

В. А. БЛЮМБЕРГ

# СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ

*Издание второе,  
исправленное и дополненное*

ЛЕНИЗДАТ  
1969

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

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

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

*Италий Альбертович Блюмберг*  
«Справочник токаря»

Научный редактор *Р. Б. Копылов*

Редактор *М. С. Червова* Художник *Ю. С. Детинкин*

Технический редактор *В. И. Демьяненко*, Корректор *А. Г. Ткалич*

Сдано в набор 12/IX 1968 г. Подписано к печати 24/V 1969 г.  
Формат бумаги 70×108<sub>1/16</sub>. Бум. тип. № 3 Усл. печ. л. 39,2. Уч.-изд. л. 33,6  
Тираж 100 000 экз. Заказ № 1130/л М-34383.

*Лениздат, Ленинград, Фонтанка, 59, Типография им. Володарского*  
*Лениздата, Фонтанка, 57*

*Цена 1 р. 78 к.*

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	7
-----------------------	---

## Раздел первый

### Токарные станки и их эксплуатация. Организация рабочего места токаря

1. Основные сведения о токарных станках . . . . .	9
2. Проверка токарного станка на точность . . . . .	13
3. Рабочее место токаря и научная организация его труда . . . . .	18
4. Специализация и тарифно-квалификационная характеристика работ, выполняемых на токарных станках . . . . .	20
5. Основные правила техники безопасности при работе на токарных станках . . . . .	26

## Раздел второй

### Основные сведения о резцах и процессе резания

1. Элементы резания при точении . . . . .	29
2. Основные части токарного резца и его геометрия . . . . .	30
3. Основные типы токарных резцов . . . . .	31
4. Силы резания. Мощность . . . . .	34
5. Охлаждающие жидкости . . . . .	35
6. Изготовление резцов и их заточка . . . . .	37

## Раздел третий

### Установка и закрепление деталей на токарных станках

1. Основные способы установки деталей на токарном станке . . . . .	43
2. Приспособления для закрепления деталей на токарных станках . . . . .	48
3. Установка и закрепление сложных деталей . . . . .	92
4. Выверка деталей . . . . .	100

## Раздел четвертый

### Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

1. Основные методы обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .	104
2. Припуски на обработку . . . . .	107
3. Токарные резцы для обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .	111
4. Выбор режимов резания при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .	133
5. Вспомогательные таблицы, номограммы и приборы для выбора режима резания . . . . .	143
6. Получистовое точение с большими подачами . . . . .	151
7. Установка резцов на размер и рабочие схемы обтачивания наружных цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .	157
8. Основные пути повышения производительности труда при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .	169

### Раздел пятый Прорезание канавок и отрезание

1. Основные приемы вытачивания канавок и отрезания деталей на токарном станке . . . . .	179
2. Прорезные и отрезные резцы . . . . .	182
3. Установка и крепление отрезных резцов . . . . .	189
4. Режимы резания при прорезании канавок и отрезании . . . . .	191

### Раздел шестой

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

1. Чистовые методы обработки . . . . .	193
2. Чистовое обтачивание . . . . .	194
3. Тонкое обтачивание . . . . .	194
4. Зачистка (полирование) . . . . .	196
5. Доводка и притирка . . . . .	199
6. Обкатывание роликами или шариками . . . . .	199
7. Суперфиниширование (притирочное шлифование) . . . . .	203
8. Накатывание . . . . .	203
9. Измерения при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .	205

### Раздел седьмой

#### Методы обработки отверстий. Центрование и сверление

1. Методы обработки отверстий . . . . .	214
2. Припуски на обработку отверстий . . . . .	216
3. Последовательность переходов при обработке отверстий . . . . .	219
4. Центрование . . . . .	222
5. Сверла (типы, размеры, геометрия, способы закрепления) . . . . .	227
6. Практика сверления (основные схемы) . . . . .	240
7. Режимы резания при сверлении . . . . .	243

### Раздел восьмой

#### Зенкерование и растачивание отверстий

1. Зенкеры. Практика зенкерования . . . . .	248
2. Режимы резания при зенкеровании . . . . .	250
3. Расточные резцы . . . . .	252
4. Выбор режимов резания при растачивании отверстий . . . . .	261
5. Схемы и приемы растачивания отверстий на токарных станках . . . . .	262
6. Основные пути повышения производительности труда при обработке внутренних цилиндрических и торцовых поверхностей . . . . .	271

### Раздел девятый

#### Чистовая обработка и измерения отверстий

1. Развертывание . . . . .	275
2. Тонкое растачивание . . . . .	280
3. Притирка, полирование и притирочное шлифование . . . . .	280
4. Раскатывание отверстий . . . . .	281
5. Измерения при обработке отверстий . . . . .	283
6. Брак при обработке цилиндрических отверстий и меры его предупреждения . . . . .	289

### Раздел десятый

#### Обработка конических поверхностей

1. Общие сведения о конических поверхностях (конусах) . . . . .	290
2. Основные методы обработки конических поверхностей . . . . .	295

3. Обработка конических поверхностей широкими резцами . . . . .	296
4. Обработка конических поверхностей при повернутых верхних салазках суппорта . . . . .	298
5. Обработка конических поверхностей посредством поперечного смещения корпуса задней бабки . . . . .	303
6. Обработка конических поверхностей методом одновременного включения продольной подачи и подачи верхних салазок суппорта . . . . .	305
7. Обработка конических поверхностей при помощи универсальной конусной линейки . . . . .	307
8. Обработка конических поверхностей при помощи специальных копиров . . . . .	308
9. Обработка конических поверхностей при помощи гидрокопировального суппорта . . . . .	308
10. Растачивание, зенкерование и развертывание конических отверстий . . . . .	311
11. Измерение конических поверхностей . . . . .	313

**Раздел одиннадцатый**  
**Обработка фасонных поверхностей**

1. Методы обработки фасонных поверхностей . . . . .	315
2. Обработка фасонных поверхностей фасонными резцами . . . . .	316
3. Обработка фасонных поверхностей нормальными резцами при помощи поворотных и поводковых устройств . . . . .	319
4. Обработка сферических поверхностей специальными кольцеобразными и подобными им режущими инструментами . . . . .	323
5. Обработка различных фасонных поверхностей вращения нормальными резцами при помощи копировальных приспособлений . . . . .	330
6. Обработка некруглых деталей . . . . .	337
7. Измерение фасонных поверхностей . . . . .	338

**Раздел двенадцатый**  
**Размеры и допуски треугольных резьб**

1. Общие сведения о резьбах . . . . .	340
2. Размеры метрических резьб . . . . .	344
3. Допуски метрических резьб . . . . .	351
4. Размеры и допуски дюймовых резьб . . . . .	351
5. Размеры и допуски трубных резьб . . . . .	352
6. Размеры и допуски конических резьб . . . . .	352

**Раздел тринадцатый**  
**Основные методы нарезания и измерения треугольной резьбы**

1. Методы нарезания резьбы . . . . .	360
2. Измерение треугольных резьб . . . . .	362

**Раздел четырнадцатый**  
**Нарезание треугольной резьбы метчиками и плашками**

1. Основные типы метчиков и плашек и их назначение . . . . .	367
2. Конструкции метчиков и плашек и геометрия их режущих элементов . . . . .	369
3. Нарезание резьбы плашками . . . . .	370
4. Нарезание резьбы метчиками . . . . .	373

**Раздел пятнадцатый**  
**Нарезание треугольной резьбы резцами**

1. Резьбовые резцы и гребенки . . . . .	378
2. Настройка токарного станка для нарезания резьбы резцом . . . . .	380
3. Подготовка детали к нарезанию на ней резьбы . . . . .	385
4. Основные приемы нарезания треугольной резьбы резцами . . . . .	335
5. Режимы резания при резьбонарезании резцами . . . . .	405

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

1. Общие сведения о резьбах для передачи движения . . . . .	412
2. Размеры трапецидальных резьб . . . . .	412
3. Допуски на трапецидальные резьбы . . . . .	416
4. Размеры модульных резьб . . . . .	420
5. Допускаемые отклонения в размерах червяков . . . . .	421
6. Размеры прямоугольных и упорных резьб . . . . .	422

**Раздел семнадцатый**  
**Нарезание прямоугольных, трапецидальных и модульных резьб**

1. Резьбовые резцы и специальные державки для их установки . . . . .	423
2. Диаметры заготовок под нарезание трапецидальных резьб . . . . .	426
3. Технологическая последовательность формирования профиля при нарезании прямоугольной, трапецидальной, модульной и упорной резьб . . . . .	428
4. Основные способы нарезания червяков . . . . .	431
5. Основные приемы деления многозаходных резьб на заходы . . . . .	433
6. Основные методы повышения производительности процесса нарезания тра- пецидальной и модульной резьб . . . . .	438
7. Режимы резания при нарезании трапецидальных и модульных резьб . . . . .	442
8. Измерения прямоугольных, трапецидальных, модульных и упорных резьб	445

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Непрерывное повышение производительности труда и эффективности использования средств производства при одновременном улучшении технического уровня, качества и надежности промышленной продукции составляет основную задачу, стоящую перед работниками машиностроительной промышленности.

В числе многих мероприятий успешному решению этой задачи содействует максимально возможное сокращение потерь производства, связанных с перестройкой оборудования, выбором технологического плана обработки, приспособлений, инструментов и режимов резания. А это, в свою очередь, зависит от ряда факторов, в том числе и от наличия на рабочих местах соответствующих инструкций и справочных данных, отражающих передовой опыт новаторов производства.

Предлагаемое читателю второе издание «Справочника токаря» в какой-то мере может оказаться полезным в решении этой большой и сложной задачи.

Справочник предназначен главным образом для токарей, работающих на токарных и токарно-винторезных станках в основных механических и вспомогательных цехах. Он может быть полезен токарям-инструментальщикам, а также большой группе бригадиров, мастеров и других инженерно-технических работников машино- и приборостроительной промышленности.

В отличие от первого издания, второе издание справочника не содержит общих сведений о мерах, основных обозначениях, материалах и их свойствах, допусках, посадках и условных обозначениях на чертежах. Эти сведения имеются в многочисленных справочниках и другой технической литературе.

Второе издание «Справочника токаря» составлено и построено так, чтобы удовлетворять непосредственно профессиональные запросы токаря.

В первом—третьем разделах содержатся материалы о современных токарных станках, процессе резания, режущем инструменте, способах установки и закрепления деталей.

Четвертый—девятый разделы посвящены основным токарным работам — обработке наружных цилиндрических поверхностей, отверстий, торцовых поверхностей, уступов и канавок.

В десятом—семнадцатом разделах содержатся данные, относящиеся к весьма распространенным, но вместе с тем и более сложным специальным токарным работам, таким, как нарезание резьб, обработка конических и фасонных поверхностей.

В справочнике приводятся необходимые сведения по выбору режимов резания и, в частности, подробно рассматриваются недостаточно освещенные в распространенной справочной литературе вопросы, связанные с выбором режимов резания и геометрии инструментов для обработки неметаллических материалов, а также труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Второе издание справочника значительно пополнено новыми материалами: рассматриваются прогрессивные конструкции приспособлений (в частности, с магнитным приводом) и инструментов (с многогранными твердосплавными пластинками и др.), высокопроизводительные методы обработки (в частности, на станках с программным управлением), даются рекомендации по рациональной организации рабочего места токаря с учетом требований научной организации труда.

Справочник состоит в основном из таблиц с иллюстрациями, наглядно характеризующими рабочие приемы и методы работы токаря. Теоретические объяснения явлений, наблюдающихся в процессе токарной обработки, равно как и их описание, в справочник не включались.

Автор надеется, что принятая форма изложения может оказать действенную помощь токарям в их производственной работе и будет содействовать приобретению и освоению ими правильных, наиболее прогрессивных производственных приемов.

Автор выражает благодарность известному токарю-новатору В. К. Семинскому за ценные замечания, связанные с первым изданием справочника.

Автор будет весьма признателен всем читателям, которые, ознакомившись с этой работой, найдут возможность высказать свои пожелания по исправлению и улучшению книги.

*Автор*



# РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

## ТОКАРНЫЕ СТАНКИ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ТОКАРЯ

### 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Таблица 1

Основные типы станков токарной группы

Наименование	Основные модели	Назначение
Токарные и токарно-винторезные	1Б611, 1У61, 1В61, 1Б61А, 1Б616, 16Б16, 1А616, 1К62, 1А625, 1К625, 1К62ПУ, 163, 1М63, 1А64, 165, 1658	Для разнообразных токарных работ при единичном, мелкосерийном и реже серийном производстве
То же, повышенной и особо высокой точности	1600, 1Б601, 1603, 1604, 1П611, 1А616П, 1В616, 1П61, 1К62Б, 16Б20П, 1К62Т	То же, при обработке деталей с повышенной и особо высокой точностью
Тяжелые токарные	1А660, 1А661, 1А665, 1А670, 1А666, 1А675, 1А671, 1А667, 1А680, 1А676, 1А672, 1А685, 1А681, 1А677, 1А682, 1А686	Для обработки крупных деталей типа дисков, маховиков, а также крупных валов при единичном и мелкосерийном производстве
Токарно-карусельные	1508, 1510, 153, 1531М, 1541, 1М553, 1М557, 1532Т, 1540, 1550, 1563, 1580П	Для обработки крупных деталей (маховиков, шкивов, корпусов, дисков и др.)
Токарно-револьверные с вертикальной осью револьверной головки	Прутковые: 1Н318, 1Н325, 1А340, 1365, 1371; патронные: 1П365, 1А365, 1Б365, 1П371	Для обработки разнообразных деталей преимущественно небольших и средних размеров типа втулок, крепежных деталей и т. п. (из прутка и отдельных заготовок) при мелкосерийном и серийном производстве
То же, с горизонтальной осью револьверной головки	Прутковые: 1Г325, 1341; патронные: 1416, 1В340	То же

Продолжение табл. 1

Наименование	Основные модели	Назначение
Полуавтоматы токарные многорезцовые	1А720, 1А730, 1712, 1708, 1722, 1713, 1719, 1Б732	Для обработки ступенчатых и фасонных валов, а также небольших деталей типа втулок и дисков при крупносерийном и массовом производстве
Токарные автоматы одношпиндельные прутковые	1103, 1023, 1Б112, 1Б118, 1Б125, 1Б136	Для изготовления крепежных и мелких фасонных деталей, а также деталей арматуры в условиях крупносерийного и массового производства
Токарные автоматы многошпиндельные	Прутковые: 1А225—6, 1220—8, 1А225К—6, 1А240—8, 1А240—4, 1265М—8; патронные: 1А240П—8, 1265ПМ—8; 1А240П—4, 1265ПМ—6, 1А290П—8	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)

В настоящем справочнике рассматриваются вопросы, связанные с работой и эксплуатацией наиболее многочисленной части станков токарной группы — токарных и токарно-винторезных. Отдельными разделами справочника или частью их можно пользоваться и при работе на других типах станков токарной группы.

Основные части токарных и токарно-винторезных станков. На рис. 1 изображен общий вид токарно-винторезного станка. Основными узлами этого станка являются: передняя бабка — для закрепления или поддержания обрабатываемой детали в сообщения ей вращения;

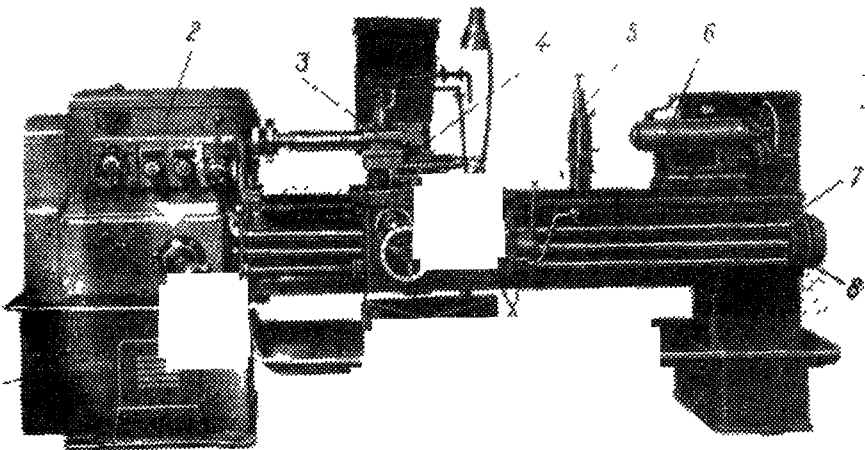


Рис. 1. Токарно-винторезный станок модели 1К62:

1 — станок; 2 — передняя бабка с коробкой скоростей; 3 — резцедержатель; 4 — суппорт; 5 — межподшипный люнет; 6 — задняя бабка; 7 — ходовой винт; 8 — ходовой вал; 9 — фартук.

коробка скоростей — для изменения числа 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 закреплённому 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. 2.

Токарный станок с программным управлением. Станки с программным управлением отличаются от обычных тем, что они снабжены специальным распорядительным

устройством, содержащим программу работы станка. Это устройство выдает так называемые команды — сигналы, посредством которых осуществляется дистанционное автоматическое управление станком.

В качестве программносителя в программирующем устройстве станков с программным управлением применяются перфокарты (модель станка СВПУ), перфоленды, магнитные ленты (1К62ПУ), штеккерные и кнопочные коммутаторы и др.

На рис. 2 показан токарный станок с программным управлением модели 1К62ПУ, серийно выпускаемый с 1965 г. заводом «Красный пролетарий». Станок этот унифицирован с основной моделью 1К62. Он снабжен специальным гидроагрегатом 3, с помощью которого усиливаются команды, получаемые от программируемого устройства, где в качестве программносителя используется магнитная лента.

Главный привод станка смонтирован внутри левой ножки 1 станины; коробка скоростей расположена в передней бабке 4. Коробка подач и фартук практически отсутствуют. Взамен их в качестве привода применены электрические шаговые двигатели с гидроусилителями крутящего момента.

Таблица 2

Технические характеристики токарных станков

Технические характеристики	Станки повышенной и особо высокой точности						
	1603	1604	1И611П	1У61П	1А616П	1Б616	1К62Б
Наибольший диаметр обработки, в мм:							
над станиной	160	200	250	320	320	320	400
над суппортом	85	110	125	—	180	—	220
Расстояние между центрами, в мм . . .	250	350	350, 500	500, 710, 1 000	710	500, 710, 1 000	710, 1 000, 1 400
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм . . . . .	—	20	25	—	34	—	42
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту . . . . .	70—4 000	45—3 000	20—2 000	До 2 000	11—2 240	8—1 600	12,5—2 000
Пределы подач, в мм/об:							
продольных . . . . .	0,01—0,3	—	0,02—0,7	—	0,05—0,89	—	0,075—4,46
поперечных . . . . .	—	—	0,01—0,37	—	0,05—0,89	—	0,035—2,08
Мощность главного электродвигателя, в квт . . . . .	1,1	1,1	3	3	4,5	3	7,5—10
Габариты станка, в мм:							
высота . . . . .	1 170	1 280	1 230	—	1 220	—	1 324
ширина . . . . .	590	690	650	—	1 275	—	1 181
длина . . . . .	1 130	1 310	1 790	—	2 225	—	2 812
Вес станка, в кг . . . . .	505	565	890—1 070	950	1 500	1 700	2 160, 2 290, 2 400

Продолжение табл. 2

Технические характеристики	Станки нормальной точности					
	16B11	16B16	1A616	1A62	1K62 *	1A625
Наибольший диаметр обработки, в мм:						
над станиной . . . . .	250	320	320	400	400	500
над суппортом . . . . .	—	—	180	210	220	290
Расстояние между центрами, в мм . . . . .	350, 500	500, 710, 1 000	500, 710, 1 000	750, 1 000, 1 500, 2 000	750, 1 000, 1 400	1 000, 1 400, 2 000
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, в мм	—	—	34	37	48	50
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	25—2 500	20—2 000	11—2 240	11,5—1 200	12,5—2 000	11,5—2 000
Пределы подач, в мм/об:						
продольных . . . . .	—	—	0,08—2,64	0,082—1,59	0,075—4,46	0,07—4,16
поперечных . . . . .	—	—	0,08—1,65	0,027—0,52	0,075—2,23	0,035—2,08
Мощность главного электродвигателя, в квт	2,3	4,1	4	7	10	10
Габариты станка, в мм:						
высота . . . . .	—	—	1 220	1 210	1 133	1 350
ширина . . . . .	—	—	1 275	1 580	1 323	1 216
длина . . . . .	—	—	2 225	(2 510—3 783)	(2 517—3 167)	3 805
Вес станка, в кг . . . . .	1 000	1 600	1 500	2 045—2 490	2 360	2 330—2 690
Технические характеристики	Станки нормальной точности					
	163	1A64	165	1658		
Наибольший диаметр обработки, в мм:						
над станиной . . . . .	630	800	1 000	1 000		
над суппортом . . . . .	340	450	650	650		
Расстояние между центрами, в мм . . . . .	1 400, 2 800	2 800	2 800, 5 000	8 000		
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, в мм . . . . .	70	80	80	80		
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту . . . . .	10—1 250	7,1—750	5—500	5—500		
Пределы подач, в мм/об:						
продольных . . . . .	0,11—4,67	0,20—3,05	0,20—3,05	0,20—3,05		
поперечных . . . . .	0,035—1,15	0,07—1,04	0,07—1,04	0,07—1,04		
Мощность главного электродвигателя, в квт . . . . .	14	20	28	28		
Габариты станка, в мм:						
высота . . . . .	2 500	1 660	1 760	1 760		
ширина . . . . .	1 435	2 000	2 000	2 000		
длина . . . . .	3 535	5 780	5 780, 11 780	11 380		
Вес станка, в кг . . . . .	4 000	11 700	12 500, 16 000	21 000		

\* Характеристику станка с программным управлением 1K62ПУ см. на стр. 13.

Программирующее устройство расположено в дульте управления 2.

На станке программируются траектория движения инструмента, величины рабочих подач, глубина резания, число проходов, очередность работы переднего 5 и заднего 6 резцедержателей.

Задний резцедержатель предназначен для установки канавочных, фасонных и отрезных резцов.

Установка чисел оборотов шпинделя производится с помощью двух рукояток, выведенных на зеркало передней бабки станка.

Станок предназначен для наружной и внутренней обработки тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности. Он успешно используется в единичном, мелкосерийном и частично в серийном производстве для обработки пространственно сложных деталей.

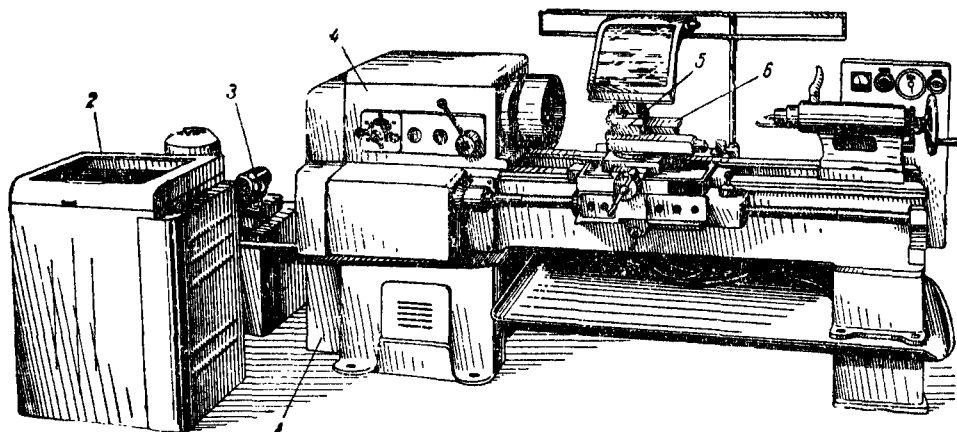


Рис. 2. Токарный станок с программным управлением модели 1К62ПУ.

## Техническая характеристика станка модели 1К62ПУ

Наибольший диаметр обрабатываемой детали . . . . .	400 мм
Наибольшая длина обрабатываемой детали . . . . .	1 000 мм
Наибольший диаметр продольного точения при работе по программе	200 мм
Наибольшая длина точения . . . . .	930 мм
Наибольший диаметр точения при работе задним резцедержателем	140 мм
Величина быстрых перемещений в направлении:	
продольном . . . . .	1,8 м/мин
поперечном . . . . .	0,18 м/мин
Пределы рабочих подач суппорта в направлении:	
продольном . . . . .	6—1 800 мм/мин
поперечном . . . . .	0,6—180 мм/мин
Величина перемещения суппорта на один импульс (шаг) в направлении:	
продольном . . . . .	0,05 мм
поперечном . . . . .	0,005 мм
Мощность главного электродвигателя	7,5 квт
Суммарная установленная мощность	11 квт
Габариты станка с гидроагрегатом	3 500×1 350×1 425 мм
Вес станка с гидроагрегатом и пультом управления . . . . .	2 600 кг

Остальные данные те же, что и у станка 1К62.

## 2. ПРОВЕРКА ТОКАРНОГО СТАНКА НА ТОЧНОСТЬ

Новые и капитально отремонтированные токарные станки должны удовлетворять нормам точности, установленным ГОСТом 42-56.

Порядок проведения проверки и допустимые отклонения для токарных станков наиболее распространенных габаритов приведены в табл. 3.

### Проверка токарных станков на точность (методы проверки и нормы точности для станков наиболее распространенных габаритов)

#### Проверка прямолинейности продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости

**Метод проверки.** На суппорте (ближе к резцедержателю) параллельно направлению его перемещения устанавливается уровень. Суппорт перемещается в продольном направлении на всю длину хода. Замеры производятся не более чем через 500 мм на станках с длиной хода суппорта до 6 м. Погрешность определяется наибольшим отклонением (по уровню) траектории движения от прямой линии.

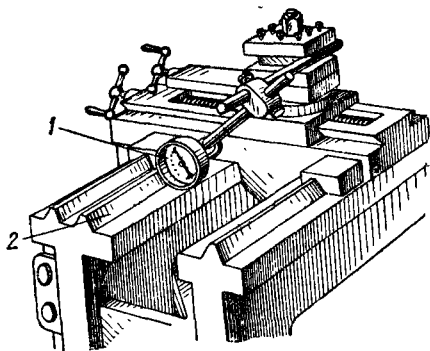
**Допуск, в мм:** на 1 м хода суппорта — 0,02, на всей длине хода: до 2 м — 0,04, до 4 м — 0,06.

#### Проверка прямолинейности продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости

**Метод проверки.** При длине хода суппорта до 3 м проверка производится с помощью цилиндрической оправки, закрепляемой между центрами передней и задней бабок, и индикатора, установленного на суппорте так, чтобы его мерительный штифт касался боковой образующей оправки. Показания индикатора по концам оправки должны быть одинаковыми, что достигается соответствующей установкой задней бабки.

**Допуск, в мм:** на 1 м длины суппорта — 0,02, на всей длине хода: до 2 м — 0,03, до 4 м — 0,04.

#### Проверка параллельности направляющих задней бабки направлению продольного перемещения суппорта

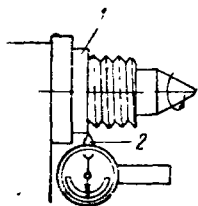


**Метод проверки.** На суппорте устанавливается индикатор 1 так, чтобы его мерительный штифт касался направляющей 2 задней бабки. Замеры производятся в плоскостях, перпендикулярных к соответствующим направляющим задней бабки.

Суппорт перемещается в продольном направлении на всю длину направляющих задней бабки.

**Допуск, в мм:** для вертикальных направляющих — 0,03 на 1 м длины хода суппорта, на всей длине хода: до 2 м — 0,04, до 4 м — 0,05; для горизонтальных и наклонных направляющих — 0,02 на 1 м длины хода суппорта, на всей длине хода: до 2 м — 0,025, до 4 м — 0,03.

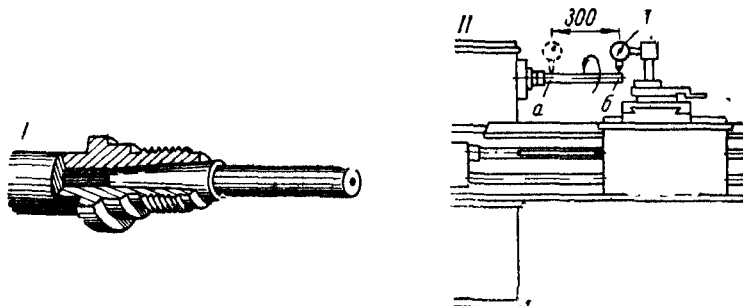
#### Проверка радиального биения центрирующей шейки шпинделя



**Метод проверки.** На станке устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный штифт 2 касался центрирующей шейки 1 шпинделя, которому при этом сообщается вращение.

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм — 0,01, до 800 мм — 0,015.

### Проверка радиального биения оси отверстия шпинделя передней бабки

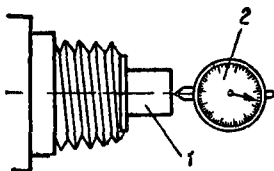


**Метод проверки.** В отверстие шпинделя передней бабки плотно вставляется цилиндрическая оправка (поз. 1).

На станке устанавливается индикатор 1 так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки (поз. II). Шпиндель приводится во вращение. Измерения производятся у торца шпинделя (а) и на расстоянии 300 мм от него (б).

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия до 400 мм: а — 0,01, б — 0,02; до 800 мм: а — 0,015, б — 0,025.

### Проверка осевого биения шпинделя передней бабки

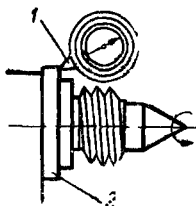


**Метод проверки.** В отверстие шпинделя передней бабки вставляется короткая оправка 1, торцовая поверхность которой перпендикулярна к ее оси.

На станке устанавливается индикатор 2 так, чтобы его мерительный штифт касался торца оправки у его центра. Шпиндель приводится во вращение. Проверка производится при затянутых упорных подшипниках.

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия до 400 мм — 0,010, до 800 мм — 0,015.

### Проверка торцового биения опорного буртика шпинделя

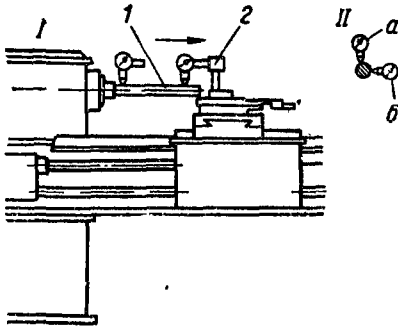


**Метод проверки.** На станке устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный штифт 1 касался торцовой поверхности буртика 2 шпинделя передней бабки на возможно большем расстоянии от центра. Шпиндель приводится во вращение.

Замеры производятся не менее чем в двух диаметрально противоположных точках одного диаметра (индикатор переставляется). Погрешность определяется как наибольшая величина показаний индикатора. Проверка производится при затянутых упорных подшипниках.

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм — 0,02, до 800 мм — 0,025.

### Проверка параллельности оси шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта



**Метод проверки.** В отверстие шпинделя передней бабки (поз. 1) плотно вставляется цилиндрическая оправка 1. На салазках суппорта устанавливается индикатор 2 так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки (поз. II): а — по ее верхней образующей, б — по ее боковой образующей.

Суппорт перемещается вдоль станины.

При проверке (в каждом положении индикатора) замер производится по двум диаметрально противоположным образующим (при повороте шпинделя на  $180^\circ$ ). Погрешность определяется средней арифметической результатов обоих замеров в данной плоскости.

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм: а — 0,03, б — 0,012; до 800 мм: а — 0,03, б — 0,015.

### Проверка параллельности направления перемещения салазок суппорта оси шпинделя передней бабки

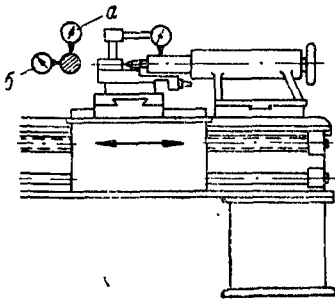
**Метод проверки.** В отверстие шпинделя передней бабки плотно вставляется цилиндрическая оправка.

На салазках суппорта устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки по ее боковой образующей. Поворотная часть суппорта устанавливается в такое положение, чтобы при передвижении салазок показания индикатора по концам оправки были одинаковы. После достижения этого условия индикатор переставляется так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки по ее верхней образующей.

Салазки суппорта перемещаются вдоль верхних направляющих на всю длину хода.

**Допуск, в мм:** на длине хода салазок до 100 мм — 0,03, до 300 мм — 0,04, до 500 мм — 0,05.

### Проверка параллельности оси конического отверстия пиноли задней бабки направлению продольного перемещения суппорта



**Метод проверки.** В отверстие пиноли 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.

При каждой проверке (в положении индикатора по поз. а или б) замер отклонения производится по двум диаметрально противоположным образующим, для чего оправка переставляется в отверстие пиноли, а при вращающейся пиноли поворачивается на  $180^\circ$ . Погрешность определяется средней арифметической результатов обоих замеров в данной плоскости.

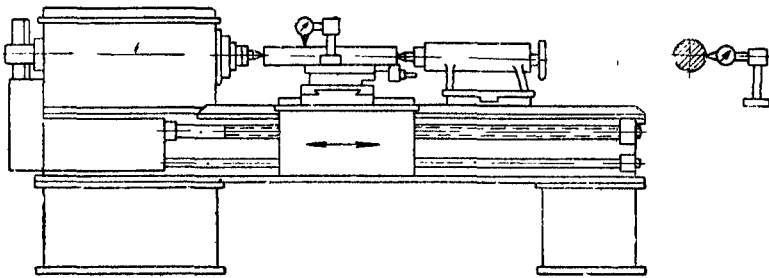
**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 800 мм — 0,03.

### Проверка расположения осей отверстий шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки на одинаковой высоте над направляющими станины для суппорта

**Метод проверки.** Между центрами передней и задней бабок зажимается цилиндрическая оправка, длина которой примерно равна двум длинам каретки. Мерительный штифт индикатора, закрепленного на суппорте, касается верхней обра-



Продолжение табл. 3



зующей оправки. Показания замеров у обоих концов оправки на одинаковых расстояниях от центра должны быть равны.

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм — 0,06, до 800 мм — 0,1.

Ось отверстия скалки может быть только выше (но не ниже) оси отверстия шпинделя.

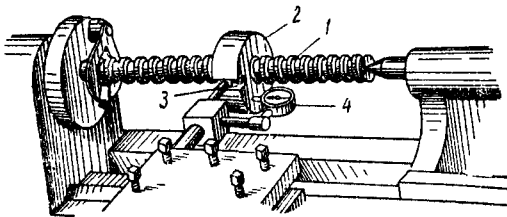
### Проверка осевого биения ходового винта

**Метод проверки.** Индикатор устанавливается так, чтобы его мерительный штифт касался торца винта у его центра. Винт, нагруженный в осевом направлении, приводится во вращение.

Проверка производится как при правом, так и при левом вращении винта.

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм — 0,01, до 800 мм — 0,015.

### Проверка точности передаточной цепи от шпинделя к ходовому винту (без участия коробки подач)



**Метод проверки.** Между центрами передней и задней бабок укрепляется эталонный винт 1 с точной гайкой 2. В гайке имеется продольный паз 3, в который вводят конец державки индикатора 4, благодаря чему она может только перемещаться вдоль оси винта, но не поворачиваться.

Мерительный штифт индикатора, установленного на каретке суппорта, упирается в торец гайки.

Ходовому винту сообщается вращение от шпинделя с передачей, равной отношению шага эталонного винта к шагу ходового винта.

Накопленная ошибка шага определяется как наибольшая алгебраическая разность показаний индикатора между любыми двумя точкам эталонного винта в пределах заданной длины 100 и 300 мм.

**Допуск, в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм допускается накопленная ошибка не более 0,035 на 100 мм и 0,05 на 300 мм длины; для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 800 мм соответственно не более 0,04 на 100 мм и 0,06 — на 300 мм длины.

### Проверка стайка в работе

#### а) Правильность геометрической формы после обтачивания

**Метод проверки.** 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.

**Допуск на овальность (а) и конусность (б), в мм:** для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм: а — 0,01; б — 0,01 на длине 100 мм; до 800 мм: а — 0,015, б — 0,03 на длине 300 мм.

**б) Правильность плоскостности торцовой поверхности после обтачивания ее**

**Метод проверки.** На станке обтачивается планшайба диаметром не менее 0,5 наибольшего диаметра обрабатываемых деталей. Можно обтачивать не всю торцовую 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.

**Допуск, в мм:** при диаметре образца 200 мм — 0,015, 300 мм — 0,020, 400 мм — 0,025, 500 мм — 0,03, 600 мм — 0,04, 700 мм — 0,05, 800 мм — 0,06 (допускается только вогнутость).

**Примечание.** Кроме указанных ГОСТом 42-56, предусматриваются следующие проверки:

- 1) перекоса суппорта при его продольном перемещении;
- 2) радиального бienia оси центрального отверстия задней бабки;
- 3) параллельности перемещения скалки задней бабки направлению продольного перемещения суппорта.

### 3. РАБОЧЕЕ МЕСТО ТОКАРЯ И НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЕГО ТРУДА

Производительность в значительной степени зависит от правильной организации труда токаря, а также организации и технического обслуживания рабочего места.

Научная организация труда токаря имеет своей основной целью создание необходимых условий для достижения максимальной производительности труда при наименьших затратах материальных и трудовых ресурсов. Научная организация труда токаря на основе исследований и обобщений в области технологии машиностроения, технических расчетов, а также использования производственных навыков и творческих способностей каждого рабочего предусматривает осуществление мероприятий, направленных на обеспечение специализации рабочего места; оснащения его комплектом оборудования, инвентаря, инструментов и специальной оснастки в соответствии с характером выполняемых работ; рациональной планировки его и продуманной системы обслуживания; рационализации приемов и методов труда на рабочем месте; совершенствования систем нормирования и стимулирования труда; повышения культурно-технического уровня работающих; развития творческой инициативы и воспитания коммунистического отношения к труду.

Одним из основных организационных мероприятий, способствующих повышению производительности труда, является *специализация рабочего места*. Она заключается в том, что за каждым рабочим местом (станком) закрепляется определенная обработка однотипных деталей.

До сих пор детали закреплялись за станками лишь в серийном производстве, однако опыт работы передовых заводов показывает, что это вполне осуществимо также в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Специализация рабочего места способствует правильной классификация токарных работ и внедрение групповой технологии.

*Основным оборудованием рабочего места токаря* является токарный станок с предохранительными и вспомогательными устройствами и постоянным комплектом принадлежностей к нему.

В состав *вспомогательного оборудования и оснащения рабочего места* входят:

комплект технологической оснастки постоянного пользования (приспособления, режущий, измерительный и вспомогательный инструмент);

комплект технической документации, постоянно находящейся на рабочем месте (инструкции, справочники, вспомогательные таблицы и т. д.);

комплект предметов для ухода за рабочим местом (масленки, щетки, совки, обтирочные материалы и т. д.);

комплект вспомогательного оборудования или так называемой организационно-технической оснастки (инструментальные шкафы или тумбочки, подставки, планшеты и т. д.) для хранения и размещения в процессе работы технологической оснастки, технической документации и предметов ухода за рабочим местом. В комплект организационно-технической оснастки, постоянно находящейся на рабочем месте, входят также стеллажи или подставки для разме-

шения заготовок и обработанных деталей или переносной тары для них; передвижная или переносная тара для заготовок и деталей в большинстве случаев общехового пользования, по мере необходимости поступающая на рабочее место и находящаяся на нем во время обработки очередной партии деталей; подножные решетки; табуреты или стулья.

Номенклатура, конструкция и размеры вспомогательного оборудования и других предметов оснащения зависят в первую очередь от состава комплекта технологической оснастки и предметов ухода за рабочим местом постоянного пользования, типа производства, размера и веса обрабатываемых деталей и способа их транспортирования.

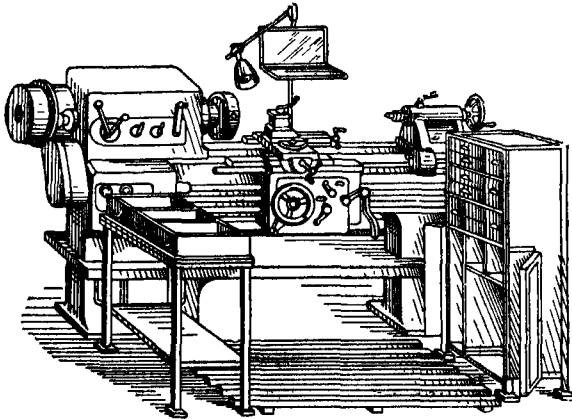


Рис. 3. Типовая планировка рабочего места токаря: 1—приемный столик для деталей; 2—станок; 3—инструментальный шкаф; 4—подножная решетка.

Состав комплекта технологической оснастки и предметов ухода за рабочим местом постоянного пользования устанавливается в каждом отдельном случае в зависимости от характера выполняемых работ, конструкции станка и принятой системы инструментального хозяйства и обслуживания рабочего места.

Наибольшим количеством различных приспособлений и инструментов, постоянно находящихся на рабочем месте, располагают токари универсалы, работающие в инстру-

ментальных, ремонтных и экспериментальных цехах, а также в механических цехах единичного и мелкосерийного производства.

Типовая планировка рабочего места токаря универсала, работающего на станке средних размеров, показана на рис. 3.

Существуют два основных варианта планировки рабочего места токаря.

По одному (наиболее распространенному) варианту инструментальный шкаф располагают справа от рабочего, а приемный столик или стеллаж для деталей — слева. По другому варианту планировки инструментальный шкаф размещают с левой стороны от рабочего, а стеллажи для деталей — с правой.

Первый вариант планировки рабочего места более рационально применять для серийного, а второй — для индивидуального производства.

При серийном производстве стеллажи с заготовками и деталями выгоднее располагать ближе к передней бабке. Некоторая удаленность инструментального шкафа в условиях серийного производства не оказывает существенного влияния на производительность труда, так как обычно токарь перед началом работы подбирает весь необходимый инструмент и раскладывает его на станке или на столике.

Для индивидуального производства при обработке разнотипных деталей, требующих частой смены инструментов, инструментальный шкаф удобнее помещать с левой стороны от рабочего.

Второй вариант планировки рабочего места рекомендуется применять также при обработке длинных и тяжелых деталей, которые приходится брать двумя руками.

Рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы были устранены все ненужные движения рабочего и созданы условия для обеспечения наиболее высокой производительности труда. Основными путями рационализации рабочих движений являются устранение лишних движений, замена движений на удлиненные расстояния более короткими и менее утомительными и одновременное выполнение рабочих движений двумя руками.

Правильная организация труда на рабочем месте должна также предусматривать осуществление комплекса мероприятий, направленных на сокращение вспомогательного времени и максимальное облегчение труда токаря.

Для высокопроизводительной работы токаря необходима рациональная система обслуживания рабочего места.

Обслуживание рабочих мест инженерно-техническими работниками (мастером,

планировщиком, нормировщиком и др.) и работникам различных вспомогательных хозяйств и участков цеха (складского, инструментального, ремонтного и др.) должно быть строго увязано с принятой на заводе системой организации производства.

Токарь должен быть освобожден от выполнения вспомогательных работ, не связанных непосредственно с его основным делом.

Рабочее место должно своевременно

обеспечиваться всем необходимым для высокопроизводительной и высококачественной работы.

Должны предупреждаться и своевременно устраняться все неполадки на рабочем месте, обеспечиваться сохранность оборудования и оснастки, а также экономное расходование материалов, инструментов и пр.

На рабочем месте следует поддерживать чистоту и порядок.

#### 4. СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ И ТАРИФНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

В зависимости от сложности токарные работы разделяются на разряды. Установлено шесть разрядов: к первому относятся самые простые работы, к шестому — наиболее точные и сложные. Квалификацию (разряд) токаря устанавливают соответственно разряду работы.

Присвоение разряда производится тарифно-квалификационной комиссией предприятия (цеха, мастерской), назначаемой его руководителем.

Испытание на разряд заключается в сдаче пробы, т. е. в практическом выполнении

не менее трех разновидностей работ соответствующего разряда, и в устном экзамене, на котором проверяются теоретические знания рабочего. При сдаче пробы учитываются время, затраченное на ее выполнение (норма выработки), точность, чистота обработки и другие качественные показатели.

Результаты испытания на разряд оформляются соответствующими актами и приказом, а также заносятся в трудовую и расчетную книжки рабочего.

