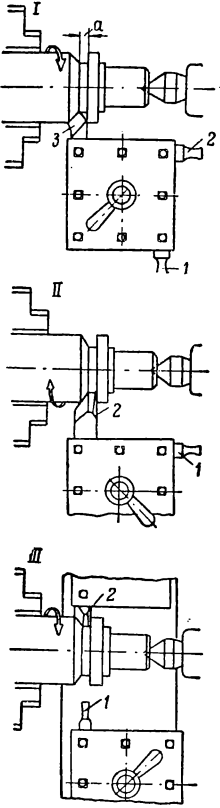
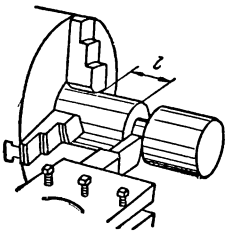
Схемы работы при прорезании канавок и отрезании

Эскиз	Характеристика
	<p style="text-align: center;"><b>Прорезание узких канавок</b></p> <p>Узкие и неточные канавки прорезаются за один проход прорезного резца, ширина главной режущей кромки которого равна ширине канавки <math>a</math> (поз. I). По этой схеме прорезаются канавки шириной до 5 мм, а на особо жестких деталях даже до 10—20 мм.</p> <p>Узкие и точные по ширине и расположению (от торца или от буртика) канавки прорезаются за три прохода. За первый проход канавка прорезается предварительно с припуском по ее дну и стенкам <math>c = 0,5—1,0</math> мм (поз. II). За второй проход производится чистовая обработка той стенки, до которой задан размер, определяющий расположение канавки и прилегающего к ней участка дна канавки (поз. III). За третий проход окончательно обрабатываются вторая стенка и оставшийся участок дна канавки (поз. IV).</p>

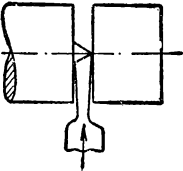
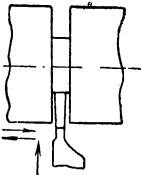
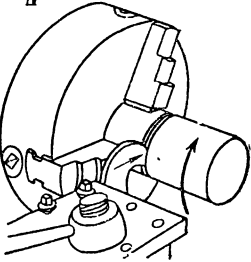
Продолжение табл. 80

Эскиз	Характеристика
<p data-bbox="154 268 168 290">V</p> 	<p data-bbox="487 274 962 322">Ширина главной режущей кромки резца в этом случае равна <math>a = 2c</math></p> <p data-bbox="487 322 962 418">При прорезании нескольких канавок в серийном производстве часто прибегают к использованию многолезцовых державок (поз. V)</p>
	<p data-bbox="590 526 867 574" style="text-align: center;"><b>Прорезание широких канавок</b></p> <p data-bbox="487 593 962 641">Широкие канавки прорезаются за несколько проходов</p> <p data-bbox="487 641 962 689">Неточные широкие канавки прорезаются по следующей схеме:</p> <p data-bbox="487 689 962 896">вначале (поз. I) посредством линейки или шаблона намечают границу правой стенки канавки и подводят резцедержатель с резцом так, чтобы его правый угол совпадал с краем линейки. Установив правильно резец, сообщают ему поперечное перемещение на величину глубины канавки минус 0,5 мм (на чистовой проход);</p> <p data-bbox="487 896 962 1032">затем, передвигая резец влево, как показано в поз. II, расширяют канавку (поперечным перемещением резца), при этом перед последним проходом (поз. III) намечают с помощью линейки границу левой стенки канавки;</p> <p data-bbox="487 1032 962 1168">перед окончательным проходом резец сначала подается по лимбу винта поперечной подачи на полную глубину канавки, а затем ему сообщают продольное перемещение слева направо и обрабатывают канавку начисто</p> <p data-bbox="487 1168 962 1327">Точные широкие канавки изготавливаются по аналогичной схеме с той лишь разницей, что для установления осевых размеров канавки применяют не линейку, а блоки мерных плиток, располагаемые между неподвижным (на станине) и подвижным (на суппорте) упорами</p>

Продолжение табл. 80

Эскиз	Характеристика
	<p style="text-align: center;"><b>Прорезание профильных канавок</b></p> <p>Профильные канавки небольших размеров (по сечению) прорезаются одним профильным резцом за один проход.</p> <p>Для прорезания канавок шириной более 5 мм обычно применяют два резца: первый — нормальный прорезной и второй — профильный.</p> <p>При больших размерах канавки (<math>a &gt; 20</math> мм) она предварительно прорезается двумя прорезными резцами 1 (поз. I—III) и 2 (поз. I).</p> <p>Обработка конусной или другой профильной части канавки может вестись как специальными профильными резцами 2 (поз. II и III), так и обычным проходным резцом 3 (поз. I).</p> <p>Профильный прорезной резец располагается как в переднем резцедержателе (поз. II), так и в заднем (поз. III).</p> <p>В целях повышения виброустойчивости процесса желательно вести обработку перевернутыми профильными резцами. В этом случае при расположении перевернутого резца в переднем резцедержателе (поз. II) шпинделю сообщается обратное вращение.</p>
<p style="text-align: center;">I</p> 	<p style="text-align: center;"><b>Отрезание заготовок (деталей)</b></p> <p>При отрезании от прутка последний вставляют в отверстие шпинделя и закрепляют в патроне так, чтобы длина <math>l</math> остающейся после отрезания части прутка не превышала его диаметра (поз. I). При отрезании нельзя допускать вибрации резца или детали, так как в этом случае резец может сломаться.</p>

Продолжение табл. 80

Эскиз	Характеристика
<p data-bbox="181 308 194 331">I</p>  <p data-bbox="205 627 218 651">III</p>  <p data-bbox="192 903 205 927">IV</p> 	<p data-bbox="490 280 963 512">Деталь, закрепленную в патроне с поддержкой ее конца задним центром, нельзя разрезать окончательно, если отрезаемый конец не установлен в люнете. В противном случае в месте прореза может образоваться тонкий стержень, который под действием давления резца и веса отрезаемой части сломается, при этом резец окажется защемленным и неизбежно произойдет его поломка</p> <p data-bbox="490 520 963 799">Если режущую кромку отрезного резца заточить параллельно оси центров (поз. I), то отрезаемая деталь может отломиться в тот момент, когда резец еще не дошел до центра, при этом на отрезанной части останется выступ, который затем необходимо будет срезать. Если же для отрезания использовать резец с углом <math>\varphi \neq 0^\circ</math> (поз. II), то этот недостаток будет устранен. Такая заточка производится только на резцах со сравнительно небольшой длиной режущей части (не более 15 мм)</p> <p data-bbox="490 807 963 1007">В целях предотвращения вибраций резца из-за забивания стружкой узкой канавки, сопровождающихся значительным повышением силы резания, целесообразно сообщить резцу (поз. III) помимо перемещения к центру детали также и продольное перемещение в обе стороны. Канавка при этом расширяется примерно в 1,5 раза</p> <p data-bbox="490 1015 963 1198">При отрезании деталей большого диаметра применяются резцы с длинной головкой, весьма склонные к вибрациям. Для повышения виброустойчивости в этом случае целесообразно производить отрезание при обратном вращении шпинделя, применяя перевернутый передней поверхностью вниз изогнутый отрезной резец (поз. IV)</p>

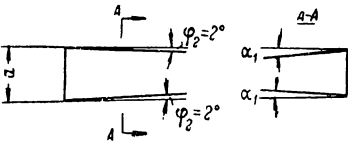
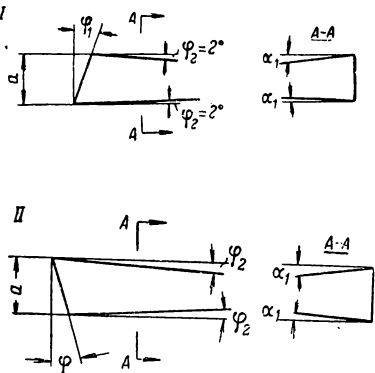
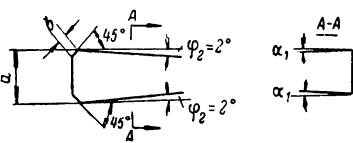
## 2. ПРОРЕЗНЫЕ И ОТРЕЗНЫЕ РЕЗЦЫ

Геометрия заточки отрезных и прорезных резцов. Отрезные и прорезные резцы работают в тяжелых условиях. Существенное влияние на их работу оказывает характер стружкообразования и стружкоотвода при резании.

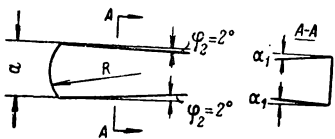
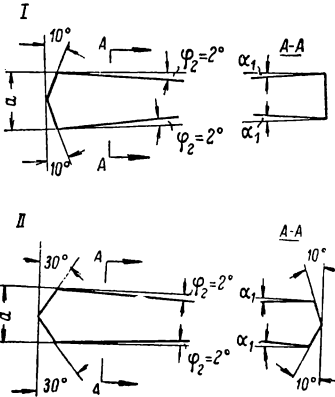
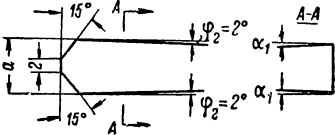
Наибольшее влияние на условия стружкообразования и ее отвода оказывает форма головки резца в плане (табл. 81).

Таблица 81

## Форма головки отрезных (прорезных) резцов в плане

Эскиз	Характеристика (рекомендации по применению)
	<p>Резцы с прямолинейной главной режущей кромкой (<math>\varphi = \varphi_1 = 0^\circ</math>)</p> <p>Места сопряжений главной и боковых режущих кромок выполняются по радиусу 0,2—0,3 мм</p> <p>Такие резцы имеют преимущественное распространение. Заточка их наиболее проста</p>
	<p>Резцы со скошенной режущей кромкой</p> <p>Для обработки стали угол <math>\varphi_1</math> (поз. I) принимается равным <math>8-15^\circ</math>, а для обработки алюминия, меди и других мягких металлов <math>\varphi_1 = 20-25^\circ</math></p> <p>Резцы используются для отрезки и одновременной зачистки торца заготовки, от которой отрезается деталь (или излишек)</p> <p>При наклоне режущей кромки в направлении продольной подачи (поз. II) главный угол в плане берется <math>\varphi = 15-30^\circ</math></p> <p>Такие резцы (из быстрорежущей стали) применяются при необходимости зачистить левый торец отрезаемой от заготовки детали без оставления на нем выступающего остатка</p>
	<p>Резцы с переходными режущими кромками</p> <p>В местах сопряжения главной и боковых режущих кромок затачиваются переходные режущие кромки <math>b = 0,2a</math>. Угол в плане этих кромок <math>\varphi_0 = 45^\circ</math></p> <p>Такие резцы обладают повышенной стойкостью. Применяются они при обработке вязких и твердых сталей</p>

Продолжение табл. 81

Эскиз	Характеристика (рекомендации по применению)
	<p>Резцы с криволинейной главной режущей кромкой</p> <p>Заточка главной режущей кромки по произвольному радиусу улучшает отвод стружки, при этом несколько повышается усилие резания. Резцы применяются для обработки вязких сталей.</p>
	<p>Резцы с двумя пересекающимися режущими кромками</p> <p>При углах <math>\varphi = \varphi_1 = 10^\circ</math> (поз. I) улучшается отвод стружки, увеличивается общая длина режущей кромки и поэтому улучшается теплоотдача резца. При больших углах в плане <math>\varphi = \varphi_1 = 30^\circ</math> (поз. II) длина режущих кромок увеличивается еще больше, а отвод стружки значительно улучшается.</p> <p>Резцы, показанные в поз. I, применяются для обработки особо вязких, а также твердых сталей, резцы по поз. II — для обработки вязких сталей.</p>
	<p>Резцы с двумя пересекающимися режущими кромками и фаской при вершине в плане</p> <p>Наличие на резце не одной или двух, а трех режущих кромок разделяет стружку на три потока, при этом исключается возможность забивания стружкой прорезаемой канавки. Стойкость резцов высокая.</p> <p>Резцы применяются при глубоких резках на заготовках из вязких и твердых сталей, а также при отрезании колец из заготовок типа труб и втулок.</p>

Продолжение табл. 81

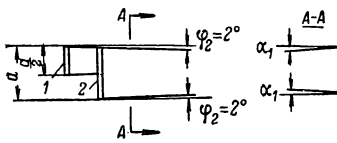
Эскиз	Характеристика (рекомендации по применению)
	<p>Резцы с двумя параллельными режущими кромками</p> <p>При отрезании вся работа распределяется между двумя режущими кромками 1 и 2, примерно равными по ширине. Условия стружкоотвода при этом значительно улучшаются, особенно при широких резцах.</p> <p>Резцы применяются при широких и глубоких резах. Изготавливаются они из быстрорежущей стали.</p>

Таблица 82

Выбор ширины главной режущей кромки отрезных (прорезных) резцов в зависимости от диаметра заготовки

Диаметр заготовки (в мм)	Ширина главной режущей кромки резца $a$ (в мм) (см. табл. 80)		<p><i>Примечание.</i> При отрезании (прорезании канавок) заготовок больших размеров на крупных токарных станках применяют отрезные резцы в виде пластины (см., напр., рис. 64). Закрепляются они в специальной державке. Для подобных резцов при глубине реза не более 600 мм рекомендуются ширина прорези <math>a \approx (0,04-0,07)l</math> и высота пластины <math>H = (0,3-0,4)l</math> (<math>l</math> — вылет резца из державки).</p>
	при обработке конструктивных сталей	при обработке инструментальных сталей	
До 25	3	4	
25—60	4	5	
60—100	5	6	
100—200	6—8	7—8	

Таблица 83

Главные углы отрезных (прорезных) резцов (рис. 59)

Обрабатываемый материал	Характеристики материала		Резцы из быстрорежущей стали		Резцы твердосплавные	
	$\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	$H_B$	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$
Сталь и стальное литье	До 40	—	25	8	22	8

Продолжение табл. 83

Обрабатываемый материал	Характеристика материала		Резцы из быстро-режущей стали		Резцы твердосплавные	
	$\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	$H_B$	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$
Сталь и стальное литье	40—60	—	25—20	8	22—20	8
	60—80	—	15—12	8	16—13	8
	80—100	—	10—7	8	10—6	8
Ковкий чугун	—	190—150	15—20	6—8	10—17	6—8
Чугун обыкновенный	—	210—150	10—15	6—8	6—15	6—8
Хрупкие и твердые бронзы	120	—	0—5	6—8	0—5	6—8
Мягкие бронзы и латунь	—	—	15	8	15	6—8
Алюминий мягкий, легкие сплавы	—	—	25	10	25	10
Примечание. Боковые поверхности отрезных резцов должны иметь угол поднутрения $\varphi_2 = 1—2^\circ$ , а задние углы на боковых лезвиях $\alpha_1 = 2—3^\circ$ .						

Как видно из рис. 59, на передней поверхности отрезного (прорезного) резца заточены выкружка, служащая для улучшения условий завивания стружки, и фаска, усиливающая режущую кромку.

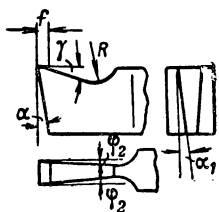


Рис. 59. Геометрия прорезного резца.

Таблица 84

Величины радиуса выкружки и фаски на передней поверхности отрезных (прорезных) резцов (рис. 59) (в мм)

$a$	4	6	8	10
$R$	5	8	10	12
$f$	0,1	0,15	0,2	0,25

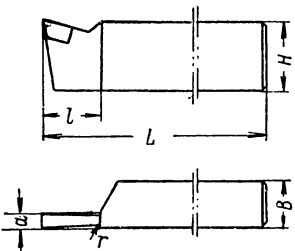
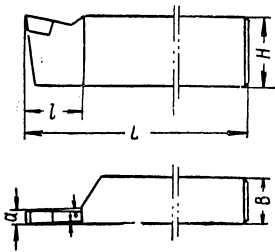
Радиус выкружки принимается  $R = (50—60)s$ , где  $s$  — подача (в мм/об). Ширина фаски колеблется в пределах 0,1—0,25 мм (табл. 84).



# Конструкции и основные размеры отрезных (прорезных) резцов

Таблица 85

Стандартные (нормализованные) отрезные резцы (конструкция и размеры)

Эскиз	Основные размеры (в мм)						
	Резцы с пластинками из быстрорежущей стали (ГОСТ 7369-55)						
	Сечение державки резца		a	r	L		№ пластинок (ГОСТ 2379-44)
	B	H					
	10	16	3	0,2	100; 125	16	4901
	12	20	4	0,2	125; 150	20	4902
	16	25	5	0,2	125; 175	25	4903
	20	30	6	0,4	150; 200	30	4904
	25	40	8	0,4	200; 250	40	4905
	30	45	10	0,6	250	45	4906
	Резцы с пластинками из твердого сплава (ГОСТ 6743-53, тип А)						
	Сечение державки резца		a	L	l	№ пластинок твердого сплава (ГОСТ 2209-55)	
	B	H					
	10	16	3	100 125	12	1321	

Продолжение табл. 85

Эскиз	Основные размеры (в мм)					
См. стр. 168	Сечение державки резца		$a$	$L$	$l$	№ пластинок твердого сплава (ГОСТ 2209-55)
	$B$	$H$				
	10 12	16 20	4	125 150	16	1323
	12 16	20 25	5	150 175	20	1325
	16 20	25 30	6	150 200	25	1307
	20 25	30 40	8	200 250	35	1309
	25 30	40 45	10	250	40	1311
	Резцы с пластинками из твердого сплава (ГОСТ 6743-53, тип Б)					
	Сечение державки резца		$L$	$l$	$a$	№ пластинок твердого сплава (ГОСТ 2209-55)
	$B$	$H$				
	10	16	100 125	12—20	3	1321
	12	20	100 125 150	16—25	4	1323
	16	25	125 150 200	20—35	5	1323
	20	30	150 175 200	25—45	6	1307

Продолжение табл. 85

Эскиз	Основные размеры (в мм)					
	Сечение державки резца		$L$	$l$	$a$	№ пластинок твердого сплава (ГОСТ 2209-55)
	$B$	$H$				
См. стр. 169	25	40	175 200 300	35—50	8	1309
	25	40	175 300	35—50	10	1311
	30	45	200 300 400	40—75	12	1319

На рис. 60 изображен отрезной твердосплавный резец, предложенный токарем-новатором Н. Г. Кузовкиным. Особенностью конструкции этого резца является наличие удлиненной ( $l = 42$  мм вместо  $l = 16—25$  мм, см. табл. 85), а также увеличенной по высоте головки ( $H = 32$  мм), что значительно повы-

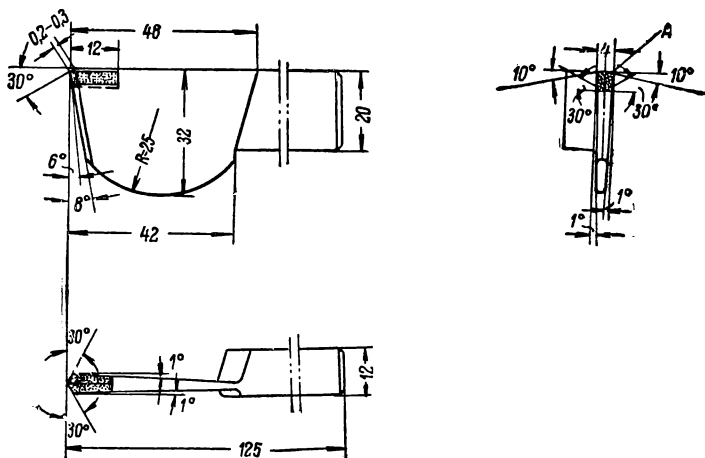


Рис. 60. Отрезной резец конструкции Н. Г. Кузовкина.

шает его жесткость и прочность. Однако из-за малого переднего угла ( $\gamma = 0^\circ$ ) применение таких резцов возможно лишь при очень высокой жесткости технологической системы.

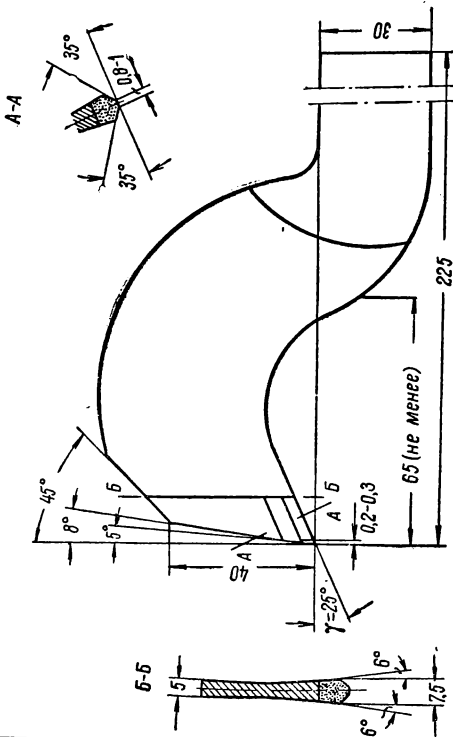


Рис. 61. Жесткий отрезной резец конструкции В. Я. Карасева.

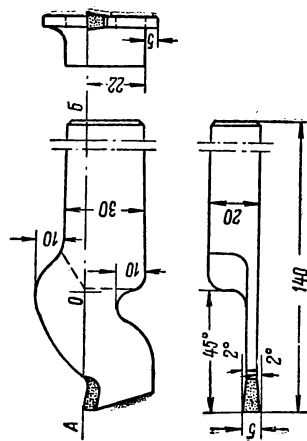


Рис. 62. Виброустойчивый отрезной резец конструкции К. В. Лакура.

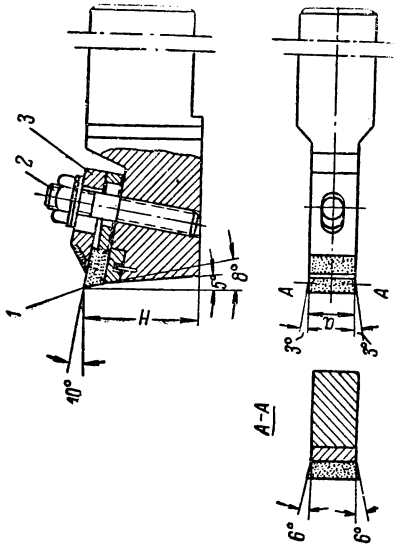


Рис. 63. Прорезной резец с механическим креплением твердосплавной пластинки (конструкция ЦНИИТМАШ).

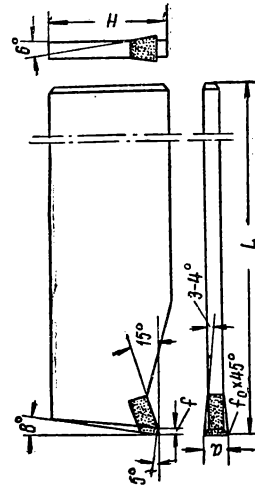


Рис. 64. Стандартная (нормализованная) отрезная пластинка.

Твердосплавная пластинка *A* этого резца припаяна к его V-образной опорной поверхности, что повышает ее устойчивость против сдвига под влиянием боковых сил.

Отрезной резец новатора В. Я. Карасева (рис. 61) также имеет усиленную головку. Однако здесь передний угол  $\gamma = 25^\circ$ , что облегчает резание. Наличие двух скошенных под углом  $35^\circ$  и одной переходной между ними режущих кромок шириной 0,8—1 мм значительно облегчает условия стружкоотделения.

В целях повышения виброустойчивости режущая кромка отрезных резцов токаря-новатора К. В. Лакура (рис. 62) располагается по нейтральной оси *AB* стержня державки.

При работе такие резцы под действием силы резания не углубляются в заготовку, а отходят от нее, что предотвращает появление вибраций.

Отрезные и прорезные резцы крупных размеров ( $a = 18\text{--}35\text{ мм}$ ) целесообразно изготавливать с механическим креплением режущей пластинки. На рис. 63 изображен прорезной резец с креплением твердосплавной пластинки *1* при помощи болта *2* с гайкой и пластинки-прихвата *3*. При  $a = 18\text{ мм}$   $H = 40\text{ мм}$ ; при  $a = 35\text{ мм}$   $H = 60\text{ мм}$ .

На рис. 64 показана отрезная пластинка (резец), закрепляемая в специальных державках (см. рис. 66).

### 3. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ОТРЕЗНЫХ РЕЗЦОВ

Отрезные резцы необходимо устанавливать с большой тщательностью, так чтобы стержень резца был перпендикулярен оси детали. Даже небольшой перекос при установке приводит к созданию резкой разницы в работе правой и левой сторон резца, что вызывает брак деталей и поломку резца.

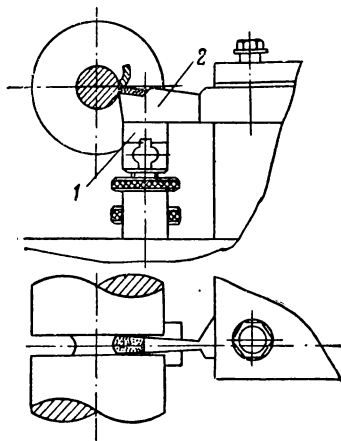


Рис. 65. Отрезной резец с поддерживающей регулируемой опорой.

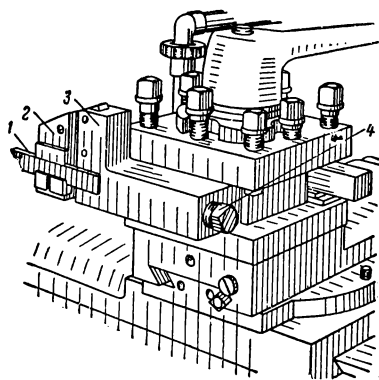


Рис. 66. Специальная державка для крепления пластинчатых отрезных резцов.

Для проверки правильности установки резца пользуются уже обработанной цилиндрической частью детали или пинолью задней бабки.

Прорезные и в особенности отрезные резцы нужно устанавливать строго по высоте центров станка; несоблюдение этого правила приводит к поломке резцов.

При работе отрезными (прорезными) резцами с большим вылетом возникает значительный изгибающий момент сил. Для уменьшения прогиба резца и повышения его жесткости под резец *2* в этом случае подводят регулирующую

по высоте опоры *I* (рис. 65), что позволяет использовать повышенные значения подач при отрезании.

Пластинчатые отрезные резцы закрепляются в специальных державках. Одна из таких державок, применяемая на предприятиях Чехословацкой Социалистической Республики, показана на рис. 66. Эта державка состоит из корпуса 3 и связанной с ним шейки 2, в которой закрепляется резец *I*. В корпусе смонтированы упор и резиновые амортизаторы, уравнивающие радиальную составляющую силы резания и препятствующие возникновению вибраций. Для регулирования амортизаторов служит болт 4.

#### 4. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОРЕЗАНИИ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИИ

Глубиной резания при прорезании канавок и отрезании является ширина реза, определяемая шириной главной режущей кромки *a* резца. Этот размер зависит от принятой схемы обработки (см. табл. 80), а также от диаметра детали (см. табл. 82).

Выбор подачи при прорезании канавок и отрезании на токарном станке рекомендуется производить по данным табл. 86.

Таблица 86

Подачи при отрезании и прорезании канавок на токарном станке

Ширина главной режущей кромки резца <i>a</i> (в мм)	Обрабатываемый материал — сталь и стальное литье				
	$\sigma_B < 50 \text{ кг/мм}^2$	$\sigma_B = 50—80 \text{ кг/мм}^2$	$\sigma_B > 80 \text{ кг/мм}^2$	$H_B \leq 180$	$H_B > 180$
	Подача <i>s</i> (в мм/об)				
2	0,07—0,09	0,05—0,07	0,04—0,06	0,09—0,12	0,07—0,10
3	0,09—0,11	0,07—0,09	0,06—0,07	0,12—0,15	0,10—0,12
3—4	0,11—0,13	0,09—0,11	0,07—0,09	0,15—0,18	0,12—0,15
4—5	0,13—0,16	0,11—0,13	0,09—0,11	0,18—0,22	0,15—0,18
5—7	0,16—0,18	0,13—0,15	0,11—0,13	0,22—0,25	0,18—0,20
7—8	0,18—0,22	0,15—0,18	0,13—0,15	0,25—0,30	0,20—0,25
8—10	0,22—0,25	0,18—0,20	0,15—0,17	0,30—0,35	0,25—0,28
10—12	0,25—0,30	0,20—0,25	0,17—0,20	0,35—0,40	0,28—0,32
12—15	0,30—0,35	0,25—0,28	0,20—0,22	0,40—0,45	0,32—0,38
20	0,35—0,40	0,30—0,35	0,25—0,30	0,55—0,70	0,55—0,70
30	0,40—0,50	0,35—0,45	0,30—0,40	0,70—0,90	0,70—0,90

##### Примечания.

1. Большие значения подач брать для больших диаметров и мягких материалов.

2. При подходе резца к центру приблизительно на 0,5 радиуса заготовки величины подач, указанные в таблице, следует уменьшать на 20—30%.

Скорость резания выбирается после того, как определены ширина главной режущей кромки резца и подача (табл. 87).

Таблица 87

Скорости резания при отрезании резцами из быстрорежущей стали

Подача $s$ (в мм/об)	Обрабатываемый материал									
	сталь углеродистая $\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )			сталь хромо- никелевая $\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )		чугун серый $H_B = 190$				
	45	75	85	85	75					
	Работа с охлаждением									
						Ширина резца $a$ (в мм)				
	2	4	8	12	16					
Скорость резания $v$ (в м/мин)										
0,04	92	56	35	56	36	—	—	—	—	—
0,06	73	43	28	45	28	32	30	—	—	—
0,08	62	36	23	38	24	27	27	—	—	—
0,10	55	31	21	34	21	24	24	27	—	—
0,15	44	23	17	27	17,5	22	21	23	—	—
0,20	38	19,5	14,5	23	14,5	19	18	21	22	23
0,25	33	17,0	12,5	21	12,5	16	14	19	19	21
0,40	—	12,5	—	—	—	—	—	—	16	17

## РАЗДЕЛ ДЕСЯТЫЙ

# ЧИСТОВЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ. ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### 1. ЧИСТОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

К чистовым и отделочным методам обработки поверхностей относятся: обтачивание, зачистка абразивным полотном, притирка, обкатывание роликом или шариком и суперфиниширование. К группе отделочных операций можно отнести также и накатывание поверхностей.

Таблица 88

**Классы шероховатости поверхности, достигаемые при обработке  
различными методами**

Методы обработки	Классы шероховатости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Обтачивание	Черновое	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Получистовое	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистовое			—	—	+	+	+							
	Тонкое								+	+					
Шлифование	Предварительное						+	+							
	Чистовое								+	+					
Притирка	Средняя								+	+					
	Тонкая									+	+	+	+	+	+
Зачистка абразивным полотном	—						+	+	+	+					
Обкатывание роликом	—								+	+	+	+			
Суперфиниширование	—										+	+	+	+	

*Примечание.* Указанный в таблице метод—шлифование (обработка шлифовальным кругом) применяется крайне редко, преимущественно на токарных станках крупных размеров с помощью специальных шлифовальных приспособлений.



## 2. ЧИСТОВОЕ ОБТАЧИВАНИЕ

Существует два принципиально различных метода чистового обтачивания:

- 1) обтачивание с малой подачей;
- 2) обтачивание широкими резцами с большой подачей.

Наибольшее распространение имеет обтачивание с мелкой подачей обычными чистовыми резцами, так как при этом не возникает больших усилий резания и лучше обеспечивается высокая точность обработки. Недостатком этого метода является сравнительно низкая его производительность.

Обтачивание широкими резцами с большими подачами применяется главным образом в тяжелом машиностроении при обработке крупных валов.

Хорошие результаты как по производительности, так и по шероховатости обработанной поверхности получают при использовании широких резцов с наклонно расположенной режущей кромкой конструкции ЛПИ имени М. И. Калинина (рис. 67).

У этого резца режущая кромка повернута в вертикальной плоскости на некоторый угол  $\lambda = 15-20^\circ$ , благодаря чему отпадает надобность в точной установке ее параллельно направлению подачи.

Широкие резцы применяются при обработке жестких и крупных деталей на жестких

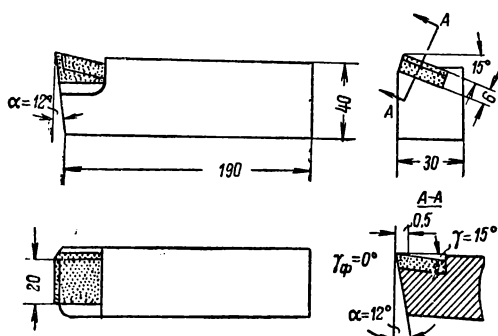


Рис. 67. Широкий резец для чистового точения (конструкция ЛПИ имени М. И. Калинина)

станках. Производительность точения широкими резцами в десятки раз выше, чем при тонком точении: скорость резания при обработке конструкционной стали достигает 200—300 м/мин, подача — 2—8 мм/об и глубина резания — 0,1—0,3 мм.

Шероховатость поверхности, получаемая при обтачивании деталей диаметром более 100 мм с подачей  $s = 2-3$  мм/об, соответствует 7-му классу по ГОСТ. Получаемая при этом незначительная волнистость поверхности легко устраняется при зачистке шлифовальной шкуркой, что дает возможность легко повысить чистоту поверхности до 8-го класса.

Величины припусков под чистовое обтачивание были приведены в табл. 44.

## 3. ТОНКОЕ ОБТАЧИВАНИЕ

Тонкое обтачивание характеризуется незначительной глубиной резания, малыми подачами и высокими скоростями резания.

Подготовка поверхности под тонкое обтачивание сводится к чистовой обработке с точностью 3—4-го классов. Весь припуск при тонком обтачивании обычно снимают за один проход.

Опыт ряда заводов показывает, что во многих случаях тонкое обтачивание может заменить шлифование. Качество поверхности при тонком обтачивании получается более высоким, чем при шлифовании.

В качестве режущего инструмента применяют резцы, оснащенные пластинками из сплавов ВК2 и ВК3 — для чугуна и Т30К4 и Т60К6 — для стали.

Режущие поверхности инструмента должны тщательно затачиваться и затем доводиться.

Углы резцов для тонкого точения выбираются в соответствии с данными табл. 89.

Таблица 89

## Углы резцов для тонкого точения

Обрабатываемый материал	Углы резца (в °)					Радиус закругления вершины резца $r$ (в мм)
	передний $\gamma$	задний $\alpha$	главный угол в плане $\varphi$	вспомогательный угол в плане $\varphi_1$	угол наклона главной режущей кромки $\lambda$	
Сталь	От -5 до +5	5—10	45—90	0—45	0—35	0—1,0
Чугун	0	5—10	45—90	0—45	0—15	0,5—1,0
Твердая бронза	От -7 до 0	5—10	45—90	0—45	0	0,3—0,5
Алюминий	5—10	5—10	45—90	0—45	0—7	0,5—1,5

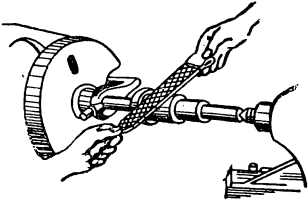
Глубина резания при тонком обтачивании обычно принимается в пределах 0,05—0,3 мм. Скорости резания при обработке чугуна и стали составляют 200—250 м/мин и выше, а цветных металлов — 200—500 м/мин и выше; подачи при предварительной обработке 0,1—0,2 мм/об и при окончательной — 0,05—0,12 мм/об.

## 4. ЗАЧИСТКА (ПОЛИРОВАНИЕ)

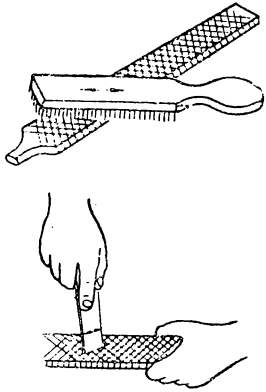
Зачистка производится с помощью абразивного полотна. Перед зачисткой грубо обработанные поверхности предварительно опиляют шлифными напильниками.

Таблица 90

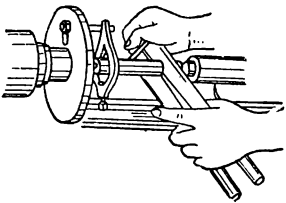
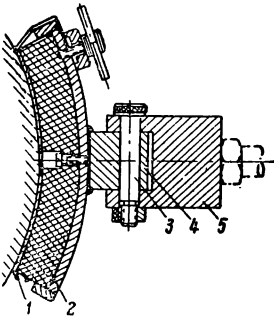
## Характеристика способов зачистки (полирования) поверхностей

Эскиз	Описание способа
	<p><b>Опиливание перед зачисткой</b></p> <p>Опиливание применяется как способ подготовки поверхности под зачистку абразивным полотном и для доведения диаметра поверхности (при небольших размерах) до заданного размера.</p> <p>При опиливании на токарном станке деталь остается закрепленной так же, как она была закреплена при обтачивании резцом. Она должна вращаться с повышенной скоростью, но такой, чтобы ни деталь, ни напильник не перегревались.</p> <p>Опиливание на токарном станке следует вести осторожно и внимательно. Напильник слегка прижимают к обрабатываемой поверхности и медленно подают вперед от себя. При движении</p>

Продолжение табл. 90

Эскиз	Описание способа
	<p>назад напильник с детали не снимают, но нажим на него несколько ослабляют</p> <p>Никогда не следует двигать напильник слишком быстро и резко, так как это нарушает форму детали</p> <p>При опиливании напильник необходимо держать почти перпендикулярно к оси детали, однако при продольном движении его следует всё время перемещать также вправо и влево вдоль детали. Это делается для того, чтобы более точно опилить деталь — не снять на одном участке изделия больше металла, чем на другом. Кроме того, насечка напильника в этом случае будет меньше забиваться стружкой</p> <p>Опиливаемая поверхность получается более чистой, если напильник натирать мелом и возможно чаще очищать стальной щеткой или тонкой стальной пластинкой. С этой же целью при опиливании стальных деталей напильники иногда смазывают машинным маслом</p> <p>При опиливании возникает опасность повреждения рук рабочего выступающими частями детали и концом хомутика, поводком патрона и т. д. Поэтому работу надо вести осторожно. Рукоятку напильника следует держать в левой руке, а свободный конец его прижимать к детали правой рукой</p>
	<p><b>Зачистка при помощи абразивного полотна</b></p> <p>При полировании (зачистке) пользуются полотном различной зернистости: грубую зачистку производят полотном № 12 с крупными зернами, чистую — полотном № 200—320 с зернами среднего размера и особо чистую зачистку — полотнами М28—М10 с мелкими зернами (так называемые микронные шкурки)</p> <p>Для придания зачищаемой поверхности блеска ее рекомендуется слегка смазывать машинным маслом или керосином с добавлением 2,5% олеиновой кислоты</p>

Продолжение табл. 90

Эскиз	Описание способа
	<p style="text-align: center;"><b>Зачистка при помощи жимков</b></p> <p>Жимки состоят из двух деревянных брусков, соединенных кожаным или металлическим шарниром и имеющих углубления по форме детали. В жимки закладывают абразивное полотно или засыпают абразивный порошок, смешанный с маслом.</p> <p>Полирование ведут при легком нажиме жимков на деталь и больших числах оборотов обрабатываемой детали.</p> <p>При полировании с использованием жимков значительно увеличивается производительность труда и обеспечивается безопасность работы.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Зачистка при помощи специальных приспособлений</b></p> <p>Для полирования поверхностей больших размеров на крупных деталях применяют приспособление в виде колодки 4, закрепленной на державке 5 с помощью шарнира 3. Абразивное полотно 1 укладывается на войлочную прокладку 2, прикрепленную к колодке.</p> <p>Зачистка ведется при постоянном давлении колодки на деталь, что контролируется с помощью дополнительного устройства.</p> <p>После 2—4 проходов абразивное полотно снимается и заменяется новым.</p> <p>В качестве смазки при полировании больших по размерам поверхностей применяются машинное масло и смесь керосина с олеиновой кислотой (2,5% кислоты).</p>

## 5. ДОВОДКА И ПРИТИРКА

Доводка и притирка применяются для окончательной обработки поверхностей деталей с целью получения точных размеров и высокого класса шероховатости поверхности (доводка) или герметичности соединений (притирка).

Этот метод обработки используется как в инструментальном производстве (доводка калибров и т. п.), так и в машиностроении (доводка шеек, притирка арматуры и т. п.).

Перед притиркой деталь обрабатывается каким-либо методом (шлифование, тонкое точение), обеспечивающим получение точности поверхности по 2-му классу и шероховатости 7—8-го классов. Припуск на притирку оставляют в пределах 5—20 мк на диаметр.

Доводка наружных цилиндрических поверхностей производится чугунами, медными, бронзовыми или свинцовыми втулками (притирами), выточенными по размеру обрабатываемой детали и разрезанными с одной стороны. Втулку смазывают изнутри ровным тонким слоем смесью мелкого корундового или наждачного порошка с маслом или доводочной пастой. Затем втулку вставляют в металлический жимок и надевают на деталь. Слегка подтягивая жимок болтом или вручную, равномерно водят притир вдоль вращающейся со скоростью 10—20 м/мин детали. При доводке полезно смазывать деталь жидким машинным маслом или керосином.

## 6. ОБКАТЫВАНИЕ РОЛИКОМ ИЛИ ШАРИКОМ

Обкатывание роликом или шариком представляет собой процесс пластической деформации металла в холодном состоянии. Обкатывание осуществляется свободно вращающимися роликами или шариками, соприкасающимися с обрабатываемой поверхностью под давлением. При этом происходит сглаживание поверхностных неровностей путем смятия микровыступов и заполнения микровпадин.

При обкатывании поверхностей их размер изменяется, так как на них образуется наклепанный слой, обеспечивающий повышенные эксплуатационные свойства поверхности.

Обкатывание производится после чистового обтачивания поверхностей и вполне заменяет зачистку их шлифовальной шкуркой или обработку шлифованием.

Шероховатость поверхности перед обкатыванием должна быть примерно на два класса ниже шероховатости, которую нужно иметь после обкатывания. Так, например, для получения после обкатывания шероховатости поверхности 8-го класса поверхность должна быть предварительно обработана до шероховатости 6-го класса.

Конусность и эллиптичность поверхности при обкатывании не изменяются. Основными преимуществами обкатывания поверхностей роликами или шариками являются:

1) повышение производительности обработки (на обкатывание поверхностей требуется примерно в 2 раза меньше времени, чем на зачистку их шлифовальной шкуркой);

2) улучшение условий труда;

3) ликвидация расхода абразивных материалов;

4) получение поверхностного наклепанного слоя, что обеспечивает повышенные эксплуатационные свойства поверхности.

На рис. 68 показана державка с роликом для обкатывания гладких цилиндрических поверхностей. Ролик 1 из стали ШХ15 со встроенным подшипником 2 насажен на ось 3, цапфы которой закрепляются в корпусе 4.

Осевое давление при обкатывании воспринимается щеками корпуса 4 через прокладки 5, исключающие осевой люфт ролика. Конструкция державки позволяет определять давление обкатывания как при установке ролика, так и

в процессе обкатывания. Для этой цели в ее корпусе имеется паз, делающий ролик пружинящим под действием радиальной силы обкатывания.

Давление на ролик контролируется с помощью штырей 6 и 8 и индикатора 7.

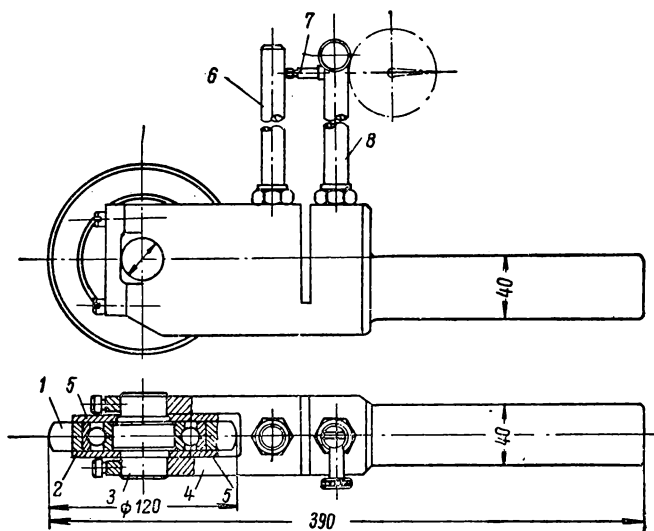


Рис. 68. Державка с роликом для обкатывания гладких цилиндрических поверхностей.

Существенное влияние на процесс обкатывания оказывает геометрия рабочей части ролика. Основные формы рабочего профиля роликов приведены на рис. 69.

Ролики с цилиндрическим пояском (рис. 69, а) и открытым радиусом (рис. 69, б) применяются для обкатывания поверхностей со свободным выходом по длине. Ролики с закрытым радиусом (рис. 69, в) используются для обработки галтелей, а комбинированные (рис. 69, г) — для обработки переходных радиусов и участков цилиндрических поверхностей.

При выборе рабочего профиля ролика необходимо учитывать, что с увеличением цилиндрического пояска создаются более благоприятные условия для работы с большой подачей, но требуется большая сила давления на ролик.

Ролики с радиусным профилем (рис. 69, б) применяются для обработки деталей, не обладающих большой жесткостью. Чем меньше радиус закругления рабочего профиля, тем меньше потребная сила давления и допускаемая подача. В зависимости от условий обработки используются ролики с радиусами закругления от 4 до 40 мм.

Ширина цилиндрического пояска, как правило, принимается равной 2—5 мм, а для крупных деталей — 12—15 мм и более.

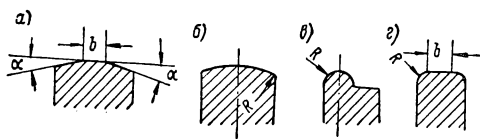


Рис. 69. Формы рабочего профиля роликов для обкатывания поверхностей.

Для создания постоянных условий обкатывания при прямом и обратном ходах углы скосов ролика делаются одинаковыми с обеих сторон ( $\alpha \approx 5^\circ$ ), а линии переходов слегка закругляются.

Диаметр и ширина роликов выбираются по конструктивным соображениям.

Ролики должны обладать высокой твердостью и износостойкостью. Изготавливаются они из легированных сталей марок ХВГ, 5ХНМ и ЭХ12 или из углеродистых сталей марок У10А и У12А. Закаливается ролик до твердости  $H_{RC} = 58 - 65$ .

Обкатывание шариком является более совершенным методом отделки и упрочнения поверхностей.

Державка, используемая для обкатывания шариком, имеет малые габариты и закрепляется в резцедержателе так же, как резец.

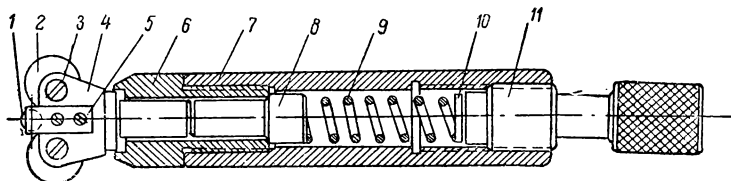


Рис. 70. Державка с подпружиненным шариком для обкатывания поверхностей.

Наилучшие результаты дает использование державки, работа которой основана на упругом контакте шарика с обрабатываемой поверхностью (рис. 70).

Шарик 1 установлен между наружными кольцами двух шарикоподшипников 2, свободно вращающихся на осях 3, и удерживается латунной скобой 5, привинченной к державке 4. Цилиндрический хвостовик державки входит с небольшим зазором в направляющее отверстие втулки 6, ввинченной в корпус 7. С противоположной стороны во втулку 6 вставлен плунжер 8, поджимаемый спиральной тарированной пружиной 9, которая сжимается резьбовой пробкой 11. Между пружиной и пробкой проложена прокладка 10.

В таких державках обычно используются шарики, изготавливаемые шарикоподшипниковой промышленностью.

На некоторых заводах успешно применяются комбинированные державки, используемые одновременно для обтачивания резцом и обкатывания шариком. Резец располагается как обычно спереди, а державка с шариком — с помощью специального кронштейна по другую сторону детали.

Резец обтачивает заготовку на заданный размер, а шарик, смещенный относительно вершины резца на 1—1,5 мм в горизонтальной плоскости, следуя за резцом, выполняет операцию обкатывания поверхности.

Применение державки по рис. 70 позволяет повысить чистоту поверхности на 3—4 класса. Так, например, после обкатывания поверхность, предварительно отточенная с шероховатостью  $\nabla 5$  класса, соответствует  $\nabla 8 - \nabla 9$  классам.

## 7. СУПЕРФИНИШИРОВАНИЕ (ПРИТИРОЧНОЕ ШЛИФОВАНИЕ)

Наиболее высокая чистота поверхности обеспечивается при суперфинишировании, осуществляемом с помощью мелкозернистых абразивных брусков при весьма малых скоростях резания и давлениях инструмента на обрабатываемую поверхность.

Припуски на суперфиниширование не должны превышать 0,01 мм.

Для осуществления суперфиниширования станок должен быть оборудован специальной головкой с пневматическим (или гидравлическим) устройством, сообщающим брускам колебательные движения вдоль оси детали с амплитудой колебания 2—5 мм и частотой 200—2000 двойных ходов в минуту.

Детали сообщается вращение. Давление абразивного бруска на обрабатываемую поверхность регулируется пружиной и регистрируется с помощью манометра (схему суперфиниширования см. в табл. 41).

Обработка ведется с применением охлаждающей жидкости — смеси керосина и веретенного масла (в равных долях).

## 8. НАКАТЫВАНИЕ

Цилиндрические рукоятки различных измерительных инструментов, рукоятки калибров, головки микрометрических винтов и круглые гайки для удобства

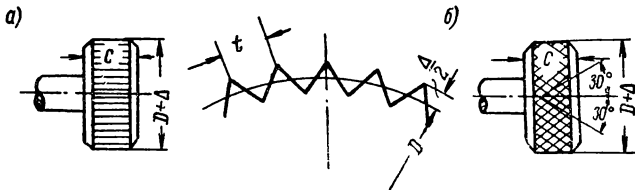


Рис. 71. Элементы накатанной поверхности (накатки).

пользования делают не гладкими, а рифлеными. Такая рифленая поверхность называется *накаткой* (рис. 71), а процесс ее получения — *накатыванием*. Накатка бывает прямой (рис. 71, а) и перекрестной (рис. 71, б).

Шаг накатки  $t$  принимается в зависимости от размеров и материала заготовки по табл. 91.

Таблица 91

Рекомендуемые значения шага накатки

<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Диаметр накатки <math>D</math> (в мм)</div> <div style="margin: 0 10px;">\</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ширина накатки <math>c</math> (в мм)</div> </div>	Прямая накатка						Перекрестная накатка					
	на всех материалах						на латуни, фибре и т. п.			на стали		
	св. 2	до 6	св. 6	до 14	св. 14	до 30	до 6	св. 6	до 14	св. 14	до 30	св. 30
	св. 2	до 6	св. 6	до 14	св. 14	до 30	св. 2	до 6	св. 6	до 14	св. 14	до 30
Шаг накатки $t$ (в мм)												
До 8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Св. 8 до 16	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
„ 16 „ 32	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0
„ 32 „ 64	0,6	0,8	1,0	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	0,8	1,0	1,2	1,2
„ 64 „ 100	0,8	0,8	1,0	1,2	0,8	0,8	1,0	1,2	0,8	1,0	1,2	1,6

После накатывания диаметр детали оказывается увеличенным на некоторую величину  $\Delta = (0,25 - 0,5) t$ , в зависимости от твердости накатываемого материала и величины шага зубчиков накатки.

При накатывании в резцедержателе суппорта станка закрепляют особую державку (рис. 72, а), в которой установлены для простой накатки один, а для перекрестной два ролика (рис. 72, б) из инструментальной закаленной стали с насечкой. Насечки накатных роликов имеют различные размеры и направление, что позволяет получать накатку различных узоров.



Державку при накатывании прижимают к вращающейся детали. Ролики начинают вращаться и, вдавливаясь в материал детали, образуют на ее поверхности накатку. Она может быть крупной, средней или мелкой (в зависимости от размеров зубчиков на роликах).

Подачу при накатывании производят в двух направлениях — перпендикулярно к оси детали и вдоль оси. Для получения достаточной глубины накатки накатывание ведут в 2—4 прохода.

*Практические рекомендации при накатывании:*

1) перед началом работы нужно тщательно очистить ролики проволочной щеткой от остатков материала, а рабочие поверхности их хорошо смазать маслом;

2) в начале накатывания следует сразу дать сильный нажим и проверить, попадают ли зубчики ролика при следующих оборотах в сделанные ими насечки; в противном случае надо несколько уменьшить диаметр накатываемой детали;

3) следить за тем, чтобы двойные ролики были расположены точно один под другим.

На рис. 73 показаны ролики для прямой и перекрестной накатки.

Ролики изготовляют из стали У10А, У12А, ХВГ и ЭХ12 и подвергают закалке до  $H_{RC} = 63—65$ . Диаметр роликов обычно со-

Рис. 72. Схемы накатывания поверхностей.

ставляет  $D = 20—25$  мм, а ширина  $s = 6—15$  мм.

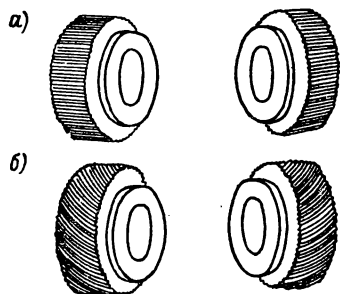


Рис. 73. Ролики для накатывания: а — прямого; б — перекрестного.

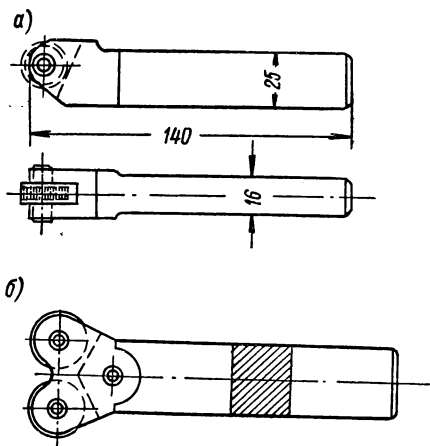


Рис. 74. Державки для закрепления накатных роликов.

В однороликовых державках для прямой накатки (рис. 74, а) и в двухро-  
ликовых для перекрестной (рис. 74, б) ролики свободно вращаются на осях.  
Рекомендуемые режимы накатывания даны в табл. 92.

Таблица 92

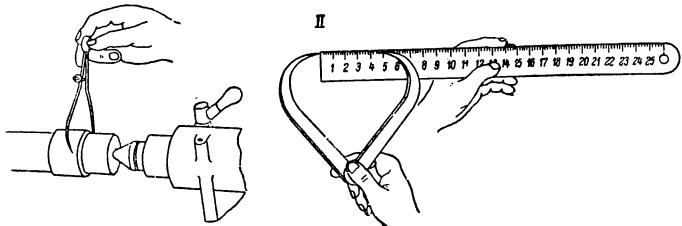
## Режимы накатывания

Обрабатываемый материал	Сталь мягкая		Сталь твердая		Бронза		Латунь		Алюминий	
Шаг зубьев на ролике (в 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 (в мм) . . . . .	5	10	15	20	30	50	75	100		
Продольная подача (в мм/об) . .	0,7	1,0	1,25	1,5	1,7	2,0	2,5	2,5		
Окружная скорость накатывания (в м/мин) . .	20—25		10—15		25—40		40—50		80—100	
<i>Примечание.</i> На каждом из указанных материалов можно накатывать также и любую более мелкую накатку (например, на латуни накатку с шагом $t = 0,5$ мм).										

## 9. ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Таблица 93

## Способы измерения диаметров наружных цилиндрических поверхностей

Описание способа
<p>При помощи кронциркуля и измерительной линейки</p>  <p>При измерении детали кронциркулем инструмент берут правой рукой за шарнирную часть и раздвигают ножки приблизительно на проверяемый</p>

## Описание способа

размер. Затем легким постукиванием об измеряемую деталь или какой-нибудь другой твердый предмет ножки кронциркуля сдвигают таким образом, чтобы они вплотную касались наружных поверхностей детали (без качки и без просвета). Если у кронциркуля имеется установочный винт (поз. I), то расстояние между ножками устанавливается с его помощью.

При измерении кронциркуль надо держать строго перпендикулярно к оси измеряемой детали (поз. I). Губки инструмента должны проходить через измеряемое место детали с легким усилием без просвета.

После снятия размера с детали кронциркуль осторожно прикладывают к измерительной линейке так, чтобы одна ножка упиралась в ее торец (поз. II). Слегка поддерживая эту ножку, накладывают вторую ножку на линейку и отсчитывают полученный размер.

При отсчете размера нужно следить за тем, чтобы не произошло перекоса кронциркуля.

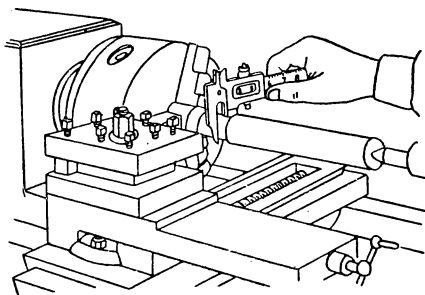
При использовании кронциркуля со шкалой надобность в измерительной линейке отпадает.

Точность измерения кронциркулем при наличии у рабочего некоторого навыка составляет  $\pm 0,3 \div \pm 0,5$  мм.

Этот способ применяется для измерения грубо обработанных поверхностей преимущественно в единичном и мелкосерийном производстве.

## При помощи штангенциркуля

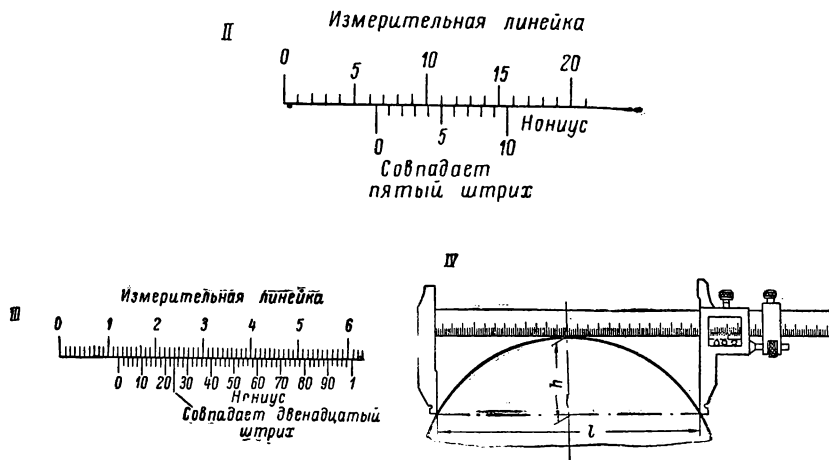
I



При измерении наружных диаметров небольших деталей штангенциркуль держат в правой руке. Отпустив стопорные винты рамки и движка, раздвигают губки, перемещая рамку вправо (поз. I). Затем опускают штангенциркуль на деталь, сдвигают губки до соприкосновения с измеряемой поверхностью и зажимают стопорный винт рамки. Прижимать губки к детали следует так, чтобы при зажатом стопорном винте деталь перемещалась

Продолжение табл. 93

## Описание способа



между губками с легким трением. От правильного прижима губок в значительной мере зависит точность измерения

При измерении штангенциркулем с микрометрической подачей губки сначала подводят почти вплотную к детали (путем перемещения рамки), затем окончательно приводят в соприкосновение с поверхностями детали с помощью микрометрической подачи, после чего закрепляют стопорный винт рамки

В поз. II показано положение нониуса при измерении штангенциркулем с десятичным нониусом (величина отсчета по нониусу 0,1 мм). Измеренный при этом положении размер равен 6,5 мм, так как нулевой штрих нониуса находится между 6-м и 7-м штрихами измерительной линейки и с одним из штрихов линейки совпадает 5-й штрих нониуса, что соответствует  $5 \times 0,1 = 0,5$  мм. Поэтому диаметр детали составляет  $6 + 0,5 = 6,5$  мм (величина 0,5 читается по шкале нониуса)

В поз. III представлено положение нониуса точного штангенциркуля (величина отсчета по нониусу 0,02 мм) при замере размера 12,24 мм

Здесь нулевой штрих нониуса расположен между 12-м и 13-м штрихами линейки и с одним из штрихов линейки совпадает 12-й штрих нониуса, что соответствует  $12 \times 0,02 = 0,24$  мм. Поэтому размер равен  $12 + 0,24 = 12,24$  мм (величина 0,24 читается по шкале нониуса)

Наружные диаметры больших деталей измеряют либо с торца (это возможно при закреплении детали в патроне, когда ее торец свободен), либо же измеряют хорду и высоту сегмента (поз. IV) с последующим пересчетом на диаметр

Продолжение табл. 93

## Описание способа

Штангенциркуль при этом измерении касается детали тремя точками — кромками ножек и штангой-линейкой

Диаметр вала определяют по такой формуле:

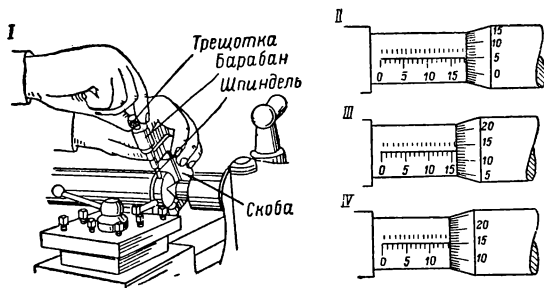
$$D = \frac{l^2}{4h} + h,$$

где  $h$  — высота сегмента, постоянная для каждого штангенциркуля (выпускаются штангенциркули с размерами  $h=35, 45, 60$  и  $80$  мм; см. ГОСТ 166-51);

$l$  — длина хорды

Точность измерений по этому методу сравнительно невысокая

## При помощи микрометра



При измерении микрометром сначала отпускают стопор, затем берут микрометр рукой за скобу и наставляют на измеряемую деталь (поз. I). Большим и указательным пальцами осторожно вращают за трещотку барабан микрометра до тех пор, пока измерительные поверхности микрометра не коснутся поверхности детали. После этого закрепляют винт стопорным устройством

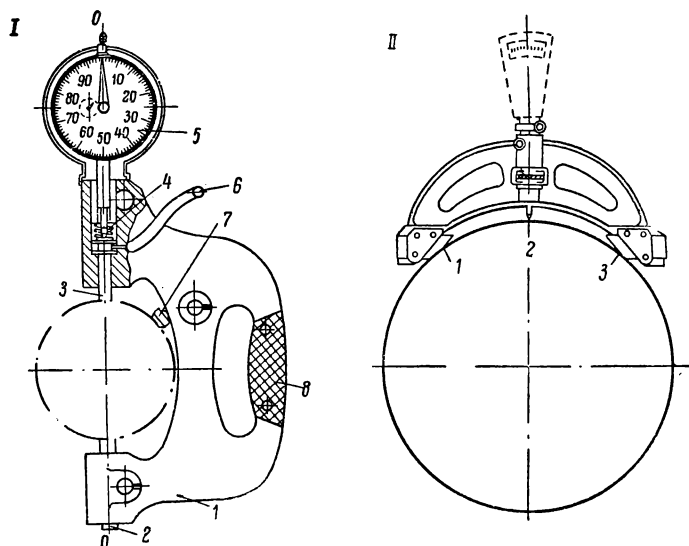
Механизм микрометра устроен таким образом, что при полном обороте барабана его шпиндель переместится на  $0,5$  мм. Следовательно, если повернуть барабан не на полный оборот, т. е. не на 50 делений, а, например, на одно деление, или на  $\frac{1}{50}$  часть оборота, то шпиндель переместится на  $0,5 \times$

$\times \frac{1}{50} = 0,01$  мм. Это и есть цена деления микрометра. При отсчетах сначала смотрят, сколько целых или целых с половиной миллиметров открыл барабан на шкале, затем к этому прибавляют число сотых долей миллиметра, которое совпало с линией на шкале

В поз. II, III и IV показано, как отсчитываются размеры 18,55, 16,13 и 14,15 мм

## Описание способа

## При помощи индикаторных скоб и приборов



Индикаторные приборы и скобы служат для относительных измерений размеров

Скоба (поз. I) состоит из корпуса 1, в направляющих которого помещаются переставная пятка 2 и чувствительная пятка 3, находящаяся под действием пружины 4. Чувствительная пятка постоянно контактируется с измерительным наконечником индикатора 5, вставленного в корпус скобы и закрепленного стопорным винтом

Перед измерением скобу устанавливают на размер по блоку плиток. Для этого пятку 2 переставляют в нужное положение. При установке измеряемой детали между губками скобы чувствительную пятку с помощью рычажка 6 перемещают внутрь корпуса, что уменьшает износ поверхности губок

Для удобства измерения диаметров имеется упор 7, который при настройке скобы на размер устанавливают так, чтобы линия измерения проходила через ось детали  $OO$ .

Текстолитовые прокладки 8 изолируют корпус скобы от теплового действия руки рабочего, что необходимо для поддержания постоянства температуры скобы

Точность измерения зависит от точности индикатора. Как правило, она равна  $0,01$  мм

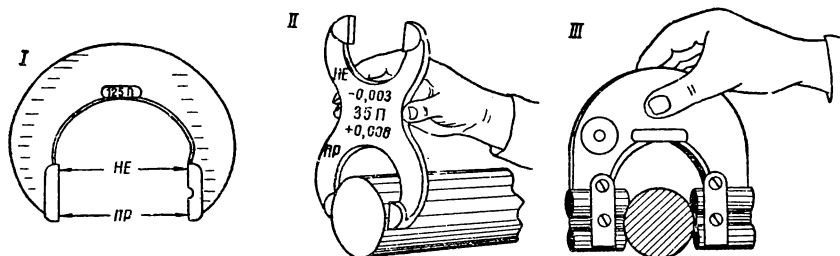
Для точных измерений больших диаметров применяют индикаторные приборы, определяющие величину хорды и высоту сегмента (поз. II)

## Описание способа

Прибор опирается на измеряемую поверхность двумя неподвижными измерительными поверхностями 1 и 3 и одной подвижной 2 (наконечником миниметра). Перед измерением прибор устанавливают на определенный размер. Отклонение диаметра измеряемой поверхности от размера, на который установлен прибор, определяется по показаниям миниметра

Точность измерений 0,005—0,01 мм

## При помощи предельных калибров (скоб)



В серийном и массовом производстве диаметры наружных цилиндрических поверхностей измеряют с помощью предельных скоб

Предельные скобы имеют две пары измерительных щек. Расстояние между щеками с одной стороны равно наименьшему допускаемому диаметру, а с другой — наибольшему допускаемому диаметру детали. Если измеряемый вал проходит в большую сторону скобы, то, следовательно, его размер не превышает допустимого, а если не проходит, значит, размер его слишком велик. Если же вал проходит также и в меньшую сторону скобы, то это означает, что его диаметр слишком мал, т. е. меньше допустимого. Такой вал бракуется

Сторона скобы с меньшим размером называется *непроходной* (НЕ), а сторона с большим размером — *проходной* (ПР) (поз. I и II)

Деталь признается годной, если скоба, опускаемая на нее проходной стороной, скользит вниз под влиянием своего веса (поз. II), а непроходная сторона скобы не находит на вал (поз. III). Контролируемый размер здесь можно регулировать — он устанавливается по плиткам, после чего измерительные щеки скобы закрепляются

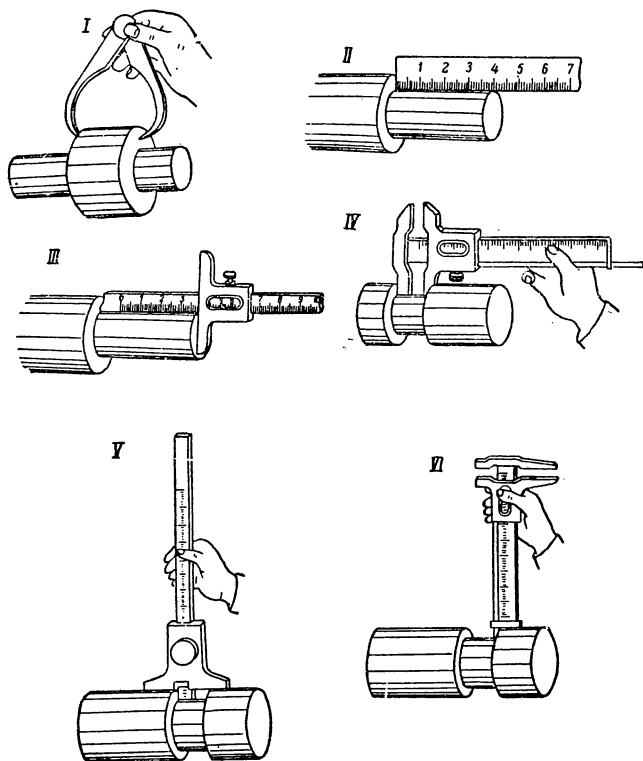
Для измерения валов большого диаметра, как правило, вместо двусторонних скоб применяют односторонние (поз. III), у которых обе пары измерительных щек лежат одна за другой. Эти скобы имеют меньший вес и значительно ускоряют процесс контроля

Таблица 94

## Способы измерения длин ступеней наружных цилиндрических поверхностей и глубины выточек

## Описание способа

При помощи универсальных измерительных инструментов



Универсальными измерительными инструментами пользуются преимущественно в условиях единичного и мелкосерийного производства

Длины ступеней измеряются кронциркулем и измерительной линейкой (поз. I и II; точность измерения  $\pm 0,5$  мм), штангенглубиномером (поз. III; точность измерения  $\pm 0,1$  мм) и штангенциркулем (поз. IV; точность измерения  $\pm 0,1$  мм)

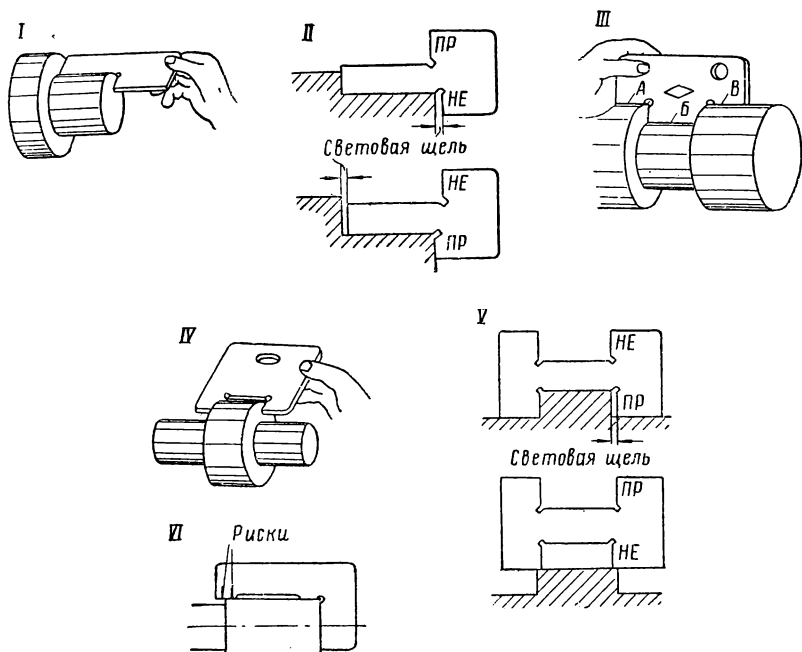
Глубина выточек измеряется измерительной линейкой (точность измерения  $\pm 0,5$  мм), штангенглубиномером (поз. V; точность измерения  $\pm 0,1$  мм) и штангенциркулем (поз. VI; точность измерения  $\pm 0,1$  мм)



## Описание способа

Наиболее простым и вместе с тем достаточно точным способом определения глубины выточки является измерение диаметров шейки вала и выточки штангенциркулем (точность измерения  $\pm 0,02-0,05$  мм), микрометром (точность измерения  $\pm 0,01$  мм) или другим инструментом. Глубина выточки в этом случае определяется как полуразность двух замеров (вала и выточки). При измерении выточек на деталях большого диаметра применение этого метода невозможно. Тогда приходится прибегать к использованию линейки, штангенглубиномера или штангенциркуля (по схемам на поз. V и VI)

## При помощи специальных шаблонов



Специальные шаблоны применяют для измерений в серийном и массовом производстве

Для измерения длин ступеней пользуются предельными шаблонами

При контроле длины ступеней, открытых для измерения с одной стороны (поз. I), деталь считается годной, если световая щель при прикладывании шаблона стороной НЕ (поз. II) будет видна у торца детали (т. е. фактическая длина ступени будет меньше НЕ), а при прикладывании стороной ПР световая щель будет видна у уступа (т. е. фактическая длина уступа будет больше ПР)

Продолжение табл. 94

Описание способа
<p>При контроле длин закрытых с обеих сторон ступеней (ширины выточки, поз. <i>III</i>) измерения производят плоским калибром-пробкой, а при контроле ступеней, открытых с обеих сторон (ширина буртика, поз. <i>IV</i>), пользуются предельными скобами (поз. <i>V</i>)</p> <p>Кроме предельных шаблонов, показанных в поз. <i>I</i> и <i>III</i>, для контроля длин ступеней применяют односторонние шаблоны с двумя рисками (поз. <i>VI</i>), расстояние между которыми равно допуску на длину ступени. Такие шаблоны используют только в тех случаях, когда допуск на длину ступеней не меньше 0,5 мм</p> <p>Глубина выточек контролируется с помощью шаблонов, аналогичных показанному в поз. <i>III</i>. При контроле световая щель располагается между поверхностями шаблона <i>A</i> и <i>B</i> и образующей цилиндрической поверхности детали (сторона <i>HE</i>) и между дном выточки и поверхностью <i>B</i> шаблона (сторона <i>PR</i>)</p>

# РАЗДЕЛ ОДИННАДЦАТЫЙ

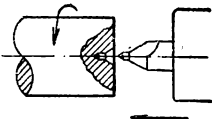
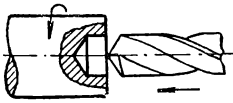
## МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ. ЦЕНТРОВАНИЕ И СВЕРЛЕНИЕ

### 1. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

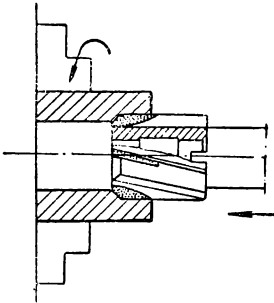
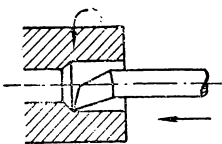
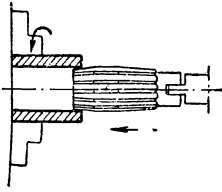
Краткая характеристика основных методов обработки отверстий приводится в табл. 95.

Таблица 95

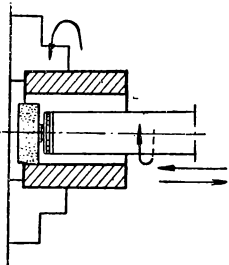
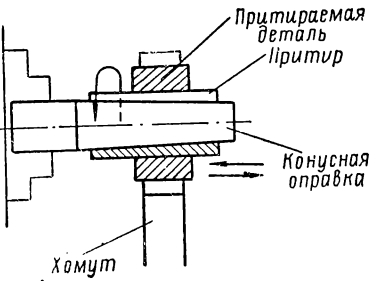
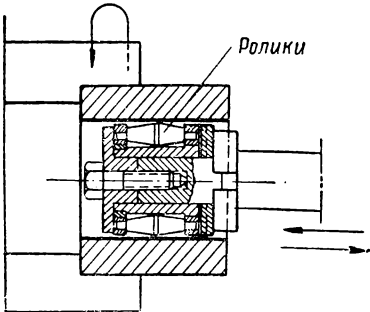
**Основные методы обработки отверстий**

Схема	Краткая характеристика
	<p style="text-align: center;"><b>Центрование</b></p> <p>Центрование является подготовительной операцией, предназначенной для создания центровых углублений на торцах для установки деталей в центрах. Размеры центровых отверстий с углом <math>60^\circ</math> приведены в ОСТе 3725 (см. рис. 75 и табл. 107).</p> <p>Центрование осуществляется как на токарных, так и на специальных центровочных станках. Последний метод является наиболее производительным и обеспечивает более высокое качество заготовки</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Сверление и рассверливание</b></p> <p>При сверлении получают отверстия 4—5-го классов точности. При работе на токарных станках сверление применяется главным образом как метод предварительной обработки</p> <p>Осуществляется сверление как при вращающейся детали, так и (реже) при вращающемся сверле, закрепленном в шпинделе станка</p>

Продолжение табл. 95

Схема	Краткая характеристика
 <p>The diagram shows a reamer being used to finish a hole in a workpiece. The reamer is a multi-fluted tool that fits snugly into the hole. Arrows indicate the direction of rotation and the feed of the tool.</p>	<p><b>Зенкерование</b></p> <p>Зенкерование (как и рассверливание) относится к процессам полустачевой обработки</p> <p>После зенкерования отверстие получается более точным (3а—4-го класса точности), чем при сверлении, и с более высокой чистотой поверхности. Увод оси отверстия при зенкерании незначительный</p> <p>Наиболее успешно зенкерование используется для обработки литых и прокатанных кузнечным способом отверстий</p>
 <p>The diagram shows a broaching tool, which has a series of cutting edges of increasing length, being pushed through a workpiece to create a hole. An arrow indicates the direction of the feed.</p>	<p><b>Растачивание</b></p> <p>Растачивание применяется при обработке отверстий большого диаметра, коротких, ступенчатых и точных по размерам и форме (тонкое растачивание)</p> <p>Точность обработки растачиванием соответствует 3—4-му классам</p> <p>Тонкое растачивание обеспечивает точность по 2-му и 2а классам и шероховатость поверхности 7—8-го классов</p>
 <p>The diagram shows a honing process where a tool with multiple longitudinal strokes is used to finish the inner surface of a hole. Arrows indicate the direction of the tool's movement and the rotation of the workpiece.</p>	<p><b>Развертывание</b></p> <p>Развертывание является процессом полустачевой и чистовой обработки отверстий диаметром до 100 мм (в отдельных случаях и выше)</p> <p>Точность развертывания — по 2—3-му классам ОСТ</p> <p>Шероховатость поверхности — 6—8-й классы</p>

Продолжение табл. 95

Схема	Краткая характеристика
	<p align="center"><b>Шлифование</b></p> <p>Шлифование — метод чистовой обработки отверстий. При шлифовании обеспечивается точность 2—2а классов и шероховатость поверхности 7—8-го классов</p> <p>На токарных станках шлифование осуществляется при помощи специальных переносных шлифовальных головок, а на станках крупных размеров при помощи специальных приспособлений</p>
 <p>Притираемая деталь Притир Конусная оправка Хомут</p>	<p align="center"><b>Притирка (доводка)</b></p> <p>К притирке или доводке на токарном станке прибегают при изготовлении некоторых особо точных деталей (точность 1-го класса и шероховатость поверхности 10—12-го классов)</p> <p>Точность предварительной обработки отверстий под притирку должна быть не ниже 2—2а классов, а шероховатость поверхности не ниже 7—9-го классов</p>
 <p>Ролики</p>	<p align="center"><b>Раскатывание (развальцовывание)</b></p> <p>При раскатывании отверстий достигается 2-й класс точности и 8-й класс шероховатости поверхности</p> <p>Перед раскатыванием отверстие должно быть подготовлено с учетом того, что после раскатывания его диаметр увеличивается (за счет уплотнения материала) на 0,02—0,03 мм</p>

## 2. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ ОТВЕРСТИЙ

Таблица 96

Припуски на диаметр под чистовое растачивание отверстий  
(размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстия		Припуски на диаметр при расчетной длине							Допуск на диаметр отверстия
более	до	до 25	более 25 до 63	более 63 до 100	более 100 до 160	более 160 до 250	более 250 до 400	более 400 до 630	
—	10	1,0	1,1	—	—	—	—	—	+0,20
10	18	1,2	1,3	1,3	—	—	—	—	+0,24
18	30	1,3	1,3	1,4	1,4	—	—	—	+0,28
30	50	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	—	—	+0,34
50	80	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	—	+0,40
80	120	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1	2,3	+0,46
120	180	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,5	+0,53
180	260	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	+0,60
260	360	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,7	2,9	+0,68
360	500	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	3,0	3,2	+0,76

Таблица 97

Припуски на диаметр под зенкерование отверстий (размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстия	После сверления	После черного зенкерования или растачивания
От 15 до 20	1,5—2,0	0,5—1,0
св. 20 „ 30	2,0—2,5	1,0—1,5
„ 30 „ 50	2,5—3,0	1,5—2,0

Таблица 98

**Припуски на диаметр под развертывание после сверла,  
резца или зенкера (размеры в мм)**

Припуск	Диаметр отверстия				
	12—18	18—30	30—50	50—75	75—100
Общий под черновое и чистовое развертывание . . .	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
Под черновое развертывание . . . . .	0,10	0,14	0,18	0,22	0,30
Под чистовое развертывание . . . . .	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10

Таблица 99

**Припуски и допуски под протягивание круглых отверстий  
(размеры в мм)**

Номинальный диаметр отверстия	Для отверстий, подготовляемых с точностью до 4-го класса ОСТ		Для отверстий,готавливаемых с точностью грубее 4-го класса ОСТ	
	припуск на диаметр	допуск на диаметр	припуск на диаметр	допуск на диаметр
От 10 до 30	0,5	+ (0,12—0,14)	0,8	+ (0,24—0,28)
Св. 30 „ 80	0,8	+ (0,17—0,2)	1,0	+ (0,34—0,40)
„ 80 „ 350	1,2	+ (0,23—0,38)	1,5	+ (0,46—0,76)

Таблица 100

**Припуски и допуски на внутреннее шлифование (размеры в мм)**

Номинальный диаметр отверстия		Характер заготовки	Припуски на диаметр при расчетной длине						Допуски на диаметр
более	до		до 63	более 63 до 100	более 100 до 160	более 160 до 250	более 250 до 400	более 400 до 630	
—	10	Сырые . . . Закаливаемые	0,3 0,3	— —	— —	— —	— —	— —	+0,1 +0,1

Продолжение табл. 100

Номиналь- ный диа- метр от- верстия		Характер заготовки	Припуски на диаметр при расчетной длине						Допуски на диаметр
бо- лее	до		до 63	более 63 до 100	более 100 до 160	более 160 до 250	более 250 до 400	более 400 до 630	
10	18	Сырые . . .	0,3	0,3	—	—	—	—	+0,12
		Закаливаемые	0,3	0,4	—	—	—	—	+0,12
18	30	Сырые . . .	0,4	0,4	0,4	—	—	—	+0,14
		Закаливаемые	0,4	0,4	0,4	—	—	—	+0,14
30	50	Сырые . . .	0,4	0,4	0,4	0,4	—	—	+0,17
		Закаливаемые	0,4	0,5	0,5	0,5	—	—	+0,17
50	80	Сырые . . .	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	—	+0,2
		Закаливаемые	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	—	+0,2
80	120	Сырые . . .	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	+0,23
		Закаливаемые	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	+0,23
120	180	Сырые . . .	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	+0,26
		Закаливаемые	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	+0,26
180	260	Сырые . . .	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	+0,3
		Закаливаемые	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	+0,3
260	360	Сырые . . .	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	+0,34
		Закаливаемые	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	+0,34
360	500	Сырые . . .	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	+0,38
		Закаливаемые	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	+0,38



Таблица 101

## Припуски на диаметр под тонкое растачивание (размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстия		Растачивание								Допускаемое отклонение припуска под тонкое растачивание	
более	до	Алюминий		Баббит		Бронза и чугун		Сталь		предварительное	окончателное
		предварительное	окончателное	предварительное	окончателное	предварительное	окончателное	предварительное	окончателное		
—	30	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	+0,08	+0,04
30	50	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	+0,10	+0,05
50	80	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	+0,12	+0,06
80	120	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	+0,14	+0,07
120	180	0,5	0,1	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	+0,16	+0,08

Таблица 102

## Припуски на диаметр под шабрение отверстий (размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстия	Длина отверстия			
	До 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300
До 80	0,05	0,08	0,12	—
св. 80 до 180	0,10	0,15	0,20	0,30
„ 180 „ 360	0,15	0,20	0,25	0,30
„ 360	0,20	0,25	0,30	0,35

Таблица 103

## Припуски на диаметр под хонингование отверстий (размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстий	Обрабатываемый материал	
	чугун	сталь
До 80	0,05	0,02
св. 80 до 180	0,06	0,03
„ 180	0,07	0,04

Таблица 104

## Припуски на диаметр под притирку (размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстия	Припуск на диаметр	Допускаемое отклонение припуска
До 50	0,010	+0,005
св. 50 до 80	0,015	+0,005
„ 80 „ 120	0,020	+0,005

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ

Количество и последовательность переходов при обработке отверстий устанавливаются в зависимости от требуемой точности и размеров отверстия, а также от вида заготовки (сплошной материал, отлитые или штампованные отверстия).

Таблица 105

Последовательность переходов при обработке отверстий  
2—4-го классов точности

Диаметр отвер- стия (в мм)	Вид заготовки	Последовательность переходов		
		Классы точности		
		2-й и 2а	3-й и 3а	4-й
До 10	Сплош- ной мате- риал	Сверление, раз- вертывание полу- чистовое, разверты- вание чистовое	Сверление, раз- вертывание	Сверле- ние
От 10 до 30	Сплош- ной мате- риал	Сверление, зенке- рование или раста- чивание, разверты- вание получисто- вое, развертывание чистовое	Сверление, раста- чивание или зенке- рование, разверты- вание	Сверле- ние, зен- керование или раз- вертыва- ние
	Отлитое или про- шито-е от- верстие с припуском до 4 мм на диаметр	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание полу- чистовое, разверты- вание чистовое	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание	Растачи- вание или зенкериа- ние
	Отлитое или про- шито-е от- верстие с припуском свыше 4 мм на диаметр	Растачивание или зенкерование чер- новое, зенкериа- ние или раста- чивание полу- чистовое, разверты- вание по- лучистовое, развер- тывание чистовое	Растачивание или зенкерование чер- новое или раста- чивание полу- чистовое, развертывание	Растачи- вание или зенкериа- ние черно- вое, зенке- рование или раста- чивание чистовое

Продолжение табл. 105

Диаметр отвер- стия (в мм)	Вид заготовки	Последовательность переходов		
		Классы точности		
		2-й и 2а	3-й и 3а	4-й
От 10 до 30	Сплош- ной мате- риал	Сверление, рас- сверливание или (вместо рассверли- вания и зенкерова- ния) растачивание черновое, разверты- вание получистовое, развертывание чи- стовое	Сверление, рас- сверливание, зенке- рование или (вме- сто рассверливания и зенкерования) растачивание, раз- вертывание	Сверле- ние, рас- сверлива- ние или (вместо рассверли- вания) рас- тачивание
От 30 до 100	Отлитое или про- шито-е от- верстие с припуском до 6 мм на диаметр	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание полу- чистовое, разверты- вание чистовое	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание	Растачи- вание или зенкериа- ние
	Отлитое или про- шито-е от- верстие с припуском свыше 6 мм на диаметр	Растачивание или зенкерование чер- новое, зенкерова- ние или растачива- ние получистовое, развертывание по- лучистовое, развер- тывание чистовое	Растачивание или зенкерование чер- новое, зенкерование или растачивание получистовое, раз- вертывание	Растачи- вание или зенкерова- ние чер- новое или растачива- ние полу- чистовое
Свыше 100	Растачи- вание чер- новое, рас- тачивание чистовое	Растачивание чер- новое, растачивание получистовое, рас- тачивание чистовое или развертывание специальной раз- верткой	Растачивание чер- новое, растачивание получистовое, рас- тачивание чистовое или развертывание специальной раз- верткой	Отлитое или про- шито-е от- верстие с припуском 6 мм на диаметр

Таблица 106

## Номинальные диаметры инструментов для обработки отверстий (размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстия	2-й и 2а классы точности				Литое или горяче- штампованное отверстие				3-й и 3а классы точности				4-й класс точности			
	Отверстие в сплош- ном материале				Литое или горяче- штампованное отверстие				Отверстие в сплошном материале		Литое или горячештам- пованное отверстие		Отвер- стие в сплошном мате- риале		Литое или горяче- штампо- ванное отверстие	
	сверло	зенкер получи- тельный	развертка черновая	развертка чистовая					зенкер черновой	зенкер получи- тельный	развертка черновая	развертка чистовая	сверло	зенкер получи- тельный	развертка	сверло
1,5	1,4	—	1,47	1,5	—	—	—	—	1,4	—	1,5	—	1,5	—	—	—
2	1,9	—	1,97	2	—	—	—	—	1,9	—	2	—	2	—	—	—
2,5	2,4	—	2,47	2,5	—	—	—	—	2,4	—	2,5	—	2,5	—	—	—
3	2,9	—	2,96	3	—	—	—	—	2,9	—	3	—	3	—	—	—
4	3,9	—	3,96	4	—	—	—	—	3,9	—	4	—	4	—	—	—
5	4,9	—	4,96	5	—	—	—	—	4,9	—	5	—	5	—	—	—
6	5,9	—	5,96	6	—	—	—	—	5,9	—	6	—	6	—	—	—
8	7,8	—	7,95	8	—	—	—	—	7,8	—	8	—	8	—	—	—
9	8,8	—	8,95	9	—	—	—	—	8,8	—	9	—	9	—	—	—
10	9,8	—	9,95	10	—	—	—	—	9,7	—	10	—	10	—	—	—
11	10,7	—	10,94	11	—	—	—	—	10,7	—	11	—	11	—	—	—
12	10,7	11,85	11,94	12	11	11,85	11,94	12	10,7	11,85	12	—	10,7	12	—	—
13	11,7	12,85	12,94	13	12	12,85	12,94	13	11,7	12,85	13	—	12	13	12	13
14	12,7	13,85	13,94	14	13	13,85	13,94	14	12,7	13,85	14	—	13	14	13	14

Продолжение табл. 106

Номинальный диаметр отверстия	2-й и 2а классы точности				3-й и 3а классы точности				4-й класс точности			
	Отверстие в сплошном материале				Литое или горячештампованное отверстие				Отверстие в сплошном материале			
	сверло	зенкер получин- стовой	развертка черновая	развертка чистовая	зенкер черновой	зенкер получин- стовой	развертка	Отверстие в сплошном материале	Литое или горячештампованное отверстие		сверло	зенкер
15	13,7	14,85	14,94	15	14	14,85	14,94	13,7	14,85	15	13,7	15
16	14,3	15,85	15,94	16	15	15,85	15,94	14,3	15,85	16	14,3	16
17	15,3	16,85	16,94	17	16	16,85	16,94	15,3	16,85	17	15,3	17
18	16,3	17,85	17,94	18	17	17,85	17,94	16,3	17,85	18	16,3	18
19	16,5	18,80	18,93	19	17,5	18,80	18,93	16,5	18,80	19	16,5	19
20	17,6	19,80	19,93	20	18,5	19,80	19,93	17,6	19,80	20	17,6	20
21	18,6	20,80	20,93	21	19,5	20,80	20,93	18,6	20,80	21	18,6	21
22	19,6	21,80	21,93	22	20,5	21,80	21,93	19,6	21,80	22	19,6	22
23	20,6	22,80	22,93	23	21,5	22,80	22,93	20,6	22,80	23	20,6	23
24	21,6	23,80	23,93	24	22,5	23,80	23,93	21,6	23,80	24	21,6	24
25	22,6	24,80	24,93	25	23,5	24,80	24,93	22,6	24,80	25	22,6	25
26	23,6	25,80	25,93	26	24,5	25,80	25,93	23,6	25,80	26	23,6	26
28	25,6	27,80	27,93	28	26,5	27,80	27,93	25,6	27,80	28	25,6	28
30	27,6	29,80	29,93	30	28,5	29,80	29,93	27,6	29,80	30	27,6	30

Продолжение табл. 106

Номинальный диаметр отверстия	2-й и 2а классы точности				3-й и 3а классы точности				4-й класс точности			
	Отверстие в сплошном материале		Литое или горячештампованное отверстие		Отверстие в сплошном материале		Литое или горячештампованное отверстие		Отверстие в сплошном материале		Литое или горячештампованное отверстие	
32	29	31,75	31,92	32	29	31,75	32	30	29	32	30	32
34	31	33,75	33,92	34	31	33,75	34	32	31	34	32	34
35	32	34,75	34,92	35	32	34,75	35	33	32	35	33	35
36	33	35,75	35,92	36	33	35,75	36	34	33	36	34	35
38	35	37,75	37,92	38	35	37,75	38	36	35	38	36	38
40	37	39,75	39,92	40	37	39,75	40	38	37	40	38	40
42	39	41,75	41,92	42	39	41,75	42	40	39	42	40	42
44	41	43,75	43,92	44	41,5	43,75	44	42	41,5	44	42	44
45	42	44,75	44,92	45	42	44,75	45	43	42	45	43	45
46	43	45,75	45,92	46	42,7	45,75	46	44	43	46	44	46
48	45	47,75	47,92	48	45	47,75	48	46	45	48	46	48



Продолжение табл. 106

Номинальный диаметр отверстия	2-й и 2а классы точности				3-й и 3а классы точности				4-й класс точности			
	Отверстие в сплошном материале		Литое или горячештампованное отверстие		Отверстие в сплошном материале		Литое или горячештампованное отверстие		Отверстие в сплошном материале		Литое или горячештампованное отверстие	
	сверло	зенкер полу-чистовой	развертка черновая	развертка чистовая	сверло	зенкер полу-чистовой	развертка	зенкер черновой	сверло	зенкер	сверло	зенкер
78	—	—	77,70	77,91	—	—	—	75	—	—	—	78
80	—	—	79,70	79,91	—	—	—	78	—	—	—	80
82	—	—	81,65	81,9	—	—	—	80	—	—	—	82
85	—	—	84,65	84,9	—	—	—	82	—	—	—	85
88	—	—	87,65	87,9	—	—	—	85	—	—	—	88
90	—	—	89,65	89,9	—	—	—	88	—	—	—	90
92	—	—	91,65	91,9	—	—	—	90	—	—	—	92
95	—	—	94,65	94,9	—	—	—	92	—	—	—	95
98	—	—	97,65	97,9	—	—	—	95	—	—	—	98
100	—	—	99,65	99,9	—	—	—	98	—	—	—	100



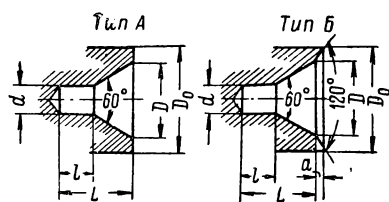


Рис. 75. Формы центровых отверстий (размеры см. в табл. 107).

#### 4. ЦЕНТРОВАНИЕ

Формы и размеры центровых отверстий. Формы центровых отверстий показаны на рис. 75. Центровое отверстие с предохранительным конусом в  $120^\circ$  (тип Б) защищает основной конус ( $60^\circ$ ) от заборин; кроме того, при наличии предохранительного конуса удобнее производить подрезание торца детали. При обработке крупных и тяжелых деталей применяют центры с углом  $75^\circ$  или  $90^\circ$ .

Таблица 107

Размеры центровых отверстий (рис. 75) (размеры в мм)

Интервалы диаметров заготовки	Размеры отверстия					Наименьший диаметр шейки заготовки $D_0$	Интервалы диаметров заготовки	Размеры отверстия					Наименьший диаметр шейки заготовки $D_0$
	$D$	$d$	$L$	$l$	$a$			$D$	$d$	$L$	$l$	$a$	
4—6	2,5	1,0	2,5	1,2	0,4	4,0	50—80	10,0	4,0	10,0	4,8	1,2	15,0
6—10	4,0	1,5	4,0	1,8	0,6	6,5	80—120	12,5	5,0	12,5	6,0	1,5	20,0
10—18	5,0	2,0	5,0	2,4	0,8	8,0	120—180	15,0	6,0	15,0	7,2	1,8	25,0
18—30	6,0	2,5	6,0	3,0	0,8	10,0	180—260	20,0	8,0	20,0	9,6	2,0	30,0
30—50	7,5	3,0	7,5	3,6	1,0	12,0							

Таблица 108

Способы разметки центровых отверстий

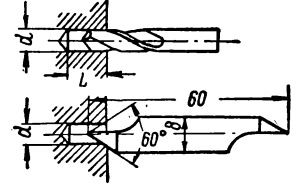
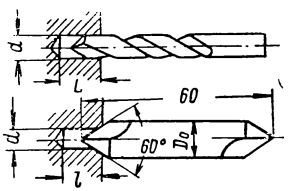
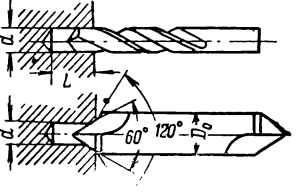
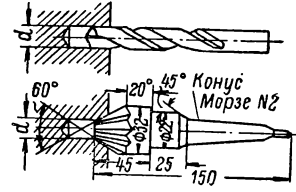
Эскиз	Описание способа
<p>I</p>	<p>При помощи разметочного циркуля</p> <p>Ножки разметочного циркуля разводят на расстояние, приблизительно равное радиусу детали. Изогнутую ножку прикладывают к наружной поверхности детали, зажатой в тисках, а заостренной ножкой прочерчивают дугу около центра торца (поз. I). Затем таким же способом проводят еще 3 дуги, каждый раз переставляя изогнутую ножку циркуля примерно на <math>1/4</math> окружности торца. Начерченные 4 дуги образуют криволинейный четырехугольник</p>

Продолжение табл. 108

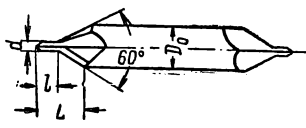
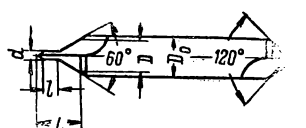
Эскиз	Описание способа
 <p>II</p>	<p>Центр отверстия должен находиться в центре получающегося четырехугольника. Его намечают на глаз и накернивают, как показано в поз. II. При этом кернер должен быть установлен вертикально (ни в коем случае не наклонно)</p>
 <p>A</p>	<p>При помощи центроискателя</p> <p>При изготовлении деталей из точного проката или уже обточенных заготовок, в которых отсутствуют центровые отверстия, разметка центров производится при помощи специального центроискателя (разметочного угольника)</p> <p>Кромка А длинной линейки центроискателя проходит точно по биссектрисе угла, образованного внутренними сторонами рамки угольника. Центроискатель накладывают на торец детали и по кромке А чертилкой проводят риску. Затем угольник поворачивают примерно на 90° и проводят вторую риску. В точке пересечения проведенных рисок находится центр заготовки</p>
	<p>При помощи специального приспособления (колокола)</p> <p>В этом случае не требуется производить разметку рисок. Приспособление (колокол) устанавливают конусным раструбом на торец детали так, чтобы его ось совпадала с центром детали. Ударом молотка по шляпке кернера колокола накернивают центровое углубление. Ось кернера совпадает с осью колокола.</p>

Таблица 109

**Центровочные сверла и зенковки. Назначение центровочных сверл и зенковок (ГОСТ 6694-53)**

Наименование инструмента и назначение	Эскиз
<p>Сверло центровочное; зенковка 60° центровочная — для центровых отверстий типа А (см. рис. 75) диаметром <math>d = 0,5—1,5</math> мм</p>	
<p>Сверло центровочное; зенковка 60° центровочная — для простых отверстий без предохранительного конуса, для центровых отверстий типа А диаметром <math>d = 0,5—6</math> мм включительно</p>	
<p>Сверло центровочное; зенковка 60° центровочная — для центровых отверстий с предохранительным конусом; для центровых отверстий типа Б диаметром <math>d = 0,5—6</math> мм включительно</p>	
<p>Сверло центровочное; зенковка 60° центровочная с конусным хвостовиком — для центровых отверстий типа А диаметром <math>d = 8—12</math> мм включительно</p>	

Продолжение табл. 109

Наименование инструмента и назначение	Эскиз
Сверло центровочное; комбинированное — для центровых отверстий $60^\circ$ без предохранительного конуса; для центровых отверстий типа <i>A</i> диаметром $d = 1,5-6$ мм включительно	
Сверло центровочное; комбинированное — для центровых отверстий $60^\circ$ с предохранительным конусом; для центровых отверстий типа <i>B</i> диаметром $d = 1,5-6$ мм включительно	

**Способы и приемы центрования.** Центровое отверстие сверлится короткими сверлами на глубину  $L$  и диаметр  $d$ , а затем раззенковывается до диаметра  $D$  (см. рис. 75). При использовании комбинированных центровых сверл (табл. 109) все три размера  $d$ ,  $D$  и  $l$  получаются одновременно.

Зенкование центрального отверстия иногда заменяют растачиванием резцом, установленным в резцедержателе (рис. 76).

Основные способы центрования приведены в табл. 110.

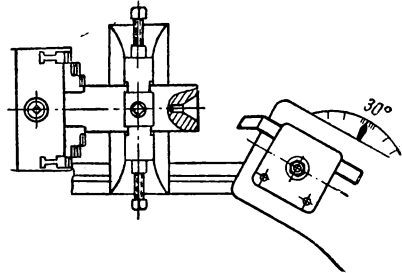
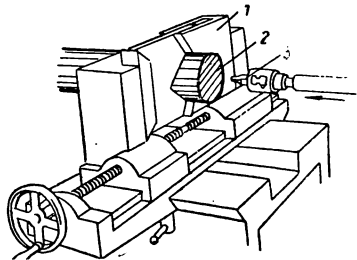


Рис. 76. Схема растачивания центрального отверстия резцом.

Таблица 110

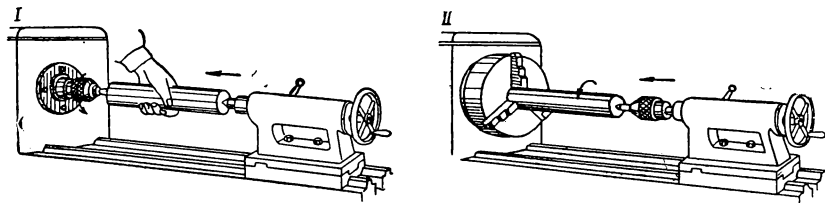
### Основные способы центрования

Описание способа
<p><b>Сверление на специальном центровочном станке</b></p> <p>Станок снабжен самоцентрирующими тисками 1, в которые помещается заготовка 2. Центровое сверло 3 закрепляется в патроне, устанавливаемом в конусном отверстии шпинделя.</p> <p>В некоторых типах центровочных станков производится центрование заготовки одновременно с двух сторон</p> <p>Центровочные станки с винтовым или пневматическим зажимом наиболее широко распространены в серийном и массовом производстве</p>



## Описание способа

## Сверление на токарном станке без применения специальных приспособлений



Центровочное сверло устанавливают либо в шпинделе станка, либо в пиноли задней бабки

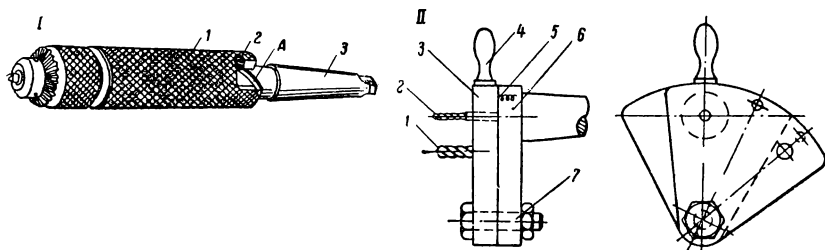
При закреплении патрона с центровочным сверлом в шпинделе деталь берут в левую руку (поз. I) и направляют накерненными центровыми углублениями на сверло и на центр задней бабки, который медленно подают вперед с помощью маховичка, приводимого во вращение правой рукой

После того как один торец зацентрируют, таким же образом подают заготовку для центrovания второго торца

При центrovании тяжелых деталей их поддерживают не рукой, а с помощью люнета

При установке патрона со сверлом в пиноли задней бабки (поз. II) деталь закрепляют одним концом в патроне, а другой конец (при длинных деталях) поддерживается люнетом. Если задняя бабка снабжена встроенной вращающейся пинолью, то державку со сверлом закрепляют в резцедержателе, которому сообщают подачу с помощью маховичка продольного перемещения суппорта

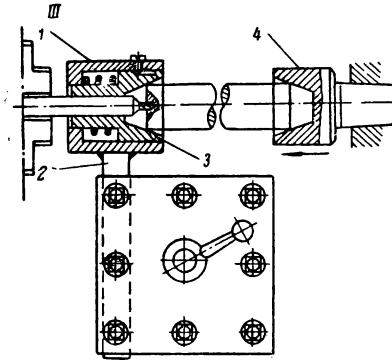
## Сверление на токарном станке с применением специальных приспособлений



Для центrovания мелких по размерам деталей используют специальные державки, устанавливаемые конусным хвостовиком 3 в отверстие пиноли задней бабки (поз. I). Центровое сверло закрепляют в патроне, подача которого осуществляется при вращении рукой гильзы 1 со шпонкой 2, входящей в паз корпуса державки

Продолжение табл. 110

## Описание способа



Для контроля размера длины сверления державка снабжена шкалой А

При раздельном центровании сверлом и зенковкой или двумя простыми сверлами используются поворотные головки (поз. II), вставляемые конусным хвостовиком в пиноль задней бабки (предложение токаря В. А. Колесова)

На переднем торце хвостовика имеется сектор 6, к плоскости которого плотно прилегает другой сектор 3. В этом втором секторе укреплены сверла 1 и 2 диаметрами 4 мм для сверления центрового углубления и 10 мм — для зенковки

Сверла попеременно занимают положение, совпадающее с положением оси центров. Для этого сектор 3 с помощью рукоятки 4 поворачивается вокруг оси 7, а точное положение сверла фиксируется шариком 5, входящим под действием пружины в углубление в торце сектора 3

На поз. III показано специальное приспособление для центрования заготовок без предварительной разметки. Оно состоит из цилиндрического корпуса 1 с приваренным к нему стержнем 2, втулки 3 с коническим гнездом и чашечного центра 4, вставляемого в пиноль задней бабки

В кулачках самоцентрирующего патрона закрепляют удлиненное центровое сверло. На стержень сверла надевают собранную головку приспособления, во втулке 3 которого имеется отверстие, соответствующее диаметру стержня центровочного сверла

После закрепления приспособления в резцедержателе заготовку вводят в конусное гнездо втулки и подпирают с противоположного конца чашечным центром 4. При подаче пиноли задней бабки заготовка отодвигает центрирующую ее втулку и надвигается на вращающееся центровочное сверло

Таким же образом производится центрование второго торца

# 5. СВЕРЛА (РАЗМЕРЫ, ГЕОМЕТРИЯ, СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ). ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И РАЗМЕРЫ СВЕРЛ

Таблица 111

Основные типы сверл, применяемых при работе на токарных станках, и их назначение

Наименование	Эскиз	Назначение
<p>Сверла спиральные с цилиндрическими хвостовиками (основные размеры см. в табл. 112)</p>		<p>Для сверления отверстий диаметром до 30 мм при креплении сверла в патроне</p> <p>Изготавливаются из углеродистой, легированной и быстрорежущей стали марок У10А, У12А, ЭХС, Р9 и Р18. Сверла из сталей марок Р9 и Р18, начиная с диаметра 8 мм, делаются сварными. Хвостовики изготавливаются из ст. 50 или из ст. 60</p>
<p>Сверла спиральные с коническими хвостовиками (основные размеры см. в табл. 112)</p>		<p>Для сверления отверстий при креплении сверла в коническом отверстии пиноли задней бабки или в специальном приспособлении непосредственно или с применением конической переходной втулки</p> <p>Изготавливаются из тех же материалов, что и сверла с цилиндрическими хвостовиками</p>

Продолжение табл. 111

Наименование	Эскиз	Назначение
Сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов (основные размеры см. в табл. 112)		<p>Для обработки чугуна и твердой стали с высокими скоростями резания. Поддачи, как правило, не превышают значения поддачи при сверлении сверлами из быстрорежущей стали</p> <p>Сверла с прямыми канавками (поз. I) применяются при сверлении чугуна и других хрупких металлов. При сверлении стали используются твердосплавные сверла с винтовыми канавками (поз. II)</p>
Сверла перовые (не стандартизованы)		<p>Для сверления отверстий, требующих сверл повышенной жесткости. Вследствие низкой производительности перовые сверла применяются сравнительно редко. Они очень просты в изготовлении и дешевы</p>
Сверла для глубокого сверления (не стандартизованы)		<p>Для сверления отверстий, длина которых превышает их диаметр в 5 раз и более. Отверстие в теле сверла предназначено для подачи охлаждающей жидкости к режущим поверхностям</p>
Полые головки (пустотелые сверла)		<p>Для кольцевого сверления (с вырезанием сердечника из заготовки)</p> <p>Применяются для сверления отверстий диаметром от 60 мм и выше</p>



Таблица 112

## Основные размеры стандартных сверл

Наименование и тип сверла	Диаметр $d$ (в мм)		№ ГОСТа	Габаритные размеры (в мм)	
	от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l_0$
Сверла спиральные из углеродистой легированной и быстрорежущей стали марок У10А, У12А ЭХС, Р9 и Р18:					
с цилиндрическим хвостовиком					
длинные . . . . .	2	20	ГОСТ 886-60	95—245	50—165
короткие . . . . .	0,25	30	ГОСТ 887-60	20—200	6—120
с укороченной рабочей частью . . . . .	1,0	12	ГОСТ 4010-60	30—100	8—50
с коническим хвостовиком					
стандартной длины (конус Морзе № 1—6) .	6	80	ГОСТ 888-60	160—535	78—285
стандартной длины с усиленным коническим хвостовиком (конус Морзе № 2—6)	12	65	ГОСТ 889-41	205—530	110—280
удлиненные (конус Морзе № 1—3) . . .	6	30	ГОСТ 2092-60	230—410	145—275
укороченные (конус Морзе № 1—5) . . .	6	55	ГОСТ 8506-60	135—380	55—200
Сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов:					
спиральные с цилиндрическим хвостовиком .	5	12	ГОСТ 6647-60	75—115	40—70
с коническим хвостовиком (конус Морзе № 1—4) с винтовыми канавками . . . . .	6	30	ГОСТ 6647-60	120—350	35—200
с цилиндрическим хвостовиком и косыми канавками . . . . .	2,5	10,2	ГОСТ 5349-60	40—130	4,5—10

**Примечания.**

1. Величина диаметра сверла выбирается в соответствии с его назначением и принятой последовательностью обработки отверстия (см. табл. 105) из нормального ряда сверл, установленного ГОСТ.

2. Длина рабочей части  $l_0$  (см. табл. 111) выбирается с учетом заданной глубины сверления и величины укорочения сверла после переточек:

$$l_0 \geq l_c + 3a.$$

где  $l_c$  — глубина сверления;  
 $d$  — диаметр сверла.

**Конструкция, геометрические параметры спиральных сверл и их заточка.** Спиральное сверло (рис. 77) состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. На рабочей части сверла профрезерованы две спиральные (винтовые) канавки, образующие два рабочих зуба (пера). *Рабочая часть* включает в себя *режущую часть*, которая выполняет основную работу резания, и *цилиндрическую* (направляющую) часть. *Хвостовик* предназначен для закрепления сверла в отверстии патрона или пиноли. *Лапка* — концевая часть хвостовика — предохраняет сверло от проворачивания и служит упором при выбивании сверла из гнезда. *Шейка* — промежуточная часть между хвостовиком и рабочей частью; она необходима для выхода шлифовального круга при шлифовании сверла. К основным элементам спирального сверла (рис. 78) относятся:

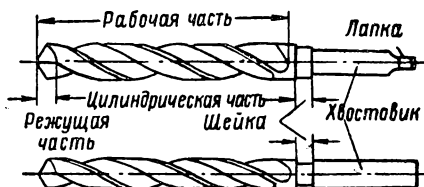


Рис. 77. Спиральные сверла с коническим и цилиндрическим хвостовиками.

1) *зуб, или перо* со спинкой и ленточкой; сверло имеет два таких зуба, связанных между собой перемычкой (сердцевинной) и разграниченных винтовыми канавками;

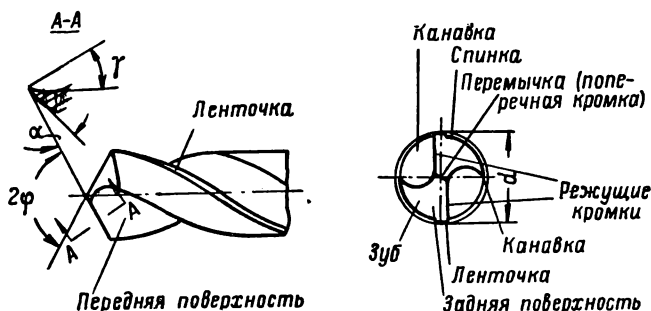


Рис. 78. Геометрия спирального сверла.

2) *передняя поверхность* — винтовая поверхность канавки, по которой сходит стружка;

3) *задняя поверхность* — поверхность зуба, обращенная ко дну обрабатываемого отверстия;

4) *режущая кромка*, образованная пересечением передней и задней поверхностей; у сверла две режущие кромки. Как правило, они имеют прямолинейную форму;

5) *поперечная кромка*, образованная пересечением двух задних поверхностей;

6) *кромка ленточки*, образованная пересечением ленточки с передней поверхностью.

Основными углами спирального сверла являются:<sup>1</sup>

1. *Передний угол*  $\gamma$  — угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и перпендикуляром в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг сверла.

<sup>1</sup> Контроль геометрии сверла после заточки производится по специальным шаблонам (см. табл. 119).

Таблица 113

**Принятые размеры диаметров спиральных сверл и допуски  
на диаметры (ГОСТ 885-60)**

Градация диаметров (в мм)												
0,25	1,45	3,00	5,6	8,3	12,5	18,25	24,5	30,5	37,0	43,9	51,0	78,0
0,30	1,50	3,10	5,7	8,4	12,7	18,5	24,75	31,0	37,2	44,0	51,5	80,0
0,35	1,60	3,15	5,8	8,5	13,0	19,0	25,0	31,25	37,5	44,5	51,6	
0,40	1,70	3,20	6,0	8,7	13,2	19,25	25,5	31,5	37,9	44,6	52,0	
0,45	1,75	3,30	6,1	8,9	13,5	19,4	26,0	31,9	38,0	44,9	53,0	
0,50	1,80	3,40	6,2	9,0	13,7	19,5	26,4	32,0	38,5	45,0	54,0	
0,55	1,90	3,50	6,3	9,2	14,0	20,0	26,5	32,3	38,9	45,6	55,0	
0,60	1,95	3,60	6,5	9,5	14,25	20,5	26,9	32,5	39,0	46,0	56,0	
0,65	2,00	3,70	6,7	(9,6)	14,5	20,9	27,0	32,9	39,5	46,5	57,0	
0,70	2,05	3,80	6,8	9,7	14,7	21,0	27,25	33,0	39,75	46,8	57,5	
0,75	2,10	3,90	7,0	10,0	15,0	21,25	27,75	33,5	40,0	46,9	58,0	
0,80	2,15	4,00	7,1	10,1	15,25	21,5	27,8	34,0	40,4	47,0	60,0	
0,85	2,20	4,10	7,2	10,2	15,4	22,0	28,0	34,5	40,5	47,5	61,0	
0,95	2,30	4,20	7,3	10,4	15,5	22,25	28,5	34,9	41,0	47,9	62,0	
1,00	2,40	4,50	7,5	10,5	16,25	22,5	29,0	35,0	41,5	48,0	63,0	
1,10	2,50	(4,60)	7,6	11,0	16,5	22,75	29,25	35,5	41,9	48,5	65,0	
1,20	2,60	4,80	7,7	11,2	17,0	23,0	29,5	35,75	42,0	48,9	68,0	
1,25	2,65	5,00	7,8	11,5	17,25	23,25	29,6	35,9	42,2	49,0	70,0	
1,30	2,70	5,10	8,0	11,7	17,4	23,5	29,9	36,0	42,8	49,5	71,0	
(1,35)	2,80	5,20	8,1	11,9	17,5	23,9	30,0	36,5	43,0	50,0	72,0	
1,40	2,90	5,50	8,2	12,0	18,0	24,0	(30,25)	36,9	43,5	50,5	75,0	
Допуски по диаметрам (размеры в мм)												
Диаметры сверл	Сверла шлифованные			Сверла нешлифованные								
	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск			
	верхнее	нижнее		верхнее	нижнее		верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
От 0,25 до 0,5	—	—	—	0	—0,001	0,001	0	—0,001	0,001	0	—0,001	0,001
св. 0,5 „ 0,75	0	—0,009	0,009	0	—0,015	0,015	0	—0,015	0,015	0	—0,015	0,015
„ 0,75 „ 1	0	—0,011	0,011	0	—0,020	0,020	0	—0,020	0,020	0	—0,020	0,020
„ 1 „ 3	0	—0,014	0,014	0	—0,025	0,025	0	—0,025	0,025	0	—0,025	0,025
„ 3 „ 6	0	—0,018	0,018	0	—0,030	0,030	0	—0,030	0,030	0	—0,030	0,030

Продолжение табл. 113

Диаметры сверл	Сверла шлифованные			Сверла нешлифованные		
	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск
	верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
Св. 6 до 10	0	—0,022	—0,022	0	—0,036	0,036
„ 10 „ 18	0	—0,027	—0,027	0	—0,043	0,043
„ 18 „ 30	0	—0,033	—0,033	0	—0,052	0,052
„ 30 „ 50	0	—0,039	—0,039	0	—0,062	0,062
„ 50 „ 80	0	—0,046	—0,046	0	—0,074	0,074

2. *Задний угол  $\alpha$*  — угол между касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси сверла.

3. *Угол наклона винтовой канавки  $\omega$*  — угол, заключенный между направлением оси сверла и касательной к ленточке.

Величина этого угла колеблется в пределах от 18 до 30°. Для сверл малых диаметров (от 0,25 до 3 мм) угол  $\omega = 18-25^\circ$ , для сверл диаметром от 10 мм и выше  $\omega = 30^\circ$ .

4. *Угол при вершине сверла  $2\varphi$*  — угол между режущими кромками.

В зависимости от характера обрабатываемого материала рекомендуется применять следующие значения угла  $2\varphi$ :

при сверлении стали, чугуна и твердой бронзы . .	$2\varphi = 116-118^\circ$
„ „ латуни и мягкой бронзы . . . . .	$2\varphi = 130^\circ$
„ „ алюминия, силумина и баббита . .	$2\varphi = 140^\circ$
„ „ красной меди . . . . .	$2\varphi = 125^\circ$
„ „ эбонита и целлулоида . . . . .	$2\varphi = 85-90^\circ$

В целях повышения стойкости сверл диаметром от 12 мм и выше осуществляют двойную заточку их, при этом режущие кромки имеют форму ломаной линии (рис. 79).

Основной угол  $2\varphi = 116-118^\circ$  (для стали и чугуна), а на участке  $B = (0,18-0,22) D$  мм затачивается второй угол при вершине сверла  $2\varphi_0 = 70-75^\circ$ .

Стойкость сверл с двойной заточкой примерно в 2 раза выше стойкости обычных сверл. Это значит, что скорость резания при работе сверлами с двойной заточкой может быть принята на 15% большей, чем рекомендуется в таблицах нормативов.

В целях уменьшения усилий и облегчения процесса стружкообразования при сверлении прибегают к двум специальным подточкам:

- 1) *подточка поперечной кромки* производится с обеих ее сторон на длину  $l$ ;
- 2) *подточка ленточки* осуществляется на длине  $l_1$ , при этом ширина ленточки уменьшается до размера  $f = 0,2-0,4$  мм. Такая подточка уменьшает трение ленточки о стенки отверстия.

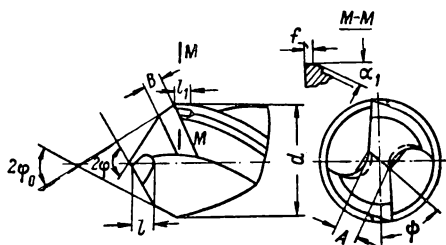
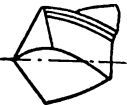

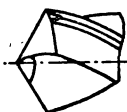
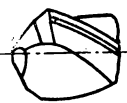
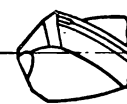


Рис. 79. Спиральное сверло с двойной заточкой.

В табл. 114 приведены рекомендации по выбору формы заточки (и подточки) сверл, а в табл. 115 — данные об углах и других элементах заточки сверл.

Таблица 114

Форма заточки сверл

Диаметр сверла (в мм)	Форма заточки			Обрабатываемый материал
	наименование	обозначение	эскиз	
0,25—12	Одинарная (нормальная)	Н		Сталь, стальное литье, чугун
12—80	Одинарная с подточкой перемычки	НП		Стальное литье $\sigma_B$ до 50 кг/мм <sup>2</sup> с неснятой коркой
	Одинарная с подточкой перемычки и ленточки	НПЛ		Сталь и стальное литье $\sigma_B$ до 50 кг/мм <sup>2</sup> со снятой коркой
	Двойная с подточкой перемычки	ДП		Стальное литье $\sigma_B$ более 50 кг/мм <sup>2</sup> с неснятой коркой; чугун с неснятой коркой
	Двойная с подточкой перемычки и ленточки	ДПЛ		Сталь и стальное литье $\sigma_B$ более 50 кг/мм <sup>2</sup> со снятой коркой; чугун со снятой коркой

**Элементы заточки и подточек спиральных сверл  
(рис. 78 и 79)**

[illegible]

Многие новаторы производства, стремясь улучшить работу сверл, совершенствуют их геометрию и способы подточки. Наиболее заметных успехов в этом направлении добился новатор Средневолжского станкостроительного завода В. И. Жиров, разработавший новую геометрию спирального сверла.

Сверло конструкции В. И. Жирова имеет двойную заточку (рис. 80) и столь сильно подточенную перемычку, что поперечное лезвие у него вообще отсутствует. Это заметно уменьшает осевые усилия и облегчает процесс резания при сверлении.

Сверла по рис. 80 рекомендуются применять при обработке чугунов и других хрупких металлов. При этом значения подач берутся в 1,5 раза большими, чем при работе обычными сверлами.

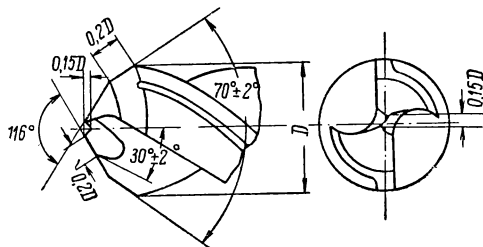


Рис. 80. Спиральное сверло, заточенное по методу В. И. Жирова.

Заточка сверла осуществляется либо на специальных заточных станках, либо же на обычных станках (точилах); в последнем случае сверло удерживается в руках. Правильность заточки контролируется специальными шаблонами.

Наиболее существенным при заточке является обеспечение одинаковой длины режущих кромок. Если одна из режущих кромок после заточки окажется длиннее другой, то диаметр отверстия будет заметно больше диаметра сверла, которым оно просверлено.

У перемычки сверло должно быть заточено так, чтобы поперечная кромка была острой, а не закругленной.

Таблица 116

Размеры конусных хвостовиков сверл

Диаметры сверл $d$ (в мм) . . . . .	6—15,5	15,6—23,5	23,6—32,5	33,0—49,5	49,7—65,0	68,0—80,0
№ конуса Морзе	1	2	3	4	5	6

**Установка и закрепление сверл.** Сверла с цилиндрическим хвостовиком устанавливаются на станке при помощи специальных патронов, а сверла с коническим хвостовиком непосредственно в конических отверстиях пиноли задней бабки или же в специальных приспособлениях.

Если конус хвостовика сверла меньше соответствующего конического отверстия, то на хвостовик сверла 1 (рис. 81) надевают переходную втулку 2, имеющую наружную коническую поверхность, соответствующую размеру конуса в посадочном отверстии станка или приспособления, и внутреннее коническое отверстие, в которое вставляется хвостовик сверла.

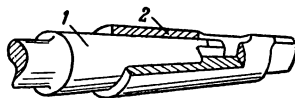
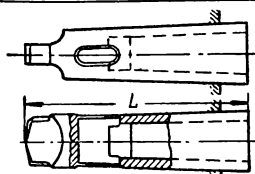
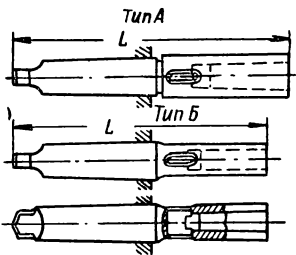


Рис. 81. Установка сверла с помощью переходной втулки.

Переходные втулки (основные типы и размеры по ГОСТ 9288-59) Таблица 117

Тип втулки	Конус Морзе		L (в мм)	Конус Морзе		L (в мм)
	наруж- ный	внут- ренний		наруж- ный	внут- ренний	
	Короткие					
	1	0	80	4	3	140
	2	1	95	5	3	170
	3	1	115	5	4	170
	3	2	115	6	4	220
	4	2	140	6	5	220
	Длинные типа А					
	2	1	155	4	3	235
	3	2	190			
	Длинные типа Б					
	3	1	175	5	3	270
	4	2	215	5	4	295

Для закрепления сверл с цилиндрическими хвостовиками применяются специальные сверлильные цанговые и кулачковые патроны.

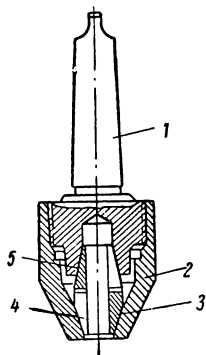


Рис. 82. Цанговый патрон.

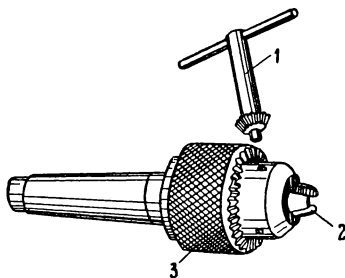


Рис. 83. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон.

Закрепление цилиндрического хвостовика сверла в цанговом патроне происходит при наворачивании колпачковой гайки 2 (рис. 82) на резьбовую часть корпуса 1. Нижние части корпуса 1 и гайки 2 имеют внутренние конусы 4 и 5, куда заходит своими конусными направляющими разрезная цанга 3. Сверло вставляется в отверстие цанги.

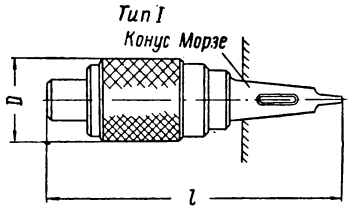


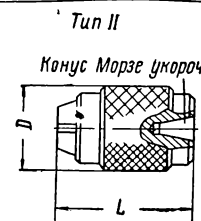
Цанговые патроны дают надежное и точное закрепление инструмента, однако надо иметь в виду, что колебания диаметров хвостовиков сверл при данном диаметре отверстия цанги не должны быть более 0,3—0,5 мм. При несоблюдении этого условия цанговый патрон теряет свои качества и работает плохо.

Наибольшее применение для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком имеют двух- и трехкулачковые патроны с ключевым приводом (рис. 83). В патронах этого типа закрепление и освобождение сверла осуществляются при повороте ключа 1, на конце которого нарезана коническая шестерня, сцепляющаяся с зубцами шестерни на торце кольца 3. При вращении кольца 3 сдвигаются или раздвигаются кулачки 2, которые соответственно зажимают или освобождают сверло.

Таблица 118

Основные размеры трехкулачковых сверлильных патронов (ГОСТ 8522-57)

Эскиз	Размеры хвостовиков у сверл		№ конуса Морзе патрона	Размеры патрона (в мм)	
	№ конуса Морзе	диаметр хвостовика (в мм)		диаметр кольца $D$	общая длина патрона $l$
не более					
	0, 1	1—6	1	40	165
	1, 2	1,5—9	2	50	205
	1, 2, 3	2—12	3	65	260
	2, 3, 4	3—15	4	80	325
	3, 4, 5	—	5	100	405

Эскиз	Диаметр сверла (в мм)	Размеры патрона (в мм)		№ конуса Морзе (укороченного) патрона	Диаметр сверла (в мм)	Размеры патрона (в мм)		№ конуса Морзе (укороченного) патрона
		диаметр кольца $D$	общая длина патрона $L$			диаметр кольца $D$	общая длина патрона $L$	
не более		не более						
	0,5—3	32	50	1а	2—12	65	100	2В
	1—6	40	65	1В	3—15	80	125	2В
	1,5—9	50	80	2а	—	—	—	—

Сверла с коническими хвостовиками обычно устанавливают в отверстия пиноли задней бабки. Этот распространенный метод установки имеет, однако, следующие недостатки: 1) при сверлении приходится каждый раз вручную отодвигать и вновь подвигать корпус задней бабки; 2) подача сверла осуществляется вручную вращением маховичка задней бабки.

Первый из указанных недостатков может быть устранен в том случае, если сверло установить не в отверстие пиноли, а центровым углублением на центр задней бабки, предварительно надев на него хомутик-поводок, упирающийся в суппорт и препятствующий повороту сверла (рис. 84).

Подача в этом случае осуществляется также вручную перемещением заднего центра, входящего в центровое углубление на торце инструмента.

С целью устранения второго недостатка прибегают к установке сверла в резцедержателе суппорта. Сверло закрепляют в специальной державке 1 (рис. 85), ось конусного отверстия которой должна при сверлении совпадать с осью шпинделя станка. Хвостовик 2 державки устанавливают до упора в стенку корпуса резцедержателя и закрепляют болтами. Подача при сверлении в этом случае сообщается продольным перемещением салазок суппорта.

Сверла с цилиндрическим хвостовиком могут также устанавливаться в специальной боковой призме, закрепляемой в резцедержателе.

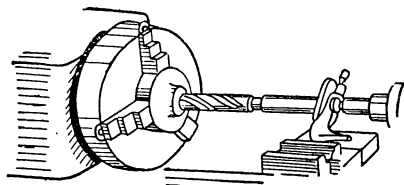


Рис. 84. Установка сверла с хомутиком у центра задней бабки.

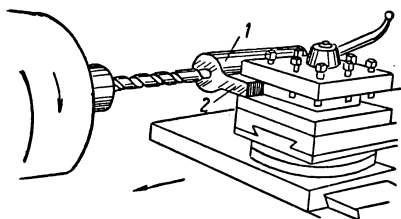


Рис. 85. Установка сверл в державке, закрепляемой в резцедержателе.

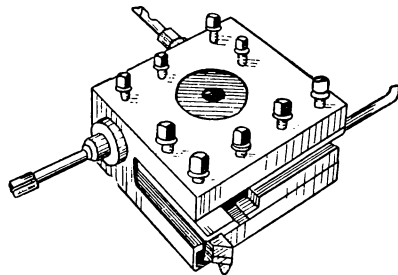


Рис. 86. Поворотный резцедержатель с гнездами для установки сверл, зенкеров и разверток.

При обработке деталей типа втулок вместо обычного резцедержателя иногда используют специальный поворотный резцедержатель, в котором предусмотрены места для установки сверла и зенкера или развертки (рис. 86).

В целях механизации подачи сверла, закрепленного в пиноли задней бабки, в некоторых моделях станков (например, 1К62), а также при модернизации станков задняя бабка снабжается устройством, при помощи которого ей сообщается автоматическая продольная подача от суппорта.

## 6. ПРАКТИКА СВЕРЛЕНИЯ (ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ)

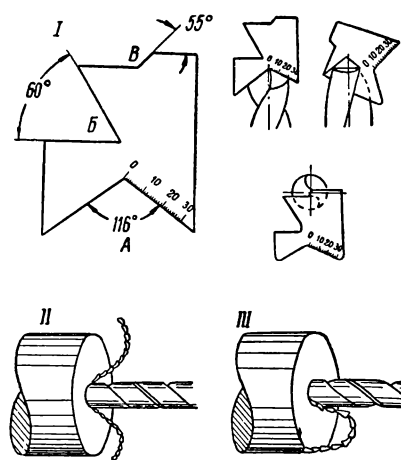
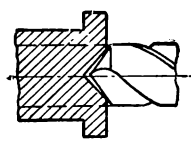
При сверлении отверстий диаметром до 10 мм достигается 4-й класс точности, а при сверлении отверстий больших диаметров — 5-й класс точности.

Отверстия диаметром более 30—35 мм рекомендуется обрабатывать двумя сверлами. Диаметр первого сверла обычно принимается равным 20 мм.

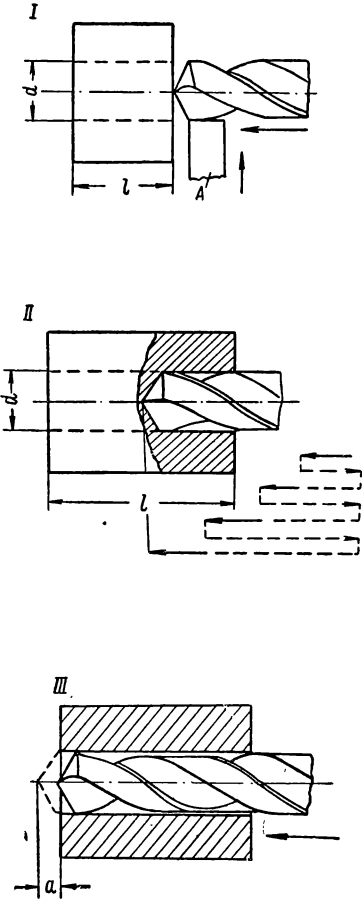
Отверстия, полученные отливкой или штамповкой, рассверливать не следует, так как в этом случае сверло уведит и оно может сломаться. Такие отверстия обычно растачивают или зенкеруют.

Таблица 119

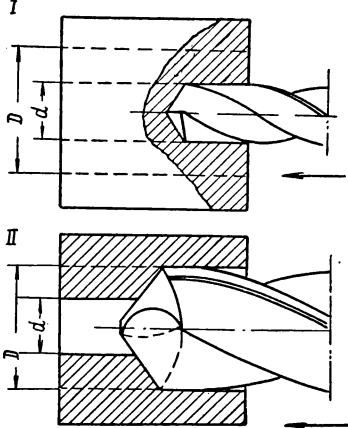
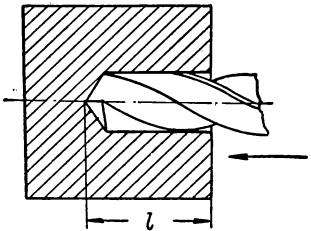
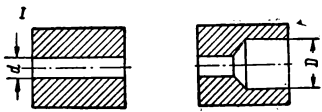
## Практика процесса сверления (основные приемы)

Эскиз	Описание процесса
	<p><b>Подготовка сверла</b></p> <p>Перед началом сверления следует проверить правильность заточки сверла. При неправильно заточенном сверле отверстие уведит, его поверхность получается не чистой, а на выходе отверстия образуются заусенцы. Если лезвия имеют разную длину или заточены под разными углами, то размер просверливаемого отверстия получается больше заданного.</p> <p>Правильность заточки сверла проверяют шаблоном с тремя вырезами (поз. I). Вырезом A проверяют угол <math>2\varphi = 116^\circ\text{--}118^\circ</math>, а также длины режущих кромок (по линейке); вырезом B — угол заострения режущей кромки на наружном диаметре сверла и вырезом B — угол наклона перемычки <math>\psi = 55^\circ</math>.</p> <p>Если сверло заточено правильно, то стружка идет по двум спиральным канавкам (поз. II). При неправильной заточке стружка идет только по одной канавке (поз. III).</p>
	<p><b>Подготовка торца детали перед сверлением</b></p> <p>Во избежание увода оси отверстия перед началом сверления следует подрезать торец детали.</p> <p>Перед сверлением отверстия длиной более двух диаметров на торце детали нужно наметить центр коротким спиральным сверлом большого диаметра или специальным зацентровочным сверлом, обладающим большой жесткостью. Угол при вершине у этих сверл должен быть равен <math>90^\circ</math>. При такой зацентровке поперечная режущая кромка в момент врезания сверла не участвует в резании, что значительно уменьшает возможность увода сверла.</p>

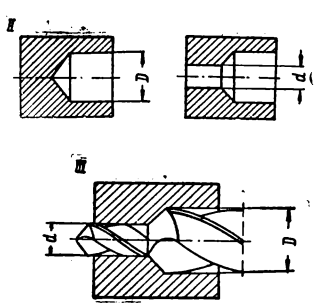

Продолжение табл. 119

Эскиз	Описание процесса
 <p>The diagrams illustrate the three stages of drilling a hole through a workpiece:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>I:</b> The drill bit is positioned at the start of the workpiece. The diameter is labeled <math>d</math> and the length of the workpiece is labeled <math>l</math>. A small block labeled <math>A</math> is shown at the end of the workpiece.</li> <li><b>II:</b> The drill bit is shown entering the workpiece. The chip removal is indicated by dashed lines. The diameter is labeled <math>d</math> and the length of the workpiece is labeled <math>l</math>.</li> <li><b>III:</b> The drill bit is shown exiting the workpiece. The diameter is labeled <math>d</math> and the length of the workpiece is labeled <math>a</math>.</li> </ul>	<p><b>Сверление сквозных отверстий диаметром до 30—35 мм</b></p> <p>При обработке короткими сверлами после включения фрикционной муфты сверло плавно, без толчков и ударов подводят к торцу детали и начинают сверление.</p> <p>При сверлении длинными сверлами, установленными в пинולי задней бабки, после включения вращения шпинделя сверло подают к торцу детали и затем к концу сверла осторожно подводят зажатый в резцедержателе упорный стержень <math>A</math> (поз. I) так, чтобы он касался (без нажима) наружной поверхности сверла. Этот стержень препятствует уводу сверла в сторону при врезании. Как только сверло углубится в тело детали, стержень отводят в сторону.</p> <p>При сверлении, не останавливая вращения шпинделя, сверло периодически выводят из отверстия и удаляют стружку из его канавок (см. схему движений в поз. II). Если этого не делать, то возможна поломка сверла.</p> <p>В конце сверления, как только поперечная кромка сверла начнет выходить из металла (поз. III), следует уменьшать подачу, и последний отрезок пути вершина сверла <math>a</math> должна пройти весьма осторожно с минимальной подачей.</p> <p>Если сверление ведется с механической подачей, то в момент выхода кромки сверла механическую подачу выключают и заканчивают проход с ручной подачей.</p> <p>При окончании прохода сверло выводят из отверстия и только после этого останавливают шпиндель.</p>

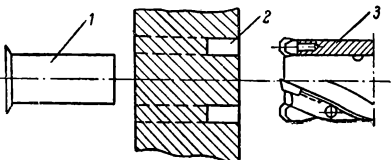
Продолжение табл. 119

Эскиз	Описание процесса
	<p>Сверление сквозных отверстий диаметром более 30—35 мм</p> <p>В таких случаях сначала просверливают на всю глубину отверстие сверлом диаметром 20 мм (поз. I). Затем сверлом большего диаметра рассверливают полученное отверстие до заданного диаметра (поз. II).</p> <p>Подача сверла при рассверливании принимается несколько большей, чем при сверлении первым сверлом</p>
	<p>Сверление глухих отверстий</p> <p>Практика сверления глухих отверстий аналогична сверлению сквозных отверстий</p> <p>Глубина сверления <math>l</math> в процессе обработки контролируется при помощи продольных упоров и специальных указателей — линейек, а иногда и просто по рискам, нанесенным мелом на сверле</p>
	<p>Сверление ступенчатых отверстий</p> <p>Сверление ступенчатых отверстий обычно производится несколькими сверлами, число которых равно числу ступеней отверстия. Применяются три схемы сверления ступенчатых отверстий. По первой схеме (поз. I) вначале сверлится меньшее отверстие диаметром <math>d</math> на всю длину; затем другим сверлом диаметром <math>D</math> часть отверстия рассверливается на требуемую длину до диаметра <math>D</math></p>

Продолжение табл. 119

Эскиз	Описание процесса
	<p>По второй схеме (поз. II) сначала на заданную глубину сверлится отверстие диаметром <math>D</math>, а затем второе отверстие сверлом диаметром <math>d</math> сверлится на оставшуюся длину. При таком методе оказывается возможным сократить машинное время.</p> <p>По третьей схеме (поз. III) ступенчатое отверстие сверлится комбинированным ступенчатым сверлом. При этом два перехода сверления совмещаются в один. Этот способ является наиболее производительным.</p> <p>Комбинированные сверла используются преимущественно в серийном производстве при обработке деталей из цветных металлов.</p>
	<h3 style="text-align: center;">Сверление глубоких отверстий</h3> <p>Сверление глубоких отверстий (при <math>\frac{L}{D} \geq 5</math>) сопровождается обильным охлаждением сверла и принудительным удалением стружки из обрабатываемого отверстия.</p> <p>Сверление глубоких отверстий осуществляется при помощи специальных однокромочных или многокромочных сверл (подробно об этом см. в специальной литературе).</p> <p>На рисунке показана одна из конструкций спиральных сверл, применяемых для сверления глубоких отверстий.</p>

Продолжение табл. 119

Эскиз	Описание процесса
	<p><b>Кольцевое сверление</b></p> <p>Пустотелые (кольцевые) сверла 3 используются для сверления крупных отверстий (диаметром от 60 до 200 мм и даже более). При сверлении кольцевым сверлом из заготовки 2 вырезается сердечник 1, который проходит в отверстие сверла 3.</p> <p>Подачи при сверлении составляют 0,2—0,3 мм/об, а скорости резания — 20—23 м/мин. При этом удается повысить производительность труда по сравнению с обычным способом сверления и рассверливания более чем в 2 раза и значительно сэкономить металл.</p>

## 7. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Таблица 120

## Подачи при сверлении спиральными сверлами

Обрабатываемый материал	Диаметр сверла $d$ (в мм)				
	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30
	Подача $s$ (в мм/об)				
Сталь $\sigma_B < 90 \text{ кг/мм}^2$ . . . . .	0,1—0,20	0,2—0,3	0,25—0,4	0,3—0,45	0,3—0,5
„ $\sigma_B > 90 \text{ кг/мм}^2$ . . . . .	0,08—0,12	0,12—0,25	0,2—0,3	0,2—0,35	0,25—0,37
Чугун $H_B < 170$ , бронза, латунь и алюминиевые сплавы . . . . .	0,15—0,3	0,3—0,6	0,3—0,8	0,45—0,9	0,47—1,0
Чугун $H_B > 170$ . . . . .	0,1—0,25	0,25—0,4	0,25—0,5	0,27—0,55	0,3—0,6

**Скорости резания при сверлении отверстий спиральными сверлами  
из быстрорежущей стали марки Р9**

Подача $s$ (в мм/об)	Диаметр сверла $d$ (в мм)							
	10	12	14	16	20	24	28	30
	Скорость резания $v$ (в м/мин)							
Углеродистая сталь $\sigma_B=75 \text{ кг/мм}^2$								
0,08	—	—	—	—	41,1	44,3	33,3	33,0
0,09	—	—	—	—	41,1	44,3	33,3	33,0
0,10	—	—	—	40,9	41,1	44,3	33,3	33,0
0,12	35,1	—	40,1	40,9	41,1	44,3	33,3	33,0
0,15	29,8	32,1	34,1	34,7	35,0	37,7	33,3	33,0
0,18	26,5	28,5	30,3	30,8	31,0	33,4	33,3	33,0
0,20	24,6	26,6	28,3	28,6	28,9	31,1	31,1	30,8
0,25	22,0	23,8	25,3	25,6	25,8	—	—	—
0,30	20,1	21,7	23,1	23,4	—	—	—	—
0,35	—	20,1	21,4	—	—	—	—	—
Чугун $H_B = 190$								
0,12	—	—	—	—	—	36,7	37,3	37,1
0,15	—	—	—	—	37,3	36,7	37,3	37,1
0,18	—	—	—	37,1	37,3	36,7	37,3	37,1
0,20	—	—	34,8	35,0	35,1	36,7	37,3	37,1
0,25	27,8	29,1	30,2	31,0	31,1	32,5	32,9	32,9
0,30	24,8	26,0	27,0	28,0	28,1	29,0	—	—
0,35	23,4	24,4	25,3	25,3	—	—	—	—
0,40	22,2	23,2	24,0	24,0	—	—	—	—
0,45	21,1	22,2	22,9	—	—	—	—	—
0,50	20,2	21,3	22,0	—	—	—	—	—
<i>Примечания.</i> 1. Обработка стали — с охлаждением эмульсией, чугуна — без охлаждения. 2. Поправочные коэффициенты для измененных условий работы приведены в табл. 122.								



Таблица 122

**Поправочные коэффициенты на скорость резания для спиральных сверл в зависимости от обрабатываемого материала**

Наименование материала	Механические свойства материала		Поправочные коэффициенты
	твёрдость по Бринелю $H_B$	предел прочности $\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	
Стали углеродистые конструкционные с содержанием углерода до 0,6% марок: 0,8; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65. Ст. 0; Ст. 1; Ст. 2; Ст. 3; Ст. 4; Ст. 5; Ст. 6	77—107	30—40	0,84
	107—138	40—50	1,03
	138—169	50—60	1,32
	169—200	60—70	1,14
	200—230	70—80	1,0
	230—262	80—90	0,9
Стали углеродистые инструментальные и конструкционные с содержанием углерода свыше 0,6% марок: 65; 70; Ст. 7; У7; У8; У9; У10; У12; У13	169—200	60—70	0,91
	200—230	70—80	0,80
	230—262	80—90	0,72
	262—288	90—100	0,65
	288—317	100—110	0,61
Стали хромистые марок: 15X; 20X; 30X; 35X; 38XA; 40X; 45X; 50X	116—146	40—50	1,34
	146—174	50—60	1,12
	174—203	60—70	0,97
	203—230	70—80	0,85
	230—260	80—90	0,76
	260—288	90—100	0,69
	288—317	100—110	0,65
Серый чугун марок: СЧ12-28	120—140	—	1,63
„ „ „ СЧ15-32	140—160	—	1,35
„ „ „ СЧ18-36	160—180	—	1,15
„ „ „ СЧ21-40	180—200	—	1,00
„ „ „ СЧ24-44	200—220	—	0,85
„ „ „ СЧ28-48	220—240	—	0,77
„ „ „ СЧ32-52	240—260	—	0,69

Продолжение табл. 122

Наименование материала	Механические свойства материала		Поправочные коэффициенты
	твёрдость по Бринелю $H_B$	предел прочности $\sigma_s$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	
Алюминий	—	7—16	6,0
	—	17—28	5,0
Дюралюминий	—	20—30	6,0
	—	30—40	5,0
	—	40—50	4,0
Силумин и литейные алюминиевые сплавы	—	10—20	5,0
	—	20—30	4,0

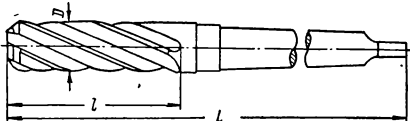
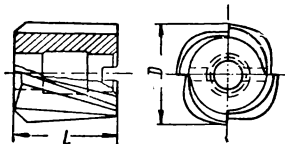
# РАЗДЕЛ ДВЕНАДЦАТЫЙ

## ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

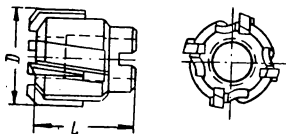
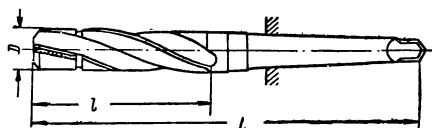
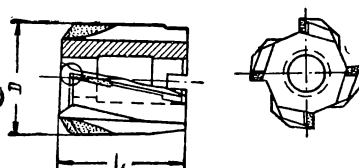
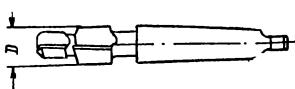
### 1. ЗЕНКЕРЫ. ПРАКТИКА ЗЕНКЕРОВАНИЯ

Таблица 123

Основные типы и размеры зенкеров для обработки  
цилиндрических отверстий

Диаметры <i>D</i> (в мм)		Стандарт	Габаритные размеры (в мм)	
от	до		общая длина <i>L</i>	длина рабочей части <i>l</i>
Зенкеры с коническим хвостовиком из инструментальных сталей				
				
10	32	ГОСТ 1676-53	160—290 (длинные); 140—250 (короткие)	78—170 58—130
Зенкеры насадные цельные из инструментальных сталей				
				
25	80	ОСТ НКТП 3677	50—70	—

Продолжение табл. 123

Диаметры <i>D</i> (в мм)		Стандарт	Габаритные размеры (в мм)	
от	до		общая длина <i>L</i>	длина рабочей части <i>l</i>
Зенкеры насадные со вставными ножами из быстрорежущей и легированной стали				
				
40	100	ГОСТ 2255-51	45—70	—
Зенкеры цилиндрические с усиленным коническим хвостовиком, оснащенные пластинками твердых сплавов				
				
14	38	ГОСТ 3231-55	160—290 (короткие); 190—350 (длинные)	68—150 88—210
Зенкеры цилиндрические насадные, оснащенные пластинками твердых сплавов				
				
34	80	ОСТ НКТП 3677	40—65	—
Зенкеры комбинированные многоступенчатые для обработки ступенчатых цилиндрических отверстий				
				
10	70	По спецчертежам	—	—

Так же как и сверло, хвостовой зенкер состоит из рабочей и хвостовой частей, между которыми расположена шейка (рис. 87, а). На рабочей части прорезаны канавки, образующие режущие грани. Канавки выполняются прямыми и винтовыми, соответственно и зенкеры называются *прямозубыми* и *спиральными*. По числу режущих перьев зенкеры делятся на *трехзубые* и *четырёхзубые*.

Основную работу резания выполняет *режущая (заборная) часть* зенкера. *Режущие кромки* образуются сопряжением передней и задней поверхностей зенкера (рис. 87, б).

*Угол наклона винтовой канавки*  $\omega$  изменяется в пределах от 10 до 30°. Для обработки твердых металлов применяют меньшие, а для обработки мягких

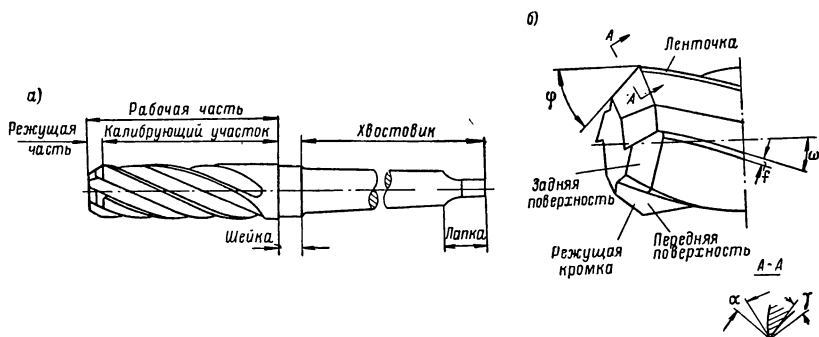


Рис. 87. Конструкция и геометрия зенкера.

металлов — большие значения угла  $\omega$ . При зенкерование отверстий в деталях из чугуна  $\omega = 0^\circ$ . Для обработки прерывистых отверстий независимо от материала детали  $\omega = 20-30^\circ$ .

*Задний угол*  $\alpha = 8-10^\circ$ .

*Передний угол*  $\gamma$  выбирается в зависимости от обрабатываемого материала:

для стали средней твердости . . . . .	$\gamma = 8-12^\circ$
„ „ твердой . . . . .	$\gamma = 0-5^\circ$
„ „ мягкой . . . . .	$\gamma = 15-20^\circ$
„ чугуна твердого . . . . .	$\gamma = 0-5^\circ$
„ „ средней твердости . . . . .	$\gamma = 15-20^\circ$
„ алюминия и латуни . . . . .	$\gamma = 25-30^\circ$

*Угол при вершине*  $\phi$  для быстрорежущих зенкеров принимается равным 45—60°, а для зенкеров, оснащенных твердосплавными пластинками,  $\phi = 60-75^\circ$ .

*Ленточка* вдоль края винтовой канавки обеспечивает нужное направление зенкера в отверстии. Ширина ленточки  $f = 0,8-2$  мм.

Диаметр зенкера выбирается в зависимости от обрабатываемого материала, размеров отверстия, величины припуска, требуемой точности и принятого технологического процесса обработки отверстия.

Размеры диаметров зенкеров для обработки отверстий 2—4-го классов точности приведены в табл. 106.

Способы установки и закрепления зенкеров на токарном станке те же, что и для сверл.

Зенкерование применяется как предварительная операция при обработке литых и штампованных отверстий.

Перед зенкерованием литого цилиндрического отверстия его рекомендуется сначала расточить резцом на длину 5—10 мм с тем, чтобы создать направление для зенкера.

В условиях серийного производства при обработке ступенчатых отверстий диаметром до 10—70 мм успешно применяют специальные комбинированные



Рис. 88. Ступенчатый зенкер.

ступенчатые зенкеры. Если разность диаметров обрабатываемых ступеней незначительна, то такой зенкер может быть изготовлен посредством переточки стандартного гладкого спирального зенкера (рис. 88). Количество дальнейших возможных переточек зависит от длины ступени меньшего диаметра.

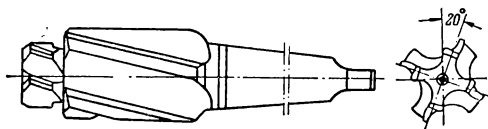


Рис. 89. Ступенчатый зенкер со смещенными зубьями на первой и второй ступенях.