Таблица 4

Квалификационные характеристики токарей I—VI разрядов (при работе на токарных станках с наибольшим диаметром обработки до 1000 мм)

Краткая характеристика выполняемых работ. Что должен знать токарь	Примеры работ
<p style="text-align: center;"><b>I разряда</b></p> <p>Токарная обработка простых деталей с небольшим количеством переходов по 4—7-му классам точности на простых токарных станках с применением нормального режущего инструмента и универсальных приспособлений, с соблюдением последовательности обработки и режимов резания в соответствии с технологической картой или указаниями мастера</p> <p>Выполнение операций по обтачиванию цилиндрических и конических поверхностей, растачиванию, подрезанию, сверлению, отрезке</p> <p>Нарезание треугольной резьбы метчиками, плашками или резцом с последующей доводкой метчиками или плашками</p> <p>Обработка деталей средней сложности на специализированных станках, налаженных для обработки определенных деталей и операций, или на универсальных токарных станках с применением мерного инструмента и специальных приспособлений</p> <p>Установка и крепление деталей в центрах, самоцентрирующих патронах, цапгах, на оправках и других приспособлениях с несложной выверкой</p> <p><b>Должен знать.</b> Правила управления и ухода за обслуживаемым токарным стан-</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Болты, шпильки, винты, пробки диаметром до 20 мм и длиной до 100 мм — токарная обработка с нарезкой под плашку или плашкой</li> <li>2. Бородки и керны — полная токарная обработка</li> <li>3. Валики гладкие и ступенчатые диаметром до 30 мм и длиной до 100 мм — полная токарная обработка</li> <li>4. Втулки гладкие и с буртиком диаметром и длиной до 50 мм — полная токарная обработка</li> <li>5. Воротки и клуппы — полная токарная обработка</li> <li>6. Гайки и контргайки с диаметром резьбы до 50 мм — полная токарная обработка</li> <li>7. Ключи торцовые наружные и внутренние — полная токарная обработка</li> <li>8. Метчики, развертки, сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком — токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>9. Маховички с диаметром обода до 200 мм — подрезка ступицы, сверление и расточка</li> <li>10. Оправка для расточных резцов длиной до 200 мм — полная токарная обработка</li> </ol>

Продолжение табл. 4

Краткая характеристика выполняемых работ. Что должен знать токарь	Примеры работ
<p>ком и условную сигнализацию, применяемую на рабочем месте; наименования, маркировку и основные механические свойства обрабатываемых материалов; назначение и условия использования наиболее распространенных приспособлений, простого контрольно-измерительного инструмента; назначение, условия применения, правила заточки и установки нормального режущего инструмента; наименования охлаждающих жидкостей и масел; обозначения классов точности и шероховатости поверхности на чертежах и калибрах</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Пружины неточные из проволоки диаметром до 5 мм — навивка.</li> <li>12. Плашки круглые до М20 — токарная обработка без резьбы</li> <li>13. Пробки, кольца гладкие предельных калибров диаметром до 50 мм — токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>14. Фланцы и шкивы диаметром до 200 мм — полная токарная обработка</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>II разряда</b></p> <p>Токарная обработка деталей средней сложности по 3—4-му классам точности на универсальных токарных станках с применением нормального режущего инструмента и универсальных приспособлений</p> <p>Обработка деталей средней сложности с большим количеством переходов по 2—3-му классам точности на специализированных станках, налаженных для обработки определенных деталей и для выполнения отдельных операций, или на универсальном оборудовании с использованием мерного режущего инструмента и специальных приспособлений</p> <p>Выполнение операций по обтачиванию и растачиванию цилиндрических, конических и несложных фасонных поверхностей</p> <p>Нарезание наружной и внутренней трехугольной резьбы</p> <p>Установление технологической последовательности обработки и режимов резания по технологической карте или самостоятельно. Выполнение необходимых расчетов для получения заданных конусных поверхностей</p> <p>Должен знать. Устройство однотипных токарных станков; условную сигнализацию; устройство и применение наиболее распространенных универсальных приспособлений; назначение и правила использования нормального и специального режущего инструмента, углы, правила заточки и установки резов и сверл; назначение и условия применения контрольно-измерительного инструмента средней сложности; основные сведения о допусках и посадках, классах точности и шероховатости обработанной поверхности</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Болты, винты, шпильки диаметром свыше 30 мм и длиной свыше 100 мм — полная токарная обработка</li> <li>2. Болты резцедержателей — токарная обработка с нарезанием ленточной резьбы</li> <li>3. Валы, оси, оправки длиной до 1000 мм — токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>4. Валики гладкие и ступенчатые диаметром свыше 30 мм и длиной свыше 100 мм — полная токарная обработка</li> <li>5. Валы длиной свыше 1000 и до 3000 мм — обдирка</li> <li>6. Вкладыши разъемные для шатунов и подшипников диаметром до 100 мм — полная токарная обработка</li> <li>7. Втулки гладкие и с буртиком длиной свыше 50 и до 100 мм — полная токарная обработка</li> <li>8. Втулки для кондукторов диаметром свыше 6 мм — полная токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>9. Зенкеры и фрезы со вставными ножами — полная токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>10. Калибры (в том числе и резьбовые) диаметром свыше 50 и до 100 мм — полная токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>11. Кольца прокладочные сферические — обточка по шаблону и расточка</li> <li>12. Корпусы вентиля — обточка, расточка и нарезание резьбы</li> <li>13. Метчики, развертки и сверла диаметром свыше 1,5 и до 4 мм — токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>14. Матрицы вырубные для деталей круглой формы, пуансоны вырубные и прокольные — полная токарная обработка с припуском на шлифование</li> <li>15. Плашки — полная токарная обработка с нарезкой резьбы метчиком</li> <li>16. Ручки для калибров с конусным отверстием — полная токарная обработка</li> </ol>

Продолжение табл. 4

Краткая характеристика выполняемых работ. Что должен знать токарь	Примеры работ
	<p>17. Ручки и рукоятки фигурные — полная токарная обработка</p> <p>18. Сверла, развертки насадные цилиндрические и конические и метчики диаметром свыше 30 мм и длиной свыше 100 мм — токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>19. Фланцы диаметром свыше 200 мм — расточка, проточка канавок или нарезание резьбы</p> <p>20. Футорки, тройники прямые, угольники переходные всех размеров — полная токарная обработка</p> <p>21. Фрезы прорезные, угловые и дисковые диаметром до 200 мм, фрезы стержневые и насадные с конусным отверстием диаметром до 100 мм — токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>22. Центры токарные — обтачивание под шлифование</p> <p>23. Штуцеры — обтачивание, сверление и нарезание резьбы</p> <p>24. Штоки к паровым молотам — предварительная обработка</p> <p>25. Шестерни цилиндрические, шкивы гладкие и ободы диаметром до 300 мм, шестерни конические диаметром до 50 мм и червячные диаметром до 200 мм — полная токарная обработка</p>
<p style="text-align: center;"><b>III разряда</b></p> <p>Токарная обработка деталей средней сложности с большим количеством переходов по 2—3-му классам точности на универсальных токарных станках с применением нормального режущего инструмента и универсальных приспособлений.</p> <p>Обработка более сложных деталей по 2-му классу точности на специализированных станках, налаженных для обработки определенных деталей и отдельных операций, или на универсальных станках с применением мерного режущего инструмента и специальных приспособлений. Выполнение операций по обтачиванию и растачиванию цилиндрических, конических и сложных фасонных поверхностей и глубокому сверлению.</p> <p>Нарезание наружных и внутренних двухзаходных остроугольных, прямоугольных и однозаходных трапецидальных резьб модулем до 8 мм.</p> <p>Наладка станка и самостоятельное установление технологической последовательности и режимов резания. Установка и крепление деталей в различных приспособлениях и на угольнике с выверкой в одной или нескольких плоскостях.</p> <p>Должен знать. Устройство и правила проверки на точность универсальных то-</p>	<p>1. Втулки гладкие и с буртиком диаметром и длиной свыше 100 и до 250 мм — полная токарная обработка</p> <p>2. Втулки переходные с конусом Морзе — полная токарная обработка</p> <p>3. Вкладыши съемные для шатунов и подшипников диаметром свыше 100 и до 300 мм — полная токарная обработка</p> <p>4. Винты для микрометров — нарезание резьбы</p> <p>5. Винты суппортные с длиной нарезки до 500 мм — полная токарная обработка</p> <p>6. Валы гладкие и ступенчатые длиной до 2000 мм — полная токарная обработка</p> <p>7. Валы гладкие и ступенчатые длиной свыше 2000 и до 5000 мм — токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>8. Валы и оси длиной до 2000 мм — сверление сквозных отверстий</p> <p>9. Валы коленчатые автомобильных двигателей (средних размеров) — предварительная обточка шеек, подрезка торцов шеек и обточка конуса</p> <p>10. Валы распределительных дизелей — чистовая обточка и подрезка кулачков</p> <p>11. Валики пустотелые многоступенчатые длиной до 500 мм — обточка, сверление и расточка</p> <p>12. Гайки и контргайки с диаметром на-</p>

Продолжение табл. 4

Краткая характеристика выполняемых работ. Что должен знать токарь	Примеры работ
<p>карных станков; устройство и условия применения универсальных и специальных приспособлений; геометрию, правила заточки и установки нормального и специального режущего инструмента; назначение и способы применения точного контрольно-измерительного инструмента и приборов; допуски и посадки, классы точности и шероховатости поверхности.</p>	<p>резки свыше 50 мм — полная токарная обработка</p> <p>13. Гайки суппортные с длиной нарезки до 50 мм — подрезка, сверление, расточка и нарезание резьбы</p> <p>14. Калибры (пробки, кольца) для треугольной, трапецидальной и специальной резьб — полная токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>15. Кольца поршневые диаметром до 500 мм — полная токарная обработка</p> <p>16. Матрицы, пуансоны, пуансонодержатели для формовочных, вытяжных и вырубных штампов, пресс-форм; оформляющих детали сложного профиля, — токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>17. Патроны кулачковые и планшайбы диаметром до 500 мм — полная токарная обработка</p> <p>18. Патроны сверлильные — полная токарная обработка</p> <p>19. Протяжки диаметром свыше 30 и до 100 мм и длиной до 1000 мм — токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>20. Фрезы червячные, модульные, угловые и двухугловые несимметричные — токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>21. Цанги зажимные и подающие к станкам — токарная обработка с припуском на шлифование</p> <p>22. Центры вращающиеся (корпусы) — полная токарная обработка</p> <p>23. Шестерни цилиндрические, шкивы гладкие и ободы с наружным диаметром свыше 300 и до 1000 мм и шестерни конические диаметром свыше 50 и до 300 мм — полная токарная обработка</p> <p>24. Шпиндели станков длиной до 500 мм — полная токарная обработка</p>
<p style="text-align: center;"><b>IV разряда</b></p> <p>Токарная обработка и доводка сложных и крупных ответственных деталей с большим количеством переходов по 2-му классу точности; обработка длинных валов и винтов при помощи нескольких люнетов, глубокое сверление и расточка пушечными сверлами и другими специальными инструментами</p> <p>Обработка деталей, требующих точного соблюдения расстояний между центрами эксцентрично расположенных отверстий или мест обточки</p> <p>Нарезание двух- и трехзаходной прямоугольной, полукруглой, пилообразной и трапецидальной резьб</p> <p>Обработка точного измерительного и режущего инструмента большого размера и штампов сложной конфигурации</p>	<p>1. Валы коленчатые для прессов и компрессоров — чистовая обработка и полирование шеек</p> <p>2. Валы и оси длиной свыше 2000 мм — сверление глубоких отверстий</p> <p>3. Валы пустотелые многоступенчатые длиной свыше 500 мм — полная токарная обработка</p> <p>4. Вкладыши разъемные для подшипников диаметром свыше 300 мм — полная токарная обработка</p> <p>5. Валы гладкие и ступенчатые длиной свыше 2000 и до 5000 мм — чистовое обтачивание</p> <p>6. Винты ходовые с длиной нарезки до 2000 мм — полная токарная обработка с нарезанием резьбы</p> <p>7. Винты суппортные с длиной нарезки</p>

Продолжение табл. 4

Краткая характеристика выполняемых работ. Что должен знать токарь	Примеры работ
<p>Установка сложных деталей с точной выверкой в нескольких плоскостях с применением различных универсальных и специальных приспособлений и поверочного инструмента</p> <p>Должен знать. Устройство и кинематику токарных станков различных типов, конструкцию их основных узлов и правила проверки их на точность; устройство и условия применения универсальных и специальных приспособлений; геометрию, правила термообработки, заточки и доводки нормального и специального режущего инструмента; правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка; устройство и назначение сложного и точного контрольно-измерительного инструмента и приборов; систему допусков и посадок; классы точности и чистоты обработки</p>	<p>свыше 500 и до 1500 мм — полная токарная обработка</p> <p>8. Гайки суппортные с длиной нарезки свыше 50 и до 1000 мм — нарезание резьбы</p> <p>9. Детали с несколькими параллельными отверстиями — чистовое растачивание отверстий</p> <p>10. Диски для универсальных патронов — полная токарная обработка с нарезанием спирали по торцу</p> <p>11. Кулачки для универсальных патронов — нарезание под спиральный диск</p> <p>12. Метчики с трапецидальной и круглой резьбой многозаходные — полная токарная обработка с нарезанием резьбы</p> <p>13. Муфты фрикционные и цилиндры особо сложной конфигурации с внутренними глухими выточками — полная токарная обработка</p> <p>14. Планшайбы к токарным станкам диаметром более 500 мм — полная токарная обработка</p> <p>15. Притиры резьбовые с остроугольной резьбой — полное изготовление</p> <p>16. Прогонки трубные с трапецидальной резьбой диаметром свыше 50 мм — нарезание резьбы с отделкой</p> <p>17. Протяжки круглые и шлицевые диаметром свыше 100 мм и длиной свыше 1000 мм — обточка по шаблону с припуском на шлифование</p> <p>18. Фрезы червячные двухзаходные — точная доводка резьбы резцом</p> <p>19. Червяки однозаходные с модулем свыше 8 и до 20 мм и двух-, трехзаходные с модулем до 12 мм — полная токарная обработка</p> <p>20. Шпиндели станков длиной свыше 500 и до 1000 мм — полная токарная обработка</p>
<p style="text-align: center;"><b>V разряда</b></p> <p>Токарная обработка крупных ответственных деталей по 1—2-му классам точности с большим количеством разнообразных переходов и установок, требующих комбинированного крепления при помощи угольников, подкладок, планок, нескольких люнетов и тщательности выверки в нескольких плоскостях</p> <p>Выполнение операций по обтачиванию наружных и внутренних криволинейных поверхностей и цилиндрических поверхностей, сопряженных с криволинейными, с труднодоступными для обработки и измерений местами</p> <p>Нарезание многозаходной прямоугольной и трапецидальной резьбы различного модуля и шага</p>	<p>1. Валы ступенчатые длиной свыше 5000 мм — чистовое обтачивание</p> <p>2. Валы многоколенчатые и распределительные мощных дизелей — окончательная обработка</p> <p>3. Винты ходовые с длиной резьбы свыше 2000 и до 7000 мм — полная обработка</p> <p>4. Винты суппортные многозаходные длиной свыше 1500 мм — полная токарная обработка</p> <p>5. Винты и гайки с многозаходной трапецидальной резьбой — обтачивание и нарезание резьбы</p> <p>6. Гребенки и калибры резьбовые, калибры конусов Морзе — доводка после шлифования</p> <p>7. Корпусы и кронштейны сложной кон-</p>



Продолжение табл. 4

Краткая характеристика выполняемых работ. Что должен знать токарь	Примеры работ
<p>Выполнение операций по доводке ответственного инструмента, имеющего несколько сопрягающихся поверхностей</p> <p><b>Должен знать.</b> Устройство и способы проверки на точность уникальных токарных станков; способы выверки и крепления сложных деталей; конструкцию универсальных и специальных приспособлений; геометрию, правила термообработки, заголки и доводки различного режущего инструмента; способы достижения заданных точности и чистоты обработки; основы теории резания металлов; конструктивное устройство сложного контрольно-измерительного инструмента и приборов; правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка</p>	<p>струкции с пересекающимися осями, требующими комбинированного крепления, — растачивание отверстий</p> <p>8. Корпусы и приспособления особо сложные — полная токарная обработка</p> <p>9. Матрицы для пресс-форм — расточка сферических гнезд по шаблону</p> <p>10. Муфты жесткие соединительные — окончательная расточка отверстия диаметром свыше 450 мм и проточка замка</p> <p>11. Притиры резьбовые с прямоугольной и трапецидальной резьбами — полная токарная обработка</p> <p>12. Приспособления сложные — растачивание на суппорте станка</p> <p>13. Фрезы червячные многозаходные — окончательная нарезка резьбы</p> <p>14. Цилиндры гидропрессов — расточка отверстий</p> <p>15. Шпиндели токарных станков длиной свыше 1000 мм — полная токарная обработка</p> <p>16. Нарезание многозаходных резьб различного профиля в конических отверстиях</p>
<p style="text-align: center;"><b>VI разряда</b></p> <p>Токарная обработка особо сложных уникальных, экспериментальных и дорогостоящих деталей и узлов до 1—2-му классам точности с большим количеством обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей и с труднодоступными для обработки и измерений местами, а также деталей, требующих при установке комбинированного крепления и точной выверки в различных плоскостях</p> <p>Доводка и полирование по 1-му классу точности особо сложного и ответственного специального инструмента с несколькими сопрягающимися поверхностями</p> <p>Нарезка многозаходной резьбы сложных профилей любого модуля и шага.</p> <p><b>Должен знать.</b> Конструкцию, устройство и правила проверки на точность токарных станков различных типов; способы установки, крепления и выверки особо сложных деталей и методы определения технологической последовательности обработки; устройство всех видов нормального и специального контрольно-измерительного инструмента и приборов; систему допусков и посадок, классы точности и чистоты обработки и способы достижения установленной точности и шероховатости поверхности; правила определения наиболее выгоднейших режимов резания по справочникам и паспорту станка; расчеты, связанные с выполнением особо сложных и ответственных токарных работ</p>	<p>1. Валы распределительные дизелей длиной свыше 6000 мм — окончательная обработка</p> <p>2. Валы разгонные — нарезка восьмизаходной резьбы с прогрессивно нарастающим шагом</p> <p>3. Винты многозаходные длиной свыше 7000 мм — обтачивание, полирование и нарезание резьбы</p> <p>4. Калибры резьбовые (кольца, пробки) цилиндрические и конические диаметром свыше 100 мм — доводка после термообработки (закалка)</p> <p>5. Пресс-формы многогнездные особо сложной конфигурации — полная токарная обработка с полированием</p>

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

Обеспечение безопасности работы на токарных станках является одним из основных условий правильной организации рабочего места.

Каждый токарь должен строго соблюдать следующие основные требования техники безопасности.

*Перед началом работы.*

1. Привести в порядок рабочую одежду: застегнуть или обхватить широкой резинкой обшлага рукавов, заправить одежду так, чтобы не было развевающихся концов.

2. Убедиться в исправности станка, инструмента, приспособлений, а также огра-

*Во время работы.*

5. Установку и съем тяжелых деталей и приспособлений (весом более 20 кг) производить только с помощью подъемных устройств. Как исключение, при ручной установке тяжелых деталей работу выполняют с подручным.

6. Работать на станке в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами без резиновых напальчников запрещается.

7. Патрон и планшайбу перед установкой, а также перед снятием их со станка необходимо протереть (от масла).

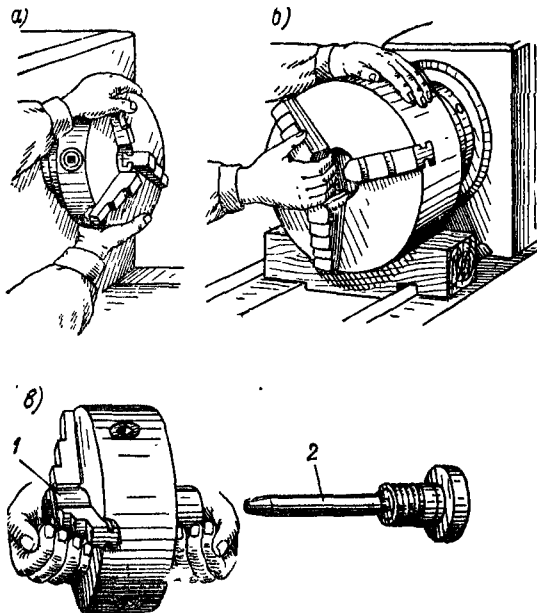


Рис. 4. Навинчивание патронов:

*а*—легкого—на весу вручную; *б*—тяжелого—с применением деревянной подкладки; *б*—легкого—с применением направляющих втулки 1 и оправки 2.

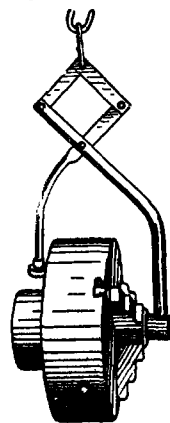


Рис. 5. Специальное приспособление для установки и снятия тяжелых патронов.

ждений, предохранительных и заземляющих устройств.

3. Проверить на холостом ходу станка исправность механизмов управления, электрооборудования, системы смазки и охлаждения, а также фиксации рычагов включения и переключения.

4. О всех неисправностях инструмента, приспособлений, станка и электрооборудования немедленно заявить мастеру; до устранения неисправностей не приступать к работе. Самому ремонтировать или переделывать детали и узлы станка не разрешается.

8. При установке (навинчивании) патрона или планшайбы на станок под них следует подкладывать деревянные прокладки с выемкой по форме патрона (рис. 4, б). Тяжелые патроны и планшайбы устанавливать при помощи подъемного устройства и специального захватного приспособления (рис. 5).

9. Установку (навинчивание) и снятие (свинчивание) патрона или планшайбы со шпинделя производить при ручном вращении патрона с помощью ключа рывком на себя (рис. 6, а) или ударами кулачков о подставку с длинной ручкой (рис. 6, б).

10. Надежно и жестко закреплять обрабатываемую деталь на станке.

11. Не допускать, чтобы после закрепления детали кулачки выступали из патрона

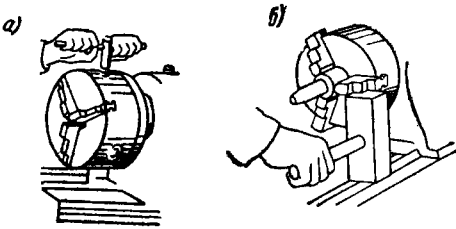


Рис. 6. Свинчивание патронов.

или планшайбы за пределы их наружного диаметра. Если кулачки выступают, надо заменить патрон или установить специальное ограждение.

а) включать сначала вращение шпинделя, а потом подачу; обрабатываемую деталь приводить во вращение до соприкосновения ее с резцом; в этом случае врезание произойдет плавно, без ударов;

б) перед остановкой станка сначала выключать подачу и отвести режущий инструмент от детали, а потом выключить вращение шпинделя.

15. При возникновении вибраций станок остановить и принять меры к их устранению: проверить крепление резца и детали, изменить по согласованию с мастером режим резания.

16. При обработке вязких металлов, дающих сливную ленточную стружку, применять резцы с выкружками, накладными стружколомателями или стружкозавивателями.

17. При обточке хрупких металлов, дающих мелкую отлетающую стружку, а также при дроблении стальной стружки в про-

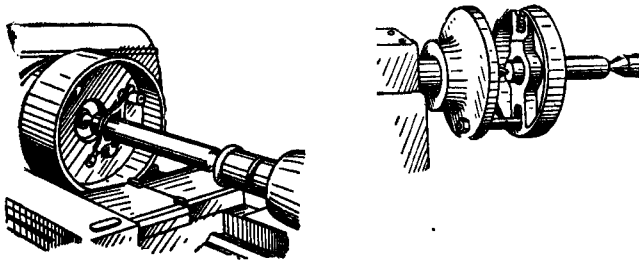


Рис. 7. Устройства, защищающие токаря от вращающихся планшайбы и хомутика.

12. При обработке деталей, закрепленных в центрах, применять безопасные подковные патроны (рис. 7).

цессе обработки использовать защитные устройства — специальные стружкоотводчики (рис. 8), прозрачные защитные экраны

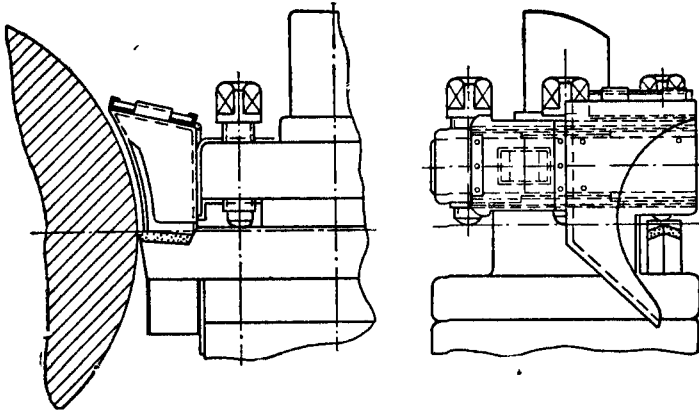


Рис. 8. Стружкоотводчик.

13. При нарезании резьбы плашками придерживать клупп суппортом, а не руками.

14. Во избежание травм из-за поломки инструмента необходимо соблюдать следующие правила:

(рис. 9) или индивидуальные щитки (очки).

18. Измерять деталь во время ее вращения при отсутствии специальных устройств запрещается,

19 Тормозить вращение шпинделя нажимом руки на вращающиеся части станка или детали также запрещается.

20 При уходе от станка даже на короткое время, а также при временном прекращении работы (при перерыве подачи электроэнергии, уборке, смазке и чистке станка, обнаружении какой-либо неисправности) обязательно остановить станок и выключить электродвигатель.

21. Стружку удалять специальными крючками и щетками-сметками, а не руками и инструментом.

*По окончании работы.*

22. Выключить станок и электродвигатель.

23. Привести в порядок рабочее место; убрать стружку со станка, положить в отведенное место инструмент и приспособления, аккуратно сложить готовые детали и заготовки.

24. Смазать трущиеся части станка.

25. Сдать станок сменщику или мастеру и сообщить о замеченных неисправностях и принятых мерах.

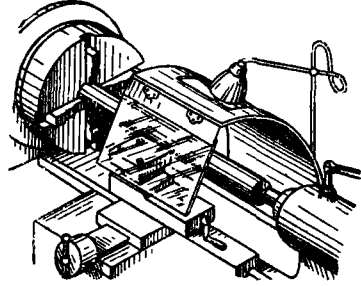


Рис. 9. Защитный экран из органического стекла.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЦАХ И ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

1. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

При точении различают следующие основные поверхности и координатные плоскости (рис. 10):

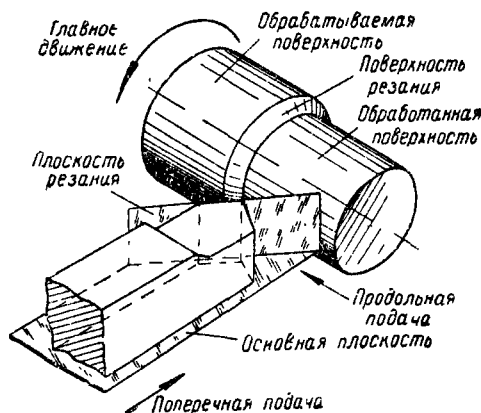


Рис. 10. Основные поверхности и координатные плоскости при точении.

*обрабатываемая поверхность* — это поверхность, с которой снимается стружка; *обработанная поверхность* — поверхность, полученная после снятия стружки;

*поверхность резания* — поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно режущей кромкой;

*плоскость резания* — плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку;

*основная плоскость* — плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам.

У токарных резцов с призматическим стержнем за эту плоскость может быть принята нижняя опорная поверхность резца.

*Скоростью резания* при точении называется длина пути, который проходит в 1 минуту какая-либо точка обрабатываемой поверхности детали.

Скорость резания измеряется в метрах в минуту. Обозначается она буквой  $v$  и определяется по следующей формуле:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин.} \quad (1)$$

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:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} \text{ об/мин.} \quad (2)$$

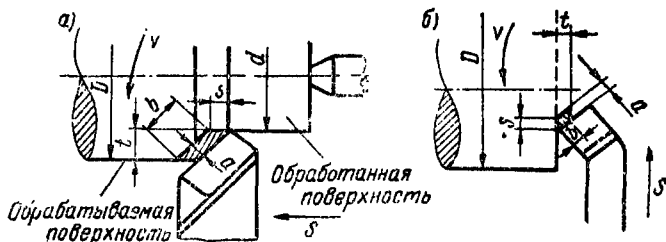


Рис. 11. Элементы резания при продольном (а) и поперечном (б) точении.

Для определения  $n$  при заданных значениях  $D$  и  $v$  рекомендуется пользоваться данными табл. 55 (см. стр. 149).

**Глубина резания** называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное перпендикулярно последней. Глубина резания обозначается буквой  $t$  и измеряется в миллиметрах (рис. 11).

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

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм}, \quad (3)$$

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

$d$  — диаметр детали после прохода резца, в мм.

**Подачей** называется перемещение резца за 1 оборот обрабатываемой детали.

Подача обозначается буквой  $s$  и измеряется в миллиметрах за 1 оборот детали (мм/об).

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

$$f = t \cdot s \text{ мм}^2. \quad (4)$$

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 1 оборот детали, измеренное 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. 12).

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

Головка состоит из следующих элемен-

тов: 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. 13).

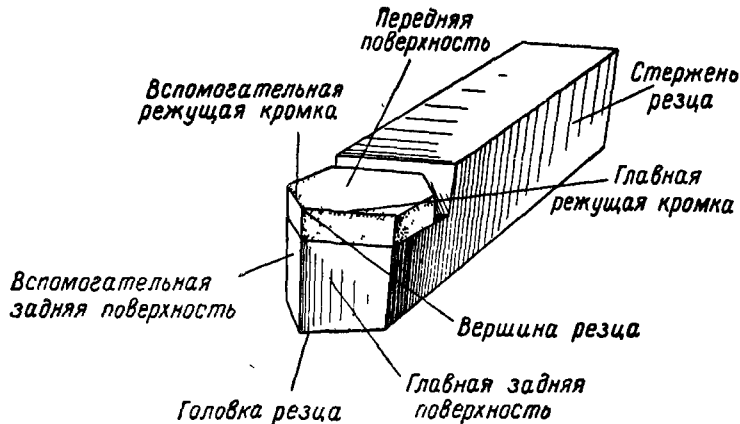


Рис. 12. Части и элементы токарного резца.

тов: *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

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

*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.

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

Передний угол влияет на процесс резания. С увеличением  $\gamma$  улучшается отвод

резцом и деталью. При черновой обработке используют 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.

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

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

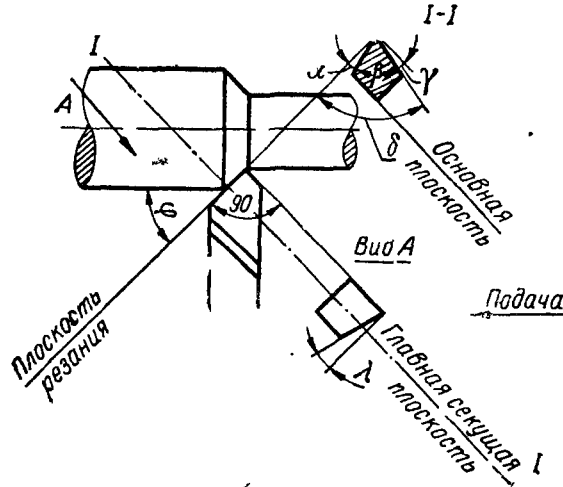


Рис. 13. Геометрия токарного резца.

стружки, однако при этом ослабляется режущий клин резца и понижается его прочность, что часто приводит к выкрашива-

нию, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. Этот угол измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

Угол  $\lambda$  положительный, если вершина резца расположена ниже других точек на режущей кромке (рис. 14, а); отрицательный, если вершина выше других точек (рис. 14, в), и равен  $0^\circ$ , если она занимает нейтральное положение (рис. 14, б).

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

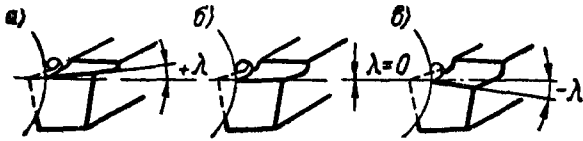


Рис. 14. Резцы с разными значениями углов наклона главной режущей кромки.

нию режущей кромки. Поэтому при обработке твердых и хрупких металлов для повышения прочности и стойкости инструментов применяют резцы с меньшими значениями  $\gamma$  (иногда даже с отрицательными), а при обработке мягких и вязких металлов — с большими.

Задний угол влияет на трение между

### 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Все резцы подразделяются:  
 по форме головки — на прямые (рис. 15, а), оттянутые (рис. 15, б), оттянутые (рис. 15, в);  
 по направлению подачи — на правые (рис. 16, а), работающие в направлении направо, и левые (рис. 16, б), которые работают слева направо;  
 по способу изготовления — на цельные, цельные и сборные (рис. 17).  
 Сборные резцы изготавливают из инструментальных углеродистых сталей типов

У10А, У13А. Применяют их сравнительно редко — только для обработки специальных нетвердых материалов (например, графита) на небольших скоростях резания.

В составных резцах к стержню приваривают головки (у резцов небольших сечений) и пластинки из быстрорежущей стали (ГОСТ 10043-62) либо же припаивают твердосплавные металллокерамические пластинки (ГОСТ 2209-66) (рис. 17, б).

Сборные токарные резцы изготавливают четырех типов: с механическим креплением

пластинок из твердого сплава; с механическим креплением сменной вставки с на-

ханическим креплением неперетачиваемых 3-, 4-, 5- и 6-гранных минералокерамическ

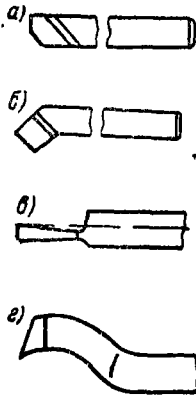


Рис. 15. Формы головок токарных резцов.

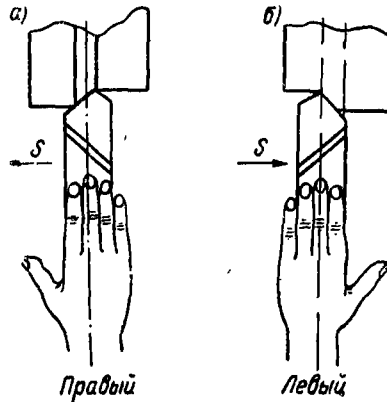


Рис. 16. Правый и левый токарные резцы.

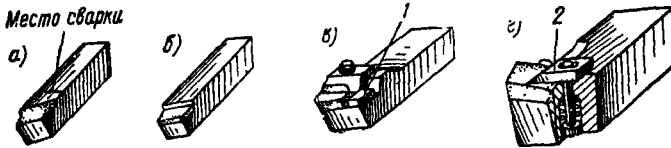


Рис. 17. Составные и сборные токарные резцы:

а—составной с приваренной быстрорежущей пластинкой; б—составной с припаянной твердосплавной пластинкой; в—сборный с твердосплавной пластинкой, припаянной к сменной вставке; г—сборный с твердосплавной пластинкой, прикрепленной механическим способом к стержню (в данном случае с помощью накладки 2).

паянной на ней твердосплавной пластинкой (см., напр., рис. 17, в); с механическим креплением неперетачиваемых 3-, 4-, 5- и 6-гранных твердосплавных пластинок и с ме-

пластинок (нормаль машиностроени МН 3899-62 и МН 3906-62).

Сечения стержней резцов стандартизируются (табл. 5).

Таблица

Размеры сечений стержней токарных резцов (по ГОСТ 10224-62)

Сечение	Размеры, в мм											
	6×5	8×6	10×8	12×10	16×12	20×16	25×20	32×25	40×32	50×40	63×50	80×63
Прямоугольное ( $H: B=1,25$ )	6×5	8×6	10×8	12×10	16×12	20×16	25×20	32×25	40×32	50×40	63×50	80×63
Прямоугольное ( $H: B=1,60$ )	6×4	8×5	10×6	12×8	16×10	20×12	25×16	32×20	40×25	50×32	63×40	80×50
Квадратное ( $H=B$ )	6×6	8×8	10×10	12×12	16×16	20×20	25×25	32×32	40×40	50×50	63×63	80×80
Круглое ( $H=D$ )	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80

Здесь:  $H$  — высота стержня;  $B$  — его ширина;  $D$  — диаметр стержня круглого сечения.





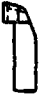





В зависимости от выполняемой работы (назначения) токарные резцы подразделя-

ются на проходные, подрезные, расточные, отрезные, резьбовые и фасонные (табл. 6)





Таблица 6

Основные типы токарных резцов и их применение

Тип резца		Вид резца	Область применения	Направление подачи
Проходные прямые правые и левые			Наружное обтачивание	Продольная
Проходные отогнутые правые и левые		 	Наружное обтачивание и подрезание торцов	Продольная и поперечная
Проходные упорные	тип А		Наружное обтачивание с подрезанием уступа под углом 90° к оси детали	Продольная
	тип Б			
Подрезной отогнутый			Подрезание торца, подрезание уступа под углом 90° к торцу	Поперечная
Отрезной			Отрезание заготовки	Поперечная
Чистовой широкий (лопаточный)			Чистовое наружное обтачивание	Продольная
Расточные			Растачивание сквозного отверстия	Продольная
			Растачивание глухого отверстия, подрезание дна отверстия	

Продолжение табл.

Тип резца	Вид резца	Область применения	Направление подачи
Фасонные	призматический	Обтачивание фасонных поверхностей	Поперечная (радиальная)
	круглый		
Резьбовые		Нарезание наружной резьбы	Продольная
		Нарезание внутренней резьбы	

## 4. СИЛЫ РЕЗАНИЯ. МОЩНОСТЬ

Силы резания при точении. Сопротивление резанию, которое оказывает обрабатываемый материал, вызывает силы, преодолеваемые резцом (рис. 18).

Сверху вниз на резец давит сила  $P_z$ , которая стремится отжать резец вниз и под-

нять 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 *о-*

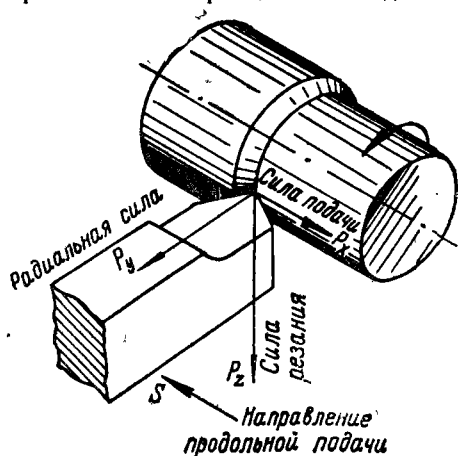


Рис. 18. Силы, действующие на резец при продольном точении.

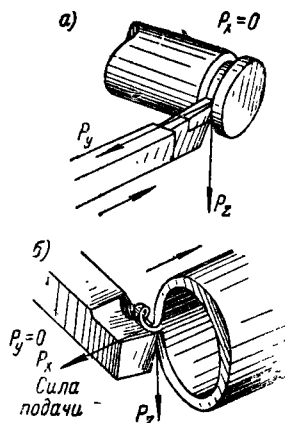


Рис. 19. Силы резания при прорезании канавок (а) и продольном точении резцом с  $\varphi=90^\circ$  (б).

вой 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 *радикальной 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 приблизительно 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  $\phi$ . Они могут возрастать от нуля до максимума, в зависимости от формы резца и направления подачи (рис. 19).

Величина силы резания  $P_z$  определяется по такой формуле:

$$P_z = C_p \cdot \epsilon^x \cdot s^y \cdot \rho \text{ кг.} \quad (5)$$

Здесь  $C_p$ ,  $x$  и  $y$  — коэффициенты; они зависят от материала и условий обработки. Значения этих коэффициентов даны в специальных справочниках (см., напр., «Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на токарных станках. Серийное производство». Машгиз, М., 1960).

В таблицах режимов резания обычно даются уже вычисленные по формуле (5) значения силы резания  $P_z$ .

**Мощность при резании.** Мощность резания  $N_{рез}$  определяют по следующей формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75} \text{ л. с.,} \quad (6)$$

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 килограммометров в лошадиные силы (1 л. с. = 75 кгм).

Обычно мощность выражается не в лошадиных силах, а в киловаттах (квт). Киловатт в 1,36 раза больше лошадиной силы, следовательно, чтобы перевести в киловатты мощность, выраженную в лошадиных силах, нужно разделить ее на 1,36:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102} \text{ квт.} \quad (7)$$

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 использована на резание, называется *коэффициентом полезного действия* (к. п. д.) станка и обозначается буквой  $\eta$  (эта):

$$\eta = \frac{N_a}{N_M}, \quad (8)$$

где  $N_a$  — эффективная (полезная) мощность станка, в квт;

$N_M$  — мощность электродвигателя, в квт.

**Пример.** Определить эффективную мощность станка  $N_a$ , если мощность электродвигателя  $N_M = 8$  квт, а  $\eta = 0,75$ .

**Решение.** На снятие стружки может быть использована мощность:

$$N_a = N_M \cdot \eta = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ квт.}$$

Остальная мощность (2 квт) пойдет на преодоление трения в механизмах самого станка.

Вполне понятно, что мощность станка должна удовлетворять условию

$$N_a \geq N_{рез}$$

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

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2} \text{ кгмм.} \quad (9)$$

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

$$M_{кр} \leq M_{шп}, \quad (10)$$

где

$$M_{шп} = 1,36 \cdot 716 \cdot 200 \frac{N_M}{n} \eta = 974 \cdot 000 \frac{N_M}{n} \eta \text{ кгмм;}$$

$N_M$  — 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 (10) следует, что каждому числу оборотов шпинделя соответствует определенный крутящий момент на шпинделе. Их значения даны в паспорте станка.

## 5. 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. 7 и 8).

Таблица 7

## Состав смазочно-охлаждающих жидкостей

Наименование	Составляющие вещества	Содержание, в %
Водный раствор мыла	Мыло Тринатрийфосфат Нитрит натрия Вода	0,9—1,2 0,4—0,7 0,3—0,5 98,4—97,6
Эмульсия	Паста или эмульсол Вода	5—20 95—80
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	Сульфозфрезол Масло растительное	70—90 30—10

Таблица 8

## Назначение смазочно-охлаждающих жидкостей при обработке черных и цветных металлов на токарных станках

Обрабатываемый металл	Смазочно-охлаждающие жидкости при		
	точении и растачивании	нарезании резьбы	сверлении и зенкерования
Стали конструкционные, инструментальные, углеродистые и легированные	5%-ная эмульсия	20—10%-ная эмульсия, сульфозфрезол, растительное масло + скипидар + керосин	5%-ная эмульсия
Стали высоколегированные марок 1X18H9T, 2X13 и им подобные	10%-ная эмульсия; 5% эмульсин + 2% сульфозфрезола	5% эмульсин + 2% сульфозфрезола; сульфозфрезол + олеиновая кислота	10%-ная эмульсия или 5% эмульсин + 2% сульфозфрезола
Чугун ковкий высокопрочный	Без охлаждения	5%-ная эмульсия, сульфозфрезол	Без охлаждения
Чугун серый	Без охлаждения	Без охлаждения, керосин	Без охлаждения
Бронза и алюминиевые сплавы	Без охлаждения, эмульсия, керосин	Без охлаждения; керосин + растительное масло	Без охлаждения, керосин + растительное масло

## 6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕЗЦОВ И ИХ ЗАТОЧКА

Державки быстрорежущих и твердосплавных резцов изготавливаются из конструкционной стали марки 50 и др. (табл. 5).

Режущие пластинки из быстрорежущей стали припаивают к державке или приваривают на электросварочном аппарате. Применяется также наплавка быстрорежу-

щей стали на державку электродуговым методом.

Твердосплавные пластинки припаивают к стержню державки или же закрепляют на ней механическим способом.

В табл. 9 и 10 указаны основные формы быстрорежущих и твердосплавных режущих пластинок для резцов.

Таблица 9

Форма и назначение пластинок из быстрорежущей стали для токарных резцов (ГОСТ 2379-67)

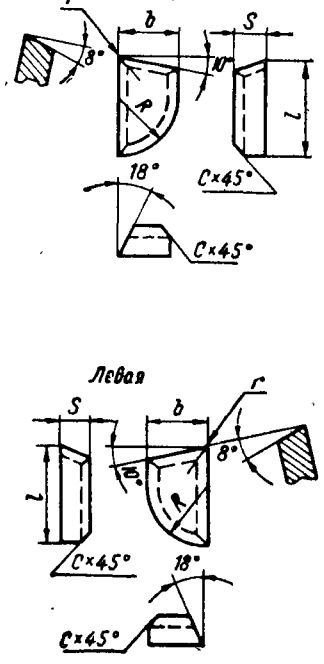
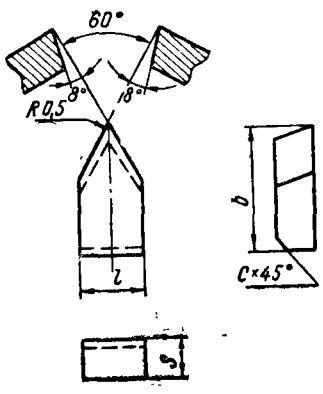
Условное обозначение формы и назначение пластинок	Эскиз	Условное обозначение формы и назначение пластинок	Эскиз
41, для проходных отогнутых и широких чистовых		55, для резьбовых	
43, для подрезных отогнутых		56, для проходных прямых с $\varphi=45^\circ$	
44, для проходных прямых с углом $\varphi=45^\circ$		57, для проходных прямых с $\varphi=60^\circ$	
45, для проходных прямых с углом $\varphi=60^\circ$		58, для проходных прямых с $\varphi=75^\circ$ и $90^\circ$ , радиусных, галтельных и отрезных	
47, для резьбовых		59, для фасочноподрезных	
49, для отрезных и канавочных		61, для резьбовых	

Таблица 10

Форма и размеры наиболее распространенных типов пластинок  
из твердых сплавов для токарных резцов (ГОСТ 2209-66)

Условное обозначение формы и эскиз	№ пластины	Размеры, в мм	Рекомендуемое сечение стержня резцов, в мм	Примерное назначение
<p>01 и 02</p>	0129	5×3×2	8×12	Для проходных (прямых и отогнутых), чистовых широких, расточных резцов
	0131	6×4×2,5	8×12	
	0133	8×5×3	10×16	
	0135	10×6×4	10×16	
	0137	12×8×5	12×20	
	0139	16×10×6	16×25	
	0115	20×12×7	20×30	
	0141	25×14×8	30×45	
	0143	32×18×10	40×60	
	0201	8×7×2,5	8×12	
	0203	10×8×3	10×16	
	0205	12×10×4	12×20	
	0223	14×12×4,5	16×25	
	0225	14×12×6		
<p>06</p> <p>Правая</p>	0239	16×12×4,5	20×30	
	0227	18×16×6		
	0229	18×16×8		
	0241	20×16×6	25×40	
	0243	25×18×7	30×45	
	0245	32×16×8	40×60	
	0247	32×18×8	40×60	
<p>Левая</p>	0601	8×7×2,5	10×16	Для подрезных и расточных резцов при расточке глухих отверстий
	0603	10×8×3	12×20	
	0604			
	0605	12×10×4	16×25	
	0606			
	0607	12×10×5	16×25	
	0608			
	0609	16×14×5	20×30	
	0610			
	0611	16×14×7	25×40	
	0612			
	0613	20×18×6	25×40	
0614				
0615	20×18×8	30×45		
0616				
0617	25×20×7	30×45		
0618				
0619	25×20×9	30×45		
0620				

Продолжение табл. 10

Условное обозначение формы и вкисз	№ пластинки	Размеры, в мм	Рекомендуемое сечение стержня резцов, в мм	Примерное назначение		
<p style="text-align: center;">07</p> <p style="text-align: center;"><i>Правая</i></p> 	0735	6×4×2	8×12	Для подрезных и проходных резцов		
	0701	10×6×2,5	10×16			
	0737 0738	12×8×3	12×20			
	0739 0740	16×10×5	16×25			
	0741 0742	20×12×6	20×30			
	0733 0734	25×14×8	30×45			
	<p style="text-align: center;">11</p> 	1111	3×10×2,5		8×12	Для резбовых резцов
		1109	4×10×2,5		8×12	
		1101	6×14×3,5		10×16	
		1103	8×18×5		16×25	
1105		12×20×6	16×25			
1107		12×20×7	20×30			

Продолжение табл. 10

Условное обозначение формы и эскиз	№ пластинки	Размеры, в мм	Рекомендуемое сечение стержня резцов, в мм	Примерное назначение
<b>Тип А</b>				
	1321	3×10×3	10×16	
	1327	3,5×10×3,5	10×16	
	1323	4×12×4	12×20	
	1329	4,5×12×4,5	12×20	
	1331	5×14×5	16×25	
	1333	6×16×6	16×25	
	1309	8×18×7	25×40	
	1311	10×20×8	25×40	
1319	12×20×10	25×40		
<b>Тип Б</b>				
	1335	3×10×4	10×16	Для отрезных и прорезных резцов
	1337	4×12×5	12×20	
	1339	5×14×6	16×25	
	1341	6×16×7	16×25	
	1343	8×18×8	25×40	
	1345	10×20×10	25×40	
	1347	12×20×12	25×40	
	1601	8×8×3	8×12	Для галтельных и байдажных резцов
	1603	10×10×3,5	10×16	
	1605	12×12×4,5	12×20	
	1621	16×14×5	16×25	
	1625	20×16×6	20×30	
	1637	24×20×7	25×40	
	1639	32×25×8	32×45	

Гнезда для установки и крепления режущей пластинки на державке могут быть: *открытые* (рис. 20, а) — для большинства типов резцов; *полуоткрытые* (рис. 20, б) — для крепления твердосплавных пластинок с закруглениями; *закрытые* (рис. 20, в) и *врезные* (рис. 20, г) — для крепления пластинок малых размеров.