Более совершенным является специальный ступенчатый зенкер (рис. 89), у которого зубья одной ступени смещены относительно зубьев другой ступени. Это усложняет изготовление зенкера, но значительно увеличивает возможное число его переточек и улучшает отвод стружки.

При обработке многоступенчатых отверстий применяются наборные зенкеры, состоящие из нескольких одноразмерных или комбинированных зенкеров.

## 2. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ

**Подачи** при зенкеровании сталей быстрорежущими зенкерами берут в пределах от 0,2 до 2 мм/об. Меньшие значения подач применяют при обработке твердых сталей зенкерами малых диаметров, а большие — при обработке мягких сталей зенкерами больших диаметров и при зенкеровании литых и кованных отверстий.

Подачи при зенкеровании твердых чугунов ( $H_B \geq 170$ ) колеблются в зависимости от диаметра зенкера в пределах 0,38—2 мм/об, а при зенкеровании мягких чугунов ( $H_B \leq 170$ ) — в пределах 0,6—3,4 мм/об.

При зенкеровании длинных (глубоких) отверстий принимают меньшие подачи, чем при обработке коротких отверстий.

Значения подач при обработке твердосплавными зенкерами, как правило, не превышают 1 мм/об для стали и 1,5 мм/об — для чугуна.

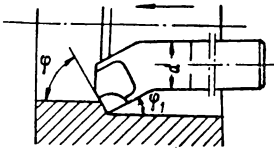
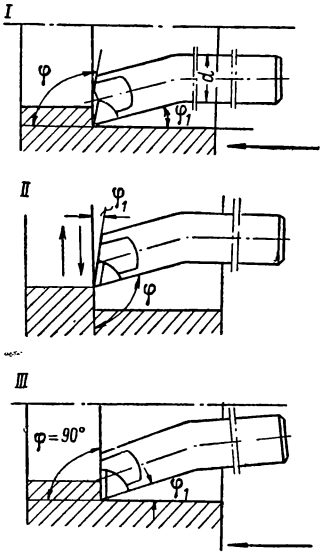
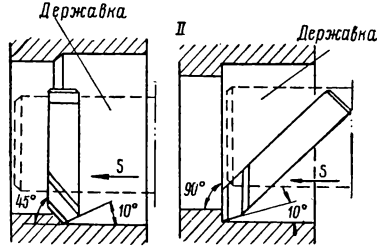
**Скорости резания** при зенкеровании быстрорежущими зенкерами колеблются в зависимости от величины подачи и припуска на сторону в пределах 6—40 м/мин для сталей и 10—30 м/мин — для чугунов. Большие значения принимаются при зенкеровании более мягких сталей и чугунов с меньшими припусками на сторону и подачами.

Скорости резания при зенкеровании твердосплавными зенкерами колеблются в зависимости от тех же параметров в пределах 30—60 м/мин для сталей (зенкер из сплава Т15К6) и 40—90 м/мин — для чугунов (зенкер из сплава ВК8).

## 3. РАСТОЧНЫЕ РЕЗЦЫ

Таблица 124

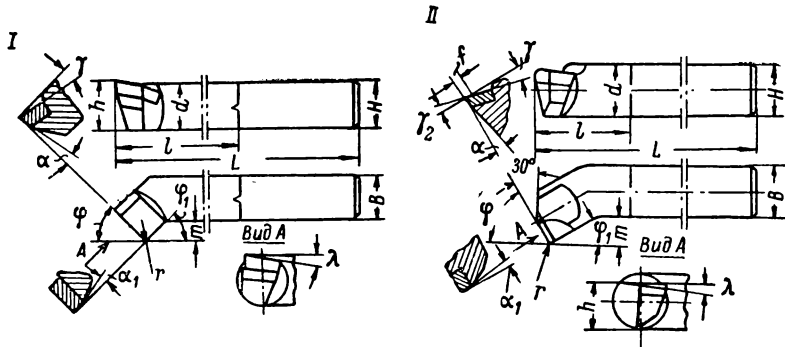
Назначение основных типов нормализованных расточных резцов

Эскиз	Назначение
	<p>Токарные расточные для обработки сквозных отверстий</p> <p>Применяются для растачивания сквозных отверстий длиной до 100—150 мм</p>
	<p>Токарные расточные для обработки ступенчатых и глухих отверстий</p> <p>Используются для растачивания (поз. I) и для подрезания внутренних уступов (поз. I и III)</p> <p>Подрезание уступов осуществляется как с поперечной (поз. II), так и с продольной (поз. III) подачами. В последнем случае державка резца поворачивается на угол <math>\varphi_1 \approx 5^\circ</math></p>
	<p>Токарные расточные державочные</p> <p>Применяются для растачивания сквозных и глухих отверстий глубиной более 100—150 мм</p> <p>Для растачивания сквозных отверстий стержень резца устанавливается перпендикулярно оси державки (поз. I), а при растачивании глухих отверстий — под углом 45 или 60° (поз. II)</p>

## Конструкции и размеры расточных резцов

## Основные параметры

Нормализованные (стандартные) резцы  
Расточные резцы с углом  $\varphi = 45^\circ$  и  $\varphi = 60^\circ$  для сквозных отверстий



Резцы с пластинками из быстрорежущей стали по ГОСТ 7369-55 (поз. I) изготавливаются с державками сечениями  $16 \times 16$  и  $25 \times 25$  мм

Резцы с твердосплавными пластинками по ГОСТ 6743-53 (поз. II) выполняются с державками сечениями  $12 \times 12$ ,  $16 \times 16$ ,  $20 \times 20$  и  $25 \times 25$  мм

Резцы оснащаются твердым сплавом марок ВК6, ВК8, Т15К6 и Т5К10

Приняты следующие углы заточки: для резцов с пластинками из твердого сплава марок ТК  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 16^\circ$  и  $\lambda = 4^\circ$ ; для резцов с пластинками из твердого сплава марок ВК  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 16^\circ$ ,  $\gamma_2 = 5^\circ$ ,  $\lambda = 4^\circ$  и  $f \leq 0,3$  мм

## Размеры резцов (в мм)

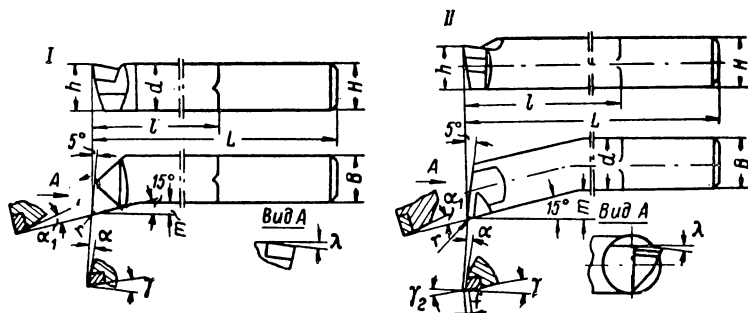
Сечение державки резца		L	Наименьший диаметр растачиваемого отверстия	l	d	m	r	№ твердосплавной пластинки по ГОСТ 2209-49
B	H							
12	12	125	30	40	12	6	0,5	1001
12	12	150	30	60	12	6	0,5	1001
16	16	150	40	60	16	8	0,5	1003
16	16	200	40	80	16	8	0,5	1003
20	20	150	50	60	20	10	1	1003
20	20	200	50	80	20	10	1	1003
20	20	250	50	125	20	10	1	1003
25	25	200	65	80	25	12,5	1	1009
25	25	250	65	125	25	12,5	1	1009
25	25	300	65	150	25	12,5	1	1009



Продолжение табл. 125

## Основные параметры

## Расточные резцы для глухих отверстий



Резцы с пластинками из быстрорежущей стали по ГОСТ 7369-55 (поз. I) изготавливаются с державками сечениями  $16 \times 16$  и  $25 \times 25$  мм

Резцы с пластинками из твердых сплавов по ГОСТ 6743-53 (поз. II) выполняются с державками сечениями  $12 \times 12$ ,  $16 \times 16$ ,  $20 \times 20$  и  $25 \times 25$  мм

Резцы оснащаются твердым сплавом марок ВК6, ВК8, Т15К6 и Т5К10

Приняты следующие углы заточки: для резцов с пластинками из твердого сплава марок ТК  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 16^\circ$  и  $\lambda = 4^\circ$ ; для резцов с пластинками из твердого сплава марок ВК  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ ,  $\gamma = 16^\circ$ ,  $\gamma_2 = 5^\circ$ ,  $\lambda = 4^\circ$  и  $f \leq 0,3$  мм

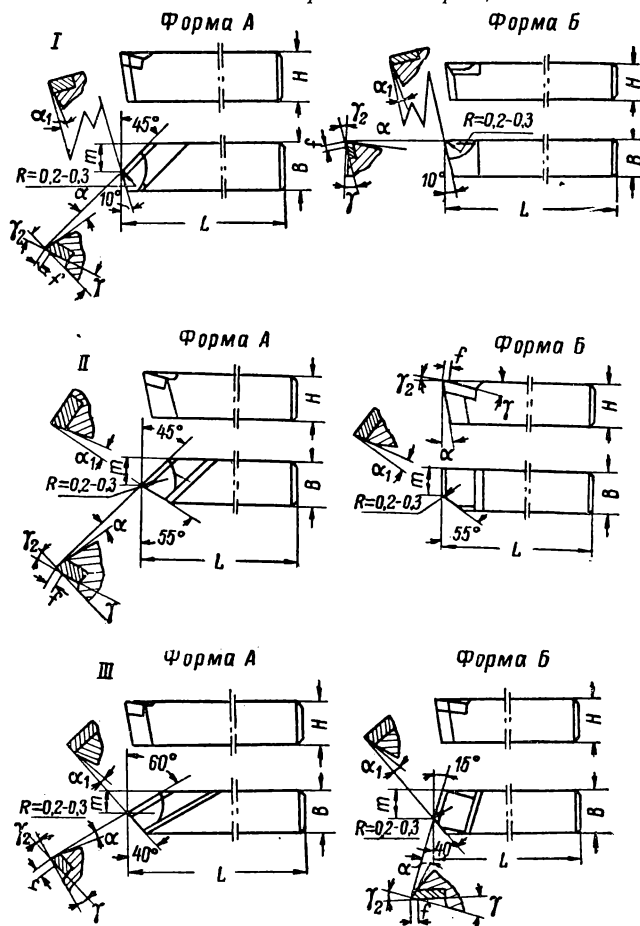
## Размеры резцов (в мм)

Сечение державки резца		L	Наименьший диаметр растачиваемого отверстия	l	d	m	r	№ твердосплавной пластинки по ГОСТ 2209-49
B	H							
12	12	125	30	40	12	6	0,5	1001
12	12	150	30	60	12	6	0,5	1001
16	16	150	40	60	16	8	0,5	1003
16	16	200	40	80	16	8	0,5	1003
20	20	150	50	60	20	10	1	1003
20	20	200	50	80	20	10	1	1003
20	20	250	50	125	20	10	1	1003
25	25	200	65	80	25	12,5	1	1009
25	25	250	65	125	25	12,5	1	1009
25	25	300	65	150	25	12,5	1	1009

Продолжение табл. 125

Основные параметры

Расточные державочные резцы



Эти резцы изготавливаются трех видов:

- 1) для прямого крепления — под углом  $90^\circ$  к оси державки (поз. I); применяются для растачивания сквозных отверстий;
- 2) для косо́го крепления — под углом  $45^\circ$  к оси державки (поз. II); используются для растачивания глухих отверстий;
- 3) для косо́го крепления — под углом  $60^\circ$  к оси державки (поз. III); применяются для растачивания глухих отверстий

Резцы каждого из видов подразделяются на два типа (две формы), отличающиеся по значению углов в плане

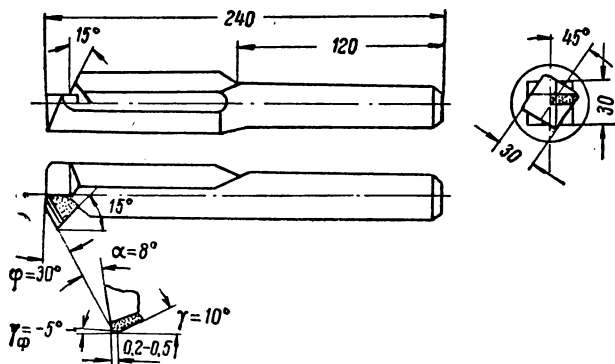
## Основные параметры

В качестве режущих частей резцов используются пластинки из быстрорежущей стали и из твердых сплавов. Геометрические параметры (кроме обозначенных) те же, что и для других резцов, указанных в нижеследующей таблице:

Размеры резцов (в мм)				
Вид резца	Форма	$B \times H$	$L$	$t$
Для прямого крепления	А	От $8 \times 8$	От 25	5—12
	Б	до $20 \times 20$	до 100	—
Для косого крепления под углом $45^\circ$	А	От $8 \times 8$	От 25	5—11
	Б	до $20 \times 20$	до 100	6,5—14
Для косого крепления под углом $60^\circ$	А	От $8 \times 8$	От 25	5—9
	Б	до $20 \times 20$	до 100	5—13

## Резцы токарей—новаторов производства

Расточной резец конструкции В. К. Семинского



Продолжение табл. 125

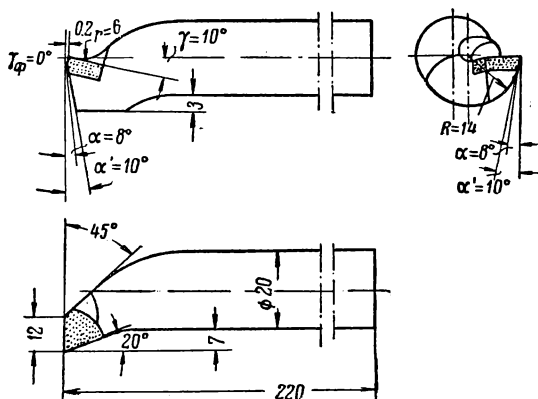
## Основные параметры

Резец имеет державку квадратного сечения. Рабочая часть державки повернута на  $45^\circ$  относительно опорной части, при этом одна из диагоналей сечения рабочей части располагается в горизонтальной плоскости, проходящей через ось изделия (или на 2—3 мм ниже), что дает возможность увеличить размеры сечения державки; длина диагонали может быть взята близкой к размеру диаметра растачиваемого отверстия

Так, например, отверстие диаметром 50 мм можно растачивать резцом сечением  $30 \times 30$  мм

Жесткость резца значительно выше жесткости таких же резцов обычного типа, что обеспечивает повышенную виброустойчивость резца при растачивании с высокими скоростями резания

## Расточной резец конструкции К. В. Лакура



Резец имеет державку круглого сечения (размеры сечения  $d = 16, 20$  и  $25$  мм)

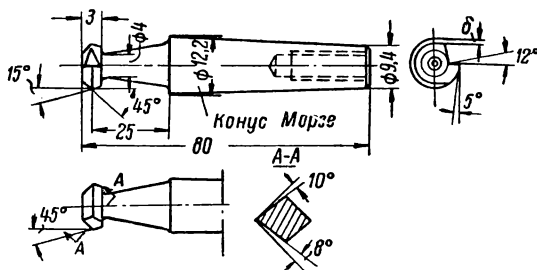
Особенностью конструкции этого резца является расположение его главной режущей кромки в плоскости, проходящей через нейтральное сечение стержня державки

Такие резцы обладают повышенными жесткостью и виброустойчивостью и обеспечивают получение хорошей чистоты поверхности

Эти резцы оснащаются пластинками из быстрорежущей стали и из твердых сплавов

## Основные параметры

Расточной резец „Улитка“



Новый тип твердосплавных расточных резцов „Улитка“, предложенный и внедренный токарем Подольского машиностроительного завода В. С. Павловым, и аналогичные быстрорежущие расточные резцы „Комета“, разработанные новаторами ленинградского завода „Экономайзер“, предназначены для скоростного растачивания отверстий малого диаметра (до 20 мм). Задняя поверхность этих резцов выполнена по архимедовой спирали (с падением затылка  $\delta = 1,5-2,0$  мм); заточка производится только по передней поверхности. Это дает возможность сохранять постоянный профиль резца в плане и его задние углы в любом нормальном сечении.

На заточку резцов „Улитка“ расходуется значительно меньше времени, чем на заточку обычных резцов. Кроме того, в 6-7 раз увеличивается число возможных переточек.

Благодаря постоянному соблюдению оптимальных значений задних углов и тщательной обработке задних поверхностей стойкость резцов „Улитка“ выше стойкости расточных резцов распространенных конструкций.

#### 4. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ РАСТАЧИВАНИИ ОТВЕРСТИЙ

**Подачи.** Расточные резцы работают в более тяжелых условиях, чем резцы для обтачивания наружных поверхностей. Особенно нежелательными и опасными являются вибрации расточных резцов вследствие их малой жесткости. Поэтому величину подачи при растачивании устанавливают в соответствии с вылетом резца и размерами сечения его державки.

Рекомендуемые величины подач при грубом и получистовом растачивании на токарном станке для различных условий работы приведены в табл. 126 и 127.

Таблица 126

## Поддачи при грубом растачивании на токарных станках

	Диаметр круглого сечения державки резца (в мм)						
	10	12	16	20	25	30	40
Глубина резания <i>t</i> (в мм)	Вылет резца (в мм)						
	50	60	80	100	125	150	200
	Подача <i>s</i> (в мм/об)						
Сталь, стальное литье, алюминиевые и магниевые сплавы							
2	< 0,08	≤ 0,1	0,08—0,2	0,15—0,4	0,25—0,7	0,5—1,0	—
3	—	< 0,08	≤ 0,12	0,1—0,25	0,15—0,4	0,2—0,5	0,25—0,6
5	—	—	≤ 0,08	≤ 0,1	0,08—0,2	0,12—0,3	0,13—0,4
Чугуны и медные сплавы							
2	0,08—0,12	0,12—0,2	0,25—0,4	0,5—0,8	0,9—1,5	—	—
3	≤ 0,08	0,08—0,12	0,15—0,25	0,3—0,5	0,5—0,8	0,9—1,2	—
5	—	≤ 0,08	0,08—0,12	0,15—0,25	0,25—0,5	0,5—0,7	0,6—1,0
<i>Примечание.</i> При вылете резца больше, чем указано в таблице, величина подачи уменьшается.							

Таблица 127

## Подачи при полүчистовом растачивании отверстий

Глубина резания $t$ (в мм)	Шероховатость поверхности	Диаметр растачиваемого отверстия $d$ (в мм)						
		до 30	31—50	51—80	81—120	121—180	181—260	261—360
		Подача $s$ (в мм/об)						
при растачивании нормальными резцами								
До 2	$\nabla 4$ $\nabla 5$	0,04—0,08	0,06—0,10	0,08—0,13	0,10—0,15	0,12—0,18	0,15—0,20	0,18—0,25
при растачивании пластинчатыми резцами								
0,3— 1,0	$\nabla 4$ $\nabla 5$	0,15—0,25	0,20—0,40	0,30—0,50	0,40—0,60	0,50—0,80	0,70—1,00	0,90—1,2
<p><b>Примечание.</b> Меньшие значения подач следует брать при обработке стали и стального литья, большие — при обработке чугунов и при малых глубинах резания.</p>								

**Скорости резания.** Скорость резания при растачивании определяется по тем же таблицам, что и для наружного продольного точения (см. таблицы в восьмом разделе) с поправкой на коэффициент  $k_{P_v}$  (табл. 128).

Таблица 128

**Поправочные коэффициенты на скорость резания при растачивании отверстий**

Вид обработки	$k_{P_v}$
Наружное продольное точение . . . . .	1,00
Растачивание при диаметре отверстия до 50 мм . . . . .	0,70
"      "      "      "      51—75 мм . . . . .	0,80
"      "      "      "      76—150 мм . . . . .	0,90
"      "      "      "      151—250 мм . . . . .	0,95
"      "      "      "      251 мм и выше . . . . .	1,00

### 5. РАБОЧИЕ СХЕМЫ РАСТАЧИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ

Наиболее простой и распространенной рабочей схемой процесса растачивания является растачивание отверстия резцом, установленным в резцедержателе суппорта.

При закреплении растачиваемой детали в кулачках патрона необходимо иметь в виду возможность ее деформации вследствие сильной затяжки кулач-

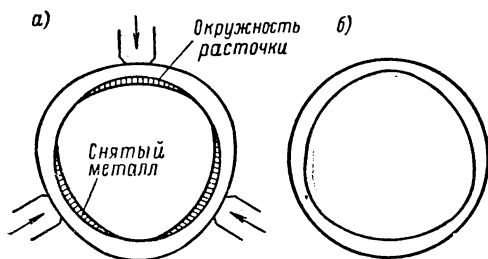


Рис. 90. Искажение формы расточенного отверстия при чрезмерном усилии закрепления детали в патроне.

ков. На рис. 90, а показано искаженное отверстие при слишком сильном зажиме тонкостенной детали в патроне. После снятия расточенной детали со станка она примет свою прежнюю форму, т. е. наружная поверхность станет цилиндрической, а отверстие, получившее при растачивании цилиндрическую форму, будет искажено (рис. 90, б). Поэтому перед окончательным растачиванием точных отверстий рекомендуется несколько ослабить крепление детали в кулачках патрона.

В целях повышения точности формы растачиваемого отверстия, а также для большей виброустойчивости при растачивании прибегают к использованию *двусторонних расточных резцов* (рис. 91, а). Наилучшие результаты получаются при растачивании отверстий двусторонними резцами, закрепляемыми в державке в наклонном положении (рис. 91, б).

В серийном производстве для обработки цилиндрических отверстий применяются пластинчатые резцы и плавающие расточные блоки и головки.

*Пластинчатыми резцами* (рис. 92) растачивают отверстия диаметром более 40 мм. Они работают преимущественно торцовыми режущими кромками.

Пластинчатые резцы для растачивания отверстий диаметрами 40—50 мм изготавливаются цельными, а свыше 50 мм — сборной конструкции с пластинками из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Угол  $\varphi$  у пластинчатых резцов для обработки сквозных отверстий равен  $45^\circ$ , а для обработки глухих отверстий  $\varphi = 90^\circ$ .

Длина цилиндрического участка устанавливается в пределах  $l = (0,1-0,2) D$ , где  $D$  — диаметральный размер резца (в мм). Угол  $\varphi_1 = 2-3^\circ$ .

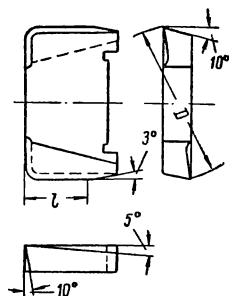
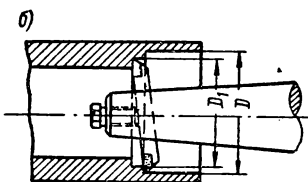
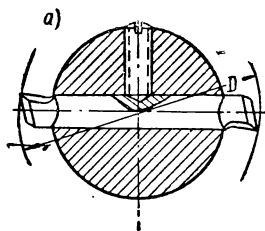


Рис. 91. Схемы растачивания отверстий двусторонними резцами. Рис. 92. Пластиновый резец.

**Плавающие резцы** применяются для окончательной обработки отверстий. Плавающие резцы самоуставляются по ранее обработанному отверстию; они снимают небольшие припуски (в пределах  $0,2-1$  мм) и обеспечивают точность по 2-му и 3-му классам.

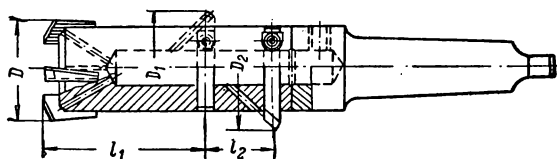
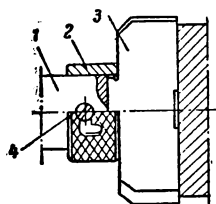


Рис. 93. Схема установки плавающего резца.

Рис. 94. Расточная головка для растачивания трехступенчатого отверстия.

Плавающий резец 3 (рис. 93) свободно вставляется в паз державки 1 и закрепляется в ней при помощи кольца 2 со стопорным винтом 4.

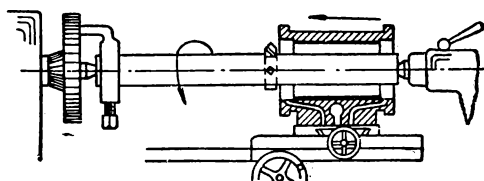
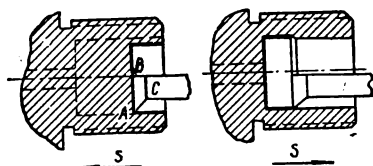


Рис. 95. Схема растачивания отверстия без предварительного сверления.

Рис. 96. Схема растачивания отверстия в корпусе при помощи вращающейся скалки (оправки) с резцом.

Применение расточных блоков и головок, настроенных на определенный размер, обеспечивает наиболее высокую производительность труда. Особенно эффективно использование расточных блоков при обработке ступенчатых отверстий. На рис. 94 показан такой инструмент, служащий для растачивания



ступенчатого отверстия (по диаметру  $D$  на длину  $l_1$ , по  $D_1$  — на длину  $l_2$  и по  $D_2$  — на остальную часть длины отверстия).

В некоторых случаях при небольших глубинах отверстий прибегают к их обработке без предварительного сверления. В этом случае сверление заменяется растачиванием резцом, вначале врезавшимся в торец детали (рис. 95).

Главная режущая кромка  $AB$  этого резца перпендикулярна его продольной оси. Вершиной  $B$  резец подводится к центру будущего отверстия и врезается на требуемую глубину. Затем кромкой  $AC$  отверстие растачивается в несколько проходов на требуемый размер при подаче по направлению к задней бабке.

Детали крупных размеров и сложной формы, которые трудно закрепить на планшайбе станка, растачивают с помощью вращающейся скалки с закрепленными в ней резцами (рис. 96), причем деталь крепится в этом случае к суппорту.

## 6. ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИ ОБРАБОТКЕ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При обработке отверстий в основном применяют те же способы усовершенствования процесса, что и при обработке наружных цилиндрических поверхностей:

**Изготовление нескольких деталей из одной заготовки.** Многие мелкие детали типа колец и втулок выполняются из круглого проката, при этом размеры заготовки часто определяются из расчета изготовления из нее не одной, а двух, трех или большего количества деталей.

Так, например, на заводе дорожных машин Харьковской области стальные втулки диаметром  $95 \times 76$  мм и длиной 70 мм раньше выполнялись из отдельных заготовок диаметром  $120 \times 75$  мм, нарезанных на дисковой пиле. Полная трудоемкость изготовления одной втулки при таком способе обработки составляла 82 мин. По предложению токаря тов. Коваленко эти втулки стали изготавливать из одной длинной заготовки, рассчитанной на 15 втулок.

После центrovания одного из торцов заготовки и установки ее на станке производится обтачивание по верху до диаметра 110 мм на длину 1130 мм и прорезание канавок шириной 5 мм на глубину 30 мм (рис. 97, а). Затем поочередно обтачивают поверхности втулок до диаметра 97 мм на длине 60 мм у каждой детали (рис. 97, б). После этого спиральным или перовым сверлом диаметром 60 мм сверлят центральное отверстие (рис. 97, в), отделяя при этом от заготовки одну деталь за другой. Завершающими операциями являются чистовая обработка отверстия и чистовое обтачивание втулки поверху.

Общая трудоемкость изготовления одной втулки по новому технологическому процессу составляет 39 мин.

**Одновременная обработка нескольких деталей.** На рис. 98 изображен специальный патрон для одновременной обработки внутренней цилиндрической поверхности у 12 деталей типа колец. Применение подобных приспособлений при обработке внутренних поверхностей тонкостенных деталей обеспечивает значительное повышение производительности труда за счет уменьшения вспомогательного времени, приходящегося на одну деталь.

Метод одновременной обработки нескольких деталей может быть использован и при изготовлении деталей, поверхности которых представляют собой

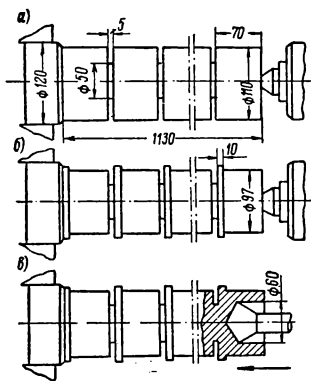


Рис. 97. Технологическая последовательность обработки втулки.

части внутренних цилиндрических поверхностей (неполные отверстия). Пример такой детали (питательный клапан инжектора) приведен на рис. 99, а. Схема одновременной обработки четырех таких деталей показана на рис. 99, б.

Одновременная обработка отверстий несколькими инструментами. Значительное повышение производительности чернового и получистового растачивания отверстий может быть достигнуто при использовании оправок с дву-

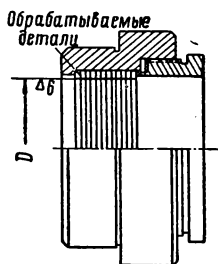


Рис. 98. Патрон для обработки отверстий в тонкостенных деталях типа колец.

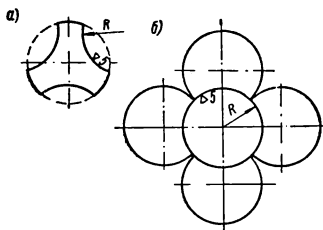


Рис. 99. Схема обработки радиусной выточки (неполного отверстия) в питательном клапане инжектора (1-й переход).

сторонним расположением резцов (см. рис. 91). В этом случае повышаются жесткость оправки и виброустойчивость.

Для растачивания ступенчатых отверстий иногда применяют многорезцовые оправки, резцы в которых заранее устанавливаются на заданные размеры (рис. 100).

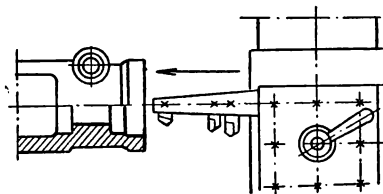


Рис. 100. Схема многорезцового растачивания ступенчатого отверстия.

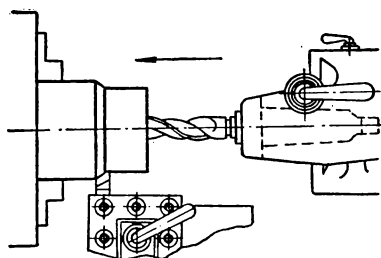


Рис. 101. Схема совмещения обработки отверстия и наружной цилиндрической поверхности.

Использование специальных многорезцовых блоков может в несколько раз повысить производительность труда при обработке многоступенчатых отверстий.

При чистовом многорезцовом растачивании хорошие результаты получаются при применении оправок с направляющими, входящими в специальные втулки, установленные в шпинделе станка.

Совмещение обработки отверстия и других поверхностей детали. В простейшем случае совмещение обработки отверстия с наружной цилиндрической поверхностью достигается при закреплении резца в резцедержателе суппорта, а сверла или расточного двустороннего резца — в скалке задней бабки (рис. 101).

Автоматическую подачу задней бабки сообщают с помощью простейших приспособлений в виде скобы-тяги, соединяющей заднюю бабку с суппортом. Одно

из таких приспособлений предусмотрено в конструкции токарно-винторезного станка типа 1К62.

При совмещении переходов за счет уменьшения затрат как машинного, так и вспомогательного времени удастся повысить производительность труда в 2 раза и более.

**Последовательная обработка инструментами, заранее установленными на заданные размеры.** Для установки инструментов, последовательно обра-

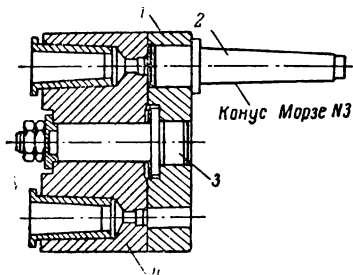


Рис. 102. Специальная поворотная головка для закрепления четырех инструментов.

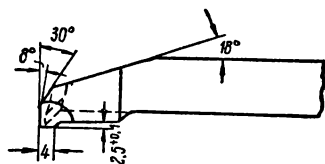


Рис. 103. Комбинированный резец для растачивания, подрезания торцов и прорезания канавок.

батывающих поверхности детали, служат обычно поворотные резцедержатели и специальные поворотные головки, закрепляемые в скалке задней бабки.

На рис. 102 изображена специальная поворотная головка, предназначенная для закрепления четырех режущих инструментов. Головка состоит из диска 1,

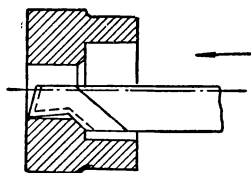


Рис. 104. Комбинированный резец для растачивания и снятия фаски.

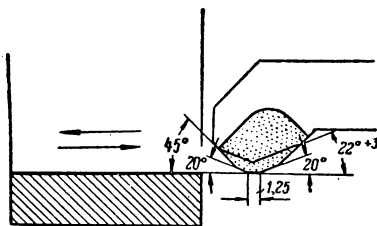


Рис. 105. Комбинированный проходной резец для двустороннего растачивания.

жестко соединенного с конусным хвостовиком 2. На пальце 3, закрепленном в диске 1, вращается барабан 4, в гнездах которого устанавливаются инструменты. Рабочее положение каждого из этих инструментов фиксируется посредством фиксатора, находящегося под действием пружины (на чертеже не показаны).

Большинство существующих конструкций поворотных резцедержателей и головок не обеспечивает достаточной точности фиксации положения инструмента при повороте. Обычно погрешности фиксации после поворота резцедержателя составляют 0,05—0,07 мм. Поэтому многие опытные токари, применяя поворотные резцедержатели, стремятся по возможности уменьшить число их поворотов. Это достигается за счет применения комбинированных резцов и специальных державок, допускающих установку двух и более резцов.

**Применение комбинированных резцов.** На рис. 103 изображен комбинированный резец для растачивания отверстий, подрезания внутренних торцов и прорезания канавок в отверстиях.

Простой комбинированный резец для растачивания отверстия и снятия фаски показан на рис. 104.

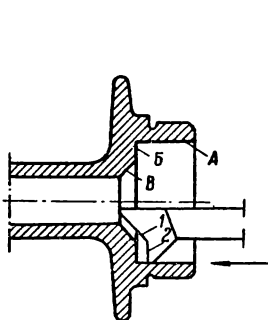


Рис. 106. Растачивание отверстия и снятие фаски в велосипедной втулке с помощью специального комбинированного резца.

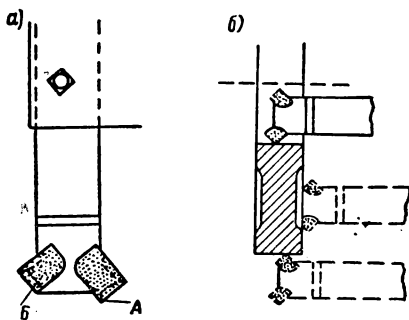


Рис. 107. Обработка заготовки для цилиндрической шестерни с помощью специального комбинированного резца.

**Применение комбинированного проходного правого и левого резца (рис. 105 позволяет вести двустороннее растачивание, что повышает производительность**

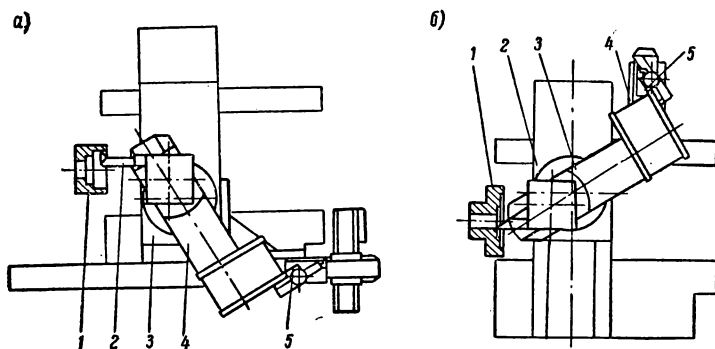


Рис. 108. Схемы растачивания ступенчатого отверстия и торцовых выточек с помощью гидросуппорта ГС-1.

труда, так как в этом случае отпадает надобность в холостых перемещениях суппорта после каждого прохода.

Специальные комбинированные резцы позволяют вести обработку деталей сложных форм без перестановки инструмента.

На рис. 106 изображена схема обработки внутренней поверхности ступицы корпуса задней втулки велосипеда двухкромочным комбинированным резцом. Кромкой 1 снимается фаска В, а кромкой 2 растачивается отверстие А и подрезается торец Б.

На рис. 107, а показан специальный комбинированный резец чехословацкого токаря М. Гоузера. С помощью этого резца можно обрабатывать не только

внутренние, но и наружные поверхности без поворота резцедержателя. На рис. 107,б приведены схемы обработки этим резцом заготовки для цилиндрической шестерни. Как видно из рисунка, правая часть резца *А* обрабатывает отверстие и торец заготовки, а часть *Б* — наружную поверхность.

**Использование копировальных устройств.** С помощью гидросуппортов и механических копировальных устройств могут обрабатываться отверстия и внутренние торцовые поверхности. Наиболее удобен гидросуппорт типа ГС-1. При растачивании отверстий на этом суппорте поперечные салазки 3 (рис. 108,а) перемещаются вперед настолько, что резец 2 оказывается за линией центров станка. Обрабатываемая деталь 1 получает левое вращение. Перемещением гидравлического суппорта 4 управляет шаблон 5, укрепленный на линейке.

При обработке торцовых поверхностей гидравлический суппорт 3 (рис. 108,б) вместе с поперечными салазками 2 перемещается за линию центров. При обработке торцовой поверхности детали 1 движение подачи получают поперечные салазки 2. Перемещением гидравлического суппорта 3 управляет шаблон 5, закрепленный на линейке кронштейна 4, установленного на продольных салазках суппорта.

При подрезке торцовой поверхности перемещаются только поперечные салазки, а гидросуппорт остается неподвижным; при растачивании внутренней поверхности очередной ступени одновременно с поперечными салазками перемещается и гидросуппорт, который отходит при этом назад.

---

## РАЗДЕЛ ТРИНАДЦАТЫЙ

### ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА И ИЗМЕРЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ

#### 1. РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Развертывание является наиболее производительным и распространенным методом чистовой обработки отверстий диаметром до 100 мм.

При развертывании достигается получение отверстий с точностью 2—3-го классов и шероховатостью поверхности 6—8-го классов.

**Основные типы разверток и их применение.** В зависимости от диаметра отверстия используют различные конструкции разверток. Отверстия диаметром до 32 мм развертывают развертками с цилиндрическим или коническим хвостовиком.

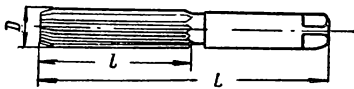
Для развертывания отверстий диаметром от 25 до 100 мм применяют насадные развертки, насаживаемые на оправки.

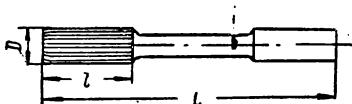
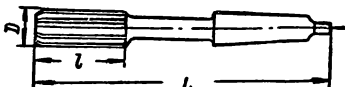
Развертки бывают цельные и регулируемые; первые имеют зубья, изготовленные заодно с корпусом, а вторые снабжены вставными ножами.

Основные типы и размеры разверток для обработки цилиндрических отверстий приведены в табл. 129.

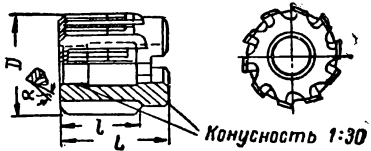
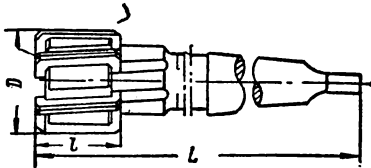
Таблица 129

**Основные типы и размеры разверток для обработки цилиндрических отверстий**

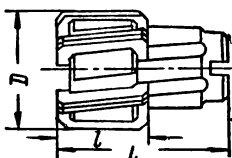
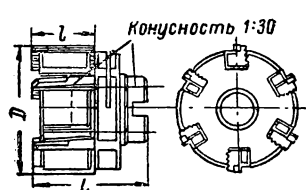
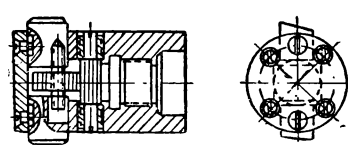
Диаметр $D$ (в мм)		Стандарт	Габаритные размеры (в мм)	
от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
Развертки ручные цилиндрические				
				
3	50	ГОСТ 7722-55	80—360	40—190

Диаметр $D$ (в мм)		Стандарт	Габаритные размеры (в мм)	
от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
Развертки машинные с цилиндрическим хвостовиком				
				
Цельные				
3	9	ГОСТ 1672-53	45—60 (короткие); 65—100 (длинные)	12—20
Оснащенные пластинками твердого сплава				
6	9	ГОСТ 9329-60	95—100	18
Развертки машинные с коническим хвостовиком (Морзе № 1—3)				
				
Цельные				
10	32	ГОСТ 1672-53	105—190 (короткие); 140—240 (длинные)	22—30
Оснащенные пластинками твердого сплава				
10	32	ГОСТ 9329-60	140—240	18—26

Продолжение табл. 129

Диаметр $D$ (в мм)		Стандарт	Габаритные размеры (в мм)	
от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
Развертки машинные насадные				
<div></div> <p>Конусность 1:30</p> <p>Цельные</p>				
25	80	ГОСТ 1672-53	40—65	30—32
Оснащенные пластинками твердого сплава				
34	50	ГОСТ 9329-60	40—55	35
Развертки машинные с коническим хвостовиком (Морзе № 3—4) со вставными ножами				
<div></div>				
25	40	ГОСТ 883-51	230—275	28—38



Диаметр $D$ (в мм)		Стандарт	Габаритные размеры (в мм)	
от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
Развертки машинные насадные со вставными ножами				
				
40	100	ГОСТ 883-51	45—70 (короткие); 70—95 (длинные)	30—36 40—60
Развертки машинные насадные сборной конструкции, оснащенные пластинками твердого сплава				
				
52	100	ГОСТ 9329—60	50—70	30—36
Плавающие и регулируемые развертки				
				
60	200	По спецчертежам	—	—

**Конструкция и геометрия режущих зубьев разверток.** Режущие зубья, расположенные на рабочей части развертки (рис. 109), выполняются прямыми (*прямозубые развертки*) или с винтовыми канавками (*спиральные развертки*).

Развертки с правой винтовой канавкой называются *праворежущими*, а с левой винтовой канавкой — *леворежущими*.

Хвостовики машинных разверток диаметром до 10—12 мм выполняются цилиндрическими, а у более крупных разверток — коническими.

Основную работу резания выполняет *режущая (заборная) часть*.

Угол в плане  $\varphi$  (рис. 109, а) принимается равным 3—5° при развертывании твердых металлов и  $\varphi = 12—15^\circ$  — при развертывании мягких и вязких метал-

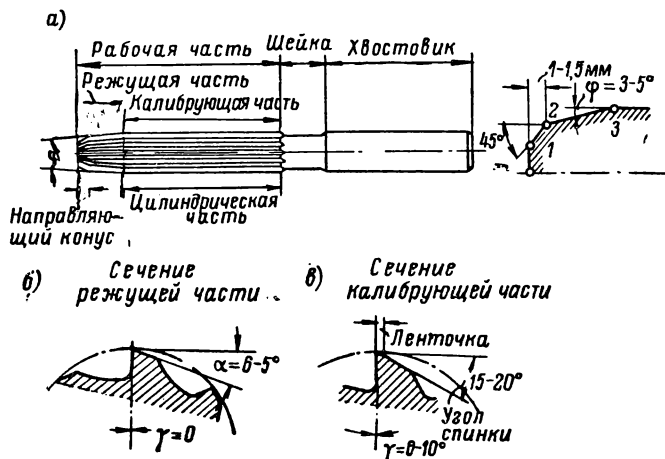


Рис. 109. Конструкция и геометрия машинной развертки.

лов. На конце режущей части зубья имеют скос под углом 45°. Это предохраняет режущие зубья от выкрашивания.

*Задний угол* зуба развертки на ее режущей части  $\alpha$  (рис. 109, б) принимается равным 6—15°. Большие значения угла берутся для разверток больших диаметров.

*Передний угол*  $\gamma$  для черновых разверток принимается в пределах от 0 до 10°, а для чистовых разверток  $\gamma = 0^\circ$ .

*Калибрующая часть* служит для направления развертки в отверстие; она придает отверстию требуемые точность размера и чистоту поверхности. На зубьях калибрующей части заточена ленточка шириной  $f = 0,05—0,15$  мм, поэтому в поперечном сечении этих зубьев угол  $\alpha = 0^\circ$  (рис. 109, в).

В целях уменьшения трения развертки о стенки отверстия калибрующая часть выполняется с обратной конусностью так, что в начале зуба развертка имеет диаметр на 0,04—0,05 мм больше, чем в конце.

В целях повышения чистоты поверхности отверстия и предотвращения появления погрешностей его формы («огранки») зубья разверток выполняются с неравномерным шагом.

В последнее время нашли применение так называемые *кольцевые развертки* с новой геометрией режущей части (рис. 110).

Кольцевые развертки не имеют приемного конуса на режущей части и обратного конуса на калибрующей. Число зубьев у них 4—6; выполнены зубья с равномерным окружным шагом.

Рабочая часть кольцевой развертки состоит из направляющей фаски  $l_1$ , двух кольцевых поясков  $l_2$  и  $l_3$  и калибрующего участка  $l_4$ .

Направляющая фаска  $l_1 = 2$  мм. Она выполнена под углом  $45^\circ$  и заточена под углом  $\alpha = 10^\circ$ .

Длина кольцевых поясков  $l_2$  и  $l_3$  составляет от 2 до 4 мм. Их диаметр ниже номинального диаметра развертки на 0,4 и 0,2 мм, а их торцовые поверхности выполнены без заднего угла.

Ширина ленточки на калибрующей части  $f = 0,1-0,3$  мм; на режущих кромках кольцевых поясков ленточка имеет несколько большую ширину. Задний угол на калибрующей части равен  $8-12^\circ$ , а передний угол может быть от 0 до  $10^\circ$ .

Кольцевые развертки позволяют снимать припуски, достигающие до 1 мм, при этом они обеспечивают получение более высокой точности и чистоты поверхности, чем развертки распространенных конструкций.

**Практика развертывания.** Развертка не имеет торцовых зубьев и поэтому она не исправляет оси отверстия, а следует по заранее просверленному отверстию.

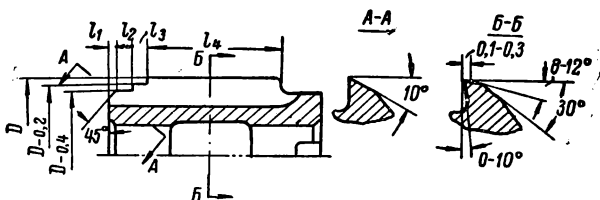


Рис. 110. Геометрия кольцевой развертки.

Чтобы развертка всегда могла самоустановиться по оси отверстия, она закрепляется в шарнирных (так называемых плавающих или качающихся) державках.

Торцовую поверхность обрабатываемой детали перед развертыванием следует подрезать, чтобы развертка с самого начала работала равномерно всеми зубьями.

Если торцовая поверхность расположена перпендикулярно к оси обрабатываемого отверстия, то зубья развертки вступят в работу не все сразу, вследствие чего развертка не получит верного направления.

Торцовые поверхности чугунных деталей (в особенности с твердой коркой) необходимо подрезать также и для предотвращения затупления зубцов развертки.

При развертывании отверстий, имеющих продольные канавки (например, шпоночные), следует пользоваться развертками с винтовыми канавками. Если развертывание такого отверстия производится разверткой с прямыми канавками, то каждый раз, когда какой-либо зуб развертки попадает против канавки отверстия (т. е. выходит из работы), развертка смещается в сторону этой канавки, увеличивая тем самым диаметр отверстия.

Направление винтовых канавок развертки должно быть противоположным направлению вращения детали; так, направление винтовых канавок разверток, применяемых на токарных станках, шпиндель которых имеет правое вращение, должно быть левым.

Однако и при этом всё же наблюдается некоторая разработка — увеличение диаметра отверстия по сравнению с диаметром развертки.

При диаметре развертки 10—20 мм увеличение диаметра отверстия равно 0,01—0,02 мм. При диаметре развертки больше 20 мм увеличение диаметра отверстия составляет 0,02—0,03 мм.

При развертывании большое значение имеет охлаждающая жидкость. Для охлаждения используют эмульсию или осерненное минеральное масло (сульфофрезол), а также растительные масла; развертывание чугуна, бронзы и латуни производят со смачиванием керосином или вообще без охлаждения.

Иногда поверхность развернутого отверстия получается недостаточно чистой, т. е. на ней остаются риски, задиры, выхваты и следы дробления. Это обычно бывает при грубой предварительной обработке отверстия под развертку, большом припуске, неправильной заточке, затуплении развертки, забоинах на ее режущей или калибрующей частях, неправильном выборе подачи и охлаждения.

**Режимы резания при развертывании.** Величина подачи при развертывании принимается по табл. 130, а значение скорости резания для выбранного значения подачи — по табл. 131.

Таблица 130

**Подачи при развертывании сквозных отверстий цилиндрическими  
развертками**

Обрабатываемый материал	Диаметр развертки $D$ (в мм)												
	5	8	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
	Подача $s$ (в мм/об)												
Сталь:													
$\sigma_B < 65 \text{ кг/мм}^2$ . .	0,45	0,65	0,80	1,10	1,35	1,50	1,70	1,85	2,00	2,3	2,6	2,8	3,00
$\sigma_B = 65-90 \text{ кг/мм}^2$	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
$\sigma_B > 90 \text{ кг/мм}^2$ . .	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 $H_B$ до 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 $H_B \geq 170$	0,65	0,90	1,05	1,30	1,60	1,80	2,10	2,30	2,50	2,90	3,40	3,60	4,00
Примечание. При развертывании глухих отверстий подачи брать в пределах 0,1—0,5 мм/об.													

Таблица 131

Скорости резания при развертывании стали  $\sigma_s = 75 \text{ кг/мм}^2$   
с охлаждением и серого чугуна  $H_B = 190$  без охлаждения развертками  
из стали Р9

Подача $s$ (в мм/об)	Сталь углеродистая $\sigma_s = 75 \text{ кг/мм}^2$						Чугун серый $H_B = 190$					
	Диаметр развертки $D$ (в мм)											
	5	15	25	40	60	80	5	15	25	40	60	80
	Припуск на диаметр (в мм)											
	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
	Скорость резания $v$ (в м мин)											
0,5	17,9	16,6	14,9	—	—	—	19,2	15,2	14,5	—	—	—
0,6	15,9	14,6	13,3	—	—	—	17,5	13,9	13,2	—	—	—
0,7	14,4	13,4	12,0	10,8	—	—	16,2	12,9	12,3	10,9	—	—
0,8	13,1	12,3	11,0	9,8	8,5	7,5	15,2	12,1	11,5	9,9	9,6	9,4
1,0	—	10,6	9,5	8,4	7,4	6,5	13,6	10,8	10,3	8,8	8,6	8,4
1,2	—	9,4	8,4	7,4	6,5	5,8	12,4	9,9	9,4	8,0	7,8	7,6
1,4	—	8,8	7,6	6,8	6,0	5,3	11,5	9,2	8,8	7,5	7,3	7,1
1,6	—	7,8	7,0	6,1	5,4	4,8	10,7	8,5	8,1	6,9	6,7	6,6
1,8	—	7,3	6,5	5,8	5,0	4,4	10,2	8,1	7,7	6,6	6,4	6,3
2,0	—	6,8	6,0	5,4	4,6	4,1	9,7	7,7	7,3	6,2	6,1	6,0
2,2	—	—	5,6	5,0	4,4	3,9	—	—	6,8	5,9	5,8	5,7
2,5	—	—	5,3	4,6	4,0	3,6	—	—	6,5	5,6	5,4	5,3
3,0	—	—	—	4,1	3,6	3,1	—	—	6,0	5,1	5,0	4,8
3,5	—	—	—	3,8	3,3	2,9	—	—	—	—	—	—
4,0	—	—	—	3,4	3,0	2,6	—	—	—	4,4	4,3	4,2
5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,9	3,8	3,8

Рекомендуемые скорости резания рациональны только при определенных условиях обработки, указанных в таблице. С изменением этих условий значения скорости резания, выбранные по табл. 131, необходимо умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 122.

## 2. ТОНКОЕ РАСТАЧИВАНИЕ

Тонкое растачивание обеспечивает получение отверстий 2-го и 2а классов точности с шероховатостью поверхности 7—8-го классов.

Осуществляется тонкое растачивание твердосплавными резцами из сплавов Т30К4 и Т60К6 (при обработке стали) и ВК3 и ВК2 (при обработке чугунов и бронз). Для этих же целей применяются и резцы из высокопрочной минеральной керамики.

Резцы для тонкого растачивания имеют следующую геометрию заточки:

передний угол . . . . .	$\gamma = 0-10^\circ$
задний угол . . . . .	$\alpha = 0-15^\circ$
главный угол в плане . . . . .	$\varphi = 45-90^\circ$
вспомогательный угол в плане . . . . .	$\varphi_1 = 10-20^\circ$
угол наклона главной режущей кромки . . . . .	$\lambda = 0-5^\circ$
радиус при вершине . . . . .	$r = 0,5-1 \text{ мм}$

В отдельных случаях тонкое растачивание осуществляется и с помощью алмазных резцов (алмазное растачивание), в которых искусственный алмаз впаян в прорез державки резца.

Державки резцов для тонкого растачивания имеют круглое сечение.

Глубина резания при тонком растачивании составляет 0,2—0,5 мм. Поддачи весьма малые:  $s = 0,05-0,12 \text{ мм/об}$ . Скорости резания значительно больше, чем при обычных методах чистового растачивания:  $v = 200-500 \text{ м/мин}$ . Величины припусков под тонкое растачивание были приведены в табл. 101.

Тонкое растачивание производится как на специальных алмазно-расточных, так и на обычных токарных станках.

## 3. ПРИТИРКА, ПОЛИРОВАНИЕ И ПРИТИРОЧНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

*Полирование* применяется для уменьшения шероховатости поверхности отверстия. При полировании обычно достигают шероховатости поверхности 7—9-го классов.

Осуществляется полирование с помощью абразивного полотна, навитого на специальную полировальную головку, или абразивного порошка, нанесенного на сукно или тонкий технический фетр (окончательное полирование).

В отдельных случаях на токарных станках с помощью переносных шлифовальных машинок и стационарных устройств производится также и *шлифование отверстий*.

*Притирка отверстий*, а также *доводка* их до заданных диаметрального размера и шероховатости поверхности осуществляются притиром, перемещаемым вдоль оси вращающейся детали.

Притир (рис. 111) состоит из оправки 1 с конической частью, на которую насажена разрезная втулка 2 с коническим отверстием. С помощью болта 5, ввернутого в торец оправки, втулка 2 расклинивается до требуемого размера и в таком положении фиксируется гайкой 3 и контргайкой 4.

Диаметр притира должен быть меньше диаметра притираемого отверстия приблизительно на 0,15 мм при черновой и на 0,05 мм — при чистовой обработке.

Длина притира, применяемого для отделки сравнительно не длинных отверстий, должна быть несколько больше длины отверстия, так как короткие

притиры дают уширение в середине отверстия. Для длинных отверстий пользуются короткими притирами.

На поверхность притира наносится тонкий слой мелкого абразивного порошка или доводочной пасты.

Осуществляется притирка при медленном вращении притираемой детали ( $v = 3-30$  м/мин) и перемещении притира вдоль оси притираемого отверстия. Хорошие результаты дает периодическое смазывание детали машинным маслом или керосином.

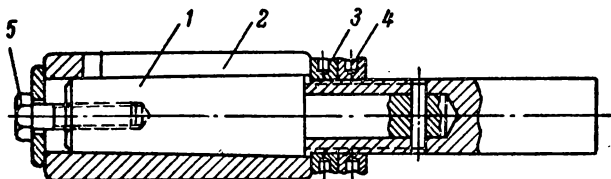


Рис. 111. Притир.

Величины припусков под притирку приведены в табл. 104.

При притирке достигается 1-й класс точности и шероховатость поверхности 10—12-го классов.

В тяжелом машиностроении при обработке точных отверстий больших диаметров иногда прибегают к *суперфинишированию* (притирочному шлифованию) поверхностей (подробно об этом см. на стр. 90 и 182).

#### 4. РАСКАТЫВАНИЕ (РАЗВАЛЬЦОВЫВАНИЕ) ОТВЕРСТИЙ

Раскатывание применяется для повышения шероховатости поверхности отверстий ответственных деталей машин.

Припуски под раскатывание составляют 0,01—0,02 мм. Шероховатость поверхности после раскатывания достигает 8-го, а в ряде случаев и 9-го класса.

Раскатывание осуществляется специальными раскатками (развальцовками) с роликами или шариками.

Роликовая раскатка (рис. 112) состоит из корпуса 2, на котором между двумя упорными подшипниками 5 смонтирована закаленная втулка 3 с катающимися по ней роликами 1. Ролики удерживаются с помощью сепаратора 4.

В процессе работы деталь получает вращение с окружной скоростью  $v = 40-70$  м/мин, а раскатка — поступательное перемещение вдоль оси отверстия со скоростью 150—200 мм/мин.

Шариковая раскатка обеспечивает более благоприятные условия раскатывания отверстий.

Наилучшей является *шариковая раскатка* не жесткого типа, а с *подпружиненными шариками*. Проста и универсальна одношариковая раскатка для обработки отверстий разного диаметра (рис. 113, а). Она состоит из державки 6, закрепляемой в резцедержателе суппорта, шарикодержателя 3, шарика 1, подпятника 2 и пружины 4, натяжение которой регулируется с помощью винта 5.

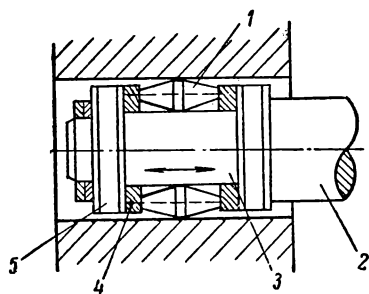


Рис. 112. Роликовая раскатка.

На рис. 113, б изображена другая конструкция одношариковой раскатки. Здесь шарик 2 катается между обоймами двух шарикоподшипников 1 и 3, вместе с которыми он заключен в латунную обойму-сепаратор 4, закрепленную на стержне 5. Пружина 6 воздействует на стержень, несущий шарик.

При раскатывании отверстий шариковыми раскатками применяется следующий режим работы: окружная скорость заготовки  $v = 50-70$  м/мин и продольная подача раскатки  $z = 0,03-0,05$  мм/об (при диаметре шарика 2,5 мм; при больших диаметрах шариков подачи увеличиваются). В целях повышения чистоты поверхности при раскатывании в качестве охлаждающей жидкости применяют не только масла, но и с большей эффективностью густой раствор мыла в воде. Число проходов обычно два (не более трех). Давление шарика определяется опытным путем — величиной поперечного перемещения суппорта.

Многошариковые раскатки обычно выполняются как специальные и применяются для обработки ограниченной номенклатуры деталей.

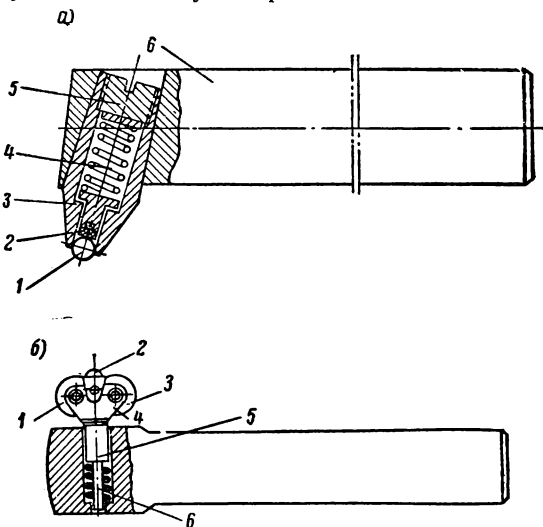


Рис. 113. Одношариковые раскатки с подпружиненным шариком.

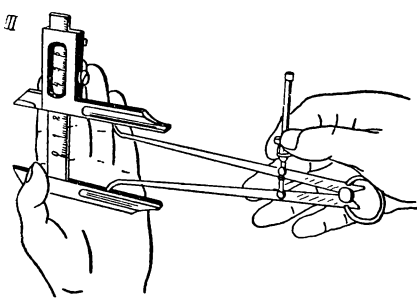
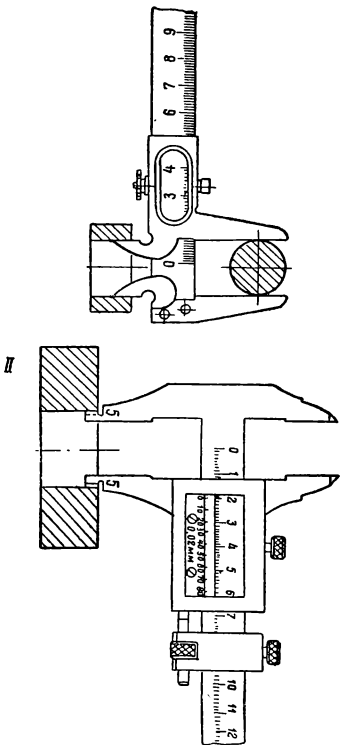
## 5. ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ

Таблица 132


### Способы измерения отверстий

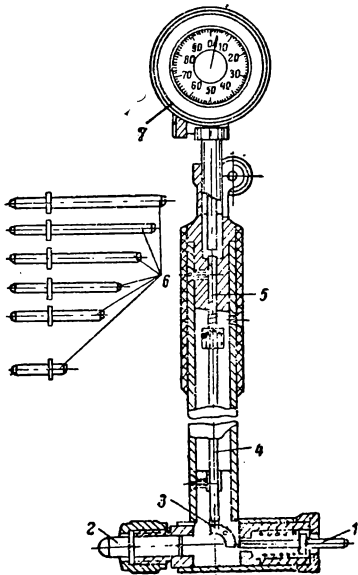
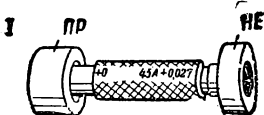
Эскиз	Описание способа
	<p><b>Измерение диаметров цилиндрических отверстий</b></p> <p><i>При помощи нутромера и измерительной линейки</i></p> <p>При измерении диаметров грубых отверстий пользуются обычными шарнирными нутромерами. Для более точных измерений прибегают к пружинным нутромерам.</p> <p>При измерении отверстий нутромером необходимо следить за тем, чтобы ось нутромера <math>O'O'</math> (поз. I) совпадала с осью отверстия <math>OO</math>. При смещении этих осей (как показано</p>



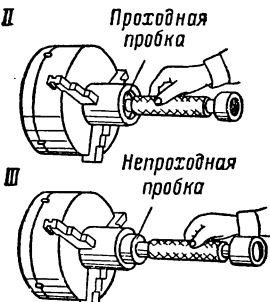
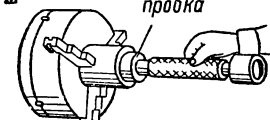
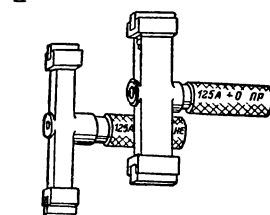
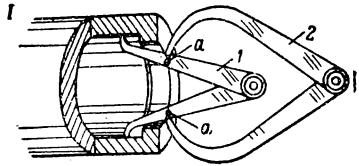
Эскиз	Описание способа
	<p>на рисунке) снятый нутромером размер будет больше диаметра отверстия:</p> $ab > D$ <p>Определение размера, снятого нутромером, производится с помощью измерительной линейки (поз. I). Более точные размеры считаются при помощи штангенциркуля (поз. III)</p> <p>При пользовании нутромером со шкалой надобность в измерительной линейке или штангенциркуле отпадает</p> <p>Точность измерения нутромером составляет примерно <math>\pm 0,3</math> мм</p>
	<p><i>При помощи штангенциркуля</i></p> <p>При измерении отверстий штангенциркулями с острыми ножками (поз. I) отсчет производится непосредственно по показаниям шкалы линейки и нониуса штангенциркуля</p> <p>При измерении отверстий штангенциркулями с закругленными ножками (поз. II) необходимо также учитывать ширину самих мерительных ножек. На боковой поверхности ножек имеются цифры, указывающие их ширину. К прочитанному по шкале и нониусу размеру нужно прибавить ширину ножек. Обычно она равна 10 мм</p> <p>Так, например, если по шкале штангенциркуля размер составляет 15,26 мм, то действительный размер отверстия будет <math>15,26 + 10 = 25,26</math> мм</p> <p>Точность измерения штангенциркулем определяется его конструкцией и составляет 0,02 или 0,1 мм</p>

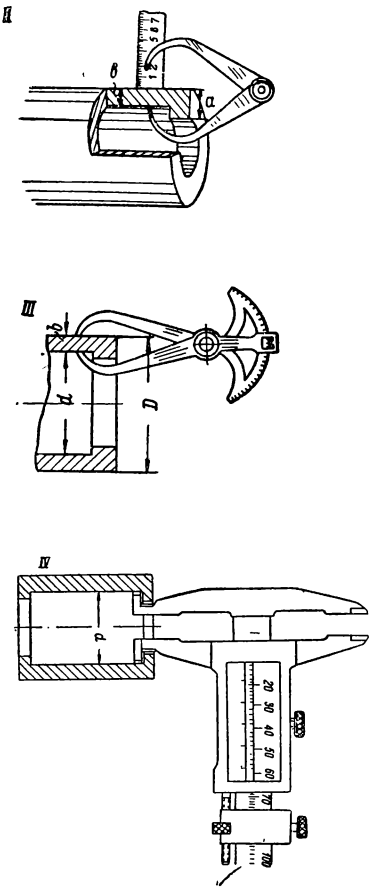
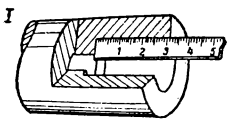
Продолжение табл. 132

Эскиз	Описание способа
 <p>II Наибольшее значение    Наименьшее значение</p> <p>а) б)</p>	<p><i>При помощи микрометрического нутромера</i></p> <p>Головка микрометрического нутромера (поз. 1) состоит из микрометрического винта 4, соединенного с барабаном 5, и гильзы 2, в резьбовое отверстие 1 которой ввертываются сменные измерительные стержни со сферической поверхностью. На наконечнике 7 имеется другая такая же сферическая поверхность. Наконечник закреплен на конце барабана 5 и удерживается гайкой 6. Расстояние между измерительными поверхностями можно изменять, вращая барабан 5 и одновременно удерживая гильзу 2.</p> <p>Размеры отсчитываются так же, как и у микрометра.</p> <p>Стопор 3 необходим для закрепления нутромера при измерении глубоких отверстий.</p> <p>Рабочий ход винта нутромера составляет 13 мм, шаг винта — 0,5 мм, пределы измерений головки нутромера — от 50 до 63 мм. Эти пределы измерений могут быть увеличены до 1500 мм путем установки сменных стержней с удлинителями.</p> <p>При измерении нутромер предварительно устанавливают на заданный размер и вводят в проверяемое отверстие. Затем один наконечник упирают в поверхность отверстия, а другим (пяткой) производят осторожное покачивание в продольном и поперечном направлениях при одновременном регулировании микрометрического винта (поз. II). Покачивание необходимо для отыскания действительного размера отверстия. При этом находят наибольшее значение размера в поперечном сечении (поз. II, а) и наименьшее значение в продольном сечении (поз. II, б).</p> <p>Цена делений микрометрического нутромера — 0,01 мм.</p>

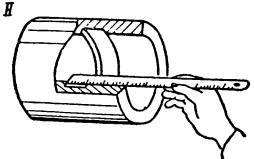
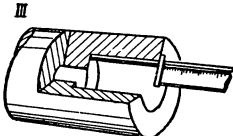
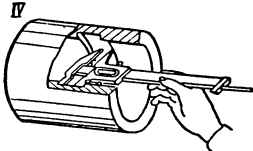
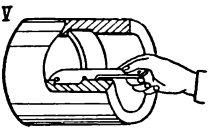
Эскиз	Описание способа
	<p><i>При помощи индикаторного нутромера</i></p> <p>Индикаторный нутромер состоит из собственно измерительного нутромера и индикаторной головки, связанной с ним рычажной системой.</p> <p>Измерение диаметра отверстия производится двумя стержнями со сферическими наконечниками — неподвижным сменным стержнем 2 и подпружиненным стержнем 1. Перемещение стержня 1 передается качающемуся рычагу 3 и далее через стержни 4 и 5 штифту индикатора 7.</p> <p>Рабочий ход стержня 1 равен 10 мм. Поэтому в комплект индикаторного нутромера входит набор (через 10 мм) неподвижных стержней 6.</p> <p>При измерении индикаторный нутромер вводят в проверяемое отверстие и, покачивая его в направлении оси отверстия, находят наименьшее показание прибора. Оно соответствует действительному диаметру отверстия.</p> <p>Величина диаметра определяется как алгебраическая сумма размера, при котором индикаторный нутромер настроен на ноль, и размера (со знаком + или —) отклонения стрелки индикатора от нуля. Точность измерения — 0,015—0,025 мм.</p>
	<p><i>При помощи предельных калибров</i></p> <p>Предельный калибр-пробка (поз. 1) имеет проходную сторону ПР, диаметр которой равен наименьшему допустимому размеру отверстия, и непроходную сторону НЕ, диаметр которой равен наибольшему допустимому размеру отверстия.</p>

Продолжение табл. 132

Эскиз	Описание способа
<p>II</p>  <p>III</p>  <p>IV</p> 	<p>Если пробка ПР проходит, а пробка НЕ не проходит, то диаметр отверстия больше наименьшего и меньше наибольшего предельных размеров, т. е. лежит в допустимых пределах.</p> <p>В поз. II и III показано измерение отверстия предельной пробкой. Проходная сторона должна легко проходить сквозь отверстие. Если же и непроходная сторона входит в отверстие, то деталь должна быть забракована.</p> <p>Цилиндрические калибры-пробки для измерения больших диаметров неудобны вследствие их большого веса. В этих случаях пользуются двумя плоскими калибрами-пробками (поз. IV), из которых один имеет размер, равный наибольшему, а второй — наименьшему допускаемому.</p> <p>Проходная сторона калибров-пробок имеет большую ширину, чем непроходная.</p>
<p>I</p> 	<p>Измерение диаметров и длин внутренних цилиндрических выточек и канавок</p> <hr/> <p>Измерение диаметров внутренних выточек</p> <p>В поз. I показана схема измерения диаметра выточки с помощью нутромера 1 и кронциркуля 2. В этом случае кронциркулем снимают размер между штифтами <i>a</i>, укрепленными на мерительных ножках нутромера. Затем нутромер вынимают из отверстия и с помощью кронциркуля по штифтам снова устанавливают для считывания размера по измерительной линейке.</p>

Эскиз	Описание способа
	<p>В поз. <i>II</i> представлена схема измерения диаметра выточки при помощи кронциркуля и линейки. Сначала измеряют кронциркулем размер <i>a</i>; затем, не меняя раствора ножек, одну из них прижимают к внутренней стенке выточки, а положение второй измеряют линейкой. Так, если вторая ножка находится у деления 20 мм, а размер равен 35 мм, то очевидно, что толщина стенки <i>b</i> равняется <math>35 - 20 = 15</math> мм. Если же наружный диаметр детали равен 120 мм, то диаметр выточки составит <math>120 - (2 \times 15) = 90</math> мм.</p> <p>Точность измерений кронциркулем невысокая: при достаточном навыке рабочего — не более <math>\pm 0,5</math> мм.</p> <p>Примерно такую же погрешность дает и измерение с помощью кронциркуля со шкалой (поз. <i>III</i>). В этом случае измеряется толщина стенки <i>b</i>, а диаметр <i>d</i> выточки определяется из следующего соотношения:</p> $d = D - 2b$ <p>Способ этот наиболее прост и требует минимальной затраты времени.</p> <p>Более точным является измерение штангенциркулем со специальными губками (поз. <i>IV</i>). Здесь, так же как и при измерении отверстий, необходимо учитывать ширину самих мерительных ножек (указана на боковой поверхности ножек). К прочитанному на штангенциркуле размеру нужно прибавить двойную ширину ножек.</p> <p>Точность измерения составляет 0,02 — 0,1 мм.</p>
	<p><i>Измерение длин внутренних ступеней, выточек и канавок</i></p> <p>Длины ступеней отверстий, внутренних выточек и канавок измеряются как с помощью универсальных инструментов, так и специальными шаблонами.</p>

Продолжение табл. 132

Эскиз	Описание способа
   	<p>Наиболее просто измеряются длины ступеней и выточек измерительной линейкой (поз. I и II). Точность измерения этим методом невысокая: <math>\pm 0,5</math> мм</p> <p>Комбинированным штангенциркулем со стержнем глубиномера (поз. III) можно производить измерения значительно проще и быстрее. Точность измерений здесь 0,2 мм</p> <p>Длина выточек (канавок), ширина которых более 10 мм, может быть измерена штангенциркулем с закругленными губками (поз. IV). В этом случае длина выточки (канавки) измеряется как отверстие, и поэтому к показанию шкалы и нониуса штангенциркуля прибавляется ширина мерительных губок</p> <p>Длина выточки (канавки) измеряется и комбинированным штангенциркулем с острыми губками</p> <p>Точность измерений штангенциркулем — 0,1 мм</p> <p>В крупносерийном и массовом производстве для измерения выточек и канавок применяют специальные нутромеры индикаторного типа</p> <p>В поз. V показано измерение длины выточки (канавки) с помощью специального шаблона</p>

## 6. БРАК ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ И МЕРЫ ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

При обработке отверстий встречаются следующие виды брака:

- а) неконцентричность отверстия к наружным поверхностям детали;
- б) наличие черновин в отверстии;
- в) погрешности размера диаметра отверстия;
- г) погрешности формы отверстия (конусность, эллиптичность, огранка);
- д) недостаточная чистота поверхности.

В целях предупреждения брака рекомендуется предусматривать следующие мероприятия:

1. Производить правильную установку и выверку детали перед ее обработкой. Неправильное закрепление детали (например, чрезмерно сильный зажим ее в кулачках патрона) приводит к искажению формы (см. стр. 246 и рис. 90). Такое искажение наблюдается при чистовой обработке относительно тонкостенных деталей. В этом случае целесообразно применять специальные при-

способления для закрепления деталей, предусматривающие равномерное распределение усилий зажима (например, пневматического и гидравлического типов).

2. Тщательно соблюдать рациональную технологическую последовательность обработки отверстий, а также установленные для каждого перехода припуски (см. табл. 96—104), что позволит исключить появление черновин и искажений формы.

3. Применять усовершенствованные методы установки инструмента на размер (с помощью индикатора, по упорам, с помощью команд, записанных на программноносителе — см. приложение, и пр.) для обеспечения заданной точности размеров отверстия.

4. При сверлении отверстия следует производить заточку сверл по шаблонам (см. табл. 119) в целях предотвращения увода оси отверстия. С этой же целью при наличии в заготовке раковин и твердых включений необходимо уменьшать подачу.

5. Погрешности формы отверстия можно предотвратить путем повышения жесткости станка, тщательной выверки верхнего суппорта и применения качественного и незатупившегося мерного инструмента (разверток и зенкеров).

---

*ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ*

СПЕЦИАЛЬНЫЕ  
ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ



1

2

3

## РАЗДЕЛ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ

### ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

#### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ (КОНУСАХ)

Основные элементы конуса и связь между ними показаны на рис. 114 и в табл. 133.

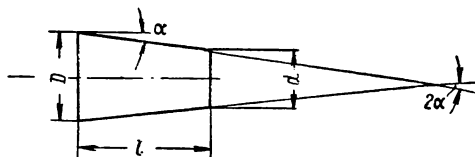


Рис. 114. Деталь с одной конической поверхностью.

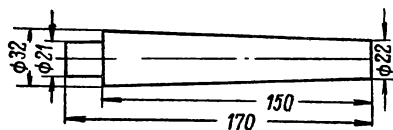


Рис. 115. Коническая оправка.

Таблица 133

Элементы конуса и связь между ними

Элементы конуса		Связь между отдельными элементами конуса (формулы)
обозначение	наименование	
$k$	Конусность	$k = \frac{D-d}{l}; \quad (17)$ $k = 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (18)$
$i$	Уклон конуса	$i = \frac{k}{2}; \quad (19)$ $i = \frac{D-d}{2l}; \quad (20)$ $i = \operatorname{tg} \alpha \quad (21)$
$D$	Наибольший диаметр конуса	$D = k \cdot l + d; \quad (22)$ $D = 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot l + d \quad (23)$
$d$	Наименьший диаметр конуса	$d = D - kl; \quad (24)$ $d = D - 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot l \quad (25)$

Продолжение табл. 133

Элементы конуса		Связь между отдельными элементами конуса (формулы)
обозначение	наименование	
$l$	Длина конуса	—
$2\alpha$	Угол при вершине конуса (угол конуса)	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$ (26)
$\alpha$	Угол уклона конуса	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2}$ (27)

По формулам, приведенным в табл. 133, можно определять размеры отдельных элементов конусов, не проставленные на чертеже, но необходимые при обработке.

*Пример 1.* На рис. 115 изображена коническая оправка.

Требуется определить конусность детали по размерам, проставленным на рисунке.

*Решение.* Конусность определяем по формуле (17).

Подставив значения  $D = 32$ ,  $d = 22$  и  $l = 150$ , получим:

$$k = \frac{D-d}{l} = \frac{32-22}{150} = \frac{10}{150} = 1:15.$$

*Пример 2.* Дана коническая деталь, у которой  $D = 55$  мм,  $d = 45$  мм и  $l = 100$  мм. Требуется определить угол уклона конуса ( $\alpha$ ).

*Решение.* Для определения угла уклона конуса ( $\alpha$ ) узнаем величину его тангенса по формуле (26):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l} = \frac{55-45}{2 \cdot 100} = \frac{10}{200} = 0,05.$$

По тригонометрическим таблицам находим величину угла, тангенс которого наиболее близко подходит к значению 0,05. Таким углом оказывается угол, равный  $2^\circ 50'$ ;  $\operatorname{tg} 2^\circ 50' = 0,049$ . Следовательно, искомый угол уклона конуса  $\alpha = 2^\circ 50'$ .

Таблица 134

**Нормальные конусности ( $k$ ) для сопрягаемых деталей  
(конусы Морзе)**

Конусность	Угол конуса	Угол уклона конуса	Обозначения	Примеры применения
$1:19,212 = 0,05205$	$2^\circ 58' 54''$	$1^\circ 29' 27''$	Морзе 0	Конусы в шпинделях станков, хвостовики инструментов, оправки и т. д.
$1:20,047 = 0,04988$	$2^\circ 51' 26''$	$1^\circ 25' 43''$	• 1	
$1:20,020 = 0,04995$	$2^\circ 51' 41''$	$1^\circ 25' 46''$	• 2	

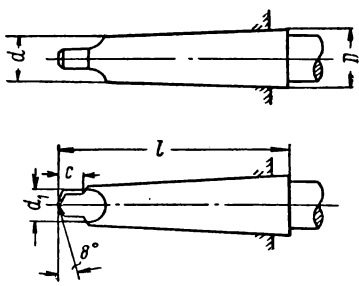
Продолжение табл. 134

Конусность	Угол конуса	Угол уклона конуса	Обозначения	Примеры применения
1 : 19,922 = 0,05020	2°52'32"	1°26'16"	Морзе 3	Конусы в шпинделях станков, хвостовики инструментов, оправки и т. д.
1 : 19,254 = 0,05194	2°58'31"	1°29'16"	" 4	
1 : 19,002 = 0,05263	3°00'53"	1°30'27"	" 5	
1 : 19,180 = 0,05214	2°59'12"	1°29'36"	" 6	

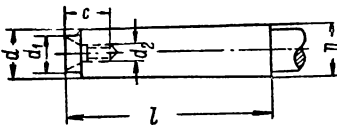
Таблица 135

## Размеры конусов для инструментов (ГОСТ 2847-45)

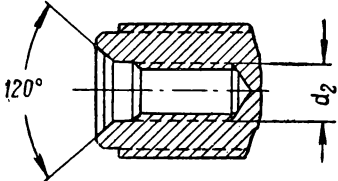
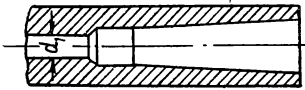
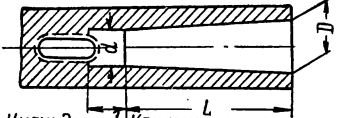
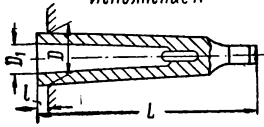
Наименование и эскиз	№ конусов	Размеры (в мм)				
		D	d	d <sub>1</sub>	l	c
Наружные конусы с лапкой	Морзе 0	9,212	6,115	5,9	59,5	6,5
	„ 1	12,240	8,972	8,7	65,5	8,5
	„ 2	17,980	14,059	13,6	78,5	10,5
	„ 3	24,051	19,131	18,6	98,0	13,0
	„ 4	31,542	25,154	24,6	123,0	15,0
	„ 5	44,731	36,547	35,7	155,5	19,5
	„ 6	63,760	52,419	51,3	217,5	28,5
	Метрич. 80	80,4	69	67	228	24
	„ 100	100,5	87	85	270	28
	„ 120	120,6	105	103	312	32
	„ 160	160,8	141	139	396	40
	„ 200	201,0	177	175	480	48

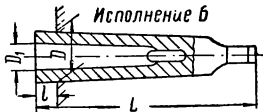
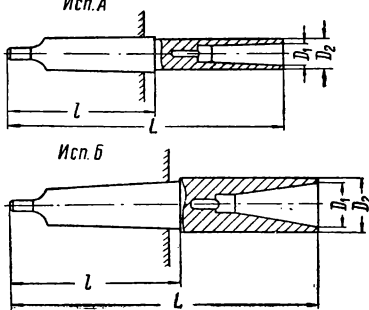
Наружные конусы без лапки	№ конусов	Размеры (в мм)				
		D	d	d <sub>2</sub>	l	c (не менее)
Метрич.	4	4,100	2,85	—	25	—
	6	6,150	4,40	—	35	—
Морзе 0	9,212	6,453	—	53	—	
„ 1	12,240	9,396	M6	57	16	

Продолжение табл. 135

Наименование и эскиз	№ конусов	Размеры (в мм)				
		$D$	$d$	$d_2$	$l$	$c$ (не менее)
	Морзе 2	17,980	14,583	M10	68	24
	3	24,051	19,784	M12	85	28
	4	31,542	25,933	M14	108	32
	5	44,731	37,573	M18	136	40
	6	63,760	53,905	M24	189	50
	Метрич. 80	80,4	70,2	M30	204	65
	100	100,5	88,4	M36	242	80
	120	120,6	106,6	M36	280	80
	160	160,8	143,0	M48	356	100
	200	201,0	179,4	M48	432	100
<p>Внутренние конусы (гнезда)</p>   <p>Цилиндрическая часть      Конусная часть</p>	№ конусов	$D$	$d$	$d_1$	$L$	
	Метрич. 4	4	3	—	25	
	6	6	4,6	—	34	
	Морзе 0	9,045	6,7	—	52	
	1	12,065	9,7	7	56	
	2	17,780	14,9	11,5	67	
	3	23,825	20,2	14,0	84	
	4	31,267	26,5	16,0	101	
	5	44,399	38,2	20,0	135	
	6	63,348	54,8	27,0	187	
<p>Исполнение А</p> 	Втулки переходные короткие (ГОСТ 9288-59)					
	Конус Морзе			Размеры (в мм)		
	на- руж- ный	внут- рен- ний	испол- нение	$D$	$D_1$	$L$ $l$
	2	1	Б	17,780	12,065	92,0    17,5
	3	1	А	23,825	12,065	98,0    4,5
	3	2	Б	23,825	17,780	112,0    18,5
	(4)	(1)	А	31,267	12,065	123,0    5,3

Продолжение табл. 135

Наименование и эскиз	Втулки переходные короткие (ГОСТ 9288-59)						
	Конус Морзе			Размеры (в мм)			
	на- руж- ный	внут- рен- ний	испол- нение	$D$	$D_1$	$L$	$l$
	4	2	A	31,267	17,780	123,0	5,3
	4	3	Б	31,267	23,825	140,0	22,3
	(5)	(2)	A	44,399	17,780	155,5	6,3
	5	3	A	44,399	23,825	155,5	6,3
	5	4	Б	44,399	31,267	171,0	21,8
	(6)	(3)	A	63,348	23,825	217,5	7,9
	6	4	A	63,348	31,267	217,5	7,9
	6	5	A	63,348	44,399	217,5	7,9
	Втулки переходные длинные (ГОСТ 9288-59)						
	Конус Морзе			Размеры (в мм)			
	на- руж- ный	внут- рен- ний	испол- нение	$D_1$	$D_2$	$L$	$l$
	1	1	Б	12,065	20	145	69,0
	2	1	Б	12,065	20	160	84,0
	2	2	Б	17,780	30	175	84,0
	3	1	A	12,065	20	175	98,0
	3	2	Б	17,780	30	195	103,0
	3	3	Б	23,825	36	215	103,0
	(4)	(1)	A	12,065	20	200	123,0
	4	2	A	17,780	30	215	123,0
	4	3	Б	23,825	36	240	128,0
	4	4	Б	31,267	45	265	128,0
	(5)	(2)	A	17,780	30	250	155,5
	5	3	A	23,825	36	270	155,5
	5	4	Б	31,267	45	300	163,0
	5	5	Б	44,399	63	335	163,0
	(6)	(3)	A	23,825	36	330	217,5
	6	4	A	31,267	45	355	217,5
	6	5	A	44,399	63	390	217,5

## 2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Таблица 136

Основные методы обработки конических поверхностей  
(общая характеристика)

Способ обработки	Область применения	Краткая характеристика способа
Широким резцом (главная режущая кромка резца установлена под требуемым углом по отношению к оси конуса)	При обработке конических поверхностей на жестких деталях с длинной образующей конической поверхности не более 15—20 мм; при больших углах уклона и невысоких требованиях к точности и чистоте поверхности	Способ весьма производителен. При obtачивании конусов, длина образующих которых больше 15—20 мм, возникают вибрации. Появляются вибрации и при недостаточной жесткости детали и ее закрепления
При повернутой верхней части суппорта	При обработке конических поверхностей небольшой длины с любыми углами уклонов	Недостатком способа является то, что обработка в большинстве случаев производится с ручной подачей, при этом снижается производительность труда, а также чистота поверхности
При смещенной задней бабке	При обработке конических поверхностей с небольшими углами уклонов	Преимущество этого способа обработки — возможность применения его на любом токарном станке. Основные недостатки: неравномерный износ центральных отверстий, затраты дополнительного рабочего времени на перестановку задней бабки
При помощи конусной линейки	При обработке конических поверхностей с углом уклона не более 10—12°	Способ этот весьма удобен и производителен, так как не требует переналадки станка. Недостатком его является необходимость отсоединения салазок суппорта от поперечного винта
При помощи гидрокопировального суппорта	При обработке конических поверхностей с любым углом уклона (обратная конусность на спаде не более 30°)	Наиболее производительный способ. Применяется на токарных станках, снабженных гидрокопировальным суппортом (подробнее см. на стр. 158—159)

### 3. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШИРОКИМИ РЕЗЦАМИ

Схема обработки конической поверхности широким резцом приведена на рис. 116. Обработка производится резцом, главная режущая кромка которого установлена под требуемым углом  $\alpha$  по отношению к оси.

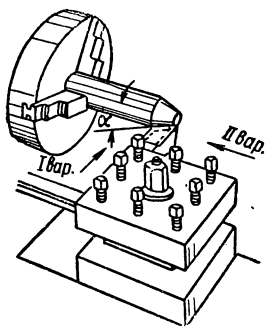


Рис. 116. Схема обтачивания конической поверхности широким резцом.

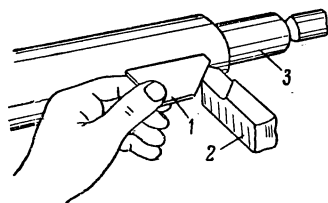


Рис. 117. Схема установки широкого резца по шаблону.

Применяются два варианта обработки: точение при поперечной и при продольной подаче резца.

Резец 2 устанавливается по шаблону 1, приложенному к детали 3 (рис. 117), или по угломеру. Вершина резца располагается точно на линии центров станка.

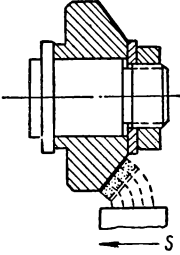
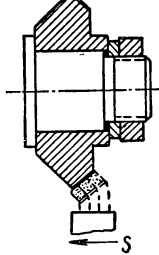
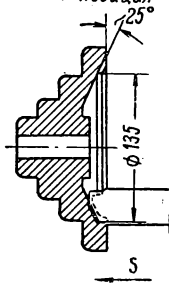
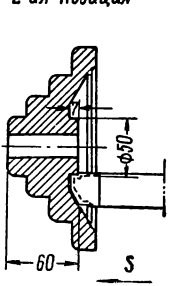
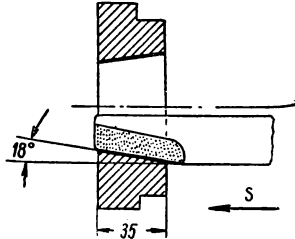
Таблица 137

#### Примеры обработки конических поверхностей широкими резцами

Эскиз	Описание
	<p><i>Пример 1.</i> Конические шестерни небольших размеров изготавливались из заготовок цилиндрической формы. Конусы их обрабатывались с ручной подачей при повороте верхних салазок суппорта. Обработка производилась за несколько проходов, что снижало производительность.</p> <p>По предложению токаря киевского завода „Красный экскаватор“ В. К. Семинского конические поверхности таких шестерен стали обрабатываться начерно специальными широкими твердосплавными резцами — правым 2 и левым 1 — за несколько проходов с автоматической подачей сначала с одной, а затем с другой стороны заготовки. Это позволило значительно повысить производительность труда по сравнению с обработкой обычным резцом с повернутой верхней частью суппорта.</p>



Продолжение табл. 137

Эскиз	Описание
<p>1-ая установка</p>  <p>2-ая установка</p> 	<p><b>Пример 2.</b> Токарь Киевского завода станков-автоматов Гилевич предложил следующий способ предварительной обработки конических поверхностей шестерен</p> <p>Для обработки конусов с каждой из сторон шестерни резцедержатель устанавливается так, чтобы режущая кромка резца была расположена параллельно образующей соответствующего конуса, и при механической подаче до упора обтачивается первый участок конической поверхности. Затем резец отводится и подается на глубину таким образом, чтобы при обтачивании всей шириной режущей кромки был обработан второй участок конической поверхности (штриховыми линиями показаны последовательные положения резца), и т. д.</p> <p>Такая обработка конических шестерен позволила увеличить производительность труда по сравнению с ранее применявшимся методом на 65%</p>
<p>1-ая позиция</p>  <p>2-ая позиция</p> 	<p><b>Пример 3.</b> Внутреннюю коническую поверхность шкива токарь-новатор Подвезько стал обрабатывать широким комбинированным резцом, заменяющим четыре обычных резца</p> <p>При использовании этого резца, обрабатывающего всю поверхность в два прохода, отпала надобность в измерении некоторых размеров, в установке на размер и в других вспомогательных приемах</p>
	<p><b>Пример 4.</b> Коническое отверстие во втулке токарь Харьковского тракторного завода Диканов обрабатывает широким резцом с режущей кромкой длиной 38 мм. Обработка производится при продольной подаче. Производительность труда при этом повысилась почти в 3 раза по сравнению с обработкой отверстия методом поворота верхней части суппорта</p>

#### 4. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОВЕРНУТЫХ ВЕРХНИХ САЛАЗКАХ СУППОРТА

Схема обработки конической поверхности при повернутых верхних салазках суппорта приведена на рис. 118.

Верхняя часть суппорта 1 устанавливается на требуемый угол по делениям на фланце 2 поворотной части суппорта. Угол поворота отсчитывается от риски, нанесенной на нижней части суппорта.

Если на чертеже обрабатываемой детали не задан угол уклона конуса, а указаны больший  $D$  и меньший  $d$  диаметры, а также длина конуса  $l$ , то величину угла поворота суппорта определяют по формуле (26) (см. стр. 274).

При обработке деталей с конусом Морзе углы поворота верхней части суппорта  $\alpha$  можно принимать по данным табл. 134 (вертикальная графа „Угол уклона конуса“). При обработке деталей с конусностью от 1:100 до 1:1 углы поворота верхней части принимаются по табл. 138.

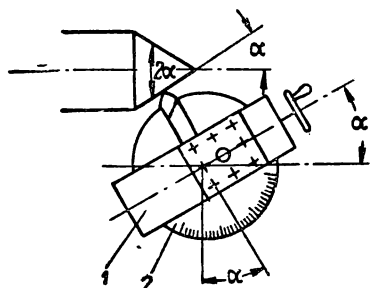


Рис. 118. Схема обработки наружной конической поверхности при повернутых верхних салазках суппорта.

Таблица 138

Углы поворота верхней части суппорта (или конусной линейки) для обработки конусов с конусностью от 1:100 до 1:1

Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки
1	0°17'	9	2°34'	17	4°52'	25	7°07'	33	9°22'	41	11°35'
2	0°34'	10	2°52'	18	5°09'	26	7°24'	34	9°39'	42	11°52'
3	0°52'	11	3°09'	19	5°26'	27	7°41'	35	9°55'	43	12°08'
4	1°09'	12	3°26'	20	5°43'	28	7°58'	36	10°12'	44	12°24'
5	1°26'	13	3°43'	21	6°00'	29	8°15'	37	10°29'	45	12°41'
6	1°43'	14	4°00'	22	6°17'	30	8°32'	38	10°45'	46	12°57'
7	2°00'	15	4°17'	23	6°34'	31	8°48'	39	11°02'	47	13°13'
8	2°17'	16	4°34'	24	6°51'	32	9°05'	40	11°19'	48	13°30'

Продолжение табл. 138

Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки	Конусность $k$ на 100 мм длины (в мм)	Угол поворота верхних салазок суппорта или конусной линейки
49	13°46'	58	16°10'	67	18°30'	76	20°50'	85	23°05'	94	25°10'
50	14°02'	59	16°26'	68	18°50'	77	21°05'	86	23°15'	95	25°25'
51	14°18'	60	16°42'	69	19°05'	78	21°20'	87	23°30'	96	25°40'
52	14°34'	61	16°58'	70	19°20'	79	21°35'	88	23°45'	97	25°55'
53	14°50'	62	17°13'	71	19°35'	80	21°50'	89	24°00'	98	26°05'
54	15°07'	63	17°29'	72	19°50'	81	22°05'	90	24°15'	99	26°20'
55	15°22'	64	17°45'	73	20°05'	82	22°10'	91	24°30'	100	26°35'
56	15°39'	65	18°00'	74	20°20'	83	22°35'	92	24°45'		
57	15°54'	66	18°15'	75	20°35'	84	22°50'	93	24°55'		

Цена делений, нанесенных на опорном фланце поворотной части суппорта, обычно соответствует 1°; более мелкие отсчеты ( $1/2$  и  $1/4$ °) делаются на глаз. Если такая точность (до  $1/2$ °) недостаточна, то правильность поворота верхней

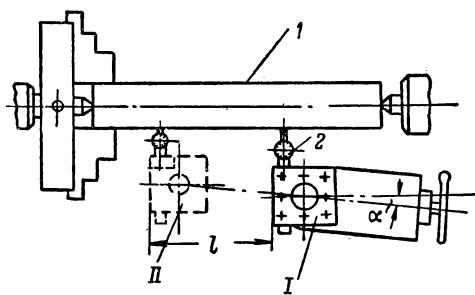


Рис. 119. Схема проверки правильности поворота верхних салазок суппорта при помощи индикатора.

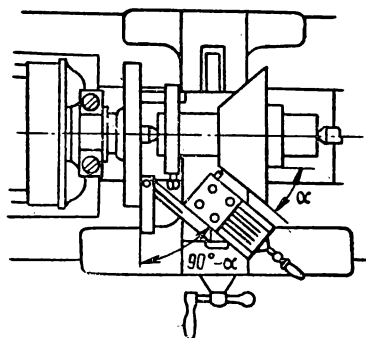


Рис. 120. Схема проверки правильности поворота верхних салазок суппорта при помощи угломера.

части суппорта можно проверять по контрольному валику при помощи индикатора. После поворота верхней части суппорта на требуемый угол  $\alpha$  (рис. 119) между центрами станка устанавливается контрольный валик I, а в резцедержателе закрепляется индикатор 2.

Затем индикатор подводится к контрольному валику (положение *I*), и циферблат его устанавливается на нуль.

После этого верхняя часть суппорта подается по направлению к передней бабке на некоторую величину *l*. В этом положении *II* замечается показание индикатора.

При конусности *k* обрабатываемой детали (например,  $k = \frac{1}{20}$ ), передвижении индикатора на расстояние *l* (например,  $l = 160$  мм) и при условии, что верхний суппорт повернут на правильный угол, показание индикатора в положении *II* должно отличаться от показания в положении *I* на величину

$$a = \frac{k \cdot l}{2}$$

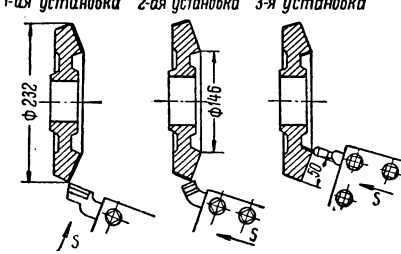
(в нашем случае  $a = \frac{1 \cdot 160}{20 \cdot 2} = 4$  мм).

Если действительное показание индикатора в положении *II* будет отличаться от *a*, то дополнительным поворотом суппорта добиваются того, чтобы показание индикатора в этом положении было равно *a*.

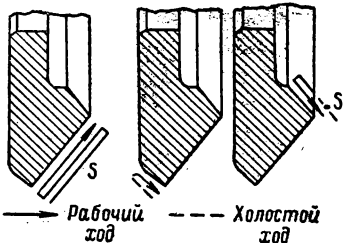
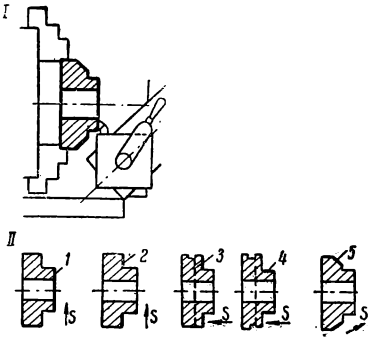
При отсутствии делений на поворотной части суппорта правильность ее установки на требуемый угол  $\alpha$  проверяют при помощи угломера так, как это показано на рис. 120.

Таблица 139

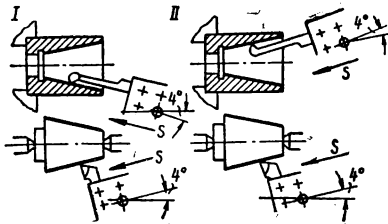
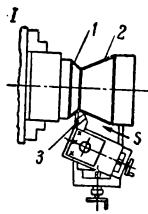
### Примеры обработки конических поверхностей при повернутых верхних салазках суппорта

Эскиз	Описание
<p>1-я установка    2-ая установка    3-я установка</p> 	<p><b>Пример 1.</b> В ряде случаев при серийном изготовлении не крупных по размерам деталей, содержащих не одну, а две или больше конических поверхностей, оказывается целесообразным обрабатывать их по так называемому дифференцированному методу. При этом для обточки каждой поверхности станок настраивается на всю партию деталей.</p> <p>Таким образом, вся обработка осуществляется за несколько установок детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-я установка — обтачивание главного конуса;</li> <li>2-я установка — обтачивание вспомогательного конуса;</li> <li>3-я установка — растачивание внутреннего конуса</li> </ul>

Продолжение табл. 139

Эскиз	Описание
	<p><i>Пример 2.</i> В ряде случаев более целесообразно вести обработку нескольких конических поверхностей за одну установку детали.</p> <p>Токарь-новатор Яковлев при обработке конических поверхностей за первую установку обтачивает начерно поверхности, комбинируя два движения резца — продольное механическое и поперечное ручное.</p> <p>При второй установке производится чистовая обработка главной, вспомогательной и внутренней конических поверхностей с поворотом верхних салазок суппорта на угол <math>\alpha</math>, заданный для каждой из этих поверхностей.</p> <p>Применяя комбинированные резцы, тов. Яковлев, как правило, использует обратные перемещения резца как рабочие, что позволяет уменьшить затраты времени на перемещение инструмента.</p>
	<p><i>Пример 3.</i> При обтачивании за одну установку простой конической шестерни токарь московского завода „Станкоконструкция“ тов. Черепанов еще до начала обработки устанавливает верхние салазки суппорта под углом, равным углу уклона конической поверхности заготовки (поз. I).</p> <p>Обработка шестерни (поз. II) начинается с подрезания торцов 1 и 2, затем обтачивается верх шестерни и наносится круговая риска 3, фиксирующая положение основания конуса шестерни.</p> <p>После снятия фаски и обтачивания поверхности по малому диаметру 4 обрабатывается коническая поверхность 5 до ранее нанесенной риски.</p> <p>Вся обработка шестерни производится одним комбинированным резцом без поворота резцовой головки. Отсчет всех продольных и поперечных перемещений резца осуществляется по лимбам.</p>

Продолжение табл. 139

Эскиз	Описание
	<p><i>Пример 4.</i> Две взаимно-сопряженные конусные детали (штулка и пробка) обрабатывались по схеме, приведенной в поз. I. Для растачивания конического отверстия верхнюю часть суппорта поворачивали на <math>4^\circ</math> в одну сторону, а при обработке наружной конической поверхности — в другую сторону.</p> <p>Такая перестановка верхней части суппорта вызывала увеличение затрат вспомогательного времени, снижала точность сопряжения конических поверхностей и приводила к необходимости их последующей притирки.</p> <p>Обработка сопрягаемых конических поверхностей при одной установке верхней части суппорта по схеме, приведенной в поз. II, обеспечивает значительное сокращение затрат времени на последующую притирку деталей и уменьшение вспомогательного времени на настройку инструмента и измерения деталей в процессе обработки.</p> <p>Применение такого способа обработки сопряженных конических поверхностей ограничивается величиной допускаемого перемещения верхней части суппорта в поперечном направлении за линию центров станка.</p>
	<p><i>Примеры 5 и 6.</i> Весьма эффективным является использование комбинированных резцов при обработке конических поверхностей.</p> <p>Так, токарь Московского завода шлифовальных станков тов. Быков с помощью комбинированного широкого резца 3 за один его проход обрабатывает две конические поверхности 1 и 2 (поз. I). При этом верхние салазки суппорта поворачиваются только один раз на угол <math>\alpha</math>, соответствующий углу уклона конуса 2.</p> <p>Применение этого метода позволило тов. Быкову сократить продолжительность операции в 2,5 раза по сравнению с раздельной обработкой.</p> <p>Этот же метод использует и токарь Одесского опытно-механического за-</p>

Продолжение табл. 139

Эскиз	Описание
	<p>вода Шляпочник. Коническую поверхность 1 он обтачивает (предварительно под шлифовку) кромкой А, а поверхность 2 — кромкой Б комбинированного резца (поз. II). Салазки верхнего суппорта повернуты при этом на угол <math>\alpha = 3^\circ</math></p>

### 5. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ СМЕЩЕННОЙ ЗАДНЕЙ БАБКЕ

Если центр задней бабки сместить в направлении от токаря (рис. 121 а), то после обтачивания получится коническая поверхность с вершиной конуса в направлении передней бабки. Если же сместить центр задней бабки в направлении на токаря (рис. 121, б), то вершина полученного после обтачивания конуса будет направлена в сторону задней бабки.

Способ смещения задней бабки применяется при обработке конических поверхностей с небольшими углами уклонов.

Величина  $h$  (смещения задней бабки) определяется по формулам:

$$h = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l} \text{ мм}; \quad (28)$$

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ мм}; \quad (29)$$

$$h = \frac{L}{2} \cdot k \text{ мм}, \quad (30)$$

где  $D$  и  $d$  — диаметры большого и малого оснований конуса;

$L$  — общая длина детали;

$l$  — длина конической части;

$\alpha$  и  $k$  — угол уклона и конусность.

Рис. 121. Схемы обработки конических поверхностей при смещенной задней бабке.

В частном случае, когда  $l = L$ ,

$$h = \frac{D-d}{2} \text{ мм}. \quad (31)$$

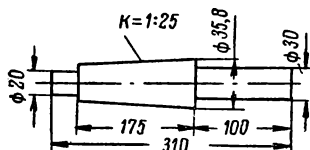


Рис. 122. Валик.



Рис. 123. Оправка.

**Пример 1.** Определить величину смещения задней бабки при обработке конической части детали по рис. 122.

**Решение.** По формуле (30) получаем:

$$h = \frac{310}{2} \cdot \frac{1}{25} = 6,2 \text{ мм.}$$

**Пример 2.** Необходимо обработать коническую часть оправки, изображенной на рис. 123. Определить необходимую величину смещения задней бабки.

**Решение.** По формуле (28) найдем:

$$h = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l} = \frac{30-20}{2} \cdot \frac{340}{170} = 10 \text{ мм.}$$

**Пример 3.** Определить величину смещения задней бабки при обработке конической части детали, показанной на рис. 124.

**Решение.** По формуле (29) получаем

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha = 400 \cdot \operatorname{tg} 3^\circ.$$

В таблице тангенсов находим  $\operatorname{tg} 3^\circ = 0,052$ , тогда

$$h = 400 \cdot 0,052 = 21 \text{ мм.}$$

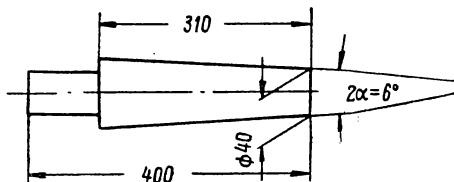


Рис. 124. Валик.

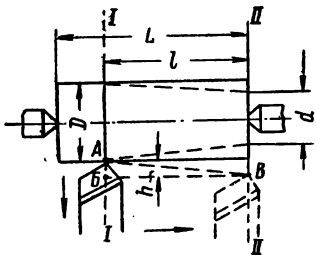
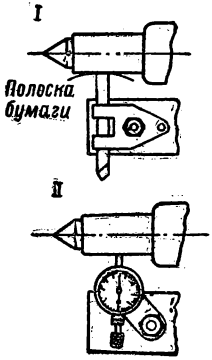
Таблица 140

Способы смещения задней бабки и проверки правильности смещения<sup>1</sup>

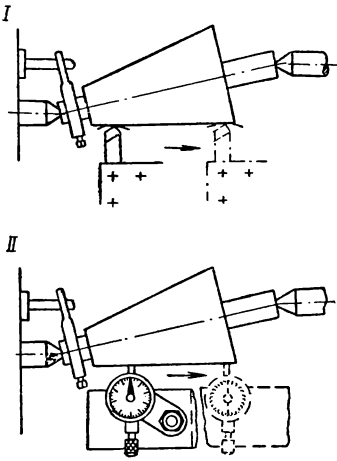
Эскиз	Описание и характеристика способа
	<p>По делениям на линейке, прикрепленной к верхней части корпуса задней бабки, или по масштабной линейке</p> <p>Величина <math>h</math> — смещение задней бабки — определяется по миллиметровой шкале, нанесенной на подвижную часть корпуса задней бабки</p> <p>Если такая линейка отсутствует, то для этой же цели пользуются обычной масштабной линейкой, штангенциркулем или глубиномером (поз. I)</p> <p>Более точно эту величину можно определить с помощью масштабной линейки, устанавливаемой между передним и задним центрами (поз. II)</p>

<sup>1</sup> Предварительно необходимо убедиться в том, что при нормальном положении корпуса задней бабки вершины переднего и заднего центров совпадают (см. табл. 25).



Эскиз	Описание и характеристика способа
	<p>С помощью лимбов продольной и поперечной подач</p> <p>Наибольший диаметр <math>D</math> конической поверхности длиной <math>l</math> лежит в плоскости <math>I—I</math>, а наименьший <math>d</math> — в плоскости <math>II—II</math></p> <p>Вершину резца доводят до касания с заготовкой в плоскости <math>I—I</math> (точка <math>A</math>). Затем, пользуясь лимбом поперечной подачи, отводят резец назад на величину <math>h</math> (точка <math>B</math>). После этого переводят суппорт (по лимбу продольной подачи) на длину конической части <math>l</math> вправо (точка <math>B</math>). И далее перемещают заднюю бабку до тех пор, пока резец не коснется заготовки в сечении <math>II—II</math></p>
	<p>С помощью лимба поперечной подачи с контролем шупом или индикатором</p> <p>Выдвигают пиноль задней бабки и подводят к ней торец резца, перевернутого обратной стороной. Между резцом и пинолью прокладывают тонкую полоску бумаги или шуп (поз. <math>I</math>). Затем, пользуясь лимбом поперечной подачи, отводят суппорт на величину <math>h</math>. Вслед за этим смещают заднюю бабку до тех пор, пока полоска бумаги или шуп, проложенные между торцом резца и пинолью, не будут зажаты точно так же, как и при промере до смещения задней бабки</p> <p>Если вместо резца в резцедержателе закрепить индикатор (поз. <math>II</math>), то, отсчитывая величину смещения задней бабки по показаниям шкалы индикатора, можно осуществить это смещение с точностью до <math>0,01</math> мм</p>

Продолжение табл. 140

Эскиз	Описание и характеристика способа
	<p><b>По эталонной детали</b></p> <p>При наличии эталонной (готовой) детали ее устанавливают в центрах, а затем смещают корпус задней бабки так, чтобы образующая конуса была параллельна направлению продольной подачи.</p> <p>Проверка осуществляется после продольного перемещения суппорта на длину конической поверхности с помощью резца и щупа (полоски бумаги, поз. I) или индикатора (поз. II).</p>

При обработке деталей способом смещения задней бабки наблюдается интенсивное и неправильное срабатывание центровых углублений в детали (ср. рис. 125, а и б). После обработки конической части детали точная обточка ее цилиндрических поверхностей на уже разработанных центровых углублениях невозможна.

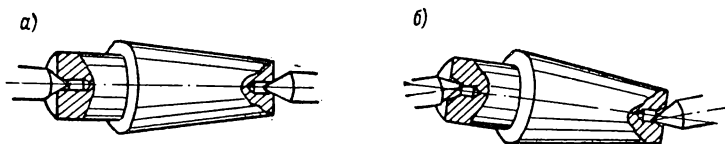


Рис. 125. Схемы контакта центров с центровыми углублениями в детали: а — без смещения задней бабки; б — при смещении задней бабки.

Для устранения этого недостатка рекомендуется разделять обработки конических поверхностей на черновую и чистовую, которая осуществляется в самом конце операции.

Перед чистовым обтачиванием следует произвести подправку неправильно сработанных центровых углублений.

## 6. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОНУСНОЙ ЛИНЕЙКИ

Линейка устанавливается параллельно образующей конической поверхности. Верхняя часть суппорта при этом поворачивается на  $90^\circ$  (рис. 126). Отсчет угла поворота линейки производится по делениям (миллиметровым или угловым), нанесенным на плите.

Угол поворота линейки должен быть равен углу уклона конуса.

Если шкала линейки имеет миллиметровые деления, то величина поворота линейки определяется по одной из следующих формул:

$$h = \frac{H}{2} \cdot \frac{D-d}{l} \text{ мм}; \quad (32)$$

$$h = H \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ мм}; \quad (33)$$

$$h = \frac{H}{2} \cdot k \text{ мм}, \quad (34)$$

где  $h$  — число миллиметровых делений шкалы конусной линейки;

$H$  — расстояние от оси вращения линейки до ее торца, на котором нанесена шкала (остальные обозначения см. в табл. 133).

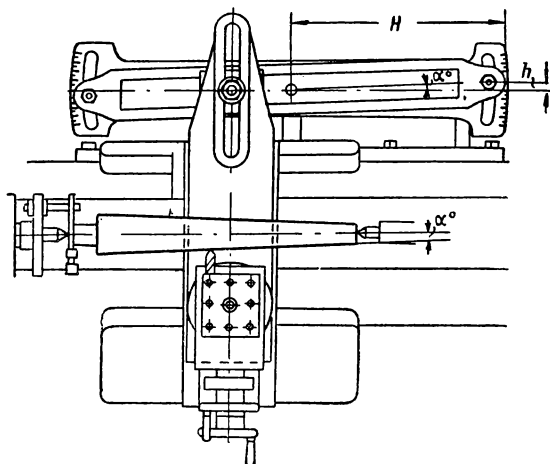


Рис. 126. Схема обтачивания конической поверхности при помощи универсальной конусной линейки.

**Пример 1.** Требуется обработать сквозное отверстие  $D = 75$  мм,  $d = 60$  мм и  $l = 150$  мм. Определить, на сколько миллиметров следует повернуть конусную линейку станка, если расстояние от оси поворота линейки до ее торца  $H = 300$  мм.

**Решение.** По формуле (32) получаем:

$$h = \frac{H}{2} \cdot \frac{D-d}{l} = \frac{300}{2} \cdot \frac{75-60}{150} = \frac{300 \cdot 15}{300} = 15 \text{ мм}.$$

**Пример 2.** Определить величину поворота линейки (в мм) для обработки конической поверхности с углом уклона  $\alpha = 6^\circ$ , если расстояние от оси линейки до ее конца  $H = 400$  мм.

**Решение.** Из таблицы тангенсов узнаем значение  $\operatorname{tg} 6^\circ = 0,105$ . Подставив эту величину в формулу (33), получаем:

$$h = H \cdot \operatorname{tg} \alpha = 400 \cdot 0,105 = 42 \text{ мм}.$$

**Пример 3.** На сколько миллиметров необходимо повернуть конусную линейку станка при растачивании конического отверстия, показанного на рис. 127, если расстояние от оси линейки до ее конца  $H = 400$  мм.

**Решение.** По формуле (34) получаем:

$$h = \frac{400}{2} \cdot \frac{7}{100} = 14 \text{ мм.}$$

С помощью универсальной конусной линейки можно обрабатывать наружные и внутренние конические поверхности с углом уклона  $\alpha \leq 10-12^\circ$ . При  $\alpha > 12^\circ$  используют так называемый комбинированный метод обработки, при котором угол уклона разбивается на два угла:  $\alpha_1 = 10-12^\circ$  и  $\alpha_2 = \alpha - \alpha_1$ . Затем конусная линейка устанавливается на угол  $\alpha_1 = 12^\circ$ , а задняя бабка смещается для обработки конической поверхности с углом уклона  $\alpha_2 = \alpha - 12^\circ$ .

**Пример 4.** Произвести настройку станка для обработки конической части детали по рис. 128.

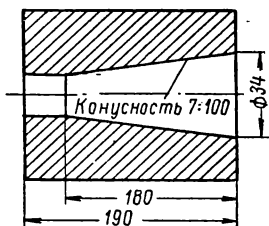


Рис. 127. Гнездо.

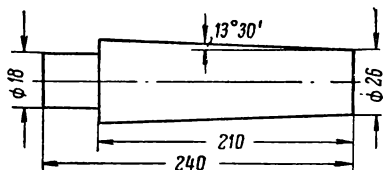


Рис. 128. Конический валик.

**Решение.** Обработать конус способом поворота верхних салазок суппорта невозможно из-за большой длины конуса ( $l = 210 \text{ мм}$ ). Обработать конус способом смещения корпуса задней бабки также нельзя ввиду большой величины смещения  $h = 57,6 \text{ мм}$  по формуле (29). Поворот конусной линейки на угол  $\alpha = 13^\circ 30'$  также неосуществим. Поэтому обработку следует вести комбинированным способом:

1. Разбиваем угол  $\alpha$  на два угла:  $\alpha_1 = 11^\circ$  и  $\alpha_2 = 2^\circ 30'$ . Повертываем конусную линейку на  $\alpha_1 = 11^\circ$ .

2. Находим величину смещения задней бабки при  $\alpha_2 = 2^\circ 30'$  и длине детали  $L = 240 \text{ мм}$  согласно формуле (29):

$$h = \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot L = \operatorname{tg} 2^\circ 30' \cdot 240 = 0,044 \cdot 240 = 10,56 \text{ мм.}$$

Смещаем заднюю бабку на 10,56 мм.

Способ обработки конических поверхностей при помощи универсальной конусной линейки имеет ряд преимуществ: наладка линейки удобна и производится быстро; способ достаточно универсален и обеспечивает высокую точность.

## 7. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОПИРОВ

Кроме универсальных копирных линеек при серийной обработке конических поверхностей применяются также и специальные копиры. С их помощью

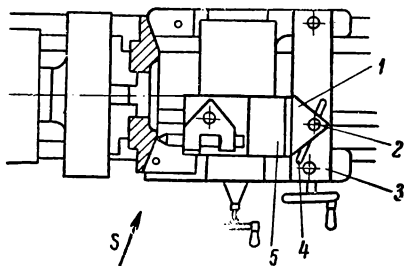


Рис. 129. Схема обработки конической шестерни с помощью специального копирного приспособления.

можно обрабатывать конические поверхности с различными углами уклонов.

В качестве примера на рис. 129 показана одна из схем настройки токарного станка для обработки конической шестерни с помощью простейшего специального копирного приспособления. Здесь линейка 3 закреплена на каретке суппорта, винт верхнего суппорта вывернут, этот суппорт 5 связан с кронштейном 1, палец 2 которого перемещается в пазу 4 линейки 3.

Помимо специальных копирных используются и универсальные приспособления, в которых направляющая линейка может поворачиваться на необходимый угол в соответствии с заданным углом уклона.

## 8. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ГИДРОКОПИРОВАЛЬНОГО СУППОРТА

С помощью гидрокпировального суппорта можно обрабатывать как наружные, так и внутренние конические поверхности, при этом угол уклона конуса в направлении, противоположном продольной подаче (на спаде), не должен превышать  $20\text{--}30^\circ$ . В направлении продольной подачи возможна обработка конусов как с большими, так и с малыми углами уклона.

Этот способ обеспечивает высокую точность обработки конических поверхностей и большую производительность труда.

## 9. РАСТАЧИВАНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Конические отверстия больших размеров обычно растачиваются резцом при повернутых салазках суппорта.

При необходимости обработать коническое отверстие в сплошном материале его предварительно просверливают сверлом, диаметр которого на  $2\text{--}3\text{ мм}$  меньше диаметра  $d$  конуса. При обработке конусных поверхностей с большими углами уклонов отверстие перед растачиванием дополнительно рассверливается или растачивается уступами. Эта работа выполняется по сопрягаемой детали (калибру или образцовому конусу, рис. 130), конусность и размеры которой соответствуют конусности и размерам обрабатываемого отверстия (рис. 131, а).

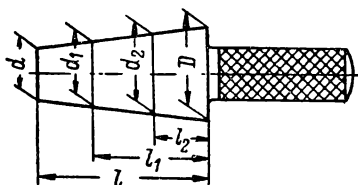


Рис. 130. Образцовый конус (калибр).

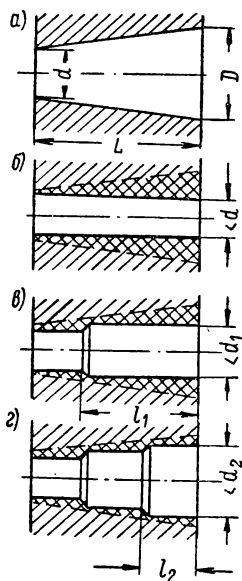


Рис. 131. Схема предварительной обработки конического отверстия уступами.

Длину такой сопрягаемой детали-калибра делят на три части и измеряют диаметры  $d$ ,  $a_1$  и  $a_2$  на участках  $l$ ,  $l_1$  и  $l_2$  от правого торца.

Сначала отверстие просверливают сверлом, диаметр которого равен  $d$  — (2—3) мм (рис. 131, б). Затем его рассверливают (или растачивают) сверлом диаметром меньше  $d_1$  на глубину несколько меньшую, чем  $l_1$  (рис. 131, в) и далее сверлом диаметром меньше  $d_2$  на глубину меньшую, чем  $l_2$  (рис. 131, г). После этого расточным резцом снимают оставшуюся часть припуска, величина которого много меньше, чем величина припуска после сверления первого отверстия.

Отверстия малых и средних размеров (после их предварительного сверления или растачивания) обрабатываются зенкерами и развертками. На рис. 132 изображена последовательность обработки конического отверстия сверлом и тремя развертками.

Черновой разверткой (рис. 132, б) снимают основную часть припуска. Режущие кромки черновой развертки имеют ступенчатую форму с крупными канавками для дробления стружки.

Поверхность отверстия после прохода черновой разверткой обычно грубая (с винтовыми бороздками — следами от зубьев).

Получистовая развертка (рис. 132, в) отличается от черновой тем, что имеет на режущих кромках более мелкие канавки для дробления стружки. Поверхность отверстия после прохода этой разверткой получается более чистой, но следы винтовых бороздок всё же остаются.

Чистовая развертка (рис. 132, г) имеет цельные прямые режущие кромки и предназначена для придания отверстию окончательных размеров и гладкой поверхности.

Конические развертки работают в тяжелых условиях — они режут всей длиной своих режущих кромок, расположенных по поверхности конуса. Именно поэтому скорости резания и подачи при работе коническими развертками меньше, чем при развертывании цилиндрических отверстий.

При развертывании коническими развертками стали подача составляет 0,1—0,2 мм/об, а при развертывании чугуна — 0,2—0,4 мм/об.

Скорость резания при развертывании конических отверстий развертками из быстрорежущей стали не превышает 6—10 м/мин.

Для получения чистой и гладкой поверхности отверстия и облегчения работы конических разверток их следует охлаждать. При обработке стали и чугуна в качестве охлаждающей жидкости используют эмульсию или сульфифрезол из легкого минерального масла; при обработке алюминия, кроме этих жидкостей, применяют также легкое минеральное масло с добавлением 30% касторового масла.

## 10. ИЗМЕРЕНИЕ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Конические поверхности измеряют угломерами, шаблонами и калибрами. На рис. 133 приведено несколько примеров измерения универсальным угломером.

При обработке конуса по образцу пользуются угловым шаблоном (малкой). Такой шаблон может состоять из двух линеек (рис. 134, а) или угольника 1 и линейки 2 (рис. 134, б), снабженных прорезями для соединительного винта 3.

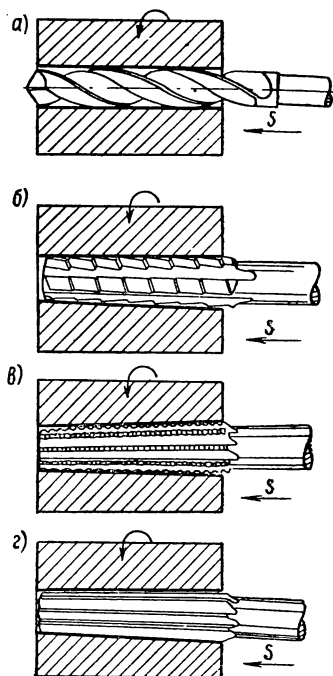


Рис. 132. Схема последовательной обработки конического отверстия сверлом и тремя развертками.

Проверка неотчетливых конических поверхностей фасок, скосов и пр. производится шаблонами (рис. 135).

В серийном производстве для измерения конических поверхностей применяют специальные калибры. На рис. 136, а показан конический калибр-втулка для измерения наружных конусов, а на рис. 136, б — калибр-пробка для измерения конических отверстий. На этих калибрах делают уступы на торцах 1 и 2 или наносятся риски 3, служащие для определения размеров конусности.

При измерении отверстия калибр вводят с легким нажимом в отверстие и замечают, не качается ли он. Отсутствие качания показывает, что угол конуса правилен.

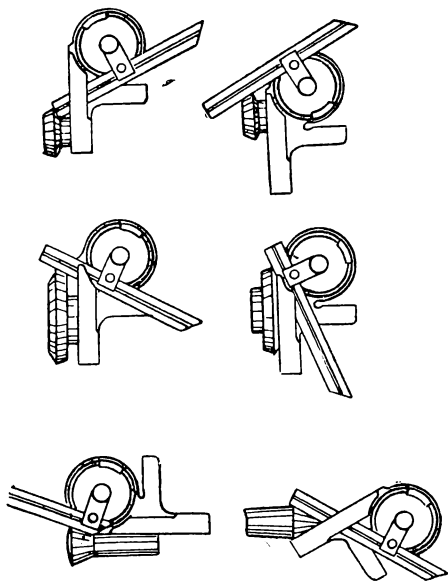


Рис. 133. Примеры измерения конических поверхностей универсальным угломером.

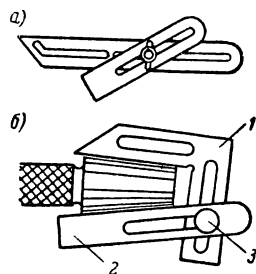


Рис. 134. Угловые шаблоны для измерения конических поверхностей.

Для точной проверки конусности на измеряемой поверхности детали или калибра мелом или тонким слоем краски наносят 2—3 линии вдоль образующей конуса. Затем вставляют калибр в деталь и повертывают его на часть

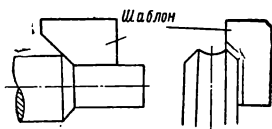


Рис. 135. Шаблоны для измерения конических поверхностей.

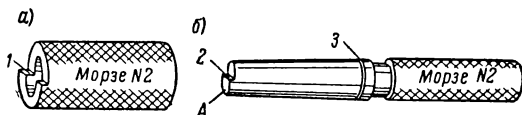


Рис. 136. Конические калибры для проверки наружных и внутренних конических поверхностей.

оборота. Если при этом линии будут стерты неодинаково, то это значит, что конусность калибра отличается от конусности детали.

Убедившись, что угол конуса правилен, проверяют размеры. Для этого наблюдают, до какого места калибр войдет в измеряемую деталь. Если конец конуса детали совпадает с левым торцом А уступа 2, или с одной из рисков 3, или же находится между рисками, то размеры конуса правильны. Но бывает так, что калибр входит в деталь настолько глубоко, что обе риски 3 войдут в отверстие или оба торца уступа 2 выйдут из него наружу. Это показывает,

что диаметр отверстия больше заданного. Если, наоборот, обе риски окажутся вне отверстия или ни один из торцов уступа ни выйдет из него, то диаметр отверстия меньше требуемого.

Зная, на какое расстояние торец обрабатываемой детали не доходит до контрольной риски на калибре, можно путем несложного расчета определить, какой толщины стружку нужно еще снять, чтобы размеры конусной поверхности были правильными.

*Пример.* При проверке калибром конического отверстия с углом  $\alpha = 8^\circ$  токарь установил, что конусность правильна и что расстояние от торца детали

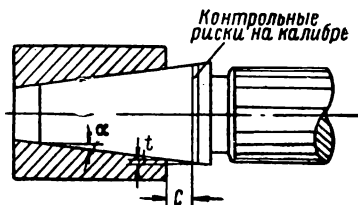


Рис. 137. Схема проверки калибром конусного отверстия, размеры которого меньше заданных.

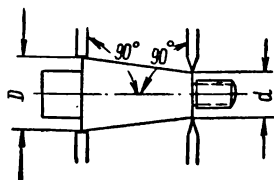


Рис. 138. Схема проверки размеров конической поверхности губками штангенциркуля.

до контрольной риски калибра  $s$  равно 6 мм (рис. 137). Требуется определить, на сколько делений следует повернуть лимб винта поперечной подачи, чтобы за один проход получить отверстие с размерами точно по калибру, если шаг винта поперечной подачи равен 4 мм, а лимб винта имеет 80 делений.

*Решение.*

1. Подсчитываем глубину резания:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{c} = \frac{t}{6};$$

$$t = \operatorname{tg} \alpha \cdot 6 = \operatorname{tg} 8^\circ \cdot 6 = 0,14 \cdot 6 = 0,84 \text{ мм.}$$

2. Определяем цену деления лимба:

$$4 \text{ мм} : 80 = 0,05 \text{ мм.}$$

3. Находим, на сколько делений следует повернуть лимб при требуемой глубине резания:

$$0,84 : 0,05 = 17 \text{ делений.}$$

При отсутствии калибров размеры конусных поверхностей могут быть проверены штангенциркулем, причем  $D$  и  $l$  могут быть измерены плоскими, а размер  $d$  — наиболее точно острыми губками (рис. 138). При измерении губки должны располагаться под углом  $90^\circ$  к оси детали.



## РАЗДЕЛ ПЯТНАДЦАТЫЙ

### ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Таблица 141

#### Основные методы обработки фасонных поверхностей на токарных станках

Метод обработки	Область применения	Основные недостатки и преимущества
Нормальными резцами без копира (с комбинированием продольной и поперечной ручной подачи)	При небольшом количестве обрабатываемых деталей, когда не оправдываются расходы на изготовление фасонного резца или копировального приспособления	Способ малопроизводительный, требует от токаря большой квалификации и внимательности. Точность обработки невысокая
Фасонными резцами	Обработка фасонных поверхностей вращения небольшой длины (шириной не более 40—50 мм)	Способ весьма производительный. Однако требует изготовления фасонных резцов, что является сложной и трудоемкой работой
Нормальными резцами при помощи приспособлений с круговой подачей или поводковых устройств	Обработка сферических и радиусных поверхностей средних размеров. Сферические поверхности небольших размеров обычно обрабатываются фасонными резцами, а поверхности больших размеров — по копиру	Способ простой и универсальный. Применяется при наличии приспособлений, изготовление которых связано со значительными расходами

Продолжение табл. 141

Метод обработки	Область применения	Основные недостатки и преимущества
Специальными кольцеобразными и подобными им режущими инструментами	Обработка сферических поверхностей	Способ простой, но не универсальный
Нормальными резцами при помощи копировальных приспособлений	Обработка различных фасонных поверхностей	Способ весьма производительный. Кроме того, он обеспечивает высокое качество поверхностей и точности обработки. При наличии на станке копировального приспособления возникает необходимость лишь в изготовлении копира

## 1. РЕЗЦЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

**Фасонные резцы.** Фасонными называются резцы, режущие кромки которых имеют криволинейную форму, соответствующую профилю обрабатываемой детали.

Фасонные резцы бывают трех типов — плоские, призматические и дисковые.

Плоские фасонные резцы (рис. 139, а) обычно применяются для обработки небольших партий деталей; в серийном и крупносерийном производстве используются призматические (рис. 139, б) и дисковые (рис. 139, в) фасонные резцы, допускающие большое количество переточек без искажения их профиля.

Обычно ширина фасонных резцов не превышает 40—60 мм и только при обработке весьма жестких деталей на мощных и крупных станках применяются более широкие плоские резцы (шириной до 150 мм).

Особенностью конструкции дискового фасонного резца является то, что его передняя поверхность располагается ниже оси резца на величину  $h$ .

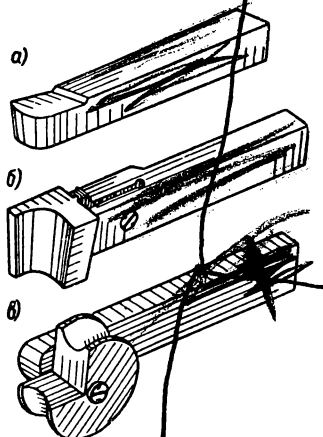


Рис. 139. Типы фасонных резцов.

<sup>1</sup> Вследствие этого профиль резца получает некоторое искажение. Если отклонение от профиля резца в диаметральном направлении делить необходимое искажение, которое должно быть заранее придано резцу, можно расчетом для каждого случая подобрать см. в учебниках по резанию металлов и режущему инструменту.

Если этого не сделать, то фасонный резец будет иметь задний угол  $\alpha = 0^\circ$  (рис. 140, а).

Величина  $h$  определяется из треугольника  $AOC$  (рис. 140, б):

$$h = \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha. \quad (35)$$

Значения  $h$  при некоторых значениях  $D$  и  $d$  указаны в табл. 142.

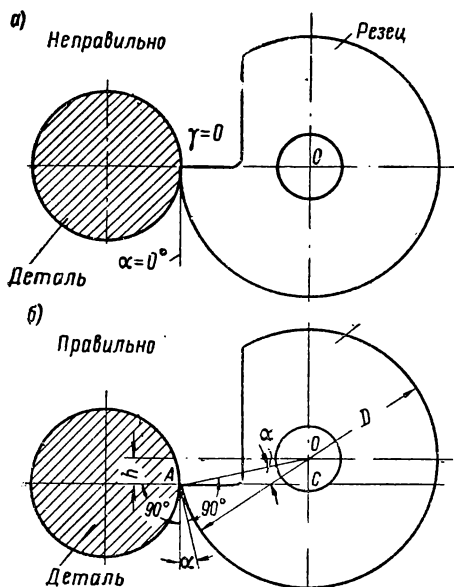


Рис. 140. Правильная и неправильная конструкции дискового фасонного резца.

Таблица 142  
Величина понижения передней поверхности дискового резца относительно его центра

Задний угол резца $\alpha$ (в °)	Диаметр резца (в мм)						
	20	25	30	35	40	45	50
	Величина $h$ (в мм)						
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

Фасонные резцы, как правило, изготавливаются из быстрорежущей стали. Некоторое распространение имеют также и твердосплавные фасонные резцы.

Для получения правильного профиля детали необходимо режущую кромку фасонного резца располагать точно по оси центров станка.

Фасонные резцы для обработки широких поверхностей рекомендуются устанавливать в пружинных державках.

Наибольшая производительность труда достигается при разделении обработки фасонной поверхности на черновую и чистовую.

Черновая обработка выполняется при высоких режимах резания, а чистовая — при высокой стойкости резцов, что дает возможность обработать резцом большее количество деталей.

На рис. 141 приведена схема обработки фасонной поверхности (рис. 141, а) двумя резцами: черновым (рис. 141, б) и чистовым (рис. 141, в).

Как видно из этой схемы, большая часть припуска, подлежащего удалению при обработке фасонной поверхности, снимается обдирочным резцом, а для чистового резца остается только незначительная часть общего припуска.

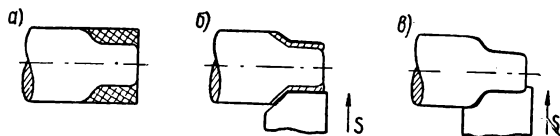


Рис. 141. Схема обработки фасонной поверхности черновым и чистовым резцами.

Простая форма черногового фасонного резца облегчает и удешевляет его изготовление, а наличие у него переднего угла  $\gamma > 0^\circ$  дает возможность работать таким резцом со скоростью резания и подачей большими, чем это допускается для фасонных резцов. При чистовой обработке точных деталей угол  $\gamma = 0^\circ$ , в противном случае профиль поверхности, обрабатываемой резцом, получает искажение.

**Режимы резания при работе фасонными резцами.** Подачи при точении фасонными резцами (из быстрорежущей стали) принимаются в пределах от 0,01 до 0,1 мм/об. Большие значения следует выбирать при обработке деталей большого диаметра и при работе сравнительно неширокими фасонными резцами; меньшие значения — при обработке деталей малого диаметра широкими резцами.

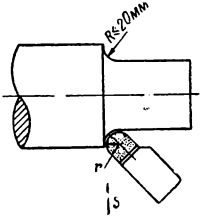
Скорости резания при точении стали фасонными резцами принимаются в пределах 15—55 м/мин. Большие значения следует выбирать при обработке мягких сталей и при малых подачах; меньшие — при больших подачах и при обработке более твердых сталей.

При высоких требованиях к чистоте поверхности рекомендуется завершать точение фасонной поверхности при весьма малой скорости резания (менее 4 м/мин).

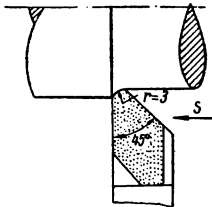
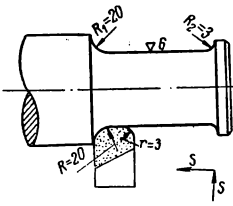
## 2. ОБРАБОТКА ГАЛТЕЛЕЙ

Таблица 143

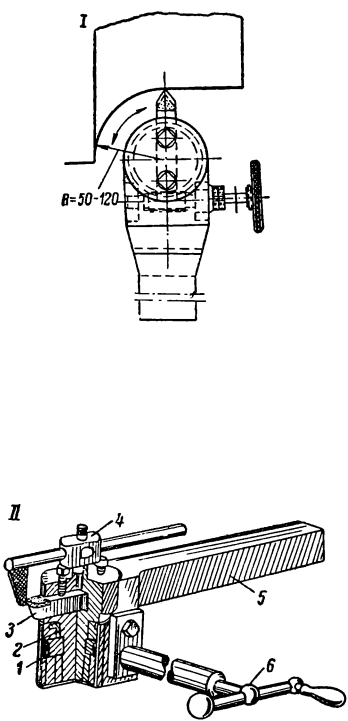
Способы обработки галтелей (опыт передовых предприятий)

Эскиз	Описание способа
	<p style="text-align: center;"><b>Обработка галтелей резцами с радиусами режущих кромок, равными радиусам обрабатываемых галтелей</b></p> <p>На Новокраматорском машиностроительном заводе галтели радиусом <math>R \leq 20</math> мм обрабатываются фасонными твердосплавными резцами при радиальной подаче</p> <p>На Уралмашзаводе фасонными резцами обрабатываются галтели радиусом до 80 мм. При этом сначала производится обдирка фасонным резцом, радиус которого на 10 мм меньше радиуса галтели</p> <p>После обдирки на галтели остается припуск 0,4—0,8 мм на сторону</p> <p>Затем после чистового подрезания торца галтель обрабатывается начисто (при обратном вращении детали) быстрорежущим фасонным резцом, установленным в пружинной державке выше оси центров на 1—3 мм</p>

Продолжение табл. 143

Эскиз	Описание способа
	<p>Чистовая обработка галтелей с радиусами закругления от 2 до 5 мм на валах крупных электрических машин производится токарем Фокиным на заводе „Электросила“ твердосплавным резцом с <math>r = 2-5</math> мм. При этом резец обтачивает галтель в конце чистового прохода шейки малого диаметра, что исключает надобность в самостоятельном переходе для обтачивания галтели.</p> <p>Этим же резцом можно пользоваться и при подрезании торцов.</p>
	<p>На Уралвагонзаводе вагонные оси обрабатываются комбинированными фасонными резцами. Ими можно производить чистовое обтачивание цилиндрической поверхности и двух галтелей: <math>R_1 = 20</math> мм и <math>R_2 = 3</math> мм.</p> <p>Вначале обтачивают галтель малого радиуса при поперечной подаче, а затем шейку и галтель большого радиуса при продольной подаче резца.</p>
	<p>Обработка галтелей резцами с радиусами режущих кромок меньшими, чем радиусы обрабатываемых галтелей.</p> <p>При обработке галтелей больших радиусов (<math>R &gt; 20</math> мм) фасонными резцами таких же радиусов во избежание вибраций приходится применять весьма малые подачи. Поэтому более целесообразным является использование резцов с <math>r &lt; R</math>. Обычно <math>R = (1,5-2)r</math>. Так, в частности, обрабатывают большие галтели токари Балтийского завода. В этом случае галтели обтачиваются при автоматической продольной подаче и ручной подаче поперечных салазок суппорта. Точность обработки при этом сравнительно невысокая.</p>

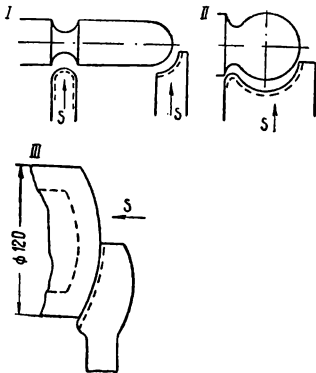
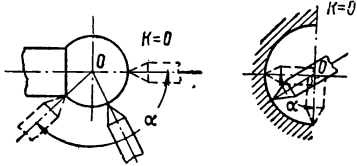
Продолжение табл. 143

Эскиз	Описание способа
	<p>Обработка галтелей при помощи специальных поворотных приспособлений</p> <p>Этот способ является наиболее рациональным при обработке галтелей с <math>R &gt; 50</math> мм</p> <p>Приспособление устанавливается таким образом, чтобы центр его поворота совпадал с центром, из которого очерчивается радиус галтели. Вершина резца должна быть при этом установлена точно по оси центров станка</p> <p>Применение такого приспособления (поз. I) позволило токарю Харьковского турбогенераторного завода тов. Дрокину уменьшить время на обработку галтелей <math>R = 60</math> мм (при обтачивании фасонным резцом) в 6 раз</p> <p>Токари Новокраматорского машиностроительного завода Максимов и Слюсаренко применяют принципиально аналогичное приспособление (поз. II). Здесь вылет резца 3, определяющийся величиной радиуса галтели, устанавливается по специальному устройству 4. Корпус 5 приспособления закрепляется на суппорте станка. Обработка галтели осуществляется при круговой ручной подаче резца при помощи рукоятки 6, на валу которой закреплен червяк, вращающий червячное колесо 1 и связанный с ней резцедержатель 2</p> <p>С помощью таких приспособлений производят не только обтачивание, но и обкатывание галтелей шариками или роликами в целях упрочнения поверхности</p>

## 3. ОБРАБОТКА СФЕРИЧЕСКИХ И РАДИУСНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Таблица 144

Основные способы обработки сферических и радиусных поверхностей (опыт передовых предприятий)

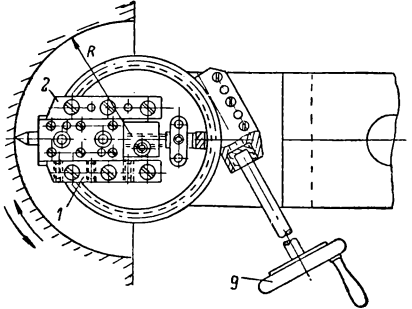
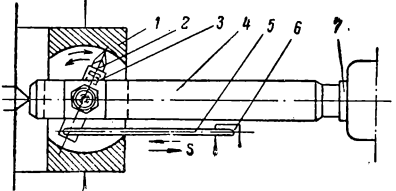
Эскиз	Описание способа
	<p><b>Обработка фасонными резцами</b></p> <p>Для чистовой обработки сравнительно небольших радиусных и сферических поверхностей применяются фасонные резцы шириной до 40—60 мм (поз. I и II).</p> <p>Сферические поверхности могут обрабатываться как сложным резцом, так и двумя сравнительно простыми фасонными резцами. При этом левый резец обрабатывает сферу при обычном вращении, а правый (перевернутый) — при левом вращении.</p> <p>Иногда новаторы успешно применяют фасонные резцы и для обработки больших радиусных поверхностей. Так, например, токарь Кировского завода тов. Чистяков обрабатывает радиусные поверхности больших размеров резцом шириной 75 мм (поз. III). Производительность труда увеличилась при этом в 2 раза.</p>
	<p><b>Обработка при помощи поворотных приспособлений</b></p> <p>Съемные поворотные приспособления в виде столов с перемещающимися по ним резцедержателями устанавливаются вместо поперечных суппортов на каретках или непосредственно на станинах станков.</p> <p>При вращении такого стола вокруг своей оси вершина резца перемещается по дуге окружности на некоторый угол <math>\alpha</math>. Величина радиуса этой окружности регулируется перемещением резцедержателя или же вылетом резца.</p>

Продолжение табл. 144

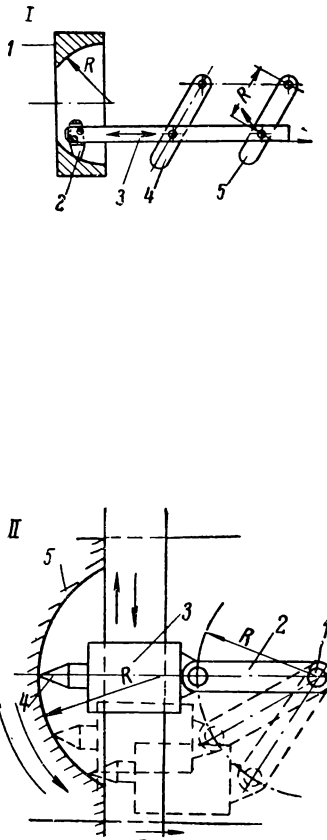
Эскиз	Описание способа
	<p>Круговая подача резца в таких приспособлениях может быть как ручной, так и механической.</p> <p>В зависимости от положения центра вращения поворотного приспособления (обозначен буквой <math>O</math>) по отношению к линии центров станка (расстояние <math>K</math>) и к вершине резца можно обрабатывать различные сферические поверхности. Величина радиуса закругления режущей кромки в этом случае не влияет на форму обрабатываемой поверхности.</p> <p>Съемное поворотное приспособление для обработки наружных сферических поверхностей состоит из корпуса 5, закрепляемого на месте резцедержателя или же в самом резцедержателе. В корпусе смонтированы салазки 3 резцедержателя, которые поворачиваются вокруг оси вала 7. Ось этого вала в вертикальной плоскости должна проходить через ось вращения шпинделя.</p> <p>Салазки резцедержателя имеют направляющие, по которым с помощью винта 4 может перемещаться на величину заданного радиуса <math>R</math> резцедержатель 2. После установки резца резцедержатель стопорится. Врезание резца происходит при поперечной подаче суппорта станка.</p> <p>Вращение салазкам 3 сообщается с помощью рукоятки, насаженной на вал червяка 6, и червячной пары 1 и 6.</p>
	<p>Корпус 6 съемного поворотного приспособления для растачивания внутренних сферических поверхностей закрепляется в резцедержателе или вместо него на верхнем суппорте станка.</p> <p>На нижней полке резцедержателя смонтированы червяк 7 и червячное колесо 3, опорой для вращения которого служит конусная цапфа 8; ось этой цапфы в вертикальной плоскости во время обточки проходит через ось вращения шпинделя.</p>

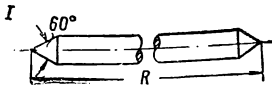
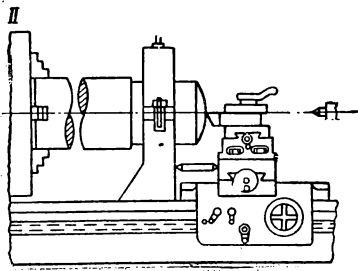


Продолжение табл. 144

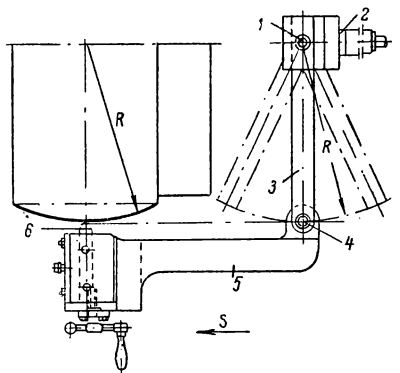
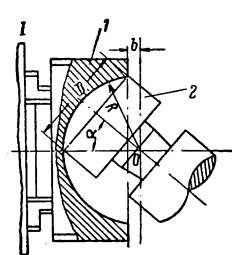
Эскиз	Описание способа
	<p>На верхнем торце червячного колеса смонтированы направляющие 1 и 2, по которым перемещается резцедержатель 4.</p> <p>Установка резца на заданный радиус <math>R</math> относительно оси вращения производится с помощью винта 5, после чего резцедержатель стопорится. Врезание резца происходит при поперечной подаче.</p> <p>Вращение резцедержателю сообщается рукояткой 9, насаженной на вал червяка 7.</p>
	<p>Съемные поворотные приспособления, закрепляемые между передним и задним центрами станка или в пиноли задней бабки, имеют корпус-оправку 4, один конец которой вводится в предварительно расточенное отверстие детали 1 и опирается на передний центр, а второй конец закрепляется в отверстии пиноли 7 задней бабки (предложение токаря завода имени Свердлова Н. В. Захарова).</p> <p>Расточной резец 2 устанавливается в державке 3, шарнирно закрепленной в передней части оправки 4. К державке привернута тяга 5, связанная с колодкой 6, расположенной на суппорте.</p> <p>При вращении шпинделя станка включают автоматическую продольную подачу суппорта, тяга 5 поворачивает державку 3 с резцом вокруг ее оси, при этом резец перемещается так, что его режущая кромка описывает радиус, величина которого определяется расстоянием от оси вращения державки до вершины резца, и регулируется положением резца в державке.</p>

Продолжение табл. 144

Эскиз	Описание способа
 <p>Sketch I: A lever mechanism with segments 3, 4, and 5 pivoted at point 1. A cutting tool 2 is attached to segment 3. The lever is shown in a position where it is about to cut a spherical surface of radius R.</p> <p>Sketch II: A lever mechanism with segments 3, 4, and 5 pivoted at point 1. A cutting tool 2 is attached to segment 3. The lever is shown in a position where it is about to cut a spherical surface of radius R. The mechanism is shown in a different orientation, with the cutting tool 2 moving along a curved path.</p>	<p><b>Обработка при помощи поводковых (рычажных) приспособлений</b></p> <p>Принципиальная схема поводкового приспособления представляет собой шарнирный параллелограмм с подвижными звеньями 3, 4 и 5 (поз. I)</p> <p>Если длина звеньев 4 и 5 равна <math>R</math>, то при повороте их на угол <math>\alpha</math> любая точка звена 3, а следовательно и резец 2, закрепленный на конце звена 3, будет описывать дугу с углом <math>\alpha</math> и радиусом <math>R</math>. Соответственно и в детали I будет расточена сферическая поверхность радиуса <math>R</math></p> <p>При другой схеме (поз. II) поводок 2 связывает верхнюю часть суппорта 3 с неподвижной осью I. Расстояние между отверстиями поводка <math>l = R</math></p> <p>Если отключить продольную подачу и перемещать только верхнюю часть суппорта, то резец 4 будет растачивать сферу радиуса <math>R</math></p> <p>В обоих случаях криволинейное перемещение режущей кромки производится не вращением резца вокруг оси, проходящей через центр кривой, описываемой режущей кромкой I, а путем параллельного перемещения резца (см. последовательные положения резца в поз. II)</p> <p>Для устранения появляющихся при этом искажений вследствие наличия некоторого радиуса <math>r</math> закругления вершины резца необходимо увеличивать или уменьшать длину поводка <math>l</math> (на величину радиусов закругления: <math>l = R \pm r</math>)</p> <p>Знак „+“ берется при обработке наружных, а знак „-“ при обработке внутренних поверхностей</p>

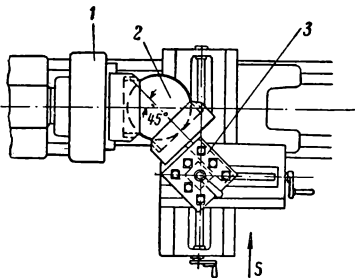
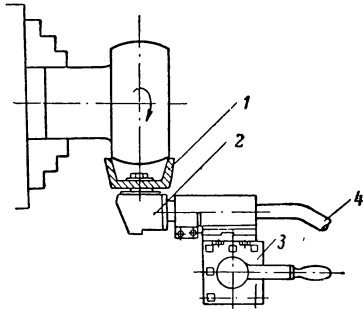
Эскиз	Описание способа
 <p style="text-align: center;">I</p>	<p>Для обработки выпуклых торцовых сферических поверхностей необходимо установить поводок не с правой, а с левой стороны суппорта. В качестве поводка в этом случае применяют мерный стержень (поз. I)</p> <p>Длина стержня равна радиусу поверхности <math>R</math></p>
 <p style="text-align: center;">II</p>	<p>Для обработки выпуклой торцовой сферической поверхности стержень устанавливается так, как показано в поз. II, — горизонтально между люнетом и поперечными салазками суппорта станка. Если обработка производится без люнета, то упором для стержня может служить планка, укрепляемая на станине станка</p> <p>Чтобы во время работы мерный стержень не мог выскочить, в местах его упора (на люнете и салазках суппорта) ударом кернера делают небольшие углубления</p> <p>В начальный момент обработки мерный стержень занимает наклонное к оси станка положение. При включении поперечной подачи суппорта в направлении от токаря стержень постепенно отжимает суппорт от закрепленного на станине люнета</p> <p>Резец при этом описывает дугу радиусом, равным длине мерного стержня</p> <p>Для получения сферической поверхности правильной формы необходимо, чтобы при установке резца центр его радиусного закругления совпадал с осью детали в вертикальной плоскости. Стержень при этом должен быть расположен в плоскости, параллельной оси центров станка</p>

Продолжение табл. 144

Эскиз	Описание способа
	<p>Для обработки выпуклых (наружных) сферических поверхностей неподвижная ось 1 поводка 3 монтируется на оправке 2, вставляемой в отверстие пиноли задней бабки. Подвижная ось 4 поводка связана со специальной державкой 5, закрепляемой в резцедержателе станка.</p> <p>Перед обтачиванием расцепляют гайку и винт поперечной подачи и включают продольную подачу суппорта, при этом поводок 3 будет поворачиваться относительно оси 1, а резец 6 — перемещаться по дуге радиуса <math>R</math>.</p>
	<p>Обработка при помощи специальных кольцеобразных режущих инструментов и вращающихся головок</p> <p>Формирование шаровой поверхности радиусом <math>R</math> происходит при взаимном вращательном движении резцовой головки (кольцеобразного инструмента) 2 и детали 1 (поз. 1).</p> <p>Шпиндель резцовой головки при этом устанавливается под углом <math>\alpha</math>, величина которого определяется из следующих уравнений:</p> $\sin \alpha = \frac{1}{2R} \sqrt{2R(R-b)}; \quad (36)$ $D = \sqrt{2R(R-b)}, \quad (37)$ <p>где <math>R</math> — радиус обрабатываемой поверхности, в мм;  <math>b</math> — расстояние от центра сферы до плоскости разреза, в мм</p> <p>Так, например, при радиусе сферы <math>R = 60</math> мм и <math>b = 10</math> мм угол <math>\alpha</math> и диаметр резцовой головки будут иметь следующие значения:</p> $\sin \alpha = \frac{1}{2 \cdot 60} \sqrt{2 \cdot 60 (60 - 10)} = 0,6455,$ <p>откуда <math>\alpha = 40^\circ 12''</math>, а</p> $D = \sqrt{2 \cdot 60 (60 - 10)} = 77,46 \text{ мм}$