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

При точении металла в результате трения стружки о переднюю поверхность резца

и детали о его заднюю поверхность в зоне резания возникает высокая температура, и резцы изнашиваются по передней и задней поверхностям (рис. 21). Величина максимально допустимого износа дана в табл. 11. Считается, что при таком значении износа резец достиг установленного критерия затупления и должен быть направлен на переточку.

При заточке 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. 22 показаны правильные положения резца при заточке. После заточки резец обычно подвергают

заточке, а число возможных переточек резцов повышается на 20—30%.

Эффективными оказываются также алмазная заточка и доводка быстрорежущих

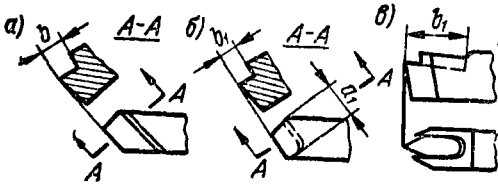


Рис. 20. Формы гнезд под пластинки в державках.

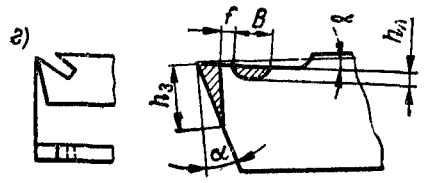


Рис. 21. Схема износа резца:

$h_3$  — износ по задней поверхности;  $B$  — ширина лунки износа по передней поверхности;  $h_1$  — высота лунки износа;  $f$  — фаска на передней поверхности.

доводке карбидом бора на чугуном 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.

Весьма эффективным средством повышения стойкости режущих инструментов является алмазная заточка и доводка их. Так, например, при алмазной заточке твердосплавных резцов чистота режущих поверхностей повышается по сравнению с заточкой карборундовыми кругами на 1—2 класса, заметно увеличивается производи-

тельность, при этом достигается чистота поверхности  $\nabla 9$ — $\nabla 10$  классов и повышается стойкость резцов.

Однако к алмазной заточке следует прибегать, только имея припуск на заточку не более 0,2 мм. При большем припуске экономически более целесообразна заточка карборундовым кругом с последующей доводкой алмазным кругом (припуск на доводку обычно равен 0,05—0,08 мм).

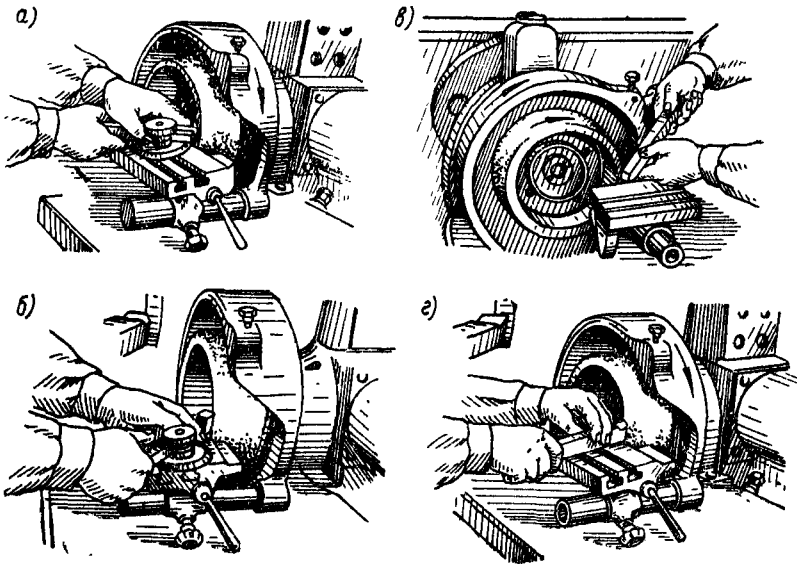


Рис. 22. Заточка резца:

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

Таблица 11

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

Режущий инструмент	Обрабатываемый материал	Характер обработки	Допустимый износ по задней поверхности $h_3$ , в мм, для резцов из	
			быстрорежущей стали	твердого сплава
Резцы проходные, подрезные и расточные	Углеродистые и легированные стали	Черновая Чистовая	1,5—2,0 1,5—2,0	1,0—1,4* 0,4—0,6
	Жаропрочные и нержавеющие стали и сплавы	Черновая Чистовая	1,0 1,0	1,0 1,0
	Чугуны	Черновая Чистовая	— —	0,8—1,0 0,6—0,8
Резцы отрезные и прорезные	Стали и чугун ковкий	—	0,8—1,0	0,8—1,0
	Чугуны серые	—	1,5—2,0	0,8—1,0
Резцы фасонные	Стали	—	0,4—0,5	—
Резцы резьбовые	Стали	Черновая Чистовая	2,0 0,3	0,8 0,8
	Чугуны	Черновая Чистовая	— —	1,0 1,0

\* В условиях повышенной жесткости системы можно увеличить до 1,5—2,0 мм.

Таблица 12

## Режимы заточки резцов

Материал режущей части резца	Станок	Характеристика круга для заточки		Окружная скорость круга, в м/сек
		предварительной	окончательной	
Быстрорежущая сталь	Заточной	Электрокорунд белый зернистостью 40—32 и твердостью СМ2—С1	Электрокорунд белый зернистостью 32—25 и твердостью СМ2—С1	25 при обильном охлаждении
Твердый сплав	1. Заточной с подручником 2. Специальный для заточки резцов 3. Специальный для заточки резцов (модернизированный для работы алмазным инструментом)	Зеленый карбид кремния зернистостью 25—16 и твердостью СМ1—СМ2	Зеленый карбид кремния зернистостью 16 и твердостью М3	12—15 при обильном охлаждении
		Алмазный круг на металлических связках М1—М5 зернистостью АС40—АС20 со 100%-ной концентрацией алмаза в алмазном слое	Алмазный круг на органических связках Б1, Б2, Б3 зернистостью АСМ20—АСМ10 с 50%-ной концентрацией алмаза в алмазном слое	18—25 — предварительная заточка, 25—35 — окончательная заточка и доводка при обильном охлаждении

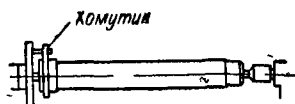
УСТАНОВКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ  
НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

1. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Таблица 13

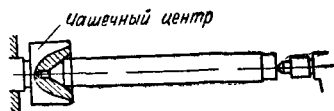
Способы установки и закрепления деталей типа валов

В центрах с хомутиком



Наиболее распространенный способ установки при обработке валов диаметром до 150 мм. Точность установки 0,03 мм. Применяется преимущественно в условиях мелкосерийного и индивидуального производства.

Без хомутика в чашечном центре с поджатием задним центром

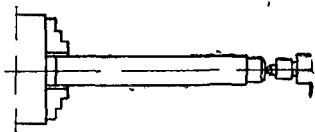


Используется в серийном производстве при обработке валов диаметром до 60 мм.

Черновое обтачивание ведется в рифленном (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.

При небольших сечениях стружки ( $P_z < 100 \mu\Gamma$ ) вместо обратного чашечного центра можно использовать обычный прямой гладкий центр.

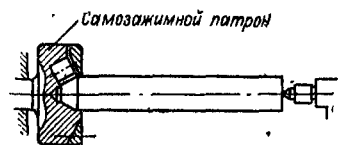
В патроне с поджатием задним центром



Применяется при черновой и получистовой обработке крупных и средних по размерам валов. Точность установки при использовании качественного патрона 0,2 мм.

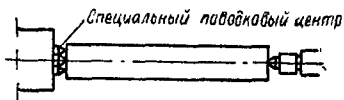
При чистовой обработке для повышения точности прибегают к замене трехкулачкового самоцентрирующего патрона цапговым или четырехкулачковым, позволяющим осуществить точную выверку. Точность установки в этих случаях 0,05 мм.

## В самозажимном патроне с поджатием задним центром



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.

## Без хомутика с помощью переднего поводкового центра

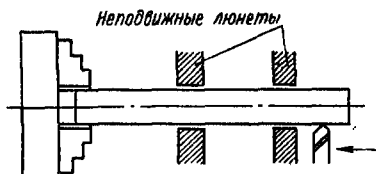


Используется в серийном производстве при черновой и чистовой обработке валов диаметром до 60—70 мм. Точность установки 0,1 мм.

Обработка вала ведется на проход без перестановки его.

Производительность по сравнению с производительностью при обработке валов в центрах с хомутиком повышается на 10—15%.

## В патроне и неподвижном люнете

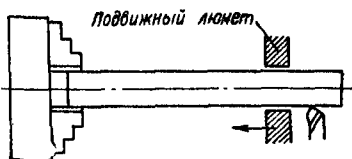


Применяется при сверлении, растачивании и других видах работ, производимых со стороны правого торца заготовки.

При смещении неподвижного люнета к середине вала (второе положение слева) осуществляется обтачивание нежестких валов.

Точность установки 0,03 мм.

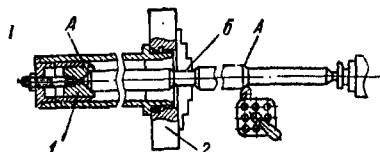
## В кулачковом патроне и подвижном люнете



Используется при получистовом и чистовом обтачивании нежестких валов постоянного сечения при  $\frac{l}{d} > 10$ .

В практике находят применение люнеты с регулируемым кулачками, а также гидравлического действия, способствующие гашению вибраций.

## В патроне с помощью специальных поддерживающих втулок, установленных в отверстиях шпинделя



Применяется (по предложению В. К. Семиного) при обработке длинных нежестких валов. Втулка — обратный центр 1 закрепляется в отверстии шпинделя на некотором расстоянии от кулачков патрона 2.

На заготовке вала сначала обрабатывается шейка B длиной 50—60 мм на расстоянии от торца, примерно равном половине длины вала; затем под углом 45° обтачивается фаска A (поз. I). Подготовленная таким способом заготовка вставляется в обратный центр, прижимается к нему вращающимся центром задней бабки и зажимается за обточенную шейку кулачками самоцентрирующего патрона либо же закрепляется в патроне без поджатия задним центром (поз. II).

При обработке первой половины вала обтачивается вторая фаска, по которой центрируется вал при последующей его установке для обработки второй половины.

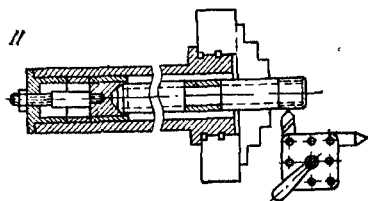
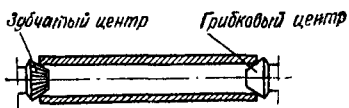


Таблица 14

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

## На зубчатом (рифленом) и грибковом центрах



Применяется для черновой обработки деталей с отверстиями диаметром до 200 мм. Точность установки 0,5 мм.

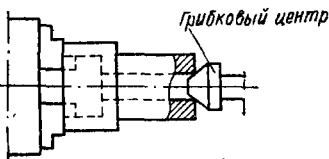
На поверхности детали у краев отверстия остаются следы от зубьев центра.

## На конусной оправке и грибковом центре



Используется при получистовой и чистовой обработке деталей с отверстиями диаметром до 200 мм. Точность установки 0,05—0,1 мм.

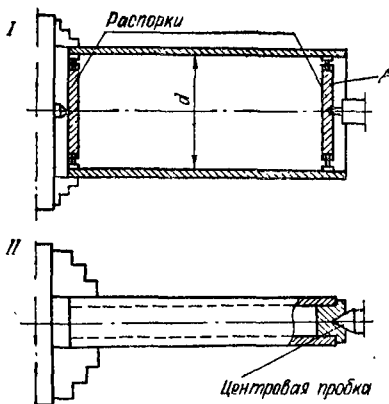
## В кулачках патрона с поджатием грибковым центром



Применяется при получистовой и чистовой обработке пустотелых деталей с отверстиями диаметром более 200 мм. В кулачках патрона такие детали обычно закрепляются «на разжим».

Точность установки при использовании самоцентрирующего патрона 0,1 мм.

## На центровых пробках или распорках (крестовинах)

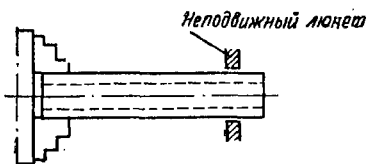


Применяется при черновой, получистовой и чистовой обработке деталей с различными диаметрами.

При больших диаметрах ( $d > 300$  мм) используются регулируемые распорки — крестовины А (поз. I), точность установки которых составляет 0,5 мм. Распорки обычно ставят против кулачков, а не между ними.

При небольших диаметрах применяются цельные или разжимные пробки, при этом обеспечивается точность установки 0,03 мм (поз. II).

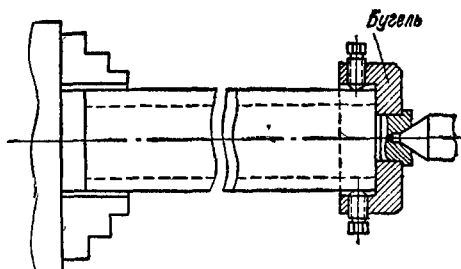
## В патроне и неподвижном люнете



Используется при изготовлении деталей разных размеров при необходимости вести обработку с торца

Продолжение табл. 14

В патроне и специальной центровой насадке (бугеле)



В центровое отверстие бугеля вводится задний центр.

Применяется для черновой и получистовой обработки преимущественно крупных валов; при этом нет доступа к торцу вала.

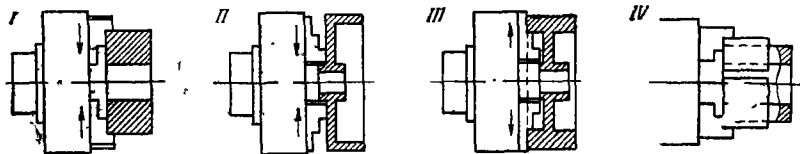
Таблица 15

Способы установки и закрепления деталей типа втулок и дисков

В универсальном самоцентрирующем кулачковом патроне

Точность установки в самоцентрирующем патроне не превышает 0,1 мм, поэтому он применяется преимущественно для черновой и реже для получистовой обработки.

На точность установки оказывает влияние и принятый способ закрепления деталей. При креплении за наружную цилиндрическую поверхность (поз. I) и в распор за внутреннюю поверхность обода (поз. III) обеспечивается большая жесткость, чем при креплении за ступицу (поз. II).



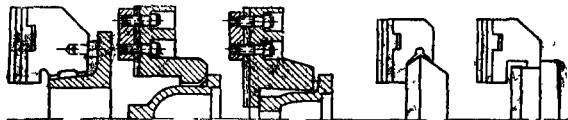
Для повышения точности обработки при закреплении детали по обработанной поверхности часто применяются специальные подвижные кулачки, а также сырые кулачки, растачиваемые на месте в затянутом положении.

Вместо сырых кулачков используются и заранее расточенные разрезные втулки (поз. IV).

Точность установки в кулачках (подвижных, сырых и со втулками) 0,03 мм.

В универсальном самоцентрирующем патроне со специальными кулачками

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.



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.

Продолжение табл. 15

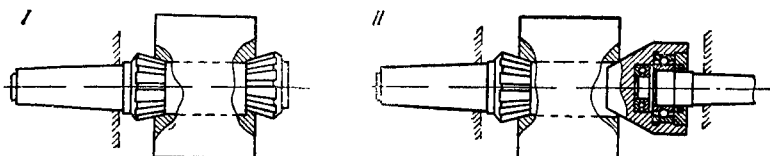
### В специализированных патронах

Для закрепления круглых деталей с ранее обработанными установочными поверхностями применяются различного типа специализированные патроны, которые позволяют сократить вспомогательное время, затрачиваемое на установку и снятие детали, повысить точность установки, а также облегчить труд токаря.

Основные типы специализированных патронов, используемых на токарных станках, и их характеристики приведены в табл. 21.

### На зубчатых (рифленых) центрах

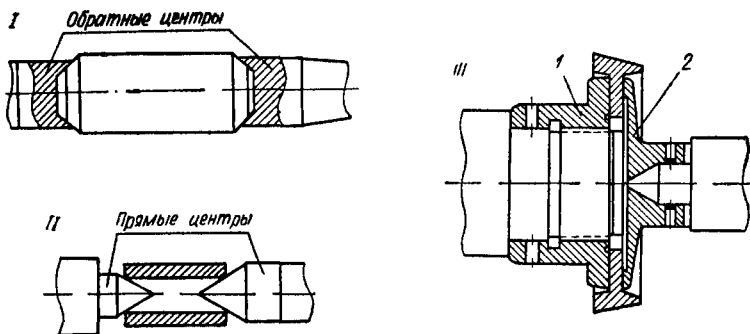
Установка на двух рифленых центрах (поз. I) или на переднем рифленном и гладком заднем центрах (поз. II) осуществляется при черновом обтачивании деталей с грубо обработанными или совсем не обработанными отверстиями. Обтачивание наружной поверхности при этом может вестись на проход.



### На гладких центрах и в специальных приспособлениях, где закрепление детали осуществляется силами трения

Применяется при чистовой обработке наружных поверхностей небольших по размерам деталей при малых сечениях стружки, при этом в отверстия детали у ее торцов должны быть обработаны фаски, по которым базируются конусные поверхности обратных (поз. I) или прямых центров (поз. II).

Закрепление осуществляется за счет осевого усилия, передаваемого с помощью вращающегося заднего центра.



В поз. III показано несложное приспособление для обтачивания конической поверхности детали, зажимаемой между оправкой I и специальным фланцем 2, надеваемым на вращающийся задний центр.

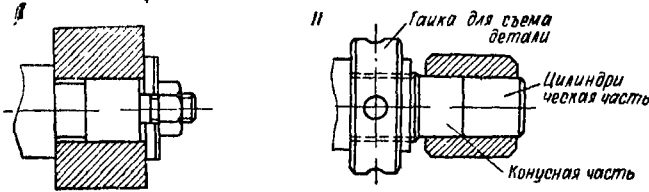
Описанные способы установки обеспечивают высокую точность и позволяют снять деталь без остановки станка.

### На консольных оправках

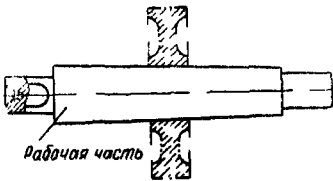
Консольные шпиндельные оправки используются в мелкосерийном производстве. В простейших оправках закрепление детали осуществляется при помощи быстросъемной шайбы (поз. I) или же заклиниванием детали на конической (посадочной) части оправки (поз. II).

В серийном и массовом производстве применяются усовершенствованные типы оправок: цапгового типа, роликовая, гидравлического и пневматического действия. Оправки этих типов обеспечивают лучшее центрирование детали, большую точность и высокую производительность обработки.

Основные типы специальных быстродействующих консольных оправок, используемых на токарных станках, и их характеристики приведены в табл. 22.



### На центровых оправках



На простейших центровых оправках закрепление деталей осуществляется заклиниванием их на конической (рабочей) части оправки (уклон 1:2000). Этот способ крепления является более производительным, чем крепление с помощью гаек. Точность установки 0,03 мм.

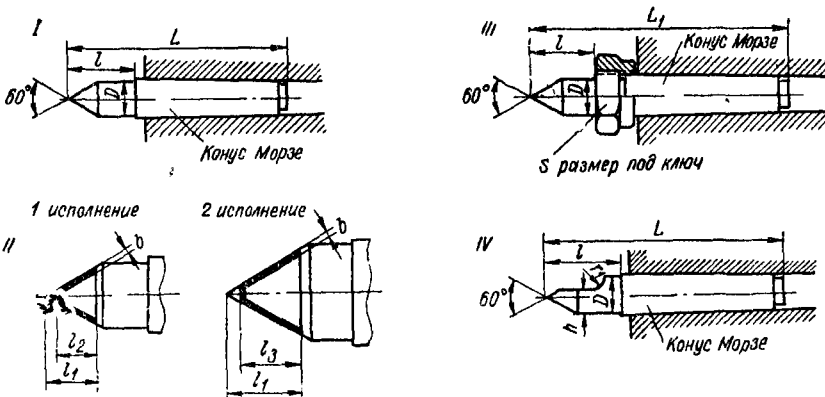
В серийном и массовом производстве применяются усовершенствованные оправки: с роликовым креплением, гидравлического действия и др (см. табл. 22).

## 2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Таблица 16

### Центры упорные стандартные

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).





Продолжение табл. 16

Основные размеры центров, в мм

Конус Морзе №	Упорные, ГОСТ 2573-44 (поз. I)			Упорные наплавленные, ГОСТ 2574-44 (поз. II)				Упорные с отжимной гайкой, ГОСТ 2575-44 (поз. III)			Упорные полу-центры, ГОСТ 2576-44 (поз. IV, а также поз. I)
	D	L	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	b	L <sub>1</sub>	l	S	h
0	9	72	18	—	—	—	—	80	17	19	6
1	12	82	24,5	7	5	—	1	90	21,5	24	8
2	16	105	36	11	8	—	1,5	110	28	32	10,5
3	22	130	44,5	14	10	—	2	140	39,5	36	14
4	30	160	51,5	20	16	16	2	175	47,5	46	18,5
5	42	205	67	25	20	18	2,5	225	64	65	25
6	60	280	88	30	25	22	2,5	300	74	90	35

Размеры конусов Морзе принимаются по ГОСТ 2847-45. Приемный конус в 60° и торец хвостовика калятся до твердости HRC 55—58, а у наплавленных центров калятся только торец хвостовика до твердости HRC 45—50.

В целях повышения теплопроводности и износоустойчивости при высоких числа оборотов обрабатываемых деталей иногда применяют гальваническое покрытие центра латунью или медью. Толщина покрытия 0,2—0,3 мм.

Для предотвращения быстрого износа центра задней бабки, особенно при тяжелых условиях работы, он должен хорошо смазываться. На рис. 23 в качестве примеров приведены две конструкции специальных центров, обеспечивающих поступление смазки к трущимся поверхностям.

Центр, показанный на рис. 23, а, имеет пресс-масленку 1, наполняемую чистым тавотом или с примесью наполнителя (графит, сера). Смазка во время работы поступает из масленки к поверхности рабочего конуса по специальному каналу. При снятии детали канал перекрывается плунжером 2 под действием пружины 3. Для выхода смазки на поверхность трения на конусе сделана канавка А с закругленными кромками.

В центре, представленном на рис. 23, б, смазка подается в полость через ниппель 1 и автоматически удерживается там клапаном 7, перекрывающим канал 6. Клапан действует под давлением смазки, поступающей на него через отверстие 2 в корпусе. Для смазывания центра необходимо периодически нажимать на выступающий палец 5, при этом смазка из полости под действием плунжера 3 и пружины 4 подается через кольцевую выточку клапана в канал 6. По окончании нажатия клапан возвращается в исходное положение под давлением смазки.

При длительной непрерывной обработке деталей рекомендуется применять центры с постоянно поступающей смазкой (чистый тавот). Между неподвижным центром и центровым отверстием должен быть самый минимальный зазор, чтобы деталь свободно вращалась на центрах от руки. При частой перестановке обрабатываемой детали центровые отверстия рекомендуется заполнять густой смазкой.

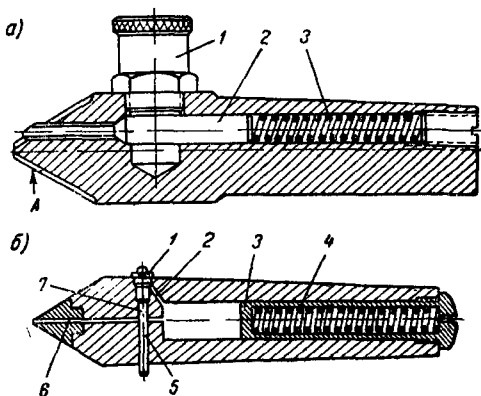
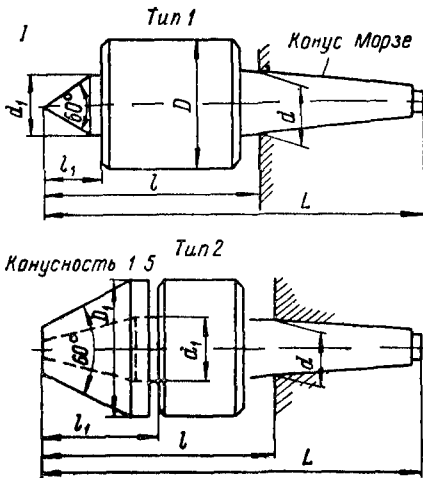


Рис. 23. Задние центры с устройствами для смазки, применяемые для тяжелых работ.

При точении с большими скоростями и при значительных нагрузках используют вращающиеся центры (табл. 17), а также центры со вставками из твердых сплавов. Вставки припаиваются в корпусе центра латунью или медью.

## Центры вращающиеся

## Стандартные вращающиеся центры



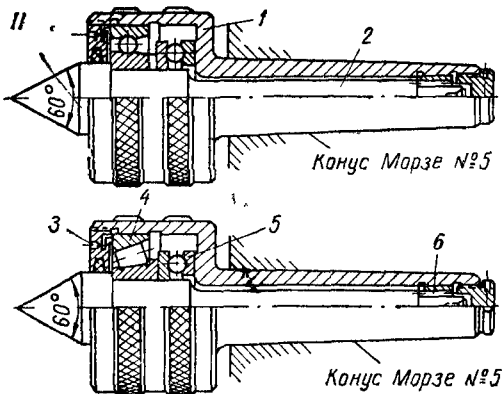
Съемные вращающиеся центры (по ГОСТ 8742-62) изготавливаются двух типов (поз. I): тип 1 — для крепления заготовок, имеющих центровые отверстия, и тип 2 — для полых валов или заготовок из труб (с грибообразной насадкой).

Вращающиеся центры изготавливаются для нормальных нагрузок (клеймо «Н») с конусами Морзе 2, 3, 4 и 5 и усиленные (клеймо «У») — с конусами Морзе 4, 5 и 6.

Радиальное биение рабочего конуса у нового вращающегося центра не должно превышать 0,015 мм для нормальной серии и 0,02 мм — для усиленной серии.

Основные размеры съемных вращающихся центров (по ГОСТ 8742-62)

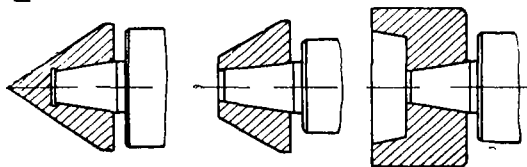
Конус Морзе №	D	L	l <sub>1</sub> (не менее)	l	Допустимая радиальная нагрузка, в кг	D	L	l <sub>1</sub> (не менее)	l	Допустимая радиальная нагрузка, в кг
2	55	160	24	95	90	—	—	—	—	—
3	60	185	28	100	150	—	—	—	—	—
4	65	210	30	105	300	75	215	30	110	400
5	75	240	35	110	450	90	250	40	120	600
6	—	—	—	—	—	125	340	60	160	800



В поз. II приведена конструкция съемных вращающихся центров. Центры состоят из корпуса 1, шпинделя 2, шарикового радиально-упорного (для легких работ) или роликового радиально-упорного (для средних нагрузок) подшипников 4, упорного подшипника 5 и заднего игольчатого подшипника 6.

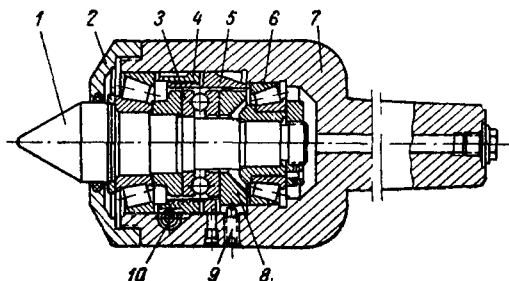
В корпус ввернута крышка 3 с фетровым уплотнением, защищающим подшипник от загрязнения и вытекания смазки. Крышка упирается в торец наружного кольца и одновременно служит для регулирования внутреннего зазора в подшипнике.

III



Сменные наконечники к съемным вращающимся центрам для полых валов или шпонок из труб приведены в поз. III.

### Вращающиеся центры для точных работ



Вращающиеся центры недостаточно жестки. Наличие люфтов приводит к появлению погрешностей, которые нередко исключают возможность использования стандартных центров для точных работ. В таких случаях применяют специальные центры, располагающие механизмом для выбора люфта. Одна из таких конструкций показана на рисунке.

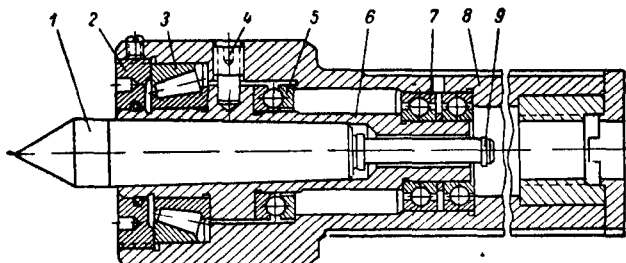
Центр состоит из корпуса 7, центра 1, колпачковой крышки 2, упорного подшипника 3 и двух радиально-упорных подшипников 6. Механизм для выбора люфта состоит из червяка 10 и двух распорных колец 4 и 5. При повороте червяка 10 сцепляющаяся с ним шестерня-кольцо 4 заставляет перемещаться кольцо 5 в осевом направлении до упора в обоймы подшипников 6, при этом выбирается люфт в подшипниках. Стопорный винт 9 посредством упора 8 предотвращает вращение кольца 5.

Биеение центра (с конусом Морзе № 6) после выборки люфта не превышает 0,01—0,02 мм.

### Встроенные вращающиеся центры

В целях повышения жесткости вращающихся центров применяют центры, встроенные в пиноль задней бабки. Пример такого центра приведен на рисунке.

Стандартный центр 1 вставляется в удлиненную втулку 6, которая вращается в конических 3 и шариковых 7 подшипниках. Осевые силы воспринимаются упорным подшипником 5. Натяг подшипников регулируется гайкой 2.

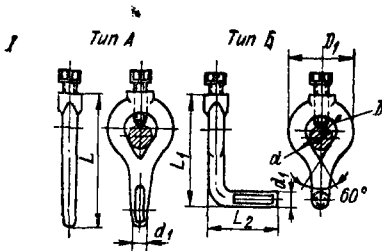


При работе в центрах запорный штифт 4 вывертывается из корпуса 8 пиноли, а втулка 6 вращается на подшипниках.

При сверлении и центровании запорный штифт ввертывается в корпус 8 до захода штифта 4 в конусное отверстие втулки 6, вследствие чего инструмент жестко закрепляется в конусе задней бабки. Толкатель 9 служит для удаления инструмента или центра из втулки 6.

## Универсальные и специальные поводковые устройства

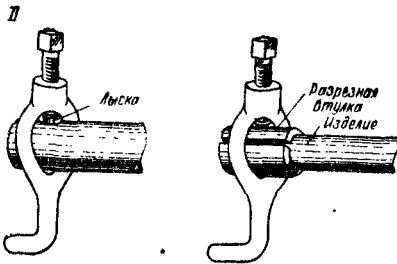
## Хомутики



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 (поз. I).

Основные размеры хомутиков, в мм

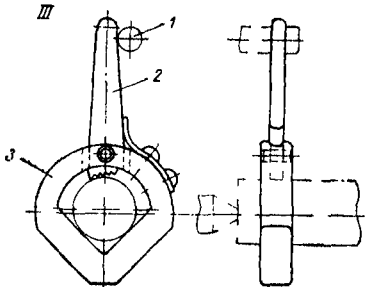
Пределные диаметры зажимаемого изделия ( $d$ )	6—12	12—18	18—25	25—35	35—50	50—65	65—80	80—100
$D$	14	20	28	38	55	70	85	105
$D_1$	30	40	55	70	85	105	125	150
$L$	95	115	135	155	180	205	230	255
$L_1$	90	100	115	130	145	170	195	235
$L_2$	70	75	80	85	90	95	100	105
$d_1$	8	10	12	14	16	18	20	22

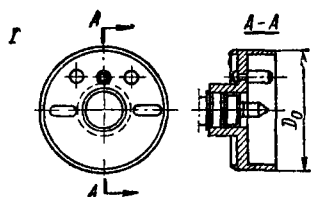


Чтобы предупредить соскальзывание хомутика, возникающее при снятии стружки большого сечения, на заготовке запиливают лыску (поз. II). На обработанные поверхности для защиты от следов нажима винта хомутика надевают разрезные втулки (поз. II).

Для легких токарных работ применяются быстродействующие хомутики с эксцентриком (поз. III).

Поводковый палец 1, вращающийся от шпинделя станка, нажимает на хвостовик кулачка 2, который, поворачиваясь около оси, прижимает деталь к призме корпуса 3 хомутика. Таким образом, здесь не надо никаких усилий для зажима деталей.



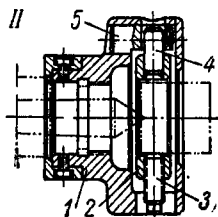


**Поводковые планшайбы (патроны) и скобы**

Поводковые планшайбы (патроны) изготовляются двух типов — для фланцевых и резьбовых концов шпинделей.

Основные размеры поводковых патронов (в мм) по ГОСТ 2572-53 для резьбовых концов шпинделей (поз. I)

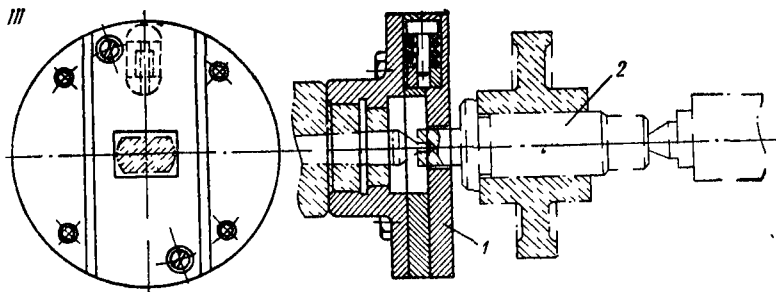
Диаметры резьбы шпинделя станка	M33—M39	M45—M52	M60—M68	M76—M90	M105—M150
Наружный диаметр патрона $D_0$ . . . . .	160	200	250	315	400
Диаметры обрабатываемых валов . . . . .	6—18	6—50	18—65	65—80	80—100



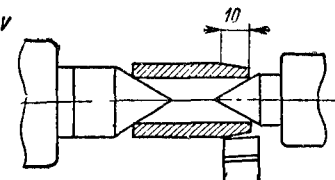
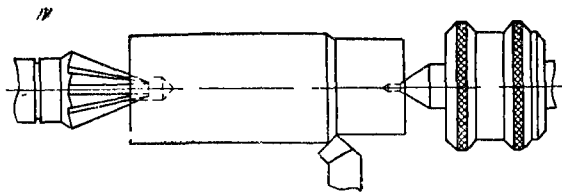
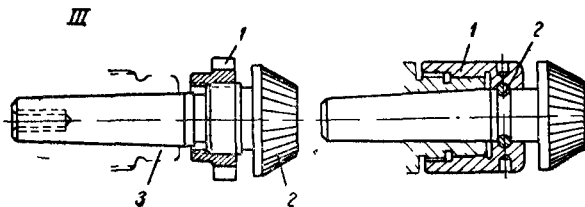
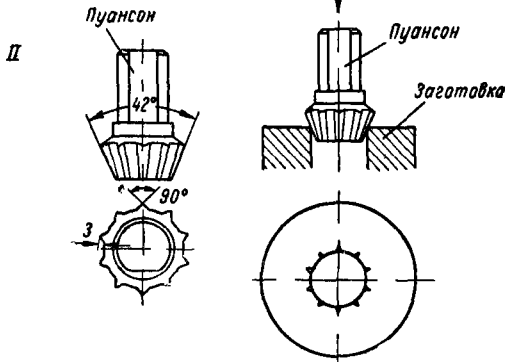
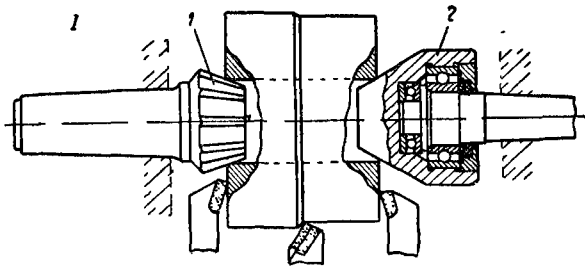
В поз. II показан поводковый патрон, предложенный Н. С. Фединым. Патрон характеризуется безопасностью и удобством в работе. Он состоит из корпуса 1, в котором помещено плавающее зажимное кольцо 2 с тремя винтами 3, расположенными под углом 120°. Кольцо связано с корпусом при помощи штыря 4, свободно перемещающегося в пальце 5.

При работе с оправками для сокращения вспомогательного времени, затрачиваемого на установку и снятие деталей, вместо хомутиков и поводковых патронов часто применяют поводковые скобы, принцип действия которых заключается в следующем.

Установленная в центрах оправка 2 с деталью (поз. III) приводится во вращение поводком 1 в форме скобы либо диска с прямоугольным отверстием, в которое деталь (оправка) помещается концом, имеющим две параллельные плоскости (лыски). Чтобы скоба вела валик одновременно за две грани, необходимо обеспечить поводку возможность некоторого перемещения перпендикулярно плоскостям поводкового отверстия или паза.



## Рифленые и гладкие поводковые центры



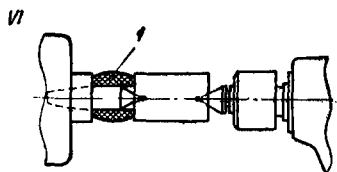
Для наружного обтачивания деталей типа втулок широко применяются зубчатые передние центры (ерши). Деталь, установленная на таком центре 1 (поз. I), поджимается задним грибовидным вращающимся центром 2. Зубцы центра 1 врезаются в тело детали и приводят ее во вращение.

При снятии больших припусков для надежности закрепления базовые углубления в отверстии под зубцы центра выталкивают предварительно специальным пуансоном (поз. II).

Две конструкции рифленых центров приведены в поз. III. В конструкции, расположенной на рисунке слева, гайка 1 служит для извлечения центра 2 из отверстия шпиндели 3. В другой конструкции это достигается с помощью гайки 1 и штифтов 2. Одновременно гайка 1 предохраняет переднюю часть шпинделя от повреждения резцом.

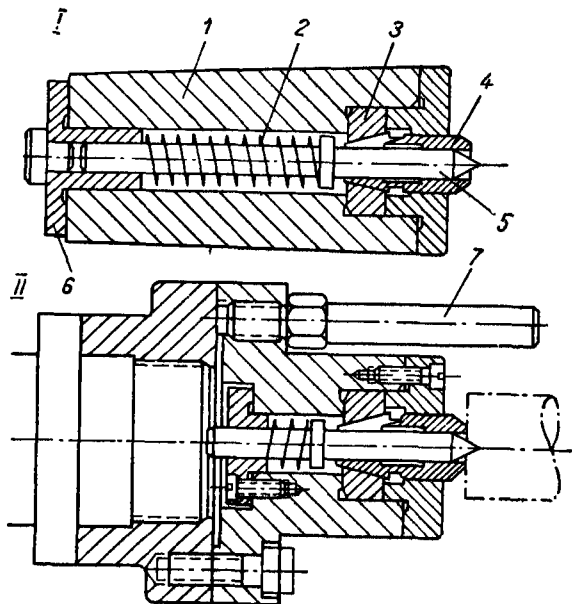
В поз. IV показана схема обтачивания гладких валов на специальном эршовом центре, устанавливаемом в шпинделе передней бабки токарного станка. Передний центр этого типа применяется в тех случаях, когда центровые гнезда в валах изготовляются только для обточки, а для дальнейшей обработки они не нужны.

В ряде случаев (при обтачивании небольших деталей типа втулок с незначительными сечениями стружки) можно обойтись и без эршовых центров (поз. V). При такой установке производится чистовое наружное точение, снятие фасок, выточек и пр



В поз. VI приведен оригинальный способ передачи крутящего момента через резиновый буфер 1, надеваемый на шейку переднего центра. Резиновые поводки этого типа применяются чаще всего в инструментальном производстве.

### Плавающие центры



При обработке уступов, канавок и других поверхностей, связанных точным расстоянием с торцом вала, этот торец при установке должен доводиться до постоянного упора, иначе при обработке партии деталей, имеющих различную глубину зацентровки, они будут занимать различное положение вдоль оси. Эта задача решается применением плавающих центров.

В поз. I и II показаны две конструкции, в которых плавающий центр стопорится автоматически. При поджиме установленной детали задним центром передний центр 5 (поз. I), преодолевая сопротивление пружины 2, отходит назад до момента, пока торец детали не упрется в торец цанги 4, служащей осевым упором и опорой для центра. В качестве задней опоры служит втулка 6. При даль-

нейшем поджиме детали цанга, упирающаяся в конусное гнездо кольца 3, сжимается и стопорит центр. С увеличением осевой силы сжимающая центр сила также увеличивается.

Плавающий центр с конусом 1 под гнездо шпинделя используется преимущественно в крупных станках.

Аналогичный по конструкции центр, показанный в поз. II, с поводковым пальцем 7 монтируется на переходной планшайбе средних и небольших станков. Для точной работы все детали центров, сопрягающиеся по скользящей посадке, должны быть хорошо пригнаны.

Другие конструкции плавающих центров приведены ниже — при описании быстродействующих поводковых устройств, совместно с которыми они широко применяются.

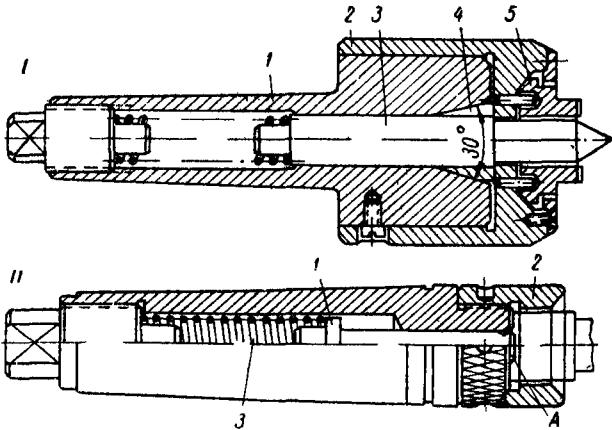
### Передние центры с поводковыми устройствами

Для сокращения времени на установку деталей передние центры иногда объединяют с поводковым устройством, которое вращает обрабатываемую заготовку с помощью снабженных торцовыми зубьями шайб или отдельных ножей, врезающихся в торец заготовки. Применение подобных поводковых центров дает возможность обрабатывать заготовку по всей ее длине за одну установку, а также производить установку и снятие детали небольшого веса при вращении шпинделя станка.

В поз. I приведен поводковый центр, предназначенный для чистового и получистового обтачивания деталей типа валов диаметром 40—80 мм и длиной до 300 мм.

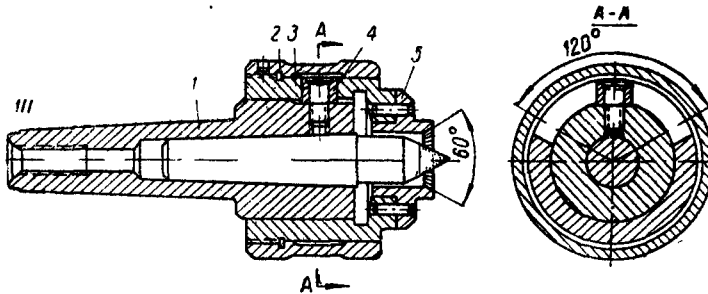
Обрабатываемая деталь (вал) устанавливается на центр 3, который при нажатии центром задней бабки вдвигается внутрь корпуса 1. Торец вала, упираясь в зубцы поводка 5, перемещает втулку 2 и цангу 4, закрепляя при этом плавающий центр. Поворотом маховика задней бабки достигается врезание зубцов поводка 5 в торец вала. Благодаря наличию опорной сферической поверхности поводок самоустанавливается относительно торца вала. Врезание зубцов в торец вала обеспечивает передачу вращения и предотвращает проворачивание вала в процессе обработки.

При пользовании этим центром оказывается возможным обтачивать вал на проход при достаточной жесткости крепления и обеспечиваются правильное центрирование, а также установка и снятие деталей небольшого веса при вращении шпинделя станка.



В поз. II показано поводковое приспособление, заменяющее передний центр и предназначенное для обработки небольших деталей с буртиком. В этом случае исключается необходимость центрирования детали со стороны бурта. Деталь устанавливается в отверстие гайки 2 и поджимается вращающимся центром задней бабки, при этом зубья, расположенные на торце А втулки, слегка врезаются в торец детали, что обеспечивает передачу крутящего момента детали и предохраняет ее от проворачивания при обработке. По окончании обтачивания пиноль задней бабки отводится, и деталь выталкивается усилием пружины 3, действующей на толкатель 1.

Приспособление обеспечивает также установку и снятие детали при вращении шпинделя станка, что значительно сокращает вспомогательное время.



В поз. III приведена конструкция поводкового приспособления для полустовой и чистовой обработки деталей типа валов, предложенная В. К. Семиным.

Зацентрированный вал устанавливается на передний центр и вращающийся центр задней бабки станка в момент включения станка втулка 3 с обоймой 2 и повод-



ком 5 за счет сил инерции остается на мгновение на месте, а корпус 1, вращаясь вместе со шпинделем станка, силой толкает ее вперед, и зубья поводка врезаются в фаску вала. Таким образом, автоматически обеспечивается предварительное закрепление вала.

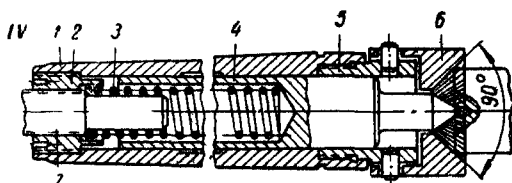
В процессе точения сила резания стремится повернуть вал в направлении, обратном его вращению, но этому препятствует зубчатый поводок 5, который тянет за собой втулку 3. Втулка, скользя косым вырезом по ролику 4, закрепленному на корпусе 1, заставляет поводок 5 врезаться в фаску вала.

Увеличение усилия резания автоматически повышает силу крепления вала в патроне.

При чистовой и получистой обточке валов зубья поводка патрона не оставляют заметных следов на фаске.

Гладкие валики можно обрабатывать в этом патроне за один проход без переустановки детали. В таких случаях диаметр поводка 5 должен быть на 1—2 мм меньше диаметра обрабатываемого вала.

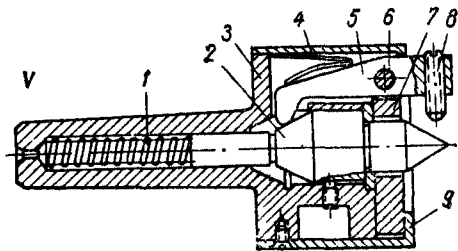
Небольшие валы (как гладкие, так и ступенчатые) можно обтачивать без остановки станка.



Поводковое приспособление, показанное в поз. IV, также предназначено для получистой и чистовой обработки.

Обрабатываемая деталь устанавливается на плавающий передний центр 4 и вращающийся центр задней бабки станка. При нажатии задним центром плавающий центр 4, преодолевая сопротивление пружины 3, вдвигается внутрь корпуса 1, а деталь упирается в обратный рифленый конус поводка 6. Зубья поводка врезаются в деталь, что обеспечивает передачу крутящего момента и предохраняет ее от проворачивания во время обработки.

Благодаря свободной посадке в стакане 5 поводок 6 самоустанавливается относительно детали. Это дает возможность производить обработку деталей со смещенными центрами и способствует равномерному врезанию зубьев поводка в торец детали. Отжиму плавающего центра в процессе обработки препятствует пружина 3. Необходимое сжатие пружины достигается с помощью гайки 2 и регулировочного винта 7. Этим же винтом корпус приспособления крепится в конусном отверстии шпинделя станка.



На Майкопском станкостроительном заводе им Фрунзе разработан и внедрен поводковый патрон простой конструкции (поз. V), который состоит из корпуса 3, крышки 9, центра 2, обоймы 7, кулачков 5 и пружин 1 и 4.

Обрабатываемую деталь устанавливают на центр 2 и поджимают центром задней бабки, при этом центр 2, перемещаясь влево, сжимает пружину 1, кулачки 5 скользят по обратному конусу центра 2 и, поворачиваясь на оси 6, сжимают три пружины 4. Затем деталь зажимают винтами 8, установленными в кулачках 5.

Чтобы снять деталь после обработки, достаточно пинцель задней бабки отвести назад, при этом центр 2 и кулачки 5 под действием пружин 1 и 4 возвратятся в исходное положение.

Такой патрон применяется при обработке деталей диаметром от 10 до 50 мм. Регулировка на нужный диаметр осуществляется винтами 8.

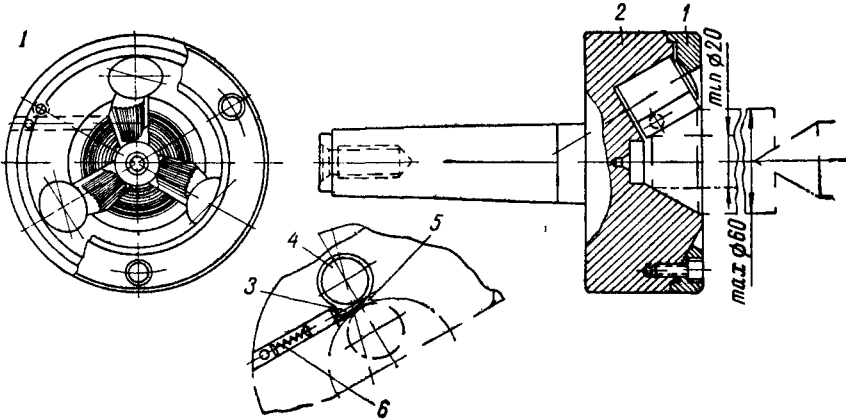
Конструкция патрона обеспечивает надежный зажим детали с отклонением по диаметру  $\pm 2$  мм без дополнительной регулировки винтов 8. Благодаря смещению обоймы 7 в патроне возможно обрабатывать деталь со смещением центрального отверстия относительно наружного диаметра до 5 мм.

### Поводковые патроны

Для обработки деталей типа валов в центрах без хомутиков применяются специальные кулачковые патроны, осуществляющие зажим деталей за счет усилий резания.

В поз. I показан универсальный поводок с эксцентриками конструкции инж. Н. В. Актова. В гнездах корпуса 2 вмонтированы три цилиндрические оси 4, в пазах которых установлены рифленные эксцентриковые кулачки 3. Оси 4 имеют возможность свободно поворачиваться и удерживаются в гнездах корпуса крышкой 1. Под действием пружин 6 кулачки прижимаются к упорам 5, образованным в корпусе у его гнезд.

Для точного центрирования валиков в патроне на одном из их торцов необходимо снять фаску, поэтому работа в патроне выполняется в две установки:



1. Зацентрированный с двух сторон валик вводят одним концом в обратный конус патрона (угол при вершине  $60^\circ$ ) и поджимают задним центром; при вращении шпинделя зубья кулачков захватывают и ведут деталь. При этой установке протачивают правый конец на длину до 70 мм и снимают фаску.

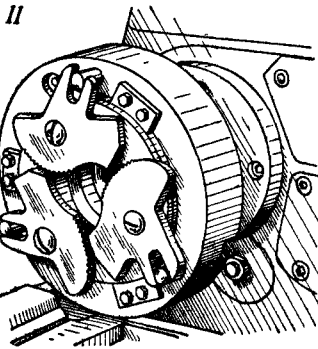
2. После этого валик переворачивают и с помощью фаски точно центрируют, а кулачки приводят его во вращение.

Надежность зажима позволяет производить обдирку с большими сечениями стружки. В патроне можно обрабатывать валики диаметром от 20 до 60 мм.

Одна из конструкций аналогичных патронов, применяемых на заводах Чехословацкой Социалистической Республики, представлена в поз. II.

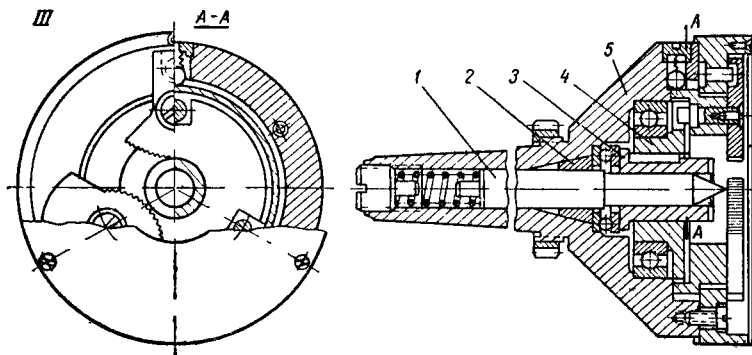
Патрон снаружи закрыт кожухом (на рисунке не показан), при повороте которого против часовой стрелки связанные с ним кулачки расходятся. При таком положении кулачков обрабатываемая деталь вводится между кулачками патрона с упором в передний центр и поджимается задним центром.

При включении шпинделя кулачки, прижатые пружиной к поверхности детали, подхватывают ее и по мере врезания реза и увеличения силы резания автоматически обеспечивают надежное фиксирование детали в патроне. В зависимости от диаметра детали (20—60 мм) применяют один из трех комплектов кулачков. Освобождение детали производится поворотом кожуха против часовой стрелки.

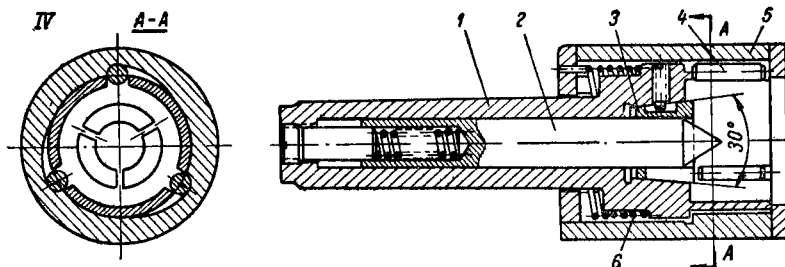


Для обработки валов диаметром до 160 мм используют аналогичный двухкулачковый патрон.

При обточке ступенчатых валиков необходимо устанавливать их так, чтобы обеспечить требуемые линейные размеры от базового торца. Поводковый патрон для черновой и получистовой обточки ступенчатых валиков (поз. III) разработан Э. К. Семиным,



При установке валика в центрах и поджатии задним центром плавающий передний центр вдвигается внутрь корпуса 5. Обрабатываемый валик, упираясь в торец упорной втулки 3, перемещает упорный подшипник и цангу 2, зажимая центр. При этом базовый торец устанавливается в одном и том же положении для всех деталей. Захват детали обеспечивается тремя зубчатыми кулачками.



Оригинальную конструкцию роликового самозажимного поводкового патрона разработали В. А. Колесов и В. Н. Баянов (поз. IV).

Работает патрон следующим образом. Деталь устанавливается между задним и подпружиненным передним центром 2, который запирается цангой 3 при давлении на ее торец обрабатываемой детали. Зажим детали производится тремя роликами 4, которые перекатываются по криволинейному зажимному пазу в гильзе 5. Ролики помещаются в прорезях корпуса 1. В нерабочем положении ролики сходятся к центру под действием пружины 6, связывающей гильзу и корпус.

Развод роликов при установке детали производится путем поворота гильзы на некоторый угол по часовой стрелке.

Этот патрон успешно применяется при чистовой обработке.

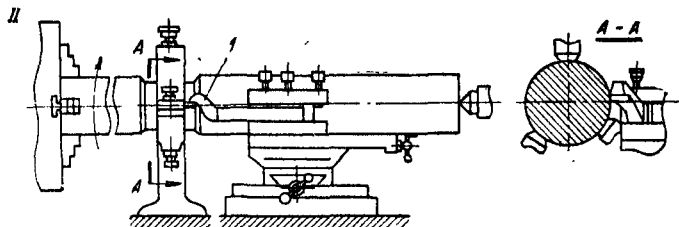
### Люнеты для обработки нежестких валов (конструкция и эксплуатация)

#### Неподвижные люнеты

Неподвижный люнет, показанный в поз. I, состоит из чугуного корпуса 1, с которым посредством болта 4 скрепляется откидная крышка 6, что облегчает установку детали. Основание корпуса люнета имеет форму, соответствующую направляющим станины, на которых он закрепляется посредством планки 2 и болта 3. В корпусе при помощи регулировочных болтов 9 перемещаются два кулачка 8, а в крышке — один кулачок 7. Для закрепления кулачков в требуемом положении служат винты 5. Такое устройство позволяет устанавливать в люнет валы различных диаметров.

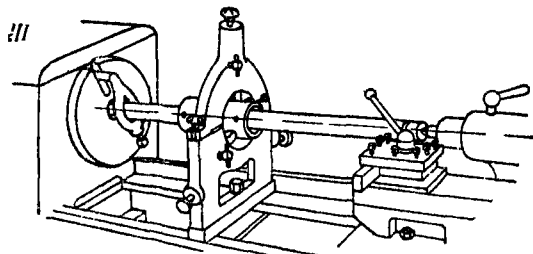
Прежде чем установить заготовку в люнет, нужно проточить у нее середине шейки под кулачки шириной немного больше ширины кулачка. Иногда заготовка может оказаться настолько длинной и тонкой, что одной основной канавки не хватит. В подобных случаях делают две или больше канавок для образования шейки.

Практический интерес представляет новый способ устранения эллиптичности при обтачивании шеек под люнет, предложенный токарями-новаторами Уральского завода тяжелого машиностроения Проволовичем и Шабалиным. При обтачивании шеек на длинных валах обычным способом в большинстве случаев при первых проходах не удается избавиться от эллиптичности. Только после нескольких повторных проходов с низкими режимами резания удается частично устранить эллиптичность.



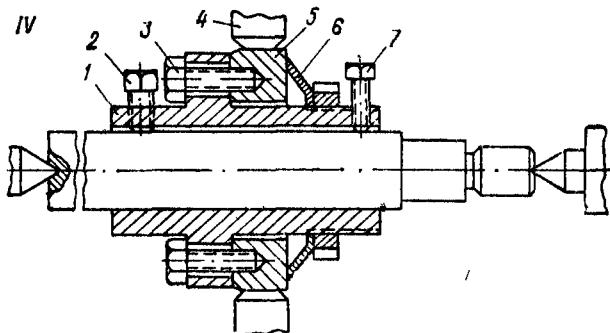
Устранения эллиптичности шеек под люнет новаторы добились при помощи следующих мероприятий. После обтачивания поверхности обычным способом на нее устанавливается люнет и кулачки его поджимаются. Резец 1 закрепляется в резцедержателе с таким расчетом, чтобы он проходил между кулачками люнета. Суппорт при обработке шейки не доходит до люнета (поз. II). Шейка обтачивается при обратном вращении шпинделя за 2—3 прохода. После каждого прохода кулачки поджимаются. Как показал опыт, таким способом можно уменьшить эллиптичность до 0,03 мм.

В некоторых случаях, когда нецелесообразно или даже невозможно вытачивать дополнительные шейки, на вал устанавливают специальные втулки-муфты (поз. III).



На среднюю часть заготовки надевают цилиндрическую втулку и выверяют ее болтами, обеспечивая с помощью индикатора концентричность наружной поверхности втулки с осью заготовки. Затем уже под втулку подводят кулачки люнета и ведут обработку вала в люнете.

В поз. IV показана конструкция самоустанавливающейся промежуточной муфты (втулки) к люнету, предложенная В. К. Семишским.

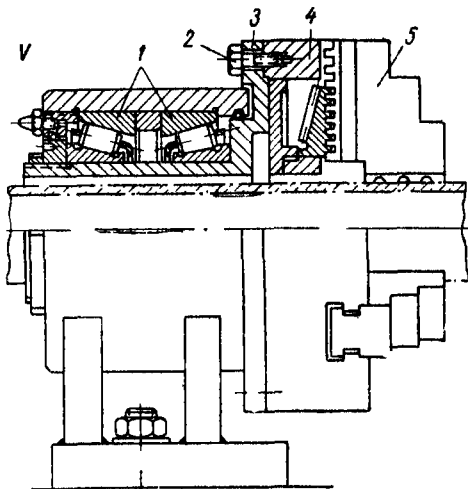


Перед обработкой деталей кулачки люнета устанавливают по контрольной оправке, диаметр которой точно равен диаметру сферического кольца 5, и закрепляют их. Затем муфту свободно надевают на вал и закрепляют на нем болтами 2 и 7. После этого вал с муфтой помещают в кулачках люнета. Включив фрикцион станка, делают несколько оборотов, в результате чего кольцо 5, прижатое к торцу втулки 1 тарельчатой пружиной 6, быстро и точно устанавливается относительно кулачков люнета и оси станка. Винтами 3 сферическое кольцо 5 плотно соединяется в нужном положении со втулкой 1. Сферичность поверхности кольца обеспечивает стабильное касание кольца и кулачков люнета даже в тех случаях, когда из-за местной кривизны вала торец втулки 1 устанавливается несоосно оси центров.

Сферическое кольцо 5 имеет закаленную поверхность и, вращаясь в бронзовых втулках 4 люнета, практически их не изнашивает, обеспечивая постоянное и жесткое крепление вала в люнете и предотвращая появление вибраций.

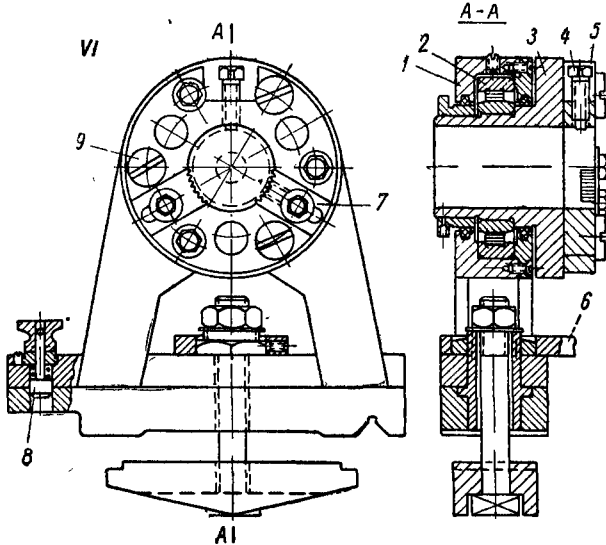
Применение этой муфты во много раз уменьшает затраты времени на крепление вала в люнете.

При установке вала в люнете с промежуточной втулкой-муфтой оставшуюся не обработанной часть поверхности (под втулкой) обтачивают в конце операции, установив кулачки люнета по ранее обработанной части вала.



В поз. V показан вращающийся люнет с самоцентрирующим патронном конструкцией В. К. Семишского. В этом случае деталь устанавливается в кулачках 5 самоцентрирующего патрона 4, прикрепляемого с помощью болтов 2 к фланцу 3 люнета, который вращается на роликовых подшипниках 1.

Использование такого люнета исключает необходимость предварительной обточки установочных базовых поверхностей. Так, например, этот люнет с успехом применяется на киевском заводе «Красный экскаватор» для расточки отверстий в трубах, не обработанных по наружной поверхности.



В поз. VI приведена аналогичная конструкция неподвижного люнета для обработки не жестких валов, также предложенная В. К. Семинским.

В корпусе 1 люнета закреплен роликовый подшипник 2, во внутренней обойме которого запрессован фланец 3. К фланцу 3 специальными винтами 9 прикреплено плавающее кольцо 5, в котором установлены регулируемые кулачки 7 и зажимной болт 4.

Принцип работы люнета следующий. Поворотом рукоятки 6 от себя освобождают верхнюю часть корпуса люнета,

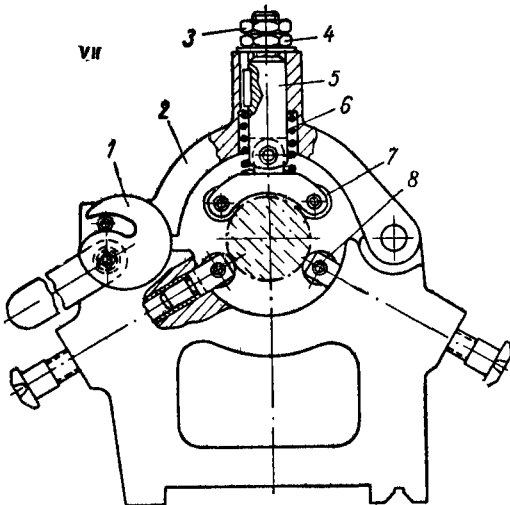
затем поворачивают ее на  $180^\circ$  и вставляют обрабатываемый вал в отверстие плавающего кольца 5, заранее настроив кулачки 7 на размер вала.

Вместе с верхней частью корпуса вал поворачивают до тех пор, пока фиксатор 8 не зафиксирует верхнюю часть корпуса люнета в первоначальном положении. После этого вал закрепляют в центрах, а верхнюю часть корпуса жестко соединяют с нижней поворотом рукоятки 6. Затем зажимным винтом 4 закрепляют плавающее кольцо 5 на обрабатываемом валу (оно самоустанавливается), так как может свободно передвигаться между шляпками винтов 9 и фланцем 3). Такой способ крепления обеспечивает правильное положение вала. После этого тремя болтами закрепляют кольцо 5 на фланце 3, и вал представляет одно целое с внутренней обоймой ролика.

Для быстрой настройки кулачков 7 по диаметру обрабатываемых валов данной партии на плавающее кольцо наносят деления, а на кулачки — риски.

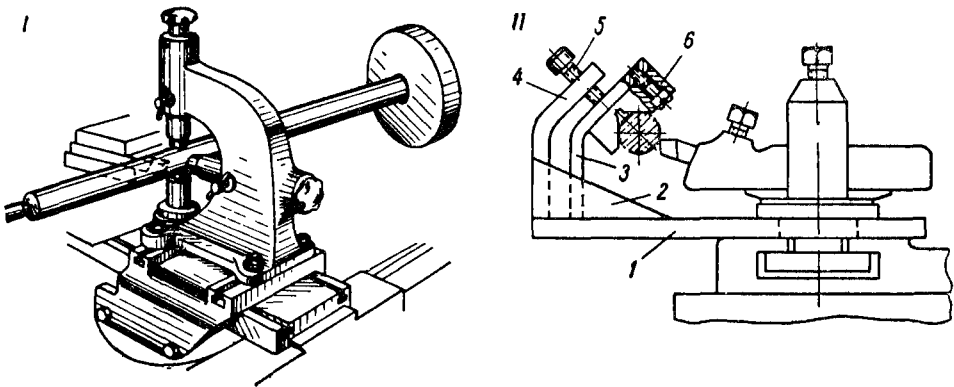
Одним из направлений рационализаторской работы по усовершенствованию существующих конструкций неподвижных люнетов является замена обычных жестких кулачков роликами или шарикоподшипниками.

В поз. VII приведен модернизированный В. К. Семинским люнет, в котором илжние жесткие кулачки заменены шарикоподшипниками 8. Их настраивают по диаметру обрабатываемой поверхности с помощью контрольного вала, располагаемого в центре, или же по самой детали. После этого опускают крышку 2 люнета и, регулируя гайкой 4 положение стержня 5, устанавливают крышку так, чтобы зазор между основанием люнета и крышкой был равен 3—5 мм. Это положение стержня 5 фиксируется контргайкой 3. Затем при помощи эксцентрика 1 крышку прижимают к основанию люнета, при этом под действием пружины 6 верхние шарикоподшипники 7 с силой прижимают обрабатываемую деталь. Биение детали воспринимается не шарикоподшипниками, а пружиной 6, которая служит амортизатором.



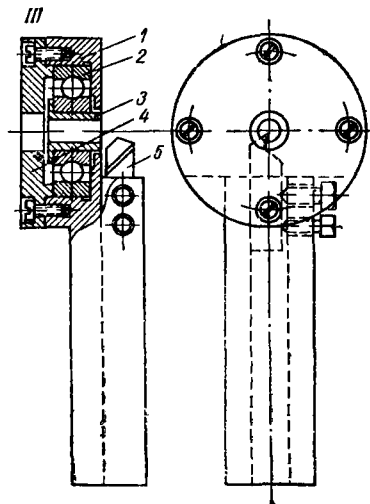
Подвижные люнеты

Подвижный люнет (поз. I) закрепляют на каретке суппорта так, что он вместе с ней перемещается вдоль обрабатываемой детали, следуя за резцом. Таким образом, он поддерживает деталь непосредственно в месте приложения усилия и предохраняет ее от прогибов. Подвижный люнет применяют при чистовом обтачивании длинных деталей. Он имеет два или три кулачка. Их выдвигают и закрепляют так же, как и кулачки неподвижного люнета. Чтобы трение об изделие не было слишком большим, кулачки следует хорошо смазывать. Для уменьшения трения наконечники кулачков делают чугунными, бронзовыми или латунными.



В поз. II показан подвижный люнет с призматической губкой, устанавливаемый на суппорте токарного станка. Обрабатываемая деталь плотно прилегает к стенкам стальной или бронзовой призматической губки, благодаря чему она удерживается от перемещения вверх под действием силы резания.

Люнет состоит из основания 1, стоек 3 и 4, губок 6, стенки 2 и винта 5, с помощью которого губки люнета по мере их износа поджимаются к валу.



В поз. III показан люнет, предложенный токарем Н. Федоровым для обтачивания длинных тонких деталей. Люнет представляет собой резцовую державку 1, в специальной головке которой запрессован шариковый подшипник 2 со сменной втулкой 3. Обрабатываемый пруток пропускается через эту втулку. Для предохранения от загрязнения подшипник закрыт крышкой 4. Меняя направляющие втулки, можно обрабатывать детали разных диаметров.

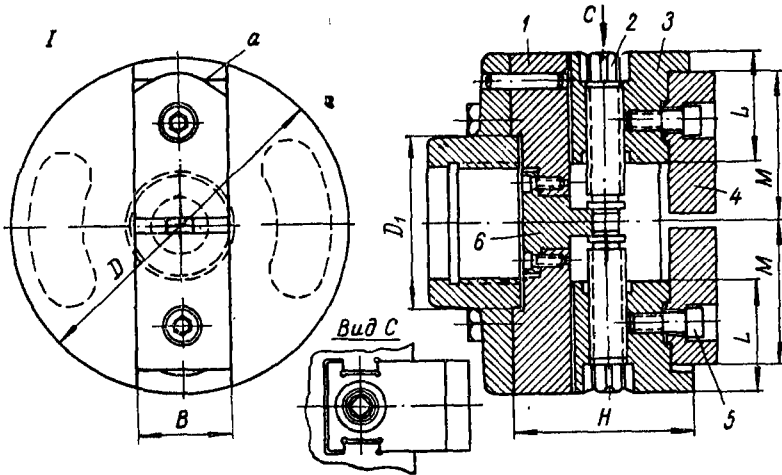
Люнет устанавливается в резцедержателе. Для крепления резца 5 в люнете-державке предусмотрен паз.

## Универсальные кулачковые патроны

## Двухкулачковые универсальные патроны

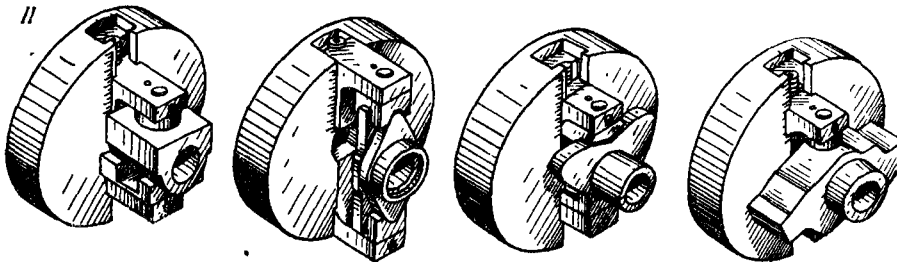
Двухкулачковые патроны используются для зажима небольших изделий фасонной формы (арматура, литые детали, поковки и пр.). Применяются патроны с ручным ключевым приводом и патроны с быстродействующим приводом.

В поз. I показан универсальный двухкулачковый патрон с центрально расположенным зажимным винтом. Кулачки 3 с помощью винта 2, имеющего левую и правую нарезки, перемещаются по глубоким пазам корпуса патрона 1. Осевое перемещение винта предотвращается подшипником 6, охватывающим его шейку. К ку-



лачкам винтами 5 прикреплены губки 4, сцентрированные цилиндрическими выступами в выточках кулачков. Губки 4 сменные. Одна из них (верхняя) имеет возможность самоустанавливаться, опираясь на радиусную выточку *a* в кулачке 3. Форм губок выбирается соответственно форме детали.

В поз. II приведены примеры использования двухкулачкового универсального патрона для обработки разных деталей сложной формы.



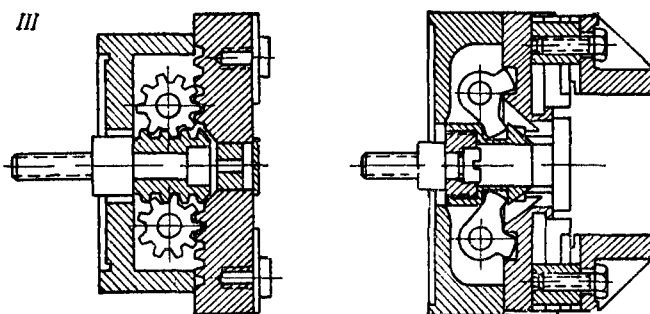
Менее распространенный патрон с боковым винтом позволяет изделию проходить в полость шпинделя. Однако он уступает патрону с центральным винтом в надежности центрирования: действуя на резьбу кулачков, он может вызывать их боковой отжим и заедание. По этой же причине резьба в подобных патронах изнашивается быстрее, чем в патронах с центральным винтом.



Основные размеры двухкулачковых патронов, в мм

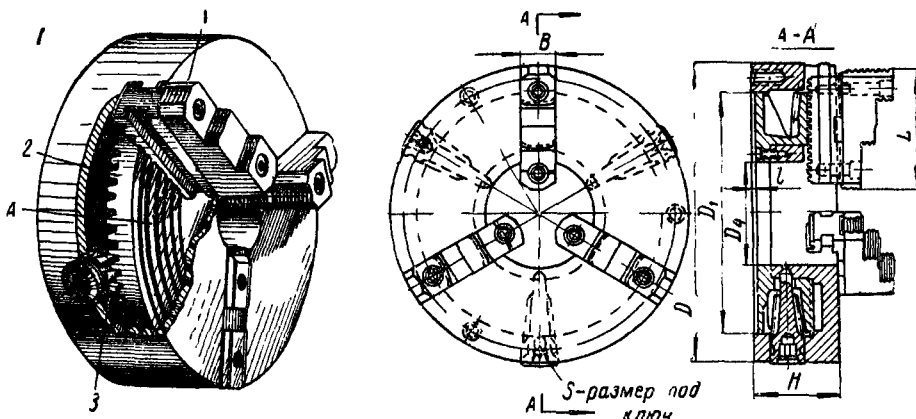
Тип патрона	$D$	$D_1$	$d$ центрального отверстия	$M$		$H$	$L$	$B$
				наименьший	наибольший			
Тип А (с боковым винтом)	150	80А	44А	51	61	104,5	52	45
	180	90А	48А	60	74	113,5	63	52
	220	110А	60А	80	93	133,5	82	62
Тип Б (с центрально расположенным винтом)	250	235А	—	55	92	79	76	65
	300	280А	—	67	110	84	100	70
	375	350А	—	73	130	92	136	80

В поз. III показаны реечный и рычажный двухкулачковые патроны с быстросействующим осевым приводом.



Трехкулачковые универсальные патроны

Спиральные патроны с зубчатой передачей (поз I) обладают большой универсальностью и хорошо известны токарям.



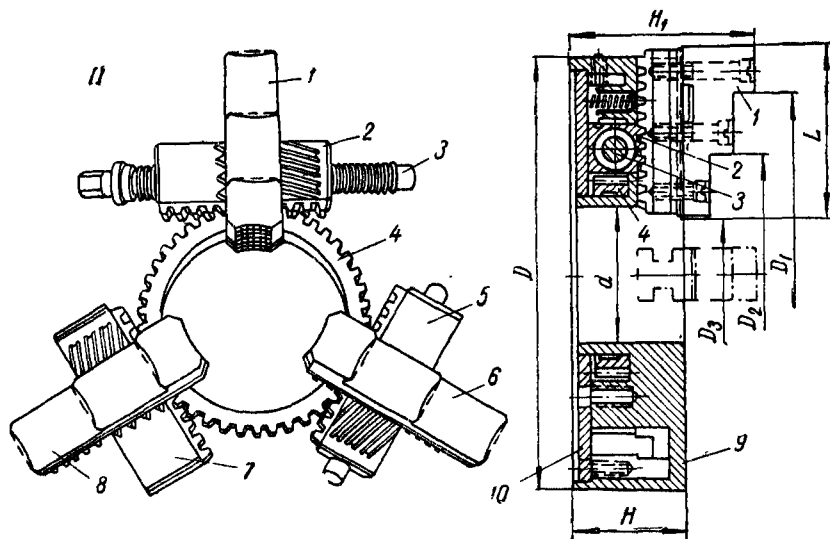
Основным центрирующим механизмом патрона является большое коническое зубчатое колесо 2, сцепляющееся с тремя малыми зубчатыми колесами 3. На обратной плоской стороне колеса 3 нарезана многовитковая спиральная канавка А. В отдельные витки этой канавки входят нижними выступами все три кулачка 1. Когда ключом повертывают одно из зубчатых колес 3, вращение передается зубчатому колесу 2. Вращаясь, оно посредством спиральной канавки А перемещает по пазам корпуса патрона одновременно и равномерно все три кулачка. При вращении диска со спиральной канавкой в ту или другую сторону кулачки приближаются или удаляются от центра, соответственно зажимая или освобождая деталь.

Основной недостаток этих патронов в том, что радиусы кривизны на разных участках спирали (улитки) различны, а у кулачков они постоянные, поэтому прилегание зубьев кулачков происходит не по всей ширине последних, а по линиям (узким площадкам). При таком зацеплении на зубьях возникают высокие удельные давления, и они быстро изнашиваются. Интенсивный износ и преждевременная потеря точности объясняются также невозможностью обеспечения постоянной смазки трущихся поверхностей патрона.

Основные размеры трехкулачковых патронов (поз. I) по ГОСТ 2675-63, в мм

$D$	$D_1$	$D_2$	$B$ (не более)	$L$	$H$ (не более)	$l$	$S$	$D$	$D_1$	$D_2$	$B$ (не более)	$L$	$H$ (не более)	$l$	$S$
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

Реечные патроны с винтовой передачей. Реечный патрон (поз. II) состоит из массивного корпуса 9, в радиальных направляющих которого скользят кулачки 1, 6 и 8. В корпусе имеются также три прямоугольных замкнутых паза, в которых перемещаются рейки 2, 5 и 7. В выточке корпуса имеется зубчатый венец 4. При сборке зубчатый венец и рейки закладываются со стороны левого торца патрона и удерживаются от выпадания диском 10.



Патрон приводится в действие винтом 3, не имеющим осевых перемещений. При вращении винта передвигается гайка-рейка 2, вращающая зубчатый венец 4. Зубчатый венец, в свою очередь, перемещает рейки 5 и 7, в зацеплении с которыми

находятся кулачки. При прямолинейном движении реек кулачки равномерно перемещаются к центру или от центра.

В отличие от спиральных патронов, зубья кулачков здесь полностью прилегают к зубьям реек, что обеспечивает равномерное распределение удельного давления на них и меньший износ. Кроме того, благодаря возможности закаливания и шлифования зубья могут быть изготовлены весьма точно при высокой твердости трущихся поверхностей.

Для чистки и смазки патрона кулачки можно выводить из зацепления и без особого труда вынимать.

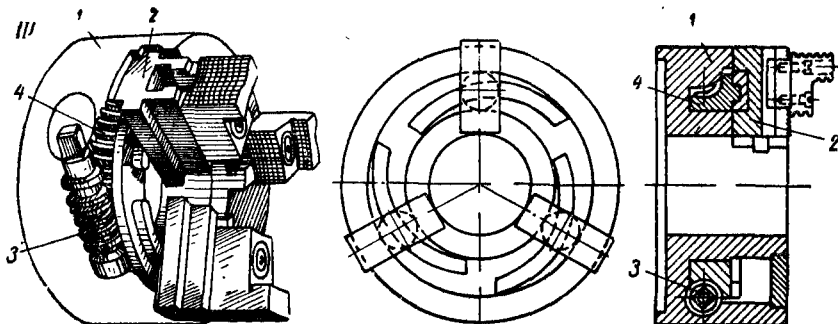
Рассмотренный патрон менее универсален, чем спиральный. За полный ход реек кулачки перемещаются немногим больше, чем на величину шага зацепления. Диапазон зажима можно увеличить перестановкой кулачков относительно реек на один или несколько зубьев. Более сложная переналадка производится путем замены накладных кулачков.

Коэффициент полезного действия у реечных патронов также ниже, чем у спиральных. Это объясняется дополнительным трением боковых поверхностей реек в пазах корпуса и низким коэффициентом полезного действия винтовой передачи. В то же время они обеспечивают более сильный зажим и точнее центрируют.

Основные размеры трехкулачковых патронов (поз. II), в мм

D	d	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	L	H	H <sub>1</sub>
		наименьший					
250	65	150	80	10—55	105	85	123
320	80	185	95	20—75	125	95	150
400	110	210	120	30—110	145	105	163

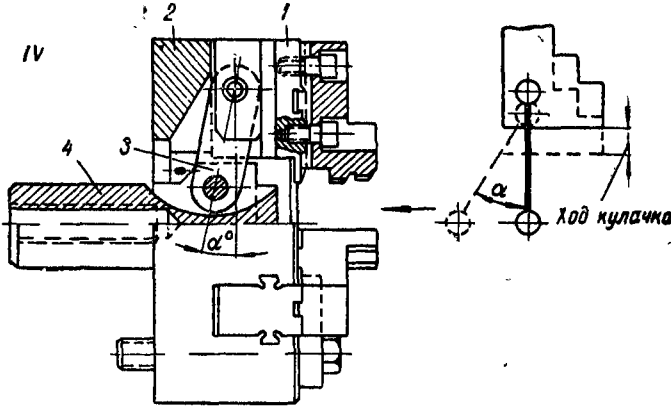
**Эксцентриковые патроны с червячной передачей.** В поз. III показано устройство эксцентрикового патрона. В корпус 1 вмонтировано червячное колесо 4, на торце которого имеются три выступа (иногда три паза), очерченные дугами окружностей, эксцентрично расположенными относительно центра патрона. Кулачки 2, помещенные в радиальных пазах корпуса, соответствующими пазы входят в зацепление с выступами и при вращении червяка 3 равномерно перемещаются к центру или от центра.



Патрон обеспечивает большую силу и точность зажима. Прилегание профиля по всей ширине кулачков способствует равномерному распределению давления и повышает износоустойчивость. Однако эксцентриковый патрон, как и реечный, имеет малый диапазон зажима, а переналадка патрона производится перестановкой или заменой кулачков.

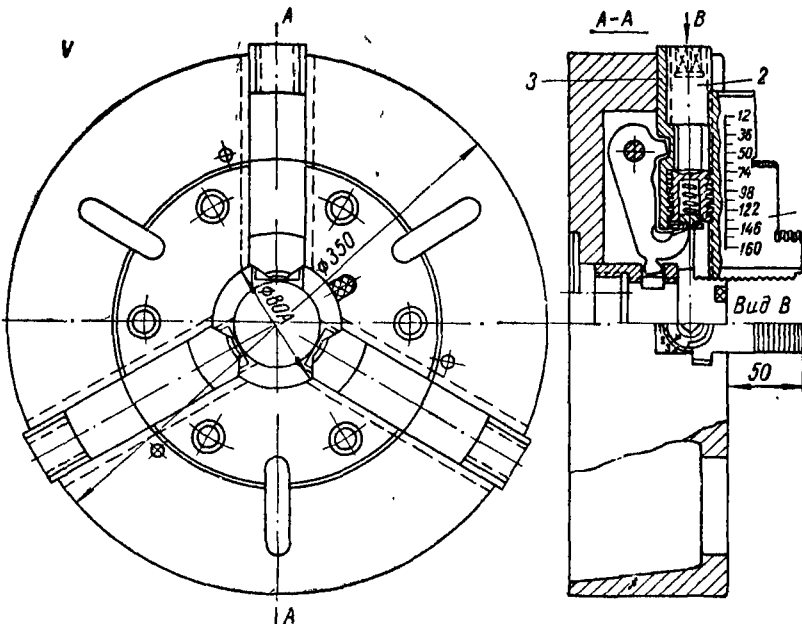
**Рычажные кулачковые патроны с быстродействующим приводом.** В поз. IV приведен простой рычажный патрон. Здесь кулачки 1 серьгами 3 соединены с корпусом 2 и муфтой 4, которая в свою очередь соединяется с тягой и штоком пневматического цилиндра. При перемещении муфты 4 влево кулачки сближаются, центрируют и зажимают деталь.

Ход кулачков определяется углом поворота серег 3 от их вертикального положения. Угол  $\alpha$  может колебаться от 0 до 15°. Чем меньше угол  $\alpha$ , тем сильнее зажим. Патрон используется для обработки небольших изделий на токарных станках малых и средних размеров.



Рычажный трехкулачковый патрон конструкции М. З. Запольских (поз. V) в отличие от патрона, приведенного в поз. IV, допускает обособленную настройку кулачков и поэтому является более универсальным.

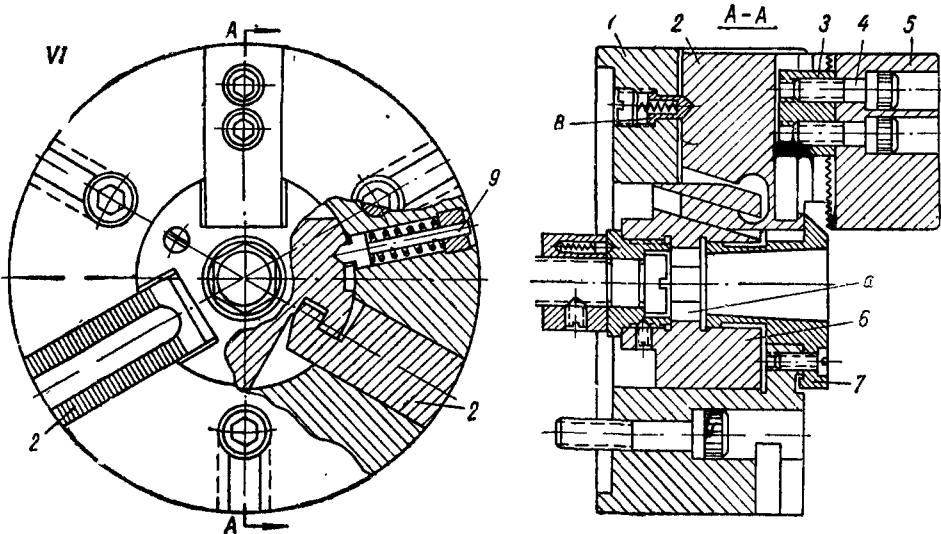
Для перемещения каждого кулачка 1 в отдельности относительно основных кулачков 3 предусмотрены винты 2. В соответствии с размерами обрабатываемой детали грубая установка патрона производится путем совмещения рисок, имеющих на боковых стенках кулачков, с круговыми рисками на торце корпуса патрона, а точная — совмещением риски на торцах винтов 2 с делениями шкал на основных кулачках. В хорошо налаженном патроне центрирование деталей достигается с точностью 0,02—0,05 мм.



**Клиновые кулачковые патроны с быстросействующим приводом.** В поз. VI приведена конструкция трехкулачкового патрона с клиновым механизмом. В радиальных пазах корпуса патрона 1 перемещаются кулачки 2 с прикрепленными к ним с помощью винтов 4 и сухарей 3 губками 5. В центральном отверстии патрона расположена скользящая муфта 6, связанная с приводом патрона. Для связи с кулачками муфта имеет три наклонно расположенных паза с углом наклона  $15^\circ$ . Пазы в муфте и выступы у кулачков образуют клиновые пары. При осевом перемещении муфты кулачки передвигаются в радиальном направлении и зажимают деталь.

Передаточное отношение клинового механизма составляет 1:3,7. Это означает, что тяговое усилие штока увеличивается на кулачках в 3,7 раза. Однако с учетом потерь на трение сила зажима фактически повышается в 2—2,5 раза. Угол в  $15^\circ$  служит для того, чтобы избежать самосторможения в клиновой паре.

Для удобства переналадки патрона сменные губки 5 и кулачки 2 сопрягаются поверхностями, выполненными в виде мелкозубой рейки с точным шагом и углом профиля зуба  $60$  или  $90^\circ$ .

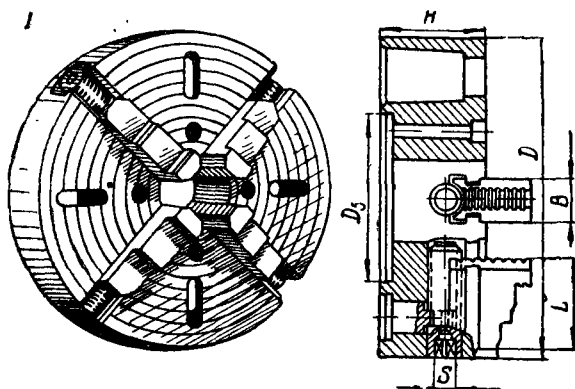


Форма клинового соединения позволяет легко заменять комплекты кулачков. В муфте 6 предусмотрено шестигранное отверстие *a* для ключа. При повороте муфты против часовой стрелки на угол  $15^\circ$  кулачки выводят из зацепления и вынимают. В рабочем положении муфта удерживается штифтом 9, который одновременно служит упором, ограничивающим поворот муфты при смене кулачков. Пружинящие штифты 8 удерживают кулачки от выпадания, когда они выведены из зацепления с муфтой. Втулка 7, прикрепленная к корпусу патрона, предохраняет его от проникновения грязи и стружки.

Этот патрон имеет высокую жесткость и весьма компактен. Переналадка патрона на обработку других деталей требует 2—3 мин., что делает его пригодным и для мелкосерийного производства.

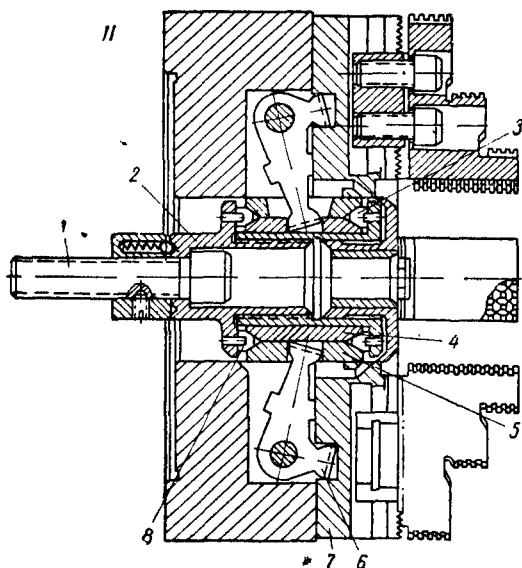
### Четырехкулачковые универсальные патроны

В четырехкулачковых патронах с ручным приводом (поз. I) каждый кулачок с помощью ключа можно перемещать независимо от других. Такие патроны, как и двухкулачковые, удобны для зажима изделий некруглой формы; кроме того, в них можно производить обработку эксцентричных деталей и расточку отверстий со смещенными осями. Однако на зажим и освобождение деталей в таких патронах затрачивается много времени.



Основные размеры четырехкулачковых патронов с независимым перемещением кулачков (по ГОСТ 3890-47), в мм (поз. I)

D	D <sub>s</sub>	B	L	H (не более)	S	D	D <sub>s</sub>	B	L	H (не более)	S
160	100	28	70	65	8	500	270	46	145	105	14
200	125	28	85	75	10	630	270	60	160	115	14
250	160	36	105	75	10	800	360	60	200	125	17
320	200	36	125	85	14	1 000	360	60	200	125	17
400	200	46	145	95	14						



В поз. II показан четырехкулачковый самоцентрирующий патрон конструкции завода станкостроительного завода им. С. Орджоникидзе.

Особенность патрона этой конструкции заключается в том, что все его четыре кулачка зажимают деталь с одинаковой силой, причем каждая пара встречных кулачков подводится к поверхности детали и отводится от нее последовательно.

При зажиме детали тяга 1 перемещает втулку 2 влево, при этом плавающие секторы 3 заставляют передвигаться втулки 4 и 5. Втулки имеют по две диаметрально расположенные прорези, в которые входят концы рычагов 6, приводящие в действие основные кулачки 7. Таким образом, каждая втулка может поворачивать только одну пару рычагов, действующих на два противоположных кулачка.

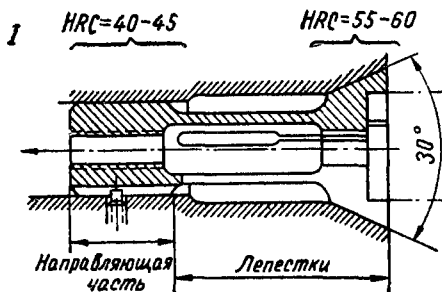
Поочередность зажатия детали каждой парой кулачков осуществляется секторами 3, плавающими в радиальном направлении относительно втулки 2. Деталь освобождается попарным разжатием кулачков при движении втулки 2 вправо, при этом работают противоположные секторы 8.

Таблица 21

Специализированные токарные патроны

Цанговые патроны

Цанговые патроны применяются для центрирования и зажима предварительно обработанных по наружной поверхности заготовок. Главной деталью цангового патрона является цанга — пружинящая втулка, а иногда пружинящий корпус. Форма и размеры цанги определяют в основном конструкцию и размеры других деталей патрона.

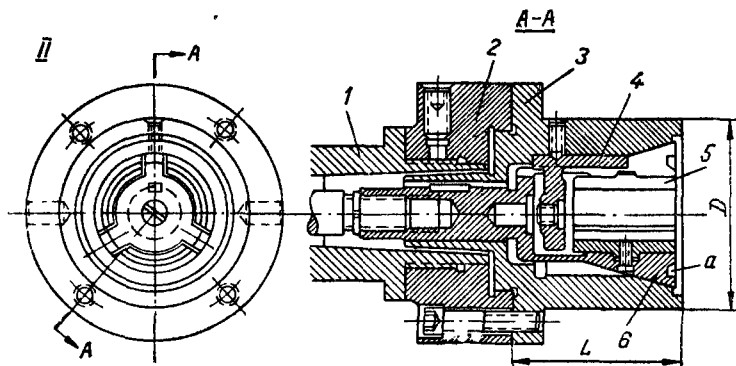


В поз. I показана наиболее распространенная конструкция одноконусной цанги с односторонними прорезями и жесткой направляющей частью. Элементами цанги являются: головка, лепестки (пружинящая часть) и направляющая часть.