Эскиз	Описание способа
	<p>Для обработки этим методом шаровых поверхностей необходимо изготовить несложное устройство, сообщающее вращение резцовой головке. Устройство это монтируется на поперечном суппорте; оно состоит из шпиндельной бабки с резцовой головкой и электродвигателя, расположенных на одной плите</p> <p>Обрабатываемая деталь закрепляется в патроне токарного станка, шпинделю которого сообщается медленное вращение. Возможна и другая схема установки: резцовая головка крепится на шпинделе станка, а обрабатываемая деталь — в шпиндельной бабке устройства</p> <p>Резцовая головка имеет четыре твердосплавных проходных резца с углами в плане <math>\varphi = \varphi_1 = 45^\circ</math>. Резцы устанавливаются по калибру, диаметр которого определяется по формуле (37). В зависимости от размеров и положения обрабатываемой поверхности определяется и угол <math>\alpha</math> установки резцовой головки</p> <p>Подача осуществляется поперечным суппортом до упора. Каретка суппорта станка во избежание перемещений ее во время работы закрепляется</p> <p>На этом же принципе основана работа трубчатых резцов, режущая кромка которых образуется пересечением внутренней цилиндрической и торцевой поверхностей (поз. II)</p> <p>Диаметр отверстия трубчатого резца <math>D_p \approx 0,9 D_d</math>, где <math>D_d</math> — диаметр обрабатываемой сферы; угол наклона <math>\alpha \approx 45^\circ</math>.</p> <p>По такой же схеме, как и обтачивание трубчатым резцом (поз. III), может производиться притирка шаровых поверхностей с помощью пасты. Притиру в этом случае сообщается такая же форма, как и трубчатому резцу (для ясного представления о характере резца-притира на рисунке дан вырыв поверхности притира А)</p>

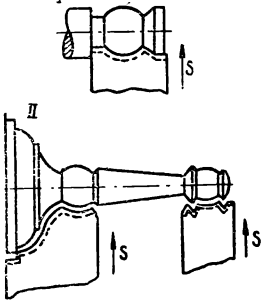
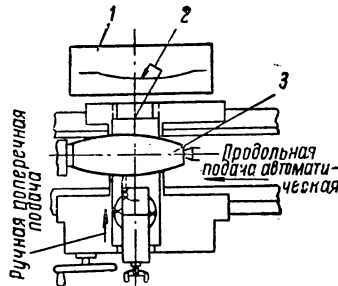
Продолжение табл. 144

Эскиз	Описание способа
	<p>Чистовую обработку целого шара можно осуществить с помощью двух трубчатых резцов одинаковых размеров</p> <p>Один из них закрепляется в патроне 1, а другой — в резцедержателе 3</p> <p>Работа ведется при поперечной подаче суппорта, при этом заготовка шара 2 вращается между резцами и обтачиваясь последними, приобретает правильную форму</p> <p>Чистовая обработка шаров из бронзы осуществляется по аналогичной схеме с той лишь разницей, что вместо трубчатого резца в патрон 1 зажимается такой же формы деревянный желобок</p>
	<p>Точные наружные и внутренние сферические поверхности обрабатываются (на Ленинградском Металлическом заводе и других предприятиях) шлифовальным кругом 1, установленным на шпинделе переносной шлифовальной машинки, закрепленной в резцедержателе 3</p> <p>Круг получает вращение от вала 4, одновременно детали сообщается медленное вращение в том же направлении</p> <p>При работе по этому методу обеспечивается точность размеров по 3-му классу и шероховатость поверхности в пределах 7—8-го классов</p>

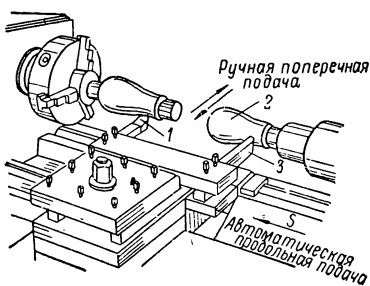
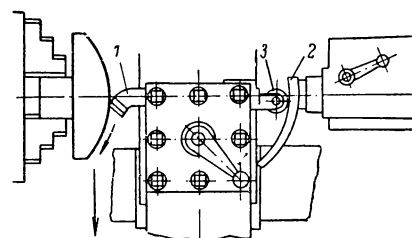
#### 4. ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Таблица 145

##### Основные способы обработки фасонных поверхностей произвольного профиля

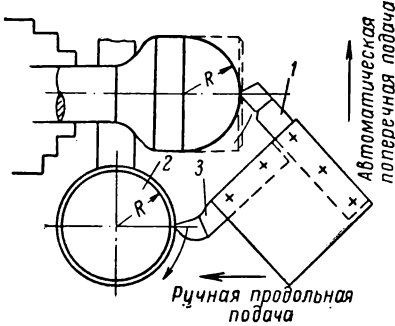
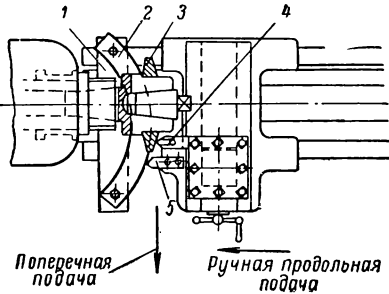
Эскиз	Описание способа
	<p><b>Обработка фасонными резцами</b></p> <p>Фасонными резцами обрабатываются неширокие фасонные поверхности сложного профиля после предварительной обточки их обычными (нефасонными) резцами или же фасонными резцами упрощенной конфигурации при сравнительно высоких режимах резания. На чистовую обработку, выполняемую фасонными резцами, оставляется минимальный припуск.</p> <p>Для обработки узких поверхностей применяются резцы, обтачивающие всю поверхность (поз. I). Для обтачивания или растачивания относительно длинных поверхностей устанавливают два или несколько фасонных резцов (поз. II).</p>
	<p><b>Обработка при помощи простейших копировальных приспособлений</b></p> <p>В опытно-конструкторском и индивидуальном производстве фасонные поверхности сложного профиля 3 часто обрабатывают по простейшим шаблонам-копирам.</p> <p>Шаблон 1 представляет собой металлический лист с начерченным на нем профилем фасонной поверхности. По контуру шаблона перемещается острый конец чертилки 2. Таким образом, суппорт, с которым связана чертилка, передвигается по той же траектории, что и острие чертилки.</p> <p>В процессе работы острие чертилки должно находиться в соприкосновении с шаблоном.</p>

Продолжение табл. 145

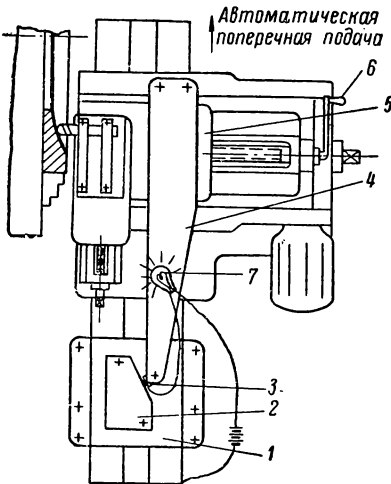
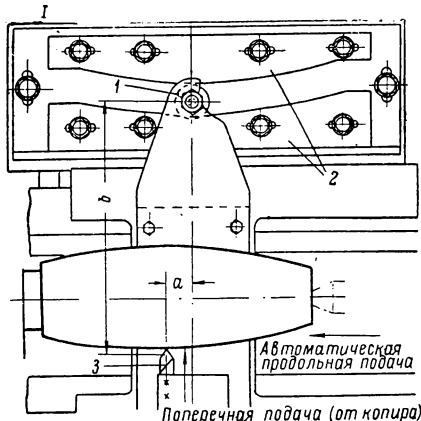
Эскиз	Описание способа
 <p>ручная поперечная подача</p> <p>автоматическая продольная подача</p>	<p>Более совершенной является обработка по жесткому копиру, по которому перемещается жесткий шуп или ролик</p> <p>Часто в качестве копира 2 служит одна из деталей партии (наиболее точно обработанная). Такой копир закрепляется в задней бабке; по ней перемещается шуп 3, расположенный в одной державке с резцом 1, который обтачивает деталь</p> <p>Вершины шупа и резца должны находиться точно на высоте линии центров станка и иметь строго одинаковую форму в плане, иначе профили детали окажется искаженным</p>
 <p>поперечная подача (автоматическая или ручная)</p>	<p>Еще более рациональным является применение специально изготовленного копира 2, который устанавливается в пинולי задней бабки. Копирный ролик-шуп 3, как и резец 1, закрепляется в резцедержателе. Для обтачивания сферической поверхности на заготовке маховичка достаточно включить поперечную подачу. Суппорт станка должен при этом иметь возможность свободно перемещаться по направляющим станины станка. Прижимаясь к вогнутой поверхности копира, ролик обкатывается по ней и отводит суппорт с резцом так, что режущая кромка последнего копирует путь ролика. Если радиус при вершине резца не равен радиусу ролика, то при проектировании формы копира это учитывается</p>

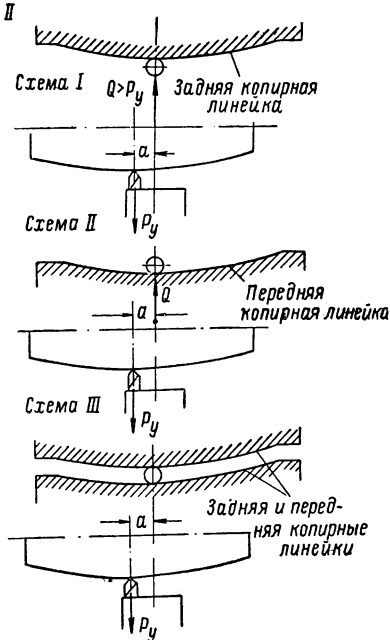
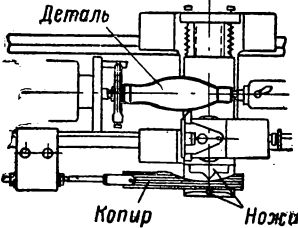


Продолжение табл. 145

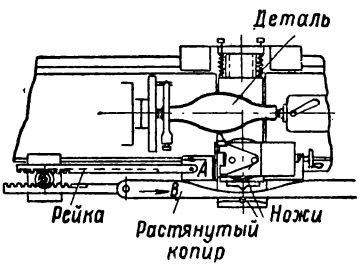
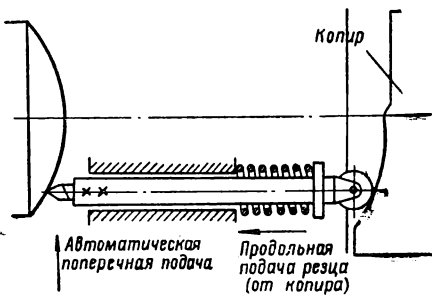
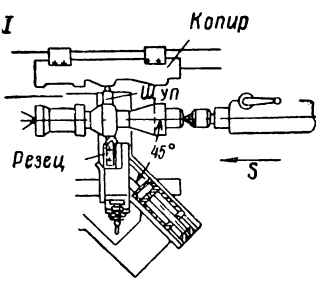
Эскиз	Описание способа
	<p>Копир 2 может быть закреплен в Т-образном пазу суппорта или на станине, при этом резцедержатель поворачивается на некоторый угол так, чтобы копирный палец 3 (шуп) касался копира, а резец 1 в это время обтачивал заготовку (опыт токаря завода им. Свердлова Н. В. Захарова). Продольная подача осуществляется вручную, а поперечная — автоматически</p>
	<p>При обработке сферических поверхностей большого радиуса на заводе имени Готвальда в Чехословацкой Социалистической Республике в качестве копира используется стальной сегмент 2, прикрепленный к планке 1, неподвижно установленной на станине станка под шпинделем. Копирный палец 5 жестко закреплен на суппорте. При перемещении пальца по сегменту резец 4 обтачивает деталь 3. В этом случае продольная подача ручная, а поперечная — автоматическая</p>

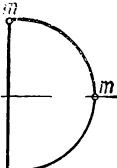
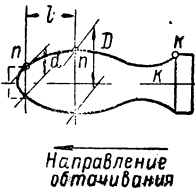
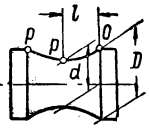
Продолжение табл. 145

Эскиз	Описание способа
 <p>Автоматическая поперечная подача</p>	<p>По предложению токаря Горьковского завода фрезерных станков тов. Смирнова для контроля постоянства соприкосновения копирующего шупа-ролика 3 с копиром 2, закрепленным на плите 1, установленной на направляющих токарно-лобового станка, было применено электроконтактное устройство.</p> <p>Ролик 3 был заменен медным электроконтактом, жестко укрепленным на конце кронштейна 4. Этот контакт соединен с сигнальной лампочкой 7 и изолирован от кронштейна. Равномерность контакта между роликом 3 и копиром 2 определяется непрерывным свечением лампочки.</p> <p>Поджим ролика к копире осуществляется вручную с помощью рукоятки 6 верхнего суппорта 5.</p>
 <p>Автоматическая продольная подача</p> <p>Поперечная подача (от копира)</p>	<p>Обработка при помощи механических копирующих приспособлений</p> <p>При обработке относительно длинных фасонных поверхностей применяют механические копирующие приспособления с принудительным направлением копирующего ролика (пальца) по профилю копирной линейки (поз. 1).</p> <p>Копирные линейки 2, связанные со станиной станка, закрепляются на специальном кронштейне (обычно за направляющими). Ролик 1 прижимается к одной из копирных линеек. Расстояния <math>b</math> и <math>a</math> между роликом и резцом 3 остаются постоянными.</p> <p>При выключенном винте поперечных салазок во время продольной подачи ролик, находящийся в постоянном контакте</p>

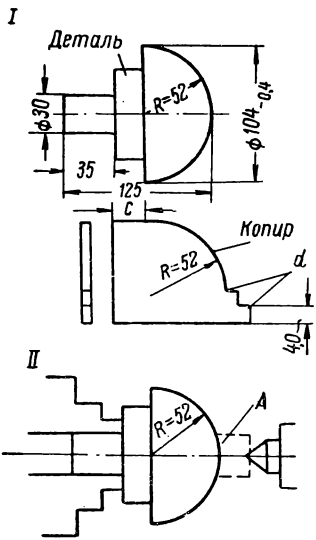
Эскиз	Описание способа
	<p>с копировальной линейкой, сообщает резцу дополнительную подачу в поперечном направлении.</p> <p>Возможны три схемы поддержания контакта ролика с копиром (поз. II):</p> <p><i>схема I</i> — ролик прижимается к задней копирной линейке с силой <math>Q &gt; P_y</math>; такая схема применима только для операций с небольшой радиальной составляющей силы резания <math>P_y</math> (например, для чистового обтачивания деталей из цветных сплавов); для тяжелых работ эта схема не используется;</p> <p><i>схема II</i> — ролик прижимается к передней копирной линейке; в этой схеме радиальная составляющая силы резания <math>P_y</math> прижимает ролик к копирной линейке, а не отталкивает его, как по схеме I; такая схема является наилучшей для чистовой обработки;</p> <p><i>схема III</i> — ролик свободно перемещается между задней и передней копирными линейками; такая схема применяется при тяжелых неточных работах</p>
	<p>Для обработки точных фасонных поверхностей используются устанавливаемые спереди станины копирные устройства с ножевым контактом вместо роликового.</p> <p>При продольном перемещении суппорта копир проходит между ножами и сообщает резцу дополнительное поперечное перемещение.</p> <p>Для получения наиболее точных размеров радиус закругления вершины ножа должен быть равным радиусу закругления вершины резца. При различных радиусах закругления резца и ножа в профиль копира вносятся необходимые поправки.</p>

Продолжение табл. 145

Эскиз	Описание способа
	<p>Обтачивание по обычному копиру фасонных поверхностей с углами подъема более <math>35^\circ</math> невозможно</p> <p>Для обработки таких поверхностей применяются растянутые копирные линейки, т. е. увеличенные по длине в 2 раза</p> <p>При продольном перемещении суппорта по стрелке А посредством реек и реечной шестерни копирная линейка перемещается навстречу суппорту (по стрелке В)</p> <p>Наибольший допустимый угол подъема при использовании растянутых копиров составляет <math>55^\circ</math></p>
	<p>При обтачивании протяженных торцовых фасонных поверхностей копирные линейки устанавливаются не вдоль, а поперек направляющих станка. В этом случае основной является автоматическая поперечная подача, а дополнительное продольное перемещение сообщается резцу от копира</p> <p>Угол подъема профиля детали (и копира) в направлении оси станка не должен превышать <math>35-55^\circ</math></p>
	<p>Обработка при помощи гидрокопировальных суппортов</p> <p>Гидросуппорт обеспечивает автоматическое копирование по заранее изготовленному копиру или же по одной из деталей партии, принятой за эталонную</p> <p>Применение гидросуппорта при обтачивании фасонных поверхностей обеспечивает значительное повышение производительности труда (в некоторых случаях в 4 раза) за счет уменьшения затрат как машинного, так и главным образом вспомогательного времени</p>

Эскиз	Описание способа
<p data-bbox="192 408 213 432">II</p>  <p data-bbox="224 759 245 783">б)</p>  <p data-bbox="240 1150 261 1174">в)</p> 	<p data-bbox="591 304 963 464">Копир устанавливается на специальном копиродержателе. Шуп гидросуппорта при помощи следящего золотника связан с гидроцилиндром, сообщающим движение салазкам, на которых установлен резцедержатель (поз. I)</p> <p data-bbox="591 464 963 647">При обработке салазкам суппорта сообщается автоматическая продольная подача, при этом шуп скользит по поверхности копира и, перемещая следящий золотник, заставляет резец автоматически повторять все свои движения</p> <p data-bbox="591 647 963 831">С помощью гидросуппорта могут обрабатываться детали с любым радиусом сферы (участки <i>mm</i>, <i>kn</i> и <i>pp</i> на поз. II), если диаметры их в разных сечениях по длине возрастают в направлении обтачивания, т. е. к передней бабке</p> <p data-bbox="591 831 963 1126">Детали же, имеющие сферические поверхности, диаметры которых убывают в направлении обтачивания (участки <i>nn</i>, <i>kk</i> и <i>op</i>), могут быть обработаны с помощью гидросуппорта только в том случае, когда разность между наибольшим <i>D</i> и наименьшим <i>d</i> диаметрами данного участка сферической поверхности не превышает длины самого участка <i>l</i>, т. е. когда <math>D - d \leq l</math> (поз. II, б и в)</p> <p data-bbox="591 1126 963 1382">Припуски при обточке сферических поверхностей часто бывают весьма значительными. В таких случаях прибегают к обработке в несколько проходов. Желательно предварительно обточить сферическую поверхность, оставив цилиндрические участки уступами. Припуск на окончательную обработку не должен быть более 3—4 мм</p>

Продолжение табл. 145

Эскиз	Описание способа
 <p>Эскиз I: Деталь с сферической поверхностью радиусом <math>R=52</math> мм, диаметром <math>\phi 104</math> мм и длиной 125 мм. Эскиз II: Копир с сферической поверхностью радиусом <math>R=52</math> мм и высотой 40 мм. Эскиз III: Вид сверху детали с радиусом <math>R=52</math> мм и точкой A на поверхности.</p>	<p>В качестве примера в поз. I изображена обрабатываемая с помощью гидросуппорта деталь (корпус командоаппарата) со сферической поверхностью радиусом <math>R = 52</math> мм. В качестве копира в этом случае может быть использована деталь, изготовленная обычным способом (с подгонкой по шаблону или фасонным резцом) и принятая за эталон.</p> <p>В серийном производстве более целесообразно применять специальные копиры. Они могут быть круглыми и плоскими.</p> <p>В поз. I внизу изображен плоский копир с участками, предусмотренными для захода шупа (d) и для выхода его (с) после окончания обработки сферической поверхности.</p> <p>Деталь обрабатывается проходным резцом за три прохода. При первых двух проходах деталь закрепляется в кулачках патрона с поджимом центром задней бабки (поз. II). При последнем проходе центр задней бабки отводится, бобышка А срезается и окончательно обтачивается вся сферическая поверхность радиусом <math>R = 52_{-0,2}^{+0}</math> мм.</p>

## 5. ОБРАБОТКА НЕКРУГЛЫХ ДЕТАЛЕЙ

Детали некруглого сечения (типа кулачков, эллиптических валиков и пр.) обрабатываются по копиру.

Кулачки типа, показанного на рис. 142, а, обрабатываются с помощью не сложного копировального устройства.

На консольную шпиндельную оправку 1 (рис. 142, б) насаживаются слева копир 3 и справа заготовка кулачка (деталь) 4. В резцедержателе 6 закрепляются резец 5 и специальная державка с копирным роликом 2. Вершина резца и ось ролика должны находиться на линии центров станка.

Перед началом работы винт поперечной подачи разъединяется с гайкой, а резцу сообщаются автоматическая продольная подача и радиальное перемещение от копира. Для этого на поперечных салазках монтируется специальный валик с сильной пружиной, которая постоянно прижимает ролик 2 к кулачку-копиру 3.

Эллиптические детали с небольшой разницей в длине осей можно обрабатывать по такой же схеме. При большом соотношении осей из-за значительной неравномерности припуска этот способ обтачивания становится неприемлемым. В таких случаях приходится использовать специальные приспособления.

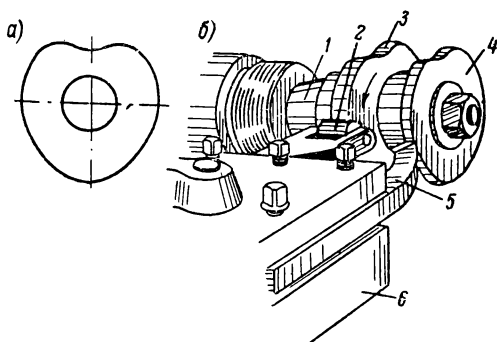


Рис. 142. Обработка криволинейной поверхности кулачка по копиру.

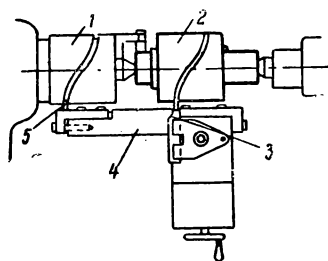


Рис. 143. Схема обработки криволинейной канавки на барабане по копиру.

Фасонные торцовые поверхности, а также криволинейной формы канавки обрабатываются на копировальных приспособлениях примерно такого же типа, как и рассмотренное выше.

На рис. 143 показана схема обработки криволинейной канавки на барабане. В этом случае копир 1 устанавливается на консольной шпиндельной оправке с центром и поводковым пальцем. Деталь 2 помещается между центрами. Копирный палец 5, входящий в паз копира 1, смонтирован на державке 4, связанной с суппортом. Работа производится при автоматической поперечной подаче. Продольные перемещения резец 3 получает от копира.

## 6. ИЗМЕРЕНИЯ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для контроля правильности формы фасонных поверхностей применяют профильные шаблоны.

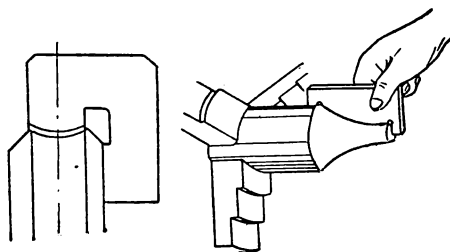


Рис. 144. Проверка фасонных поверхностей шаблонами.

О точности профиля судят по величине световой щели между шаблоном и деталью (рис. 144).

Простейшим видом профильных шаблонов являются выпуклые и вогнутые радиусные шаблоны, выпускаемые целыми наборами, в которых каждый шаблон имеет определенные размер и маркировку (рис. 145).

При контроле закруглений радиусными шаблонами из набора выбирают шаблон, который наиболее плотно прилегает к контуру.

Если один шаблон при наложении дает просвет по краям, а другой (соседний с ним по размеру) просвет посередине, то это значит, что радиус определяемого закругления находится между размерами шаблонов.

Иногда одновременно с профильным шаблоном изготавливают и контршаблон, представляющий собой шаблон обратного профиля, который является как бы прототипом того профиля, для контроля которого предназначен шаблон.

Некоторые токари используют контршаблон для контроля резца, которым будет обрабатываться фасонная поверхность. В этом случае достигается хорошее совпадение профилей.

Наружные и внутренние диаметры фасонных поверхностей измеряются обычными универсальными инструментами или калибрами.

Места, в которых должны быть проведены измерения диаметров, определяются заранее; для этого на них наносятся круговые риски (расположение их обычно указывается на чертеже детали).

Шаблоны различных типов обеспечивают относительно невысокую точность контроля.

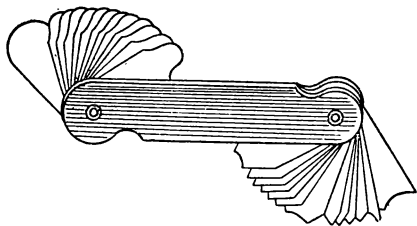


Рис. 145. Набор радиусных шаблонов.



## РАЗДЕЛ ШЕСТНАДЦАТЫЙ

### РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ТРЕУГОЛЬНЫХ РЕЗЬБ

#### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Резбовая нарезка, или резьба, бывает наружной (рис. 146, *а*) и внутренней (рис. 146, *б*). В зависимости от профиля различают *треугольные* (рис. 146, *б*), *прямоугольные и трапецидальные* (рис. 146, *а*) резьбы.

Основные элементы, определяющие профиль и размеры резьб, следующие:

*Шаг резьбы  $s$*  — расстояние между двумя одноименными точками соседних профилей, измеренное параллельно оси резьбы; выражается в миллимет-

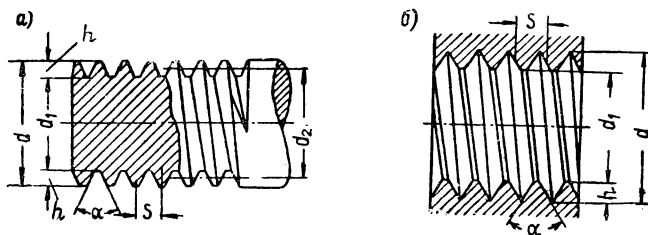


Рис. 146. Резьбы и их элементы.

рах (*метрическая резьба*) или в дюймах (*дюймовая резьба*). При изготовлении червячных винтов шаг выражают в миллиметрах кратно числу  $\pi$  — *модульный шаг* (например, шаг червячного винта может быть 3,14, 6,28, 9,42 мм и т. д.).

В многозаходных резьбах, кроме шага, различают ход резьбы.

*Ход резьбы* равен шагу, умноженному на число заходов резьбовой нарезки (подробнее об этом см. на стр. 397).

*Наружный диаметр* резьбы  $d$  — диаметр цилиндра, описанного вокруг резьбовой поверхности.

*Внутренний диаметр  $d_1$*  — расстояние между крайними внутренними точками резьбы в направлении, перпендикулярном к оси.

*Средний диаметр  $d_2$*  — диаметр цилиндра, соосного с резьбой, образующие которого делят боковые стороны профиля резьбы на равные части.

*Угол профиля резьбы  $\alpha$*  — угол между боковыми сторонами профиля в плоскости, проходящей через ось резьбы.

**Высота профиля  $h$**  — высота выступа, измеренная перпендикулярно к оси винта, или половина разности между наружным и внутренним диаметрами резьбы, т. е.:

$$h = \frac{d - d_1}{2}. \quad (38)$$

В зависимости от направления подъема витка резьбовой нарезки различают правую и левую резьбу.

**Правой резьбой** называется резьба, подъем витка которой направлен по часовой стрелке (рис. 147, б).

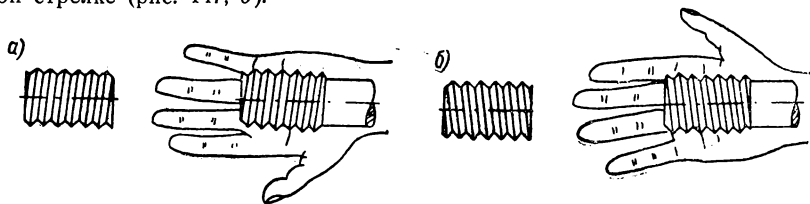


Рис. 147. Правая и левая резьбы.

**Левой резьбой** называется резьба с подъемом витка против часовой стрелки (рис. 147, а).

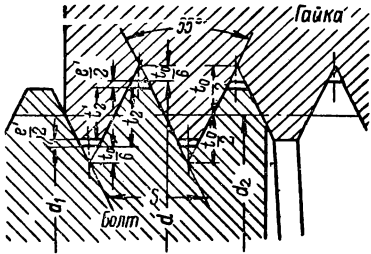
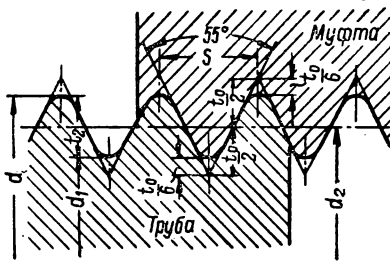
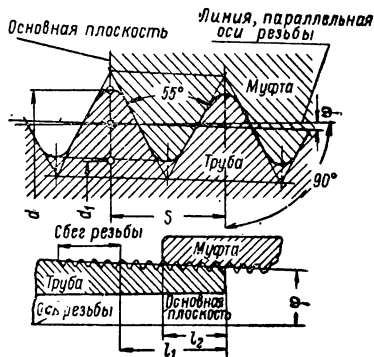
Правую и левую резьбу можно различить и по направлению вращения винта при ввинчивании его в гайку, а также по направлению вращения гайки при навинчивании ее на винт. Если винт ввинчивается, а гайка навинчивается по ходу часовой стрелки, то их резьба правая, если против хода часовой стрелки, то левая.

**Углом подъема резьбы** называется угол, образованный направлением выступа резьбы с плоскостью, перпендикулярной к его оси.

Таблица 146

Основные типы треугольных резьб и их назначение

Эскиз	Характеристика и назначение
	<p><b>Метрическая резьба</b></p> <p>Угол профиля <math>\alpha = 60^\circ</math>. У наружного диаметра болта и у внутреннего диаметра гайки резьба имеет притупление, что обеспечивает необходимые зазоры. Соприкасаются между собой только боковые стороны профиля резьбы.</p> <p>Все размеры даются в миллиметрах. Различают метрические резьбы с крупными и с мелкими шагами.</p> <p>На чертежах резьбы с крупными шагами обозначаются буквой М и диаметром (например, М24, М64 и т. д.).</p> <p>В обозначение резьб с мелкими шагами добавляется еще размер шага (например, М24 × 2; М64 × 2 и т. д.).</p> <p>Метрические резьбы имеют широкое распространение. Применяются они в основном в крепежных соединениях.</p>

Эскиз	Характеристика и назначение
	<p align="center"><b>Дюймовая резьба</b></p> <p>Угол профиля <math>\alpha = 55^\circ</math>. Вершины и впадины — плоско срезанные</p> <p>Наружный диаметр дается в дюймах. Шаг определяется числом ниток, расположенных на длине 1 дюйма</p> <p>Дюймовые резьбы имеют ограниченное распространение (преимущественно при ремонте импортных машин)</p>
	<p align="center"><b>Трубная цилиндрическая резьба</b></p> <p>Угол профиля <math>\alpha = 55^\circ</math>. Вершины и впадины резьбы обычно закругленные, иногда плоско срезанные, такие же, как и у дюймовой резьбы</p> <p>Номинальным диаметром трубной резьбы является диаметр отверстия в трубе, на наружной поверхности которой нарезана резьба. Шаг резьбы задается числом ниток на 1 дюйм длины. Трубные резьбы применяются для плотных (герметических) соединений (например, таких, как газо- и водопроводные трубы, муфты, штуцера и др.), а также для соединения полых тонкостенных деталей</p> <p>Пример обозначения: <i>„3/4" труба ГОСТ 6357"</i> (трубная резьба, номинальный диаметр 3/4")</p>
	<p align="center"><b>Трубная коническая резьба</b></p> <p>Угол профиля <math>\alpha = 55^\circ</math> с закругленными вершинами. Профиль такой же, как и у круглой трубной резьбы</p> <p>Угол конуса, на котором нарезается резьба, равен <math>1^\circ 47' 24''</math>, что соответствует конусности 1:16. В качестве номинального диаметра условно принимается диаметр трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба</p> <p>Применяется в тех же случаях, что и круглые цилиндрические резьбы. Однако плотность соединения в трубных конических резьбах большая</p> <p>Пример обозначения: <i>„К 1 1/4" труба ГОСТ 6211-52"</i> (трубная коническая резьба, номинальный диаметр 1 1/4")</p>

## 2. РАЗМЕРЫ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ

Таблица 147

Применяемость метрических резьб по ГОСТ 8724-58  
(диаметры и шаги, в мм)

Диаметры			Шаги								
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	круп- ные	мелкие							
				1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2	
1	1,1 1,4 1,8 2,2 3,5 4,5	7 9	0,25	1,25	1	0,75	0,5	0,35 0,35 0,35	0,25 0,25	0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2	
1,2			0,25								
1,6			0,3								
2			0,35								
2,5			0,35								
3			0,4								
4			0,45								
5			0,45								
6			0,5								
7			0,7								
8	0,8										
9	1	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10	1,25	1	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Шаги мелкие											
				4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
12	14	11	1,75				1,5	1,25	1	0,75	0,5
			2				1,5	1,25	1	0,75	0,5
16			2				1,5		1	0,75	0,5
			18	2,5		2	1,5		1	0,75	0,5
20			22	2,5		2	1,5		1	0,75	0,5
24			3			2	1,5		1	0,75	

Продолжение табл. 147

Диаметры			Шаги								
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие							
				4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
30	27	25				2	1,5				
			3			2	1,5		1	0,75	
			3,5			2	1,5		1	0,75	
			3,5			2	1,5		1	0,75	
36	33	35					1,5				
			4		3	2	1,5		1		
			4		3	2	1,5		1		
							1,5				
42	39	40					1,5				
			4,5		3	2	1,5		1		
			4,5		3	2	1,5		1		
			5		3	2	1,5		1		
48		50					1,5				
			5		3	2	1,5		1		
							1,5				
							1,5				
56	52	55				2	1,5		1		
			5,5	4	3	2	1,5		1		
						2	1,5				
						2	1,5				
64	60	62		4	3	2	1,5		1		
			6	4	3	2	1,5		1		
						2	1,5				
						2	1,5				
72	68	70		4	3	2	1,5		1		
			6	4	3	2	1,5		1		
						2	1,5				
						2	1,5				
80	76	75				2	1,5				
			6	4	3	2	1,5		1		
			6	4	3	2	1,5		1		
			6	4	3	2	1,5				
90	85		6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
100	95		6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
110	105		6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				

Продолжение табл. 147

Диаметры			Шаги								
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие							
				4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
125	115		6	4	3	2	1,5				
	120		6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
	130		6	4	3	2	1,5				
140		135	6	4	3	2	1,5				
			6	4	3	2	1,5				
		145	6	4	3	2	1,5				
	150		6	4	3	2	1,5				
160		155	6	4	3	2					
			6	4	3	2					
		165	6	4	3	2					
	170		6	4	3	2					
180		175	6	4	3	2					
			6	4	3	2					
		185	6	4	3	2					
	190		6	4	3	2					
200		195	6	4	3	2					
			6	4	3	2					
		205	6	4	3						
	210		6	4	3						
220		215	6	4	3						
			6	4	3						
		225	6	4	3						
		230	6	4	3						
240		235	6	4	3						
			6	4	3						
		245	6	4	3						
	250		6	4	3						

*Примечания.*

1. Диаметры здесь распределены в три ряда. При выборе диаметров первый ряд следует предпочитать второму, а второй — третьему.

2. В таблице приведены наиболее распространенные диаметры и шаги. Более полный список резьб (размерами до 600 мм) см. в ГОСТ 8724-58.

Таблица 148

Основные размеры профиля метрической резьбы с крупными шагами  
(ГОСТ 9150-59)

Размеры в (мм)									
Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$
наруж- ный $d$	средний $d_2$	внут- ренний $d_1$			наруж- ный $d$	средний $d_2$	внут- ренний $d_1$		
1,0	0,838	0,730	0,25	0,135	12	10,863	10,106	1,75	0,947
1,1	0,938	0,830	0,25	0,135	14	12,701	11,835	2,00	1,082
1,2	1,038	0,930	0,25	0,135	16	14,701	13,835	2,00	1,082
1,4	1,205	1,075	0,30	0,162	18	16,376	15,294	2,50	1,353
1,6	1,373	1,221	0,35	0,189	20	18,376	17,294	2,50	1,353
1,8	1,573	1,421	0,35	0,189	22	20,376	19,294	2,50	1,353
2,0	1,740	1,567	0,40	0,216	24	22,051	20,752	3,00	1,624
2,2	1,908	1,713	0,45	0,243	27	25,051	23,752	3,00	1,624
2,5	2,208	2,013	0,45	0,243	30	27,727	26,211	3,50	1,894
3,0	2,675	2,459	0,50	0,270	33	30,727	29,211	3,50	1,894
3,5	3,110	2,850	0,60	0,325	36	33,402	31,670	4,00	2,165
4,0	3,546	3,242	0,70	0,379	39	36,402	34,670	4,00	2,165
4,5	4,013	3,688	0,75	0,406	42	39,077	37,129	4,50	2,435
5	4,480	4,134	0,80	0,433	45	42,077	40,129	4,50	2,435
6	5,350	4,918	1,00	0,541	48	44,752	42,587	5,00	2,706
7	6,350	5,918	1,00	0,541	52	48,752	46,587	5,00	2,706
8	7,188	6,647	1,25	0,676	56	52,428	50,046	5,50	2,977
9	8,188	7,647	1,25	0,676	60	56,428	54,046	5,50	2,977
10	9,026	8,376	1,50	0,812	64	60,103	57,505	6,00	3,247
11	10,026	9,376	1,50	0,812	68	64,103	61,505	6,00	3,247





Продолжение табл. 149

Размеры (в мм)								
диаметры			высота профиля $h$	диаметры			высота профиля $h$	
наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$		наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$		
Шаг $s = 1$ мм				Шаг $s = 1,5$ мм				
15	14,350	13,918	0,541	12	11,026	10,376	0,812	
16	15,350	14,918		14	13,026	12,376		
17	16,350	15,918		15	14,026	13,376		
18	17,350	16,918		16	15,026	14,376		
20	19,350	18,918		17	16,026	15,376		
22	21,350	20,918		18	17,026	16,376		
24	23,350	22,918		20	19,026	18,376		
25	24,350	23,918		22	21,026	20,376		
27	26,350	25,918		24	23,026	22,376		
28	27,350	26,918		25	24,026	23,376		
30	29,350	28,918		26	25,026	24,376		
33	32,350	31,918		27	26,026	25,376		
36	35,350	34,918		28	27,026	26,376		
39	38,350	37,918		30	29,026	28,376		
42	41,350	40,918		32	31,026	30,376		
45	44,350	43,918		33	32,026	31,376		
48	47,350	46,918		35	34,026	33,376		
52	51,350	50,918		36	35,026	34,376		
56	55,350	54,918		38	37,026	36,376		
60	59,350	58,918		39	38,026	37,376		
64	63,350	62,918	40	39,026	38,376			
68	67,350	66,918	42	41,026	40,376			
72	71,350	70,918	45	44,026	43,376			
76	75,350	74,918	48	47,026	46,376			
80	79,350	78,918	50	49,026	48,376			
Шаг $s = 1,25$ мм				52	51,026	50,376		
10	9,188	8,647	0,676	55	54,026	53,376		
12	11,188	10,647		56	55,026	54,376		
14	13,188	12,647		58	57,026	56,376		
				60	59,026	58,376		

Продолжение табл. 149

Размеры (в мм)							
диаметры			высота профиля $h$	диаметры			высота профиля $h$
наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$		наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$	
Шаг $s = 1.5$ мм				30	28,701	27,835	1,082
62	61,026	60,376	32	30,701	29,835		
64	63,026	62,376	33	31,701	30,835		
65	64,026	63,376	36	34,701	33,835		
68	67,026	66,376	39	37,701	36,835		
70	69,026	68,376	40	38,701	37,835		
72	71,026	70,376	42	40,701	39,835		
75	74,026	73,376	45	43,701	42,835		
76	75,026	74,376	48	46,701	45,835		
80	79,026	78,376	50	48,701	47,835		
85	84,026	83,376	52	50,701	49,835		
90	89,026	88,376	55	53,701	52,835		
95	94,026	93,376	56	54,701	53,835		
100	99,026	98,376	58	56,701	55,835		
105	104,026	103,376	60	58,701	57,835		
110	109,026	108,376	62	60,701	59,835		
115	114,026	113,376	64	62,701	61,835		
120	119,026	118,376	65	63,701	62,835		
125	124,026	123,376	68	66,701	65,835		
130	129,026	128,376	70	68,701	67,835		
135	134,026	133,376	72	70,701	69,835		
140	139,026	138,376	75	73,701	72,835		
145	144,026	143,376	76	74,701	73,835		
150	149,026	148,376	78	76,701	75,835		
Шаг $s = 2$ мм				80	78,701	77,835	
18	16,701	15,835	1,082	82	80,701	79,835	
20	18,701	17,835		85	83,701	82,835	
22	20,701	19,835		90	88,701	87,835	
24	22,701	21,835		95	93,701	92,835	
25	23,701	22,835		100	98,701	97,835	
27	25,701	24,835		105	103,701	102,835	
28	26,701	25,835		110	108,701	107,835	

Продолжение табл. 149

Размеры (в мм)							
диаметры			высота профиля $h$	диаметры			высота профиля $h$
наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$		наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$	
Шаг $s = 2$ мм				58	56,051	54,752	1,624
115	113,701	112,835	1,082	60	58,051	56,752	
120	118,701	117,835		62	60,051	58,752	
125	123,701	122,835		64	62,051	60,752	
130	128,701	127,835		65	63,051	61,752	
135	133,701	132,835		68	66,051	64,752	
140	138,701	137,835		70	68,051	66,752	
145	143,701	142,835		72	70,051	68,752	
150	148,701	147,835		75	73,051	71,752	
155	153,701	152,835		76	74,051	72,752	
160	158,701	157,835		80	78,051	76,752	
165	163,701	162,835		85	83,051	81,752	
170	168,701	167,835		90	88,051	86,752	
175	173,701	172,835		95	93,051	91,752	
180	178,701	177,835		100	98,051	96,752	
185	183,701	182,835		105	103,051	101,752	
190	188,701	187,835		110	108,051	106,752	
195 •	193,701	192,835		115	113,051	111,752	
200	198,701	197,835		120	118,051	116,752	
Шаг $s = 3$ мм				125	123,051	121,752	
30	28,051	26,752	1,624	130	128,051	126,752	
33	31,051	29,752		135	133,051	131,752	
36	34,051	32,752		140	138,051	136,752	
39	37,051	35,752		145	143,051	141,752	
40	38,051	36,752		150	148,051	146,752	
42	40,051	38,752		155	153,051	151,752	
45	43,051	41,752		160	158,051	156,752	
48	46,051	44,752		165	163,051	161,752	
50	48,051	46,752		170	168,051	166,752	
52	50,051	48,752		175	173,051	171,752	
55	53,051	51,752		180	178,051	176,752	
56	54,051	52,752		185	183,051	181,752	

Размеры (в мм)							
диаметры			высота профиля $h$	диаметры			высота профиля $h$
наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$		наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ный $d_1$	
Шаг $s = 3$ мм				60	57,402	55,670	2,165
190	188,051	186,752	1,624	62	59,402	57,670	
195	193,051	191,752		64	61,402	59,670	
200	198,051	196,752		65	62,402	60,670	
205	203,051	201,752		68	65,402	63,670	
210	208,051	206,752		70	67,402	65,670	
215	213,051	211,752		72	69,402	67,670	
220	218,051	216,752		75	72,402	70,670	
225	223,051	221,752		76	73,402	71,670	
230	228,051	226,752		80	77,402	75,670	
235	233,051	231,752		85	82,402	80,670	
240	238,051	236,752		90	87,402	85,670	
245	243,051	241,752		95	92,402	90,670	
250	248,051	246,752		100	97,402	95,670	
255	253,051	251,752		105	102,402	100,670	
260	258,051	256,752		110	107,402	105,670	
265	263,051	261,752		115	112,402	110,670	
270	268,051	266,752		120	117,402	115,670	
275	273,051	271,752		125	122,402	120,670	
280	278,051	276,752		130	127,402	125,670	
285	283,051	281,752		135	132,402	130,670	
290	288,051	286,752		140	137,402	135,670	
295	293,051	291,752		145	142,402	140,670	
300	298,051	296,752		150	147,402	145,670	
Шаг $s = 4$ мм				155	152,402	150,670	
42	39,402	37,670	2,165	160	157,402	155,670	
45	42,402	40,670		165	162,402	160,670	
48	45,402	43,670		170	167,402	165,670	
52	49,402	47,670		175	172,402	170,670	
55	52,402	50,670		180	177,402	175,670	
56	53,402	51,670		185	182,402	180,670	
58	55,402	53,670		190	187,402	185,670	

*Продолжение табл. 149*

Размеры (в мм)							
диаметры			высота профиля <i>h</i>	диаметры			высота профиля <i>h</i>
наруж- ный <i>d</i>	средний <i>d</i> <sub>2</sub>	внутрен- ный <i>d</i> <sub>1</sub>		наруж- ный <i>d</i>	средний <i>d</i> <sub>2</sub>	внутрен- ный <i>d</i> <sub>1</sub>	
Шаг <i>s</i> = 4 мм				400	397,402	395,670	2,165
195	192,402	190,670	2,165	Шаг <i>s</i> = 6 мм			3,247
200	197,402	195,670		70	66,103	63,505	
205	202,402	200,670		72	68,103	65,505	
210	207,402	205,670		76	72,103	69,505	
215	212,402	210,670		80	76,103	73,505	
220	217,402	215,670		85	81,103	78,505	
225	222,402	220,670		90	86,103	83,505	
230	227,402	225,670		95	91,103	88,505	
235	232,402	230,670		100	96,103	93,505	
240	237,402	235,670		105	101,103	98,505	
245	242,402	240,670		110	106,103	103,505	
250	247,402	245,670		115	111,103	108,505	
255	252,402	250,670		120	116,103	113,505	
260	257,402	255,670		125	121,103	118,505	
265	262,402	260,670		130	126,103	123,505	
270	267,402	265,670		135	131,103	128,505	
275	272,402	270,670		140	136,103	133,505	
280	277,402	275,670		145	141,103	138,505	
285	282,402	280,670		150	146,103	143,505	
290	287,402	285,670		155	151,103	148,505	
295	292,402	290,670		160	156,103	153,505	
300	297,402	295,670	165	161,103	158,505		
310	307,402	305,670	170	166,103	163,505		
320	317,402	315,670	175	171,103	168,505		
330	327,402	325,670	180	176,103	173,505		
340	337,402	335,670	185	181,103	178,505		
350	347,402	345,670	190	186,103	183,505		
360	357,402	355,670	195	191,103	188,505		
370	367,402	365,670	200	196,103	193,505		
380	377,402	375,670	205	201,103	198,505		
390	387,402	385,670	210	206,103	203,505		

Продолжение табл. 149

Размеры (в мм)							
диаметры			высота профиля $h$	диаметры			высота профиля $h$
наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ний $d_1$		наруж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ний $d_1$	
Шаг $s = 6$ мм				380	376,103	373,505	3,247
			390	386,103	383,505		
			400	396,103	393,505		
			410	406,103	403,505		
			420	416,103	413,505		
			430	426,103	423,505		
			440	436,103	433,505		
			450	446,103	443,505		
			460	456,103	453,505		
			470	466,103	463,505		
			480	476,103	473,505		
			490	486,103	483,505		
			500	496,103	493,505		
			510	506,103	503,505		
			520	516,103	513,505		
			530	526,103	523,505		
			540	536,103	533,505		
			550	546,103	543,505		
			560	556,103	553,505		
			570	566,103	563,505		
			580	576,103	573,505		
			590	586,103	583,505		
			600	596,103	593,505		
215	211,103	208,505	3,247				
220	216,103	213,505					
225	221,103	218,505					
230	226,103	223,505					
235	231,103	228,505					
240	236,103	233,505					
245	241,103	238,505					
250	246,103	243,505					
255	251,103	248,505					
260	256,103	253,505					
265	261,103	258,505					
270	266,103	263,505					
275	271,103	268,505					
280	276,103	273,505					
285	281,103	278,505					
290	286,103	283,505					
295	291,103	288,505					
300	296,103	293,505					
310	306,103	303,505					
320	316,103	313,505					
330	326,103	323,505					
340	336,103	333,505					
350	346,103	343,505					
360	356,103	353,505					
370	366,103	363,505					

## 3. ДОПУСКИ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ

Метрические резьбы с крупными шагами изготавливаются по 1-му, 2-му и 3-му классам точности; для метрических резьб с мелкими шагами установлен класс точности 2а.

Выбор класса точности резьбы зависит от ее назначения и длины свинчивания.

Схема расположения полей допусков метрической резьбы изображена на рис. 148.

Допуски резьб с крупными и мелкими шагами обозначаются числовыми значениями класса точности (например, М64 кл. 1, М64 кл. 2, М64 × 3 кл. 2, М64 × 2 кл. 3 и т. п.). Если на чертеже свинчиваемые детали показаны в собранном виде и имеют допуски по разным классам, то они обозначаются в виде дроби, числитель которой указывает класс точности гайки, а знаменатель — болта (например, М64 × 3 кл. 3/кл. 2).

Допуски метрических резьб с крупными и мелкими шагами приведены в табл. 150.

Таблица 150

Отклонения и допуски метрических резьб с крупными и мелкими шагами (ГОСТ 9253-59)

Шаг <i>s</i> (в мм)	Номинальный диаметр резьбы <i>d<sub>н</sub></i> (в мм)		Размеры (в мм)										
			Болт				Болт и гайка				Гайка		
	крупной	мелкой	Наружный диаметр <i>d</i>		внутренний диаметр <i>d</i> <sub>1</sub>	допуски среднего диаметра				внутренний диаметр <i>d</i> <sub>1</sub>	наружный диаметр <i>d</i>		
												Отклонения	
			верхнее	1-й, 2-й и 2а классы		3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс		3-й класс	нижнее
					нижнее — <i>c</i>								
0,2	—	1—1,8	0	50	50	0	—	45	56	75	0	65	0
0,25	1—1,2	—	0	65	65	0	—	50	—	84	0	80	0
	—	2; 2,2						50	60	84			
0,3	1,4	—	0	80	80	0	—	55	—	92	0	90	0
0,35	1,6; 1,8	2,5; 3	0	90	90	0	—	59	—	99	0	100	0
		59						75	99				
		65						85	115				

Продолжение табл. 150

Шаг $s$ (в мм)	Номинальный диаметр резьбы $d_n$ (в мм)		Размеры (в мм)											
			Болт				Болт и гайка				Гайка			
	крупной	мелкой	Наружный диаметр $d$		внутренний диаметр $d_1$	допуски среднего диаметра				внутренний диаметр $d_1$	наружный диаметр $d$			
			Отклонения				1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	Отклонения			
	верхнее	нижнее — с		верхнее	нижнее	верхнее + $e$					нижнее			
0,4	2	—	0	100	100	0	—	64	—	106	0	110	0	
0,45	2,2; 2,5	—	0	110	110	0	—	67	—	112	0	120	0	
0,5	3	—	0	120	120	0	—	71	—	118	0	140	0	
	—	4—5,5						80	100	130				
		6—9						90	110	145				
		10—16						100	125	160				
		18—22						110	140	180				
0,6	3,5	—	0	130	130	0	—	78	—	130	0	160	0	
0,7	4	—	0	140	140	0	54	84	—	140	0	180	0	
0,75	4,5	—	0	150	150	0	58	90	—	150	0	190	0	
	—	6—9					60	95	120	160				
		10—16					65	105	130	175				
		18—27					75	120	145	195				
		30—33					85	135	165	220				
0,8	5	—	0	160	220	0	58	90	—	150	0	200	0	
1	6; 7	—	0	180	250	0	65	101	—	168	0	200	0	
	—	8; 9					65	101	125	168				
		10—17					70	110	140	185				
		18—28					80	125	155	200				
		30—52					90	140	175	230				
		56—80					100	155	195	250				



Продолжение табл. 150

Шаг <i>s</i> (в мм)	Номинальный диаметр резьбы <i>d<sub>n</sub></i> (в мм)		Размеры (в мм)										
			Болт				Болт и гайка				Гайка		
	крупной	мелкой	Наружный диаметр <i>d</i>		внутренний диаметр <i>d<sub>1</sub></i>	допуски среднего диаметра				внутренний диаметр <i>d<sub>1</sub></i>	наружный диаметр <i>d</i>		
													Отклонения
			верхнее	1-й, 2-й и 2а классы		3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс			3-й класс
нижнее — с													
1,25	8; 9 —	— 10—14	0	200	300	0	72 72	112 112	— 140	187 187	0	210	0
1,5	10; 11	— 12—17 18—28 30—52 55—80 85—120 125—150	0	240	350	0	80 80 90 100 110 120 130	123 123 135 150 165 180 200	— 155 170 190 210 230 250	205 205 220 250 270 300 320	0	250	0
1,75	12	—	0	260	380	0	85	133	—	222	0	280	0
2	14; 16	— 18—28 30—52 55—80 82—120 125—180 185—200	0	290	410	0	91 100 110 120 130 140 150	142 155 170 185 200 220 230	— 195 210 230 250 270 290	237 250 280 300 330 350 380	0	300	0
2,5	18—22	—	0	330	480	0	101	159	—	265	0	320	0

Продолжение табл. 150

Шаг <i>s</i> (в мм)	Номинальный диаметр резьбы <i>d</i> <sub>н</sub> (в мм)		Размеры (в мм)											
			Болт				Болт и гайка				Гайка			
	крупной	мелкой	Наружный диаметр <i>d</i>		внутренний диаметр <i>d</i> <sub>1</sub>	допуски среднего диаметра				внутренний диаметр <i>d</i> <sub>1</sub>	наружный диаметр <i>d</i>			
						Отклонения							Отклонения	
			верхнее	1-й, 2-й и 2а классы	3-й класс	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее + <i>e</i>	нижнее	
3	24; 27	—	0	370	520	0	110	174	—	290	0	380	0	
		30—52					120	190	230	310				
		55—80					130	200	250	330				
		85—120					140	220	270	360				
		125—180					150	240	290	390				
		185—260					160	250	320	420				
		265—300					175	270	340	450				
		3,5					30; 33	—	0	400				550
4	36; 39	—	0	420	600	0	128	201	—	335	0	480	0	
		42—80					140	220	270	360				
		85—120					150	230	290	380				
		125—180					160	250	310	410				
		185—260					170	270	330	440				
		265—360					180	280	360	470				
		370—400					200	300	380	500				
		4,5					42; 45	—	0	450				650
5	48; 52	—	0	500	700	0	144	225	—	375	0	600	0	
5,5	56; 60	—	0	550	750	0	150	236	—	393	0	650	0	
6	64; 68	—	0	600	800	0	157	246	—	410	0	700	0	
		70—80					246	305	410					
		85—120					262	325	435					
		125—180					280	345	460					
		185—260					300	370	490					
		265—360					315	390	520					
		370—500					335	415	550					
		510—600					350	440	580					

## 4. РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ДЮЙМОВЫХ РЕЗЬБ

Таблица 151

## Размеры дюймовой резьбы (ОСТ/НКТП 1260)

Диаметры (в мм)				Шаг <i>s</i> (в мм)	Число ниток на 1" <i>n</i>	Высота про- филя резьбы (в мм)		Теоретическая высота профиля <i>t</i> <sub>0</sub> (в мм)	Высота притупле- ния профиля <i>t</i> <sub>0</sub> /6 (в мм)	Наибольшая ши- рина впадины <i>a</i> (в мм)
номинальный <i>d</i> <sub>н</sub> (в дюм)	наружный <i>d</i>	средний <i>d</i> <sub>2</sub>	внутренний <i>d</i> <sub>1</sub>			винта <i>t</i> <sub>2</sub>	гайки <i>t</i> <sub>2</sub> '			
3/16	4,762	4,085	3,408	1,058	24	0,611	0,601	1,016	0,169	0,177
1/4	6,350	5,537	4,724	1,270	20	0,738	0,720	1,220	0,203	0,212
5/16	7,938	7,034	6,131	1,411	18	0,824	0,799	1,355	0,226	0,236
3/8	9,525	8,509	7,492	1,588	16	0,934	0,898	1,525	0,254	0,265
(7/16)	11,112	9,951	8,789	1,814	14	1,070	1,026	1,742	0,290	0,303
1/2	12,700	11,345	9,989	2,117	12	1,255	1,200	2,033	0,339	0,354
(9/16)	14,288	12,932	11,577	2,117	12	1,251	1,199	2,033	0,339	0,354
5/8	15,875	14,397	12,918	2,309	11	1,366	1,307	2,218	0,370	0,386
3/4	19,050	17,424	15,798	2,540	10	1,506	1,440	2,440	0,407	0,425
7/8	22,225	20,418	18,611	2,822	9	1,674	1,597	2,710	0,452	0,472
1	25,400	23,367	21,334	3,175	8	1,888	1,800	3,050	0,508	0,531
1 1/8	28,575	26,252	23,929	3,629	7	2,161	2,058	3,486	0,581	0,607
1 1/4	31,750	29,427	27,104	3,629	7	2,159	2,056	3,486	0,581	0,607
(1 3/8)	34,925	32,215	29,504	4,233	6	2,528	2,397	4,066	0,678	0,707
(1 1/2)	38,100	35,390	32,679	4,233	6	2,526	2,395	4,066	0,678	0,707
(1 5/8)	41,275	38,022	34,770	5,080	5	3,040	2,878	4,879	0,813	0,849
1 3/4	44,450	41,198	37,945	5,080	5	3,038	2,875	4,879	0,813	0,849
(1 7/8)	47,625	44,011	40,397	5,644	4 1/2	3,376	3,197	5,421	0,904	0,943
2	50,800	47,186	43,572	5,644	4 1/2	3,374	3,195	5,421	0,904	0,943
2 1/4	57,150	53,084	49,019	6,350	4	3,801	3,595	6,099	1,016	1,061
2 1/2	63,500	59,434	55,369	6,350	4	3,801	3,595	6,099	1,016	1,061
2 3/4	69,850	65,204	60,557	7,257	3 1/2	4,352	4,110	6,970	1,162	1,213
3	76,200	71,554	66,907	7,257	3 1/2	4,352	4,110	6,970	1,162	1,213
3 1/4	82,550	77,546	72,542	7,815	3 1/4	4,684	4,425	7,506	1,251	1,306
3 1/2	88,900	83,896	78,892	7,815	3 1/4	4,684	4,425	7,506	1,251	1,306
3 3/4	95,250	89,829	84,409	8,467	3	5,071	4,796	8,132	1,355	1,415
4	101,600	96,179	90,759	8,467	3	5,071	4,796	8,132	1,355	1,415

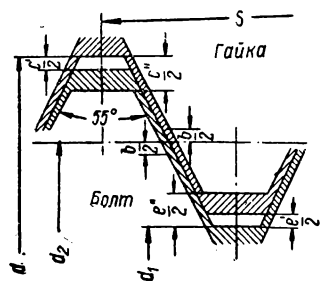


Рис. 149. Схема расположения полей допусков дюймовой резьбы.

Для дюймовой резьбы установлены два класса точности: 2-й и 3-й. Схема расположения полей допусков на дюймовую резьбу изображена на рис. 149.

Значения допусков для различных диаметров резьбы приведены в табл. 152.

Пример обозначения дюймовой резьбы диаметром  $3/4$ " 2-го класса точности:  $3/4$ " кл. 2.

Таблица 152

Отклонения и допуски дюймовой резьбы (ОСТ НКТП 1261 и 1262)

Номиналь- ный диа- метр резьбы (в дм)	Число нитек на 1"	Размеры (в мм)							
		наружный диаметр болта	внутренний диаметр болта	допуски среднего диаметра болта и гайки		внутренний диаметр гайки	наружный диаметр гайки		
Отклонения			2-й класс	3-й класс	Отклонения				
верх- нее — с'	нижнее — с"	верх- нее			ниж- нее + е'	верхнее + е"	ниж- нее		
$\frac{3}{16}$	24	132	392	0	103	172	152	412	0
$\frac{1}{4}$	20	150	450	0	113	189	186	476	0
$\frac{5}{16}$	18	158	458	0	119	199	209	519	0
$\frac{3}{8}$	16	165	465	0	127	211	238	558	0
$(\frac{7}{16})$	14	182	482	0	135	224	271	611	0
$\frac{1}{2}$	12	200	600	0	140	244	311	661	0
$(\frac{9}{16})$	12	208	608	0	146	244	313	673	0
$\frac{5}{8}$	11	225	625	0	153	255	342	682	0
$\frac{3}{4}$	10	240	640	0	160	267	372	752	0
$\frac{7}{8}$	9	265	765	0	169	281	419	789	0
1	8	290	790	0	179	298	466	866	0
$1\frac{1}{8}$	7	325	925	0	191	319	531	971	0
$1\frac{1}{4}$	7	330	930	0	191	319	536	946	0
$(1\frac{3}{8})$	6	365	965	0	207	345	626	1 096	0
$1\frac{1}{2}$	6	370	970	0	207	345	631	1 071	0
$(1\frac{5}{8})$	5	425	1 225	0	227	378	750	1 230	0
$1\frac{3}{4}$	5	430	1 230	0	227	378	755	1 255	0
$(1\frac{7}{8})$	$4\frac{1}{2}$	475	1 275	0	239	398	833	1 353	0
2	$4\frac{1}{2}$	480	1 280	0	239	398	838	1 378	0
$2\frac{1}{4}$	4	530	1 330	0	253	422	941	1 481	0
$2\frac{1}{2}$	4	530	1 330	0	253	422	941	1 481	0
$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	590	1 390	0	271	451	1 073	1 693	0
3	$3\frac{1}{2}$	590	1 390	0	271	451	1 073	1 693	0
$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{4}$	640	1 540	0	281	468	1 158	1 758	0
$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	640	1 540	0	281	468	1 158	1 808	0
$3\frac{3}{4}$	3	700	1 600	0	292	487	1 251	1 941	0
4	3	700	1 600	0	292	487	1 251	1 941	0

## 5. РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ТРУБНЫХ РЕЗЬБ

Основные размеры цилиндрических трубных резьб приведены в табл. 153, а конических указаны в табл. 154.

Размеры трубной цилиндрической резьбы (в мм) (ГОСТ 6357-52)

номиналь- ный $d_H$ (в мм)	Диаметры			Шаг $s$	Число звеньев $n$	Высота профиля резьбы и муфты	Теорети- ческая про- фильная высота $t_0$	Высота притуп- ления профиля $t_0/6$	Наиболь- шая шири- на впадины	Радиус за- кругления и впадины
	наружный $d$	средний $d_2$	внутрен- ний $d_1$							
$(1/8)$	9,729	9,148	8,567	0,907	28	0,581	0,871	0,145	0,152	0,125
$1/4$	13,158	12,302	11,446	1,337	19	0,856	1,284	0,214	0,223	0,184
$3/8$	16,663	15,807	14,951	1,337	19	0,856	1,284	0,214	0,223	0,184
$1/2$	20,956	19,794	18,632	1,814	14	1,162	1,742	0,290	0,303	0,249
$(5/8)$	22,912	21,750	20,588	1,814	14	1,162	1,742	0,290	0,303	0,249
$3/4$	26,442	25,281	24,119	1,814	14	1,162	1,742	0,290	0,303	0,249
$(7/8)$	30,202	29,040	27,878	1,814	14	1,162	1,742	0,290	0,303	0,249
1	33,250	31,771	30,292	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$(1 1/8)$	37,898	36,420	34,941	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$1 1/4$	41,912	40,433	38,954	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$(1 3/8)$	44,325	42,846	41,367	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$1 1/2$	47,805	46,326	44,847	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$(1 3/4)$	53,748	52,270	50,791	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
2	59,616	58,137	56,659	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$(2 1/4)$	65,712	64,234	62,755	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$2 1/2$	75,187	73,708	72,230	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$(2 3/4)$	81,537	80,058	78,580	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
3	87,887	86,409	84,930	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
$(3 1/2)$	100,334	98,855	97,376	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
4	113,034	111,556	110,077	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
5	138,435	136,957	135,478	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317
6	163,836	162,357	160,879	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317

Таблица 154

Размеры трубной конической резьбы (ГОСТ 6211-52)

Номинальный диаметр резьбы $d_H$ (в мм)	Число ниток на 1" $n$	Шаг резьбы $s$ (в мм)	Длина резьбы (в мм)		Диаметры в основной плоскости (в мм)			Внутренний диаметр резьбы $d_1$ (в мм)	Рабочая высота витка (в мм)	Радиус закругления (в мм)
			рабочая $l_1$	от торца трубы до основной плоскости $l_2$	средний $d_2$	наружный $d$	внутренний $d_1$			
$1/8$	28	0,907	9	4,5	9,148	9,729	8,567	8,270	0,581	0,125
$1/4$	19	1,337	11	6	12,302	13,158	11,446	11,071	0,856	0,184
$3/8$	19	1,337	12	6	15,807	16,663	14,951	14,576	0,856	0,184
$1/2$	14	1,814	15	7,5	19,794	20,956	18,632	18,163	1,162	0,249
$3/4$	14	1,814	17	9,5	25,281	26,442	24,119	23,524	1,162	0,249
1	11	2,309	19	11	31,771	33,250	30,293	29,606	1,479	0,317
$1 1/4$	11	2,309	22	13	40,433	41,912	38,954	38,142	1,479	0,317
$1 1/2$	11	2,309	23	14	46,326	47,805	44,847	43,972	1,479	0,317
2	11	2,309	26	16	58,137	59,616	56,659	55,659	1,479	0,317
$2 1/2$	11	2,309	30	18,5	73,708	75,187	72,230	71,074	1,479	0,317
3	11	2,309	32	20,5	86,409	87,887	84,930	83,649	1,479	0,317
4	11	2,309	38	25,5	111,556	113,034	110,077	108,483	1,479	0,317
5	11	2,309	41	28,5	136,957	138,435	135,478	133,697	1,479	0,317
6	11	2,309	45	31,5	162,357	163,836	160,879	158,910	1,479	0,217

*Примечание.* Диаметры резьбы в основной плоскости равны номинальным диаметрам трубной цилиндрической резьбы. При свинчивании без натяга трубы и муфты с номинальными размерами резьбы длина свинчивания равна  $l_2$ .

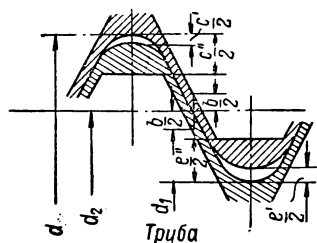


Рис. 150. Схема расположения полей допусков трубной резьбы.

Для трубных конических резьб установлены два класса точности: 2-й и 3-й.

Схема расположения полей допусков на трубных резьбах приведена на рис. 150.

Таблица 155

**Отклонения размеров и допуски трубной цилиндрической резьбы  
(ГОСТ 6357-52)**

Номинальный диаметр резьбы $d_n$ (в $\text{мм}$ )	Число ниток на 1" $n$	Размеры (в $\text{мм}$ )									
		диаметр резьбы трубы				допуски среднего диаметра трубы и муфты		диаметр резьбы муфты			
		наружный		внутрен- ний				внутренний		наружный	
		Отклонения				2-й класс точности $b$	3-й класс точности $b$	Отклонения			
верх- нее — $c'$	ниж- нее — $c''$	верхнее	нижнее	ниж- нее + $e'$	верх- нее + $e''$			нижнее	верхнее		
$(1/8)$	28	49	349	0	Не огра- ничи- вает- ся	133	219	103	353	0	Не огра- ничи- вает- ся
$1/4$	19	58	418	0		137	228	114	384	0	
$3/8$	19	63	423	0		148	247	109	389	0	
$1/2$	14	66	456	0		161	265	118	418	0	
$(5/8)$	14	62	452	0		161	265	122	422	0	
$3/4$	14	62	472	0		161	265	131	451	0	
$(7/8)$	14	62	472	0		174	286	132	452	0	
1	11	70	500	0		193	321	137	497	0	
$(1 1/8)$	11	68	498	0		193	321	139	949	0	
$1 1/4$	11	72	552	0		193	321	146	506	0	
$(1 3/8)$	11	75	555	0		193	321	143	503	0	

Продолжение табл. 155

Номинальный диаметр резьбы $d_H$ (в $дм$ )	Число ниток на 1" $n$	Размеры (в $мм$ )									
		диаметр резьбы трубы				допуски среднего диаметра трубы и муфты		диаметр резьбы муфты			
		наружный		внутрен- ний				внутренний		наружный	
		Отклонения				2-й класс точности $b$	3-й класс точности $b$	Отклонения			
верх- нее — $c'$	ниж- нее — $c''$	верхнее	нижнее	ниж- нее + $e'$	верх- нее + $e''$			нижнее	верхнее		
1½	11	75	605	0	Не огра- ничи- вает- ся	193	321	153	553	0	Не огра- ничи- вает- ся
1¾	11	78	608	0		224	370	149	549	0	
2	11	76	606	0		224	370	151	551	0	
(2¼)	11	82	652	0		224	370	155	605	0	
2½	11	77	647	0		224	370	160	600	0	
(2¾)	11	77	647	0		255	421	160	600	0	
3	11	87	697	0		255	421	170	650	0	
3¼	11	84	704	0		255	421	174	654	0	
3½	11	84	704	0		255	421	174	654	0	
(3¾)	11	94	804	0		255	421	183	703	0	
4	11	94	804	0		270	446	183	703	0	
4½	11	95	805	0		286	473	183	703	0	
5	11	95	905	0	286	473	192	752	0		
5½	11	96	906	0	286	473	192	752	0		
6	11	96	1 006	0	286	473	191	751	0		



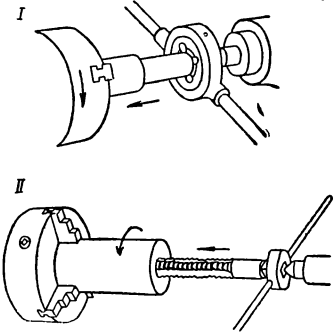
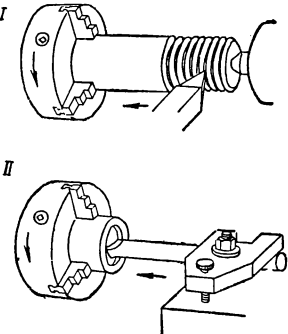
## РАЗДЕЛ СЕМНАДЦАТЫЙ

# ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

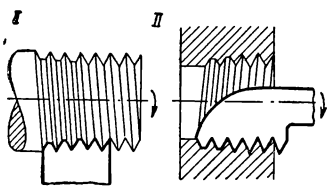
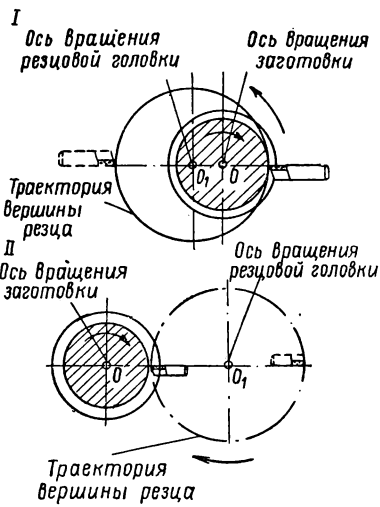
## 1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Таблица 156

### Методы нарезания резьбы на токарном станке

Эскиз	Краткая характеристика и область применения
	<p>Сравнительно неответственные наружная и внутренняя треугольные резьбы небольших размеров нарезают при помощи плашек (поз. I) и метчиков (поз. II)</p> <p>Плашки и метчики применяются также и для калибрования резьбы больших размеров (диаметром до 52 мм) после предварительного нарезания их резцом. Средняя точность при нарезании резьбы плашками и метчиками — 2—3-й классы</p>
	<p>Наиболее распространенным является нарезание треугольной резьбы резцами на токарно-винторезном станке</p> <p>Нарезание резцом наружных (поз. I) и внутренних (поз. II) резьб обычно осуществляется в несколько проходов, при этом может быть достигнута точность резьбы 2-го класса</p>

Продолжение табл. 156

Эскиз	Краткая характеристика и область применения
	<p>Наружную (поз. I) и внутреннюю (поз. II) треугольную резьбы можно нарезать резьбовыми гребенками. Производительность труда при этом повышается в 2—3 раза по сравнению с нарезанием резцами. Резьбовые гребенки применяются только на деталях, допускающих полный выход гребенки из резьбы. Средняя точность при нарезании гребенками наружной резьбы — 2-й класс, а внутренней — 2—3-й классы</p>
	<p>При вихревом способе резьба нарезается резцовой головкой с вращающимися резцами</p> <p>В поз. I показана схема нарезания наружной резьбы вращающимися резцами при внутреннем касании, а в поз. II — при наружном</p> <p>Способ этот весьма производителен и применяется в мелкосерийном и серийном производстве</p>

## 2. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ

**Подготовка стержня под нарезание резьбы плашкой.** Материал нарезаемой детали „течет“, вследствие чего происходит защемление витков резьбы в плашке. Во избежание этого диаметр детали, подготовленной под нарезание резьбы плашкой, должен быть меньше наружного диаметра резьбы на 0,06—0,52 мм (табл. 157 и 158).

Таблица 157

Размеры заготовок (стержней) (в мм), обточенных под нарезание метрических резьб 2-го класса точности плашками

Диаметр резьбы	Размеры заготовок				Диаметр резьбы	Размеры заготовок			
	для резьб с крупными шагами		для резьб с мелкими шагами			для резьб с крупными шагами		для резьб с мелкими шагами	
	диаметр стержня	допус- каемое откло- нение	диаметр стержня	допус- каемое откло- нение		диаметр стержня	допус- каемое откло- нение	диаметр стержня	допус- каемое откло- нение
3	2,94	—0,06	2,97	—0,06	20	19,86	—0,14	19,93	—0,14
3,5	3,42	—0,08	3,46	—0,08	22	21,86	—0,14	21,93	—0,14
4	3,92	—0,08	3,96	—0,08	24	23,86	—0,14	23,93	—0,14
4,5	4,42	—0,08	4,46	—0,08	25			24,93	—0,14
5	4,92	—0,08	4,96	—0,08	27	26,86	—0,14	26,93	—0,14
6	5,92	—0,08	5,96	—0,08	30	29,86	—0,14	29,93	—0,14
7	6,90	—0,10	6,95	—0,10	33	32,83	—0,17	32,92	—0,17
8	7,90	—0,10	7,95	—0,10	35			34,92	—0,17
9	8,90	—0,10	8,95	—0,10	36	35,83	—0,17	35,92	—0,17
10	9,90	—0,10	9,95	—0,10	39	38,83	—0,17	38,92	—0,17
11	10,88	—0,12	10,94	—0,12	40			39,92	—0,17
12	11,88	—0,12	11,94	—0,12	42	41,83	—0,17	41,92	—0,17
14	13,88	—0,12	13,94	—0,12	45	44,83	—0,17	44,92	—0,17
15			14,94	—0,12	48	47,83	—0,17	47,92	—0,17
16	15,88	—0,12	15,94	—0,12	50			49,92	—0,17
17			16,94	—0,12	52	51,80	—0,20	51,90	—0,20
18	17,88	—0,12	17,94	—0,12					

Таблица 158

Размеры заготовок (стержней) под нарезание дюймовых резьб плашками и резбонарезными головками

Диаметр резьбы (в дюм)	Диаметр стержня (в мм)	Допуск (в мм)	Диаметр резьбы (в дюм)	Диаметр стержня (в мм)	Допуск (в мм)	Диаметр резьбы (в дюм)	Диаметр стержня (в мм)	Допуск (в мм)
$\frac{3}{16}$	4,53	—0,16	$\frac{3}{8}$	9,26	—0,20	$\frac{9}{16}$	13,92	—0,24
$\frac{1}{4}$	6,10	—0,20	$\frac{7}{16}$	10,80	—0,20	$\frac{5}{8}$	15,49	—0,24
$\frac{5}{16}$	7,68	—0,20	$\frac{1}{2}$	12,34	—0,24	$\frac{3}{4}$	18,65	—0,24

Продолжение табл. 158

Диаметр резьбы (в мм)	Диаметр стержня (в мм)	Допуск (в мм)	Диаметр резьбы (в мм)	Диаметр стержня (в мм)	Допуск (в мм)	Диаметр резьбы (в мм)	Диаметр стержня (в мм)	Допуск (в мм)
$\frac{7}{8}$	21,74	—0,28	$1\frac{1}{4}$	31,16	—0,34	$1\frac{3}{4}$	43,72	—0,50
1	24,89	—0,28	$1\frac{1}{2}$	37,47	—0,34	$1\frac{7}{8}$	46,85	—0,50
$1\frac{1}{8}$	28,00	—0,34	$1\frac{5}{8}$	40,55	—0,50	2	50,00	—0,52

Чтобы облегчить врезание плашки в металл, на конце нарезаемой детали рекомендуется снять небольшую фаску шириной 2—3 мм (рис. 151).