Работоспособность и срок службы цанги зависят от соотношения размеров ее лепестков и от качества термической обработки. Число прорезей, толщина стенки цанги у основания лепестков и длина лепестков (длина прорезей) определяют допустимый упругий прогиб лепестка. Практически допустимые коле-

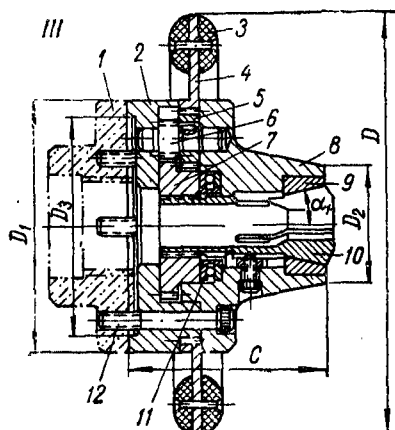
бания диаметра изделия не должны превышать 0,1—0,5 мм. Угол конуса патронных цанг для обеспечения легкого съема детали принимается равным 30°.

Пример конструкции универсального цангового патрона с пневматическим зажимом приведен в поз. II. Он закрепляется на шпинделе I станка. В выточке фланца 2 сцентрирован закаленный и точно отшлифованный корпус патрона 3, имеющий внутренний конус под цангу. Закаленная и отшлифованная цанга 6 с тремя широкими прорезями своим цилиндрическим хвостовиком и внешним конусом с большой точностью сцентрирована в корпусе. В цанге закрепляются сырые сменные



вкладыши 5. Упор 4 тремя шпоночнообразными выступами входит в прорези цанги, обеспечивая точную установку изделия вдоль оси. Упор закрепляется винтом. При затяжке патрона изделие плотно прижимается к упору. Вкладыши растачиваются и расшлифовываются на месте в собранном патроне. Для этого на торце цанги 6 предусмотрена выточка а, в которую закладывается специальное кольцо, дающее возможность прочно затянуть цангу перед ее расточкой и шлифовкой.

Размеры универсальных цанговых патронов (поз. II), в мм							
Корпус 3		Цанга 6		Наибольшая глубина зажима	Вес, в кг	Предназначается для станков с отверстием в шпинделе	
D	L	Наибольший зажимаемый диаметр					
		с вкладышами	без вкладышей				
50	52	18	22	37	3	21	
65	103	24	28	40	4	28	
80	130	32	38	55	6	36	
106	168	42	48	76	14	47	
125	152	54	62	95	15	60	
145	214	74	82	103	20	82	
175	250	94	102	150	30	105	



В поз. III показан универсальный патрон с маховичком, удобный для использования на токарных станках малых размеров при кратковременных операциях, когда затяжка ключом утомительна и ведет к большой потере времени. Зажим и раскрепление детали в патроне могут выполняться притормаживанием маховичка. При повороте маховичка 3 связанный с ним диск 4 с зубчатым венцом внутреннего зацепления передает вращение через промежуточные шестерни 5 и 6 центрально расположенной шестерне-гайке 7. Последняя в зависимости от направления вращения втягивает или выталкивает цангу 10, перемещающуюся по втулке 9.

Для уменьшения усилия, потребного на зажим, между шестерней 7 и корпусом патрона 8 помещен упорный шарикоподшипник 11, снижающий потери на трение.

Крепление корпуса 8 и крышки 2 к фланцу 1 производится винтами 12. Кроме обычных цанг, могут применяться цанги для квадратного и шестигранного профилей.

Основные размеры универсальных бесключевых (с маховичком) цанговых патронов, в мм

№ патрона	$d_{\text{наиб}}$	D	C	$D_1$	$D_2$	$D_3$	Резьба на цанге (правая)	
							наружный диаметр	ниток на 1 дюйм
1	25,4	229	102	140	127,00	57,2	31,62	20
2	34,9	254	108	156	146,05	66,7	41,15	18
3	44,5	267	118	165	146,05	79,4	50,67	20

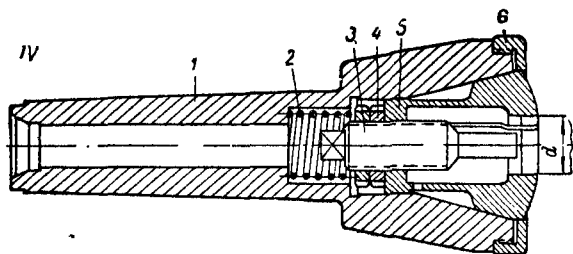
Цанговый поводковый патрон, используемый на заводах Социалистической Республики Румынии, представлен в поз. IV.

Деталь, цилиндрический конец которой имеет диаметр  $d$ , вставляется в цангу 5 до подвижного упора 3, свинченного с цангой и поджатого контргайками 4. При поджатии детали задним центром упор 3, сжимая пружину 2, смещается вместе



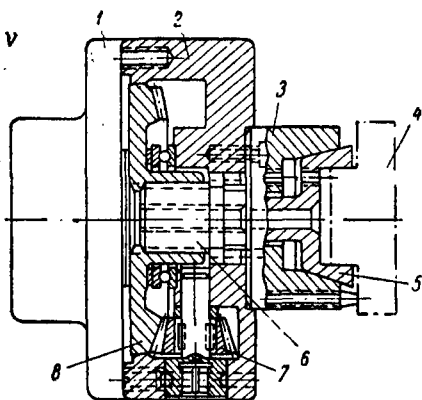
Продолжение табл 21

с цангой. Если при обработке увеличивается сила резания, то возрастает и сила зажима детали в цанге. Деталь освобождается при отводе заднего центра, так как пружина выталкивает упор и цангу, которая при этом разжимается. Кольцо 6 ограничивает перемещение цанги в корпусе 1.



В поз. V приведена конструкция универсального цангового патрона, разработанного на Московском заводе шлифовальных станков.

Корпус патрона 2 крепится на планшайбе 1. Внутри патрона помещена коническая шестерня 8, сцепленная с тремя коническими шестернями 7, приводимыми в движение ключом. При вращении шестерни 8 жестко соединенная с ней гайка вытягивает или вытягивает свернутый в нее винт 6. Перемещаясь влево, винт тянет разрезную втулку 5 на конический корпус насадки 3, при этом втулка разжимается и надежно закрепляет деталь 4. Точность установки в осевом направлении обеспечивают упоры.

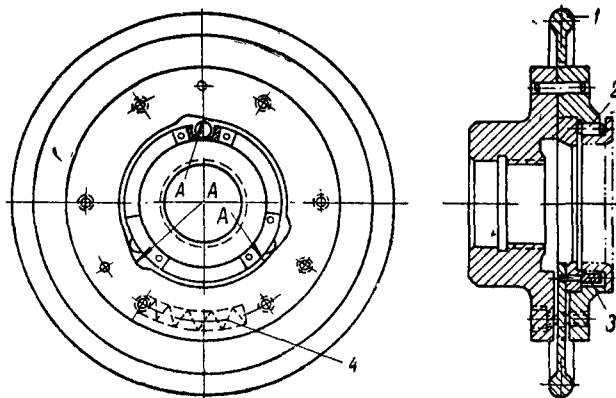


При вращении шестерни в другую сторону винт 6 передвигается вправо и дает возможность переместиться в эту же сторону втулке 5. Она разжимается, и закрепленная на ней деталь освобождается.

Цанговый патрон позволяет вести обработку стали средней твердости с подачей до 0,45 мм/об при глубине резания до 5 мм.

Втулки 5 и насадки 3 изготовляют нескольких диаметров для возможности закрепления деталей с посадочными отверстиями в достаточно широком интервале диаметров (от 30 до 180 мм).

Роликовые (самозжимающиеся) патроны

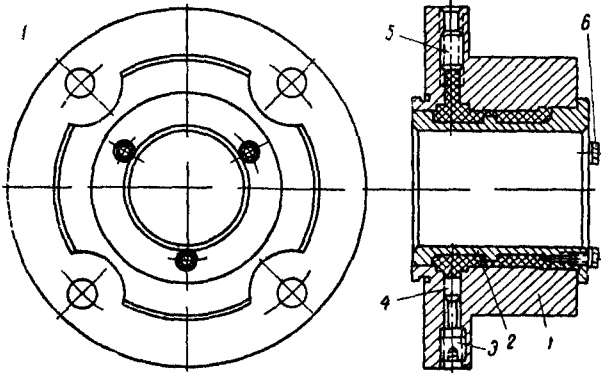


В самозажимающих патронах усилие зажима детали автоматически увеличивается с повышением силы резания. Принцип действия самозажимающих патронов аналогичен принципу действия самозажимающих оправок (см. табл. 22).

После установки обрабатываемой детали маховичок 1 под действием пружины 4 увлекает за собой сепаратор 3 и, перекачивая ролики 2 по кривым направляющим в корпусе патрона, производит предварительное заклинивание. С началом работы продолжают дальнейшее заклинивание и надежный зажим детали. При вращении маховичка 1 против часовой стрелки сопротивление пружины 4 преодолевается, и патрон раскрывается, освобождая деталь.

### Патроны с гидропластом

Патроны с гидропластом применяются при необходимости обеспечить высокую степень concentричности обрабатываемых поверхностей, а также в целях исключить деформирование детали при ее закреплении.



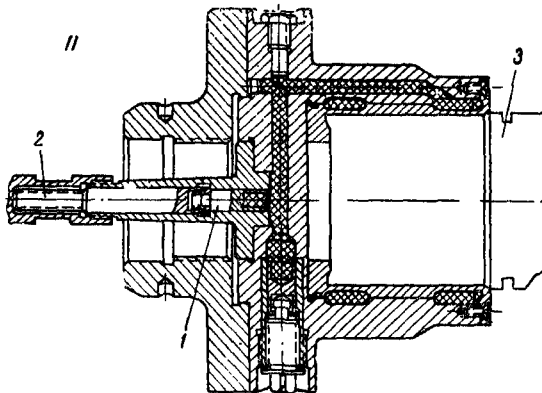
В поз. I показан патрон, в котором в качестве среды для передачи давления используется резинообразная пластическая масса — гидропласт С. Патрон состоит из корпуса 1, тонкостенной втулки 2, запрессованной в корпус, нажимного винта 3, плунжера 4 и регулирующего винта 5.

Корпус имеет фланец с отверстиями и центрирующий буртик, предназначенные для установки патрона на плашайбе станка. Полость,

образованная корпусом 1 и втулкой 2, заполнена гидропластом. Три винта 6 герметически закрывают отверстия, служащие для выпуска воздуха при заполнении приспособления расплавленной массой.

Детали закладывают в отверстие втулки 2, а затем с помощью ключа завертывают до упора нажимной винт 3, который перемещает плунжер 4. Через плунжер давление передается массе и распространяется во все стороны с одинаковой силой. Под давлением массы втулка 2 упруго деформируется (сжимается), надежно и точно центрируя и закрепляя обрабатываемую деталь. Величина предельного давления регулируется при наладке патрона винтом 5.

Для освобождения детали нажимной винт 3 вращают в обратную сторону, при этом давление массы падает до нуля, а стенки втулки возвращаются в исходное положение. Втулка в средней части имеет ребро жесткости, что обеспечивает центрирование по двум удаленным друг от друга поясам.



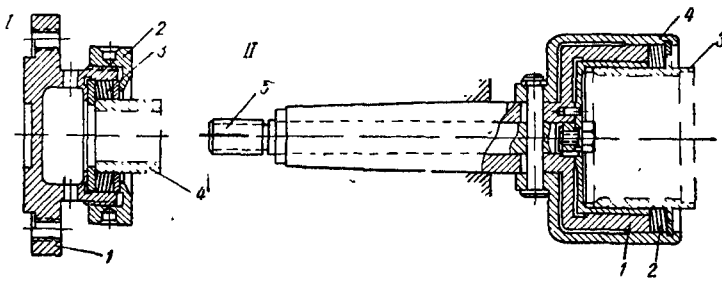
В поз II показан аналогичный патрон, в котором зажим детали 3 осуществляется поворотом рукоятки пневмопривода. В этом патроне плунжер 1 связан со штоком 2 пневмоцилиндра, проходящим внутри шпинделя.

### Патроны с тарельчатыми пружинами

Принцип устройства и работы патронов с тарельчатыми пружинами такой же, как и оправок с тарельчатыми пружинами (см. табл. 22).

Патрон, показанный в поз. I, применяется для тонкой обработки отверстий в дисках и коротких втулках. Корпусом I он центрируется и закрепляется на планшайбе станка. Деталь 4 устанавливается в отверстие пакета тарельчатых пружин 3 до упора в кольцо и зажимается гайкой 2.

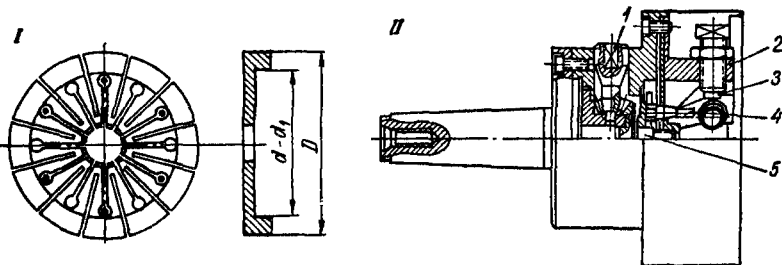
Сменные пакеты пружин можно использовать для зажима втулок различных диаметров.



Патрон, приведенный в поз. II, служит для зажима тонкостенных втулок. Втулки 3 вставляют в стакан I до упора в кольцо и дополнительно центрируют и зажимают с небольшим усилием пакетом тарелок 2. Привод — быстродействующий, с тягой, пропущенной через шпиндель. Для захвата тарелок в стакане I, связанном с нажимным стержнем 5, служит пружинное кольцо 4.

### Мембранные патроны

Для точного центрирования и зажима деталей типа колец применяются мембранные патроны. Они обладают более высокой точностью центрирования по сравнению с цапговыми и позволяют обрабатывать детали по 1-му и 2-му классам точности. Используются в большинстве случаев на чистовых операциях.



Действие мембранного патрона основано на упругой радиальной деформации тонкостенного диска (мембраны) под действием осевой силы привода. Наибольшее применение в патронах такого типа получили чашечные мембраны, которые представляют собой диск с кольцевым выступом. Для большей эластичности диск имеет радиальные прорези.

Основные размеры чашечных мембран, в мм (поз. I)			
Внутренний диаметр $d$	Наружный диаметр $D$	Внутренний диаметр может быть увеличен (или наружный диаметр уменьшен) до $d_1$	Толщина
35	47	41	3
40	52	46	3
46	62	52	4
52	70	62	4
62	80	70	4
72	90	80	4
80	100	90	5
90	110	100	5
100	120	110	5
110	130	120	5
120	140	130	5
130	155	140	6
140	170	155	6
155	185	170	6
170	200	185	6
185	220	200	6

Мембраны изготавливаются из пружинной стали и закаливаются.

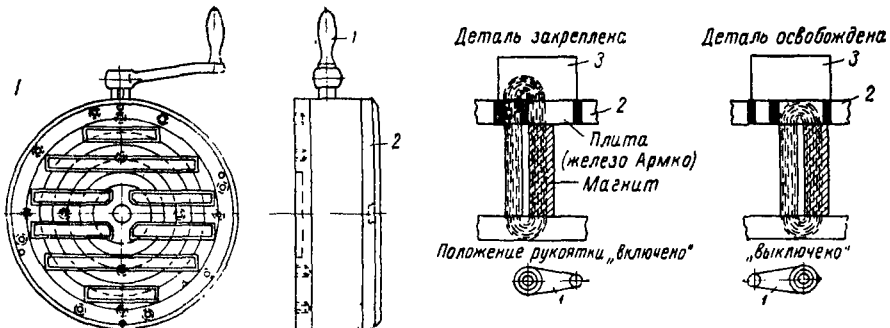
В поз. II приведена конструкция мембранного токарного патрона.

Обрабатываемая деталь устанавливается в кулачках 3 до упоров 4. При вращении ключом шестерни 1 зубчатое коническое колесо 5 ввинчивается в отверстие мембраны 2, при этом деформирует ее и заставляет кулачки патрона перемещаться в радиальном направлении.

Точность по концентричности обрабатываемых поверхностей весьма высокая — 0,01 мм.

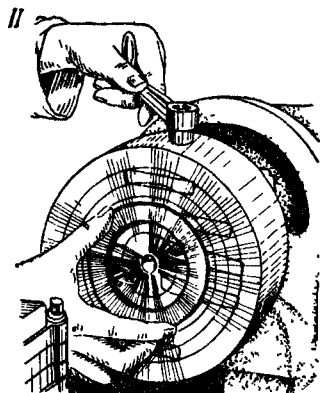
### Магнитные патроны

Для чистового обтачивания торцов тонких колец и дисков, а также для обработки втулок все большее распространение получают магнитные патроны, обеспечивающие быструю и точную установку деталей.



В поз. I показан патрон с постоянным магнитом. При установке рукоятки 1 в положение «Включено» магнитный силовой поток удлиняется, проходит через обрабатываемую деталь 3 и прижимает ее к плите 2 патрона; плита является как бы удлинителем магнита. При повороте рукоятки на 180° (положение «Выключено»)

Продолжение табл 21



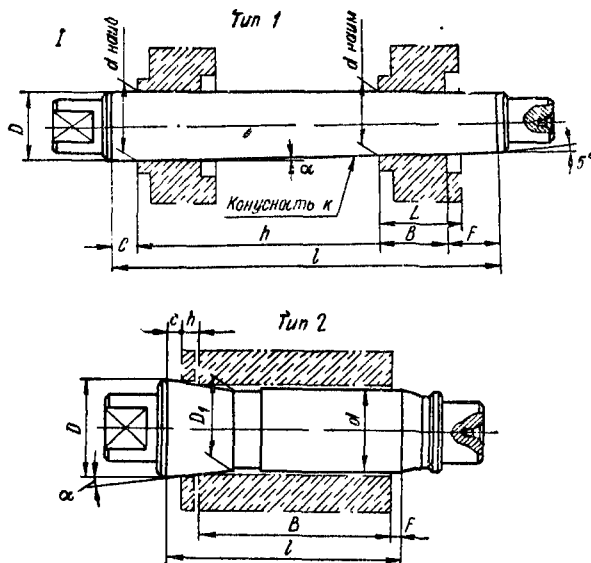
магнитный силовой поток отводится от детали (замыкается через верхнюю плиту), и она освобождается. Более подробно принцип работы магнитных приспособлений, а также их конструкции рассмотрены в специальной литературе.

В поз II показана установка кольца на магнитном патроне. Магнитные патроны могут устанавливаться на шпинделе любого токарного станка посредством переходной планшайбы. Они не требуют источника постоянного тока, токоприемных колес и щеток и удобны в эксплуатации. При хорошем изготовлении и правильном обращении с патронами они безотказно служат многие годы.

Таблица 22

Оправки центровые и консольные

Жесткие оправки



Жесткие оправки применяются для центрирования и зажима втулок с гладкими и шлицевыми отверстиями, предварительно обработанными по 2—3-му классам точности. Используются три типа оправок: конусные, цилиндрические и шлицевые.

Конусные оправки служат для установки деталей с цилиндрическими отверстиями. Конусность обычно принимают в пределах 0,050—0,005. Чем точнее отверстие и выше класс чистоты поверхности, тем меньше может быть конусность (до 0,001) и тем надежнее оправка центрирует и заклинивает деталь.

В поз. 1 приведены два основных типа жестких оправок:  
 тип 1 — конусные оправки для легких токарных работ — обточки деталей размерами  $0,25 \leq \frac{B}{d} \leq 1,5$ ;  
 тип 2 — оправки с конусной и цилиндрической установочной поверхностями для обработки деталей размерами  $\frac{B}{d} > 1,5$ .

Основные данные и формулы для расчета размеров конусных оправок

Определяемое значение	Величина для оправки	
	типа I	типа II
Конусность $k$	$2 \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{1000} \div \frac{1}{3000}$	$2 \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{100} \div \frac{1}{200}$
Наибольший диаметр конуса $D$	$D = d_{\text{наиб. заг}} - (0,01 - 0,02) \text{ мм}$	$D = d_{\text{наиб. заг}} - (0,05 - 0,1) \text{ мм}$
Длина конусной части, гарантирующая натяг, $C$	$C = \frac{D - d_{\text{наиб. заг}}}{k}$	
Запас длины конусной части $F$	$F = (0,2 + 0,5) D$	
Возможное перемещение заготовки по длине $h$	$h = \frac{d_{\text{наиб. заг}} - d_{\text{наим. заг}}}{k}$	
Длина рабочей части оправки $l$	$l = C + h + B + F$	
Диаметр цилиндрической части $d$	—	$d_{\text{наим. заг}}$ по посадке С или Д
Меньший диаметр конусной части $D_1$	$D_1 = d - (0,05 \div 0,1) \text{ мм}$	
Биение оправки $\delta_{\text{оп}}$	$\delta_{\text{оп}} = (0,003 \div 0,01) \text{ мм}$ , в зависимости от требуемой точности обработки	

Конусность оправок выбирается в зависимости от требований к точности обработки детали:

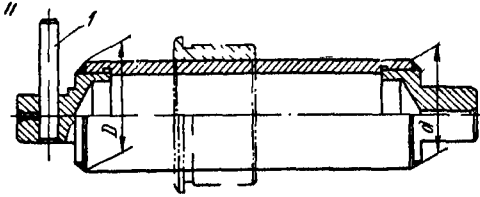
$$k \leq \frac{\delta - \delta_{\text{оп}}}{L} \quad \text{и} \quad k \leq \frac{2\delta_{\text{тор}}}{D_{\text{тор}}},$$

где  $k$  — конусность;  $\delta$  — допускаемое радиальное биение детали, в мм;  $\delta_{\text{оп}}$  — биение оправки, в мм;  $L$  — длина от торца детали до места проверки биения, в мм;  $\delta_{\text{тор}}$  — допускаемое торцовое биение детали, в мм;  $D_{\text{тор}}$  — диаметр, на котором задано торцовое биение, в мм.

Из двух значений конусности выбирается меньшее и округляется до величины, кратной  $1/500$ .

Конусные оправки применяются для легких токарных работ в мелкосерийном производстве. Их преимущество — простота конструкции и дешевизна. Недостатком является то, что положение заготовки вдоль оси оправки зависит от колебаний диаметра базового отверстия. Это делает невозможным использование настроенных резцов.

При обработке на конусных оправках базовое отверстие заготовки должно быть сделано с допуском не более 3 го класса точности, в противном случае оправка получится чрезмерно длинной или придется пользоваться набором оправок.

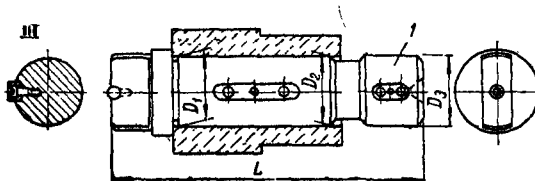


Оправки диаметром более 50 мм обычно делают полими. Для крупных деталей оправки изготовляют сварными с поводком 1 (поз. II).

Цилиндрические оправки служат для установки деталей по обработанным отверстиям с зазором или натягом. В первом случае свободно установленные детали затягиваются гайкой через быстросъемную шайбу с прорезью. Во втором случае детали напрессовываются на оправку.

Диаметр оправок для свободной установки выполняется по посадке скольжения 2-го класса точности, а для отверстий, изготовленных по системе вала, должен соответствовать размеру проходной стороны калибра отверстия.

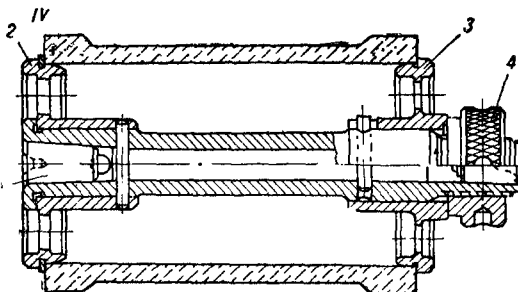
Диаметр рабочей части оправки для установки с натягом выполняется по тугий посадке, а направляющей части 1 (поз. III) — по легкоходовой посадке 2-го класса точности. Для отверстий, изготовленных по системе вала, за номинальный диаметр этой оправки принимают минимальный предельный диаметр отверстия.



Для заготовок с длинными отверстиями ( $\frac{L}{D} > 1$ ) рабочая часть оправок изготовляется с небольшой конусностью, что облегчает запрессовку обрабатываемой детали. В этом случае (см. поз. III) диаметр  $D_1$  выполняется по прессовой посадке,  $D_2$  — по скользящей, а  $D_3$  — по легкоходовой посадке 2-го класса точности.

Цилиндрические оправки для установки с зазором просты в изготовлении, но имеют существенные недостатки. Они не гарантируют надежного зажима и точного центрирования детали. Кроме того, на них нельзя обрабатывать торцы, а на установку и снятие детали при затяжке гайкой затрачивается много времени.

Оправки для установки с натягом обеспечивают надежное закрепление и точное центрирование детали, позволяют обрабатывать один или оба торца, но требуют больших затрат времени на закрепление. Эти оправки применяются обычно при обработке единичных и небольших партий деталей.



Для крупных втулок используются оправки с центрирующими пробками (поз. IV). Здесь пробка 2 постоянная, а пробка 3 — съемная. Деталь зажимается между буртиками пробок гайкой 4. Для удлинения срока службы оправки центровые отверстия просверлены не в корпусе, а в запрессованных в него конусах 1.

**Шлицевые оправки** применяются для установки с натягом изделий со шлицевыми отверстиями. Для коротких отверстий они делаются цилиндрическими, а для длинных — слегка конусными.

### Цанговые оправки

Цанговые оправки служат для зажима небольших и средних деталей при незначительном колебании диаметра предварительно обработанного отверстия. Угол конуса цанг в зависимости от конструкции оправки составляет 6—20°. При зажиме на коротком участке конусность может быть больше. При углах конуса цанги менее 20° для снятия обработанной детали необходимо предусматривать принудительный отжим цанги. Цанговые оправки, как правило, выполняют консольными.

Допустимые колебания диаметров отверстий, по которым осуществляется зажим деталей, принимаются в среднем до 0,5 мм, соответственно чему отклонение в размере зажимаемой детали не должно превышать величины  $0,05\sqrt{d}$ , где  $d$  — диаметр детали.

Для лучшей работы цанг рекомендуется изготавливать нечетное число губок. Длина губки для мелких цанг (до 20 мм) берется примерно равной  $1,5d$ .

В поз. I приведена простейшая конструкция консольной цанговой оправки. Деталь надевается на правую часть 1 оправки, снабженную тремя продольными разрезами. Коническая пробка 2 вбивается в корпус оправки легкими ударами молотка, при этом оправка разжимается и прочно закрепляет насаженную на нее деталь. Хвостовик оправки устанавливается в коническое отверстие шпинделя, благодаря чему

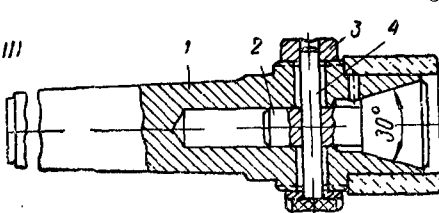
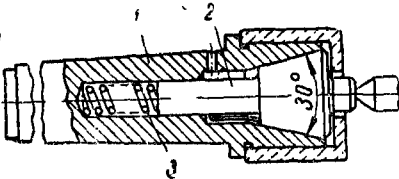
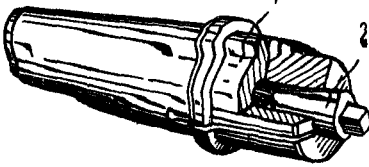
обрабатываемая деталь располагается близко к правому подшипнику передней бабки, что обеспечивает жесткость ее крепления и способствует получению высокой точности и чистоты поверхности.

Когда деталь обточена, останавливают станок, на квадратную головку пробки 2 надевают гаечный ключ и легким ударом по его рукоятке проворачивают пробку. Она выходит из конического отверстия, и деталь легко снимается с оправки.

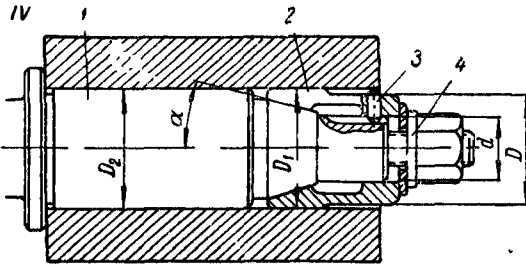
В поз. II показана разжимная оправка для обточки стаканов. Обрабатываемая деталь надевается на пружинящую цилиндрическую поверхность корпуса 1 и закрепляется при помощи разжимного конуса 2, поджимаемого вращающимся центром задней бабки. Для освобождения детали достаточно отвести пинноль задней бабки, при этом разжимающий конус 2 выталкивается пружиной 3, и деталь может быть легко снята.

Цанговая оправка для чистового обтачивания небольших втулок изображена в поз. III. Деталь закрепляется гайкой 3, связанной с разжимающим конусом 2 при помощи штифта 4, концы которого входят в кольцевой паз гайки. При заворачивании гайки разжимающий конус расширяет пружинящую часть корпуса 1 оправки, чем достигается центрирование и закрепление обрабатываемой детали.

После окончания обтачивания гайку 3 отворачивают, цилиндрическая с прорезями часть корпуса 1 возвращается в исходное положение, и деталь может быть снята.

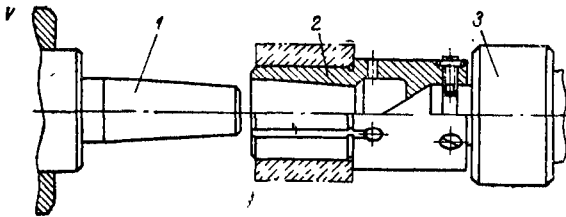






В поз. IV приведена конструкция цанговой оправки для зажима длинных втулок. Обрабатываемая деталь имеет в этом случае отверстие 2-го или 3-го класса точности длиной более двух его диаметров. Диаметр  $D_2$  оправки принимается таким, чтобы могла быть осуществлена скользящая посадка Цанга 2 направляется отверстием  $d$  и конусом с углом  $\alpha$  по оправке 1. Угол  $\alpha$  обычно составляет  $15^\circ$ . Раз-

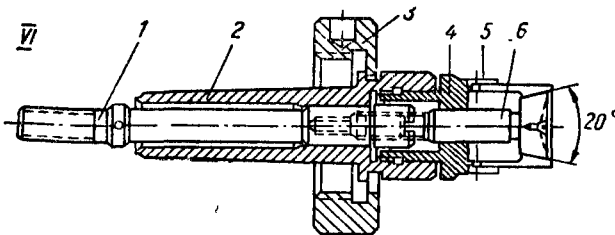
мер наружного диаметра цанги  $D_1$  выполняется по ходовой посадке, а хвостовая часть цанги делается диаметром  $D < D_1$ , чем обеспечивается возможность подрезки торца детали. Для предохранения цанги 2 от проворачивания при зажиме гайкой 4 служит штифт 3.



В поз. V изображена конструкция специальной оправки, устанавливаемой конусным хвостовиком в шпиндель станка. Другой конец ее служит для закрепления детали. На вращающемся центре 3 расположена разжимная гильза 2, на которую надевается обрабатываемая деталь. Движением пиноли задней бабки гильзу перемещают по направлению к оправке 1. Конус оправки разжимает гильзу, и деталь закрепляется на оправке.

Как показал опыт завода «Пневматика», применение этого приспособления в 8—10 раз сокращает затраты времени на закрепление детали.

Для сокращения вспомогательного времени при работе с цанговыми оправками вместо ручного часто используют пневматический привод с зажимом через шпиндель станка.



Универсальная оправка с пневматическим приводом показана в поз. VI. В корпусе 2 ее имеется сменная цанга 4. Цанги центрируются конусной частью (конусность 1:10) и затягиваются по резьбе. Для установки деталей равной длины применяют упорные кольца 5. Разжим цанги осуществляется конусной частью винта 6, ввернутого в тягу 1, которая соединяется со штоком пневматического привода. Для ограничения разжима цанги без установленной детали на правом конце тяги 1 предусмотрен буртик. Гайка 3 служит для закрепления и съема оправки со шпинделя станка.

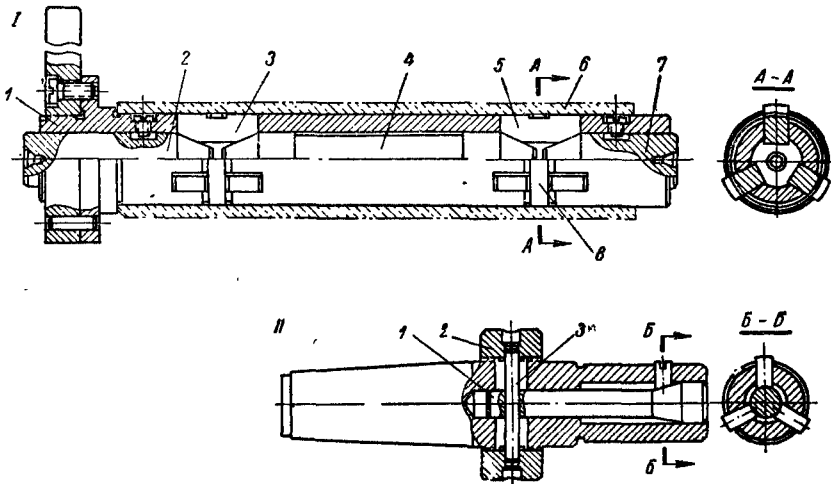
## Клиновые и плунжерные оправки

Для обработки втулок большого диаметра, а также длинных втулок, стаканов и труб широко используются клиновые и плунжерные оправки.

Центрирование и зажим в этих приспособлениях основаны на принципе встречных клиньев. В клиновых оправках два, три и более клина (кулачки) перемещаются в осевом направлении относительно конусной поверхности или наклонных пазов корпуса оправки и одновременно раздвигаются; в плунжерных оправках кулачки (плунжеры) перемещаются только в радиальном направлении.

Клиновые и плунжерные оправки для коротких изделий изготавливаются с одним рядом кулачков, а для длинных — с двумя, расположенными в двух крайних сечениях.

Клиновые и плунжерные оправки обычно используются для установки изделий по литому или предварительно грубо обработанному отверстию.



В поз. I приведена клиновая оправка с двумя рядами кулачков. Обрабатываемая деталь 6 устанавливается до упора торцом в буртик гильзы 1. Под давлением заднего центра скользящие конусы 2, 4 и 7 раздвигают кулачки 3 и 5, которые перемещаются по плоским наклонным пазам и равномерно зажимают деталь. Возврат кулачков в исходное положение осуществляется кольцеобразными пружинами 8.

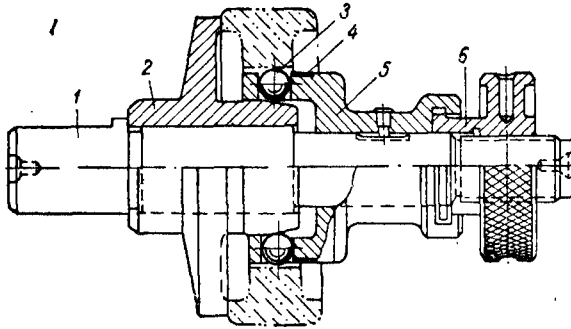
В поз. II показана конструкция плунжерной оправки, предназначенной для обработки длинных пустотелых деталей и стаканов со сплошным дном. Осевое перемещение нажимного конуса 1 производится вращением гайки 2, которая штифтом 3 связана с конусом.

Для обеспечения точного центрирования после сборки оправки одновременно шлифуются ее установочные поверхности (цилиндра и торца буртика) и торцы кулачков.

## Шариковые оправки

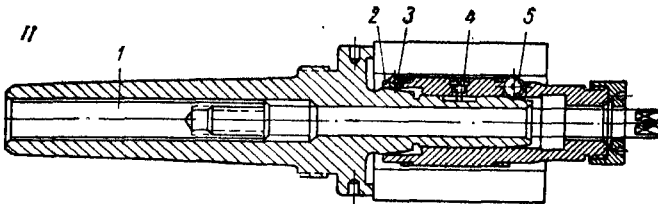
Шариковые оправки, как и клиновые, основаны на принципе действия встречных клиньев и отличаются от них лишь тем, что один из клиньев заменен шариками. При осевом перемещении заключенных в сепаратор шариков относительно конусной поверхности оправки, с которой они находятся в постоянном контакте, шарики раздвигаются в радиальном направлении, центрируя и зажимая при этом обрабатываемую деталь. Диаметр шариков равен 6—10 мм. Для центрирования коротких втулок (колец) применяется оправка с одним поясом шариков, расположенных по окружности, а для зажима длинных втулок — с двумя рядами шариков. В последнем случае для более надежного центрирования ряды шариков удаляют друг от друга на возможно большее расстояние.

В поз. I приведена центровая шариковая оправка для коротких деталей. В сепараторах 5 имеется по шесть отверстий с шариками 3, удерживаемыми от выпадения кольцами 4. Шарик находится в контакте с конусной поверхностью фланца 2. Осевое перемещение сепаратора в оправке 1 производится гайкой 6 через скользящую втулку 5, к которой прикреплен сепаратор. При перемещении и раздвигании шариков деталь центрируется и одновременно плотно прижимается к осевому упору (торцу фланца).



В поз. II показана шариковая оправка для закрепления деталей типа втулок, имеющих относительно большую длину.

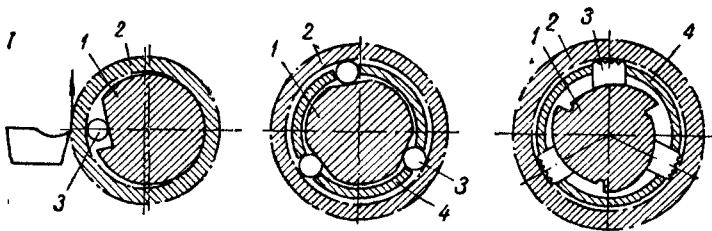
Обрабатываемая деталь центрируется и закрепляется при помощи шариков 3 и 5, установленных в отверстиях сепаратора 2. Шарик 3 удерживается от выпадения обоймами, а сепаратор 2 удерживается от проворачивания винтом 4, входящим в шпоночный паз корпуса оправки. Продольное перемещение сепаратора с шариками осуществляется при помощи тяги 1, соединенной с зажимным устройством. При нажатии на рычаг зажимного устройства сепаратор с шариками отходит вправо от



шпинделя станка, при этом шарик передвигается по направлению к центру и не препятствует свободной установке детали. Когда рычаг опускается, сепаратор под действием пружины зажимного устройства надвигается на коническую поверхность корпуса, шарик раздвигается и зажимает деталь.

### Самозажимающиеся оправки

Самозажимающиеся оправки применяют в тех случаях, когда необходима передача большого крутящего момента. В качестве зажимного элемента в них используют ролики, сухари или эксцентриковые кулачки. Усилие зажима автоматически увеличивается пропорционально действующему на обрабатываемую деталь усилию резания.

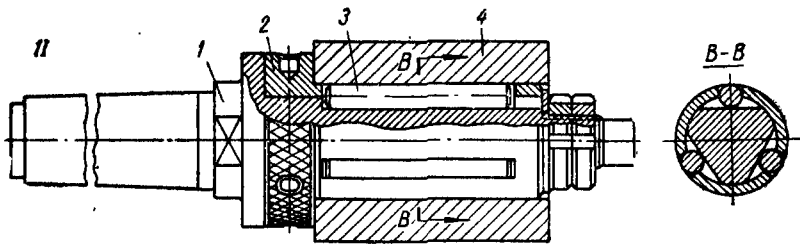


Недостатком самозажимающих оправок является образование вмятин на поверхности отверстия детали от ролика или кулачка, а в однорольковых оправках, кроме того, неточность центрирования из-за односторонней выборки зазора между оправкой и отверстием детали.

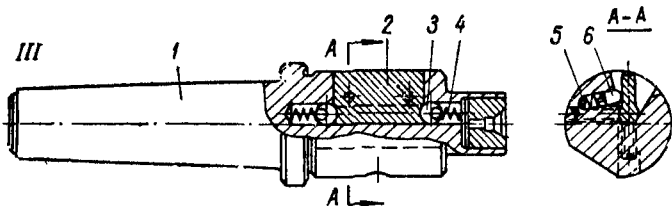
В поз. I показаны схемы, иллюстрирующие принцип действия самозажимающих оправок. На корпусе I оправки образован зажимной профиль в виде плоскости или криволинейной поверхности. Между профилем и отверстием обрабатываемой детали 2 расположены ролики или сухари 3, заключенные в сепаратор 4. Деталь устанавливается на оправку при убранных сухарях или роликах, что достигается перемещением их по профилю поворотом сепаратора против часовой стрелки. После установки детали под действием специально предусмотренных пружин или от руки сепаратор поворачивается по часовой стрелке, промежуточные зажимные элементы (ролики или сухари) выдвигаются, и осуществляется первоначальное заклинивание. С началом процесса резания крутящие моменты на оправке и на резце, действующие в противоположных направлениях, дополнительно заклинивают ролики или сухари, и сила зажима детали автоматически увеличивается.

Роликовые оправки применяются для установки деталей по обработанным отверстиям, так как неровности необработанной поверхности мешают закатыванию и заклиниванию роликов.

Для зажима по необработанному отверстию и для передачи больших крутящих моментов используются оправки с сухарями. Насечка на сухарях предотвращает возможность их проскальзывания и повышает коэффициент сцепления.



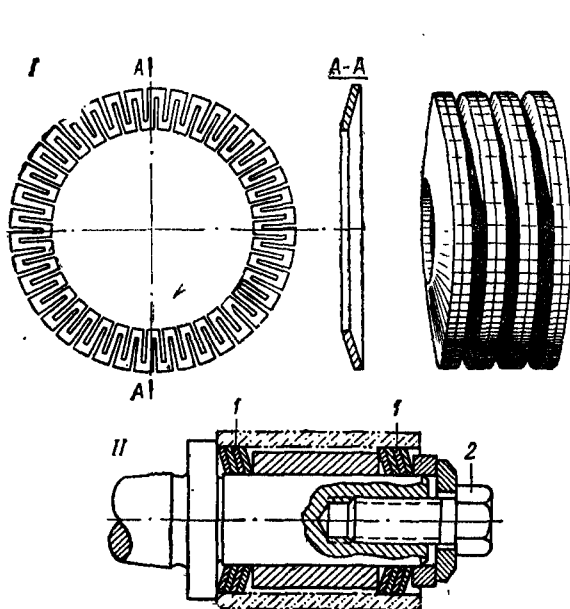
Трехрольковая самозажимающая оправка изображена в поз. II. Корпус I оправки имеет в передней части три плоскости, расположенные под углом  $120^\circ$  (см. сечение *BB*). На переднюю часть оправки посажена втулка 2 с тремя пазами, в которых помещены закаленные штифованные ролики 3, опирающиеся на плоскости корпуса. Наружный диаметр втулки 2 изготовляется по размеру диаметра отверстия детали 4 со скользящей посадкой. Точность центрирования зависит от точности зажимного профиля и втулки. Если окна во втулке и зажимные поверхности расположены неточно по окружности, то выдвигение роликов будет неточным, что приведет к смещению оси отверстия детали относительно оправки. Для установки детали достаточно повернуть втулку 2 против часовой стрелки.



В поз. III показана самозажимающая оправка с кулачком, используемая при черновом обтачивании деталей с грубо обработанными отверстиями. В продольном пазу корпуса I оправки свободно установлен эксцентриковый кулачок 2, который удерживается от выпадения шариками 3, находящимися под действием пружин 4. Первоначальный контакт эксцентрикового кулачка с поверхностью базового отверстия обрабатываемой детали осуществляется при помощи пружины 5 и плунжера 6. Под действием сил резания эксцентриковый кулачок заклинивает деталь.

Оправки с тарельчатыми пружинами

Для центрирования и зажима обрабатываемых деталей все большее распространение получают оправки с тарельчатыми пружинами.



В поз. I показана тарельчатая пружина, имеющая форму усеченного конуса (вогнутая шайба). Две сложенные тарелки, соприкасающиеся наружными кромками, образуют секцию. Чем больше на оправке или в гильзе секций, тем больше предельное осевое перемещение (сжатие) пружины и ее способность воспринимать нагрузку. Справа на рисунке приведена пружина, собранная из четырех таких секций.

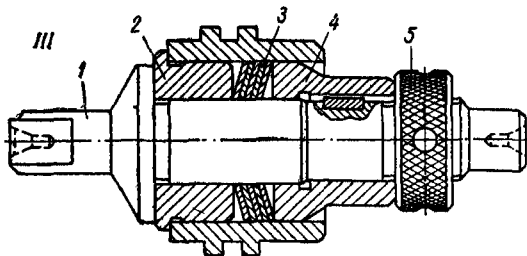
При очень больших нагрузках пружины устанавливают пакетами, вкладывая конус в конус (поз. II). В этом случае с увеличением количества тарелок предельное осевое перемещение пружины остается равным перемещению одной пружины, но рабочая нагрузка может быть повышена примерно пропорционально числу тарелок в пакете.

Для большей эластичности тарелок и уменьшения требуемых осевых сил зажима они снабжаются радиальными прорезями.

Тарельчатые пружины штампуются из листовой стали марки 60С2А (по ГОСТ 2052-53) или из других равноценных по механическим свойствам сталей. Размеры их стандартизованы (ГОСТ 3057-54).

В поз. II изображена токарная оправка с двумя пакетами тарельчатых пружин 1. При завинчивании болта 2 тарелки сплющиваются, но так как они установлены на корпусе оправки с малым зазором и имеют опору по внутренней поверхности, то их наружный диаметр увеличивается, за счет чего происходит центрирование и зажим обрабатываемой детали.

Диаметры установочных поверхностей тарелок при сплющивании изменяются на 0,2—0,5 мм. Такими пределами и лимитируется диапазон зажима, при этом обеспечивается высокая concentricность поверхностей.

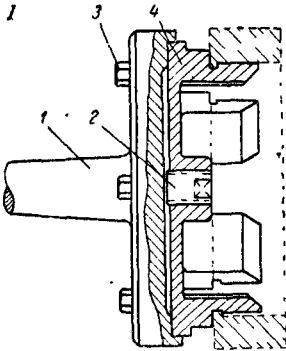


В поз. III приведена конструкция центральной оправки с тарельчатыми пружинами. Она состоит из корпуса 1, промежуточных нажимных втулок 2 и 4, пакета тарельчатых пружин 3 и нажимной гайки 5. Применяя сменные нажимные втулки 2 и 4 и пакеты пружин 3, можно использовать оправку для зажима втулок различных диаметров.

Аналогичную конструкцию имеют и консольные оправки с тарельчатыми пружинами.

Вместо наружных винтов, приводимых вручную, в некоторых конструкциях оправок используют пневматический привод.

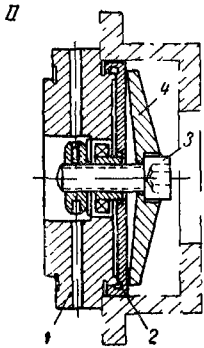
## Оправки с мембранами



Конструкция оправки с рожковой мембраной, применяемая при обработке колец больших диаметров, показана в поз. I. Оправка состоит из корпуса 1, нажимного винта 2 и мембраны 4, сцентрированной в выточке и скрепленной с корпусом болтами 3. Мембрана представляет собой тонкостенный диск с шестью выступами и работает как плоская пружина. Кольца устанавливаются на поверхности выступов и доводятся до упоров.

Поверхности выступов шлифуются в собранном приспособлении в соответствии с диаметром базовой поверхности обрабатываемого кольца.

После установки детали с помощью нажимных винтов 2 мембрану прогибают, благодаря чему ее выступы отклоняются от нормального положения и надежно центрируют и зажимают деталь.



В поз II представлена оправка с чашечной мембраной, которая представляет собой диск с кольцевым выступом. Для большей эластичности чашки при зажиме в ней сделаны радиальные прорези. В отличие от рожковых мембран, сложных в производстве, чашечные мембраны нетрудно изготовить на токарном станке.

Корпус оправки 1 центрируется и закрепляется на планшайбе. Мембрана 2 устанавливается на цилиндрический выступ корпуса по глухой или тугой посадке 2-го класса точности. Обрабатываемая деталь размещается на цилиндрической части чашки. При завинчивании винта 3, действующего через шайбу 4, чашка выгибается слева направо и своим кольцевым пояском точно центрирует и надежно зажимает деталь. Шайба 4 не должна мешать прогибу диафрагмы, поэтому ее опорный пояс должен лежать на уровне правого центрирующего выступа корпуса оправки.

## Оправки с упругой цилиндрической втулкой (деформируемой пластической массой)

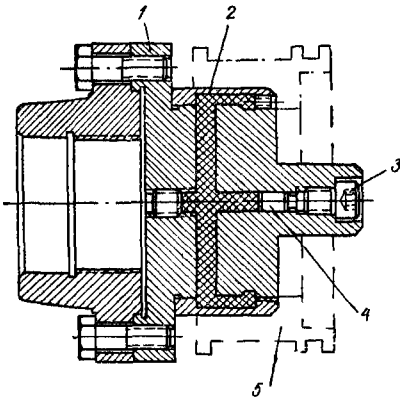
Оправки с упругой цилиндрической втулкой применяются в тех случаях, когда нужно обеспечить высокую степень концентричности базовой и обрабатываемой цилиндрических поверхностей и избежать деформирования заготовки при затяжке. Центрирующая втулка таких приспособлений делается тонкостенной.

При зажиме детали приложенное усилие посредством заполнителя (гидропласт С или резина) равномерно деформирует центрирующую втулку, увеличивая (для оправок) ее центрирующий диаметр. В результате этого заготовка надежно центрируется и зажимается. Биение заготовки относительно базовой поверхности при использовании упругих втулок может составлять не более 0,005 мм.

На рисунке приведена конструкция конусоной оправки с гидропластом. Ее основными частями являются корпус 1 с канавками и каналами для пластической массы, упругая тонкостенная центрирующая втулка 2, винт 3 и плунжер 4. При ввинчивании винта 3 плунжер 4, перемещаясь, сжимает гидропласт. Стенки разжимной втулки 2 деформируются и прочно центрируют надетую на оправку деталь 5.

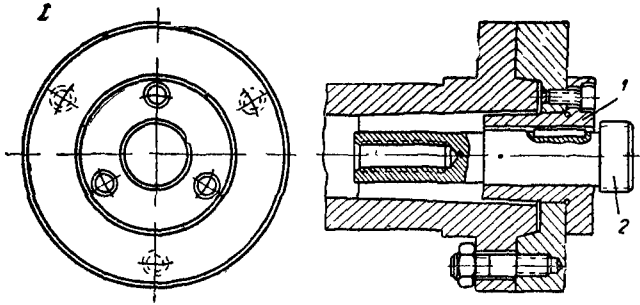
Снятие детали осуществляется при вывинчивании винта 3. Точность центрирования на оправках этого типа составляет 0,01—0,02 мм.

Аналогичную конструкцию имеет и центровая оправка.

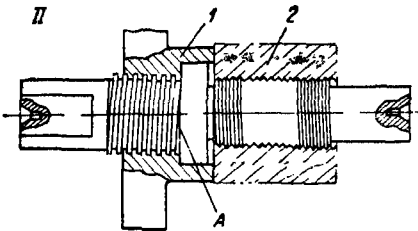


### Резьбовые оправки

Детали с внутренней резьбой иногда приходится обрабатывать, устанавливая их по резьбовой поверхности. Однако резьбовая поверхность таких деталей не может служить надежной базой, и поэтому в качестве базы обычно принимают резьбу и точно подрезанный торец. Навинчивая деталь на резьбу приспособления и поджимая ее плотно к упору, исключают возможность перекоса.



В поз. I показана консольная резьбовая оправка 2, установленная в направляющей втулке 1. Навинчивая деталь на оправку, ее подводят близко к торцевой поверхности втулки 1. После этого включают пневматический привод с помощью тяги, связанной с оправкой 2, и прижимают деталь к торцевой поверхности. По окончании обработки оправку перемещают в обратном направлении и свинчивают деталь.



Центровая резьбовая оправка представлена в поз. II. Здесь деталь 2 навинчивается на оправку и затягивается гайкой 1 с левой резьбой, которая исключает возможность свинчивания гайки во время обработки. Перед установкой детали гайка 1 завинчивается до упора ее в буртик А, благодаря чему обеспечивается постоянство расположения обрабатываемой детали в осевом направлении.

Таблица 23

### Быстродействующие приводы патронов и оправок

#### Пневматические приводы

Пневматический привод состоит из трубопроводов, пневмоарматуры и рабочего органа, перемещающего тягу, связанную с приспособлением.

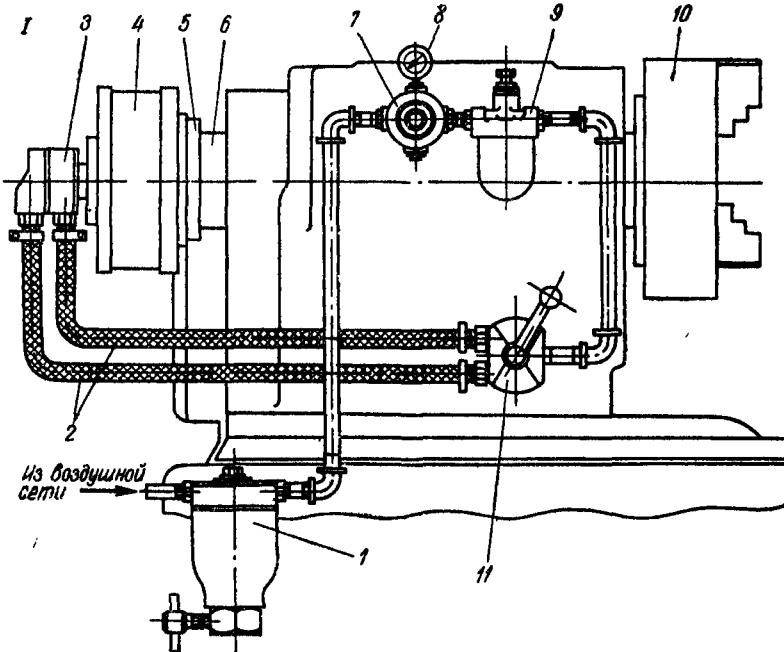
В качестве рабочего органа применяются:

- 1) воздушные цилиндры двойного действия, при которых тяга в обе стороны передвигается сжатым воздухом;
- 2) цилиндры одностороннего действия со встроенными пружинами, при которых во время зажима тяга перемещается сжатым воздухом, а при раскреплении — силой пружины;
- 3) пневмокамеры одностороннего и двухстороннего действия;
- 4) блоки из нескольких пневмокамер.

Используются также цилиндры двойной мощности (с двумя сблокированными поршнями) и цилиндры со встроенными в них рычагами-усилителями.

В поз 1 показана схема пневматического привода с воздушным цилиндром, смонтированного на передней бабке токарного станка

Сжатый воздух из цеховой сети вначале поступает в водоотделитель с фильтром 1, затем в регулятор давления 7 с манометром 8, в масленку 9 и далее в распределительный кран 11. Из этого крана через бронированные резиновые шланги 2 и приемную муфту 3 воздух вводится в левую или в правую полость воздушного цилиндра 4, укрепленного с помощью фланца 5 на шпинделе станка 6. Под давлением сжатого воздуха в цилиндре перемещается поршень, шток которого связан с тягой, пропущенной через шпиндель. Другим своим концом тяга связана с механизмом трехкулачкового патрона 10. Осевое перемещение тяги вызывает радиальное перемещение кулачков, зажимающих обрабатываемую деталь.

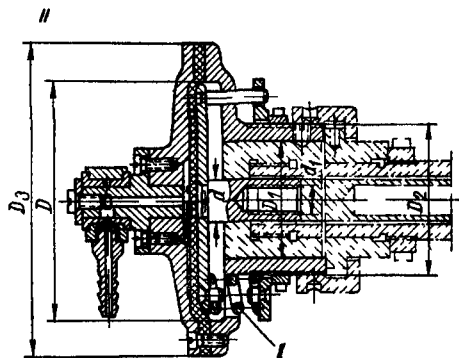


Величина тягового усилия, развиваемого пневмоприводом, зависит от диаметра цилиндра и давления воздуха в сети.

*Сила на штоке поршня, в кг, в зависимости от диаметра цилиндра и давления воздуха в сети (без учета потерь на трение)*

Диаметр воздушного цилиндра, в мм	Давление в сети, в ат		
	3	4	5
150	530	707	883
200	943	1 256	1 572
250	1 476	1 962	2 450
300	2 103	2 822	3 530
400	3 762	5 025	6 280





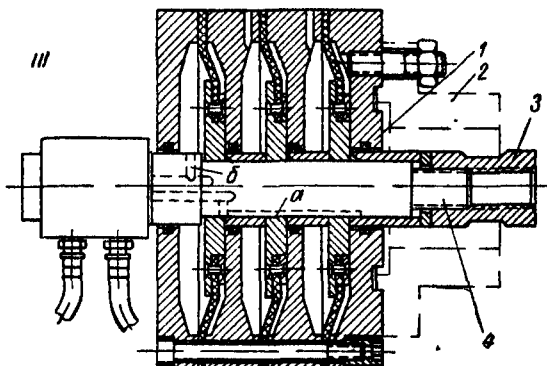
В других конструкциях пневмоприводов в качестве рабочего органа используются пневматические цилиндры одностороннего действия и пневмокамеры со встроенными пружинами. Зажим детали производится давлением сжатого воздуха, а раскрепление и возврат поршня (диафрагмы) в исходное положение — пружиной 1 (поз II).

Основные размеры, в мм, и данные пневмопружинных приводов (поз II)

$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$d$	$d_1$	Количество пружин	Наибольшее усилие на тяге, в кг
100	45	4М64×1,5	125	18	2М12×1	3	200
150	65	3М90×2	180	24	2М16×1	6	425
200	65	3М90×2	230	24	2М16×1	6	750

Дальнейшим развитием пневмокамер явились пневмокамерные цилиндры. В поз III представлен трехкамерный вращающийся цилиндр с диафрагмами конструкции Оргавтопрома. В нем последовательно заблокированы три пневмокамеры. В результате совместного действия камер тяговое усилие на штоке при  $D=200$  мм достигает 2350 кг.

При зажиме детали воздух по каналу  $a$  поступает в правую часть камер и перемещает шток 4, связанный с тягой 3, справа налево. При раскреплении переключе-



нием распределительного крана воздух по каналу  $б$  направляют в левую часть только первой слева камеры, и шток перемещается в исходное положение.

В цилиндре, прикрепленном болтами к кожуху 2, предусмотрены кольцевые уплотнения 1.

## Основные размеры и данные трехкамерного блока (поз. III)

Наружный диаметр, в мм	Длина без приемной муфты, в мм	Вес, в кг	Тяговое усилие, в кг при давлении воздуха $4 \text{ кг/см}^2$	Усилие отжима, в кг	Ход штока, в мм	Расход воздуха на один цикл, в л
260	142	20	2 350	750	20	8,3

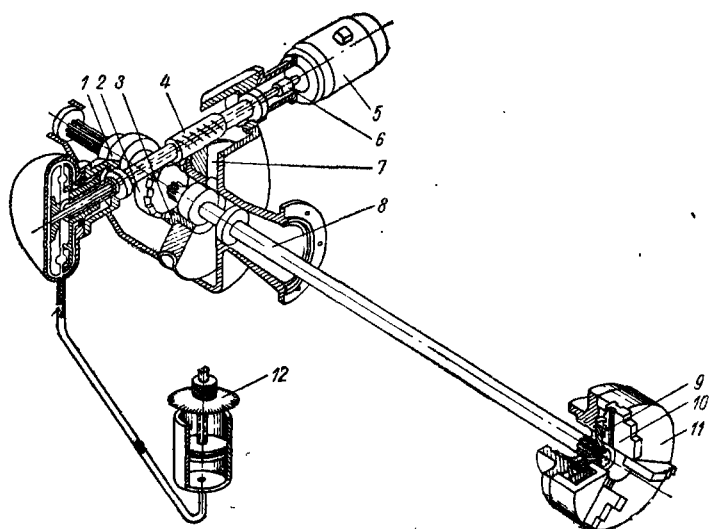
## Гидравлические приводы

Гидравлические приводы для патронов и оправок ввиду сложности их изготовления и эксплуатации применяются на универсальных токарных станках сравнительно редко.

Известны примеры успешного использования гидравлических приводов для патронов на специализированных токарных станках, приспособленных для выполнения отдельных операций. Описание подобных гидроприводов приведено в специальной и учебной литературе.

## Электромеханические приводы

На рисунке показан электромеханический привод с редуктором. От электродвигателя 5 мощностью 0,4—0,6 квт вращение передается через валик 6 на насос гидродинамической муфты, заполненной маслом. Ведущая крыльчатка приводит во вращение ведомую крыльчатку (турбинку), которая жестко связана с червяком 4, сцепленным с червячным колесом 7. После набора соответствующей мощности электромагнит 1 срабатывает и вводит в зацепление зубчатую муфту 2 с зубчатым диском, насаженным на ступицу 3 червячного колеса, при этом червячное колесо вращает вал 8, соединенный своим шлицевым концом со спиральным диском 9, обеспечивая тем самым радиальное перемещение кулачков 10 зажимного патрона 11. При достижении требуемого усилия зажима обрабатываемой детали гидродинамическая муфта пробуксовывает, а нагрузка на электродвигателе возрастает, при этом реле максимального тока выключает электродвигатель и электромагнит включения зубчатой муфты. Освобождение детали обеспечивается реверсивным ходом электродвигателя.



Надежность зажима детали зависит от степени заполнения маслом гидродинамической муфты. Требуемое усилие зажима устанавливается поворотом диска 12 регулятора.

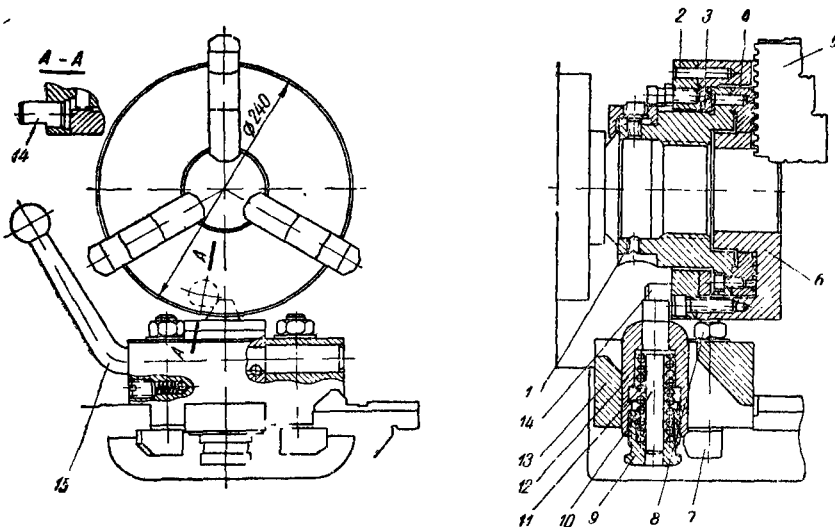
Токарный патрон, приводимый в действие рассмотренным приводом, закрепляет заготовку диаметром от 10 до 192 мм в течение 1,5—2 сек. Используется обычный универсальный патрон, незначительно переделанный. Для переналадки патрона с минимального размера на максимальный требуется всего около 6 сек.

Работа с помощью этого патрона безопасна, так как его конструкция исключает произвольное разведение кулачков.

### Механические приводы (ключи)

На рисунке в качестве примера показан самоцентрирующий патрон с механическим приводом, внедренный на Тбилисском станкостроительном заводе.

При вращении шпинделя станка начинают вращаться закрепленная на нем планшайба 1 и корпус 6 патрона с диском 2 и кулачками 5. Между корпусом 6 и диском 2 помещается закаленное кольцо 3, обеспечивающее требуемую плотность торцового прилегания патрона к планшайбе и свободное вращение его относительно планшайбы. При вращении корпуса палец 14 упирается в штырь 10, на центре которого имеются двухсторонние скосы. Штырь связан с тормозным устройством, состоящим из корпуса-втулки 13, упора 12, пружины 11, натяжной гайки 9 и двух болтов 7 с гайками 8. Штырь 10 останавливает вращение корпуса патрона, а планшайба 1 с закрепленным на ней диском 4, имеющим на торце спиральную канавку, продолжает вращаться, при этом кулачки перемещаются по спирали к центру или от центра, в зависимости от направления вращения шпинделя, обеспечивая зажим или освобождение детали.



По достижении определенной силы нажима пальца 14 на штырь 10 последний утопает, и корпус начинает вращаться вместе с планшайбой и зажатой деталью, а штырь 10 при помощи рукоятки 15 отводится в сторону.

При освобождении детали, т. е. при обратном вращении шпинделя, штырь 10 не углубляется, так как с противоположной стороны скос его рабочей поверхности выполнен под меньшим углом, поэтому палец 6 не проскакивает и препятствует вращению корпуса патрона.

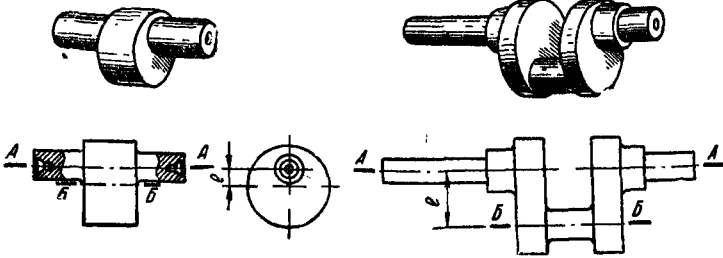
## 3. УСТАНОВКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Таблица 24

## Способы установки и закрепления деталей с эксцентричными поверхностями

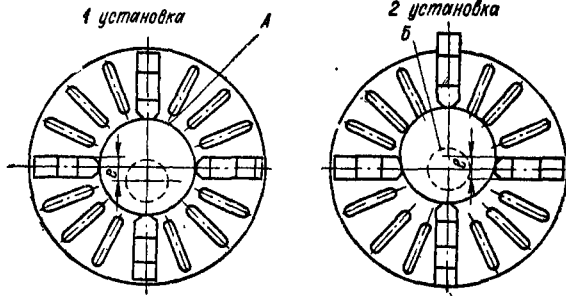
Если цилиндрическая часть какой-либо детали имеет ось, параллельную главной оси детали, но не совпадающую с ней, то говорят, что поверхность этой части эксцентрична, и деталь называют эксцентричной.

На рисунке приведены две типовые эксцентричные детали. Буквой  $e$  обозначена величина эксцентриситета, определяющая расстояние между главной осью и осью эксцентричной поверхности. Главная ось обозначена буквами  $AA$ , а ось эксцентричной поверхности — буквами  $BB$ .



Способы установки и закрепления деталей с эксцентричными поверхностями для обработки их на токарном станке определяются конструкцией и размерами детали, а также условиями и принятой технологией обработки.

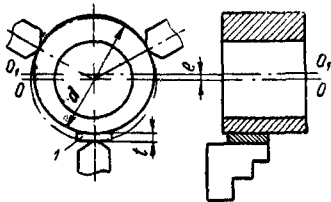
## В простых четырехкулачковых патронах



В условиях единичного производства короткие эксцентричные детали могут обрабатываться в простых четырехкулачковых патронах. Сначала при одном положении кулачков обрабатывается первая поверхность (например,  $A$ ). Затем после соответствующего смещения кулачков и выверки предварительно размеченной детали по рейсмусу обрабатывается вторая поверхность  $B$ .

## В универсальных трехкулачковых самоцентрирующих патронах

В этом случае нужное смещение детали относительно центра станка достигается посредством подкладывания мерной пластинки  $t$  между деталью и одним из кулачков. Толщина этой пластинки  $t$  определяется следующим образом. Сначала находится величина  $A$  по формуле:



$$A = \frac{e}{d}, \quad (11)$$

где  $e$  — заданный эксцентриситет, в мм;  
 $d$  — диаметр поверхности, за которую деталь закрепляется в патроне, в мм.

Затем находится толщина пластинки по формуле:

$$t = kd, \quad (12)$$

где  $k$  — коэффициент, соответствующий найденной величине  $A$  и указанный в нижеследующей таблице:

Таблица 24

A	k	A	k	A	k	A	k
0,005	0,008	0,055	0,084	0,105	0,149	0,155	0,215
0,010	0,015	0,060	0,090	0,110	0,156	0,160	0,221
0,015	0,023	0,065	0,095	0,115	0,163	0,165	0,227
0,020	0,030	0,070	0,102	0,120	0,169	0,170	0,234
0,025	0,038	0,075	0,109	0,125	0,176	0,175	0,241
0,030	0,045	0,080	0,116	0,130	0,182	0,180	0,248
0,035	0,053	0,085	0,122	0,135	0,189	0,185	0,254
0,040	0,060	0,090	0,129	0,140	0,195	0,190	0,260
0,045	0,066	0,095	0,136	0,145	0,202	0,195	0,269
0,050	0,073	0,100	0,143	0,150	0,208	0,200	0,276

*Пример.* Определить толщину пластинки  $t$  для получения эксцентриситета  $e = 10$  мм, если диаметр детали  $d = 100$  мм.

*Решение.* По формуле (11) найдем величину  $A$ :

$$A = \frac{e}{d} = \frac{10}{100} = 0,1.$$

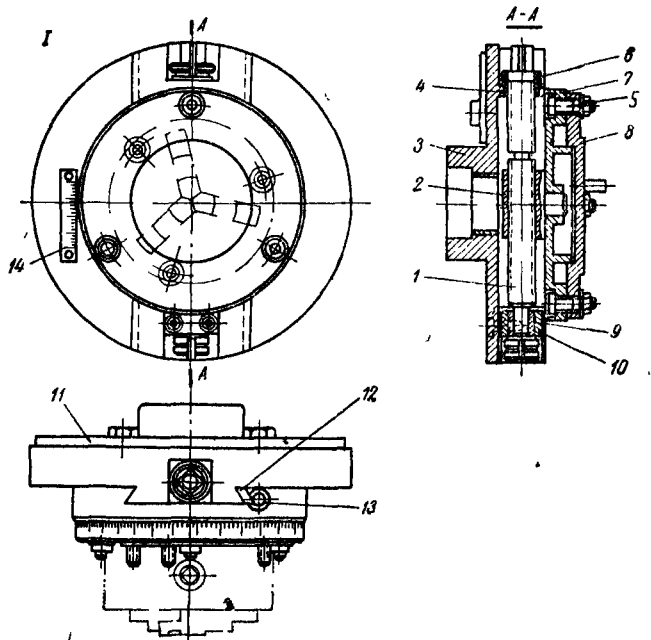
Из приведенной выше таблицы видно, что при  $A = 0,1$  коэффициент  $k = 0,143$ . Теперь, воспользовавшись формулой (12), находим толщину пластинки.

$$t = kd = 0,143 \cdot 100 = 14,3 \text{ мм.}$$

### В специальных патронах

Токарь-новатор Ягодкин предложил для обработки деталей с эксцентрично расположенными поверхностями специальный патрон (поз. 1), успешно применяемый многими станочниками.

На планшайбе 3 патрона установлена подвижная плита, на которой крепится поворотный диск 8. На цилиндрической наружной поверхности этого диска нане-



сено 360 делений. Поворотный диск крепится тремя болтами 5, входящими в Т-образный кольцевой паз подвижной плиты 7. На диск устанавливается трехкулачковый патрон, в котором закрепляется обрабатываемая деталь.

Планшайба имеет сухарь 10 и две втулки 4 и 9, в которых ходовой винт 1 с установочными гайками соединен с маточной гайкой 2 подвижной плиты. Винт снабжен кольцом 6 с делениями, позволяющими осуществлять перемещение подвижной плиты с точностью до 0,05 мм. Для отсчета заданного эксцентриситета на планшайбе установлена линейка 14 с миллиметровыми делениями. Для регулировки хода и выборки зазора между пазом подвижной плиты и направляющими выступами планшайбы имеются клии 12 и стопорный винт 13.

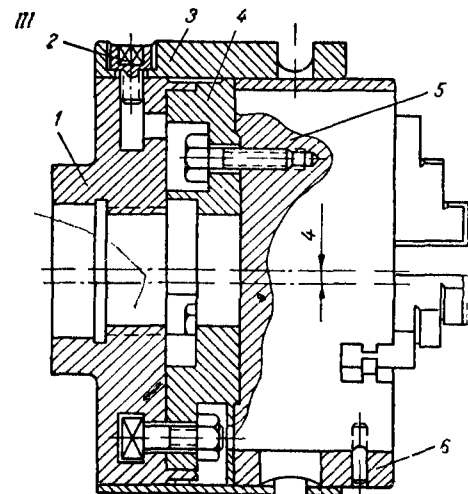
Для балансирования зажимного устройства к обратной стороне планшайбы крепится набор балансирных сегментов 11, количество которых устанавливается в процессе балансировки.

Расточка шести отверстий диаметром 15 мм и одного отверстия диаметром 12 мм в детали, показанной в поз. II, производится с помощью этого патрона следующим образом. Закрепленная в патроне деталь смещается от центра на  $100:2=50$  мм и в ней обрабатывается одно из шести отверстий диаметром 15 мм. Для обработки каждого последующего отверстия того же размера поворотный диск повертывается на  $60^\circ$ .

Для обработки отверстия диаметром 12 мм, положение которого определяется координатами 50 и 60 мм, находят угол  $\alpha$  из соотношения:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{50}{60} = 0,833; \alpha = 39^\circ 50'.$$

Совместив линию АВ с направлением движения подвижной плиты, сдвигают последнюю от нулевого положения на 60 мм (на расстояние центра отверстия от оси симметрии детали). Затем, повернув диск на угол  $\alpha = 39^\circ 50'$ , производят обработку отверстия диаметром 12 мм.



В поз. III показан специальный трехкулачковый патрон, предложенный В. К. Семинским для обработки деталей с эксцентриситетом не более 8 мм.

Установка эксцентриситета производится с точностью до 0,1 мм.

Патрон состоит из соединенных болтами планшайбы 1 и промежуточного диска 4. К промежуточному диску 4 болтами крепится трехкулачковый патрон 5. На него надета обойма 6 с наружной по отношению к патрону эксцентричной поверхностью, входящей в обойму 3, поверхности которой также эксцентричны. Обойма 3 закрепляется в нужном положении винтом 2. Для установки заданного эксцентриситета освобождают винт 2 и поворачивают патрон 5 на требуемый угол по шкале, нанесенной на планшайбе.

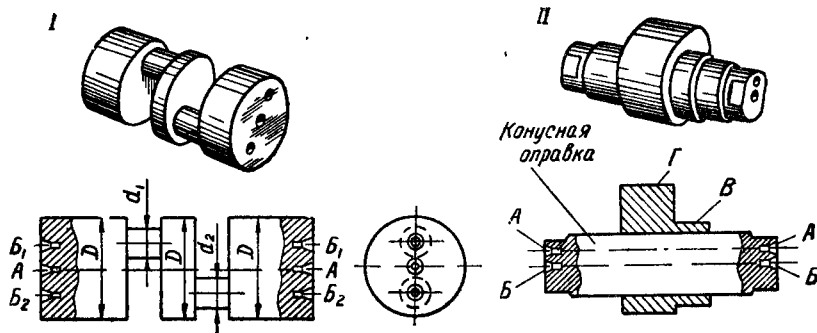
### В центрах

Длинные детали с эксцентричными поверхностями, например коленчатые валы (см. поз. I), обрабатываются на токарных станках в центрах с использованием соответствующего количества пар центровых отверстий, смещенных относительно друг друга на величину эксцентриситета, или же с помощью специальных центров-

Продолжение табл. 24

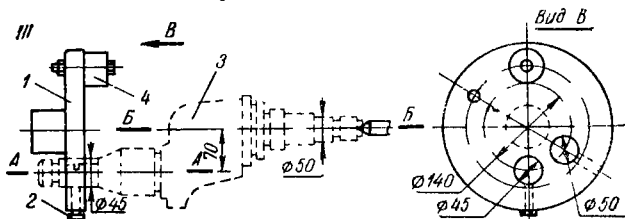
сместителей. Аналогично обрабатываются и короткие детали с эксцентричными поверхностями типа втулок, которые насаживаются для этого на специальные центровые оправки со смещенными парами центровых отверстий.

Так, например, чтобы обточить коренные и кривошипные шейки у детали, показанной в поз. I, нужно засверлить центровые отверстия на осях  $AA$ ,  $B_1B_1$  и  $B_2B_2$ . Для обтачивания коренных шеек деталь устанавливают центровыми отверстиями по оси  $AA$ , а для обтачивания эксцентричных шеек — центровыми отверстиями по осям  $B_1B_1$  и  $B_2B_2$ .



Если эксцентричная деталь имеет отверстие, то для обработки ее насаживают на конусную оправку (поз. II). У оправки имеется по два центровых отверстия на каждом торце. Поверхность  $B$  обтачивают, установив оправку центровыми отверстиями по оси  $BB$ , а эксцентричную поверхность  $\Gamma$  обрабатывают, установив оправку центровыми отверстиями по оси  $AA$ .

Если расстояние между осями  $AA$  и  $BB$  настолько велико, что центровые отверстия не размещаются на торцах детали, то на концах ее закрепляют специальные приспособления типа фланцев, планок или планшайб, называемые центросместителями. Пример такого центросместителя, представляющего собой специальную планшайбу I, приведен в поз. III. Здесь обрабатываемая деталь 3 устанавливается на

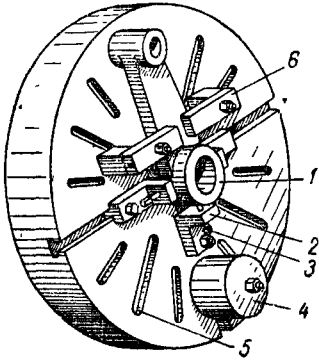


токарном станке следующим образом. Один конец ее закрепляется в центросместителе I, а другой подпирается центром задней бабки. Отверстия в планшайбе-центросместителе расположены на окружности, описанной радиусом 70 мм (равным величине эксцентриситета) из центра планшайбы. Так как один конец коленчатой оси имеет диаметр 50 мм, а другой 45 мм, то в планшайбе имеется два отверстия соответствующих размеров. Шейки оси закрепляются в планшайбе винтом 2.

Для балансировки системы деталь — планшайба на последней ставится противовес 4.

## Способы установки и крепления сложных деталей

## На планшайбе



На рисунке показаны установка и закрепление шатуна на планшайбе 5. Нижняя головка шатуна 1 зажимается винтами 2 трех солдатиков 2, установленных в Т-образных пазах. Стержень шатуна закрепляется двумя планками 6. Так как шатун расположен эксцентрично, то на планшайбе перемещают уравновешивающий груз-противовес 4.

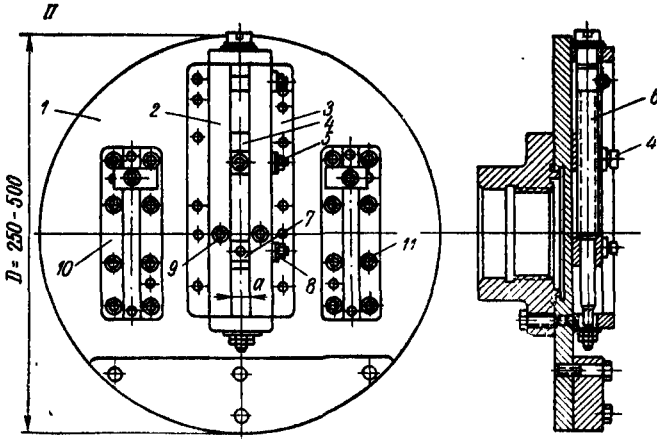
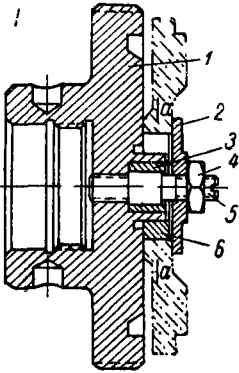
## На усовершенствованных универсальных планшайбах

Большие затраты времени на установку, крепление и выверку деталей сложной формы на простых планшайбах вызвали появление усовершенствованных универсальных планшайб, которые позволяют значительно сократить вспомогательное время при обработке указанных деталей.

В поз. I изображена комбинированная планшайба, предложенная токарем Б. М. Демиковым. Она состоит из корпуса 1, втулки 3 и сменных деталей: колец 6, шайб 2, гайки 4 и центральных пальцев 5.

При чистовой обработке детали фиксируются по посадочным поверхностям; по разрезному кольцу 6, центральному пальцу 5 или по сменным центрирующим кольцам. Детали закрепляются на комбинированной планшайбе при помощи затяжных гаек.

В поз. II показана универсальная планшайба 1. На ней установлены две направляющие планки 2 и 3. Вместе они составляют мерный паз для направления кулачка 4 с посадочным пальцем. Кулачок передвигается от периферии к центру винтом 6. При установке на необходимое расстояние от центра кулачок фиксируется винтом 5.

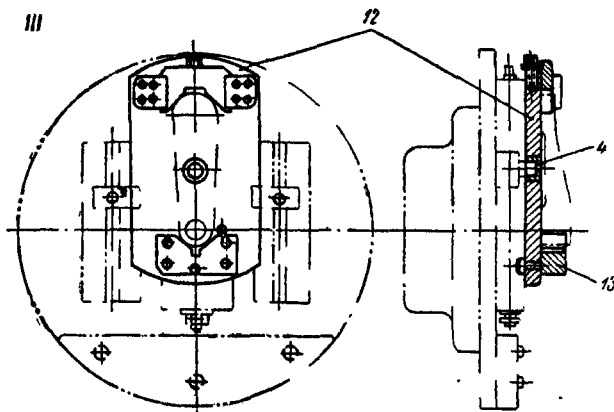




Продолжение табл. 25

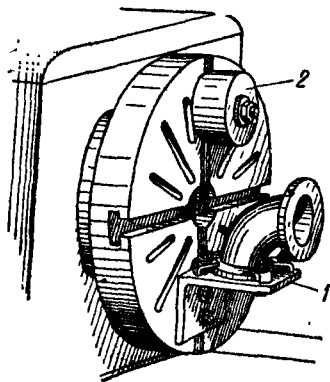
Кулачок 7 с посадочным пальцем свободно перемещается по ненарезанному хвостовику винта 6 и направляющим 2 и 3 и закрепляется в заданном положении винтом 8.

Кулачки 4 и 7 и продольный мерный паз вместе составляют делительное устройство приспособления и служат для фиксации наладок. На направляющих планках 2 и 3 симметрично оси приспособления расположены две втулки 9, предназначенные для быстрой и точной установки наладки по центру приспособления при помощи съемного фиксатора. На диске 1 установлены также две опорные планки 10 и 11 с пазами под болты с квадратной головкой и прихватки, которые свободно перемещаются по пазам и крепят наладку в назначенном месте.



В поз. III показана эта же планшайба с установленной на ней сменной наладкой 12 для обработки шатуна. Наладка насаживается на посадочный палец 4 планшайбы,

### На угольнике



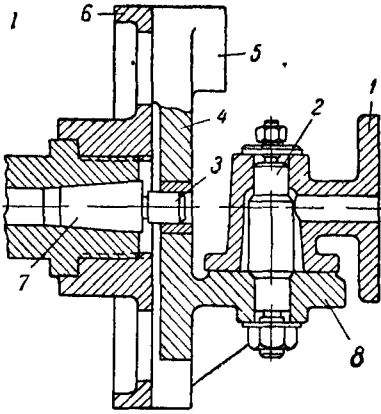
В единичном производстве сложные детали, форма которых не позволяет осуществить установку и закрепление их в четырехкулачковом патроне или на планшайбе, иногда приходится обрабатывать на угольнике.

На рисунке в качестве примера показаны установка и закрепление патрубка для подрезания торца у фланцев. Угольник 1 с точными взаимно перпендикулярными плоскостями прикреплен болтами к планшайбе. Патрубок размещают на угольнике так, чтобы обрабатываемая плоскость была расположена параллельно планшайбе и не было биения при вращении детали. Правильность установки проверяют при помощи рейсмуса или индикатора.

Для уравновешивания обрабатываемой детали и угольника на противоположной стороне планшайбы закрепляют груз-противовес 2.

### На усовершенствованных угольниках

В серийном производстве для обработки деталей сложной формы применяют усовершенствованные конструкции угольников.



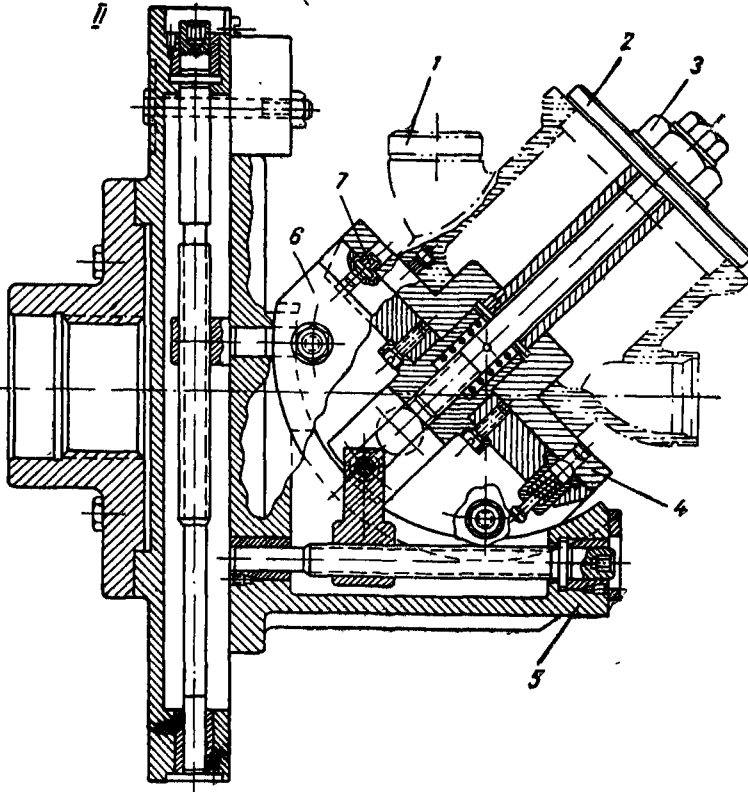
В поз. I приведен угольник, на котором устанавливается патрубок для подрезания торца у фланца. Патрубок 1 через отверстие надевают на палец 2, закрепленный в угольнике 8 так, чтобы второй (обработанный) фланец расположился на горизонтальной плите угольника, а обрабатываемая плоскость была параллельна диску 4. Правильность установки патрубка проверяют рейсмусом или индикатором, после чего закрепляют его болтом.

Угольник 8 отлит заодно с диском 4 и грузом 5. Диск центрируют при помощи пальца 3, конический хвостовик 7 которого вставлен в коническое отверстие шпинделя, и привертывают болтами к планшайбе 6.

В поз. II показано специальное приспособление типа угольника, предназначенное для обработки на токарном станке боковых патрубков детали, расположенных под разными углами к продольной оси ее корпуса.

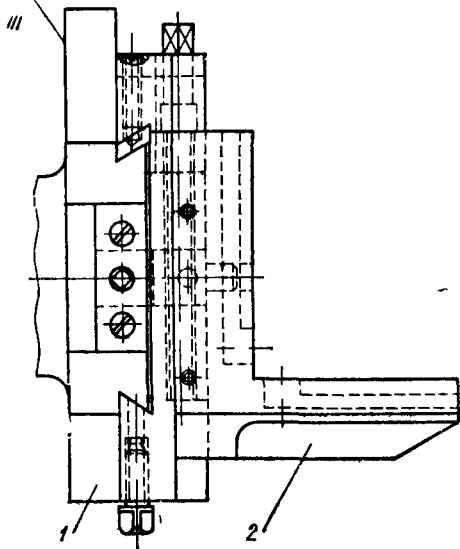
Деталь 1 устанавливается обработанным отверстием на опорную поверхность сменной базовой детали 4, фиксируется в нужном положении срезанным кольцом 7 и закрепляется вручную съемной шайбой 2 и гайкой 3.

Установка и закрепление в приспособлении различных по размерам деталей осуществляются путем смены центрирующей базовой детали. Совмещение оси патрубка



Продолжение табл. 25

Место для противовеса



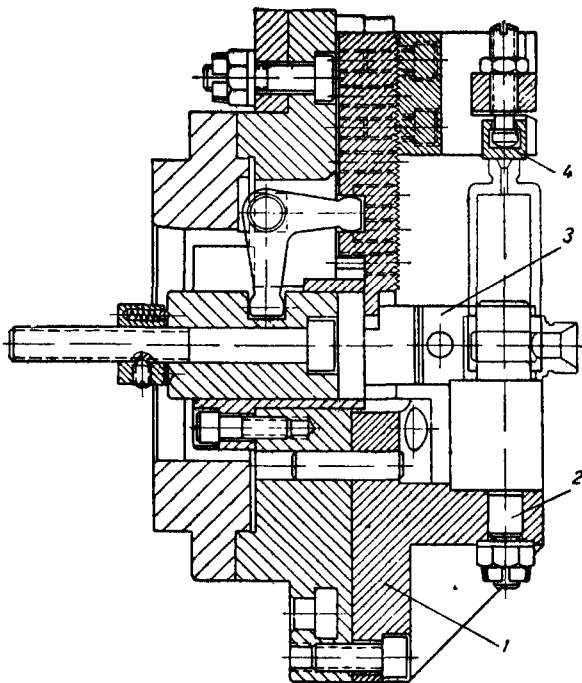
с осью вращения шпинделя достигается поворотом качалки 6 и перемещением угольника 5 салазок по соответствующим шкалам на величину, указанную в специальной инструкции.

Поворот приспособления для обработки следующего патрубка производится вместе со сменной базовой деталью, имеющей соответствующее числу патрубков количество отверстий, по которым она фиксируется кольцом 7.

В поз III показана универсальная планшайба-угольник для координатной расточки на токарном станке.

Основными частями этого приспособления являются планшайба 1 и угольник 2, имеющий возможность перемещения в двух направлениях (под углом 90°).

### В специальных и переналаживаемых приспособлениях



В серийном производстве при обработке деталей сложной конфигурации, которые не могут быть быстро установлены и закреплены в обычных патронах, применяются специальные приспособления и патроны.

На рисунке показано перенастраиваемое приспособление с пневматическим зажимом, предназначенное для обработки на токарных станках несимметричных деталей типа подшипников, кронштейнов, рычагов и других, имеющих предварительно обработанное отверстие, расположенное перпендикулярно к оси вращения патрона, а также боковые параллельные плоскости, по которым производится выверка установленной детали.

Патрон имеет неподвижный угольник 1 с пальцем 2, на который надевается деталь предварительно расточенным отверстием, два установочных боковых сухаря 3, подводимых к боковым плоскостям детали, и верхний зажимной кулачок 4, обеспечивающий окончательный ее зажим.

Смена базовых в прижимных элементов дает возможность устанавливать и зажимать детали различной формы и величины в пределах габаритов патрона.

Зажимные и установочные элементы патрона приводятся в действие от пневмопривода, укрепленного на заднем конце шпинделя станка.

#### 4. ВЫВЕРКА ДЕТАЛЕЙ

В единичном и мелкосерийном производстве часто приходится прибегать к выверке обрабатываемой детали до ее окончательного закрепления на станке.

По требуемой точности установки детали различают выверку для черновых и чистовых операций:

Детали	Точность выверки, в мм, при	
	черновом и получистовом обтачивании	чистовом обтачивании
Мелкие	0,5—1,0	0,02—0,04
Средние	1,0—1,5	0,03—0,06
Крупные	2,0—3,0	0,05—0,08

Методы контроля при выверке. Перекос оси заготовки определяется рейсмусом, штангенциркулем и угольником или индикатором путем измерения отклонения от параллельности ее образующих и направляющих станины станка в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Перекос оси заготовки, закрепленной в патроне, выявляется по торцовому биению ее поверхностей.

Смещение оси вращения заготовки относительно оси шпинделя во всех случаях определяется по радиальному биению.

Выявление радиального и торцового биения путем отметки мелом — неточный метод, который применяется для выверки заготовок с необработанными поверхностями.

Более точно биение определяется рейсмусом по изменению зазора между иглой и поверхностью медленно вращающейся заготовки. Изменяя положение заготовки, добиваются получения равномерного зазора. Наибольшая точность выверки достигается при измерении биения индикатором. Биение определяется как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора.

**Выверка деталей типа валов.** Обработка правильно зацентрированных валов средних

размеров из проката обычно производится без выверки. К выверке прибегают при обработке длинных валов, изготовляемых из проката, валов из поковок, а также при обработке валов в люнетах.

Выверка заготовки, установленной на центры, осуществляется путем определения биения в различных сечениях ее.

Иногда в процессе выверки ободранной заготовки появляются сомнения в возможности получить из нее вал требуемого диаметра. В таком случае определяется поправка на смещение центровых отверстий путем вторичного центрования заготовки.

При установке заготовки (или ободранного вала) в патроне с поджатием задним центром выверка производится со стороны патрона в вертикальной плоскости.

При обработке валов с применением люнетов к выверке прибегают при установке промежуточной втулки (муфты), а также при размещении вала одним концом в патроне, а другим на люнете (например, при обработке торца или фланца вала, расточке центрального отверстия). В последнем случае выверка положения заготовки заключается в совмещении ее оси с линией центров станка.

При наличии на торце заготовки центрального отверстия выверка может производиться путем введения заднего центра в центровое отверстие. О правильности положения заготовки судят по величине кольцевого зазора  $a$ , проверяя его щупом (рис. 24). Если выверку с помощью заднего центра осуществить невозможно, то ее осуществляют по одной из следующих трех схем.

**Схема 1** (рис. 25, а). Конец иглы специального рейсмуса подводится к поверхности заготовки на расстояние 0,3—0,5 мм от нее. Медленно вращая иглу вокруг оси пиноли и наблюдая за зазором между концом иглы и поверхностью заготовки, добиваются правильного положения ее путем перемещения кулачков люнета.