**Основные приемы нарезания резьбы плашками.** Нарезание резьбы плашками часто начинают с нарезания нескольких ниток вручную при помощи плашки, закрепленной в плашкодержателе, а затем уже включают шпиндель, упирая плашкодержатель в суппорт.

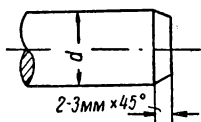


Рис. 151. Вид конца заготовки стержня под нарезание резьбы плашками.

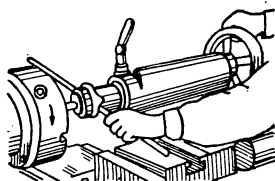


Рис. 152. Направление плашки с помощью пиноли задней бабки.

Более производительным приемом следует считать нарезание первых витков при поджатии плашки пинолью задней бабки, которая сообщает плашке правильное направление (рис. 152).

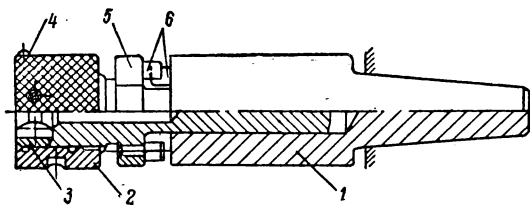


Рис. 153. Плашкодержатель усовершенствованной конструкции.

При нарезании резьбы до упора (например, до заплечика) вращение шпинделя заблаговременно выключают и, чтобы закончить нарезание, доворачивают его на требуемую величину вручную.

Для облегчения процесса нарезания резьбы и повышения его производительности применяют плашкодержатели усовершенствованных конструкций.

## Диаметры отверстий (в мм) под наре

Диаметр резьбы	Резьбы с крупными шагами			Резьбы с мелкими шагами								
	диаметр		допускаемые отклонения	s = 3			s = 2			s = 1,5		
	чугун, бронза	сталь, латунь		диаметр		допускаемые отклонения	диаметр		допускаемые отклонения	диаметр		
				чугун, бронза	сталь, латунь		чугун, бронза	сталь, латунь		чугун, бронза	сталь, латунь	
6	4,9	5	+0,2									
7	5,9	6	+0,2									
8	6,6	6,7	+0,2									
9	7,6	7,7	+0,2									
10	8,3	8,4	+0,3									
11	9,3	9,4	+0,3									
12	10	10,1	+0,3								10,5	10,6
14	11,7	11,8	+0,3								12,3	12,4
16	13,7	13,8	+0,3								14,3	14,4
18	15,1	15,3	+0,4				16,3	16,4	+0,2	16,3	16,4	
20	17,1	17,3	+0,4				18,3	18,4	+0,2	18,3	18,4	
22	19,1	19,3	+0,4				20,3	20,4	+0,2	20,3	20,4	
24	20,6	20,7	+0,4				21,7	21,8	+0,2	22,3	22,3	
27	23,6	23,7	+0,4				24,7	24,8	+0,2	25,3	25,3	
30	26	26,1	+0,5				27,7	27,8	+0,2	28,3	28,3	
33	29	29,2	+0,5				30,7	30,8	+0,2	31,3	31,3	
36	31,4	31,6	+0,5	32,6	32,7	+0,3	33,7	33,7	+0,2	34,3	34,3	
39	34,4	34,6	+0,5	35,6	35,7	+0,3	36,7	36,7	+0,2	37,3	37,3	
42	36,8	37	+0,6	38,6	38,7	+0,3	39,7	39,7	+0,2	40,3	40,3	
45	39,8	40	+0,6	41,6	41,7	+0,3	42,7	42,7	+0,2	43,3	43,3	
48	42,2	42,2	+0,6	44,6	44,7	+0,3	45,7	45,5	+0,2	46,3	46,3	
52	46,2	46,4	+0,6	48,6	48,7	+0,3	49,7	49,7	+0,2	50,3	50,3	

Таблица 159

зание метрических резьб метчиками

Резьбы с мелкими шагами												
допускае- мые откло- нения	$s = 1,25$			$s = 1$			$s = 0,75$			$s = 0,5$		
	диаметр		допускае- мые откло- нения	диаметр		допускае- мые откло- нения	диаметр		допускае- мые откло- нения	диаметр		допускае- мые откло- нения
	чугун, бронза	сталь, латунь		чугун, бронза	сталь, латунь		чугун, бронза	сталь, латунь		чугун, бронза	сталь, латунь	
							5,2	5,2	+0,1	5,5	5,5	+0,1
							6,2	6,2	+0,1	6,1	6,2	+0,1
				6,8	6,9	+0,1	7,1	7,2	+0,1	7,4	7,5	+0,1
				7,8	7,9	+0,1	8,1	8,2	+0,1	8,4	8,5	+0,1
	8,8	8,9	+0,1	9,1	9,2	+0,1	9,4	9,5	+0,1	9,6	9,6	+0,1
	9,8	9,9	+0,1	10,1	10,2	+0,1	10,4	10,5	+0,1	10,6	10,6	+0,1
+0,2	10,8	10,9	+0,2	11,2	11,2	+0,2	11,5	11,5	+0,1	11,5	11,5	+0,1
+0,2	12,8	12,9	+0,2	13,2	13,2	+0,2	13,5	13,5	+0,1	13,5	13,5	+0,1
+0,2				14,8	14,9	+0,2	15,2	15,2	+0,2	15,5	15,5	+0,1
+0,2				17,2	17,2	+0,2	17,5	17,5	+0,1			
+0,2				19,2	19,2	+0,2	19,5	19,5	+0,1			
+0,2				21,2	21,2	+0,2	21,5	21,5	+0,1			
+0,2				22,9	22,9	+0,2	23,2	23,2	+0,2			
+0,2				26	26	+0,2	26,2	26,2	+0,2			
+0,2				29	29	+0,2	29,2	29,2	+0,2			
+0,2				32	32	+0,2	32,2	32,2	+0,2			
+0,2				35	35	+0,2						
+0,2				38	38	+0,2						
+0,2				41	41	+0,2						
+0,2				44	44	+0,2						
+0,2				47	47	+0,2						
+0,2				51	51	+0,2						

Плашкодержатель, предложенный токарем А. Д. Рассадным (рис. 153), состоит из хвостовика 1, в отверстии которого свободно перемещается корпус 5. На торце корпуса расположены два пальца 6, соприкасающиеся с двумя такими же пальцами на хвостовике. Плашка 3 крепится в корпусе при помощи гайки 2. Настройка разрезной плашки на нужный размер осуществляется с помощью винта 4.

**Режимы резания при нарезании резьбы плашками.** Скорости резания при нарезании резьбы плашками следует выбирать по табл. 164.

Значения скоростей резания в этой таблице даны для метчиков. Чтобы определить допустимую скорость резания для плашки того же диаметра, нужно найденное по таблице значение умножить на 0,6—0,7.

В качестве охлаждающей жидкости при нарезании резьбы на стальных стержнях применяются эмульсии и растительные масла с добавкой олеиновой кислоты.

### 3. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ

**Подготовка отверстия под нарезание резьбы метчиком.** Отверстие под резьбу, к точности которой не предъявляется высоких требований, высверливается сверлом.

Для точных резьб просверленное отверстие растачивается резцом.

Глубина сверления глухих отверстий принимается с учетом сбега резьбы и дополнительного запаса глубины (см. табл. 162).

Таблица 160

Диаметры сверл для обработки отверстий под нарезание дюймовых резьб

Диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Диаметр сверла (в <i>мм</i> )		Допускае- мые от- клонения отвер- стия (в <i>мм</i> )	Диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Диаметр сверла (в <i>мм</i> )		Допускае- мые от- клонения отвер- стия (в <i>мм</i> )
	сталь, латунь	чугун, бронза			сталь, латунь	чугун, бронза	
$\frac{1}{4}$	5,1	5,0	+0,2	$\frac{1}{8}$	25,0	24,6	+0,4
$\frac{5}{16}$	6,5	6,4	+0,2	$\frac{1}{4}$	28,0	27,6	+0,4
$\frac{3}{8}$	8,0	7,8	+0,3	$\frac{1}{2}$	33,7	33,4	+0,5
$\frac{1}{2}$	10,5	10,3	+0,3	$\frac{3}{4}$	39,2	38,5	+0,5
$\frac{5}{8}$	13,5	13,3	+0,3	2	44,6	43,7	+0,6
$\frac{3}{4}$	16,5	16,2	+0,4				
$\frac{7}{8}$	19,5	19,0	+0,4				
1	22,3	21,8	+0,4				

Таблица 161

## Диаметры отверстий под нарезание трубных цилиндрических резьб

Диаметр резьбы (в мм)	Диаметр отвер- стия (в мм)	Допус- каемые откло- нения (в мм)	Диаметр резьбы (в мм)	Диаметр отвер- стия (в мм)	Допус- каемые откло- нения (в мм)	Диаметр резьбы (в мм)	Диаметр отвер- стия (в мм)	Допус- каемые откло- нения (в мм)
$1/8$	8,9	+0,2	$3/4$	24,3	+0,4	$13/8$	41,6	+0,6
$1/4$	11,9	+0,3	$7/8$	28,3	+0,5	$11/2$	45,0	+0,6
$3/8$	15,3	+0,3	1	30,5	+0,5	$13/4$	51,0	+0,7
$1/2$	19,0	+0,4	$11/8$	35,2	+0,5	2	56,9	+0,7
$5/8$	21,0	+0,4	$11/4$	39,2	+0,6			

Таблица 162

## Увеличение глубины сверления глухих отверстий при обработке их для нарезания резьбы метчиками (размеры в мм)

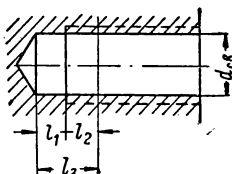
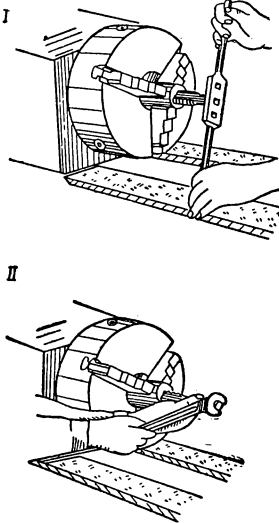
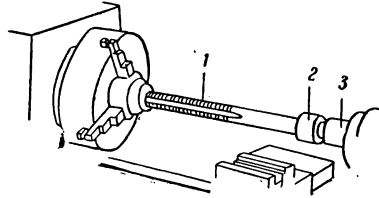
Эскиз	Шаг резьбы				Шаг резьбы			
	Сбег внутренней резьбы $l_2$	Дополнительный запас глубины сверления $l_1$ (не менее)	Общий запас глубины сверления $l_3$		Сбег внутренней резьбы $l_2$	Дополнительный запас глубины сверления $l_1$ (не менее)	Общий запас глубины сверления $l_3$	
	1	2	4	6	3	6	12	18
	1,25	2,5	5,5	8	3,5	7	14	21
	1,5	3	6	9	4	8	16	24
	1,75	3,5	7,5	11	4,5	9	18	27
	2	4	8	12	5	10	20	30
	2,5	5	10	15				

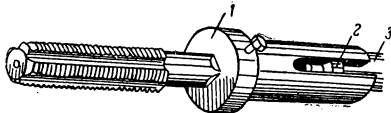
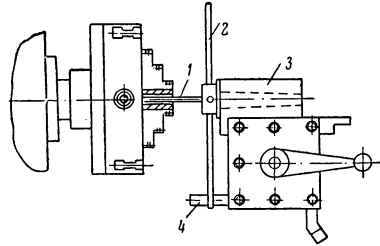


Таблица 163

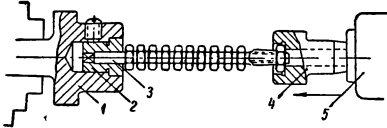
## Основные приемы нарезания резьбы метчиками

Эскиз	Краткая характеристика
 <p>Эскиз I: Нарезание резьбы с упором в станину. Эскиз II: Нарезание резьбы с упором в станину.</p>	<p>Нарезание при помощи воротка (поз. I) или гаечного ключа (поз. II) с упором в станину</p> <p>Этот способ применяется лишь при нарезании неотверстных сквозных резьб диаметром до 12—15 мм при малых скоростях резания</p> <p>Способ имеет два существенных недостатка:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ось метчика может не совпадать с осью просверленного отверстия, вследствие чего болт или шпилька, ввернутая в резьбовое отверстие, будет не перпендикулярна к торцовой поверхности детали</li> <li>2. При затуплении метчика, увеличении усилия нарезания из-за большой величины припуска, повышенной твердости заготовки и др. рабочий может не удержать в руках гаечный ключ или вороток, что приведет к травме рук и повреждению направляющих станины</li> </ol>
 <p>Эскиз: Нарезание резьбы с поджатием метчика пинолью задней бабки.</p>	<p>Нарезание с поджатием метчика пинолью задней бабки</p> <p>Способ применяется при нарезании резьб диаметром больше 12—15 мм, а также в тех случаях, когда ось резьбы должна быть перпендикулярна к торцовой поверхности детали</p> <p>При поджатии метчика пинолью задней бабки конец метчика 1 вставляется в вороток с квадратным отверстием или в специальный патрон 2, установленный в пиноли 3 и также располагающий квадратным отверстием, которое служит поводком</p> <p>По мере продвижения метчика вдоль оси нарезаемого отверстия следует равномерно и осторожно подавать пиноль задней бабки</p> <p>Глухие резьбы могут быть нарезаны этим способом при условии вращения шпинделя с деталью вручную</p>

Продолжение табл. 163

Эскиз	Краткая характеристика
	<p>Нарезание метчиком, установленным в специальном патроне</p> <p>Патрон конструкции токаря В. Н. Сторонкина исключает необходимость подавать пиноль задней бабки по мере продвижения метчика в направлении оси отверстия. Патрон состоит из хвостовика 3 со шпонкой 2 и стакана 1, с одной стороны которого имеется квадратное отверстие для метчика, а с другой — паз, охватывающий шпонку 2.</p> <p>После того как метчик зайдет на 1—1,5 нитки в нарезаемое отверстие, он уже без поджатия пинолью, направляясь шпонкой 2, будет перемещаться вдоль оси детали.</p> <p>Установив заранее стакан 1 относительно шпонки 2, можно ограничить длину нарезаемого отверстия. Как только стакан 1 сойдет со шпонки, он будет вместе с метчиком вращаться свободно, и процесс нарезания автоматически прекратится.</p>
	<p>Нарезание метчиком, установленным в специальной державке на суппорте станка</p> <p>В этом случае поджатие метчика 1 осуществляется не задней бабкой, а торцом державки 3, установленной в поворотном резцедержателе суппорта. Суппорту сообщается автоматическая подача. Вороток 2 упирается в упор 4 либо же в салазки поперечного суппорта станка.</p>

Продолжение табл. 163

Эскиз	Краткая характеристика
	<p><b>Нарезание гаек при помощи специального приспособления</b></p> <p>Приспособление состоит из двух оправок, одна из которых 1 закрепляется в патроне станка, а другая 4 — в пиноли задней бабки 5</p> <p>В оправке 1 крепится сменная втулка 2, в которую входит квадратный конец гаечного метчика 3</p> <p>В паз оправки 4 рабочий левой рукой закладывает нарезаемую гайку, а правой рукой при помощи маховика задней бабки подает оправку на метчик. После того как гайка прошла рабочую часть метчика, так же подается следующая гайка и т. д. до заполнения хвостовика нарезанными гайками. После этого метчик снимается и освобождается от гаек</p> <p>Этот способ нарезания обеспечивает очень высокую производительность труда. Для гаек размером до М8 штучное время равно 0,4 мин.; для гаек М10 и М12 — 0,5 мин.</p>

**Режимы резания при нарезании резьбы метчиками.** Скорости резания при нарезании резьбы метчиками должны быть сравнительно небольшими; при выборе их можно руководствоваться данными табл. 164.

Таблица 164

## Скорости резания при нарезании резьбы метчиками

Диаметр резьбы		Скорость резания (в м/мин)	
метрической (в мм)	дюймовой (в дюм)	стали средней твердости; работа с охлаждением	чугуна средней твердости; работа без охлаждения
От 6 до 18	От $\frac{1}{4}$ до $\frac{5}{8}$	7—9	10—12
„ 20 „ 27	„ $\frac{3}{4}$ „ 1	10—12	13—15
„ 30 „ 52	„ $1\frac{1}{4}$ „ 2	13—14	16—18

В качестве смазочно-охлаждающих веществ при нарезании резьбы метчиками рекомендуются: для деталей из стали — осерненное масло (сульфофрезол), для деталей из чугуна, бронзы и алюминия — эмульсия или керосин.

#### 4. РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ И ГРЕБЕНКИ

**Материалы и конструкции резьбовых резцов.** Режущие части резьбовых резцов изготавливают из быстрорежущей стали марок Р9 (для стали  $\sigma_B \leq 85 \text{ кг/мм}^2$  и чугуна  $H_B \leq 220$ ) и Р18 (для более твердых сталей и чугунов), а также из твердых сплавов марок Т15К6, Т15К6Т и ВК8.

Державки резцов выполняют из конструкционных сталей (ст. 45, ст. 50 и др.).

Наибольшее распространение имеют стержневые резьбовые резцы. Применяются также призматические и дисковые резцы.

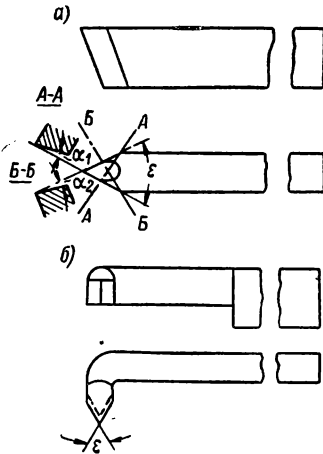


Рис. 154. Резцы для нарезания треугольной резьбы.

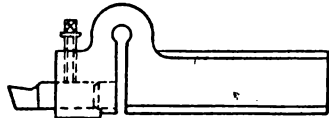


Рис. 155. Пружинная державка для резьбового резца.

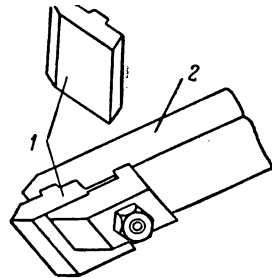


Рис. 156. Призматический резьбовой резец.

**Стержневые резцы** выполняются как цельными с напайными режущими пластинками, так и с механическим креплением пластинки к стержню. На рис. 154 изображены призматические резцы для нарезания наружных (а) и внутренних (б) резьб. Здесь угол  $\epsilon$  равен  $60^\circ$  для нарезания метрических резьб и  $\epsilon = 55^\circ$  — для дюймовых резьб. Большое распространение имеют стержневые резцы с цилиндрическими державками. Такие резцы обладают повышенной жесткостью.

Для чистовых проходов при нарезании точных резьб применяются стержневые резцы, закрепляемые в пружинных державках (рис. 155).

**Призматические резцы** состоят из пластинки 1 и державки 2 (рис. 156). Верхний торец пластинки является передней гранью резца. По этой грани и затачивается резец. Задний угол образуется благодаря наклонному положению пластинки в державке.

Призматические резцы служат для нарезания наружных резьб.

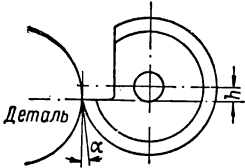
**Дисковые резьбовые резцы** по конструкции аналогичны фасонным резцам (см. стр. 297—298). Для создания необходимого заднего угла передняя грань дискового резца смещается относительно его центра на некоторую величину  $h$  (см. табл. 165).

**Задний угол.** Величина заднего угла  $\alpha$  определяется в зависимости от боковых задних углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ .

При нарезании треугольной резьбы с малыми углами подъема (до  $2^\circ$ )  $\alpha_1 = \alpha_2 = 4—5^\circ$  (см. рис. 157).

Таблица 165

Величина смещения  $h$  (в мм) передней грани дискового резьбового резца относительно его центра в зависимости от величины заднего угла

Эскиз	Задний угол резца $\alpha$ (в °)	Диаметр резца (в мм)						
		20	25	30	35	40	45	50
		Величина смещения $h$						
	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

Угол  $\alpha$  наружных резьбовых резцов принимается в пределах 10—15°. У резцов, используемых для нарезания внутренней резьбы небольших диаметров (до 50 мм), этот угол увеличивается до 18°.

При больших углах подъема правой резьбы угол  $\alpha_1$  и левой резьбы угол  $\alpha_2$  берутся на 2—4° больше величины угла подъема нарезаемой резьбы. Углы  $\alpha_2$  при правой и  $\alpha_1$  при левой резьбе в этом случае делаются равными 3—4°.

Углы профиля резца  $\epsilon$  (см. рис. 157). Чистовые быстрорежущие резцы затачивают с углом профиля, равным углу профиля нормальной резьбы. У чистовых твердосплавных резцов угол  $\epsilon$  делается на 30' — 1° меньше угла профиля нарезаемой

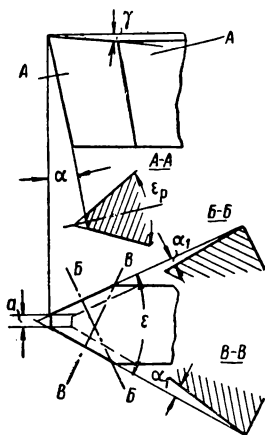


Рис. 157. Геометрия заточки резьбового резца.

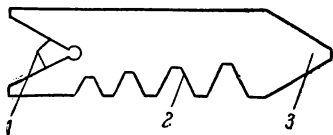


Рис. 158. Шаблон для контроля профиля при заточке резьбовых резцов.

резьбы, так как при скоростном нарезании резьбы происходит некоторое „разваливание“ ее профиля.

При нарезании весьма точных резьб проверка угла профиля резьбового резца производится шаблоном в плоскости AA (рис. 157), перпендикулярной задней грани резца. Угол профиля в этой плоскости не совпадает с углом профиля резьбы  $\epsilon$  (табл. 166).

**Угол профиля резбового резца в плоскости АА в зависимости от величины заднего угла**

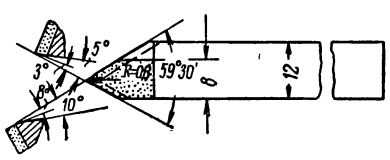
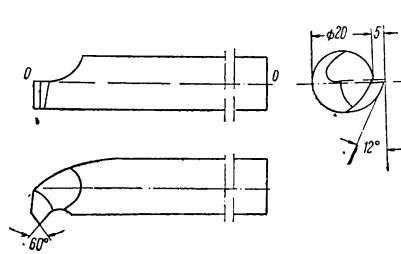
Угол профиля резбовой нарезки $\epsilon$	Угол профиля резца в плоскости АА при заднем угле $\alpha$		
	10°	12°	15°
60°	60°46'	61°06'	61°44'
55°	55°44'	56°02'	56°46'

Выемка 1 шаблона (рис. 158) служит для контроля угла профиля; необходимая поправка соответственно данным табл. 166 учитывается при изготовлении шаблона. Выемка 2 служит для установки резца, а выступ 3 шаблона — для проверки профиля резьбы (см. рис. 161).

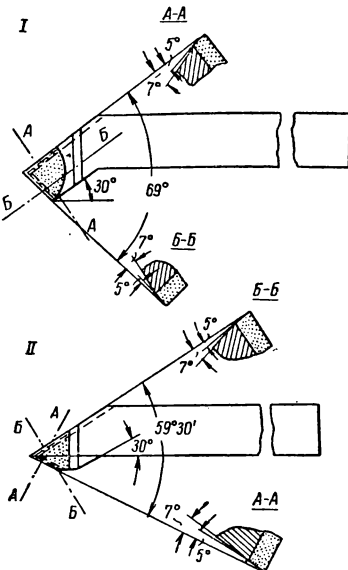
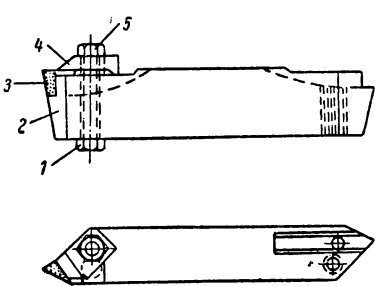
**Распространенные конструкции резбовых резцов.** В последние годы твердосплавные резцы получают всё большее распространение. Многие наиболее рациональные конструкции таких резцов предложены новаторами производства (табл. 167).

Таблица 167

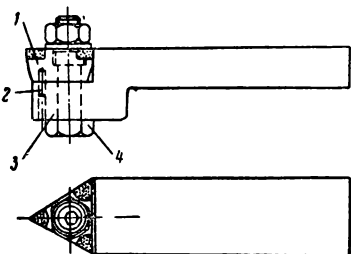
**Рациональные конструкции резбовых резцов**

Эскиз	Краткая характеристика
	<p><b>Чистовой резбовой резец</b></p> <p>Применяется для скоростного нарезания наружной правой треугольной резьбы</p> <p>Материал твердосплавной пластинки — Т15К6</p>
	<p><b>Резец для нарезания внутренней резьбы конструкции К. В. Лакура</b></p> <p>Резец имеет стержень державки цилиндрической формы. Это позволяет применять для нарезания резьбы в отверстиях резцы значительно большей жесткости, чем призматические</p> <p>Режущие кромки этого резца располагаются на нейтральной оси <math>OO</math> стержня державки, что придает ему повышенную виброустойчивость</p>

Продолжение табл. 167

Эскиз	Краткая характеристика
 <p>Sketch I shows a tool with a 30° angle and a 69° angle. Cross-section A-A shows a 5° angle, and cross-section B-B shows a 7° angle.</p> <p>Sketch II shows a tool with a 59°30' angle and a 30° angle. Cross-section A-A shows a 5° angle, and cross-section B-B shows a 7° angle.</p>	<p>Резцы для нарезания наружных резьб конструкции В. М. Бирюкова</p> <p>Резцы имеют массивные отогнутые головки: влево — для нарезания правых резьб и вправо — для нарезания левых резьб. Вершина резца лежит в плоскости, совпадающей с его боковой поверхностью, что повышает виброустойчивость резцов</p> <p>Массивная головка резца позволяет применять крупные пластинки твердого сплава</p> <p>Черновой резец (поз. I) для нарезания метрических резьб выполняется с углом <math>\epsilon = 69-70^\circ</math>, что повышает его стойкость и прочность режущих кромок. Чистовой резец (поз. II) имеет угол <math>\epsilon = 59^\circ 30'</math></p>
 <p>The sketch shows a tool with a mechanical fastening. Components are labeled: 1 - bolt, 2 - holder, 3 - cutting plate, 4 - nut, 5 - clamping plate.</p> <p>The top view shows the tool tip with a central cutting edge and a secondary cutting edge.</p>	<p>Резьбовой резец с механическим креплением твердосплавной пластинки</p> <p>Режущая пластинка 3 из твердого сплава марки Т15К6 прикрепляется к державке 2 с помощью болта 1, гайки 4 и прижимной планки 5</p> <p>Резец — двусторонний. По мере затупления одной режущей пластинки он может быть перевернут и установлен для нарезания резьбы второй пластинкой</p>

Продолжение табл. 167

Эскиз	Краткая характеристика
	<p><b>Многолезвийный резьбовой резец</b></p> <p>К корпусу 3 резца болтом 4 прикреплена трехрезцовая головка 1</p> <p>По мере затупления одного из резцов головка перезакрепляется так, чтобы в работе был новый, незатупившийся резец. Для этой цели в корпусе имеется штифт 2, по которому фиксируется головка своими точно расположенными цилиндрическими отверстиями</p>

**Резьбовые гребенки.** Наибольшее распространение имеют призматические (рис. 159, а) и круглые (рис. 159, б) гребенки. Гребенки применяются для нарезания открытых резьб, не заканчивающихся буртиком.

Первые 2—3 зуба гребенки расположены под углом  $\varphi$  к направлению подачи; это — режущие зубья. Остальные зубья составляют калибрующую часть.

Призматические гребенки крепятся в державках, а круглые (так же, как и дисковые резцы) — на цилиндрической оправке.

Чтобы снизить стоимость твердосплавного резьбового инструмента, используют наборные гребенки, составленные из отдельных твердосплавных пластин-резцов. Эти резцы имеют одинаковую форму и устанавливаются таким образом, что каждый последующий резец смещен в радиальном направлении относительно предыдущего на некоторую величину.

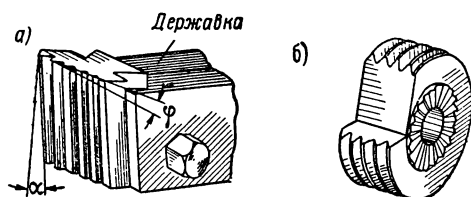


Рис. 159. Резьбовые гребенки.

## 5. ИЗМЕРЕНИЯ ТРЕУГОЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Различают комплексный контроль резьбы, который осуществляется резьбовыми калибрами, и контроль отдельных элементов резьбы.

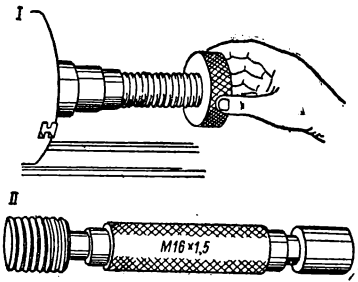
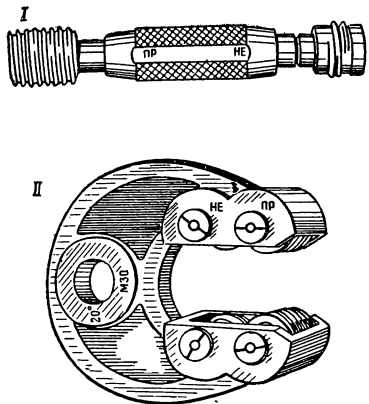
При пользовании калибрами одновременно проверяются все элементы резьбы (кроме наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки). Этот способ контроля обычно применяют при изготовлении деталей основного производства, за исключением некоторых единичных и специальных случаев, а также при изготовлении резьб крупных размеров, когда контроль резьбы ведут по ее элементам.

Также по элементам контролируется и резьбовой инструмент. Так, у гребенок и резьбовых фрез измеряют угол профиля и шаг резьбы; у метчиков и калибров-пробок, кроме угла профиля и шага, измеряют диаметры резьбы и т. д.

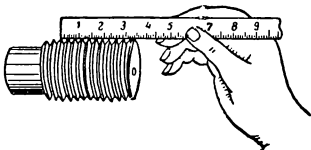
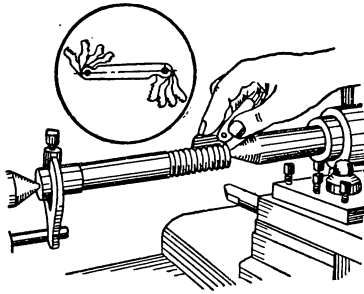


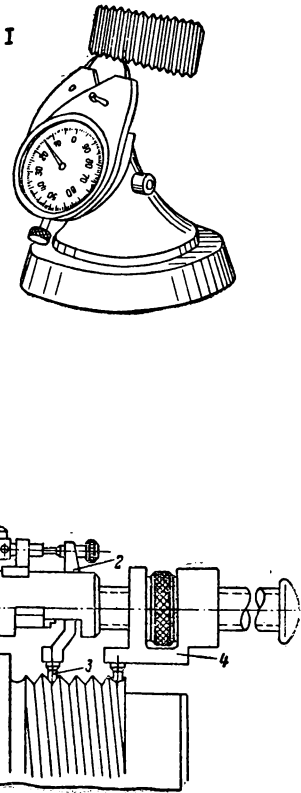
Таблица 168

## Способы контроля резьбы

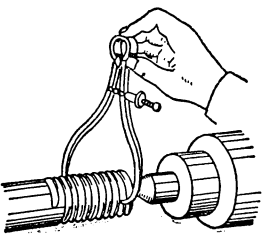
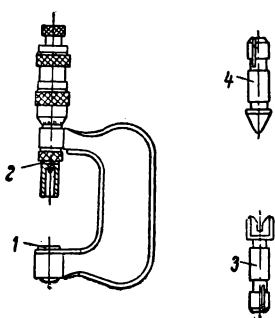
Эскиз	Характеристика способа
 <p>Эскиз I: Проверка наружной резьбы с помощью нормального резьбового кольца.</p> <p>Эскиз II: Проверка внутренней резьбы с помощью нормального резьбового калибра-пробки.</p>	<p><b>Комплексный контроль резьбы калибрами</b></p> <p>Сравнительно не ответственные резьбы контролируются с помощью нормальных резьбовых калибров.</p> <p>Для контроля наружных резьб служит нормальное резьбовое кольцо (поз. I), а для внутренних резьб — нормальный резьбовой калибр-пробка (поз. II). Правый гладкий конец этого калибра предназначен для проверки диаметра отверстия, подготовленного под нарезание резьбы.</p> <p>Проверку правильности резьбы с помощью нормальных калибров определяют на ощупь: калибр должен плотно и без затруднений свинчиваться с контролируемой деталью и в свинченном виде не должно ощущаться качания.</p>
 <p>Эскиз I: Точная резьба, проверяемая с помощью калибра-пробки.</p> <p>Эскиз II: Точная резьба, проверяемая с помощью калибра-скобы.</p>	<p>Точные резьбы, а также резьбы на деталях, изготавливаемых в серийном и массовом производстве, контролируются с помощью предельных резьбовых калибров.</p> <p>Проходные концы (ПР) резьбового калибра-пробки (поз. I) и резьбового калибра-скобы (поз. II) и кольца имеют длинную резьбу полного профиля. Проходные концы должны полностью ввинчиваться в резьбовое отверстие (или навинчиваться на стержень).</p> <p>Непроходные концы (НЕ) имеют всего 2—3 витка резьбы срезанного профиля. Эти концы совсем не должны свинчиваться с контролируемой деталью.</p>

Продолжение табл. 168

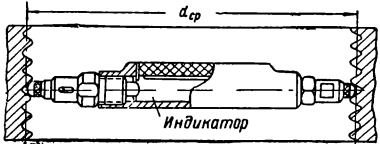
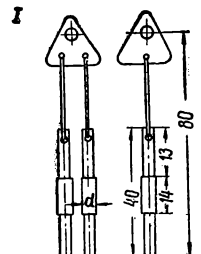
Эскиз	Характеристика способа
	<p><b>Измерение шага резьбы</b></p> <p>Наиболее простым способом проверки шага резьбы является измерение масштабной линейкой.</p> <p>Линейкой обычно измеряют сразу 10 шагов и затем полученную величину делят на 10. Число ниток на 1" определяют по числу шагов, приходящихся на длину 25,4 мм.</p> <p>Проверку шага резьбы с помощью линейки чаще осуществляют не для контроля готовой детали, а для проверки правильности наладки станка. Для этого перед проверкой с заготовки снимают первую очень небольшую риску — прочерчивают винтовую риску, по которой и ведут измерение шага.</p>
	<p>При проверке шага резьбомером одну из его пластинок накладывают на резьбу и по совпадению зубьев (на просвет) пластинки с витками резьбы устанавливают размер шага или число ниток на 1", которые помечены цифрами на каждой пластинке резьбомера.</p> <p>Если при определении шага резьбомер не помещается внутри резьбового отверстия, то в отверстие ввертывают деревянный стержень квадратного сечения и по отпечатку на нем резьбы устанавливают шаг.</p>

Эскиз	Характеристика способа
	<p>Для более точных измерений шага применяются специальные приборы индикаторного типа, пользование которыми основано на принципе сравнения проверяемого шага с шагом эталонного винта</p> <p>В индикаторном приборе настольного типа (поз. I) измерение шага резьбы производится двумя вставками с шариковыми наконечниками. Прибор настраивается по эталонному винту с помощью индикатора, шкала которого устанавливается на нуль. При измерении детали о точности шага судят по отклонению стрелки индикатора от нулевого положения</p> <p>К прибору прилагается набор сменных вставок с наконечниками</p> <p>Цена делений прибора 0,01 мм</p> <p>Накладной индикаторный шагомер (поз. II) применяется для контроля шагов наружных и внутренних резьб крупных диаметров (от 200 мм и более)</p> <p>Предварительная настройка прибора производится по эталонному винту или с помощью блока мерительных плиток. Шаг контролируется между двумя любыми витками, отстоящими друг от друга на расстоянии 12—100 мм, перемещением хомутика 4 с неподвижным наконечником. Отклонения по шагу воспринимаются подвижным измерительным наконечником 3 и с помощью рычага 2 передаются шпинделю индикатора I</p> <p>При контроле шагомер поворачивают в горизонтальной плоскости вокруг неподвижного наконечника до положения, соответствующего наименьшему показанию</p> <p>Точность измерений шагомером составляет 0,01 мм</p>

Продолжение табл. 168

Эскиз	Характеристика способа
	<p><b>Измерение среднего диаметра резьбы</b></p> <p>Средние диаметры неточных резьб измеряют с помощью кронциркуля, снабженного сменными шариковыми наконечниками. Диаметры шариков выбирают по таблицам (см. табл. 169)</p> <p>Ножки кронциркуля сначала устанавливают по эталону или по резьбовому калибру, а затем в процессе измерения сверяют снятый размер с размером среднего диаметра проверяемой детали</p> <p>Резьбовой кронциркуль отличается от обыкновенного пружинного кронциркуля только тем, что его ножки приспособлены для надевания шариковых наконечников</p>
	<p>Средние диаметры точных резьб измеряют с помощью резьбовых микрометров со специальными наконечниками</p> <p>Призматический наконечник-вставка 3 вставляется в пятку 1 микрометра; при измерении она охватывает виток измеряемой нарезки. Коническая вставка 4 устанавливается в шпиндель 2 и входит во впадину резьбы</p> <p>Ось измеряемой детали должна быть перпендикулярна оси микровинта. При измерении деталь должна проталкиваться между резьбовыми вставками микрометра с небольшим усилием.</p> <p>Размеры сменных вставок зависят от шага резьбы; так, для метрических резьб имеются вставки для шагов: 0,4—0,5; 0,6—0,8; 1,0—1,75; 1,75—2,5; 3,0—4,5 и 5,0—6,0 мм; для дюймовых и трубных резьб вставки: 28—24; 20—16; 14—11; 10—8; 7—5 и 4,5 — 3 нитки на 1"</p> <p>Точность измерения среднего диаметра резьбовым микрометром (при наличии некоторого навыка) равна 0,04—0,05 мм</p>

Продолжение табл. 168

Эскиз	Характеристика способа
	<p>Средние диаметры внутренних резьб измеряются индикаторными нутромерами со сферическими наконечниками (для резьб диаметром от 200 до 600 мм)</p> <p>Нутромер устанавливается на нуль при помощи блока из плиток, составляемого с учетом диаметра сферы наконечников и перекоса прибора в процессе измерения. Наконечники вводятся в соответствующие впадины резьбы. Затем для данного положения нутромера определяют максимальное показание индикатора, помещенного в корпусе прибора</p> <p>Действительный размер среднего диаметра внутренней резьбы равен сумме величин размера блока плиток и отклонения индикатора от нуля с соответствующим знаком</p>
	<p>Для особо точных измерений среднего диаметра наружных резьб применяется метод трех проволочек, который заключается в том, что во впадины резьбы вкладываются цилиндрические калибры-проволочки (поз. I). Диаметр проволочек выбран так, чтобы касание ими боковых сторон профиля резьбы происходило приблизительно на среднем диаметре</p> <p>Проволочки закладывают во впадины резьбы, как показано в поз. II, а затем измеряют <math>A</math> с помощью обычного или рычажного микрометра (более точные измерения производят миниметром с ценой деления 0,001 или 0,002 мм)</p>

Продолжение табл. 168

Эскиз	Характеристика способа
<div data-bbox="171 507 434 826"> <p>II</p> </div> <div data-bbox="210 1082 402 1273"> <p>III</p> </div>	<p>Затем определяют средний диаметр по формулам:</p> <p>для метрической резьбы —</p> $D_{\text{ср}} = A - 3d + 0,866s; \quad (39)$ <p>для дюймовой и трубной резьб —</p> $D_{\text{ср}} = A - 3,166d + 0,961s, \quad (40)$ <p>где <math>d</math> — диаметр проволоки;  <math>s</math> — шаг резьбы</p> <p>При наивыгоднейших диаметрах проволок подсчет среднего диаметра можно еще более упростить:</p> $3d - 0,866s = B$ <p>и</p> $3,166d - 0,961s = B$ <p>Тогда формулы примут вид:</p> $D_{\text{ср}} = A - B \quad (41)$ <p>Поправку <math>B</math> для метрической и дюймовой резьб можно брать по табл. 169</p> <p>В некоторых случаях применяют метод одной проволоки, при этом во впадину резьбы вкладывают одну проволоку (поз. III) и измеряют размер <math>A_1</math> в двух взаимно-перпендикулярных осевых сечениях. Наружный диаметр резьбы должен быть измерен с той же точностью, что и размер <math>A_1</math>. Формулы для определения среднего диаметра при измерении методом одной проволоки имеют следующий вид:</p> <p>для метрической резьбы —</p> $D_{\text{ср}} = 2A_1 - d_0 - 3d + 0,866s; \quad (42)$ <p>для дюймовой резьбы —</p> $D_{\text{ср}} = 2A_1 - d_0 - 3,166d + 0,961s \quad (43)$ <p>При пользовании проволочками наивыгоднейших диаметров поправки <math>B</math> можно брать из табл. 169. Тогда формулы примут такой вид:</p> $D_{\text{ср}} = 2A_1 - d_0 - B, \quad (44)$ <p>где <math>d_0</math> — внутренний диаметр резьбы</p>

Продолжение табл. 168

Эскиз	Характеристика способа
 <p>1</p> <p>2</p>	<p>Измерения наружного и внутреннего диаметров резьбы</p> <p>Наружные диаметры наружных резьб измеряют с помощью универсальных мерительных инструментов и скоб</p> <p>Внутренний диаметр наружной резьбы, равно как и наружный диаметр внутренней резьбы, как правило, не контролируется. При надобности их измеряют кронциркулем (поз. I), микрометром или нутромером с резьбовыми вставками</p> <p>При измерении внутреннего диаметра наружной резьбы измерительный инструмент располагается по отношению к оси резьбы не перпендикулярно, а под углом, равным углу подъема винтовой линии (поз. II)</p> <p>При правильном номинальном внутреннем диаметре резьбы результат измерения его с учетом такого положения инструмента определяется по следующей формуле:</p> $D_{\text{вн}} = \frac{d_1}{\cos \psi}, \quad (45)$ <p>где <math>\psi</math> — угол подъема резьбовой резки</p> <p>Однако практически разница между <math>D_{\text{вн}}</math> и <math>d_1</math> весьма незначительна и в большинстве случаев ею можно пренебречь, полагая, что</p> $D_{\text{вн}} \approx d_1$ <p>Наружный диаметр внутренних резьб может измеряться таким же индикаторным нутромером, как и при определении среднего диаметра (см. выше), при этом сферические вставки заменяются коническими</p>

Продолжение табл. 168

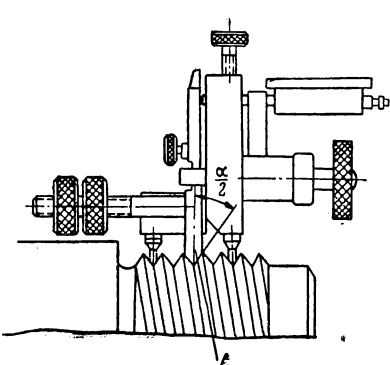
Эскиз	Характеристика способа
	<p>Измерение угла профиля резьбы</p> <p>Правильность профиля резьбы контролируется с помощью профильных шаблонов на просвет, а при изготовлении точных резьб — с помощью инструментального микроскопа</p> <p>Расположение профиля резьбовой нарезки относительно оси резьбы контролируется двумя способами:</p> <p>1) при нарезании резьбы на станке путем изменения положения детали; так, если переставить деталь хомутиком к задней бабке, то величина несовпадения профилей детали и резца, введенного во впадину резьбы, будет удвоена, и, оценивая ошибку, токарь может внести нужную поправку;</p> <p>2) с помощью специального прибора с угломером, который настраивается на нулевое деление по установочной мере — плитке с углом 60°; скос ножа угломера устанавливается вплотную к боковой поверхности резьбы, а плотность контакта между ними контролируется по световой щели (с использованием сильной лампы); погрешность угла профиля определяется по показаниям индикатора, стрелка которого была на нулевом делении при установке угломера по плитке; точность измерения составляет 3—6'</p>

Таблица 169

Поправка Б для определения среднего диаметра резьбы (см. табл. 168)

Для метрической резьбы (размеры в мм)						Для дюймовой резьбы с углом профиля 55°					
шаг $s$	диаметр проволочки $d$	поправка $B$	шаг $s$	диаметр проволочки $d$	поправка $B$	число ниток на 1"	диаметр проволочки $d$ (в мм)	поправка $B$ (в мм)	число ниток на 1"	диаметр проволочки $d$ (в мм)	поправка $B$ (в мм)
0,2	0,118	0,181	0,35	0,201	0,300	28	0,511	—	18	0,796	1,162
0,25	0,142	0,210	0,4	0,232	0,350	24	0,572	0,795	16	0,866	1,221



Продолжение табл. 169

Для метрической резьбы (размеры в мм)						Для дюймовой резьбы с углом профиля 55°					
шаг $s$	диаметр проволочки $d$	поправка $B$	шаг $s$	диаметр проволочки $d$	поправка $B$	число ниток на 1"	диаметр проволочки $d$ (в мм)	поправка $B$ (в мм)	число ниток на 1"	диаметр проволочки $d$ (в мм)	поправка $B$ (в мм)
0,3	0,170	0,250	0,45	0,260	0,390	20; 19	0,724	1,072	14	1,008	1,449
0,5	0,291	0,440	2,0	1,157	1,739	12	1,157	1,629	5	2,886	4,257
0,6	0,343	0,509	2,5	1,441	2,158	11	1,302	1,904	4,5	3,177	4,636
0,7	0,402	0,600	3,0	1,732	2,598	10	1,441	2,122	4	3,580	5,234
0,75	0,433	0,650	3,5	2,020	3,029	9	1,591	2,323	3,5	4,091	5,981
0,8	0,461	0,690	4,0	2,311	3,469	8	1,732	2,433	3,25	4,400	6,423
1,0	0,572	0,850	4,5	2,595	3,888	7	2,020	2,909	3	4,773	6,977
1,25	0,724	1,090	5,0	2,886	4,328	6	2,311	3,250			
1,5	0,866	1,299	5,5	3,177	4,768						
1,75	1,008	1,508	6,0	3,468	5,208						

## РАЗДЕЛ ВОСЕМНАДЦАТЫЙ

### НАРЕЗАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ РЕЗЦАМИ

#### 1. НАСТРОЙКА ТОКАРНОГО СТАНКА ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ РЕЗЦОМ

Настройка подачи резца при нарезании резьбы на токарных станках современных конструкций сводится к установке рукояток коробки подач в соответствии с указаниями помещенных на станках таблиц.

Если же станок не располагает современной коробкой подач, а также при нарезании резьб со специальным шагом настройку станка на нарезание резьбы заданного шага производят подбором сменных зубчатых колес, передающих вращение ходовому винту от шпинделя.

Подбор сменных шестерен производится по формулам, приведенным в табл. 170.

Таблица 170

**Формулы для подбора сменных шестерен**

Ходовой винт	Тип нарезки	Формула передаточного числа	Примеры подбора сменных шестерен
Метрический	Метрическая	$i = \frac{s_n}{s_x} \quad (46)$	<p>Ходовой винт <math>s_x = 12,5</math> мм; нарезать винт <math>s_n = 1,5</math> мм;</p> $i = \frac{1,5}{12,5} = \frac{3}{25} = \frac{3 \cdot 1}{5 \cdot 5} = \frac{30 \cdot 20}{50 \cdot 100}$
	Дюймовая	$i = \frac{25,4}{n_x \cdot s_x} \quad (47)$	<p>Ходовой винт <math>s_x = 6</math> мм; нарезать винт 12 ниток на 1";</p> $i = \frac{25,4}{12 \cdot 6} = \frac{127}{5 \cdot 12 \cdot 6} = \frac{127 \cdot 1}{60 \cdot 6} = \frac{127 \cdot 20}{60 \cdot 120}$

Продолжение табл. 170

Ходовой винт	Тип нарезки	Формула передаточного числа	Примеры подбора сменных шестерен
Метрический	Модульная	$i = \frac{m_t \cdot \pi}{s_x} \quad (48)$	Ходовой винт $s_x = 12$ мм; нарезать винт с шагом 8 модулей; $i = \frac{8 \cdot 13 \cdot 29}{4 \cdot 30 \cdot 12} = \frac{2 \cdot 13 \cdot 29}{30 \cdot 12} = \frac{13 \cdot 29}{6 \cdot 30} = \frac{65 \cdot 58}{30 \cdot 60}$
Дюймовый	Метрическая	$i = \frac{s_n \cdot n_x}{25,4} \quad (49)$	Ходовой винт — 2 нитки на 1"; нарезать винт $s_n = 3,5$ мм; $i = \frac{3,5 \cdot 2}{25,4} = \frac{7 \cdot 10}{25,4 \cdot 10} = \frac{70}{254} = \frac{10 \cdot 7}{2 \cdot 127} = \frac{30 \cdot 70}{60 \cdot 127}$
	Дюймовая	$i = \frac{n_x}{n_n} = \frac{s_n}{s_x} \quad (50)$	Ходовой винт — 2 нитки на 1"; нарезать винт 16 ниток на 1"; $i = \frac{2}{16} = \frac{1}{8} = \frac{20}{160} \text{ или } \frac{15}{120}$
	Модульная	$i = \frac{m_t \cdot \pi \cdot n_x}{25,4} \quad (51)$	Ходовой винт — 2 нитки на 1"; нарезать винт с шагом 4 модуля; $i = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 2}{25,4} = \frac{5 \cdot 19 \cdot 8}{32 \cdot 24} = \frac{5 \cdot 19}{4 \cdot 24} = \frac{75 \cdot 95}{60 \cdot 120}$

В этой таблице приняты следующие условные обозначения:

 $n_x$  — число ниток на 1" ходового винта; $s_x$  — шаг ходового винта, в мм; $m_t$  — величина модуля при модульной нарезке червяка, в мм; $n_n$  — число ниток на 1" нарезаемого винта; $s_n$  — шаг нарезаемого винта, в мм; $i$  — передаточное число от шпинделя к ходовому винту, где

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \quad (52)$$

Здесь  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$  и  $z_4$  — сменные шестерни.

При подборе сменных шестерен от шпинделя к ходовому винту следует учитывать условия сцепляемости:

$$z_1 + z_2 > z_3$$

$$z_3 + z_4 > z_2.$$

Значения постоянных величин:

$$1'' = 25,3995 = \frac{89 \cdot 125}{73 \cdot 6} = \frac{127}{5} = \frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9} = \frac{20 \cdot 20 \cdot 100}{35 \cdot 45} = \frac{18 \cdot 24}{17} = \frac{330}{13};$$

$$\pi = 3,14159 = \frac{19 \cdot 21}{127} = \frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19} = \frac{22}{7} = \frac{32 \cdot 27}{25 \cdot 11} = \frac{13 \cdot 29}{4 \cdot 30};$$

$$\frac{\pi}{1''} = \frac{47}{4 \cdot 95} = \frac{12}{97} = \frac{5 \cdot 19}{32 \cdot 24} = \frac{22 \cdot 5}{7 \cdot 127}.$$

*Пример.* Подобрать сменные шестерни для нарезания резьбы 18 ниток на 1'' на станке с ходовым винтом 4 нитки на 1''.

По формулам (см. табл. 170) передаточное число  $i$  в данном случае равно:

$$i = \frac{n_x}{n_n} = \frac{s_n}{s_x} = \frac{4}{18} = \frac{12}{54} = \frac{30 \cdot 40}{60 \cdot 90};$$

$$z_1 = 30; z_2 = 60;$$

$$z_3 = 40; z_4 = 90.$$

Проверка по условию сцепляемости:

$$30 + 60 > 40 \text{ и } 40 + 90 > 60.$$

Схема установки сменных шестерен приведена на рис. 160.

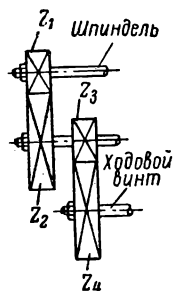


Рис. 160. Схема установки сменных шестерен.

## 2. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛИ К НАРЕЗАНИЮ НА НЕЙ РЕЗЬБЫ

Подготовка детали к нарезанию на ней резьбы сводится к чистовому obtачиванию или растачиванию участка, на котором будет нарезана резьба, и к прорезанию канавки для выхода резьбового резца.

Иногда в целях упрощения замера внутреннего диаметра наружной резьбы и наружного диаметра внутренней резьбы на деталях делают заточку (выточку) диаметром, равным измеряемому размеру и длиной 2—3 мм.

Размеры диаметров стержней и отверстий под нарезание резьбы приведены в табл. 171—174. Размеры канавок и сбег при нарезании резьбы даны в табл. 175.

Диаметры стержней под нарезание метрических резьб резцами (размеры в мм)

Диаметр резьбы	Резьбы с круп- ными шагами		Резьбы с мелкими шагами											
	диаметр	допу- ск на отклоне- ния	$s = 6$		$s = 4$		$s = 3$		$s = 2$		$s = 1,5$		$s = 1$	
			диаметр	допу- ск на отклоне- ния	диаметр	допу- ск на отклоне- ния	диаметр	допу- ск на отклоне- ния	диаметр	допу- ск на отклоне- ния	диаметр	допу- ск на отклоне- ния	диаметр	допу- ск на отклоне- ния
20	19,86	-0,14							19,86	-0,14	19,93	-0,14	19,93	-0,14
22	21,86	-0,14							21,86	-0,14	21,93	-0,14	21,93	-0,14
24	23,86	-0,14							23,86	-0,14	23,92	-0,14	23,93	-0,14
27	26,86	-0,14							26,86	-0,14	26,92	-0,14	26,93	-0,14
30	29,86	-0,14					29,90	-0,17	29,86	-0,14	29,92	-0,17	29,93	-0,14
33	32,83	-0,17					32,90	-0,17	32,92	-0,14	32,92	-0,17	32,93	-0,14
36	35,83	-0,17					35,83	-0,17	35,90	-0,20	35,92	-0,17	35,92	-0,17
39	38,83	-0,17					38,83	-0,17	38,90	-0,20	38,92	-0,17	38,92	-0,17
42	41,83	-0,17			41,80	-0,20	41,83	-0,17	41,90	-0,20	41,92	-0,17	41,92	-0,17
45	44,83	-0,17			44,80	-0,20	44,83	-0,17	44,90	-0,20	44,92	-0,17	44,92	-0,17
48	47,83	-0,17			47,80	-0,20	47,83	-0,17	47,90	-0,20	47,92	-0,17	47,92	-0,17
52	51,80	-0,20			51,80	-0,20	51,83	-0,17	51,90	-0,20	51,92	-0,17	51,92	-0,17
56	55,80	-0,20			55,80	-0,20	55,88	-0,23	55,90	-0,20	55,90	-0,20	55,92	-0,17
60	59,80	-0,20			59,80	-0,20	59,88	-0,23	59,90	-0,20	59,90	-0,20	59,90	-0,20
64	63,80	-0,20			63,80	-0,20	63,88	-0,23	63,90	-0,20	63,90	-0,20	63,90	-0,20
68	67,80	-0,20			67,88	-0,20	67,88	-0,23	67,90	-0,20	67,90	-0,20	67,90	-0,20
72	71,80	-0,20	71,80	-0,20	71,88	-0,20	71,90	-0,23	71,90	-0,20	71,88	-0,20	71,90	-0,20
76	75,80	-0,20	75,80	-0,20	75,88	-0,20	75,90	-0,23	75,90	-0,20	75,88	-0,20	75,90	-0,20
80	79,80	-0,20	79,80	-0,20	79,88	-0,20	79,90	-0,23	79,90	-0,20	79,88	-0,20	79,90	-0,20
85	84,77	-0,23	84,80	-0,20	84,88	-0,20	84,88	-0,23	84,88	-0,23	84,88	-0,20	84,88	-0,20
90	89,77	-0,23	89,80	-0,20	89,88	-0,20	89,88	-0,23	89,88	-0,23	89,88	-0,20	89,88	-0,20

Продолжение табл. 171

Диаметр резьбы	Резьбы с круп- ными шагами		Резьбы с мелкими шагами											
	Диаметр доп- ускаемые откло- нения		$s = 6$		$s = 4$		$s = 3$		$s = 2$		$s = 1,5$		$s = 1$	
95	94,77	-0,23	94,80	-0,20	94,88	-0,20	94,88	-0,23	94,88	-0,23	94,88	-0,20	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
100	99,77	-0,23	99,80	-0,20	99,88	-0,20	99,88	-0,23	99,88	-0,23	99,88	-0,20	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
105	104,77	-0,23	104,80	-0,20	104,88	-0,20	104,88	-0,23	104,88	-0,23	104,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
110	109,77	-0,23	109,80	-0,20	109,88	-0,20	109,88	-0,23	109,88	-0,23	109,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
115	114,77	-0,23	114,80	-0,20	114,88	-0,20	114,88	-0,23	114,88	-0,23	114,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
120	119,77	-0,23	119,80	-0,20	119,88	-0,20	119,88	-0,23	119,88	-0,23	119,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
125	124,74	-0,26	124,80	-0,20	124,87	-0,20	124,88	-0,23	124,88	-0,23	124,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
130	129,74	-0,26	129,80	-0,20	129,87	-0,20	129,88	-0,23	129,88	-0,23	129,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
135	134,74	-0,26	134,80	-0,20	134,87	-0,20	134,88	-0,23	134,88	-0,23	134,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
140	139,74	-0,26	139,80	-0,20	139,87	-0,20	139,88	-0,23	139,88	-0,23	139,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
145	144,74	-0,26	144,80	-0,20	144,87	-0,20	144,88	-0,23	144,88	-0,23	144,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
150	149,74	-0,26	149,80	-0,20	149,87	-0,20	149,88	-0,26	149,88	-0,26	149,88	-0,23	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
155	154,74	-0,26	154,80	-0,20	154,87	-0,20	154,88	-0,26	154,88	-0,26	154,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
160	159,74	-0,26	159,80	-0,20	159,87	-0,20	159,88	-0,26	159,88	-0,26	159,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
165	164,74	-0,26	164,80	-0,20	164,87	-0,20	164,88	-0,26	164,88	-0,26	164,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
170	169,74	-0,26	169,80	-0,20	169,87	-0,20	169,88	-0,26	169,88	-0,26	169,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
175	174,74	-0,26	174,80	-0,20	174,87	-0,20	174,88	-0,26	174,88	-0,26	174,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
180	179,74	-0,26	179,80	-0,20	179,87	-0,20	179,88	-0,26	179,88	-0,26	179,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
185	184,70	-0,30	184,77	-0,23	184,87	-0,20	184,88	-0,26	184,88	-0,26	184,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
190	189,70	-0,30	189,77	-0,23	189,87	-0,20	189,88	-0,26	189,88	-0,26	189,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
195	194,70	-0,30	194,77	-0,23	194,87	-0,20	194,88	-0,26	194,88	-0,26	194,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр
200	199,70	-0,30	199,77	-0,23	199,87	-0,20	199,88	-0,26	199,88	-0,26	199,88	-0,26	доп- ускаемые откло- нения	диаметр



Продолжение табл. 172

Диаметр резьбы	Резьбы с мелкими шагами											
	Резьбы с крупными шагами		s = 6		s = 4		s = 3		s = 2		s = 1,5	
	Диаметр	допускаемые отклонения	Диаметр	допускаемые отклонения	Диаметр	допускаемые отклонения	Диаметр	допускаемые отклонения	Диаметр	допускаемые отклонения	Диаметр	допускаемые отклонения
80	72,9	+0,7	75,3	+0,5	76,5	+0,3	77,7	+0,2	78,3	+0,2		
85	77,9	+0,7	80,3	+0,5	81,5	+0,3	82,7	+0,2	83,3	+0,2		
90	82,9	+0,7	85,3	+0,5	86,5	+0,3	87,7	+0,2	88,3	+0,2		
95	87,9	+0,7	90,3	+0,5	91,5	+0,3	92,7	+0,2	93,3	+0,2		
100	92,9	+0,7	95,3	+0,5	96,5	+0,3	97,7	+0,2	98,3	+0,2		
105	97,9	+0,7	100,3	+0,5	101,5	+0,3	102,7	+0,2	103,3	+0,2		
110	102,9	+0,7	105,3	+0,5	106,5	+0,3	107,7	+0,2	108,3	+0,2		
115	107,9	+0,7	110,3	+0,5	111,5	+0,3	112,7	+0,2	113,3	+0,2		
120	112,9	+0,7	115,3	+0,5	116,5	+0,3	117,7	+0,2	118,3	+0,2		
125	117,9	+0,7	120,3	+0,5	121,5	+0,3	122,7	+0,2	123,3	+0,2		
130	122,9	+0,7	125,3	+0,5	126,5	+0,3	127,7	+0,2	128,3	+0,2		
135	127,9	+0,7	130,3	+0,5	131,5	+0,3	132,7	+0,2	133,3	+0,2		
140	132,9	+0,7	135,3	+0,5	136,5	+0,3	137,7	+0,2	138,3	+0,2		
145	137,9	+0,7	140,3	+0,5	141,5	+0,3	142,7	+0,2	143,3	+0,2		
150	142,9	+0,7	145,3	+0,5	146,5	+0,3	147,7	+0,2	148,3	+0,2		
155	147,9	+0,7	150,3	+0,5	151,5	+0,3	152,7	+0,2				
160	152,9	+0,7	155,3	+0,5	156,5	+0,3	157,7	+0,2				
165	157,9	+0,7	160,3	+0,5	161,5	+0,3	162,7	+0,2				
170	162,9	+0,7	165,3	+0,5	166,5	+0,3	167,7	+0,2				
175	167,9	+0,7	170,3	+0,5	171,5	+0,3	172,7	+0,2				
180	172,9	+0,7	175,3	+0,5	176,5	+0,3	177,7	+0,2				
185	177,9	+0,7	180,3	+0,5	181,5	+0,3	182,7	+0,2				
190	182,9	+0,7	185,3	+0,5	186,5	+0,3	187,7	+0,2				
195	187,9	+0,7	190,3	+0,5	191,5	+0,3	192,7	+0,2				
200	192,9	+0,7	195,3	+0,5	196,5	+0,3	197,7	+0,2				



Таблица 173

**Диаметры стержней под нарезание резцом  
трубной цилиндрической резьбы**

Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Стержень под резьбу (в <i>мм</i> )		Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Стержень под резьбу (в <i>мм</i> )		Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Стержень под резьбу (в <i>мм</i> )	
	диа- метр	допус- каемые откло- нения		диа- метр	допус- каемые откло- нения		диа- метр	допус- каемые откло- нения
$\frac{1}{8}$	9,48	—0,10	$\frac{7}{8}$	29,88	—0,14	$\frac{13}{4}$	53,34	—0,20
$\frac{1}{4}$	12,86	—0,12	1	32,92	—0,17	2	59,21	—0,20
$\frac{3}{8}$	16,36	—0,12	$\frac{11}{8}$	37,55	—0,17	$2\frac{1}{4}$	65,33	—0,20
$\frac{1}{2}$	20,64	—0,14	$1\frac{1}{4}$	41,53	—0,17	$2\frac{1}{2}$	74,74	—0,20
$\frac{5}{8}$	22,61	—0,14	$\frac{13}{8}$	43,98	—0,17	$2\frac{3}{4}$	81,12	—0,20
$\frac{3}{4}$	26,11	—0,14	$1\frac{1}{2}$	47,37	—0,17	3	87,42	—0,20

Таблица 174

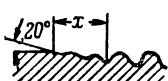
**Диаметры отверстий под нарезание резцом  
трубной цилиндрической резьбы**

Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Отверстие под резьбу (в <i>мм</i> )		Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Отверстие под резьбу (в <i>мм</i> )		Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Отверстие под резьбу (в <i>мм</i> )	
	диа- метр	допуск на диа- метр		диа- метр	допуск на диа- метр		диа- метр	допуск на диа- метр
$\frac{1}{8}$	8,80	+0,10	$\frac{7}{8}$	28,30	+0,14	$\frac{13}{4}$	51,00	+0,20
$\frac{1}{4}$	11,80	+0,12	1	30,50	+0,17	2	56,90	+0,20
$\frac{3}{8}$	15,20	+0,12	$\frac{11}{8}$	35,20	+0,17	$2\frac{1}{4}$	62,95	+0,20
$\frac{1}{2}$	18,90	+0,14	$1\frac{1}{4}$	39,20	+0,17	$2\frac{1}{2}$	72,45	+0,20
$\frac{5}{8}$	20,90	+0,14	$\frac{13}{8}$	41,60	+0,17	$2\frac{3}{4}$	78,80	+0,20
$\frac{3}{4}$	24,30	+0,14	$1\frac{1}{2}$	45,00	+0,17	3	85,10	+0,23

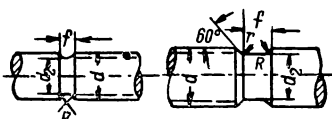
Таблица 175

Размеры сбега и канавок для выхода резца при нарезании резьбы  
(ГОСТ 8234-56)

Сбег наружной  
резьбы



Канавки при наружной резьбе



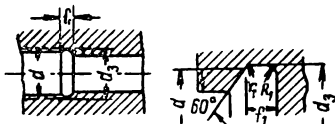
при  $f \leq 2,0 \text{ мм}$

при  $f \geq 3 \text{ мм}$

Сбег внутренней  
резьбы



Канавки при внутренней резьбе



при  $f_1 \leq 2 \text{ мм}$

при  $f_1 \geq 3 \text{ мм}$

Метрическая резьба (размеры в мм.)

Шаг резьбы	Наружная резьба					Внутренняя резьба				
	сбег	канавка				сбег	канавка			
$s$	$x$	$f$	$d-d_2$	$R$	$r$	$y$	$f_1$	$d_3-d$	$R_1$	$r_1$
0,2	0,4					1				
0,25	0,5					1				
0,3	0,6					1				
0,35	0,7	1	0,5	0,3		1	1	0,2	0,3	
0,4	0,8	1	0,6	0,3		1				
0,45	0,9	1	0,7	0,3		1				
0,5	1,0	1	0,8	0,3		1	1	0,2	0,3	
0,6	1,2	1	0,9	0,3		1,2				
0,7	1,4	1,5	1,0	0,5		1,4				
0,75	1,5	1,5	1,2	0,5		1,5	1,5	0,2	0,5	
0,8	1,6	1,5	1,2	0,5		1,6	1,6			
1	2,0	2	1,5	0,5		2	2	0,2	0,5	
1,25	2,4	2	1,8	0,5		2,5	3	0,2	1	0,5
1,5	2,9	3	2,2	1	0,5	3	3	0,3	1	0,5

Продолжение табл. 175

Шаг резьбы	Наружная резьба					Внутренняя резьба				
	сбег	канавка				сбег	канавка			
		$f$	$d-d_2$	$R$	$r$		$f_1$	$d_3-d$	$R_1$	$r_1$
$s$	$x$	$f$	$d-d_2$	$R$	$r$	$y$	$f_1$	$d_3-d$	$R_1$	$r_1$
1,75	3,4	4	2,5	1	0,5	3,5	4	0,3	1	0,5
2	3,9	4	3,0	1	0,5	4	5	0,4	1,5	0,5
2,5	4,8	5	3,6	1,5	0,5	5	6	0,4	1,5	1
3	5,8	6	4,5	1,5	1	6	6	0,6	1,5	1
3,5	6,7	8	5,2	2	1	7	8	0,6	2	1
4	7,7	8	6,0	2	1	8	8	0,8	2	1
4,5	8,6	10	6,8	3	1	9	10	0,8	3	1
5	9,6	10	7,5	3	1	10	10	0,8	3	1,5
5,5	10,5	10	8,2	3	1		12	1,0	3	1,5
6	11,5	10	9,0	3	1		12	1,0	3	1,5

## Трубная цилиндрическая резьба

Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Число нитек на 1"	Наружная резьба (в <i>мм</i> )					Внутренняя резьба (в <i>мм</i> )				
		сбег	канавка				сбег	канавка			
			<i>x</i>	<i>f</i>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>R</i>		<i>r</i>	<i>y</i>	<i>f</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>3</sub>
$\frac{1}{8}$	28	1,5	2	8	0,5		2	2	10	0,5	
$\frac{1}{4}$	19	2,0	3	11	1,0	0,5	3	3	13,5	1,0	0,5
$\frac{3}{8}$	19	2,0	3	14	1,0	0,5	3	3	17	1,0	0,5
$\frac{1}{2}$	14	2,5	4	18	1,0	0,5	4	4	21,5	1,0	0,5
( $\frac{5}{8}$ )	14	2,5	4	20	1,0	0,5	4	4	23,5	1,0	0,5
$\frac{3}{4}$	14	2,5	4	23,5	1,0	0,5	4	4	27	1,0	0,5
( $\frac{7}{8}$ )	14	2,5	4	27	1,0	0,5	4	4	31	1,5	1,0
1	11	3,5	5	29,5	1,5	0,5	5	6	34	1,5	1,0
$1\frac{1}{8}$	11	3,5	5	34	1,5	0,5	5	6	38	1,5	1,0
$1\frac{1}{4}$	11	3,5	5	38	1,5	0,5	5	6	42,5	1,5	1,0
( $1\frac{3}{8}$ )	11	3,5	5	41	1,5	0,5	5	6	45	1,5	1,0

Продолжение табл. 175

Номи- нальный диаметр резьбы (в <i>дм</i> )	Число ниток на 1"	Наружная резьба (в <i>мм</i> )					Внутренняя резьба (в <i>мм</i> )				
		сбег	канавка				сбег	канавка			
			<i>x</i>	<i>f</i>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>R</i>		<i>r</i>	<i>y</i>	<i>f</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>2</sub>
1½	11	3,5	5	44	1,5	0,5	5	6	48,5	1,5	1,0
1¾	11	3,5	5	50	1,5	0,5	5	6	54	1,5	1,0
2	11	3,5	5	56	1,5	0,5	5	6	60	1,5	1,0
(2¼)	11	3,5	5	62	1,5	0,5	6	8	66	2,0	1,0
2½	11	3,5	5	71	1,5	0,5	6	8	76	2,0	1,0
(2¾)	11	3,5	5	78	1,5	0,5	6	8	82	2,0	1,0
3	11	3,5	5	84	1,5	0,5	8	10	88	3,0	1,0
3¼	11	3,5	5	90	1,5	0,5	8	10	95	3,0	1,0
3½	11	3,5	5	96	1,5	0,5	8	10	101	3,0	1,0
3¾	11	3,5	5	102	1,5	0,5	8	10	107	3,0	1,0
4	11	3,5	5	109	1,5	0,5	8	10	114	3,0	1,0
4½	11	4,1	5	121	1,5	0,5	8	10	127	3,0	1,0
5	11	4,1	5	134	1,5	0,5	8	10	140	3,0	1,0
5½	11	4,1	5	147	1,5	0,5	8	10	152	3,0	1,0
6	11	4,1	5	159	1,5	0,5	8	10	165	3,0	1,0
7	10	4,5	5	188	1,5	0,5	8	10	191	3,0	1,0
8	10	4,5	5	210	1,5	0,5	8	10	216	3,0	1,0
9	10	4,5	5	235	1,5	0,5	8	10	241	3,0	1,0
10	10	4,5	5	261	1,5	0,5	8	10	267	3,0	1,0
11	8	5,5	6	285	2,0	1,0	10	10	292	3,0	1,0
12	8	5,5	6	311	2,0	1,0	10	10	318	3,0	1,0
13	8	5,5	6	342	2,0	1,0	10	10	349	3,0	1,0
14	8	5,5	6	367	2,0	1,0	10	10	374	3,0	1,0
15	8	5,5	6	393	2,0	1,0	10	10	400	3,0	1,0
16	8	5,5	6	418	2,0	1,0	10	10	425	3,0	1,0
17	8	5,5	6	444	2,0	1,0	10	10	451	3,0	1,0
18	8	5,5	6	469	2,0	1,0	10	10	476	3,0	1,0

Продолжение табл. 175

Дюймовая резьба											
Номинальный диаметр резьбы (в дюм)	Число ниток на 1"	Наружная резьба (в мм)					Внутренняя резьба (в мм)				
		сбег	канавка				сбег	канавка			
			$x$	$f$	$d_2$	$R$		$r$	$y$	$f_1$	$d_3$
1/4	20	2,0	2	4,5	0,5		2,5	3	6,5	0,5	0,5
5/16	18	2,3	3	6,0	1,0	0,5	2,8	3	8,5	1,0	0,5
3/8	16	2,6	3	7,2	1,0	0,5	3,2	4	10,0	1,0	0,5
7/16	14	3,0	4	8,5	1,0	0,5	3,6	4	11,5	1,0	0,5
1/2	12	3,5	4	9,5	1,0	0,5	4,2	5	13,0	1,5	0,5
9/16	12	3,5	4	11,0	1,0	0,5	4,2	5	14,5	1,5	0,5
5/8	11	3,8	4	12,5	1,0	0,5	4,6	5	16,0	1,5	0,5
3/4	10	4,1	5	15,5	1,5	0,5	5,1	6	19,5	1,5	1,0
7/8	9	4,6	5	18,5	1,5	0,5	5,6	6	22,5	1,5	1,0
1	8	5,2	6	21,0	1,5	1,0	6,3	8	26,0	2,0	1,0
1 1/8	7	6,0	8	23,5	2,0	1,0	7,2	8	29,0	2,0	1,0
1 1/4	7	6,0	8	26,5	2,0	1,0	7,2	8	32,0	2,0	1,0
1 3/8	6	7,0	8	29,0	2,0	1,0	8,5	10	35,5	3,0	1,0
1 1/2	6	7,0	8	32,0	2,0	1,0	8,5	10	39,0	3,0	1,0
1 5/8	5	8,4	10	34,0	3,0	1,0	10,1	10	42,0	3,0	1,0
1 3/4	5	8,4	10	37,0	3,0	1,0	10,1	10	45,0	3,0	1,0
1 7/8	4 1/2	9,3	10	40,0	3,0	1,0	11,5	12	48,0	3,0	1,0
2	4 1/2	9,3	10	43,0	3,0	1,0	11,5	12	51,0	3,0	1,0
2 1/4	4	10,5	10	49,0	3,0	1,0	12,5	12	58,0	3,0	1,0
2 1/2	4	10,5	10	55,0	3,0	1,0	12,5	12	64,0	3,0	1,0
2 3/4	3 1/2	12,0	10	60,0	3,0	1,0	14,5	12	71,0	3,0	1,0
3	3 1/2	12,0	10	66,0	3,0	1,0	14,5	12	78,0	3,0	1,0
3 1/4	3 1/4	13,0	12	72,0	3,0	1,0	15,5	12	83,0	3,0	1,0
3 1/2	3 1/4	13,0	12	78,0	3,0	1,0	15,5	12	90,0	3,0	1,0
3 3/4	3	14,0	12	84,0	3,0	1,0	17,0	12	96,0	3,0	1,0
4	3	14,0	12	90,0	3,0	1,0	17,0	12	103,0	3,0	1,0

*Примечание.* Диаметры канавок во всех случаях, когда нет необходимости в большой точности, выполняются с отклонением, соответствующим  $C_5$  для  $d_2$  и  $A_7$  для  $d_3$ .

### 3. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ НАРЕЗАНИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ РЕЗЦАМИ

**Установка резцов.** Для получения правильного профиля резьбовой нарезки необходимо, чтобы режущие кромки резца были установлены точно по линии центров станка и чтобы средняя линия профиля резца была перпендикулярна оси детали. При нарезании резьб с углом подъема  $\phi$  больше  $2^\circ$  необходимо установить резец так, чтобы его передняя поверхность была перпендикулярна боковым сторонам профиля нарезки, т. е. наклонена на угол, равный углу подъема резьбы. Приближенные значения углов подъема треугольной резьбы даны в табл. 176.

Таблица 176

Приближенные значения углов подъема по среднему диаметру резьбы

Обозначение резьбы	Угол подъема (в $^\circ$ ) (округленно)	Обозначение резьбы	Угол подъема (в $^\circ$ ) (округленно)	Обозначение резьбы	Угол подъема (в $^\circ$ ) (округленно)
M1×0,25	$5\frac{1}{2}$	M24×3,0	$2\frac{1}{2}$	M10×1,0	2
M1,2×0,25	$4\frac{1}{2}$	M27×3,0	$2\frac{1}{4}$	M12×1,25	2
M1,4×0,3	$4\frac{1}{2}$	M30×3,5	$2\frac{1}{4}$	M14×1,5	2
M1,7×0,35	$4\frac{1}{4}$	M36×4,0	$2\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{16}$ "	$4\frac{3}{4}$
M2×0,4	$4\frac{1}{4}$	M42×4,5	2	$1\frac{1}{4}$ "	$4\frac{1}{4}$
M2,3×0,4	$3\frac{1}{2}$	M48×5,0	2	$5\frac{1}{16}$ "	$3\frac{3}{4}$
M2,6×0,45	$3\frac{1}{2}$	M57×5,5	2	$3\frac{1}{8}$ "	$3\frac{1}{2}$
M3×0,5	$3\frac{1}{2}$	M1×0,2	$4\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$ "	$3\frac{1}{2}$
M4×0,7	$3\frac{1}{2}$	M1,2×0,2	$3\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{8}$ "	3
M5×0,8	$3\frac{1}{4}$	M1,4×0,2	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{4}$ "	$2\frac{3}{4}$
M6×1,0	$3\frac{1}{2}$	M1,7×0,2	$2\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{8}$ "	$2\frac{1}{2}$
M8×1,25	$3\frac{1}{4}$	M2×0,25	$2\frac{1}{2}$	1"	$2\frac{1}{2}$
M10×1,5	3	M2,3×0,25	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$ "	$2\frac{1}{2}$
M11×1,5	$2\frac{3}{4}$	M2,6×0,35	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$ "	$2\frac{1}{4}$
M12×1,75	3	M3×0,35	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$ "	$2\frac{1}{4}$
M14×2,0	$2\frac{3}{4}$	M3,5×0,35	2	$1\frac{3}{4}$ "	$2\frac{1}{4}$
M16×2,0	$2\frac{1}{2}$	M4×0,5	$2\frac{1}{2}$	2"	$2\frac{1}{4}$
M18×2,5	$2\frac{3}{4}$	M5×0,5	2	$2\frac{1}{4}$ "	$2\frac{1}{4}$
M20×2,5	$2\frac{1}{2}$	M6×0,75	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$ "	2
M22×2,5	$2\frac{1}{4}$	M8×1,0	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$ "	2

**Примечание.** Углы подъема резьб меньше  $2^\circ$  не включены в эту таблицу и при установке резца ими можно пренебречь.

Установка резца по профилю производится с помощью шаблонов (рис. 161). При нарезании более точных резьб проверка установки резца на станке осуществляется посредством специальной лупы (рис. 162, а). Основание 4 лупы имеет вырез 3, которым она накладывается на обточенную поверхность нарезаемой детали. Для установки лупы в рабочее положение в центрах станка до закрепления детали можно использовать имеющиеся в основании лупы центровые отверстия. В этом случае нет надобности поддерживать лупу рукой.

Для проверки профиля резца и его положения при нарезании внутренней резьбы освобождают винт 1, вынимают держатель 2 вместе с трубой 5 из основания 4 и заменяют его оправкой с коническим хвостовиком. Оправку

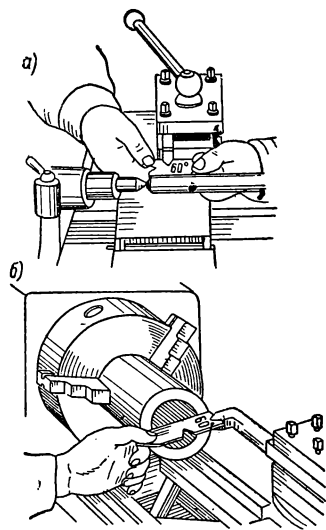


Рис. 161. Установка резьбового резца по шаблону: а — для нарезания наружной резьбы; б — для нарезания внутренней резьбы.

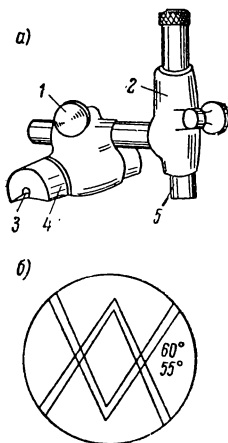


Рис. 162. Установка резьбового резца с помощью специальной лупы.



Рис. 163. Правильная и неправильная установка резца по профилю резьбы.

вставляют в коническое гнездо скалки задней бабки, после чего производят проверку установки резца и его профиля.

В трубе 5 имеется стеклянная пластинка (рис. 162, б), на которой нанесены линии, отмечающие углы 60 и 55°. Углы, обращенные вершинами вверх, служат для проверки профиля и установки резца, предназначенного для нарезания наружной резьбы, а обращенные вниз — внутренней.

Точная установка резца будет достигнута тогда, когда угловые риски, видимые в окуляре лупы, совпадут с изображением профиля резца или стороны их будут параллельны (рис. 163). В противном случае профиль резьбовой нарезки получится искаженным.

**Перемещение резца перед рабочим проходом.** Существует несколько приемов углубления резьбового резца в винтовую канавку перед рабочим проходом.

**Первый метод** (наиболее распространенный) характеризуется тем, что после каждого прохода резец подается в поперечном направлении на глубину перпендикулярно к оси нарезаемого винта. При этом в целях облегчения схода стружки и повышения стойкости резца при черновых проходах кроме перемещения в поперечном направлении производят небольшие перемещения верх-

ним суппортом и в осевом направлении, как это схематически показано на рис. 164.

В табл. 177 приведены величины этих перемещений. При перемещениях в поперечном направлении большие величины применяются при первых про-

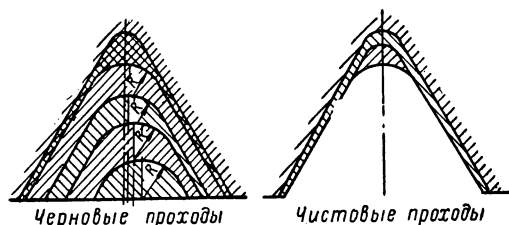


Рис. 164. Схема нарезания треугольной резьбы.

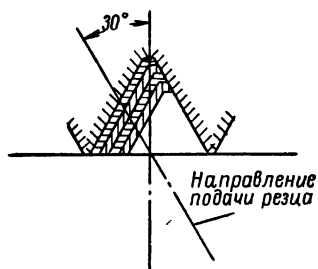


Рис. 165. Схема нарезания треугольной резьбы при подаче резца под углом к радиусу детали.

ходах, а меньшие — при последних. При перемещениях в осевом направлении большие величины используются при большем шаге резьбы, а меньшие — при меньшем.

Таблица 177

Рекомендуемые величины перемещений резца (в мм)

Проходы	В поперечном направлении	В осевом направлении
Черновые .	0,7—0,4	0,15—0,10
Чистовые .	0,4—0,25	—

*Примечание.* Первые проходы делают с большим поперечным перемещением резца, а последующие — с постепенным его уменьшением.

При *втором методе* резец подается не перпендикулярно к оси нарезаемого вича, а под углом, равным половине угла профиля резьбы (рис. 165).

Вторым методом обычно пользуются при нарезании резьбы на деталях из легированных и вязких сталей, когда условия образования и схода стружки становятся неблагоприятными.

Установка резбового резца относительно обрабатываемой детали при нарезании резьбы по этому методу показана на рис. 166.

На рис. 166, а приведено положение прямого резца с прямой главной режу-

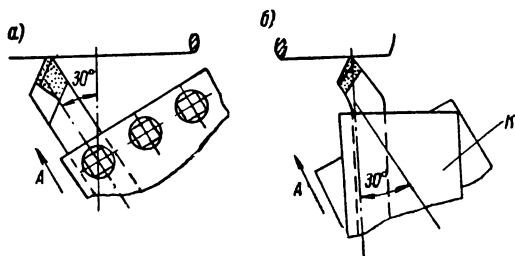


Рис. 166. Нарезание резьбы при подаче резца под углом к оси детали, равным половине угла профиля резьбы.



шей кромкой, заточенной под углом  $30^\circ$  к его оси. Резец устанавливается в резцедержателе верхних салазок суппорта, повернутых (от исходного положения) на угол, равный половине угла профиля резьбы, и подается на глубину в направлении, показанном стрелкой А.

На рис. 166, б представлен правый отогнутый резец, при пользовании которым резцедержатель К устанавливается прямо (как при обычном точении) и подается в том же направлении, что и в предыдущем случае (по стрелке А)

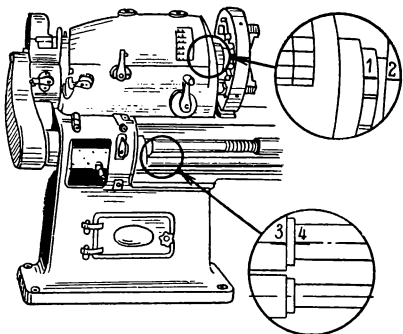


Рис. 167. Настройка станка на исходное положение при нарезании резьбы способом отметок.

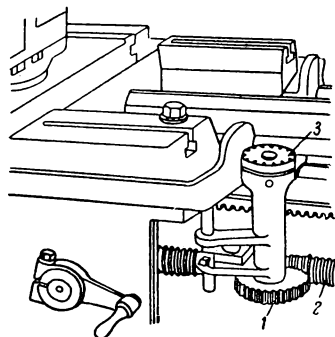


Рис. 168. Резьбоуказатель.

Преимущество такой установки заключается в том, что резец имеет малый вылет и, следовательно, более высокую жесткость и виброустойчивость.

**Попадание резца в резьбовую канавку при повторных проходах.** При нарезании четных резьб (когда величина шага ходового винта без остатка делится на величину шага нарезаемой резьбы) попадание резца в резьбовую канавку обеспечивается включением маточной гайки в любом месте по длине ходового винта.

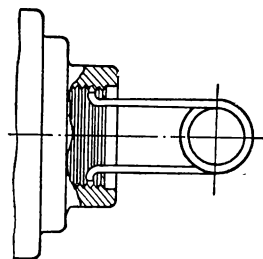


Рис. 169. Прочистка внутренней резьбы от заусенцев.

При нарезании нечетных резьб для попадания резца в резьбовую канавку пользуются двумя способами.

**Способ отметок** состоит в том, что, приступая к нарезанию резьбы, токарь точно отмечает с помощью упора или меловой риски исходное положение суппорта, а также положение, которое при этом занимали шпиндель и ходовой винт (см. риски 1—2 и 3—4 на рис. 167). В начале каждого нового хода суппорт, шпиндель и ходовой винт приводят к исходному положению.

**С помощью резьбоуказателя** начальное положение нарезания резьбы можно найти значительно быстрее. Резьбоуказатель закреплен на каретке суппорта и перемещается вместе с ним (рис. 168). Червячное колесо 1, находясь в зацеплении с ходовым винтом 2, получает от него вращение и перемещает вертикальный валик с циферблатом 3.

При первом проходе резца замечают деление циферблата, при котором была включена маточная гайка. При следующих проходах маточную гайку включают тогда, когда это деление совпадает с риской на каретке суппорта.

Чтобы можно было пользоваться резьбоуказателем, должно быть выполнено одно из следующих двух условий:

1. При нарезании миллиметровых резьб произведение шага ходового винта на число зубьев  $z$  червячного колеса 1 должно без остатка делиться на

шаг нарезаемой резьбы. Например, при шаге ходового винта 4 мм и  $z = 15$  этому условию удовлетворяют резьбы с шагом в 1, 1,25, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,75, 4, 5, 6, 7,5, 10, 12, 15, 20, 30 и 60 мм.

2. При нарезании дюймовых резьб произведение числа ниток на 1" нарезаемой резьбы на число зубьев  $z$  должно без остатка делиться на число ниток на 1" ходового винта. Например, при ходовом винте с 6 нитками на 1" и  $z = 12$  этому условию удовлетворяют все резьбы с числом ниток на 1" 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4 и т. д. Во всех остальных случаях следует вести работу, не выключая маточной гайки, т. е. прибегать к реверсированию шпинделя.

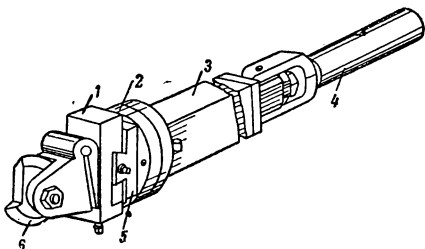
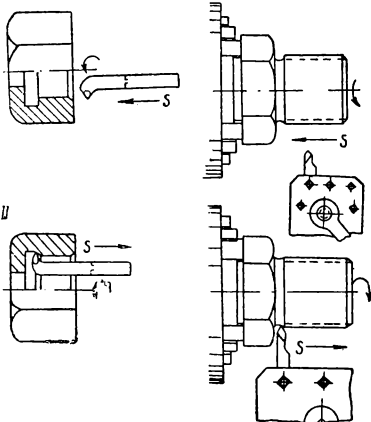
**Очистка резьбы от заусенцев.** Для быстрой и качественной очистки резьбовых деталей из вязких металлов от заусенцев используют медную проволоку с концами, заточенными по форме резьбовой канавки. При прочистке резьбового отверстия (рис. 169) проволока пружинит, прижимается концами к резьбе и хорошо очищает ее.

О настройке станка для нарезания многозаходных резьб см. табл. 201.

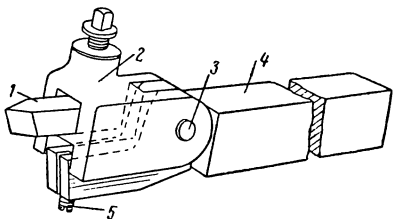
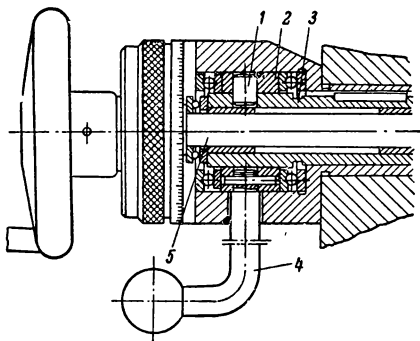
Таблица 178

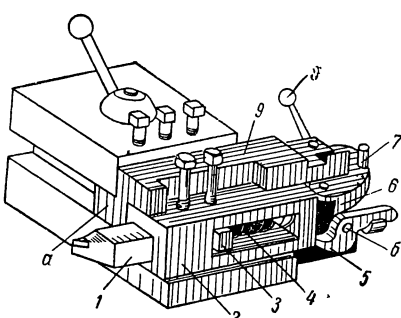
**Основные направления совершенствования процесса нарезания резьбы (опыт новаторов производства)**

Эскиз	Описание процессов
<p>Sketch I: A cross-section of a thread. The top width is 3. The height of the thread is 1.5. The width of the thread at the base is 1.5. The width of the thread at the top is 5.5. The width of the thread at the base is 5.5. The angles are 59°30', 65°, and 75°.</p> <p>Sketch II: A cross-section of a thread. The top width is 2a. The height of the thread is a. The width of the thread at the base is a. The angles are 70°, 65°, and 59°.</p>	<p><b>Уменьшение числа проходов</b></p> <p>Неточные резьбы на ответственных деталях часто нарезают при значительно меньшем числе проходов, чем это предусмотрено по нормативным данным.</p> <p>Уменьшение числа проходов обычно достигается благодаря применению не одного, а двух или даже трех резцов.</p> <p>Так, токарь И. А. Копытов нарезает резьбу М16×1,5 на тракторных болтах с помощью двух спаренных резцов: черного 1 с углом профиля 67—75° и чистового 2 (поз. I), смещенных в радиальном направлении на некоторую величину <math>a</math>.</p> <p>За один проход нарезает резьбу и новатор В. М. Бирюков, применивший державку с тремя резцами: черным 1, получистовым 2 и чистовым 3 (поз. II), также смещенными в радиальном направлении.</p> <p>Токарь-новатор В. К. Семиинский для нарезания резьбы в гайках использует специальный блок, в котором смонтированы четыре резьбовых резца и один расточной, растачивающий отверстие под нарезание. Установка резцов со смещением в радиальном направлении осуществляется с помощью индикаторного устройства.</p>

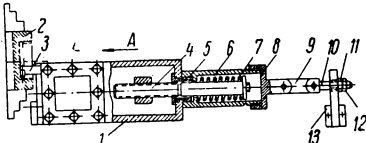
Эскиз	Описание процессов
	<p>Использование обратного хода суппорта для нарезания резьбы</p> <p>Специальный резцедержатель (предложение В. Н. Сторонкина) состоит из корпуса 3, в отверстии которого расположена длинная втулка с фланцем 2. Через втулку проходит стержень 4. На его левом конце смонтирована головка 5 с призматическими направляющими. По направляющим перемещается пружинная державка 1 с дисковым резьбовым резцом 6</p> <p>В конце прохода, повернув рукоятку стержня 4, перемещают на <math>180^\circ</math> резец 6, подготовив его, таким образом, к нарезанию резьбы при обратном ходе. Точность поворота обеспечивается фиксатором, расположенным в корпусе 3</p> <p>Чтобы устранить влияние мертвого хода винта, резец 6 вместе с державкой 1 устанавливается по отношению к оси стержня 4 с эксцентрицитетом, равным величине мертвого хода</p>
	<p>Изменение направления подачи при нарезании резьбы в упор</p> <p>При скоростном нарезании резьбы в упор на станках, не снабженных автоматическими остановами, прибегают к изменению направления подачи, при этом резьбу нарезают не по схемам, показанным в поз. I, а перевернутыми резцами при левом вращении шпинделя (поз. II)</p> <p>Такая схема нарезания резьбы исключает брак детали и возможность поломки резца из-за того, что токарь не успел своевременно вывести резец</p>

Продолжение табл. 178

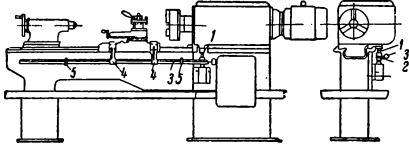
Эскиз	Описание процессов
	<p style="text-align: center;"><b>Применение приспособлений для ускоренного отвода резьбового резца</b></p> <p>Державка с откидной головкой состоит из корпуса 4, на оси 3 которого шарнирно закреплена откидная головка 2 с резцом 1. Винт 5 служит для регулировки резца при установке его по центру.</p> <p>При пользовании этой державкой в конце каждого прохода токарь поднимает головку 2, подает суппорт по лимбу (или по упору), отводит суппорт в исходное положение и вновь опускает головку для следующего прохода.</p>
	<p>При модернизации токарных станков их иногда снабжают механизмом для ускоренного отвода поперечных салазок суппорта.</p> <p>В этом случае винт 5 поперечной подачи суппорта установлен во втулке 3, а его продольные перемещения относительно втулки 3 ограничиваются двумя упорными подшипниками.</p> <p>Для отвода и подвода поперечного суппорта втулка 3 может перемещаться вместе с винтом 5 в осевом направлении, что осуществляется поворотом кольца 2 рукояткой 4. В кольцо 2 закреплён палец 1, который входит в криволинейный (винтовой) паз втулки 3. При повороте кольца 2 палец 1, двигаясь по криволинейному пазу, перемещает втулку вместе с винтом 5.</p>

Эскиз	Описание процессов
	<p style="text-align: center;"><b>Автоматизация процесса нарезания резьбы</b></p> <p>Приспособление для автоматического отвода резца (конструкции В. Н. Трутнева) состоит из корпуса 9, боковой выступ <i>a</i> которого закрепляется в резцедержателе токарного станка. В корпусе расположен ползун-державка 2 с резцом 1. К упору 3 прилегает сильная пружина 4</p> <p>На направляющих станины станка справа и слева от каретки суппорта установлены упоры с роликами, ограничивающие ход суппорта с резцом. При рабочем перемещении суппорта ролик упора нажимает на запорный рычаг и поворачивает его вокруг оси <i>b</i> так, что конец его левого плеча опускается вниз и выходит из контакта с державкой 2. В этот момент под действием пружины 4 державка отходит и выводит резец из резьбовой канавки. После этого резец устанавливается по лимбу на нужную глубину для следующего прохода. Затем поворачивают рукоятку 8 так, что рычаг-досылатель 6, преодолевая сопротивление пружины 4, быстро перемещает ползун 2 с резцом в рабочее положение. В это время плоская пружина, расположенная в нижней части корпуса 9, поднимает левое плечо рычага 5 и приводит его в контакт с державкой 2, фиксируя механизм в рабочем положении</p> <p>Перевод резца в рабочее положение может происходить и автоматически. При движении каретки суппорта слева направо упор нажимает на штифт 7, который приводит в движение рычаг-досылатель 6 и ставит механизм в рабочее положение</p>

Продолжение табл. 178

Эскиз	Описание процессов
	<p>Приспособление, служащее для остановки движения резца в конце прохода при скоростном нарезании наружных и внутренних резьб в упор (предложение В. К. Семинского), монтируется в верхних салазках 1 суппорта. Оно состоит из специального винта 4, ввинченного в гайку салазок верхнего суппорта, втулки 5, стакана 6, пружины 7, крышки 8 с шарнирами 9, тяги 10, гайки 11 и контргайки 12.</p> <p>При настройке установленный в резцедержателе резьбовой резец 3 подводится вплотную к упорной стенке (донышку) обрабатываемой детали 2. В этом положении гайка 11 упирается в закрепленный на станине кронштейн-упор 13.</p> <p>В процессе нарезания резьбы суппорт с резцом движется в направлении стрелки А до тех пор, пока заранее отрегулированная гайка 11 не упрется в кронштейн-упор 13.</p> <p>В этот момент тяга 10, соединенная со втулкой 5 и стаканом 6 посредством шарнира 9 и крышки 8, останавливает дальнейшее движение верхних салазок 1 суппорта, связанных со втулкой 5.</p> <p>Каретка суппорта будет еще продолжать двигаться, а резец остановится, и в это время токарь переключает рукоятку фрикциона, изменяя направление вращения шпинделя, или выключает маточную гайку, чтобы перевести суппорт в исходное положение для следующего прохода.</p>

Продолжение табл. 178

Эскиз	Описание процессов
	<p>Модернизация токарного станка для автоматизации процесса нарезания резьбы по предложению токаря-новатора Г. С. Нежевенко может быть весьма эффективной при нарезании резьбы на гладких деталях, а также при наличии на нарезаемой детали значительных по длине канавок для выхода резьбы</p> <p>При такой модернизации на вертикальном валике 1, выходящем из коробки скоростей и управляющем переключением фрикционных муфт привода шпинделя, устанавливается зубчатый сектор 2. Сектор сцепляется с зубчатой рейкой, расположенной на конце штанги 3 и проходящей через отверстия в кронштейнах 4, связанных с суппортом. На штанге 3 установлены два стопорных кольца-упора 5, отрегулированных на определенную длину нарезаемой резьбы</p> <p>При выходе резца в канавку кронштейн 4, нажимая на стопорное кольцо 5, передвигает штангу 3, зубчатая рейка которой заставляет поворачиваться сектор 2 и связанный с ним валик 1. При повороте валика происходит переключение фрикционной муфты и реверсирование шпинделя. Отвод резца при обратном ходе суппорта осуществляется вручную</p>

#### 4. РЕЖИМЫ ПРИ РЕЗЬБОНАРЕЗАНИИ РЕЗЦАМИ

В табл. 179 и 180 приводятся значения рекомендуемых чисел проходов и скоростей резания при нарезании треугольных резьб резцами из быстрорежущей стали Р9, а в табл. 181 и 182—резцами с твердосплавными пластинами марки Т15К6.

**Число проходов при нарезании резьб 3-го класса точности  
резьбовыми резцами из быстрорежущей стали Р9**

Шаг резьбы (в мм)	Число ниток на 1"	Нарезание наружной резьбы						Нарезание внутренней резьбы					
		Обрабатываемый материал											
		конст- рукци- онные стали		легиро- ванные стали и стальное литье		чугун, бронза, латунь		конст- рукци- онные стали		легиро- ванные стали и стальное литье		чугун, бронза, латунь	
		число проходов											
		черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых
1,25—1,5	12—14	4	2	5	3	4	2	5	3	6	4	5	3
1,75	10—11	5	3	6	4	5	3	6	3	7	4	6	3
2,0—3,0	7—9	6	3	7	4	6	3	7	4	9	5	7	3
3,5—4,5	4—5	7	4	9	5	6	3	9	4	11	6	7	3
5—5,5	3,5	8	4	10	5	6	4	10	5	12	7	8	4
6,0	3	9	4	12	5	6	4	12	5	15	7	8	5

**Скорости резания при нарезании резьб 3-го класса точности  
резьбовыми резцами из быстрорежущей стали Р9 с охлаждением  
на деталях из конструкционной стали**

Шаг резьбы (в мм) . . . . .	до 2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	
Число ниток на 1" . . . . .	до 10	8	7	6	5	4	
Скорость резания $v$ (в м/мин) при проходах	<div><div>черновых . . . . .</div><div>чистовых . . . . .</div><div>зачистных . . . . .</div></div>	<div><div>37</div><div>65</div><div>4</div></div>	<div><div>31</div><div>56</div><div>4</div></div>	<div><div>29</div><div>50</div><div>4</div></div>	<div><div>27</div><div>48</div><div>4</div></div>	<div><div>24</div><div>42</div><div>4</div></div>	<div><div>22</div><div>37</div><div>4</div></div>
<p><i>Примечание.</i> При нарезании внутренних резьб выбранное по табл. 180 значение скорости резания нужно уменьшать на 20%, т. е. умножить на коэффициент 0,8. Точно так же нужно умножать на 0,8 значение скорости резания при нарезании резьб на деталях из легированных сталей.</p>							



Таблица 181

Число проходов при нарезании (на проход) резьбы 2-го класса точности с шероховатостью 7—8-го классов; материал деталей — незакаленная сталь конструкционная, углеродистая, хромистая и хромоникелевая; резцы с пластинками из сплава T15K6; работа без охлаждения

Резьба метрическая						
Шаг резьбы (в мм)		2	3	4	5	6
Число проходов	} черновых чистовых . . . . .	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7
		1	2	2	2	2
Резьба дюймовая						
Число ниток на 1"		12	8	6	4	3
Число проходов	} черновых . чистовых .	2—3	3—4	4—5	6—7	8—10
		2	3	3	3	3

Таблица 182

Скорости резания при нарезании (на проход) резьбы 2-го класса точности с шероховатостью 7—8-го классов; материал деталей — незакаленная сталь конструкционная, углеродистая, хромистая и хромоникелевая; резцы с пластинками из сплава T15K6; работа без охлаждения

Резьба метрическая						
Шаг резьбы (в мм)		2	3	4	5	6
Характеристика материала		Скорость резания $v$ (в м/мин)				
предел прочности $\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	твердость по Бринеллю $H_B$					
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	98

Продолжение табл. 182

Резьба дюймовая						
Число ниток на 1"		12	8	6	4	3
Характеристика материала						
предел прочности $\sigma_B$ (в кг.мм <sup>2</sup> )	твердость по Бринеллю $H_B$	Скорость резания $v$ (в м/мин)				
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

Приводимые в табл. 181 и 182 режимы даны для нарезания на проход наружных резьб. При нарезании внутренних резьб выбранное по таблицам значение скорости резания нужно умножить на 0,8, а число проходов увеличивать на один проход для коротких резьб и на один-два прохода — для длинных резьб.

Кроме того, следует обращать внимание на условия, при которых могут применяться табличные режимы резания (материал детали, марка твердого сплава и т. п.) (см. табл. 181 и 182). Скорости резания рассчитаны на стойкость резца в 30 мин. Если по условиям производства принимается иной период стойкости резца, то для определения скорости резания табличную скорость необходимо умножать на соответствующий поправочный коэффициент, взятый из табл. 183.

Таблица 183

**Поправочные коэффициенты на скорость резания  
в зависимости от периода стойкости резца**

Период стойкости резца (в мин.) . . . . .	5	10	20	30	45	60	90
Значение поправочного коэффициента $k_{T_v}$ . . . . .	1,43	1,25	1,08	1,0	0,92	0,87	0,8

Режимы, рекомендуемые при нарезании резьбы быстрорежущими резцами на деталях из жаростойких сталей, приведены в табл. 184.

Таблица 184

## Режимы резания при нарезании резьбы быстрорежущими резцами на деталях из жаростойких сталей

Шаг резьбы $s$ (в мм)		1	2	3	4	5	6						
Число проходов	черновых	4—6	5—8	7—10	11—16	13—20	15—25						
	чистовых	2	3	3	4	4	4						
Характеристика материала		Скорость резания $v$ (в м/мин)											
марка стали	$\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )												
1X18H9T	59	15,0	—	15,5	—	16	—	17,5	—	18,0	—	18,0	—
ЭИ448	59	15,0	—	15,5	—	16	—	17,5	—	18,0	—	18,0	—
1X14H14B2M	63	8,5	—	9,0	—	9	—	10,0	—	10,5	—	10,5	—
ЭИ437	120	—	3	—	3,1	—	3,2	—	3,5	—	3,6	—	3,6

**Примечания.**

1. Скорости резания рассчитаны на применение резцов с положительными передними углами. При работе резцами с  $\gamma = 0$  значения скорости резания по таблице нужно умножать на коэффициент 0,8.

2. Табличные значения скорости резания рассчитаны при условии часовой стойкости резца.

3. При использовании твердосплавных резцов табличные скорости резания нужно умножать на коэффициент 4.

4. Приведенные в таблице скорости резания предусматривают работу с охлаждением эмульсией. При нарезании резьбы без применения охлаждения табличные значения скорости резания нужно умножать на 0,7.

**Пример выбора режима резания при нарезании резьбы.** На токарном станке 1А62 требуется нарезать твердосплавным резцом наружную метрическую резьбу 2-го класса точности диаметром 30 мм с шагом  $p = 3,5$  мм. Материал детали — сталь 50;  $\sigma_s = 75$  кг/мм<sup>2</sup>; длина резьбы 10 мм; заданный период стойкости резца  $T = 10$  мин.

1. По табл. 177 устанавливаем величину перемещений резца при черновых проходах: в поперечном направлении — 0,5 мм; в осевом — 0,1 мм; для чистовых проходов в поперечном направлении — 0,25 мм.

2. По табл. 181 определяем число проходов: черновых — 3 и чистовых — 2 (в горизонтальной графе таблицы число черновых проходов равно 3—4; мы выбираем меньшее, так как резьба имеет небольшую длину — 10 мм).

3. По табл. 182 находим значение скорости резания:  $v = 115$  м/мин.

4. Учитывая выбранный период стойкости резца  $T = 10$  мин. и пользуясь данными табл. 183, вводим поправочный коэффициент  $k_{T_v} = 1,25$ .

5. Окончательно определяем скорость резания:  $v = 115 \cdot 1,25 = 144$  м/мин.

6. Находим число оборотов шпинделя в минуту, требуемое для получения указанной скорости:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 144}{3,14 \cdot 30} = 1222 \text{ об/мин.}$$

Принимаем наибольшее число оборотов, которое имеется на станке 1А62:  $n = 1200$  об/мин. (см. стр. 44).

Таблица 185

Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при нарезании резьбы

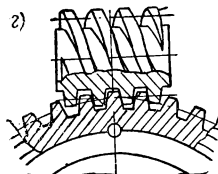
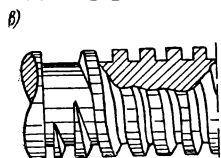
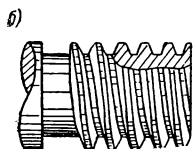
Обрабатываемый материал	Наименование жидкости	Обрабатываемый материал	Наименование жидкости
Стальное литье	Эмульсия	Чугунное литье	Без охлаждения Кердсин
Машиноподелочная и инструментальная стали	Эмульсия Компаундированное масло Сульфифрезол	Бронза	Без охлаждения
		Латунь	Без охлаждения
Легированные стали	Эмульсия	Алюминий	Скипидар Керосин с олеиновой кислотой (3—5%)

## РАЗДЕЛ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ

### РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ, МОДУЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕЗЬБ

#### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ

*Прямоугольная резьба* (рис. 170, а) имеет профиль прямоугольника; глубина профиля равна половине шага резьбы. Такую резьбу называют также *квадратной*, или *ленточной*.



*Трапецеидальная резьба* (рис. 170, б) имеет профиль в виде равнобокой трапеции с углом профиля  $30^\circ$ .

*Упорной* (рис. 170, в) называют резьбу, профиль которой в отличие от обыкновенной трапецеидальной резьбы имеет вид неравнобокой трапеции; угол профиля такой резьбы равен  $33^\circ$ : рабочая (опорная) сторона имеет угол  $3^\circ$ , а холостая —  $30^\circ$ . Упорную резьбу обычно применяют в тех случаях, когда требуется передавать большие осевые усилия в одном направлении.

*Модульной* (рис. 170, г) называют резьбу, шаг которой представляет величину, кратную  $\pi$ . Такую резьбу имеют червяки, сцепляющиеся с червячными колесами.

Если резьба нарезана в виде одной винтовой канавки, то ее называют *однозаходной*. Встречаются резьбы, нарезанные в виде двух, трех и более отдельных винтовых канавок, расположенных на рав-

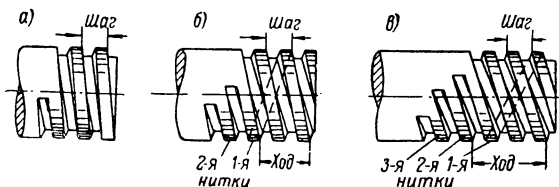


Рис. 170. Типы резьб для передачи движения.

Рис. 171. Одно-, двух- и трехзаходные резьбы.

ных расстояниях одна от другой; такие резьбы называют соответственно *двухзаходными*, *трехзаходными* или *многозаходными*. На рис. 171 показаны одно-, двух- и трехзаходные резьбы.

*Ниткой резьбы* называют выступ нарезки, идущий по одной определенной винтовой линии.

*Ходом резьбы (H)* называют расстояние, измеренное вдоль оси между соседними вершинами или впадинами резьбы одной и той же нитки. *Шагом резьбы* называется расстояние между одноименными точками двух рядом лежащих витков, измеренное вдоль оси резьбы. Как видно из рис. 171, *a*, у однозаходной резьбы шаг и ход одинаковы, а у многозаходных резьб (рис. 171, *б* и *в*) шаг и ход различны.

Ход резьбы всегда равен шагу, умноженному на число заходов резьбы ( $z_1$ ):

$$H = s \cdot z_1. \quad (53)$$

Чтобы узнать, сколько заходов имеет резьба, нужно сосчитать число концов ниток на торце винта или гайки.

## 2. РАЗМЕРЫ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Трапецидальные резьбы подразделяются на крупные, нормальные и мелкие. Все они имеют трапецидальный профиль, образованный прямыми линиями, с углом  $30^\circ$  (рис. 172).

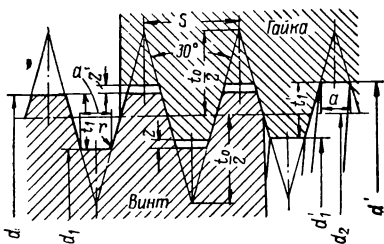


Рис. 172. Профиль трапецидальной резьбы.

Между отдельными параметрами трапецидальной резьбы существуют следующие зависимости:

$$t_0 = 1,866 s; \quad d_2 = d - 0,5 \cdot s;$$

$$t_1 = t'_1 = 0,5 s + z; \quad d_1 = d - 2t;$$

$$d' = d + 2z';$$

$$z' = z, \quad d_1 = d - s.$$

Размеры всех трапецидальных резьб для диаметров от 10 до 300 мм приведены в табл. 187.

*Примеры обозначения трапецидальных резьб на чертежах:*

резьба диаметром 50 мм с шагом 8 мм — ТРАП 50 × 8;

резьба левая диаметром 70 мм с шагом 12 мм и ходом  $3 \times 12 = 36$  мм — ТРАП 70 × (3 × 12) левая;

резьба правая диаметром 40 мм с шагом 3 мм — ТРАП 40 × 3.

Таблица 186

Размеры профиля трапецидальной резьбы (в мм) (рис. 172)

Шаг резьбы $s$	Глубина резьбы $t_1 = t'_1$	Радиус $r$	Ширина впадины $a$	Шаг резьбы $s$	Глубина резьбы $t_1 = t'_1$	Радиус $r$	Ширина впадины $a$
2	1,25	0,25	0,598	12	6,5	0,25	4,125
3	1,75	0,25	0,964	16	9	0,5	5,321
4	2,25	0,25	1,330	20	11	0,5	6,786
5	3	0,25	1,562	24	13	0,5	8,250
6	3,5	0,25	1,928	32	17	0,5	11,179
8	4,5	0,25	2,661	40	21	0,5	14,108
10	5,5	0,25	3,393				

Таблица 187

Размеры (в мм) трапецеидальной резьбы для диаметров от 10 до 300 мм

Болт		Болт и гайка		Гайка		Болт		Болт и гайка		Гайка	
диаметр резьбы		средний диаметр резьбы $d_3$	шаг резьбы $s$	диаметр резьбы		диаметр резьбы		средний диаметр резьбы $d_2$	шаг резьбы $s$	диаметр резьбы	
наружный $d$	внутренний $d_1$			наружный $d'$	внутренний $d'_1$	наружный $d$	внутренний $d_1$			наружный $d'$	внутренний $d'_1$
Резьба трапецеидальная одноходовая мелкая											
10	7,5	9	2	10,5	8	85	79	82,5	5	86	80
12	9,5	11	2	12,5	10	90	84	87,5	5	91	85
14	11,5	13	2	14,5	12	95	89	92,5	5	96	90
16	13,5	15	2	16,5	14	100	94	97,5	5	101	95
18	15,5	17	2	18,5	16	110	104	107,5	5	111	105
20	17,5	19	2	20,5	18	120	113	117	6	121	114
22	19,5	21	2	22,5	20	130	123	127	6	131	124
24	21,5	23	2	24,5	22	140	133	137	6	141	134
26	23,5	25	2	26,5	24	150	143	147	6	151	144
28	25,5	27	2	28,5	26	160	151	156	8	161	152
30	26,5	28,5	3	30,5	27	170	161	166	8	171	162
32	28,5	30,5	3	32,5	29	180	171	176	8	181	172
36	32,5	34,5	3	36,5	33	190	181	186	8	191	182
40	36,5	38,5	3	40,5	37	200	189	195	10	201	190
44	40,5	42,5	3	44,5	41	210	199	205	10	211	200
48	44,5	46,5	3	48,5	45	220	209	215	10	221	210
50	46,5	48,5	3	50,5	47	230	219	225	10	231	220
52	48,5	50,5	3	52,5	49	240	227	234	12	241	228
55	51,5	53,5	3	55,5	52	250	237	244	12	251	238
60	56,5	58,5	3	60,5	57	260	247	254	12	261	248
65	60,5	63	4	65,5	61	270	257	264	12	271	258
70	65,5	68	4	70,5	66	280	267	274	12	281	268
75	70,5	73	4	75,5	71	290	277	284	12	291	278
80	75,5	78	4	80,5	76	300	287	294	12	301	288
Резьба трапецеидальная одноходовая нормальная											
10	6,5	8,5	3	10,5	7	14	10,5	12,5	3	14,5	11
12	8,5	10,5	3	12,5	9	16	11,5	14	4	16,5	12

Продолжение табл. 187

Болт		Болт и гайка		Гайка		Болт		Болт и гайка		Гайка	
диаметр резьбы		средний диаметр резьбы $d_2$	шаг резьбы $s$	диаметр резьбы		диаметр резьбы		средний диаметр резьбы $d_2$	шаг резьбы $s$	диаметр резьбы	
наружный $d$	внутренний $d_1$			наружный $d'$	внутренний $d'_1$	наружный $d$	внутренний $d_1$			наружный $d'$	внутренний $d'_1$
18	13,5	16	4	18,5	14	95	82	89	12	96	83
20	15,5	18	4	20,5	16	100	87	94	12	101	88
22	16	19,5	5	23	17	110	97	104	12	111	98
24	18	21,5	5	25	19	120	102	112	16	122	104
26	20	23,5	5	27	21	130	112	122	16	132	114
28	22	25,5	5	29	23	140	122	132	16	142	124
30	23	27	6	31	24	150	132	142	16	152	134
32	25	29	6	33	26	160	142	152	16	162	144
36	29	33	6	37	30	170	152	162	16	172	154
40	33	37	6	41	34	180	158	170	20	182	160
44	35	40	8	45	36	190	168	180	20	192	170
48	39	44	8	49	40	200	178	190	20	202	180
50	41	46	8	51	42	210	188	200	20	212	190
52	43	48	8	53	44	220	198	210	20	222	200
55	46	51	8	56	47	230	208	220	20	232	210
60	51	56	8	61	52	240	214	228	24	242	216
65	54	60	10	66	55	250	224	238	24	252	226
70	59	65	10	71	60	260	234	248	24	262	236
75	64	70	10	76	65	270	244	258	24	272	246
80	69	75	10	81	70	280	254	268	24	282	256
85	72	79	12	86	73	290	264	278	24	292	266
90	77	84	12	91	78	300	274	288	24	302	276
Резьба трапецидальная одноходовая крупная											
22	13	18	8	23	14	40	29	35	10	41	30
24	15	20	8	25	16	44	31	38	12	45	32
26	17	22	8	27	18	48	35	42	12	49	36
28	19	24	8	29	20	50	37	44	12	51	38
30	19	25	10	31	20	52	39	46	12	53	40
32	21	27	10	33	22	55	42	49	12	56	43
36	25	31	10	37	26	60	47	54	12	61	48



Продолжение табл. 187

Болт		Болт и гайка		Гайка		Болт		Болт и гайка		Гайка	
диаметр резьбы		средний диаметр резьбы $d_2$	шаг резьбы $s$	диаметр резьбы		диаметр резьбы		средний диаметр резьбы $d_2$	шаг резьбы $s$	диаметр резьбы	
наружный $d$	внутренний $d_1$			наружный $d'$	внутренний $d'_1$	наружный $d$	внутренний $d_1$			наружный $d'$	внутренний $d'_1$
65	47	57	16	67	49	170	144	158	24	172	146
70	52	62	16	72	54	180	146	164	32	182	148
75	57	67	16	77	59	190	156	174	32	192	158
80	62	72	16	82	64	200	166	184	32	202	168
85	63	75	20	87	65	210	176	194	32	212	178
90	68	80	20	92	70	220	186	204	32	222	188
95	73	85	20	97	75	230	196	214	32	232	198
100	78	90	20	102	80	240	198	220	40	242	200
110	88	100	20	112	90	250	208	230	40	252	210
120	94	108	24	122	96	260	218	240	40	262	220
130	104	118	24	132	106	270	228	250	40	272	230
140	114	128	24	142	116	280	238	260	40	282	240
150	124	138	24	152	126	290	248	270	40	292	250
160	134	148	24	162	136	300	258	280	40	302	260

**Примечания.**

1. В случае передачи больших усилий профиль болта у впадины закругляется радиусом  $r$ , причем величины  $r$  являются наибольшими допустимыми.

2. Для многоходовых трапецеидальных резьб применяются те же профили, что и для одноходовых.

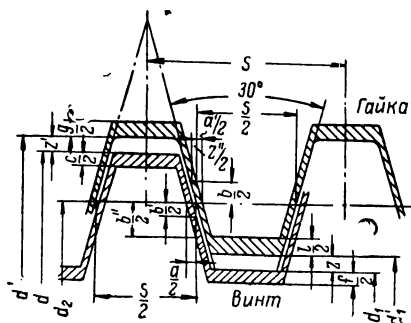


Рис. 173. Схема расположения допусков трапецеидальной резьбы.

### 3. ДОПУСКИ НА ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫЕ РЕЗЬБЫ

Для наружных трапецеидальных резьб установлены три степени точности, обозначаемые буквами  $m$ ,  $p$ , а для внутренних — две степени, обозначаемые буквами  $M$  и  $N$ . Схема расположения допусков приведена на рис. 173.

## Отклонения размеров винта с трапецидальной резьбой (ОСТ ВКС 7714)

Номинальный диаметр резьбы (в мм)	Шаг резьбы s (в мм)	Условное обозначение допусков	Размеры винта (в мм)								
			наружный диаметр $d$	толщина нитки	средний диаметр $d_2$		внутренний диаметр $d_1$				
					Отклонения						
					нижнее — $c$	верхнее	верхнее — $z''$	нижнее — $a$	нижнее — $b''$	верхнее — $b'$	нижнее — $f$
10—16	2	$m$	100	0	9	79	294	34	362	0	
18—28		$n$			9	97	362	34	362		
		$p$			35	123	460	132	460		
		$m$			9	84	314	34	388		
		$n$			9	104	388	34	388		
		$p$			35	130	485	132	485		
	10—14	3	$m$	150	0	10	90	336	37	410	0
30—44	$n$		10			110	410	37	410		
	$p$		42			142	530	158	530		
	$m$		10			105	392	37	465		
	$n$		10			125	465	37	465		
	$p$		42			157	585	158	585		
	46—60		$m$			10	105	392	37	478	
			$n$			10	128	478	37	478	
			$p$			42	160	595	158	595	
	16—20	4	$m$	200	0	12	107	400	45	485	0
$n$	12		130			485	45	485			
$p$	50		168			627	187	627			

Продолжение табл. 188

Номинальный диаметр резьбы (в мм)	Шаг резьбы <i>s</i> (в мм)	Условное обозначение допусков	Размеры винта (в мм)							
			наружный диаметр <i>d</i>		толщина нитки	средний диаметр <i>d</i> <sub>2</sub>		внутренний диаметр <i>d</i> <sub>1</sub>		
			Отклонения							
			нижнее — <i>c</i>	верхнее	верхнее — <i>z</i> ''	нижнее — <i>a</i>	нижнее — <i>b</i> ''	верхнее — <i>b</i> '	нижнее — <i>f</i>	верхнее
62—82	4	<i>m</i>	200	0	12	124	462	45	565	0
		<i>n</i>			12	152	565	45	565	
		<i>p</i>			50	190	710	187	710	
22—28	5	<i>m</i>	250	0	14	124	462	52	565	0
<i>n</i>		14			152	565	52	565		
<i>p</i>		55			193	720	205	720		
85—115		<i>m</i>			14	142	530	52	650	
		<i>n</i>			14	174	650	52	650	
		<i>p</i>			55	215	800	205	800	
30—42	6	<i>m</i>	300	0	15	140	522	56	635	0
<i>n</i>		15			170	635	56	635		
<i>p</i>		60			215	800	234	800		
120—150		<i>m</i>			15	157	585	56	720	
		<i>n</i>			15	193	720	56	720	
		<i>p</i>			60	238	885	234	885	
22—28	8	<i>m</i>	400	0	18	158	590	67	720	0
		<i>n</i>			18	193	720	67	720	
		<i>p</i>			72	247	920	268	920	

Продолжение табл. 188

Номинальный диаметр резьбы (в мм)	Шаг резьбы $s$ (в мм)	Условное обозначение допусков	Размеры винта (в мм)							
			наружный диаметр $d$		толщина нитки	средний диаметр $d_2$		внутренний диаметр $d_1$		
			Отклонения							
			нижнее — $c$	верхнее	верхнее — $z''$	нижнее — $a$	нижнее — $b''$	верхнее — $b'$	нижнее — $f$	верхнее
44—60	8	$m$	400	0	18	166	620	67	758	0
		$n$			18	203	758	67	758	
		$p$			72	257	960	268	960	
		$m$			18	183	682	67	830	
155—190		$n$			18	223	830	67	830	
		$p$			72	277	1 032	268	1 032	
30—42	10	$m$	500	0	20	182	680	75	820	0
		$n$			20	220	820	75	820	
		$p$			80	280	1 042	300	1 042	
		$m$			20	190	710	75	865	
62—82		$n$			20	232	865	75	865	
		$p$			80	292	1 090	300	1 090	
		$m$			20	198	738	75	900	
195—230		$n$			20	242	900	75	900	
		$p$			80	302	1 128	300	1 128	
44—60	12	$m$	600	0	22	207	772	82	948	0
		$n$			22	254	948	82	948	
		$p$			88	320	1 190	328	1 190	
		$m$			22	214	800	82	978	
85—115		$n$			22	262	978	82	978	
		$p$			88	328	1 225	328	1 225	

Продолжение табл. 188

Номинальный диаметр резьбы (в мм)	Шаг резьбы s (в мм)	Условное обозначение допусков	Размеры винта (в мм)												
			наружный диаметр d		толщина нитки		средний диаметр d <sub>2</sub>		внутренний диаметр d <sub>1</sub>						
			Отклонения												
			нижнее —c	верхнее	верхнее —z''	нижнее —a	нижнее —b''	верхнее —b'	нижнее —↑	верхнее					
240—300	12	m n p	600	0	22 22 88	224 287 353	835 1 070 1 330	82 82 328	1 070 1 070 1 330	0					
62—82	16	m n p m n p	800	0	25 25 100 25 25 100	247 305 380 260 320 395	920 1 135 1 415 970 1 190 1 470	93 93 372 93 93 372	1 135 1 135 1 415 1 190 1 190 1 470	0					
120—175															
85—115		20			1 000	0	28 28 112 28 28 112	286 350 434 300 368 452	1 068 1 305 1 620 1 120 1 370 1 685	105 105 420 105 105 420	1 305 1 305 1 620 1 370 1 370 1 685	0			
180—230															
120—175							24	1 200	0	30 30 120 30 30 120	330 405 495 340 420 510	1 230 1 520 1 845 1 268 1 565 1 900	112 112 448 112 112 448	1 520 1 520 1 845 1 565 1 565 1 900	0
240—300															

Таблица 189

Отклонения размеров гайки с трапецидальной резьбой  
(ОСТ ВКС 7714)

Номинальный диаметр резьбы (в мм)	Шаг резьбы $s$ (в мм)	Условные обозначения допусков	Размеры гайки (в мм)							
			наружный диаметр $d'$		толщина нитки		средний диаметр $d_2'$		внутренний диаметр $d_1'$	
			Отклонения							
			нижнее	верхнее $+g$	верхнее $+a'$	нижнее	нижнее	верхнее $+b$	верхнее $+e$	нижнее
10—16	2	$M$	0	328	70	0	0	262	100	0
		$N$		328	88			328		
18—28		$M$		355	75			280		
		$N$		355	95			355		
10—14	3	$M$	0	372	80	0	0	295	150	0
		$N$		372	100			372		
30—44		$M$		428	95			355		
		$N$		428	115			428		
46—60		$M$		440	95			355		
		$N$		440	118			440		
16—20	4	$M$	0	440	95	0	0	355	200	0
		$N$		440	118			440		
62—82		$M$		510	112			418		
		$N$		510	140			520		
22—28	5	$M$	0	515	110	0	0	410	250	0
		$N$		515	138			515		
85—115		$M$		595	128			478		
		$N$		595	160			595		

Продолжение табл. 189

Номинальный диаметр резьбы (в мм)	Шаг резьбы <i>s</i> (в мм)	Условное обозначение допусков	Размеры гайки (в мм)							
			наружный диаметр <i>d'</i>		толщина нитки		средний диаметр <i>d</i> <sub>2</sub>		внутренний диаметр <i>d</i> <sub>1</sub>	
			Отклонения							
			нижнее	верхнее + <i>g</i>	верхнее + <i>a'</i>	нижнее	нижнее	верхнее + <i>b</i>	верхнее + <i>e</i>	нижнее
30—42	6	<i>M</i>	0	578	125	0	0	465	300	0
		<i>N</i>		578	155			578		
		<i>M</i>		660	142			530		
120—150		<i>N</i>		660	178			660		
22—28	8	<i>M</i>	0	650	140	0	0	520	400	0
		<i>N</i>		650	175			650		
		<i>M</i>		690	148			550		
44—60		<i>N</i>		690	185			690		
		<i>M</i>		765	165			615		
155—190		<i>N</i>		765	205			765		
30—42	10	<i>M</i>	0	745	162	0	0	605	500	0
		<i>N</i>		745	200			745		
		<i>M</i>		790	170			635		
62—82		<i>N</i>		790	212			790		
		<i>M</i>		825	178			665		
195—230		<i>N</i>		825	222			825		
44—60	12	<i>M</i>	0	865	185	0	0	690	600	0
		<i>N</i>		865	232			865		
		<i>M</i>		895	192			715		
85—115		<i>N</i>		895	240			895		

Продолжение табл. 189

Номинальный диаметр резьбы (в мм)	Шаг резьбы s (в мм)	Условные обозначения допусков	Размеры гайки (в мм)							
			наружный диаметр $d'$		толщина нитки		средний диаметр $d_2'$		внутренний диаметр $d_1'$	
			Отклонения							
			нижнее	верхнее +g	верхнее +a'	нижнее	нижнее	верхнее +b	верхнее +e	нижнее
240—300	12	M	0	985	212	0	0	790	600	0
		N		985	265			985		
62—82	16	M	0	1 040	222	0	0	825	800	0
		N		1 040	280			1 040		
		M		1 100	235			875		
120—175		N		1 100	295			1 100		
85—115	20	M	0	1 200	258	0	0	960	1 000	0
		N		1 200	322			1 200		
		M		1 265	272			1 010		
180—230		N		1 265	340			1 265		
120—175	24	M	0	1 400	300	0	0	1 120	1 200	0
		N		1 400	375			1 400		
		M		1 450	310			1 155		
240—300		N		1 450	390			1 450		

## 4. РАЗМЕРЫ МОДУЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Профиль резьбы червяка обычно трапецидальный (рис. 174, а) с углом  $\epsilon$  при вершине, равным 40 или 30°.<sup>1</sup> Естречаются также червяки, боковые поверхности которых в сечении, проходящем через ось червяка, имеют криволинейный профиль (рис. 174, б).

<sup>1</sup> Размеры профиля трапецидальной резьбы берутся по рис. 172.



Шаг резьбы червяка ( $s$ ) — модульный, т. е. кратный  $\pi$ .  
Модульный шаг выражается такой формулой:

$$s = m \cdot \pi, \quad (54)$$

где  $m$  — модуль — единица измерения шага зубьев шестерен (в том числе и червячных). Модуль равен шагу зубьев шестерни, измеренному по ее делительной окружности и разделенному на  $\pi$ .

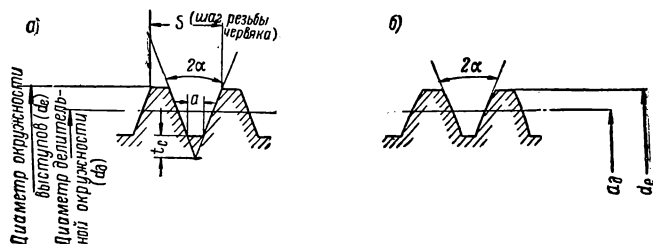


Рис. 174. Профили модульной резьбы.

Кроме приведенной имеются также следующие зависимости между основными параметрами червяка:  
число модулей в диаметре делительной окружности:

$$q = \frac{d_d}{m}; \quad (55)$$

диаметр делительной окружности:

$$d_d = q \cdot m; \quad (56)$$

диаметр окружности выступов:

$$d_e = d_d + 2m; \quad (57)$$

угол подъема резьбы червяка по делительной окружности:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{z_1}{q} \quad (58)$$

или

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{s \cdot z_1}{\pi \cdot d_e}; \quad (59)$$

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{s_x}{\pi \cdot d_e}; \quad (60)$$

Здесь  $z_1$  — число заходов червяка.

Ширина впадины:

$$a = \frac{m(3,14 - 4,4 \operatorname{tg} \alpha)}{2}. \quad (61)$$

Значения  $s_1$ ,  $s_x$ ,  $t_c$  и  $a$  для модулей от 1 до 10 и числа ходов от 1 до 5 приведены в табл. 190.

Таблица 190

## Размеры модульной резьбы (в мм)

Модуль	Шаг резьбы	Число заходов резьбы					Размеры профиля резьбы (см. рис. 174)			
		1	2	3	4	5	$\epsilon = 40^\circ$		$\epsilon = 30^\circ$	
		Ход резьбы					$t_c$	$a$	$t_c$	$a$
1,00	3,140	3,140	6,280	9,420	12,560	15,700	1,057	0,769	1,830	0,981
1,25	3,925	3,925	7,850	11,775	15,700	19,625	1,321	0,962	2,287	1,226
1,50	4,710	4,710	9,420	14,130	18,840	23,550	1,585	1,154	2,744	1,471
1,75	5,495	5,495	10,990	16,485	21,980	27,475	1,849	1,346	3,202	1,716
2,00	6,280	6,280	12,560	18,840	25,120	31,400	2,114	1,538	3,659	1,961
2,25	7,065	7,065	14,130	21,195	28,260	35,325	2,378	1,731	4,117	2,205
2,50	7,850	7,850	15,700	23,550	31,400	39,250	2,642	1,923	4,574	2,452
2,75	8,635	8,635	17,270	25,905	34,540	43,175	2,906	2,115	5,031	2,697
3,00	9,420	9,420	18,840	28,260	37,680	47,100	3,170	2,308	5,489	2,942
3,25	10,205	10,205	20,410	30,615	40,820	51,025	3,435	2,500	5,946	3,187
3,50	10,990	10,990	21,980	32,970	43,960	54,950	3,699	2,692	6,404	3,432
3,75	11,775	11,775	23,550	35,325	47,100	58,850	3,963	2,884	6,861	3,677
4,00	12,560	12,560	25,120	37,680	50,240	62,800	4,227	3,077	7,318	3,922
4,25	13,345	13,345	26,690	40,035	53,380	66,725	4,491	3,269	7,776	3,922
4,50	14,130	14,130	28,260	42,390	56,520	70,650	4,756	3,461	8,233	4,413
5,00	15,700	15,700	31,400	47,100	62,800	78,500	5,284	3,846	9,148	4,903
5,50	17,270	17,270	34,540	51,810	69,080	86,350	5,812	4,231	10,063	5,393
6,00	18,840	18,840	37,680	56,520	75,360	94,200	6,341	4,615	10,978	5,884
6,50	20,410	20,410	40,820	61,230	81,640	102,050	6,869	5,000	11,892	6,374
7,00	21,980	21,980	43,960	65,940	87,920	109,900	7,398	5,384	12,807	6,864
8,00	25,120	25,120	50,240	75,360	100,480	125,600	8,454	6,154	14,637	7,845
9,00	28,260	28,260	56,520	84,780	113,040	141,300	9,511	6,923	16,466	8,825
10,00	31,400	31,400	62,800	94,200	125,600	157,000	10,568	7,692	18,296	9,806

## 5. ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ В РАЗМЕРАХ ЧЕРВЯКОВ

В зависимости от точности изготовления червячные пары с цилиндрическим червяком подразделяются на четыре класса точности.

В соответствии с классом точности допускаются следующие отклонения в размерах червяков:

1. Предельное отклонение диаметра окружности выступов  $d_e$  при токарной обработке червяка должно находиться для всех классов точности не ниже  $S_3$  по ОСТ 1013.

2. Допуски на профиль червяка (контроль производится на просвет с помощью шаблонов, устанавливаемых по контрольной риске на окружности выступов, или же при помощи зубомера — см. рис. 191) для 5—9-й степеней точности даны в табл. 191.

Таблица 191

**Допускаемые отклонения профиля червяков  
диаметром от 12 до 400 мм (ГОСТ 3675-56)**

Степени точности	Модуль $m$ (в мм)				
	1—2,5	2,5—6	6—10	10—16	16—30
	Отклонения $\delta_f$ (в мк)				
5	6,5	9	11,5	16	25
6	10,5	14	19	25	40
7	17	22	30	40	60
8	26	36	48	60	100
9	42	55	75	100	160

3. Допускаемые отклонения осевого шага червяков для тех же степеней точности приведены в табл. 192.

Таблица 192

**Допускаемые предельные отклонения осевого шага  
червяков диаметром от 12 до 400 мм (ГОСТ 3675-56)**

(верхнее отклонение указано со знаком +;  
нижнее со знаком —)

Степень точности	Модуль $m$ (в мм)				
	1—2,5	2,5—6	6—10	10—16	16—30
	Допускаемые отклонения (в мк)				
5	$\pm 4,5$	$\pm 5,5$	$\pm 7,5$	$\pm 10$	$\pm 14$
6	$\pm 7$	$\pm 9$	$\pm 11,5$	$\pm 16$	$\pm 22$
7	$\pm 11$	$\pm 14$	$\pm 19$	$\pm 25$	$\pm 36$
8	$\pm 18$	$\pm 22$	$\pm 30$	$\pm 40$	$\pm 55$
9	$\pm 28$	$\pm 36$	$\pm 48$	$\pm 60$	$\pm 90$

4. Допуски на радиальное биение витков червяка для всех модулей от 1 до 30 приведены в табл. 193.

Таблица 193

Допускаемые отклонения на радиальное биение витков червяка (ГОСТ 3675-56)

Степень точности	Диаметры червяков (в мм)				
	12—25	25—50	50—100	100—200	200—400
	Допускаемые отклонения (в мк)				
5	6	7	8	10,5	14
6	10	11	12	17	22
7	16	18	20	26	36
8	25	28	32	42	55
9	40	45	50	65	90

Таблица 194

Допускаемые отклонения толщины витка червяков, обеспечивающие нормальный гарантированный боковой зазор червячного зацепления (ГОСТ 3675-56)

Предельное радиальное биение витков червяка (в мк)									
До 6	6—8	8—12	12—20	20—25	25—32	32—40	40—50	50—60	Свыше 60
Допускаемые отклонения (в мк)									
65	65	70	75	80	85	90	100	110	130

## 6. РАЗМЕРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ И УПОРНЫХ РЕЗЬБ

Прямоугольная резьба не стандартизована. Шаг этой резьбы принимается равным  $0,2 d_0$ , внутренний диаметр  $0,8 d_0$ , а толщина витка  $0,1 d_0$ , где  $d_0$  — наружный диаметр резьбы.

Из-за ряда недостатков эта резьба имеет ограниченное применение.

Размеры упорных резьб ввиду сравнительно ограниченного их применения в справочнике не приводятся. В случае необходимости размеры этих резьб могут быть взяты из общетехнических справочников.

## РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЫЙ

# НАРЕЗАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ И МОДУЛЬНЫХ РЕЗЬБ

### 1. РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ДЕРЖАВКИ ДЛЯ ИХ УСТАНОВКИ

*Резцы для нарезания прямоугольной резьбы* выполняются преимущественно стержневыми (рис. 175). Материал режущей части — быстрорежущая сталь или твердый сплав марок Т5К10 и Т15К6.

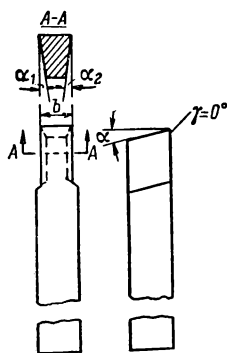


Рис. 175. Резец для нарезания прямоугольной резьбы.

У резцов для предварительного нарезания прямоугольной резьбы передний угол  $\gamma = 4-6^\circ$ ; задние углы  $\alpha_1 = \alpha_2 = 3-5^\circ$ . Ширина  $b$  обычно на 0,3—0,6 мм меньше половины шага резьбы. У чистовых резцов  $\gamma = 0^\circ$ ;  $\alpha_1 = \alpha_2 = 3-5^\circ$  и  $b$  на 0,01—0,04 мм больше половины шага резьбы.

При предварительном нарезании резец обычно устанавливают так, чтобы главная режущая кромка располагалась перпендикулярно к боковым стенкам резьбы (при этом углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  в процессе резания оказываются примерно равными). При окончательном нарезании главная режущая кромка резца располагается горизонтально.

Резцы для нарезания трапецеидальной и модульной резьбы также изготавливаются из быстрорежущей стали (для мягких и вязких металлов, для точных резьб и при нарезании особо крупных резьб) и с пластинами твердых сплавов.

Передние углы резцов для предварительного нарезания применяют как положительными ( $\gamma = 3-5^\circ$ ), так и отрицательными (до  $-5^\circ$  при нарезании резьбы с большими скоростями резания и подачами; см., напр., резец токарей Ю. Дикова и Н. Чикирева на рис. 176).

Передний угол чистовых резцов обычно равен  $0^\circ$ . Иногда на передней грани по всему профилю затачивается фаска шириной до 1 мм под отрицательным передним углом  $\gamma_f = -2 \div -3^\circ$ .

Углы профиля твердосплавных резцов обычно меньше угла профиля резьбы на  $30'-1^\circ$ .

Быстрорежущие резцы, предназначенные для обработки вязких сталей, часто снабжаются канавками вдоль обеих боковых режущих кромок, облегчающими сход стружки.

В целях повышения виброустойчивости резцов их режущие кромки целесообразно располагать на нейтральной оси стержня державки (см., напр., резец токарей Д. Котухова и В. Камаева на рис. 177).

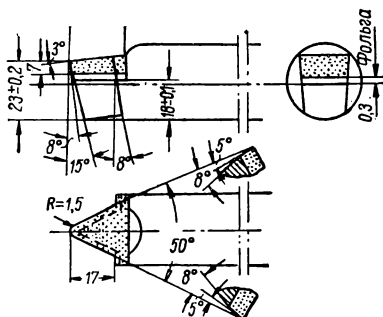


Рис. 176. Резец для предварительного нарезания модульной резьбы.

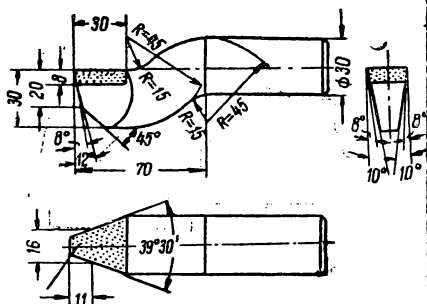


Рис. 177. Резец для нарезания трапецидальной резьбы.

Весьма рациональной конструкцией резьбового резца для нарезания внутренней трапецидальной резьбы является резец, которым пользуется токарь К. В. Лакур. У этого резца аналогично такому же резцу для нарезания треугольной резьбы (см. табл. 167) режущие кромки расположены на нейтральной оси стержня державки, что повышает виброустойчивость при нарезании резьбы.

Для установки резьбовых резцов по заданному углу подъема (табл. 195) применяются специальные державки, при пользовании которыми отпадает надобность в специальных заточках резца при изменении диаметра или числа заходов нарезаемой резьбы.

Таблица 195

Специальные державки для резьбовых резцов, используемых при нарезании прямоугольной, трапецидальной и модульной резьбы

Эскиз	Описание державки
	<p><b>Призматические державки</b></p> <p>Державки этого типа наиболее просты по конструкции: они предназначены для закрепления резцов с цилиндрическим хвостовиком.</p> <p>После поворота резца на необходимый угол державка 2 вместе с резцом 1 закрепляется болтами резцедержателя токарного станка.</p>

Продолжение табл. 195

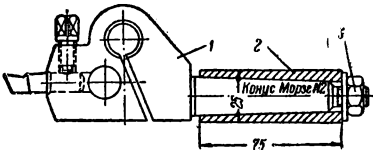
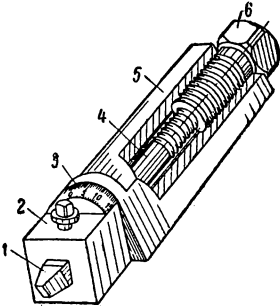
Эскиз	Описание державки
	<p><b>Пружинные державки</b></p> <p>Державка состоит из корпуса 1 с конусным хвостовиком и втулки 2 квадратного сечения. В отверстие втулки входит хвостовик корпуса, который затем после установки резца на требуемый угол подъема закрепляется с помощью гайки 3, насаженной на резьбовой конец хвостовика. Подобного же типа державки применяются и для закрепления плоских пластин из быстрорежущей стали</p>
	<p><b>Специальные державки и приспособления</b></p> <p>Универсальная поворотная державка (предложение Л. Мехонцева) состоит из головки 2, в которой устанавливается резец 1, скрепленной с ней поворотной части 3 с хвостовиком 4 и корпуса 5. На буртике поворотной части 3 имеется шкала, с помощью которой головка устанавливается на требуемый угол подъема. После установки соответствующего деления шкалы против риски на корпусе поворотная часть закрепляется на корпусе с помощью гайки 6</p>

Таблица 196

## Углы подъема по среднему диаметру трапецидальных резьб

Наружный диаметр (в мм)	Шаг резьбы (в мм)	Угол подъема резьбы по среднему диаметру (в °)	Наружный диаметр (в мм)	Шаг резьбы (в мм)	Угол подъема резьбы по среднему диаметру (в °)	Наружный диаметр (в мм)	Шаг резьбы (в мм)	Угол подъема резьбы по среднему диаметру (в °)
I. Одноходовая крупная			32	10	$6\frac{3}{4}$	52	12	$4\frac{3}{4}$
22	8	8	36	10	$5\frac{3}{4}$	55	12	$4\frac{1}{2}$
24	8	$7\frac{1}{4}$	40	10	$5\frac{1}{4}$	60	12	4
26	8	$6\frac{1}{2}$	44	12	$5\frac{3}{4}$	65	16	5
28	8	6	48	12	$5\frac{1}{4}$	70	16	$4\frac{3}{4}$
30	10	$7\frac{1}{4}$	50	12	5	75	16	$4\frac{1}{4}$

Продолжение табл. 196

Наружный диаметр (в мм)	Шаг резьбы (в мм)	Угол подъема резьбы по среднему диаметру (в °)	Наружный диаметр (в мм)	Шаг резьбы (в мм)	Угол подъема резьбы по среднему диаметру (в °)	Наружный диаметр (в мм)	Шаг резьбы (в мм)	Угол подъема резьбы по среднему диаметру (в °)
80	16	4	20	4	4	100	12	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
85	20	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	22	5	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	110	12	2
90	20	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	24	5	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	120	16	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
95	20	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	26	5	4	130	16	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
100	20	4	28	5	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	140	16	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
110	20	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	30	6	4	150	16	2
120	24	4	32	6	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	160	16	2
130	24	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	36	6	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	170	16	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
140	24	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	40	6	3	180	20	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
150	24	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	44	8	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	190	20	2
160	24	3	48	8	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	200	20	2
170	24	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	50	8	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	III. Одноходовая мелкая		
180	32	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	52	8	3			
190	32	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	55	8	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>			
200	32	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	60	8	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>			
II. Одноходовая нормальная			65	10	3	10	2	4
			70	10	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	12	2	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
			75	10	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14	2	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
			80	10	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	16	2	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
10	3	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	85	12	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	18	2	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
12	3	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	90	12	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	20	2	2
14	3	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	95	12	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	30	3	2
16	4	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>						
18	4	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>						

## 2. ДИАМЕТРЫ ЗАГОТОВОК ПОД НАРЕЗАНИЕ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Таблица 197

Размеры заготовок (стержней)  
под нарезание трапецидальных резьб (в мм)

Диаметр резьбы и стержня	Допускаемое отклонение по диаметру после обтачивания			Диаметр резьбы и стержня	Допускаемое отклонение по диаметру после обтачивания		
	крупная	нормальная	мелкая		крупная	нормальная	мелкая
10	—	—0,10	—0,060	12—14	—	—0,12	—0,070



Продолжение табл. 197

Диаметр резьбы и стержня	Допускаемое отклонение по диаметру после обтачивания			Диаметр резьбы и стержня	Допускаемое отклонение по диаметру после обтачивания		
	крупная	нормаль- ная	мелкая		крупная	нормаль- ная	мелкая
16— 18	—	—0,12	—0,070	85—120 125—180 185—260 270—300	—0,46	—0,23	—0,140
20	—	—0,14	—0,084		—0,53	—0,26	—0,160
22— 30	—0,28	—0,14	—0,084		—0,60	—0,30	—0,185
32— 50	—0,34	—0,17	—0,100		—0,68	—0,34	—0,215
55— 80	—0,40	—0,20	—0,120				

Таблица 198

Размеры расточенных отверстий под нарезание  
трапецеидальных резьб (в мм)

Диаметр резьбы	Крупная		Нормальная		Мелкая	
	диаметр отвер- стия	допуск	диаметр отвер- стия	допуск	диаметр отвер- стия	допуск
10	—	—	7	+ 0,15	8	+ 0,10
12	—	—	9	+ 0,15	10	+ 0,10
14	—	—	11	+ 0,15	12	+ 0,10
16	—	—	12	+ 0,20	14	+ 0,10
18	—	—	14	+ 0,20	16	+ 0,10
20	—	—	16	+ 0,20	18	+ 0,10
22	14	+ 0,40	17	+ 0,25	20	+ 0,10
24	16	+ 0,40	19	+ 0,25	22	+ 0,10
26	18	+ 0,40	21	+ 0,25	24	+ 0,10
28	20	+ 0,40	23	+ 0,25	26	+ 0,10
30	22	+ 0,50	24	+ 0,30	27	+ 0,15
32	22	+ 0,50	26	+ 0,30	29	+ 0,15
36	26	+ 0,50	30	+ 0,30	33	+ 0,15
40	30	+ 0,50	34	+ 0,30	37	+ 0,15
44	32	+ 0,60	36	+ 0,40	41	+ 0,15
50	38	+ 0,60	42	+ 0,40	47	+ 0,15
55	43	+ 0,60	47	+ 0,40	52	+ 0,15
60	48	+ 0,60	52	+ 0,40	57	+ 0,15
65	49	+ 0,80	55	+ 0,50	61	+ 0,20

Продолжение табл. 198

Диаметр резьбы	Крупная		Нормальная		Мелкая	
	диаметр отвер- стия	допуск	диаметр отвер- стия	допуск	диаметр отвер- стия	допуск
70	54	+0,80	60	+0,50	66	+0,20
75	59	+0,80	65	+0,50	71	+0,20
80	64	+0,80	70	+0,50	76	+0,20
85	65	+1,00	73	+0,60	80	+0,25
90	70	+1,00	78	+0,60	85	+0,25
95	75	+1,00	83	+0,60	90	+0,25
100	80	+1,00	88	+0,60	95	+0,25
105	85	+1,00	93	+0,60	100	+0,25
110	90	+1,00	98	+0,60	105	+0,25
115	95	+1,00	103	+0,60	110	+0,25
120	96	+1,2	104	+0,8	114	+0,3
125	101	+1,2	109	+0,8	119	+0,3
130	106	+1,2	114	+0,8	124	+0,3
135	111	+1,2	119	+0,8	129	+0,3
140	116	+1,2	124	+0,8	134	+0,3
145	121	+1,2	129	+0,8	139	+0,3
150	126	+1,2	134	+0,8	144	+0,3
155	131	+1,2	139	+0,8	147	+0,4
160	136	+1,2	144	+0,8	152	+0,4
165	141	+1,2	149	+0,8	157	+0,4
170	146	+1,2	154	+0,8	162	+0,4
175	148	+1,2	159	+0,8	167	+0,4
180	151	+1,6	160	+1,0	172	+0,4
185	153	+1,6	165	+1,0	177	+0,4
190	158	+1,6	170	+1,0	182	+0,4
195	163	+1,6	175	+1,0	185	+0,5
200	168	+1,6	180	+1,0	190	+0,5
210	178	+1,6	190	+1,0	200	+0,5
220	188	+1,6	200	+1,0	210	+0,5
230	198	+1,6	210	+1,0	220	+0,5
240	200	+2,0	216	+1,2	228	+0,6

Продолжение табл. 198

Диаметр резьбы	Крупная		Нормальная		Мелкая	
	диаметр отвер- стия	допуск	диаметр отвер- стия	допуск	диаметр отвер- стия	допуск
250	210	+2,0	226	+1,2	238	+0,6
260	220	+2,0	236	+1,2	248	+0,6
270	230	+2,0	246	+1,2	258	+0,6
280	240	+2,0	256	+1,2	268	+0,6
290	250	+2,0	266	+1,2	278	+0,6
300	260	+2,0	276	+1,2	288	+0,6

### 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ, МОДУЛЬНОЙ И УПОРНОЙ РЕЗЬБ

В зависимости от типа, размеров и точности резьбы применяется та или иная технология формирования ее профиля. Обычные мелкие резьбы (с шагом до 4 мм) нарезаются одними мерными резцами. Нарезание более крупных резьб, а также точных мелких разделяют на предварительное и окончательное, выполняемое раздельно черновыми и чистовыми резцами.