Схема II (рис. 25, 6). Проверка производится рейсмусом, основание которого может перемещаться вдоль образующей заготовки вала параллельно направляющим станины. Правильность положения заготовки оценивается по зазору между вершиной иглы рейсмуса и образующими на концах заготовки в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

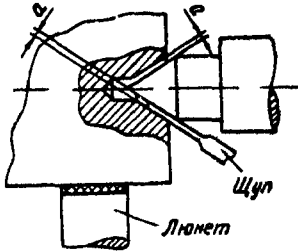


Рис. 24. Схема выверки вала по зазору между задним центром и центровым отверстием.

точной оправки принимается в пределах от 0,06 до 0,12 мм. В процессе эксплуатации патрона точность его понижается. При использовании сырых кулачков нарушение их точности восстанавливается растачиванием кулачков на месте (см. ниже).

Выверка детали по осевому положению осуществляется при помощи различного рода упоров, простейший из которых показан на рис. 26.

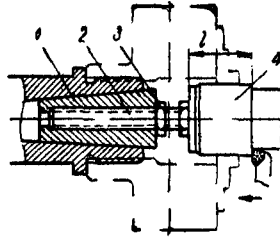


Рис. 26. Выверка детали по осевому положению при помощи регулируемого упора.

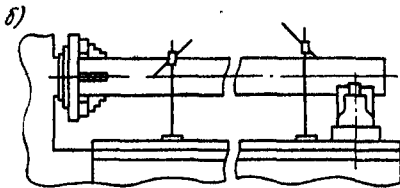
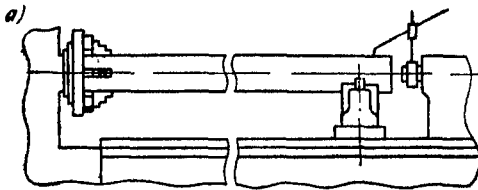


Рис. 25. Способы выверки валов с помощью рейсмусов.

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

Выверка деталей, обрабатываемых в патронах. Большинство деталей в трехкулачковых самоцентрирующих патронах обычно обрабатывают без выверки. Детали, имеющие цилиндрические поверхности (наружные или внутренние), в таких патронах самоцентрируются, т. е. устанавливаются и зажимаются по оси шпинделя с точностью, определяемой состоянием патрона, его конструкцией, а также точностью формы базовых поверхностей детали. Для нового патрона допустимое биение зажатой в нем

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

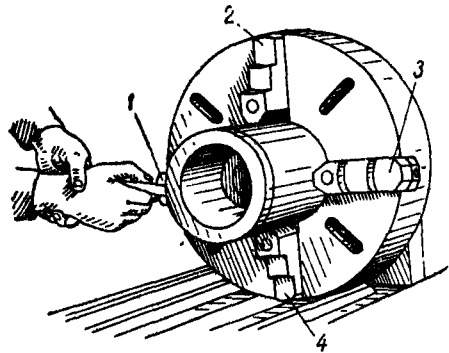


Рис. 27. Грубая выверка детали с помощью мела.

Наиболее часто прибегают к выверке при обработке деталей в четырехкулачковых патронах. Выверку круглой детали при ее установке в четырехкулачковом патроне для грубой обработки иногда производят примитивным способом. Устанавливают деталь на глаз и приводят во вращение шпиндель. Зажав в пальцах кусочек мела, осторожно подводят его к детали (рис. 27). Следы от соприкосновения мела с деталью покажут наиболее удаленную от оси вращения часть детали. Остановив шпиндель, нужно отрегулировать положение детали, отжимая

одни и поджимая другие кулачки так, чтобы при вращении детали мела оставял следы равномерно по всей ее окружности. Если следы мела окажутся у кулачка 2, то следует немного отпустить кулачки 1 и

ваемой детали. После этого деталь окончательно закрепляют всеми четырьмя кулачками один за другим, равномерно поджимая их ключом.

Более удобно проверку установки детали производить при помощи рейсмуса (рис. 28, а).

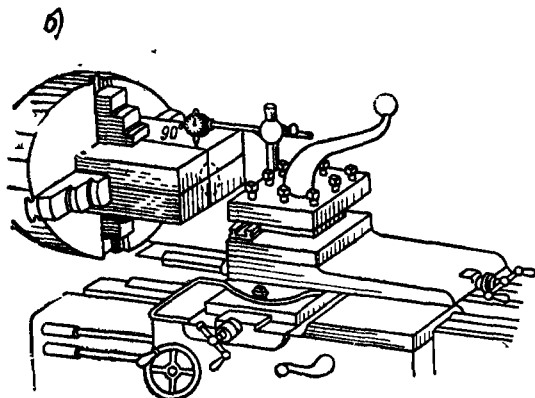
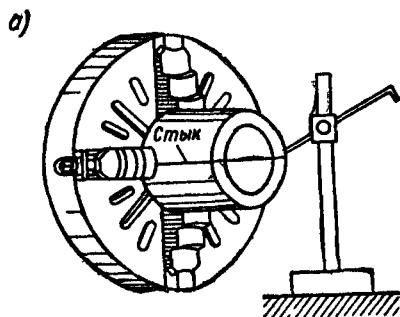
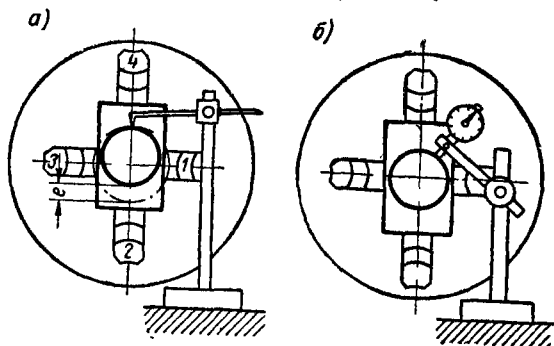


Рис. 28. Выверка деталей с помощью рейсмуса и индикатора.

Рис. 29. Выверка разъемных (составных) деталей.

3 и несколько больше кулачок 4, а затем поджать кулачок 2 и после этого снова закрепить все кулачки. Если меловая метка

Чертилку рейсмуса подводят к проверяемой поверхности при медленно вращающейся детали и замечают наибольшее отклонение (биение) детали. Так, например, если чертилка коснется детали в точке, соответствующей наибольшему биению, то кулачок 2 смещают на половину величины наибольшего биения  $e$ , а кулачок 4 подтягивают.

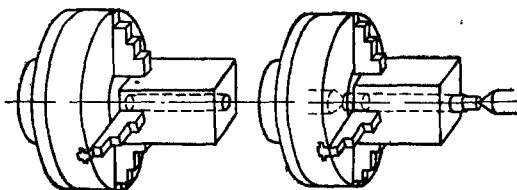


Рис. 30. Выверка детали прямоугольной формы с помощью цилиндрической оправки.

При точной установке круглых деталей проверку осуществляют индикатором (рис. 28, б), а деталей сложной формы — штангенрейсмусом (рис. 28, в).

Наиболее сложной является выверка составных (из двух половин) деталей, стыки которых должны находиться в диаметральной плоскости.

приндется между кулачками 1 и 2, то нужно отпустить кулачки 3 и 4, поджать кулачки 1 и 2 и снова все закрепить.

Эти приемы следует повторять до тех пор, пока следы мела не распределятся равномерно по всей окружности обрабаты-

На рис. 29, а показана выверка таких деталей при помощи рейсмуса, а на рис. 29, б — индикатора.

Новаторами производства предложены отдельные приемы, ускоряющие установку деталей в четырехкулачковых несамодетрирующих патронах.

Один из таких приемов состоит в следующем. Детали предварительно размечают. Затем на обоих торцах детали керном намечают точки пересечения разметочных осевых линий, после чего эти места накернивают так, чтобы деталь можно было установить в центрах. Потом к детали осторожно подводят сначала один кулачок, затем с противоположной стороны другой, поджимая его потуже. Так же подводят и два других кулачка, после чего каждый кулачок окончательно закрепляют, а задний центр отводят.

В качестве второго примера может быть приведен оригинальный способ установки в

Для достижения высокой точности центрирования в патроне рекомендуется периодически протачивать или шлифовать зажимные поверхности кулачков до размера, близкого к диаметру закрепляемой детали. Эффективен следующий способ растачивания зажимных поверхностей кулачков. В конце рабочей поверхности кулачков делают выточку глубиной 6—8 мм и шириной 4—6 мм. Перед растачиванием в нее вставляют и зажимают кольцо, внутренний диаметр которого на 1—2 мм больше диаметра растачиваемой рабочей поверхности. Наружные поверхности кулачков желательнее протачивать аналогичным способом при установке их на один из уступов кольца (в разжим).

Для окончательной обработки зажимных поверхностей кулачков при напряженном

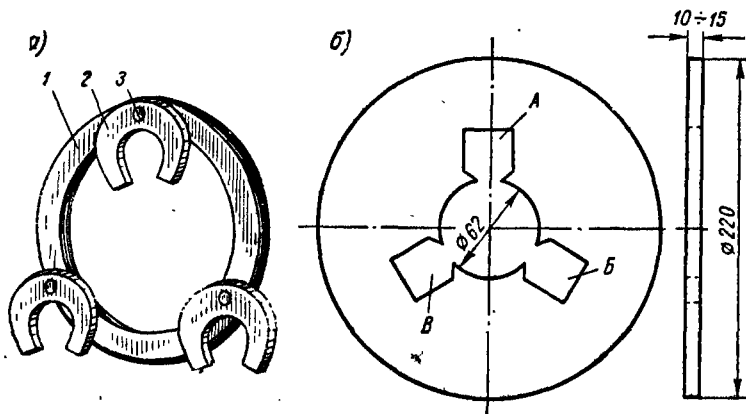


Рис. 31. Приспособления, применяемые для растачивания кулачков патрона.

четырекулачковом патроне детали, имеющей в сечении форму прямоугольника. Чтобы при закреплении детали в патроне ось ее отверстия точно совпала с осью центров и было устранено биение по всей длине, деталь предварительно надевают на центровую оправку (рис. 30). Оправку устанавливают в центрах, после чего осторожно и равномерно закрепляют деталь в кулачках патрона. Затем оправку вынимают.

Для более быстрой установки деталей вместо центральной оправки может быть применена оправка с конусом, вставленным в пиноль задней бабки. Практика показала, что для надежного центрирования детали длина части оправки, входящей в центральное отверстие детали, должна в 2—3 раза превышать диаметр отверстия.

После сведения кулачков и закрепления детали задняя бабка с оправкой отводится в исходное положение.

**Уход за патронами и их эксплуатация.** Соблюдение правил эксплуатации токарных патронов обеспечивает эффективное использование их и безотказность в работе.

состоянии патрона, т. е. в таком состоянии, при котором устранены все зазоры в механизме патрона, применяются специальные приспособления. Две конструкции подобных приспособлений приведены на рис. 31.

Приспособление для расточки кулачков, показанное на рис. 31, а, состоит из кольца 1 и трех подковообразных серег 2, шарнирно прикрепленных к кольцу на осях 3. Приспособление устанавливают на кулачки патрона так, чтобы в каждую серьгу входили их скосы.

Кулачки перемещают так же, как и при зажиме обрабатываемой заготовки. Серьги, вращаясь на осях, самоустанавливаются, и кулачки принимают рабочее положение. Внутренние поверхности больших призм кулачков при этом доступны для шлифования и протачивания.

Приспособление, изображенное на рис. 31, б, представляет собой диск с тремя фасонными окнами А, В и В для кулачков патрона. Используется оно так же, как и показанное на рис. 31, а.

**ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ  
И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

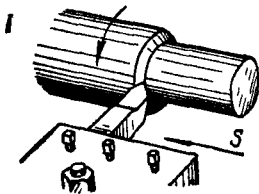
**1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ  
И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Таблица 26

Характеристика основных методов обработки наружных  
цилиндрических и торцовых поверхностей

**Обтачивание**

В зависимости от требований, предъявляемых к чистоте поверхности и точности размеров, различают несколько видов обтачивания (поз. I).



*Черновое обтачивание* 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.

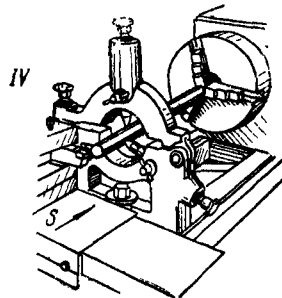
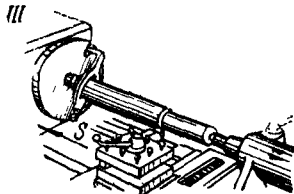
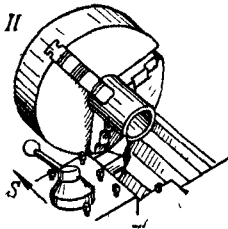
При *получистовом обтачивании* шероховатость поверхности соответствует 4—5-му классам. Припуск на обработку обычно равен 3—8 мм на диаметр.

Точность размеров обрабатываемых поверхностей при *получистовом обтачивании* находится в пределах 4—5-го классов.

*Чистовое обтачивание* обеспечивает шероховатость поверхности в пределах 5—7-го классов, а точность размеров детали — до 2-го класса.

*Тонкое (алмазное) обтачивание* характеризуется незначительной глубиной резания ( $t=0,05—0,03$  мм) и малыми подачами ( $s=0,02—0,2$  мм/об), но высокими скоростями резания ( $v=100—1000$  м/мин и выше). Шероховатость поверхности после алмазного обтачивания соответствует 8—9-му классам.

Тонкое обтачивание осуществляется как алмазными резцами, так и резцами из твердых сплавов.





Продолжение табл. 26

В зависимости от заданной точности обработки, размеров и конфигурации деталей применяют следующие способы обтачивания.

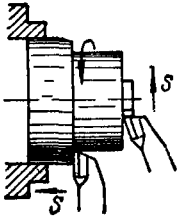
в патроне (поз. II) — для жестких деталей при  $\frac{l}{d} < 1,5$ ;

в центрах без люнета (поз III) — для жестких деталей при  $\frac{l}{d} < 12$ ;

в патроне с неподвижным люнетом (поз IV) — для нежестких ступенчатых ( $\frac{l}{d} > 12$ ) и особо тяжелых деталей;

в центрах с подвижным люнетом — для нежестких гладких цилиндрических деталей ( $\frac{l}{d} > 12$ ) при обработке на станках с высотой центров менее 500 мм.

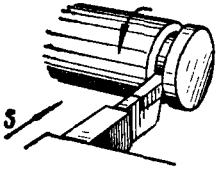
### Подрезание



Подрезание торцов и уступов производится при различных способах закрепления детали. Схема работы зависит от заданной точности обработки, размеров и расположения поверхностей, формы резца и т. п.

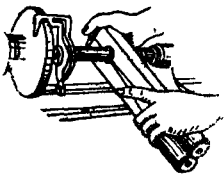
Подрезание осуществляется подрезными и проходными упорными резцами.

### Прорезание канавок и отрезание



Прорезание канавок на цилиндрических поверхностях и отрезание деталей (заготовок) на токарных станках осуществляются прорезными (или отрезными) резцами при поперечной подаче.

### Зачистка (полирование) абразивным полотном



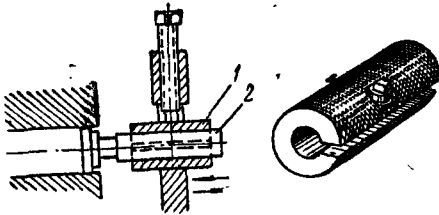
Зачистка абразивным полотном применяется для отделки поверхностей, к которым не предъявляется особых требований по точности размеров.

Зачистка обычно производится при помощи деревянных жимков, в которые закладывается абразивное полотно или насыпается абразивный порошок, смачиваемый при работе машинным маслом. Полирование выполняется при легком нажиме жимков и при большом числе оборотов обрабатываемой детали.

В ряде случаев полирование осуществляется с помощью специальных полировальных паст (например, паст ГОИ).

Шероховатость поверхности после зачистки в зависимости от шероховатости предварительно обработанной резцом поверхности соответствует 6—9-му классам

### Притирка (доводка)

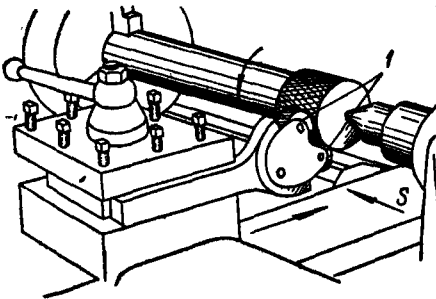


Притирка (доводка) является окончательной (отделочной) операцией. Ее применяют для получения высокой точности размеров и высокой чистоты обработанной поверхности. Эта операция обычно выполняется на специальных доводочных бабках.

Цилиндрические поверхности доводят чугунами, медными, бронзовыми или свинцовыми притирами, представляющими собой втулки с разрезом и винтом для регулирования размера (см. на рисунке справа). Рабочую поверхность притира 1 шаржируют мелкозернистым абразивным порошком путем его вдавливания. Шаржирование притиров производится заранее (при помощи стальных роликов) или в процессе полирования, когда на обрабатываемую поверхность 2 подается смазывающая жидкость с примешанным к ней абразивным порошком.

Точность размеров после притирки соответствует 1-му классу, а шероховатость поверхности — 10—14-му классам.

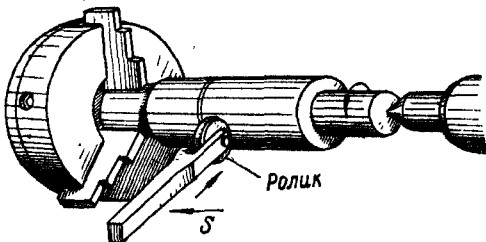
### Накатывание



На токарных станках накатывание осуществляется при помощи специальных рифленых роликов 1, так называемых накаток, приводимых в соприкосновение (при значительном давлении) с накатываемой поверхностью.

Для получения перекрестного рифления накатывание производится одновременно двумя роликами (с правым и левым направлениями рифлей) в специальной оправке.

### Обкатывание поверхностей роликом или шариком



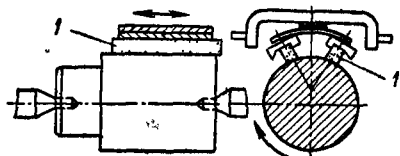
Обкатывание является отделочной операцией, основанной на пластической деформации металла в холодном состоянии. Обкатывание осуществляется свободно вращающимися роликами или шариками, соприкасающимися с обрабатываемой поверхностью под давлением.

При обкатывании поверхностей их размер изменяется и на них образуется наклепанный слой, обеспечивающий повышенные эксплуатационные свойства поверхности.

Обкатывание поверхностей производится после чистового обтачивания и вполне заменяет зачистку их шлифовальной шкуркой или обработку шлифованием. Шероховатость поверхности после обкатывания соответствует 8—11-му классам.

Продолжение табл. 26

**Притирочное шлифование (суперфиниш)**



Суперфиниш представляет собой процесс тонкой отделки поверхностей, и в результате которой может быть достигнута их шероховатость до 14-го класса. Обработка производится мелкозернистыми абразивными брусками 1 или кругами при небольшой скорости резания (до 2,5 м/сек) и весьма малых давлениях инструмента на отделяемую 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).

При суперфинишировании снимается слой металла толщиной 0,005—0,075 мм.

**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. 27 приведены рекомендуемые диаметры заготовок из круглого проката в зависимости от диаметра и длины обрабатываемой детали, а в табл. 28 даны припуски на длину заготовок.

Таблица 27

**Припуски на диаметр заготовок из проката при обтачивании, в мм**

Диаметр вала	Длина вала					
	до 100	св. 100 до 400	св. 400 до 800	св. 800 до 1 200	св. 1 200 до 1 600	св. 1 600 до 2 000
<b>Черновое обтачивание валов</b>						
Св. 6 до 18	3,0	3,5	4,0	—	—	—
• 18 • 30	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0	—
• 30 • 50	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0
• 50 • 80	4,0	4,5	5,5	6,0	6,5	7,0
• 80 • 120	5,5	6,0	7,0	7,5	8,5	9,0
• 120 • 200	6,0	7,0	7,5	8,5	9,0	10,0
<b>Чистовое обтачивание валов после черного обтачивания</b>						
Св. 6 до 18	1,2	1,5	1,5	—	—	—
• 18 • 30	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	—
• 30 • 50	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	3,0
• 50 • 80	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0
• 80 • 120	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
• 120 • 200	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5

При выделении черного обтачивания в самостоятельную операцию к припуску на черновое обтачивание следует прибавлять припуск на чистовое обтачивание.

Полученный расчетом диаметр заготовки округляется до ближайшего размера проката по ГОСТу или по нормали завода.

Таблица 28

## Припуски для расчета длины заготовки, в мм

Диаметр заготовки	На разрезку без обработки				На обработку торцов		На зажим в патроне
	механической ножкой	дисковой пилой		на станках токарных и револьверных	длиной до 1 м	длиной от 1 до 5 м	
		диаметр диска	ширина реза				
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. 28 значения припусков нужно прибавлять к длине детали. Так, например, если требуется обработать вал диаметром 30 мм и длиной 252 мм с закреплением отрезанной на ножовке заготовки в патроне, то длина заготовки будет составлять:

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

В табл. 29 приведены припуски на чистовое подрезание торцов, а в табл. 30 и 31 — припуски на диаметры под шлифование наружных цилиндрических и торцовых поверхностей, которые должны быть оставлены после чистовой обработки.

При пользовании данными табл. 30 за номинальный диаметр принимается диаметр

Таблица 29

## 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 30

## Припуски на диаметр под центровое шлифование валов после чистового обтачивания (размеры в мм)

Диаметр вала	Длина вала					Допуск на предварительную обработку (на диаметр)
	до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 1 000	св. 1 000 до 2 000	
<b>Сырые валы</b>						
До 10	0,2	0,3	0,3	0,4	—	—0,10
Св. 10 до 18	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	—0,12
" 18 " 30	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	—0,14
" 30 " 50	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	—0,17
" 50 " 80	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	—0,20
" 80 " 120	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	—0,23
" 120 " 180	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	—0,26
" 180 " 260	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	—0,30
" 260 " 360	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	—0,34
" 360 " 500	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	—0,38
<b>Закаливаемые валы</b>						
До 10	0,3	0,3	0,4	0,5	—	—0,10
Св. 10 до 18	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	—0,12
" 18 " 30	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	—0,14
" 30 " 50	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	—0,17
" 50 " 80	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	—0,20
" 80 " 120	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	—0,23
" 120 " 180	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0	—0,26
" 180 " 260	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1	—0,30
" 260 " 360	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	—0,34
" 360 " 500	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	—0,38

Таблица 31

## 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

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 обтачивании 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 заго-

товки задним центром за расчетную длину обтачивания отдельных участков деталей следует принимать:

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

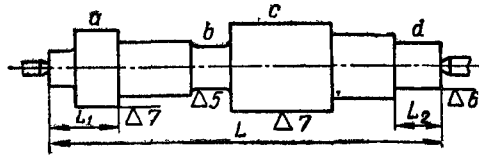


Рис. 32. Эскиз к примеру расчета межоперационных припусков на обработку ступенчатого вала.

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

Так, например, припуск на обработку участков *b* и *c* (рис. 32) следует принимать, исходя из общей длины детали *L*, а припуск для участков *d* и *a*, исходя из удвоенных длин  $L_2$  и  $L_1$ .

Для выхода шлифовального круга при чистовом обтачивании под последующее шлифование ступенчатых цилиндрических поверхностей необходимо протачивать канавки, форма и размеры которых приведены в табл. 32.

Таблица 32

Форма и размеры канавок на наружных поверхностях для выхода шлифовального круга (по ГОСТ 8820-58)

Форма канавки					
для цилиндрической поверхности	для торцевой поверхности		для цилиндрической и торцевой поверхностей		
Размеры канавки, в мм					
<i>d</i> (ориентировочно)	<i>b</i>	<i>a</i> <sub>1</sub>	<i>h</i>	<i>R</i>	<i>R</i> <sub>1</sub>
До 10	2	<i>d</i> —0,5	0,25	0,5	0,5
Св. 10 до 50	3	<i>d</i> —0,5	0,25	1,0	0,5
• 50 • 100	5	<i>d</i> —1,0	0,5	1,5	1,0
• 100	8	<i>d</i> —1,0	0,5	2,0	1,0

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

Для обработки квадрата:

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

Для обработки шестигранника:

$$D = 1,155b. \quad (14)$$

Здесь *D* — диаметр заготовки;

*a* — сторона квадрата;

*b* — расстояние между параллельными сторонами шестигранника.

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.

$$D = 1,155 \cdot 28 = 32,340 \text{ мм.}$$

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

В табл. 33 даны размеры заготовок для наиболее употребительных квадратов и шестигранников.

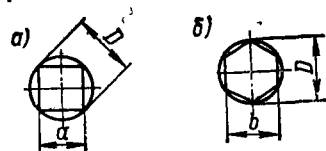


Рис. 33. Эскизы для расчета диаметров заготовок под квадрат и шестигранник.

Таблица 33

Размеры заготовок под фрезерование квадратов и шестигранников

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

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.

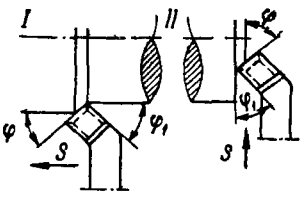
*Черновые резцы* предназначаются для грубого обтачивания (обдирки). Их иногда называют *обдирочными*.

*Чистовые резцы* служат для окончательного обтачивания поверхностей (табл. 34).

Таблица 34

Типы резцов для обтачивания наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

**Токарные проходные отогнутые резцы**



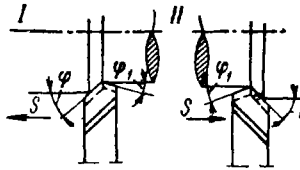
Имеют наибольшее распространение в практике токарной обработки. Благодаря отогнутой головке эти резцы позволяют обрабатывать поверхности детали, расположенные вблизи кулачков патрона.

Используются они как для продольного (поз. I), так и для поперечного точения (поз. II).

Резцы с отогнутой головкой выполняются правыми и левыми.

---

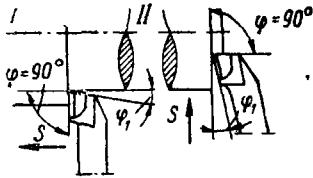
**Токарные проходные прямые резцы**



Предназначены для продольного обтачивания. При точении в обычном направлении применяют правые резцы (поз. I), а при точении в направлении от передней бабки к задней — левые резцы (поз. II).

Резцы этого типа наиболее просты в изготовлении.

## Токарные проходные упорные резцы

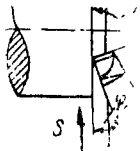


Служат для продольного обтачивания и одновременного (в конце прохода) подрезания торцовых поверхностей уступов (поз. I).

При развороте резца в резцедержателе на некоторый угол (поз. II) такие резцы можно использовать и для торцового обтачивания.

Наибольшее применение проходные упорные резцы находят при обработке нежестких, а также ступенчатых деталей.

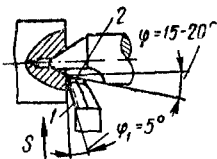
## Токарные подрезные торцовые резцы



Используются для подрезания торцовых поверхностей при закреплении деталей в патроне или на оправке без поджима центром задней бабки.

Отогнутая головка таких резцов дает возможность подрезания торцов в труднодоступных местах (например, когда приходится вплотную подводить резец к патрону).

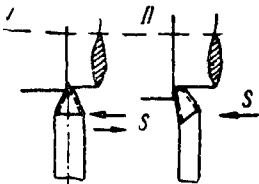
## Токарные подрезные резцы



Применяются для подрезания торцовых поверхностей при закреплении деталей в центрах.

Эти резцы располагают сравнительно длинной вспомогательной режущей кромкой I и короткой главной режущей кромкой 2, заточенной под углом  $\varphi=15-20^\circ$ . Благодаря этому возможно перемещение резца до конуса на центровом углублении в торце детали.

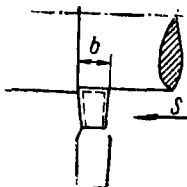
## Токарные проходные чистовые резцы



Проходные резцы для обтачивания с малой подачей отличаются от обычных проходных резцов главным образом большим радиусом закругления ( $r=2-5$  мм).

Для обтачивания открытых мест 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).

## Токарные чистовые широкие резцы



Служат для чистового обтачивания с большими подачами. Этими резцами обычно снимают весьма малый слой металла. При больших подачах ( $s < b$ ) удается получить поверхность 7-го класса шероховатости.

Используются такие резцы при обработке жестких деталей.



Выбор материала для реэцов. Державки реэцов изготовляют из конструкционных сталей (типа сталь 50), а реэущие части — из быстрореэущей стали, твердых сплавов и из высокопрочной минеральной керамики.

По способу соединения реэущих частей с державками различают реэцы цельные, напайные, наварные, наплавные и с механическим креплением.

Цельные реэцы выполняются преимущественно из углеродистой и реэе из быстрореэущей стали.

Реэцы из углеродистой стали марок У10А и У12А из-за низкой их теплоустойчивости применяются крайне редко. Реэцы из быстрореэущей 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 реэзания и для других работ, осуществляемых при сравнительно невысоких скоростях реэзания.

Следует отметить, что реэцы из стали Р9 отличаются невысокой стойкостью и плохой шлифуемостью при их заточке. Поэтому в ответственных случаях обработки целесообразно применять реэцы из быстрореэущей стали Р18, а также из не менее качественной стали Р12.

Тяжелые работы, когда требуются повышенные износостойчивость и механическая прочность реэцов, выполняют реэцами из быстрореэущей стали марки Р6М3, содержащей молибден.

Чистовую обточку труднообрабатываемых сталей и сплавов целесообразно осуществлять реэцами из быстрореэущих сталей, содержащих ванадий и кобальт и отличающихся повышенной теплоустойчивостью.

Р18Ф2, Р14Ф4, Р9Ф5, Р9К5, Р9К10 и др.

Реэцы, оснащенные твердосплавными пластинками, находят преимущественное применение в практике токарной обработки.

Твердые сплавы подразделяются на три группы: вольфрамовую (обозначаемую ВК), титановольфрамовую (ТК) и танталотитановольфрамовую (ТТК).

Сплавы вольфрамовой группы в своей основе состоят из карбида вольфрама и кобальта в качестве цементирующей связки. Вольфрамовые сплавы изготовляются следующих марок: ВК8, ВК6, ВК6М, ВК4, ВК3, ВК3М, ВК2.

Сплавы титановольфрамовой группы состоят из карбида титана, избыточного карбида вольфрама и кобальта. Имеются также марки титановольфрамовых сплавов: Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4 и Т60К6.

В сплавы танталотитановольфрамовой группы входят карбид тантала, карбид титана, избыточный карбид вольфрама и кобальт. Изготавливаются эти сплавы следующих марок: ТТ7К12В, ТТ7К15В, ТТ10К8А, ТТ10К8Б и ТТ20К9.

Помимо твердых сплавов, для реэущих пластинок реэцов используется более дешевый материал — высокопрочная минеральная керамика, основу которой составляет спеченная окись алюминия.

В табл. 35 приведены основные свойства твердых сплавов и керамики, а также быстрореэущей и инструментальной углеродистой стали.

Основные рекомендации по выбору марки твердого сплава для реэцов разных типов даны в табл. 36.

Таблица 35

Основные характеристики материалов, применяемых для реэущих частей реэцов

Характеристика материала	Единица измерения	Наименование материалов			
		углеродистая сталь	быстрореэущая сталь	твердые сплавы	минеральная керамика
Теплоустойчивость . . . . .	°С	250	600—650	900—1 000	1 200—1 300
Твердость . . . . .	HRA	82—84	82—84	86—88	84—92
Износостойчивость . . . . .	—	Низкая	Удовлетворительная	Высокая	Весьма высокая
Прочность . . . . .	$\sigma_{изг}$ , в кг/мм <sup>2</sup>	360	370	70—190	35—45
	$\sigma_{сж}$ , в кг/мм <sup>2</sup>	380	380	300	200
Стоимость . . . . .	—	Низкая	Высокая	Весьма высокая	Весьма низкая

Таблица 36

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						
	углеродистый и легированный стали	вязких труднообрабатываемых сталей и сплавов	закаленной стали	чугуна (HB < 24)	чугуна высокой твердости (HB = 300—330)	цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов
Черновое точение поковок, штамповок и литья по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании (с ударами) . . . . .	T5K10	TT7K12B, TT7K15B	—	BK6, BK6M	BK8, BK6M	BK6	—
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании . . . . .	T14K8	BK8, T5K10	—	BK6, BK6M	BK6, BK4	BK6	BK6, BK6M
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании . . . . .	T14K8, T15K6	T5K10	T5K10	BK6	—	BK6	BK6, BK4
Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании . . . . .	T15K6T	T14K8, T15K6	T14K8	BK6	BK6, BK4	BK3	BK3, BK3M
Тонкое точение (типа алмазной обработки) . . . . .	T30K4	T15K6T	T15K6T	—	BK3, BK3M	BK2	BK3, BK2

Резцы из высокопрочной минеральной керамики марок Т-48 и ЦМ-332 используются при чистовой обточке 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.

При эксплуатации минералокерамических резцов необходимо соблюдать следующие правила:

державки должны обеспечивать установку резцов по центру без прокладок и не

выступать из резцедержателя на длину более полуторной высоты своего сечения;

применять резцы для обработки крупных деталей;

врезать и выводить резец при точении вручную при включенной подаче;

не допускать износа резцов по задней поверхности больше  $R_z = 0,5—0,6$  мм;

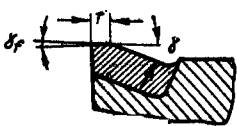
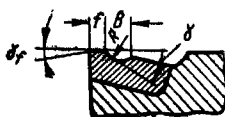


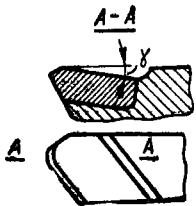
при обработке вязкой стали обеспечивать нормальное стружколомание; наматывание стружки на резец недопустимо;

во время резания через каждые 10 мин. режущие грани резца необходимо заправлять оселком из зеленого карбида кремния КЗ твердостью СМ и зернистостью 5—6.

Форма и геометрические параметры режущей части резцов. В табл. 37—48 приведены значения углов и данные о форме передней поверхности резцов из быстрорежущих сталей и из твердого сплава.

Таблица 37

Форма передней поверхности резцов

Форма передней поверхности		Эскиз	Область применения
№	Наименование		
I	Плоская с фаской		Резцы всех типов (за исключением фасонных со сложным контуром режущей кромки) для обработки стали
II	Радиусная с фаской		Резцы для обработки вязкой стали. Радиусная лунка обеспечивает завивание стружки
III	Плоская		Резцы всех типов для обработки чугуна и медных сплавов
IV	Плоская с отрицательным передним углом		Резцы для черновой обработки стали с пределом прочности $\sigma_b > 100 \text{ кг/мм}^2$ , стального литья с коркой, загрязненной неметаллическими включениями; резцы, работающие с ударной нагрузкой
V	Плоская с фаской и опущенной вершиной		Резцы для черновой обработки стали с большими подачами ( $s \geq 1,5 \text{ мм/об}$ )

*Примечание.* В целях безопасного удаления стружки при работе резцами с передней поверхностью форм I, IV и V следует применять стружкоотводящие и стружколомающие устройства.

Таблица 38

## Передние и задние углы токарных резцов

Обрабатываемый материал		Обтачивание, подрезание и растачивание резцами					
		из быстрорежущей стали			с пластинками твердого сплава		
		$\alpha^\circ$		$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$		$\gamma^\circ$
		черновое	чистовое		черновое	чистовое	
Сталь и стальное литье	$\sigma_B \leq 80 \text{ кг/мм}^2$	6	12	25	8	12	12—15
	$\sigma_B \geq 80 \text{ кг/мм}^2$	6	12	20	8	12	10
	$\sigma_B > 100 \text{ кг/мм}^2$ по корке, загрязненной неметаллическими включениями, и при работе с ударами	—	—	—	8	12	—10
Стали жаропрочные и нержавеющей, труднообрабатываемые сплавы		8	8	20	10	10	10
Чугун	серый ковкий	—	—	—	8	10	5
		—	—	—	8	10	8
Медные сплавы		8	12	12	—	—	—

*Примечание.* При обработке прерывистых поверхностей (в случаях, когда в таблице нет указания) значения переднего угла следует уменьшать на  $5^\circ$  по сравнению с данными в таблице.

Таблица 39

## Главные углы в плане токарных резцов

Условия работы	$\epsilon^\circ$
Точение с малыми глубинами резания в условиях особо жесткой системы . . . . .	30
Точение в условиях жесткой системы . . . . .	45
Точение и растачивание при недостаточно жесткой системе	60—75
Подрезание и прорезание канавок и отрезание. Обтачивание и растачивание ступенчатых поверхностей в упор. Обработка в условиях нежесткой системы . . . . .	90

Таблица 40

## Вспомогательные углы в плане токарных резцов

Условия работы	$\varphi_1^\circ$
Черновое и чистовое точение резцами с дополнительной режущей кромкой. Обработка широкими резцами . . . . .	0
Прорезание пазов и отрезание . . . . .	1—3
Чистовое точение . . . . .	5—10
Черновое точение . . . . .	10—15
Точение с подачей в обе стороны без перестановки резца и с радиальным врезанием . . . . .	30

Таблица 41

Углы наклона главной режущей кромки токарных резцов

Условия работы	$\lambda^\circ$
Чистовое обтачивание и растачивание . . . . .	-2 ÷ -4
Обтачивание и растачивание стали и чугуна резцами с $\varphi = 90^\circ$ . . . . .	0
Обтачивание и растачивание нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов . . . . .	0
Черновое обтачивание и растачивание стали . . . . .	0—5
Черновое обтачивание и растачивание чугуна . . . . .	10
Точение прерывистых поверхностей (с ударами) . . . . .	12—15

Таблица 42

Радиусы при вершине, углы и ширина фаски и размеры стружкоотводящей лунки токарных резцов (см. рисунки в табл. 37)

Параметры	Наименование резцов	Характер обработки	Сечение стержня державки резца, в мм						
			20×12	25×16; 20×20	32×20; 25×25	40×25; 30×30	45×30; 40×40	63×40	
Радиус при вершине $r$ , в мм*	Проходные, подрезные и расточные	твердосплавные	Черновая и чистовая	0,5—1	1	1	1,5	1,5	2—2,5
		быстро-режущие	Черновая	1,5	1,5	2	2	—	—
			Чистовая	2	2	3	3	—	—
	Отрезные и прорезные	—	—	0,2—0,5					
Угол фаски $\gamma^\circ$	—	—	—	-5 ÷ -10					
Фаска $f$ , в мм	Резцы всех типов	твердосплавные	Черновая	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	1,2
		быстро-режущие	Черновая	—	—	1	1	—	—
		—	Чистовая	0,2—0,3					
Размеры радиусной (стружкоотводящей) лунки, в мм	$R^1$	твердосплавные	—	4—6					
	$B$		—	2—2,5					
	Глубина		—	0,1—0,15					
	$R$	быстро-режущие	—	21—25	26—30	31—40	41—50	—	—
	$B$		—	5,5—7	7,5—8,5	9—10	11—13	—	—

\* При чистовом точении нежестких деталей приведенные величины радиуса при вершине следует уменьшать.

Таблица 43

**Геометрические параметры режущей части минералокерамических резцов**  
(см. рисунки в табл. 37)

Условия работы	Значение параметра
<i>Главный угол в плане <math>\varphi^\circ</math></i>	
При особо жесткой системе и при работе с малой глубиной резания . . . . .	30
При жесткой системе (наиболее распространенный случай)	40
При недостаточно жесткой системе . . . . .	60—70
При недостаточно жесткой системе и при обтачивании и растачивании ступенчатых поверхностей . . . . .	90
<i>Вспомогательный угол в плане <math>\varphi_1^\circ</math></i>	
При обработке резцами с дополнительной режущей кромкой	0
При чистовом точении . . . . .	5—10
При черновом точении . . . . .	10—15
<i>Передний угол <math>\gamma^\circ</math></i>	
При обработке.	
стали $\sigma_b \leq 70 \text{ кг/мм}^2$ . . . . .	10—15
чугуна $HV \leq 220$ . . . . .	10
чугуна $HV > 220$ . . . . .	0—5
<i>Передний угол фаски <math>\gamma_f^\circ</math></i>	
При обработке	
чугуна . . . . .	—5
стали с $t \leq 2 \text{ мм}$ и $s \leq 0,3 \text{ мм/об}$ . . . . .	—5 ÷ —10
стали с $t \geq 2 \text{ мм}$ и $s = 0,1—0,6 \text{ мм/об}$ . . . . .	—25
<i>Ширина фаски <math>f</math>, в мм</i>	
При обработке стали и чугуна . . . . .	0,2—0,3
<i>Задний угол <math>\alpha^\circ</math></i>	
При обработке стали и чугуна . . . . .	8—10
<i>Угол наклона главной режущей кромки <math>\lambda^\circ</math></i>	
При обработке:	
с равномерным припуском . . . . .	0—5
с неравномерным припуском . . . . .	5—10
<i>Размеры стружкоотводящей лунки, в мм</i>	
При обработке стали.	
$R$ . . . . .	4—6
$B$ . . . . .	2—2,5
$h_d$ . . . . .	0,1—0,15
<i>Радиус при вершине резца <math>r</math>, в мм</i>	
При обработке стали и чугуна . . . . .	1—1,5

Конструкция и размеры резцов для обработки наружных цилиндрических и торцовых поверхностей. Преобладающей формой сечения державки призматического резца является прямоугольная, при которой врезание пластинки меньше ослабляет державку. Державки с квадратной формой сечения лучше сопротивляются деформациям сложного изгиба и применяются для расточных и других резцов и в тех случаях, когда расстояние от линии центров

станка до основания резца недостаточно велико.

Державки с круглой формой сечения используются для расточных и резбовых резцов. Они позволяют 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. 44 и 45).

Таблица 44

Размеры сечения резца (в мм<sup>2</sup>) в зависимости от высоты центров станка

Установка резца	Высота центров, в мм				
	150	180—200	260	300	350—400
В четырехрезцовом резцедержателе . . . . .	20×12	20×12	25×16	32×20	40×25
В одиночном резцедержателе суппорта . . . . .	20×12	25×16	32×20	32×20	40×25

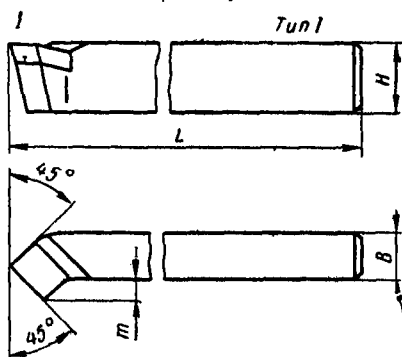
Таблица 45

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

Тип резца		Сечение срезаемого слоя <i>f</i> , в мм <sup>2</sup>						
		1,5	2,5	4	6	9	12	16
		Сечение державки резца <i>H</i> мм × <i>B</i> мм						
		16×10	20×12	25×16	32×20	40×25	50×32	63×40
		Общая длина резца <i>L</i> , в мм						
Резцы прямоугольного сечения	Токарные для одиночного резцедержателя	150	200	225	250	300	400	500
	Токарные для четырехрезцового резцедержателя	125	125—150	150—175	150—200	150—250	150—250	—
Тип резца		Сторона квадрата, в мм						
		12	16	20	25	32	40	—
		Общая длина резца <i>L</i> , в мм						
Резцы квадратного сечения	Токарные для одиночного резцедержателя	—	175	200	250	300	400	—
	Токарные для четырехрезцового резцедержателя	—	125—150	125—150	125—200	150—250	200—250	—

## Конструкции и размеры основных типов резцов

Токарные проходные отогнутые резцы  
Резцы из быстрорежущей стали (по ГОСТ 10043-62) типа I  
(поз. I)



Основные размеры, в мм

Сечение резца		L	m	Форма пластинок (по ГОСТ 2379-67)
H	B			
16	10	100	6	41
20	12	120	7	
25	16	140	8	
32	20	170	10	
40	25	200	12	

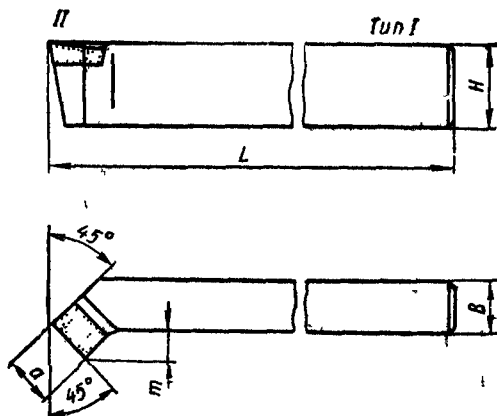
Пример условного обозначения правого резца типа I сечением 25×16 мм с пластиной из быстрорежущей стали марки P18:

резец I—25×16 — P18 ГОСТ 10043-62;

то же, левого:

резец ЛI—25×16 — P18 ГОСТ 10043-62.

Резцы с пластинками из твердого сплава с углом  $\varphi=45^\circ$  (по ГОСТ 6743-61)  
типа I (поз. II)





Продолжение табл. 46

Основные размеры, в мм

<i>H</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	Форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)
16	10	100	6	8	01
	12				
20	12	120	7	10	
	16				
25	16	140	8	14	
	20				
32	20	170	10	18	
	25				
40	25	200	12	22	
	32				
50	32	240	14	25	
	40				
			16	30	

Пример условного обозначения правого резца типа I сечением 25×16 мм с пластиной из твердого сплава марки Т15К6:

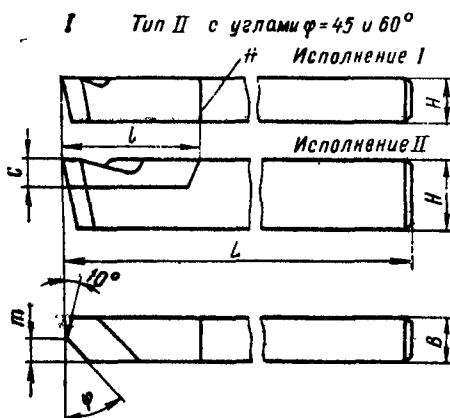
резец I—25×16 — Т15К6 ГОСТ 6743-61;

то же, левого:

резец ЛI—25×16 — Т15К6 ГОСТ 6743-61.