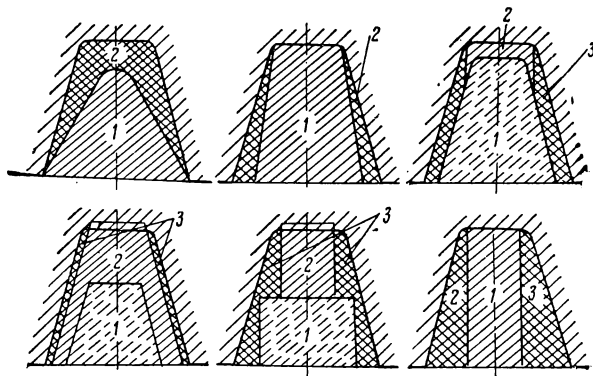


Рис. 178. Схемы формирования профиля трапецидальных и модульных резьб.

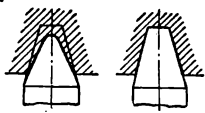
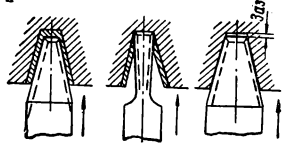
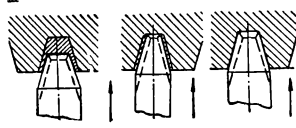
На рис. 178 показаны основные схемы формирования профиля трапецидальных и модульных резьб. Здесь цифрами 1, 2 и 3 отмечены припуски, снимаемые раздельно первым, вторым и третьим резьбовыми резцами.

Схемы формирования профиля других резьб (прямоугольной и упорной), а также указания по выбору той или иной схемы формирования профиля приведены в табл. 199.

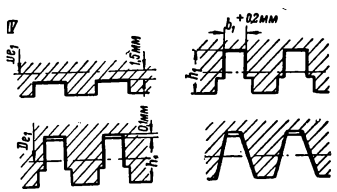
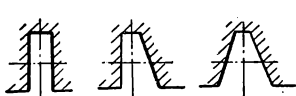
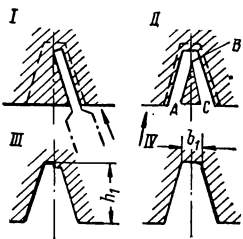
Таблица 199

## Выбор рациональной технологии формирования профиля резьбы

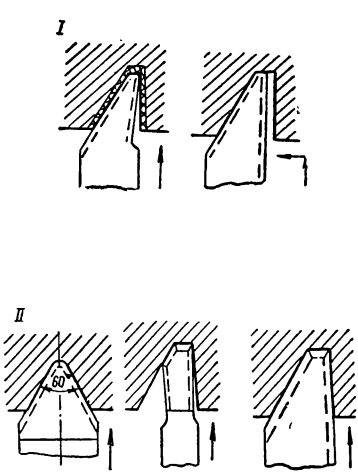
Эскиз	Характеристика и область применения
<p>Technical sketches illustrating the formation of rectangular threads. Position I shows a single cut with width <math>b</math> and depth <math>4\text{ мм}</math>. Position II shows a pre-cut with width <math>\frac{3}{4}b</math>. Position III shows a three-step process: pre-cut (<math>\frac{3}{4}b</math>), side finishing (<math>\frac{3}{4}b</math>), and final finishing (<math>\frac{3}{4}b</math>).</p>	<p><b>Нарезание прямоугольной резьбы</b></p> <p><i>Мелкие прямоугольные резьбы с шагом до 4 мм</i> нарезаются одним резцом с поперечной режущей кромкой, равной ширине <math>b</math> канавки резьбы (поз. I). Обычные резьбы с шагом больше 4 мм, а также точные резьбы сначала прорезаются прорезным резцом, ширина которого равна <math>\frac{3}{4}</math> ширины канавки <math>b</math> (поз. II и III), а затем окончательно мерным резцом (поз. II).</p> <p>При необходимости нарезать особую точную и чистую резьбу после предварительного прорезания канавки шириной <math>\frac{3}{4}b</math> подрезными правым и левым резцами зачищается поочередно каждая боковая поверхность резьбовой канавки (поз. III). Этот метод дает хорошие результаты, однако требует большей квалификации токаря и большей затраты времени.</p>
<p>Technical sketches illustrating the formation of trapezoidal and module threads. Position I shows a trapezoidal thread with top width <math>b_1</math>, height <math>h_1</math>, and angle <math>2\alpha</math>. Position II shows a module thread with top width <math>b_1</math>, height <math>h_1</math>, and angle <math>2\alpha</math>.</p>	<p><b>Нарезание трапецеидальных и модульных резьб</b></p> <p><i>Резьбы с шагом до 4 мм (модуль до 1,5 мм)</i> нарезаются одним резцом с поперечной режущей кромкой <math>b_1</math>, равной ширине канавки резьбы.</p> <p>Точные резьбы таких же размеров, как правило, нарезаются двумя резцами: черновым с углом профиля несколько меньшим, чем <math>2\alpha</math> (поз. I), и чистовым с углом профиля, равным <math>2\alpha</math> (поз. II).</p> <p>Дно резьбовой канавки в этом случае окончательно формируется черновым резцом, и, таким образом, условия работы чистового резца облегчаются.</p>

Эскиз	Характеристика и область применения
<p data-bbox="164 502 175 518"><i>I</i></p>  <p data-bbox="154 758 164 774"><i>II</i></p>  <p data-bbox="143 1045 164 1061"><i>III</i></p> 	<p data-bbox="521 327 962 399"><i>Резьбы с шагом от 4 до 12 мм (модуль от 1,5 до 4 мм) нарезаются двумя или тремя резцами</i></p> <p data-bbox="521 422 962 558">Первым резцом прорезается канавка не на полную глубину, а вторым (чистовым) она формируется окончательно (поз. <i>I</i>). Эта схема наиболее проста. Она используется преимущественно в условиях единичного производства</p> <p data-bbox="521 582 962 694">В серийном производстве обычно применяют три резца: первые два для предварительного и третий — для окончательного прорезания, при этом возможны разные схемы обработки:</p> <p data-bbox="521 718 962 901"><i>1-я схема (поз. II).</i> Первый резец — профильный. Им предварительно прорезается резьбовая канавка примерно на 85% ее окончательной глубины. Затем вторым (прорезным) резцом окончательно прорезается дно канавки и, наконец, третьим (профильным) резцом зачищаются боковые стороны.</p> <p data-bbox="521 925 962 1109">Иногда вместо первого (профильного) резца используется широкий прорезной резец, которым производится предварительное прорезание канавки на глубину, соответствующую середине профиля резьбы. Дальнейшая обработка ведется так же, как и в предыдущем случае</p> <p data-bbox="521 1133 962 1428"><i>2-я схема (поз. III).</i> Профильным резцом с поперечной кромкой более широкой, чем ширина канавки резьбы, прорезается впадина примерно на 70% ее окончательной глубины. Затем профильным резцом, поперечная кромка которого уже ширины впадины примерно на 1 мм, впадина углубляется на величину несколько больше заданной (примерно на 0,1 мм) и, наконец, третьим мерным профильным резцом окончательно зачищаются боковые стороны</p>

Продолжение табл. 199

Эскиз	Характеристика и область применения
	<p>Этот способ предотвращает появление вибраций при окончательных проходах и поэтому его часто применяют при нарезании резьбы твердосплавными резцами на больших скоростях</p> <p>Точные резьбы нарезаются не только по 1-й и 2-й схемам, но и четырьмя резцами (поз. IV)</p> <p>Первым резцом прорезается впадина на глубину меньшую (на 1,5 мм), чем середина профиля. Вторым прорезным резцом, поперечное лезвие которого шире, чем ширина канавки <math>b_1</math> на 0,2 мм, прорезается канавка на полную глубину; третьим прорезным резцом зачищается дно впадины, при этом оно углубляется на 0,1 мм по отношению к заданной величине. Четвертый резец — профильный. Он закрепляется в пружинной державке; им зачищаются боковые стороны впадины</p>
	<p>Крупные резьбы с шагом от 10 до 60 мм (модуль от 4 до 20 мм) нарезаются резцами, первый из которых прорезной, а второй и третий — правый и левый односторонние резцы с прямолинейной режущей кромкой</p>
	<p>Особо крупные резьбы с модулем более 20 мм нарезаются после предварительного вырезания из заготовки спирали сечением ABC (см. поз. II). Спираль вырезается сначала одним прорезным резцом (поз. I), а затем другим (поз. II). После этого отводится задняя бабка, и спираль свинчивается с заготовки</p> <p>Затем производится формирование сначала одной стороны профиля правым односторонним резцом (поз. III), а затем второй стороны — левым резцом (поз. IV)</p>

Продолжение табл. 199

Эскиз	Характеристика и область применения
	<p align="center"><b>Нарезание упорной резьбы</b></p> <p><i>Резьбы средних размеров</i> нарезаются двумя резцами (поз. I). После предварительного прохода на окончательный оставляется 0,04—0,06 мм. Вторым профильный резец вначале работает с радиальной подачей и формирует сторону канавки, расположенную перпендикулярно к оси винта. Затем при осевой подаче этим резцом окончательно обрабатываются дно и наклонная боковая сторона резьбовой канавки</p> <p><i>Резьбы крупных размеров</i> нарезаются тремя резцами (поз. II). Первый резец с углом при вершине <math>\epsilon = 60^\circ</math> предварительно прорезает канавку; второй резец, имеющий неполный профиль, заканчивает формирование канавки; третий мерный (профильный) резец окончательно зачищает канавку при радиальной подаче</p>

#### 4. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ НАРЕЗАНИЯ ЧЕРВЯКОВ

В зависимости от вида винтовой поверхности, образующей червяк, различают следующие виды цилиндрических червяков (см. рисунки в табл. 200):

**Архимедов червяк.** В сечении, проходящем через ось червяка, рабочие поверхности его витков имеют прямолинейный профиль. В сечении, перпендикулярном к линии подъема витка, рабочие поверхности витков имеют криволинейный профиль.

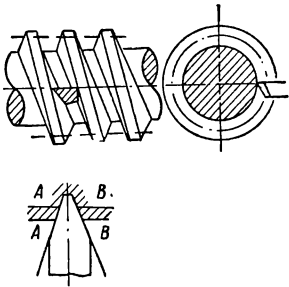
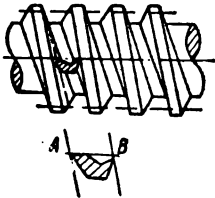
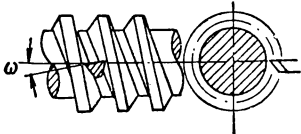
**Эвольвентный червяк.** В сечении, проходящем через ось червяка, рабочие поверхности его витков имеют выпуклый криволинейный профиль.

**Червяки с прямолинейным профилем в сечении, перпендикулярном к линии подъема витка.** Существует два вида таких червяков. Червяк с прямолинейным профилем в нормальном сечении по впадине при сечении его через ось червяка имеет рабочие поверхности витков криволинейного профиля. Червяки с прямолинейным профилем в нормальном сечении по витку при сечении через ось червяка также имеют рабочие поверхности витков криволинейного профиля.

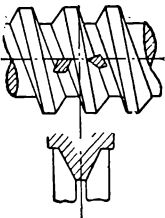
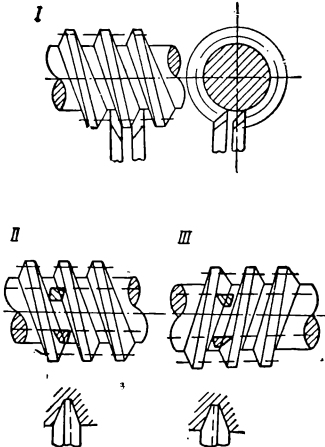
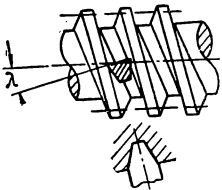
Этот тип червяков получил широкое распространение в единичном и мелкосерийном производстве.

Таблица 200

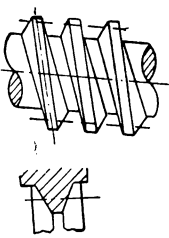
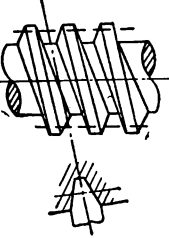
## Способы нарезания червяков на токарном станке

Эскиз	Описание
	<p align="center"><b>Нарезание архимедовых червяков</b></p> <p><i>Нарезание двусторонним резцом с прямолинейными режущими кромками.</i> При этом способе режущие кромки <i>AA</i> и <i>BB</i> резца должны лежать в горизонтальной осевой плоскости нарезаемого червяка</p> <p>Таким способом могут нарезаться червяки с углом подъема витка, не превышающим <math>2-3^\circ</math>. При больших углах подъема на кромке <i>BB</i> возникают неблагоприятные условия резания</p>
	<p><i>Нарезание двусторонним резцом с прямолинейными притупленной (кромка <i>A</i>) и поднутренной (кромка <i>B</i>) режущими кромками.</i> Такая форма резца устраняет неблагоприятные условия резания. Однако при переточках очень трудно сохранить взаиморасположение кромок резца</p>
	<p><i>Нарезание фасонным резцом с криволинейными режущими кромками.</i> При установке резца с прямолинейными режущими кромками нормально к винтовой линии архимедов червяк получится искаженным. При такой установке резца можно нарезать червяки средних модулей с углами подъема витков до <math>5-10^\circ</math> и небольших модулей (до 3 мм) с углами подъема витков <math>10-15^\circ</math></p> <p>Чтобы при установке резца нормально к винтовой линии получить архимедов червяк без искажений, необходимо применять резец криволинейного профиля. Резец в этом случае изготавливается по специальному шаблону</p>



Эскиз	Описание
	<p><i>Нарезание односторонними резцами с прямолинейными кромками.</i> Прямая линия осевого сечения червяка является образующей боковой поверхности его витков, поэтому прямолинейная режущая кромка резца, совмещенная с этой образующей, обеспечивает получение правильной боковой поверхности витка червяка</p> <p>Чистовое нарезание каждой стороны впадины производится раздельно правым и левым резцами</p>
	<p><b>Нарезание эвольвентных червяков</b></p> <p><i>Нарезание односторонним резцом с прямолинейными режущими кромками.</i> Применяемые при этом резцы с прямолинейными режущими кромками (поз. I) имеют угол профиля, равный углу подъема витка на основном цилиндре червяка. Режущие кромки должны лежать в горизонтальной плоскости, расположенной выше или ниже оси нарезаемого червяка. При правом червяке (поз. II) левая сторона боковой поверхности витков нарезается резцом, поднятым над осью, а правая — опущенным. При левом червяке (поз. III) оба резца соответственно меняются. Величина подъема и опускания режущих кромок (<math>k</math>) подсчитывается по следующей формуле:</p> $k = \frac{m \cdot z_1}{2\pi \cdot \operatorname{tg} \lambda_0}, \quad (62)$ <p>где <math>m</math> — модуль червяка;  <math>z_1</math> — число заходов червяка;  <math>\lambda_0</math> — угол подъема витка на основном цилиндре</p> <p>Этим методом можно нарезать червяки с углом подъема витка не более <math>3^\circ</math></p>
	<p><i>Нарезание резцом с криволинейными режущими кромками.</i> В этом случае профиль резца должен соответствовать нормальному сечению эвольвентного червяка. Режущие кромки резца должны лежать в плоскости, перпендикулярной к направлению витка. Резец изготавливается по шаблону, выполненному по подсчитанным координатам</p>

Продолжение табл. 200

Эскиз	Описание
	<p>Нарезание червяков с прямолинейным профилем в сечении, перпендикулярном к линии подъема витка</p> <p><i>Нарезание червяков, прямолинейных в нормальном сечении по витку.</i> При этом применяются два односторонних резца с прямолинейными режущими кромками, которые должны лежать в плоскости, проведенной через середину витка под углом с осью нарезаемого червяка, равным углу подъема витка <math>\lambda</math>. Чистовое нарезание каждой стороны профиля производится отдельно правым и левым резцами</p>
	<p><i>Нарезание червяков, прямолинейных в нормальном сечении по впадине.</i> Такие червяки нарезаются двусторонним профильным резцом с прямолинейными режущими кромками, лежащими в плоскости, проведенной через середину впадины под углом с осью нарезаемого червяка, равным углу подъема витка <math>\lambda</math>. При этом одновременно обрабатываются разноименные стороны соседних витков</p>

## 5. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ДЕЛЕНИЯ МНОГОЗАХОДНЫХ РЕЗЬБ НА ЗАХОДЫ

Деление резьб на заходы на станках 1К62 и других, снабженных специальным делительным устройством в виде кольца с делениями на части оборота, закрепленного на заднем конце шпинделя, производится следующим образом:

1) остановив шпиндель станка, устанавливают его так, чтобы против риски на корпусе передней бабки стояло нулевое деление (это соответствует нулевому положению);

2) переставляют рукоятку звена увеличения шага на нейтральное положение и тем самым отключают цепь подачи от шпинделя;

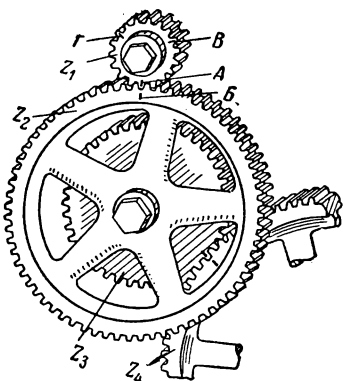
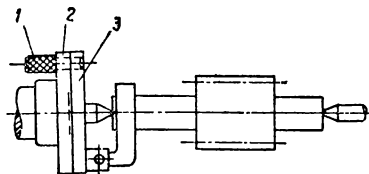
3) при делении поворачивают шпиндель так, чтобы очередная риска с цифрой, указывающей число заходов, совпала с нулевой риской на корпусе (на кольцо нанесено таких рисок столько, сколько заходов);

4) переставляют рукоятку звена увеличения шага в рабочее положение и затем включают вращение шпинделя.

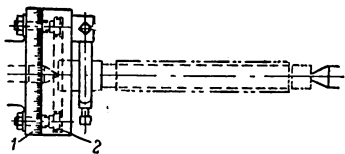
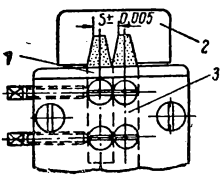
При изготовлении многозаходных резьб на станках, не располагающих подобным устройством, прибегают к одному из способов деления, указанных в табл. 201.

Таблица 201

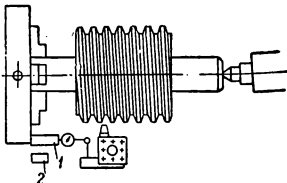
## Способы деления многозаходных резьб на заходы

Эскиз	Описание способа
	<p><b>С помощью сменных зубчатых колес</b></p> <p>При делении по этому способу необходимо, чтобы ведущее сменное колесо имело число зубьев, которое делится без остатка на число заходов резьбы (например, на 3 при трехзаходной резьбе). Нарезав первую канавку резьбы, проводят мелом риску <i>A</i> посередине зуба колеса <math>Z_1</math> и риску <i>B</i> против соответствующей впадины зуба второго колеса <math>Z_2</math>. Затем отсчитывают от риски <i>A</i> требуемое число зубьев первого колеса (при двухзаходной резьбе — половину, при трехзаходной — треть и т. д.). Соответствующий зуб отмечают риской <i>B</i>. После этого снимают колесо <math>Z_1</math> с валика и поворачивают шпиндель до тех пор, пока при надевании колеса <math>Z_1</math> зуб с риской <i>B</i> не совпадет с риской <i>B</i> (колеса <math>Z_2</math>, <math>Z_3</math> и <math>Z_4</math> при этом остаются неподвижными.) После этого снова сцепляют колеса и нарезают вторую канавку резьбы. Перед нарезанием третьей канавки повторяют описанный прием деления: риска <i>G</i> должна совпадать с риской <i>B</i>.</p> <p>Этот способ деления является достаточно точным, однако требует значительной затраты времени</p>
	<p><b>С помощью специального поводкового патрона с фиксатором</b></p> <p>Деление на заходы по указанному способу производится при помощи специальной поводковой планшайбы 2 с делительным диском 3 и фиксатором 1. После прохода каждой нитки делительный диск поворачивается, и фиксатор заводится в соответствующее отверстие на его торце</p>

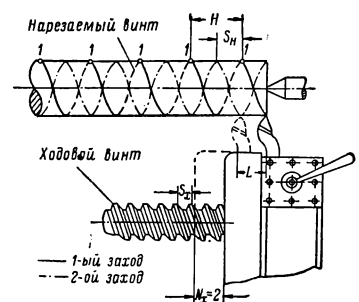
Продолжение табл. 201

Эскиз	Описание способа
	<p>С помощью универсального делительного поводкового патрона</p> <p>Патрон состоит из двух дисков 1 и 2, соединенных болтами; на диске 2 имеется риска, а на диске 1 нанесена шкала (в градусах). Нарезав одну нитку резьбы, поворачивают диск с поводком и деталь относительно неподвижной риски на <math>180^\circ</math> при нарезании двухзаходной резьбы, на <math>120^\circ</math> — при нарезании трехзаходной резьбы и т. д.</p> <p>Количество делений (градусов), на которое нужно повернуть диск с поводком, равно <math>\frac{360}{z_1}</math>, где <math>z_1</math> — число заходов нарезаемой резьбы</p> <p>Этот способ деления, так же как и предыдущий, пригоден для деталей, которые можно обрабатывать в центрах, но не пригоден для работ, выполняемых в кулачковом патроне</p>
	<p>Путем нарезания резьбы одновременно несколькими резцами</p> <p>При одновременном нарезании многозаходной резьбы несколькими резцами, число которых равно числу заходов, надобность в делении заготовки на заходы отпадает</p> <p>В этом случае при настройке операции требуется точно установить резцы 1 и 3 на расстоянии, равном шагу <math>s</math>. Установка производится по специальному шаблону 2. Иногда для этих же целей применяют и специальные дисковые резцы с двумя режущими головками, расположенными точно на расстоянии шага резьбы</p> <p>Этот способ является наиболее производительным при нарезании двухзаходных резьб</p>

Продолжение табл. 201

Эскиз	Описание способа
	<p style="text-align: center;">Путем смещения резца вдоль оси нарезаемого винта на величину осевого шага</p> <p>Вначале нарезают первую винтовую канавку резьбы, затем выводят резец из канавки поперечной подачей на себя и дают ходовому винту обратный ход, возвращая резец в начальное положение.</p> <p>Для захода на вторую винтовую канавку перемещают резец в продольном направлении на величину шага резьбы, но уже не ходовым винтом, а винтом верхних салазок суппорта. Отсчет продольного перемещения резца ведут при этом по лимбу винта верхних салазок.</p> <p>Результаты получаются более точные, если для отсчета перемещений верхнего суппорта пользоваться не лимбом, а мерными плитками и индикатором. Нарезав одну канавку, закрепляют в резцедержателе индикатор и, не выключая гайки ходового винта, подводят его наконечник к плитке 1 (касаются ее с некоторым натягом). Показание индикатора необходимо запомнить. Затем убирают плитку 1 и на ее место к патрону приставляют плитку 2, размер которой меньше размера плитки 1 на величину шага. После этого винтом верхних салазок суппорта перемещают резцедержатель вместе с резцом и индикатором до тех пор, пока наконечник индикатора не коснется плитки 2 с тем же натягом (контролируемым по шкале индикатора).</p>

Продолжение табл. 201

Эскиз	Описание способа
	<p>Путем переключения гайки ходового винта</p> <p>Этот способ (разработан новатором К. В. Лакуром) применим при нарезании большинства метрических резьб на станках с метрическим ходовым винтом</p> <p>После того как нарезана одна резьбовая канавка и требуется начать нарезание следующего захода (показан штрихпунктирными линиями), выключается гайка ходового винта, и суппорт с резцом при выключенном станке перемещается в продольном направлении по рейке на расстояние <math>L</math>, кратное шагу ходового винта</p> <p>Число шагов ходового винта <math>N_x</math>, на которое необходимо переместить суппорт, определяется по формуле:</p> $N_x = \frac{H \pm s_{\text{нарез}}}{k s_{\text{ходов}}}, \quad (63)$ <p>где <math>k</math> — коэффициент (всегда целое число). Обычно <math>k</math> имеет значения 1, 2, 3, 4, 5 (желательно принимать <math>k</math> наименьшим, т. е. <math>k = 1</math> или <math>k = 2</math>). Этот коэффициент подбирается так, чтобы числитель делился без остатка на знаменатель</p>

*Пример.* Требуется нарезать четырехзаходную резьбу с шагом 8 мм на токарном станке с шагом ходового винта  $s_{\text{ходов}} = 6$  мм. Необходимо определить, на сколько шагов ходового винта должен быть смещен суппорт после того, как одна нитка нарезана и нужно перейти к нарезанию следующей нитки.

По формуле (63)

$$N_x = \frac{H \pm s_{\text{нарез}}}{k \cdot s_{\text{ходов}}} = \frac{(4 \cdot 8) \pm 8}{k \cdot 6} = \frac{32 \pm 8}{k \cdot 6};$$

при  $k = 2$  и знаке минус в числителе получим целое число шагов:

$$N_x = \frac{24}{2 \cdot 6} = 2.$$

Следовательно, искомое число шагов ходового винта, на которое нужно переместить суппорт с маточной гайкой, равно 2.

В табл. 202 даны значения  $N_x$  для наиболее употребительных шагов нарезаемых метрических резьб для станков с распространенными шагами ходовых винтов: 4, 6 и 12 мм.

Таблица 202

Определение числа ниток для переключения гайки ходового винта при делении заготовки на заходы (см. табл. 201)

Ход нарезае- мого винта $H$ (в мм)	Шаг нарезае- мого винта $s_H$ (в мм)	Число заходов нарезаемого винта $z_1$	Шаг ходового винта $s_x$ (в мм)			Ход нарезае- мого винта $H$ (в мм)	Шаг нарезае- мого винта $s_H$ (в мм)	Число захо- дов нарезае- мого винта $z_1$	Шаг ходового винта $s_x$ (в мм)		
			4	6	12				4	6	12
			Число ниток при переключе- нии гайки $N_x$								
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	48	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 этому методу производить невозможно.

## 6. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА НАРЕЗАНИЯ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ И МОДУЛЬНОЙ РЕЗЬБ (ОПЫТ НОВАТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА)

**Повышение жесткости технологической системы при скоростном нарезании резьбы.** Чтобы обеспечить нарезание резьбы при высоких скоростях резания, прибегают к повышению жесткости станка (особенно суппорта), детали и приспособления.

Крепление детали должно быть весьма прочным и надежным. Длинные винты обычно крепятся в расточенных сырых кулачках трехкулачкового патрона и поджимаются задним центром. Желательно применение неподвижного заднего центра со впаянной твердосплавной пластинкой; такой центр обладает большей жесткостью, чем вращающийся. Для повышения жесткости используется люнет с хорошо сцентрированными кулачками.

Применение хомутиков обычных конструкций, отличающихся невысокой жесткостью, может вызвать проворачивание детали. В целях устранения этого недостатка токарь В. К. Семинский использует при нарезании крупных и точных резьб специальный хомутик с насеченными вставными кулачками (рис. 179).

**Изменение схемы подачи резца при формировании профиля резьбы.** Вместо обычной подачи профильного резца в направлении, перпендикулярном оси нарезаемой резьбы (рис. 180, а), производят подачу резца под некоторым углом к радиальному направлению (рис. 180, б) или же прибегают к комбинированию перпендикулярной подачи со смещением в горизонтальном направлении (рис. 180, в). При этом прорезание в направлении стрелки А ведется до тех пор, пока выход стружки не становится затрудненным. Далее резец подается в направлении стрелки В.

**Сокращение числа переходов при нарезании крупных трапецидальных и модульных резьб.** Приведенная в табл. 199 технологическая последовательность переходов при формировании профиля крупных резьб часто совершенствуется благодаря применению резцов улучшенной конструкции и геометрии. Так, например, заточив на передней грани вдоль боковых граней профильного резца лунки, токарь-новатор С. К. Колбеко при нарезании червяков  $m = 8$  мм после предварительной прорезки канавки шириной 11 мм окончательно формирует резьбу профильным резцом.

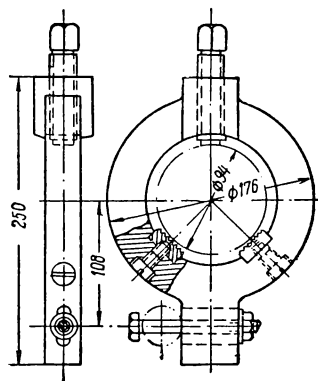


Рис. 179. Специальный хомутик с насеченными вставными кулачками.

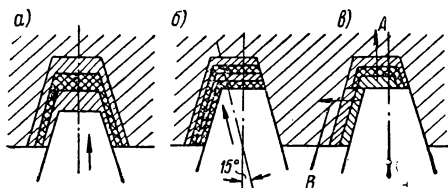


Рис. 180. Схемы подачи резца при нарезании трапецидальной резьбы.

меняются местами так, что в обоих случаях винтовая поверхность резьбы совпадает с поверхностью резания. Необходимым условием соблюдения точности в этом случае являются правильная установка резца на требуемый угол и по высоте центров станка.

**Нарезание резьбы одновременно несколькими резцами.** Двумя резцами, установленными в одной державке, нарезаются не только двухзаходные резьбы (см. табл. 201), но и однозаходные. В этом случае первый резец (прорезной) осуществляет предварительное нарезание, а второй — окончательное. На рис. 181 приведен пример нарезания трапецидальной резьбы специальной гребенкой. Первые два зуба гребенки — прямоугольные, а остальные три — профильные.

Токарь-новатор Г. С. Нежевенко осуществляет черновое нарезание крупномодульных червяков с помощью блока, состоящего из державки 1, односторонних правого и левого резцов 2 и 3 и мерной прокладки 4 между ними (рис. 182).

**Одновременная обработка нескольких деталей.** На рис. 183 показана схема установки четырех многозаходных червяков, одновременно обрабаты-

Хорошие результаты по производительности и точности нарезания червяков с модульной резьбой и ходовых винтов с трапецидальной резьбой получают токари ремонтных цехов, которые ведут чистовое нарезание обеих боковых поверхностей резьбы одним резцом при неизменном его положении. При этом приходится переворачивать деталь на центрах, и тогда правая и левая боковые стороны винтовой нарезки



ваемых токарем-новатором Н. Н. Черепаниным. В отдельных случаях новаторы производства прибегают к нарезанию резьбы на одной удлиненной заготовке, из которой затем получают несколько готовых деталей.

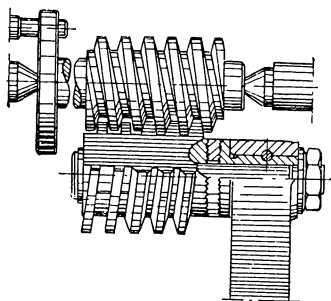


Рис. 181. Нарезание червяка с помощью специальной резьбонарезной гребенки.

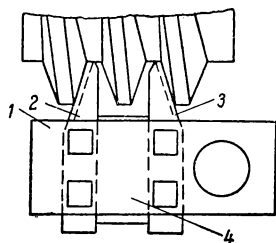


Рис. 182. Применение двухрезцового блока при черновом формировании профиля крупномодульных червяков.

**Использование для нарезания резьбы обратного хода суппорта.** Применяя при нарезании резьбы специальные поворотные или откидные державки (см., напр., стр. 386), токари В. Н. Сторонкин, П. Р. Фирсов и другие используют для нарезания холостой обратный ход суппорта.

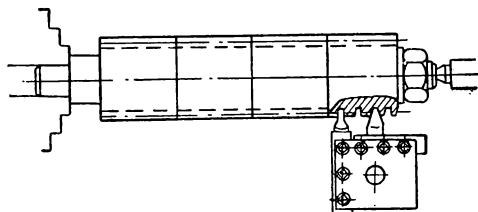


Рис. 183. Нарезание резьбы одновременно на четырех двухзаходных червяках.

**Использование метчиков для нарезания внутренней трапецидальной резьбы.** Метчики комплектами из трех, четырех или пяти штук применяются при нарезании мелких и средних трапецидальных резьб.

На рис. 184 показан метчик для нарезания за один проход трапецидальной резьбы  $32 \times 6$ .

Направляющая часть *a* по наружному диаметру на 0,5 мм больше внутреннего диаметра метчика; ее длина равна 4s. На первом резьбовом участке метчика *b* зубья имеют размеры на 0,6—0,7 мм меньше окончательных размеров профиля.

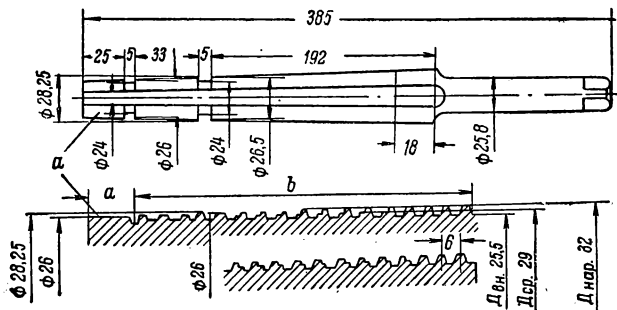


Рис. 184. Метчик для нарезания внутренней трапецидальной резьбы.

На зубьях второго участка выполнены уступы, расположенные в шахматном порядке. Последняя часть калибрует резьбу.

## 7. РЕЖИМЫ ПРИ НАРЕЗАНИИ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ И МОДУЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Таблица 203

Число проходов при нарезании однозаходных трапецидальных и модульных резьб быстрорежущими резцами

Шаг резьбы <i>s</i> (в мм)	Модуль резьбы <i>m</i> (в мм)	Обрабатываемый материал					
		углеродистые и конструкционные стали		легированные стали		чугун, бронза, латунь	
		Проходы					
		черно- вые	чисто- вые	черно- вые	чисто- вые	черно- вые	чисто- вые
3—4	1—1,5	7	4	8	5	6	4
5—6	1,5—2,0	8	5	10	6	7	4
8	2,5	10	6	12	7	9	5
10	3	12	7	14	8	10	5
12	4	13	8	16	10	11	6
16	5	15	8	18	10	13	7
20	6—6,5	17	10	20	12	15	8

*Примечания.*

1. При нарезании многоходовой резьбы эти числа проходов увеличиваются на 1—2 для каждого хода.

2. При нарезании внутренней резьбы число проходов должно быть больше на 1—2, чем при наружной.

Таблица 204

Число проходов при нарезании трапецидальной и модульной наружной резьбы 2-го класса точности с шероховатостью 7—8-го классов (материал деталей — незакаленная конструкционная, углеродистая и легированная сталь; резцы с пластинками T15K6)

Шаг резьбы <i>s</i> (в мм)	Модуль резьбы <i>m</i> (в мм)	Число проходов		Шаг резьбы <i>s</i> (в мм)	Модуль резьбы <i>m</i> (в мм)	Число проходов	
		черно- вых	чисто- вых			черно- вых	чисто- вых
3	—	2—3	2	10	—	8—10	4
4	1	3—4	2	12	3	10—12	4
5	—	4—5	2	16	—	13—15	4
6	—	5—6	3	—	4	14—15	8
8	2	7—9	3	—	5	16—18	10

**Примечание.** При нарезании внутренних резьб число проходов нужно увеличивать на один.

Таблица 205

**Скорости резания при нарезании трапецидальных и модульных наружных резьб на деталях из конструкционных сталей и чугунов быстрорежущими резцами с охлаждением сульфореолом**

Шаг резьбы $s$ (в мм) . .	До 5	6	8	10	12	16	20	24
Модуль резьбы $m$ (в мм)	1—1,75	2	2,5	3	4	5	6	8
Скорость резания $v$ (в м/мин)								
Черновые проходы . .	37	32	25	21	18	15	14	13
Чистовые „ . .	64	64	64	64	63	52	52	52
Зачистные „ . .	4	4	4	4	4	4	4	4
<p><i>Примечание.</i> При нарезании внутренних резьб, а также резьб на деталях из легированной стали выбранное по таблице значение скорости резания нужно умножить на 0,8.</p>								

Таблица 206

**Скорости резания при нарезании трапецидальных и модульных наружных резьб 2-го класса точности с шероховатостью 7—8-го классов твердосплавными резцами с пластинками Т15К6 (без охлаждения)**

Резьба трапецидальная									
Шаг резьбы $s$ (в мм)		3	4	5	6	8	10	12	16
Предел прочности $\sigma_B$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	Твердость по Бринеллю $H_B$	Скорость резания $v$ (в м/мин)							
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	104	105	105	105	104	100	100	97
85	235—250	95	93	91	91	91	87	86	84

Продолжение табл. 206

Резьба модульная						
Модуль резьбы $m$ (в мм)		1	2	3	4	5
Предел прочности $\sigma_s$ (в кг/мм <sup>2</sup> )	Твердость по Бринеллю $H_B$	Скорость резания $v$ (в м/мин)				
65	179—192	160	130	110	104	99
75	210—220	130	105	88	84	80
<p><b>Примечания.</b></p> <p>1. При нарезании внутренних резьб выбранное по таблице значение скорости резания нужно умножать на 0,8.</p> <p>2. Указанные в таблице скорости резания рассчитаны на период стойкости резца <math>T = 30</math> мин. Если по условиям производства принимается другой период стойкости, то выбранное по таблице значение скорости резания нужно умножать на поправочный коэффициент, взятый из табл. 183 (стр. 393). Рекомендуемые при нарезании резьб охлаждающие жидкости см. в табл. 185 (стр. 395).</p>						

**Пример выбора режима резания при нарезании резьбы.** На токарном станке 1А62 требуется нарезать внутреннюю трапецидальную резьбу 2-го класса точности диаметром 32 мм с шагом 6 мм. Материал детали ст. 50;  $\sigma_s = 75$  кг/мм<sup>2</sup>; период стойкости резца  $T = 60$  мин.

Нарезание будем вести твердосплавным резцом Т15К6 без охлаждения.

1. По табл. 204 находим число проходов черновых:  $6+1=7$  и чистовых:  $3+1=4$ .

2. По табл. 206 определяем значение скорости резания:

$$v = 105 \cdot 0,8 = 84 \text{ м/мин.}$$

3. Пользуясь данными табл. 183, вводим поправочный коэффициент с учетом стойкости резца  $T = 60$  мин.:

$$v = 84 \cdot 0,87 = 73 \text{ м/мин.}$$

4. Находим число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 73}{3,14 \cdot 32} = 730 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее меньшее число оборотов из имеющихся на станке:  $n = 610$  об/мин. (см. стр. 135).

Таким образом, окончательно скорость резания будет:

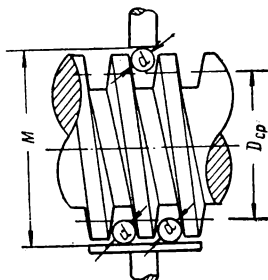
$$v = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 610}{1000} \approx 61 \text{ м/мин.}$$

## 8. ИЗМЕРЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ, МОДУЛЬНЫХ И УПОРНЫХ РЕЗЬБ

**Измерение среднего диаметра резьбы.** Наиболее правильным является метод измерения среднего диаметра трапецеидальной резьбы посредством трех проволочек или роликов одинакового диаметра (см. стр. 365).

Для измерения среднего диаметра резьбы три проволочки или ролика одинакового диаметра ( $d$ ) закладывают между витками и измеряют размер  $M$  с помощью универсальных измерительных инструментов (рис. 185).

При правильном номинальном среднем диаметре резьбы с углом подъема до  $3^\circ 30'$  размер  $M$  должен быть:



$$M = D_{cp} + d \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\epsilon}{2}} \right) - \frac{s \cdot \operatorname{ctg} \frac{\epsilon}{2}}{2}, \quad (64)$$

а при угле подъема свыше  $3^\circ 30'$

$$M = D_{cp} + d \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\beta}{2}} \right) - \frac{s \cdot \operatorname{ctg} \frac{\epsilon}{2}}{2}, \quad (65)$$

Рис. 185. Схема измерения среднего диаметра трапецеидальной резьбы.

где  $D_{cp}$  — номинальный средний диаметр резьбы, в мм;

$d$  — диаметр проволочки или роликов, в мм;

$\epsilon$  — угол профиля резьбы, в  $^\circ$ ;

$s$  — шаг резьбы, в мм;

$\beta$  — угол, определяемый из уравнения  $\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \operatorname{tg} \frac{\epsilon}{2} \cdot \cos \omega$ , где  $\omega$  — угол подъема резьбы, в  $^\circ$ .

Значения размера  $M$  (при правильном среднем диаметре резьбы), вычисленные для основных типов и размеров трапецеидальной резьбы, приведены в табл. 207.

Таблица 207

**Значения размера  $M$  при измерении среднего диаметра трапецеидальной резьбы посредством трех проволочек или роликов (размеры в мм)**

Наружный диаметр резьбы	Крупная резьба			Нормальная резьба			Мелкая резьба		
	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$
10	—	—	—	3	1,553	10,488	2	1,047	10,369
12	—	—	—	3	1,553	12,474	2	1,047	12,361
14	—	—	—	3	1,553	14,468	2	1,047	14,361

Продолжение табл. 207

Наружный диаметр резьбы	Крупная резьба			Нормальная резьба			Мелкая резьба		
	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$
16	—	—	—	4	2,071	16,634	2	1,047	16,361
18	—	—	—	4	2,071	18,634	2	1,047	18,361
20	—	—	—	4	2,071	20,626	2	1,047	20,361
22	8	4,141	23,353	5	2,595	22,823	2	1,047	22,361
24	8	4,141	25,334	5	2,595	24,813	2	1,047	24,361
26	8	4,141	27,317	5	2,595	26,813	2	1,047	26,361
28	8	4,141	29,301	5	2,595	28,813	2	1,047	28,361
30	10	5,176	31,666	6	3,106	30,936	3	1,553	30,456
32	10	5,176	33,645	6	3,106	32,936	3	1,553	32,456
36	10	5,176	37,604	6	3,106	36,912	3	1,553	36,456
40	10	5,176	41,578	6	3,106	40,912	3	1,553	40,456
44	12	6,212	45,929	8	4,141	45,214	3	1,553	44,456
48	12	6,212	49,898	8	4,141	49,214	3	1,553	48,456
50	12	6,212	51,898	8	4,141	51,214	3	1,553	50,456
52	12	6,212	53,898	8	4,141	53,214	3	1,553	52,456
55	12	6,212	56,873	8	4,141	56,214	3	1,553	55,456
60	12	6,212	61,873	8	4,141	61,214	3	1,553	60,456
65	16	8,282	67,527	10	5,176	66,516	4	2,071	65,609
70	16	8,282	72,527	10	5,176	71,516	4	2,071	70,609
75	16	8,282	77,494	10	5,176	76,516	4	2,071	75,609
80	16	8,282	82,494	10	5,176	81,516	4	2,071	80,609
85	20	10,353	88,161	12	6,212	86,823	5	2,595	85,792
90	20	10,353	93,161	12	6,212	91,823	5	2,595	90,792
95	20	10,353	98,120	12	6,212	96,823	5	2,595	95,792
100	20	10,353	103,120	12	6,212	101,823	5	2,595	100,792
110	20	10,353	113,120	12	6,212	111,823	5	2,595	110,792
120	24	12,423	123,741	16	8,282	122,428	6	3,106	120,912
130	24	12,423	133,741	16	8,282	132,428	6	3,106	130,912
140	24	12,423	143,641	16	8,282	142,428	6	3,106	140,912

Продолжение табл. 207

Наружный диаметр резьбы	Крупная резьба			Нормальная резьба			Мелкая резьба		
	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$	шаг резьбы $s$	диаметр проволочек или ролика $d$	размер измерения $M$
150	24	12,423	153,641	16	8,282	152,428	6	3,106	150,912
160	24	12,423	163,641	16	8,282	162,428	8	4,141	161,214
170	24	12,423	173,641	16	8,282	172,428	8	4,141	171,214
180	32	16,565	184,860	20	10,353	183,037	8	4,141	181,214
190	32	16,565	194,860	20	10,353	193,037	8	4,141	191,214
200	32	16,565	204,860	20	10,353	203,037	10	5,176	201,516
210	32	16,565	214,860	20	10,353	213,037	10	5,176	211,516
220	32	16,565	224,860	20	10,353	223,037	10	5,176	221,516
230	32	16,565	234,860	20	10,353	233,037	10	5,176	231,516
240	40	20,706	246,074	24	12,423	243,641	12	6,212	241,823
250	40	20,706	256,074	24	12,423	253,641	12	6,212	251,823
260	40	20,706	266,074	24	12,423	263,641	12	6,212	261,823
270	40	20,706	276,074	24	12,423	273,641	12	6,212	271,823
280	40	20,706	286,074	24	12,423	283,641	12	6,212	281,823
290	40	20,706	296,074	24	12,423	293,641	12	6,212	291,823
300	40	20,706	306,074	24	12,423	303,641	12	6,212	301,823

**Измерение внутреннего диаметра резьбы.** Наружный и внутренний диаметры трапецидальных и модульных резьб выполняются менее точно, чем средний диаметр.

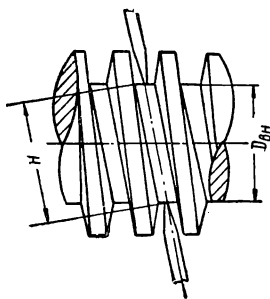


Рис. 186. Схема измерения внутреннего диаметра трапецидальной резьбы.

Внутренний диаметр наружной резьбы  $D_{вн}$  измеряют кронциркулем с острыми ножками, который предварительно устанавливают на размер по штангенциркулю или образцовой детали. Инструмент при этом располагается не перпендикулярно к оси измеряемой резьбы, а под углом, равным углу ее подъема (рис. 186). Поэтому при таком измерении определяется не  $D_{вн}$ , а размер  $H$ , отличающийся от  $D_{вн}$  на некоторую величину.

Зная размер  $H$ , номинальный внутренний диаметр резьбы  $D_{вн}$  можно определить из следующей формулы:

$$H = \frac{D_{вн}}{\cos \omega}, \quad (66)$$

где  $\omega$  — угол подъема резьбы, в  $^{\circ}$ .

Значения размера  $H$  (при правильном внутреннем диаметре резьбы), вычисленные для основных типов и размеров трапецидальной резьбы, приведены в табл. 208.

Таблица 208

Значения размера  $H$  при измерении внутреннего диаметра трапецидальной резьбы по схеме, приведенной на рис. 186 (размеры в мм)

Наружный диаметр резьбы $d$	Крупная резьба		Нормальная резьба		Мелкая резьба	
	шаг $s$	размер $H$	шаг $s$	размер $H$	шаг $s$	размер $H$
10	—	—	3	6,541	2	7,519
12	—	—	3	8,535	2	9,516
14	—	—	3	10,530	2	11,514
16	—	—	4	11,548	2	13,512
18	—	—	4	13,543	2	15,511
20	—	—	4	15,539	2	17,510
22	8	13,129	5	16,053	2	19,509
24	8	15,121	5	18,049	2	21,508
26	8	17,113	5	20,046	2	23,508
28	8	19,107	5	22,043	2	25,507
30	10	19,154	6	23,058	3	26,515
32	10	21,146	6	25,054	3	28,514
36	10	25,132	6	29,049	3	32,512
40	10	29,120	6	33,044	3	36,511
44	12	31,157	8	35,071	3	40,510
48	12	35,145	8	39,066	3	44,509
50	12	37,140	8	41,063	3	46,509
52	12	39,135	8	43,060	3	48,509
55	12	42,128	8	46,058	3	51,508
60	12	47,118	10	51,053	3	56,507
65	16	47,187	10	54,076	4	60,513



Продолжение табл. 208

Наруж- ный диа- метр резьбы <i>d</i>	Крупная резьба		Нормальная резьба		Мелкая резьба	
	шаг <i>s</i>	размер <i>H</i>	шаг <i>s</i>	размер <i>H</i>	шаг <i>s</i>	размер <i>H</i>
70	16	52,175	10	59,070	4	65,511
75	16	57,165	10	64,066	4	70,511
80	16	62,155	10	69,062	4	75,510
85	20	63,226	12	72,084	5	79,015
90	20	68,215	12	77,079	5	84,014
95	20	73,204	12	82,076	5	89,013
100	20	78,195	12	87,072	5	94,012
110	20	88,179	12	97,065	5	104,011
120	24	94,236	16	102,105	6	113,015
130	24	104,218	16	112,098	6	123,015
140	24	114,203	16	122,095	6	133,013
150	24	124,190	16	132,085	6	143,013
160	24	134,178	16	142,080	8	151,020
170	24	144,169	16	152,075	8	161,019
180	32	146,281	20	158,111	8	171,029
190	32	156,267	20	168,106	8	181,016
200	32	166,254	20	178,100	10	189,025
210	32	176,241	20	188,094	10	199,024
220	32	186,233	20	198,091	10	209,023
230	32	196,224	20	208,087	10	219,022
240	40	198,333	24	214,120	12	227,030
250	40	208,319	24	224,114	12	237,028
260	40	218,306	24	234,112	12	247,030
270	40	228,297	24	244,107	12	257,028
280	40	238,284	24	254,104	12	267,027
290	40	248,276	24	264,098	12	277,025
300	40	258,266	24	274,096	12	287,026

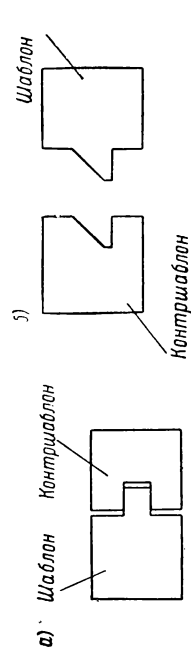


Рис. 183. Шаблоны и контршаблоны для измерения прямоугольных (а) и упорных (б) резьб.

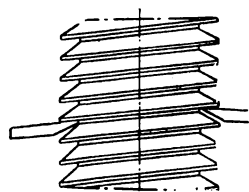


Рис. 187. Схема измерения внутреннего диаметра упорной резьбы.

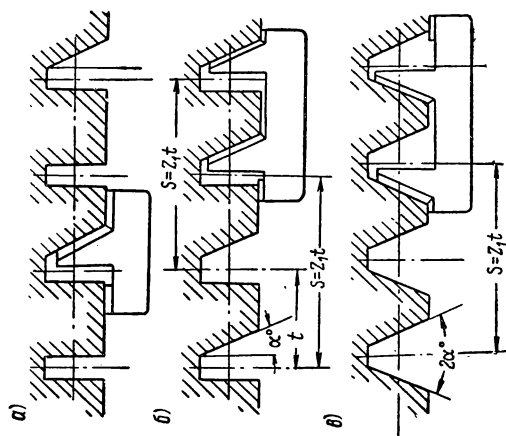


Рис. 189. Проверка элементов профиля и шага резьбы с помощью шаблонов.

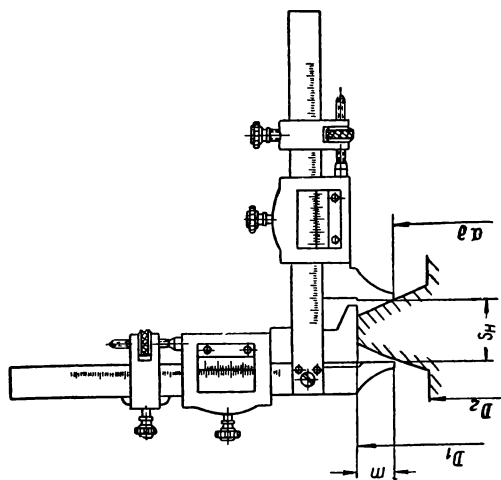


Рис. 191. Измерение профиля зуба червяка с помощью зубомера.

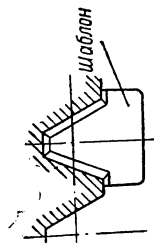


Рис. 188. Проверка профиля трапецеидальных и модульных резьб.

Измерение внутреннего диаметра упорной резьбы производится кронциркулем с острыми ножками (рис. 187), что необходимо для того, чтобы не задевать радиально расположенную сторону профиля резьбы.

**Измерение профиля прямоугольной, трапецеидальной, модульной и упорной резьб.** Наиболее распространенным способом измерения профиля резьб является измерение с помощью шаблонов. Шаблонами, показанными на рис. 188, контролируются ширина и глубина впадины, а также прямолинейность сторон профиля, расположение его относительно оси резьбы и угол профиля.

При измерении шаблон устанавливается во впадине не по оси детали, а перпендикулярно к боковым сторонам профиля. По просвету между сторонами профиля и шаблоном (рис. 189) судят о правильности профиля резьбы.

Шаблоны применяются также для контроля полупрофиля впадины (рис. 190, а) и осевого шага (рис. 190, б и в).

Для точных измерений профиля резьбы червяка (точнее, толщины витка) используют зубомер, представляющий собой соединение двух штангенциркулей (рис. 191). В то время как ножки горизонтального штангенциркуля измеряют размер толщины зубца, по вертикальному штангенциркулю ведется отсчет глубины замера (т. е. расстояния от наружной поверхности до места замера). Измерение толщины зуба производится по среднему диаметру резьбы. При этом измеряется толщина витка резьбы в нормальном сечении  $s_n$ , т. е. в направлении, перпендикулярном к боковой стороне нарезки. Она отличается от толщины витка в осевом ее сечении  $s_0$ :

$$s_n = s_0 \cdot \cos \lambda, \quad (67)$$

где  $\lambda$  — угол подъема нитки червяка по делительной окружности.

Если в процессе изготовления червяка получились отклонения от теоретического размера по диаметру наружного цилиндра, то их нужно учитывать при измерении толщины витка зубомером.

Глубина замера витка червяка равна  $m$ . Более точно она может быть замерена штангенциркулем или глубиномером и определена как половина разности замеренных диаметров окружностей выступов и впадин.

## ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОКАРНЫМИ СТАНКАМИ

### 1. СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАНКАМИ

Применение программного управления металлорежущими станками является наиболее активным средством автоматизации механической обработки. При этом значительно сокращаются затраты времени на настройку станка и вспомогательного времени, связанного с переходом, и открываются широкие возможности для многостаночного обслуживания.

*Станки с программным управлением отличаются от обычных станков тем, что они снабжены специальным распорядительным устройством, содержащим программу работы станка.*

Это устройство выдает так называемые „команды“ — электрические сигналы, посредством которых осуществляется дистанционное автоматическое управление станком.

Так, например, если требуется изменить скорость вращения шпинделя, то это может быть выполнено без участия рабочего, переключающего рычаги механизма управления. Достаточно лишь, чтобы зафиксированная в программе работы станка „команда“ с помощью соответствующей электромеханической системы была передана электромагнитной муфте в коробке скоростей станка, которая при срабатывании произведет необходимое переключение в механизме привода.

Таким же путем легко выполнять и другие действия по управлению станком. Например, с помощью электрических датчиков можно осуществлять автоматический контроль размеров в процессе обработки. Датчик выдает электрический сигнал, интенсивность которого пропорциональна измеряемой величине (размеру обрабатываемой детали). Этот сигнал поступает в специальное электрическое устройство, где он сравнивается с „эталонным“. По результатам сравнения выдается сигнал („команда“) для выполнения того или иного действия (например, для подачи суппорта и пр.). В этом случае также датчик со сравнивающим устройством выполняет то, что обычно делает рабочий: измеряет размер детали, сравнивает с заданным и по результатам сравнения производит поднастройку.

Станок с программным управлением должен располагать двумя специальными устройствами: программирующим устройством и устройством автоматического управления перемещениями инструмента.

*Программирующее устройство состоит из двух элементов: программно-носителя и считывающего устройства (рис. 1).*

На программноносителе фиксируется программа работы станка, которая считывается в той же строгой последовательности, как она записана. В результате такого считывания программирующее устройство выдает „команды“ в виде электрических сигналов автоматического управления станком. Каждая команда соответствует какому-либо действию по управлению станком (например, рабочий ход, стоп, переместить упор вправо и т. д.) Число „команд“, а также

последовательность их выполнения зависят от конфигурации обрабатываемой детали и принятого технологического процесса ее обработки.

Таким образом, программирующее устройство является распорядительным звеном системы автоматического управления. Сигналы управления подаются

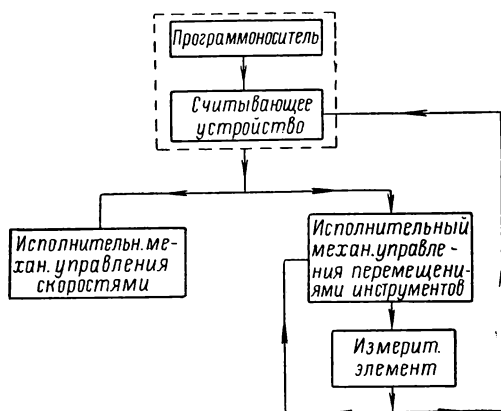


Рис. 1. Блок-схема токарного станка с программным управлением.

на вход устройств автоматического управления движением обрабатываемой детали и инструмента. Эти устройства „отрабатывают“ полученные сигналы, т. е. выполняют заданные команды.

Как правило, устройство, управляющее перемещением инструмента, включает в себя звено активного контроля положения инструмента. В процессе отработки команд это звено играет большую роль. Получив команду на выполнение того или иного перемещения инструмента, орган станка, несущий инструмент (суппорт), перемещается в заданном направ-

лении. При этом звено активного контроля выдает особый сигнал, называемый *сигналом обратной связи*, под действием которого в нужный момент происходит остановка движения инструмента. Одновременно то же звено путем подачи электрического сигнала „информирует“ программирующее устройство о выполнении заданной команды. Получив такую информацию, программирующее устройство выдает следующую команду, которая также отрабатывается, и т. д.

Таким образом, процесс программного управления осуществляется путем непрерывного обмена информацией между задающими (программирующими) элементами и элементами, отрабатывающими заданную программу.

По способу управления перемещениями инструмента различают *путевую* и *числовую* системы программного управления.

*В системе программно-путевого управления* координаты фиксированных положений инструментов изменяются с помощью путевых переключателей, установленных в определенные положения заранее при настройке станка. В этом случае путевые переключатели электрического действия выполняют такую же роль, какую выполняют упоры, работающие в сочетании с самоостановами (например, с падающим червяком).

Следует указать, что сами переключатели в этом случае не являются носителями программы. Команды на выполнение того или иного действия (например, включение подачи, изменение скорости и т. д., т. е. так называемые *цикловые команды*) подаются от программирующего устройства, а путевые переключатели лишь фиксируют окончание выполнения команд.

*Числовые системы программного управления* отличаются тем, что координаты фиксированных положений инструмента задаются здесь путем ввода в систему управления станка чисел, отражающих величину заданного перемещения. Записываются эти числа на программноносителе особым кодом, затем они также считываются, и считывающее устройство выдает сигналы управления.

Числовые системы сложнее программно-путевых систем, но и более совершенны. Их применение обеспечивает максимальное снижение затрат времени на настройку станка.

В качестве программноносителей на станках с программным управлением применяются штеккерные и кнопочные коммутаторы, перфоленты, магнитные ленты, фотоленка и др. Наиболее распространенной является запись программы на обычных перфорационных карточках, применяемых на машино-счетных станциях (рис. 2).

## 2. УСТРОЙСТВО ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В качестве примера токарного станка с числовым программным управлением можно указать на систему, построенную на базе токарно-винторезных станков ТП1М и разработанную Ленинградским заводом полиграфических машин<sup>1</sup>. По этой системе модернизировано и эксплуатируется на заводах Ленсовнархоза более 150 станков типов ТП1М и 1А62.

Автоматизированные станки приспособлены для обработки ступенчатых валиков и втулок, но не пригодны для obtачивания фасонных и конических поверхностей, а также нарезания резьбы.

На рис. 3 показан общий вид станка с программным управлением системы завода „Ленполиграфмаш“. Станок оборудован электромагнитной муфтой 1 для включения и выключения рабочей подачи и подвижным продольным упором 2, получающим перемещение по заданной программе от специального приводного устройства 4. Аналогичный привод для перемещения поперечного суппорта расположен позади станка и прикреплен к продольным салазкам

На фартуке суппорта расположен датчик 3 обратной связи привода быстрых ходов.

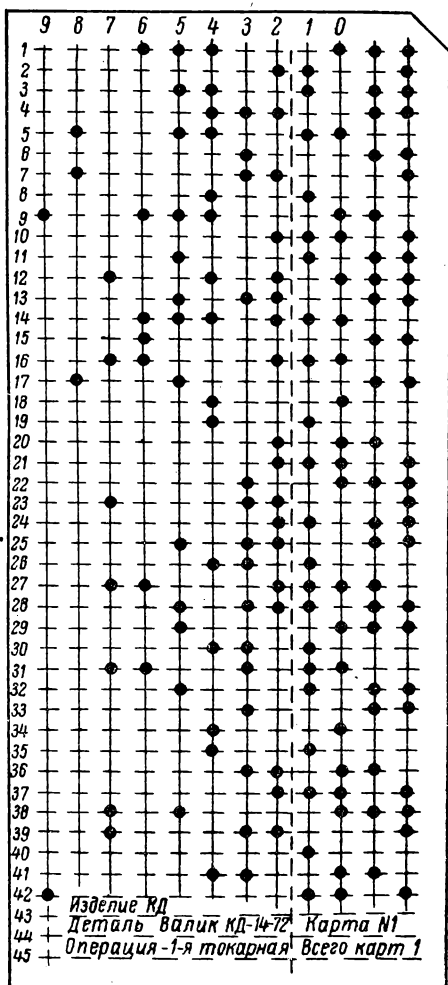


Рис. 2. 45-колонковая перфорационная карта с записанной на ней программой обработки многоступенчатого валика.

<sup>1</sup> Авторы — инженеры Ю. Ф. Андреев, Ю. В. Лебедев, В. Д. Левин и А. М. Кайдошко.

Справа и отдельно от станка в специальном шкафу 5 смонтирован пульт автоматического управления. В этом же шкафу смонтировано и устройство для считывания программы, которая записывается на обычных 45-колонковых перфокартах.

Как видно из рис. 4, пульт управления снабжен рядом кнопок для включения автоматического или наладочного цикла работы станка, для включения перемещения суппорта при наладке и пр.

На станке установлены два резцедержателя: передний — на верхнем суппорте и задний — на каретке заднего суппорта, перемещающегося по специально удлиненным салазкам. В переднем резцедержателе устанавливается проходной (подрезной) резец, а в заднем — канавочный или фасонный. Салазки заднего суппорта используются для установки расстояния  $A$  между резцами (рис. 5), а верхнего переднего суппорта — для совмещения резцов в плоскости  $aa$ .

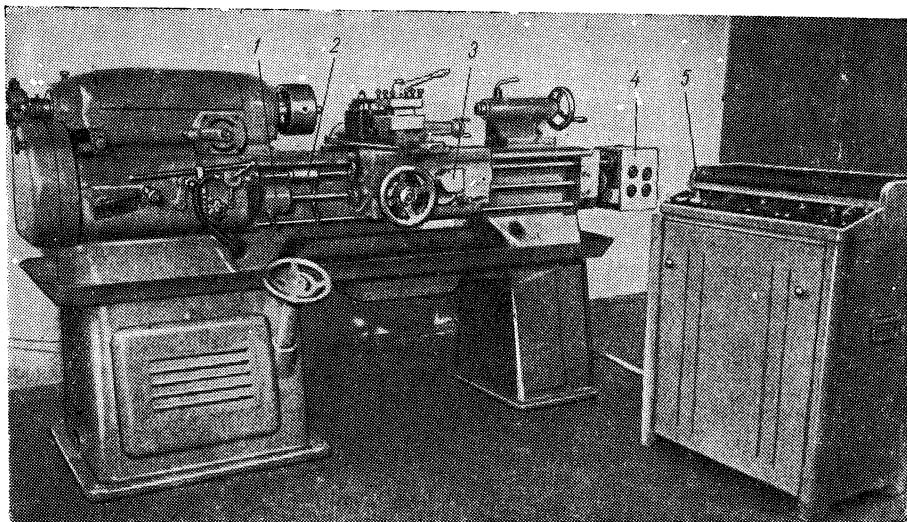


Рис. 3. Автоматизированный токарно-винторезный станок типа ТП1М с числовым программным управлением (системы завода «Ленполиграфмаш»).

Рассмотрим на простейшем примере последовательность перемещений инструмента в процессе осуществления автоматического цикла работы станка. В начале работы вершина проходного (подрезного) резца находится в точке  $O$ . При включении автоматического цикла резец перемещается в радиальном направлении в положение, соответствующее глубине резания при первом проходе, при этом включается продольная подача и производится предварительное обтачивание двух первых уступов. Затем резец на быстром ходу возвращается назад и подается вперед в радиальном направлении в положение, соответствующее обтачиванию первого уступа. После этого резец смещается в радиальном направлении в положение, соответствующее обтачиванию второго уступа; затем так же для обтачивания третьего уступа. Далее продольный суппорт перемещается назад в положение, соответствующее прорезанию первой канавки, прорезается канавка, и резцы возвращаются в исходное положение.

До обработки на станке с программным управлением детали должны быть зацентрированы и иметь подрезанные торцы.

Точность обработки в осевом направлении составляет  $\pm 0,1$  мм. Диаметрные размеры можно выполнять с точностью в пределах 0,02—0,03 мм.

На станке, оборудованном рассматриваемой системой программного управления, становится невозможной обработка вручную обычными методами. Управ-

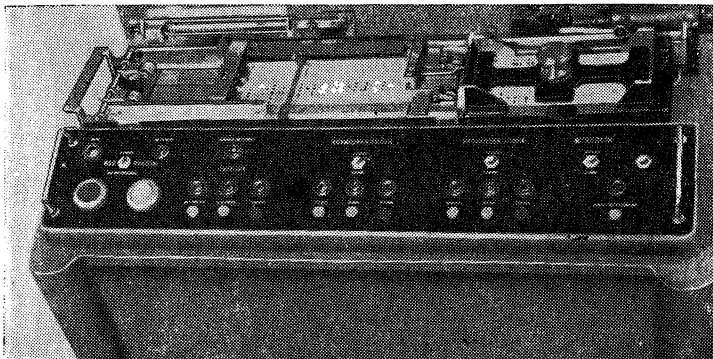


Рис. 4. Пульт управления автоматизированным станком с программным управлением.

ление станком возможно только автоматическое, а в период настройки и подналадки — с помощью кнопок и переключателей, смонтированных на пульте управления (см. рис. 4).

Процесс настройки станка упрощается по сравнению с обычными методами настройки. В ряде случаев перенастройка станка сводится лишь к смене перфокарты. В тех случаях, когда при переналадке станка на обработку новой партии деталей применяются те же инструменты и так же друг относительно друга ориентированные, что и при обработке предыдущей партии, для перенастройки станка применяются специальные переналадочные перфокарты, на которых записываются направления и величины перемещений рабочих органов, необходимые для перестановки их из прежних в новые исходные положения.

### 3. РАСЧЕТ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕРФОКАРТ

Подготовка программы складывается из составления технологического процесса обработки; установления последовательности и величины перемещений рабочих органов (установления фиксированных положений режущих инструментов); определения величины перемещений в коде чисел (кодирования);<sup>1</sup> кодирования цикловых и технологических команд и фиксации разработанной программы на перфокарте (изготовления программоносителя).

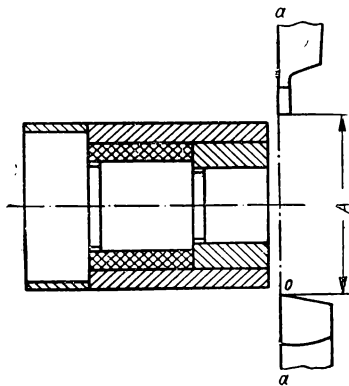


Рис. 5. Схема установки резцов на суппорте токарного станка с программным управлением.

<sup>1</sup> Применяется так называемый двоичный код.



Как уже указывалось, на станке могут быть выполнены все основные технологические переходы, кроме переходов обтачивания конусов, фасонных поверхностей и нарезания резьбы. Эти переходы выделяются в отдельные операции, выполняемые на другом станке.

При разработке технологического процесса количество проходов, припуски и величины подач назначаются в общепринятом порядке с учетом требований к точности и шероховатости поверхности обрабатываемой детали.

Для определения величины перемещений инструментов в двоичном коде чисел обычно пользуются специальными таблицами кодирования (см. напр., табл. 1). Такие же вспомогательные таблицы применяют для кодирования цикловых и технологических команд. При использовании специальных автоматизированных перфораторов надобность в кодировании отпадает, так как сам перфоратор автоматически переводит десятичные числа в двоичный код, а команды — в специальный код.

В качестве примера рассмотрим конкретный случай разработки и записи программы для обработки двухступенчатого валика (см. рисунок в табл. 2).

Табл. 2 представляет собой расчетно-технологическую карту обработки детали на станке с программным управлением. По данным этой карты изготавливается программноноситель (перфокарта).

Заготовка валика диаметром 40 мм подается к станку с программным управлением уже с зацентрованными и точно обработанными (по размеру 72 мм) торцами. Обработка ведется урно-проходным и канавочным резцами, между которыми при настройке устанавливается размер  $A$  (см. рис. 5), в данном случае равный 42 мм.

На чертеже (операционном эскизе) помимо размеров, выдерживаемых в процессе обработки ( $\varnothing 36$ ,  $\varnothing 20_{-0,12}^{-0,06}$ , длина 31 и т. д.), цифрами 0—10 помечены координаты опорных точек инструментов. В исходном положении резцы, размещенные в одной плоскости ( $aa$  на рис. 5), находятся на некотором расстоянии от правого торца детали (координаты точек  $O$  и  $O'$ ). Все последующие положения инструмента определяются расчетом.

Резец, установленный в переднем резцедержателе, проходит последовательно отрезки пути 0—1, 1—2, 2—3 и т. д. и в конце участка 10—0 возвращается в „нулевую точку“. На эскизе проставлены размеры, указывающие длину каждого отрезка.

Например, отрезок 0—1 равен 6 мм, отрезок 1—2 — 31 мм и т. д. Номера отрезков пути и длины переносятся в текстовую часть карты (см. 1-ю, 2-ю и 3-ю графы карты) и по этим данным производится „кодирование“ длин перемещений инструментов.

Для определения кода числа, подлежащего записи на перфокарте, длина перемещения делится сначала на „масштаб записи“. Масштаб записи — это число, показывающее, какая разрешающая способность измерения длины перемещения инструмента может быть достигнута при применении данного автоматического измерительного устройства.

На станке конструкции „Ленполиграфмаш“ установлены измерительные устройства, которые позволяют производить измерения перемещений инструментов с различной разрешающей способностью. Величины перемещений инструмента в поперечном направлении могут быть измерены при грубом отсчете с разрешающей способностью отсчета, равной 0,2 мм, при точном отсчете — 0,01 мм. Величины перемещений инструмента в продольном направлении измеряются на этом станке обычным способом только при холостых ходах суппорта (с разрешающей способностью измерения, равной 2,4 мм). На рабочем ходу применяется косвенный способ измерения. Измеряется длина перемещения передвижного упора (с разрешающей способностью при грубом отсчете, равной 1 мм, и при точном — 0,1 мм), а суппорт затем доводится до фиксированного положения упора.

Зная масштабы записи и длины перемещений, можно определить числа,

Таблица 1

Часть таблицы кодирования величины перемещений рабочих органов токарного станка по рис. 3

Количество единиц	Путь перемещения (в мм)			Код							
	упора	поперечного суппорта	продольного суппорта на быстром ходу								
0	0	0	0								
1	1	0,2	2,4								●
2		0,4	4,8							●	
3	3	0,6	7,2							●	●
4	4	0,8	9,6						●		
5	5	1,0	12,0						●		●
6	6	1,2	14,4						●	●	
7	7	1,4	16,8						●	●	●
8	8	1,6	19,2					●			
9	9	1,8	21,6					●			●
10	10	2,0	24,0					●		●	
11	11	2,2	26,4					●		●	●
12	12	2,4	28,8					●	●		
13	13	2,6	31,2					●	●		●
14	14	2,8	33,6					●	●	●	

которые должны быть записаны на перфокарте (эти числа занесены в 4-ю графу таблицы). Затем определяют коды этих чисел в двоичной системе счисления, которые заносятся в соответствующие графы карты (см. графу „Код числа“).

Техника перевода чисел в двоичный код несложна. В заглавной графе „Код числа“ стоят восемь цифр: 1, 2, 4, 8 и т. д., записанных последовательно справа налево. Для получения кода какого-либо числа надо так подобрать сумму этих цифр, чтобы она оказалась равной данному числу. Так, например, числу 30 (первая строка таблицы) соответствует сумма чисел  $16+8+4+2$ . Против этих чисел ставится точка, а против остальных остается пробел; три пробела — четыре точки — пробел и есть код данного числа.

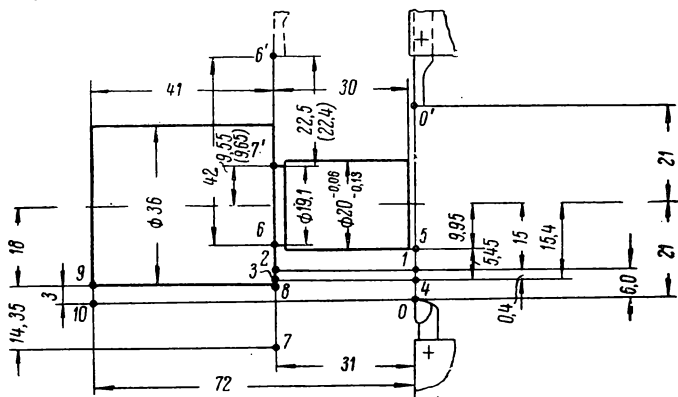
Поступая таким же образом, записывают коды всех чисел, определяющих прочие длины перемещений инструментов.

Как уже указывалось выше, практически перевод чисел в двоичный код делается по таблицам (см. табл. 1) и подбирать цифры не приходится.

Кроме кода длин перемещений инструментов определяется еще и код команд. Для кода команд отводятся определенные колонки карты (в данном

Таблица 2

Расчетно-технологическая карта обработки детали на станке с программным управлением системы завода «Ленполиграфмаш»



№ строки	Участок пути	Длина (в мм)	Масштаб записи	Число	Характер команды	Код числа								Код команды			
						128	64	32	16	8	4	2	1				
1	0—1	6	0,2	30	P↑—Г				●	●	●	●				●	●
2	1—2	31	—	—	P←Уп										(●)	●	●
3	2—3	0,4	0,2	2	P↓—Г											●	●
4	3—4	31,2	2,4	13	X→					●	●						●
5	4—5	0,05	0,01	5	P↑—Т						●					●	●
6		5,4	0,2	27	P↑—Г				●	●			●	●			●
7	5—6	31,2	—	—	P←Уп											●	●
8	6—7	22,4	0,2	112	P↓—Г		●	●	●							●	●
9	7—8	0,15	0,01	15	P↑—Т					●	●	●	●	●		●	●
10		14,2	0,2	71	P↑—Г		●						●	●	●		●
11	8—9	41	1	41	Уп←			●			●					●	●
12		41	—	—	P←Уп										(●)	●	●
13	9—10	3	0,2	15	P↓—Г					●	●	●	●	●		●	●
14	10—0	72	2,4	30	X→					●	●	●	●				●
15	9—8	41	1	41	Уп→			●		●						●	●
16	—	—	—	—	Стоп	(●)										●	●

Условные обозначения:

P — рабочий ход: → вправо, ↓ — назад;  
X — холостой ход: ← влево, ↑ — вперед;  
P←Уп: рабочий ход влево до упора;

Г — грубый отсчет;  
Т — точный отсчет;  
Уп←: упор влево;  
Уп→: упор вправо.

случае четыре первые колонки справа). Каждой команде соответствует свой код, и это указывается в паспорте станка.

Проектируя рукопись программы, технолог сначала назначает команды и заносит эти данные в 6-ю графу, пользуясь определенными условными обозначениями (см. примечание к табл. 2), а затем, руководствуясь паспортом станка, записывает код этих команд.

В результате получается рисунок, представляющий собой эскиз пробивки отверстий в перфокарте (там, где стоит точка, следует пробивать отверстие).

По данным такой расчетно-технологической карты изготавливают перфокарту, ленту или другой программноноситель.

Как видно, процесс подготовки производства при применении станков с программным управлением усложняется, однако экономия времени, получающаяся за счет автоматизации процесса обработки, компенсирует потерю времени, связанную с разработкой рукописи программы и изготовлением программноносителей.

---



*Виталий Альбертович Блюмберг*  
„СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ“

---

Научный редактор *Н. Н. Шестинский*  
Редактор *М. С. Червова*  
Технический редактор *А. И. Конторович*  
Корректор *А. Г. Ткалич*

Сдано в набор 20/I 1962 г. Подписано к печати 26/II 1963 г.  
Формат бумаги  $60 \times 90^{1/16}$ . Физ. печ. л. 28,25. Уч.-изд. л. 28,10.  
Тираж 25 000 экз. М-31097. Заказ № 142.

Лениздат, Ленинград, Торговый пер., 3  
Типография имени Володарского Лениздата, Фонтанка, 57

Цена 1 р. 08 к.

1р. 08к.