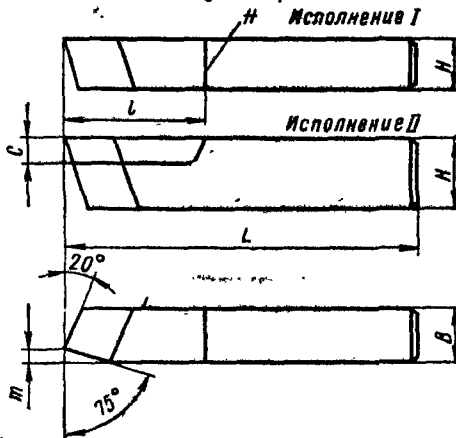
Токарные проходные прямые резцы

Резцы из быстрорежущей стали с углами  $\varphi=45$  и  $60^\circ$  (по ГОСТ 10043-62) типа II (поз. I)



Продолжение табл. 46

Основные размеры, в мм								
Сечение резца		L	i	m		c	Исполнение	
H	B			при $\varphi=45^\circ$	при $\varphi=60^\circ$			
4	4	50	—	1,5	—	—	I	
6	6			2				
8	8			4				3
10	10	60	30	6	4,5	—	I	
12	12	70		7	6			
16	16	80		9	7			
16	10	100	40	6	4,5	—	II	
20	20	120	40	12	9			6
20	12	120		7	6			6
25	16	140	50	9	7			8
32	20	170	60	12	9	10		

Резцы из быстрорежущей стали с углом  $\varphi=75^\circ$  (поз. II)II Тип II с углом  $\varphi=75^\circ$ 

Основные размеры, в мм

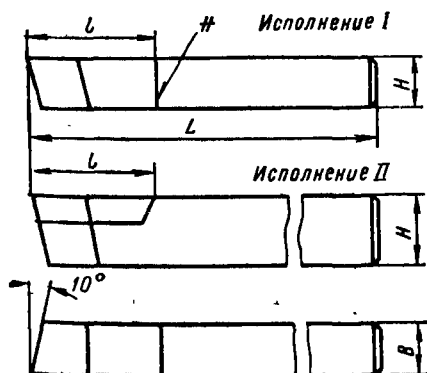
Сечение резца		L	i	m	c	Исполнение
H	B					
6	6	50	—	2	—	I
8	8					
10	10	60	30	3	—	I
12	12	70		3		
16	16	80		4		
16	10	100	40	3	—	II

Продолжение табл. 46

Сечение резца		L	l	m	c	Исполнение
H	B					
20	20	100		5	6	II
20	12	100	40	3	6	
25	16	120		4	8	
32	20	140	50	5	10	

Резцы из быстрорежущей стали с углом  $\varphi=90^\circ$  (по ГОСТ 10043-62) типа III (поз. III)

III Тип III с углом  $\varphi=90^\circ$



Основные размеры, в мм

Сечение резца		L	l	c	Исполнение	
H	B					
4	4	50	—	—	I	
6	6					
8	8					
10	10					
12	12					
16	16	100	30	6	II	
20	20					
20	12					8
25	16					
32	20	140	50	10		

Пример условного обозначения правого резца типа III сечением  $16 \times 16$  мм из быстрорежущей стали марки P18:

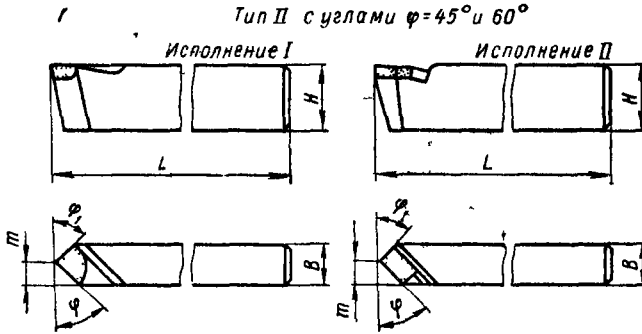
резец III —  $16 \times 16$  — P18 ГОСТ 10043-62;

то же, левого:

резец LIII —  $16 \times 16$  — P18 ГОСТ 10043-62.

Продолжение табл. 46

Резцы с пластинками из твердого сплава с углами  $\varphi=45^\circ$  и  $60^\circ$   
(по ГОСТ 6743-61) типа II (поз. I)



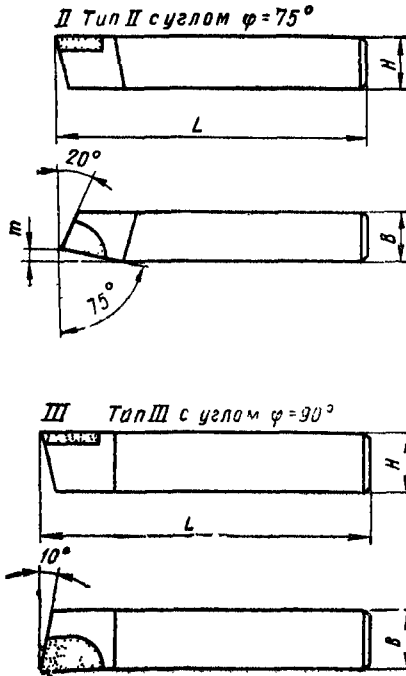
Основные размеры, в мм

H	B	L	m		Форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)	
			при $\varphi=45^\circ$	при $\varphi=60^\circ$	исполнение	
					I	II
8	8	50	4	3	10	—
10	10	60	6	4,5		
12	12	70	7	6		
16	16	80	9	7		
20	20	100	12	9		
16	10 12	100	6	4,5	10	01
20	12 16	120	7	6		
	25		16 20	9		
32		20 25	170	12		
	40	25 32		200		
50		32 40	240			

Примечание У резцов с углом  $\varphi=45^\circ$  угол  $\varphi_1=45^\circ$ , у резцов с углом  $\varphi=60^\circ$  угол  $\varphi_1=30^\circ$ .

Продолжение табл. 46

Резцы с пластинками из твердого сплава (по ГОСТ 6743-61) типа II с углом  $\varphi=75^\circ$  (поз. II) и типа III с углом  $\varphi=90^\circ$  (поз. III)



Основные размеры, в мм

Сечение резца		Для резцов с $\varphi=75^\circ$ (поз. II)			Для резцов с $\varphi=90^\circ$ (поз. III)	
H	B	L	m	форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)	L	форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)
8	8	50	2	10	50	07
10	10	60	3		60	
12	12	70	3		70	
16	16	80	4		80	
20	20	100	5		100	
20	12	100	3		100	
25	16	120	4		120	
32	20	140	5		140	

Пример условного обозначения правого резца типа II, исполнения А, с углом  $\varphi=45^\circ$ , сечением  $25 \times 16$  мм, с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6

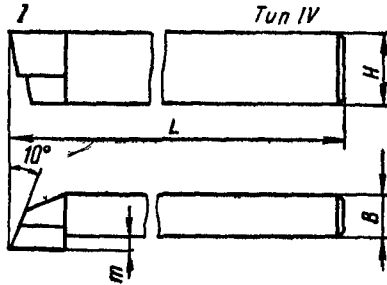
резец 11А-25×16-45° — Т15К6 ГОСТ 6743-61;

то же, левого:

резец 11АА-25×16-45° — Т15К6 ГОСТ 6743-61

Продолжение табл. 46

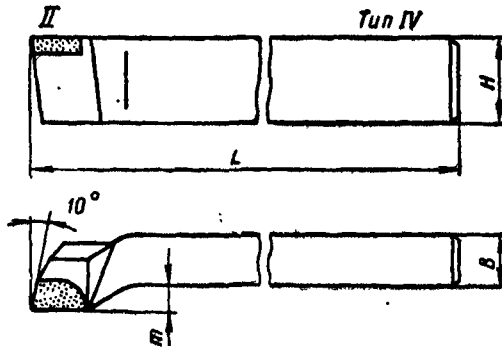
Токарные проходные упорные с углом  $\varphi=90^\circ$   
 Резцы из быстрорежущей стали (по ГОСТ 10043-62) типа IV (поз. I)



Основные размеры, в мм

Сечение резца		L	m	Форма пластинок (по ГОСТ 2379-67)
H	B			
16	10	100	4	41
20	12	120	5	
25	16	140	6	
32	20	170	7	
40	25	200	8	

Резцы с пластинками из твердого сплава (по ГОСТ 6743-61) типа IV  
 отогнутые с углом  $\varphi=90^\circ$  правые и левые (поз. II)



Основные размеры, в мм

Сечение резца		L	m	Форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)
H	B			
16	10	100	4	07
	12		5	
20	12	120	6	
	16		7	
25	16	140	8	
	20		10	
32	20	170	10	
	25			
40	25	200	12	
	32			
50	32	240	12	
	40			

Пример условного обозначения правого резца типа IV сечением  $25 \times 16$  мм с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6:

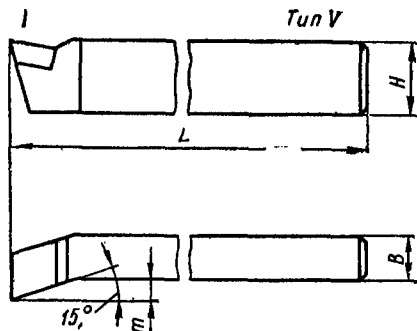
резец IV— $25 \times 16$ —Т15К6 ГОСТ 6743-61;

то же, левого:

резец ЛIV— $25 \times 16$ —Т15К6 ГОСТ 6743-61.

Токарные подрезные торцовые резцы

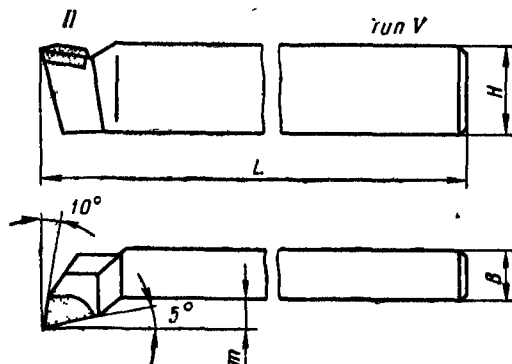
Резцы из быстрорежущей стали (по ГОСТ 10043-62) типа V (поз. I)



Основные размеры в мм

Сечение резца		L	t	Форма пластинок (по ГОСТ 2379-67)
H	B			
16	10	100	4	43
20	12	120	5	
25	16	140	6	
32	20	170	8	
40	25	200	10	

Резцы с пластинками из твердого сплава (по ГОСТ 6743-61) типа V (поз. II)



Основные размеры, в мм

Сечение реза		L	m	Форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)
H	B			
16	12	100	5	06
20	12	120	5	
	16	120	7	
25	16	140	7	
	20	140	10	
32	20	170	10	
	25	170	12	
40	25	200	12	
	32	200	16	
50	32	240	16	

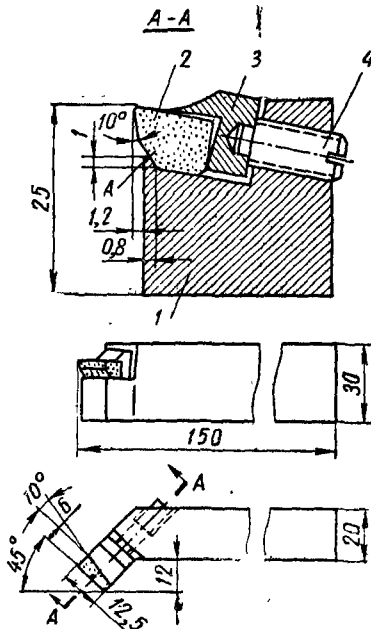
Пример условного обозначения правого реза типа V сечением  $25 \times 16$  мм с пластиной из твердого сплава марки Т15К6:

резец V— $25 \times 16$ —Т15К6 ГОСТ 6743-61;

то же, левого:

резец LV— $25 \times 16$ —Т15К6 ГОСТ 6743-61.

#### Токарные резцы с механическим креплением режущих пластинок



Резцы конструкции токаря  
А. П. Аграфенина

Резец состоит из корпуса-державки 1, к которой с помощью подвижного упора 3 и винта 4 крепится твердосплавная или керамическая пластинка 2. Задняя поверхность режущей пластинки опирается на клинообразный буртик А и под действием сил резания заклинивается в корпусе. Буртик препятствует также сдвигу пластинки.

При сборке резца подвижный упор 3 устанавливают так, чтобы между ним и буртиком А свободно входила режущая пластинка на 0,75 своей длины. Затем при легком постукивании пластинка занимает такое положение, что вылет ее вспомогательной режущей кромки из корпуса составляет 1 мм, при этом между пластинкой и опорной поверхностью в корпусе создается клиновидный просвет в 0,2—0,3 мм. После приложения нагрузки (силы резания) пластинка плотно и надежно заклинивается в корпусе. При смене пластинки расклинивается легким постукиванием.

Подвижный упор 3 служит стружколома-телем.

Аналогичную конструкцию имеют и упорно-продольные резцы этого же типа.

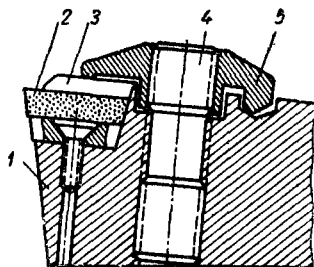


*Резцы конструкции шведской инструментальной фирмы*

Одной из фирм Швеции предложен способ механического крепления режущих пластинок 2 к корпусу-державке 1 с помощью планки-стружколомателя 3, прижимной планки 5 и винта 4, имеющего правую и левую резьбовые нарезки и внутренние шестигранные под ключ.

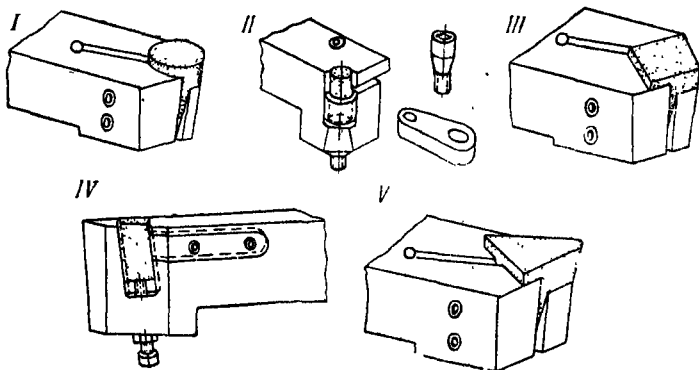
Стружколоматель и прижимная планка имеют три типоразмера, а основание (корпус резца) — восемь типоразмеров. Сочетание этих элементов с пластинками различной формы позволяет получать много различных вариантов резцов.

Особенностью конструкции является точечный контакт прижима 5 и планки 3. Прижимная планка 5 имеет кольцевой выступ, что обеспечивает жесткое и надежное крепление пластинки при упоре в кольцевую выемку в основании 1.



*Резцы с креплением режущих пластинок в специальном гнезде  
разрезной пружинящей державки*

В конструкции этих резцов, предложенной Институтом технологии и организации машиностроения в г. Карл Маркс-штадте (ГДР), предусмотрено закрепление твердосплавных пластинок симметричной формы в разрезных державках с помощью одного-двух болтов с внутренним шестигранником под ключ.



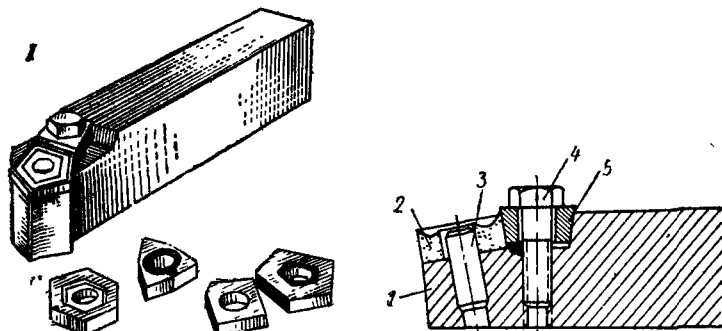
В поз. I и II показано крепление пластинок цилиндрической формы; в поз. III — квадратной; в поз. IV — прямоугольной и в поз. V — треугольной формы. По мере затупления пластинки поворачиваются в державке, что дает возможность длительного использования их без переточки.

*Резцы с механическим креплением многогранных  
неперетачиваемых режущих пластинок*

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 (поз. I) представляет собой державку 1 с запрессованным в нее 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 державки с помощью клина 5 и болта 4, 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 благодаря установке пластинки под соответствующим углом на стержне державки.



Многогранные пластинки выпускаются трех-, четырех-, пяти- и шестигранной формы.

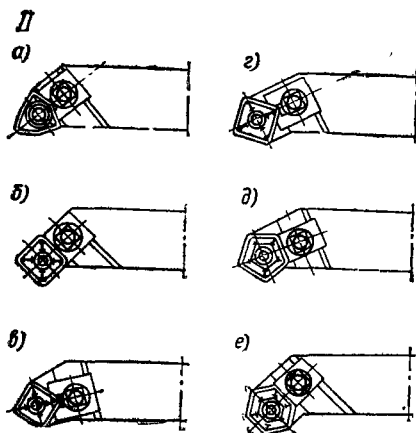
Размеры резцов с многогранными пластинками совершенно не отличаются от размеров резцов с припаянными твердосплавными пластинками той же рабочей высоты (20—25 мм).

Трехгранная пластинка имеет углы при рабочих вершинах, равные  $80^\circ$ , и используется для проходных упорных резцов с главным углом в плане  $\varphi=90^\circ$  (поз. II, а).

Четырехгранные пластинки предназначены для резцов, работающих с врезанием, с углами  $\varphi=45^\circ$  и  $60^\circ$  (поз. II, б и в), а также для резцов, обтачивающих нежесткие детали, с углом  $\varphi=75^\circ$  (поз. II, г).

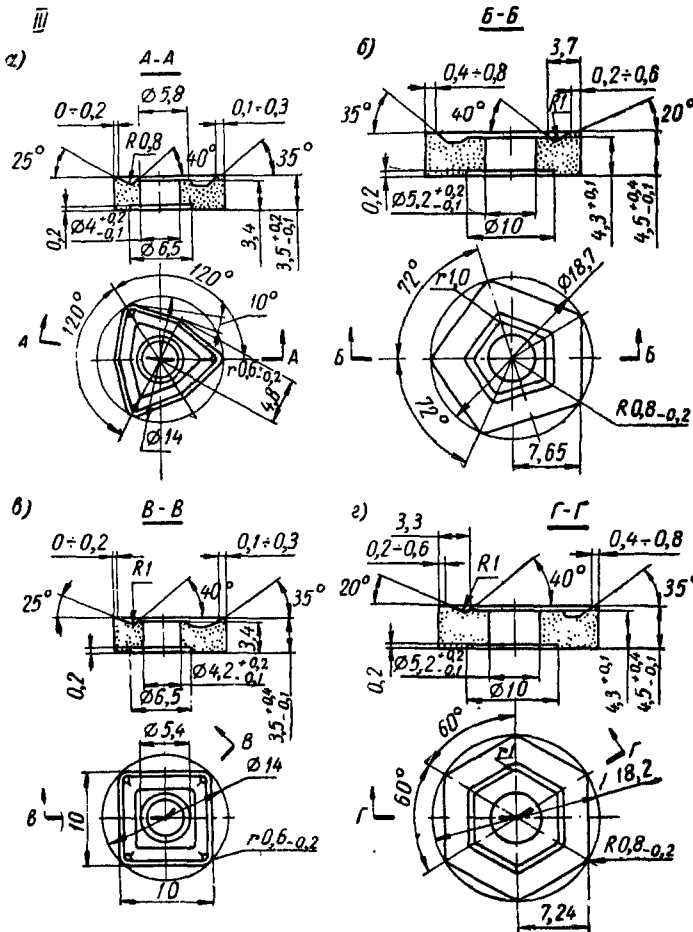
Пятигранные и шестигранные пластинки применяются для проходных резцов с углами  $\varphi=60^\circ$  (поз. II, д) и  $\varphi=45^\circ$  (поз. II, е).

Геометрические параметры режущих пластинок показаны в позициях: III, а — трехгранной; III, б — пятигранной; III, в — четырехгранной и III, г — шестигранной.



Многогранные пластинки выпускаются двух форм: со стружколомающими канавками, как показано в поз. III, и без стружколомающих канавок (для обработки чугуна).

Продолжение табл. 46



Основные данные о резцах с неперетачиваемыми многогранными пластинками из твердого сплава

Виды резцов	Нормаль	Обозначение резцов	Размеры резца, в мм		
			высота H	ширина B	длина L
Токарные сборные проходные упорные с механическим креплением трехгранных пластинок из твердого сплава и углом $\varphi=90^\circ$	МН 3899-62	2103—1000	18	14	120
			22	14	120
			24	20	120
			29	20	140
			29	22	140
			36	22	170
То же, с подкладкой	МН 3900-62	2103—1100	25	22	140
			32	22	170
			32	25	170
			40	25	200

Продолжение табл. 46

Виды резцов	Нормаль	Обозначение резцов	Размеры резца, в мм		
			высота $H$	ширина $B$	длина $L$
Токарные сборные проходные с механическим креплением четырехгранных пластинок из твердого сплава и углом $\varphi=45^\circ$	МН 3901-62	2102—100	18	14	120
			22	14	120
			24	20	120
			29	20	120
			29	22	140
То же, с подкладкой	МН 3902-62	2102—100	36	22	170
			29	25	140
			36	32	170
Токарные сборные проходные с механическим креплением пятигранных пластинок из твердого сплава и углом $\varphi=60^\circ$	МН 3903-62	2102—1040	24	20	120
			29	20	140
			29	22	140
			36	22	170
			36	25	170
То же, с подкладкой	МН 3904-62	2102—1030	45	25	200
			24	20	120
			29	20	140
			29	22	140
			36	22	170
Токарные сборные проходные с механическим креплением шестигранных пластинок из твердого сплава и углом $\varphi=45^\circ$	МН 3905-62	2102—1070	36	25	170
			45	25	200
			24	20	120
			29	20	140
			29	25	140
То же, с подкладкой	МН 3906-62	2102—1170	36	25	170
			45	28	200
			24	20	120
			29	20	140
			29	25	140
			36	25	170
			36	28	170
			45	28	200

Резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинками применяют для чистового и получистового точения.

*Режимы резания резцами с многогранными твердосплавными пластинками при обработке стали 45*

Диаметр окружности пластинки, в мм	Число граней пластинки	Рабочая высота резца $H$ , в мм	Максимальная площадь сечения срезаемого слоя $f = t \times s$ мм <sup>2</sup>	Режим резания		
				$t$ , в мм	$s$ , в мм/об	$v$ , в м/мин
14	3 и 4	16 и 20	1,6	1—5	0,2—0,4	< 200
18	3, 4, 5 и 6	20 и 25	3—3,5	1—6	0,3—0,7	< 200
22	3, 4, 5 и 6	25 и 32	5—5,5	2—3	0,4—0,8	< 150
26	3, 5 и 6	32 и 40	8—8,5	2—9	0,4—1	< 150

К каждому резцу завод прилагает комплект твердосплавных многогранных пластинок.

Эти резцы имеют значительные преимущества перед напайными резцами и некоторыми другими сборными конструкциями.

#### 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 — 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 за 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. 47 приведены значения подачи, рекомендуемые для черного продольного и поперечного точения быстрорежущими и твердосплавными резцами.

Выбранная по табл. 47 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 определенным числам оборотов, принимаются по слабому звену станка и

При их использовании значительно сокращаются затраты рабочего времени на изготовление детали и обеспечивается хороший отвод стружки. Стойкость многогранных непереключаемых пластинок на 30% выше стойкости напайных пластинок.

указываются в паспорте. Слабым звеном могут быть привод, фрикционная муфта, зубчатые колеса и др.

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

Величина силы  $P_x$  для определения двойного крутящего момента рассчитывается по формуле (5);  $P_x$  можно определить и по таблицам режимов резания («Общештатные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на токарных станках. Серийное производство». Машгиз, 1960).

При получистовом и чистовом точении величину подачи устанавливают в зависимости от допускаемой шероховатости обработанной поверхности. Подачи, рекомендуемые для получистового точения, приведены в табл. 48. Из этой таблицы 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.** Скорость резания зависит от ряда условий и в первую очередь от материала и стойкости резца, геометрии режущей части резца, материала обрабатываемой детали, глубины резания и подачи, вида обработки, 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 указанном выше справочном руководстве).

**Нормативные таблицы режимов резания для наружного продольного и торцового обтачивания.** Для выбора режима резания при наружном продольном и торцовом обтачивании рекомендуется пользоваться данными табл. 49—53.

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

При других условиях работы данные табл. 49—53 следует умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в этих же таблицах. Примеры пользования

Величины подачи для черной  
(резцы с пластинками из твердого

Обрабатываемый материал	Размер державки резца, в мм	Диаметр, детали, в мм	Резцы
			Глубин.
			з
			Подача
Стали конструкционные, углеродистые, легированные и жаропрочные	16×25	20	0,3—0,4
		40	0,4—0,5
		60	0,5—0,7
		100	0,6—0,9
		400	0,8—1,2
	20×30 25×25	20	0,3—0,4
		40	0,4—0,5
		60	0,6—0,7
		100	0,8—1,0
		600	1,2—1,4
	25×40	60	0,6—0,9
		100	0,8—1,2
1 000		1,2—1,5	
30×45 40×60	500	1,1—1,4	
	2 500	1,3—2,0	
Чугун и медные сплавы	16×25	40	0,4—0,5
		60	0,6—0,8
		100	0,8—1,2
		400	1,0—1,4
	20×30 25×25	40	0,4—0,5
		60	0,6—0,9
		100	0,9—1,3
		600	1,2—1,8
	25×40	60	0,6—0,8
		100	1,0—1,4
		1 000	1,5—2,0
	30×45 40×60	500	1,4—1,8
		2 500	1,6—2,4

*Примечания.*

1. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1,0 мм/об не применять.
2. При обтачивании прерывистых поверхностей и работе с ударами табличные значения подачи следует

Таблица 47

вого наружного точения  
сплава и из быстрорежущей стали)

проходные с пластинками из твердого сплава				Резцы проходные из быстрорежущей стали		
резания, в мм, до						
5	8	12	св 12	3	5	8
в мм/об						
—	—	—	—	0,3—0,4	—	—
0,3—0,4	—	—	—	0,4—0,6	—	—
0,4—0,6	0,3—0,5	—	—	0,6—0,8	0,5—0,7	0,4—0,6
0,5—0,7	0,5—0,6	0,4—0,5	—	0,7—1,0	0,6—0,9	0,6—0,8
0,7—1,0	0,6—0,8	0,5—0,6	—	1,0—1,3	0,5—1,1	0,8—1,0
—	—	—	—	0,3—0,4	—	—
0,3—0,4	—	—	—	0,4—0,5	—	—
0,5—0,7	0,4—0,6	—	—	0,7—0,8	0,6—0,8	—
0,7—0,9	0,5—0,7	0,4—0,7	—	0,9—1,1	0,8—1,0	0,7—0,9
1,0—1,2	0,8—1,0	0,6—0,9	0,4—0,6	1,2—1,4	1,1—1,4	1,0—1,2
0,5—0,8	0,4—0,7	—	—	—	—	—
0,7—1,1	0,6—0,9	0,5—0,8	—	—	—	—
1,1—1,5	0,9—1,2	0,8—1,0	0,7—0,8	—	—	—
1,1—1,4	1,0—1,2	0,8—1,2	0,7—1,1	—	—	—
1,3—1,8	1,2—1,6	1,1—1,5	1,0—1,5	—	—	—
—	—	—	—	0,4—0,5	—	—
0,5—0,8	0,4—0,6	—	—	0,6—0,8	0,5—0,8	0,4—0,6
0,7—1,0	0,6—0,8	0,5—0,7	—	0,8—1,2	0,7—1,0	0,6—0,8
1,0—1,2	0,8—1,0	0,6—0,8	—	1,0—1,4	1,0—1,2	0,8—1,0
—	—	—	—	0,4—0,5	—	—
0,5—0,8	0,4—0,7	—	—	0,6—0,9	0,5—0,8	0,4—0,7
0,8—1,2	0,7—1,0	0,5—0,8	—	0,9—1,3	0,8—1,2	0,7—1,0
1,2—1,6	1,0—1,3	0,9—1,1	0,7—0,9	1,2—1,8	1,2—1,6	1,1—1,4
0,5—0,8	0,4—0,7	—	—	0,6—0,8	0,5—0,8	0,4—0,7
0,9—1,2	0,8—1,0	0,6—0,9	—	1,2—1,4	0,9—1,2	0,8—1,0
1,2—1,8	1,0—1,4	1,0—1,2	0,8—1,0	1,5—2,0	1,2—1,8	1,0—1,4
1,2—1,6	1,0—1,4	1,0—1,3	0,9—1,2	—	—	—
1,6—2,0	1,4—1,8	1,3—1,7	1,2—1,7	—	—	—

умножать на коэффициент 0,75—0,85

Таблица 48

Величины подач в зависимости от заданной шероховатости поверхности (резцы с пластинками из твердого сплава и из быстрорежущей стали)

класс чистоты по ГОСТ 2789-59	Обрабатываемый материал	Вспомогательный угол в плане, $\varphi$ град.	Диапазон скоростей резания $v$ , в м/мин	Радиус при вершине резца $r$ , в мм			
				0,5	1,0	2,0	
				Подача $s$ , в мм/об			
▽3	Сталь и чугун	5 10 15	Весь диапазон скоростей	—	1,0—1,1	1,3—1,5	
				—	0,8—0,9	1,0—1,1	
▽4	Сталь и чугун	5 10—15	Весь диапазон скоростей	—	0,55—0,7	0,7—0,85	
				—	0,45—0,6	0,6—0,7	
▽5	Сталь	5	< 50 50—100 > 100	0,22—0,3	0,25—0,35	0,3—0,45	
				0,28—0,35	0,35—0,4	0,4—0,55	
	10—15	< 50 50—100 > 100	0,18—0,25	0,25—0,3	0,3—0,4		
			0,25—0,3 0,3—0,35	0,3—0,35 0,35—0,4	0,35—0,5 0,5—0,55		
Чугун	5 10—15	Весь диапазон скоростей	—	0,3—0,5	0,45—0,65		
			—	0,25—0,4	0,4—0,6		
▽6	Сталь	≥ 5	30—50	—	0,11—0,15	0,14—0,22	
			50—80	—	0,14—0,20	0,17—0,25	
			80—100	—	0,16—0,25	0,23—0,35	
			100—130	—	0,2—0,3	0,25—0,39	
			> 130	—	0,25—0,3	0,35—0,39	
	Чугун	≥ 5	Весь диапазон скоростей	—	0,15—0,25	0,2—0,35	
▽7	Сталь	≥ 5	100—110	—	0,12—0,15	0,14—0,17	
			110—130	—	0,13—0,18	0,17—0,23	
			> 130	—	0,17—0,20	0,21—0,27	
<i>Поправочные коэффициенты на величины табличных подач в зависимости от предела прочности обрабатываемого материала</i>							
Предел прочности обрабатываемого материала $\sigma_B$ , в кг/мм <sup>2</sup>				До 50	50—70	70—90	90—110
Поправочный коэффициент $k_{ms}$				0,7	0,75	1,0	1,25



таблицами для выбора режимов резания приведены ниже.

**Выбор режимов резания при обработке пластмасс.** Точение пластмасс, таких, как текстолит, кордоволокнит, гетинакс и винипласт, наиболее успешно осуществляется резами из твердого сплава ВК6; применяют также и быстрорежущие резы. В табл. 54 даны значения режимов резания и геометрических параметров резов для токарной обработки пластмасс.

**Пример назначения режима резания при продольном обтачивании.** Как уже указывалось выше, при установлении режимов резания вначале выбирается глубина резания, а затем подача. 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  $N_e$  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.

**Условия обработки.** Обрабатываемая деталь — вал диаметром 60 мм,  $l=650$  мм; материал детали — конструкционная сталь  $\sigma_b=80$  кг/мм<sup>2</sup>; способ закрепления — в центрах; припуск на сторону  $h=3$  мм (диаметр заготовки 66 мм); характер обработки — черновое обтачивание; станок 1А62; стойкость реза  $T=90$  мин.

**Выбор материала, размеров и геометрических параметров реза.** По табл. 36 выбираем материал режущей части реза — твердосплавную пластинку (сплав марки Т15К6); для станка 1А62 берем резец сечением 25×16 мм. По табл. 37 принимаем форму 1 передней поверхности реза — плоскую с фаской. По табл. 38 берем передний угол  $\gamma=12^\circ$  и задний угол  $\alpha=8^\circ$ . Выбираем углы в плане: главный (по табл. 39)  $\phi=60^\circ$  (так как систему при  $l:D>10$  нельзя считать вполне жесткой) и вспомогательный (по табл. 40)  $\phi_1=15^\circ$ .

**Выбор подачи.** Для чернового обтачивания при  $t$  до 3 мм и диаметре заготовки

около 60 мм в табл. 47 рекомендуется подача в пределах 0,5—0,7 мм/об.

Учитывая, что отношение  $\frac{l}{D} = \frac{650}{60} \approx 11$ , т. е. больше 10, принимаем меньшее значение подачи:  $s=0,5$  мм/об. Это значение подачи имеется в паспорте станка (см. ниже).

**Выбор скорости резания.** При продольном обтачивании стали  $\sigma_b=80-89$  кг/мм<sup>2</sup> с  $s=0,5$  мм/об при  $t=3$  мм в табл. 49 рекомендуется скорость резания  $v=148$  м/мин.

В нашем случае требуется учесть поправочные коэффициенты. Эти коэффициенты следующие: на стойкость — 0,92 и на состояние заготовки — 1,0.

Находим окончательное значение скорости:

$$v = 148 \cdot 0,92 \cdot 1,0 = 136 \text{ м/мин.}$$

**Определение силы резания.** Силу резания определяем по таблицам в справочнике режимов резания или по формуле (5):

$$P_z \approx 250 \text{ кг.}$$

**Корректировка рекомендуемого нормативными таблицами режима резания ( $s=0,5$  мм/об,  $v=136$  м/мин и  $P_z=250$  кг) по паспортным данным станка 1А62.**

1. Паспортные данные станка 1А62: числа оборотов шпинделя в минуту  $n$  (без малых чисел оборотов): 120, 150, 185, 230, 305, 370, 380, 460, 480, 600, 610, 765, 960, 1200;

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 полезного действия станка  $\eta=0,75$  мощность на шпинделе станка  $N_{шп}=7,8 \cdot 0,75=5,8$  квт.

2. Число оборотов шпинделя станка определяем по следующей формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 136}{3,14 \cdot 66} = 655 \text{ об/мин.}$$

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

3. Эффективную мощность устанавливаем по формуле (7):

$$N_{рез} = \frac{P_z v}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = \frac{250 \cdot 136}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = 5,5 \text{ квт.}$$

Скорости

Сталь конструкционная углеродистая, хромистая.

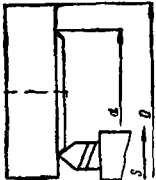
Предел прочности при $\sigma_B$ , в кг/мм <sup>2</sup>															
44-49	50-55	56-62	63-70	71-79	80-89	90-100	св. 100								
Твердость по Бринелю HB															
126-140	141-158	159-177	178-200	201-226	227-255	256-286	св. 286								
Глубина резания $t$ , в мм, до															
1,4	—	—	—	—	—	—	—	0,25	0,38	0,54	0,75				
3	1,4	—	—	—	—	—	—	0,14	0,25	0,38	0,54				
7	3	1,4	—	—	—	—	—	—	0,14	0,25	0,38				
15	7	3	1,4	—	—	—	—	—	—	0,14	0,25				
—	15	7	3	1,4	—	—	—	—	—	—	0,14				
—	—	15	7	3	1,4	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	15	7	3	1,4	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	15	7	3	1,4	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	15	7	3	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	15	7	—	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—				
Характер обработки							Главный угол в плане $\varphi^\circ$	Скорость							
1. Наружное продольное точение							45	417	371	330	293				
							60	382	339	302	268				
							90	336	299	265	236				
2. Растачивание (до $D=500$ мм)							45	378	336	299	265				
							60	350	310	276	245				
							90	305	271	240	214				
3. Поперечное точение 							0—0,4		45	518	460	409	364		
									60	479	426	378	336		
									90	422	375	332	296		
							Отношение диаметров $d:D$		0,5—0,7		45	499	443	394	350
											60	461	409	364	323
											90	405	360	320	284
							0,8—1,0		45	439	390	346	308		
									60	401	357	317	281		
									90	353	314	279	248		
Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы															
1) периода стойкости реза							2) марки								
Период стойкости $T$ , в мин.	30	45	60	90	120	180	Марка твердого сплава	Т14К8							
Коэффициент $k_{T_v}$	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,80	Коэффициент $k_{u_v}$	0,8							
Примечание. Резцами Т15К6 рекомендуется обрабатывать заготовки с коркой лишь															

Таблица 49

резания

хромоникелевая и стальное литье. Резцы с пластинками T15K6

Подача  $s$ , в мм/об

0,97	1,27	1,65	2,15	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	—	—	—	—	—	—	—
0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	—	—	—	—	—	—
0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	—	—	—	—	—
0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	—	—	—	—
0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	—	—	—
—	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	—	—
—	—	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	—
—	—	—	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15
—	—	—	—	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65
—	—	—	—	—	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27

резания  $\sigma$ , в м/мин

260	231	205	182	162	144	128	114	101	90	80	71
238	212	188	167	148	132	117	104	93	82	73	65
209	186	165	146	130	116	103	92	82	72	64	57
236	209	186	165	146	130	116	103	92	82	72	64
218	193	172	153	136	120	107	95	85	75	67	60
190	169	150	133	118	105	94	83	74	66	58	52
323	287	255	227	201	188	159	141	126	111	99	88
299	265	230	209	186	165	147	130	116	103	92	82
263	233	207	184	164	145	129	115	102	91	81	72
311	276	245	218	194	172	153	136	121	108	96	86
287	255	227	201	179	159	141	125	111	99	88	78
253	224	199	177	157	140	124	110	98	87	78	69
273	243	216	192	170	151	134	119	106	95	84	75
250	222	197	175	156	138	123	109	97	87	77	68
220	195	174	154	137	122	108	96	86	76	67	60

в зависимости от:

твердого сплава			3) состояния поверхности заготовки				
T15K6	T15K6T	T30K4	Состояние поверхности	Без корки	С коркой		
					литейной	литейной загрязненной	
1,0	1,15	1,4	Коэффициент $k_{пв}$	1,0	0,8—0,85	0,5—0,6	

при небольшой глубине резания.

Таблица 50

## Скорости резания

Сталь жаропрочная IX18H9T (ЭЯ1Т) (в состоянии поставки НВ 141).  
Резцы с пластинками ВК8

Глубина резания $t$ , в мм, до		Подача $s$ , в мм/об, до									
1,0	0,14	0,19	0,27	0,37	0,52	0,72	1,0	—	—	—	
2,1	—	0,14	0,19	0,27	0,37	0,52	0,72	1,0	—	—	
<u>4,4</u>	—	—	0,14	0,19	0,27	<u>0,37</u>	0,52	0,72	1,0	—	
9,0	—	—	—	0,14	0,19	0,27	0,37	0,52	0,72	1,0	
16	—	—	—	—	0,14	0,19	0,27	0,37	0,52	0,72	
Характер обработки	Главный угол в плане $\varphi$ , в град.	Скорость резания $v$ , в м/мин									
		45	167	145	125	108	94	81	70	60	52
1. Наружное продольное точение		60	145	125	108	94	81	70	60	52	45
		90	116	100	87	75	64	56	48	41	36
		45	151	130	112	97	84	72	62	54	47
2. Растачивание (до $D = 500$ мм)		60	130	112	97	84	72	62	54	47	40
		90	104	90	78	67	58	50	43	37	32
		45	175	151	130	112	97	84	72	62	54
3. Поперечное точение		60	151	130	112	97	84	72	62	54	47
		90	120	104	90	78	67	58	50	43	37
	Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:										
1) периода стойкости резца	Период стойкости $T$ , в мин.	30	60	120							
	Коэффициент $k_{T_v}$	1,1	1,0	0,9							

Продолжение табл. 50

2) марки твердого сплава	Марка твердого сплава	ВК8	Т5К10	Т15К6	
	Коэффициент $k_{и\sigma}$	1,0	1,4	1,9	
3) вида попе- речного точения	Отношение диамет- ров $d: D$ (см. табл. 49)	0—0,4	0,5—0,7	0,8—1,0	
	Коэффициент $k_{d\sigma}$	1,18	1,13	1,0	
4) состояния поверхности за- готовки	Поверхность	Без корки и ударов	Корка	Удары с плавным выходом	Удары с резким выходом
	Коэффициент $k_{п\sigma}$	1,0	0,7	0,9	0,2
5) марки стали и ее состояния (термообработкн):					
Марка стали	В состоянии поставки	Термообработка			
		отжиг	нормализация и отпуск	закалка и отпуск	закалка
Коэффициент $k_{M\sigma}$					
12ХМФ	—	—	2,1	—	—
ЭИ415	—	1,5	0,8	—	—
15Х1М1ФЛ	0,6	—	—	—	—
Х12ВМФ	—	1,9	—	—	—
ЭИ757	—	2,6	—	1,6	—
ЦЖ5Л	1,4	—	—	—	—
1Х18Н9Т (ЭЯ1Т)	1,0	1,2	—	—	1,2
ЭИ726	—	—	1,1	—	1,1
Х23Н18 (ЭИ417)	—	—	—	1,4	—
1Х18Н12ТЛ	0,8	—	—	—	—
ЭИ481	0,8	—	—	0,7	0,8
ЭИ612	0,7	—	—	0,5	1,1
ЭИ607А	0,3	—	—	0,25	0,3
ЭИ765	—	—	—	0,25	0,3

Таблица 51

## Скорости резания

Сталь жаропрочная 1X18H9T (ЭЯ1Т) (в состоянии поставки НВ 141).  
Резцы из стали Р18. Работа с охлаждением

Глубина резания $t$ , в мм, до		Подача $s$ , в мм/об, до										
		0,15	0,2	0,26	0,35	0,45	0,59	0,77	1,0	—	—	
1,0	—	0,15	0,2	0,26	0,35	0,45	0,59	0,77	1,0	—	—	
2,1	—	—	0,15	0,2	0,26	0,35	0,45	0,59	0,77	1,0	—	
4,4	—	—	—	0,15	0,2	0,26	0,35	0,45	0,59	0,77	1,0	
9,0	—	—	—	—	0,15	0,2	0,26	0,35	0,45	0,59	0,77	
16	—	—	—	—	—	0,15	0,2	0,26	0,35	0,45	0,59	
Характер обработки	Главный угол в плане $\varphi$ , в град.	Скорость резания $v$ , в м/мин										
		30	69	60	51	44	38	33	28	25	21	18
1. Наружное продольное точение	45	55	47	41	35	30	26	23	20	17	14,5	
	60	46	40	34	30	25	22	19	16	14	12	
	90	35	30	26	22	19	16,5	14	12,3	10,6	9	
2. Растачивание	45	49	43	37	32	24	24	20	17,5	15	13	
	60	41	35	30	26	23	20	17	14,5	12,5	10,8	
	90	31	27	23	20	17	14,7	12,7	10,9	9,5	8,1	
3. Поперечное точение	45	57	49	43	37	32	27	24	20	17,5	15	
	60	48	41	36	31	27	23	20	17	14,7	12,6	
	90	36	31	27	23	20	17	14,7	12,7	11	9,5	
Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:												
1) периода стойкости резца	Период стойкости $T$ , в мин.	30	60	120								
	Коэффициент $k_{T_v}$	1,1	1,0	0,9								
2) вида поперечного точения	Отношение диаметров $d: D$ (см. табл. 49)	0—0,4	0,5—0,7	0,8—1,0								
	Коэффициент $k_{d_v}$	1,18	1,13	1,0								
3) наличия охлаждения	Условия работы	С охлаждением				Без охлаждения						
	Коэффициент $k_{o_v}$	1,0				0,9						

Продолжение табл. 51

4) марки стали и ее состояния (термообработки):					
Марка стали	В состоянии поставки	Термообработка			
		отжиг	нормализация и отпуск	закалка и отпуск	закалка
		Коэффициент $K_{M0}$			
12ХМФ	—	—	3,3	—	—
ЭИ415	—	2,7	0,8	—	—
15Х1МФЛ	0,7	—	—	—	—
Х12ВМФ	1,2	1,2	—	—	—
ЭИ757	—	—	—	1,6	—
ЭИ575	—	1,8	—	—	—
ЦЖ5Л	0,8	—	—	—	—
1Х18Н9Т (ЭЯ1Т)	1,0	1,1	—	—	0,9
ЭИ726	—	—	0,9	—	0,8
Х23Н18 (ЭИ417)	—	—	—	1,1	—
1Х18Н12ТЛ	0,9	—	—	—	—
ЭИ481	0,6	—	—	0,5	0,4
ЭИ812	0,5	—	—	0,3	0,6
ЭИ607А	0,4	—	—	0,4	0,4
ЭИ765	—	—	—	0,3	0,3

Так как мощность на шпинделе станка  $N_{шп} = 5,8$  квт, то принятый режим резания вполне осуществим на данном станке.

4. Производим корректировку значения скорости резания. Принимаем  $n = 610$  об/мин.

(ближайшее меньшее значение числа оборотов), тогда:

$$v = \frac{3,14 \cdot 66 \cdot 610}{1000} = 126 \text{ м/мин.}$$

## 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 составляемые на некоторых заводах для определенных типов станков упрощенные таблицы режимов резания, учитывающие номенклатуру,

материал и особенности обрабатываемых деталей.

Наибольшее распространение имеют таблицы, номограммы и приборы для установления числа оборотов шпинделя по принятой скорости резания и диаметру обрабатываемой поверхности. Эти же таблицы, номограммы и приборы используются и для

Скорость  
Чугун серый.

Твердость по Бринеллю <i>HВ</i>										
150—164	165—181	182—199	200—219	220—241	242—265	Поддача				
Глубина резания <i>t</i> , в мм, до										
0,8	—	—	—	—	—	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0
1,8	0,8	—	—	—	—	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75
4	1,8	0,8	—	—	—	—	0,14	0,23	0,42	0,56
9	4	1,8	0,8	—	—	—	—	0,14	0,23	0,42
20	9	4	1,8	0,8	—	—	—	—	0,14	0,23
—	20	9	4	1,8	0,8	—	—	—	—	0,14
—	—	20	9	4	1,8	—	—	—	—	—
—	—	—	20	9	4	—	—	—	—	—
—	—	—	—	20	9	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—

Характеристика обработки	Главный угол в плане $\varphi$ , в град.		Скорость					
	1. Наружное продольное точение	45 60 90	250 220 182	222 195 162	197 174 144	175 154 128	156 137 114	
2. Растачивание (до $D=500$ мм)	45 60 90	225 199 165	199 177 147	177 157 130	157 140 116	140 124 103		
Поперечное точение 	Отношение диаметров $d:D$	0—0,4	45 60 90	314 275 227	279 245 201	248 217 179	220 193 159	195 171 141
		0,5—0,7	45 60 90	302 265 220	268 236 195	238 209 174	212 186 154	188 165 137
		0,8—1,0	45 60 90	265 231 192	236 205 170	209 182 151	186 162 134	165 144 119

Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

1) периода стойкости реза							2) марки	
Период стойкости $T$ , в мин.	30	45	60	90	120	180	Марка сплава	ВК6
Коэффициент $k_{T_v}$	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,80	Коэффициент $k_{иv}$	1,0



Таблица 52

**резания**

Резцы с пластинками ВК6

*s*, в мм/об, до

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	1,3	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	—	—	—	—	—	—	—
0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	—	—	—	—	—	—
0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	—	—	—	—	—
0,23	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	—	—	—	—
0,14	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	—	—	—
—	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	—	—
—	—	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	—
—	—	—	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3

резания *v*, в м/мин

138	123	109	97	87	77	68	61	54	48	43	38
122	108	96	86	76	68	60	53	47	42	37	33
101	90	80	71	63	56	50	44	39	35	31	28
124	110	98	87	78	69	62	55	48	43	38	34
110	98	87	77	69	61	55	48	43	38	34	30
92	81	72	64	57	51	45	40	36	32	28	25
174	154	137	122	108	96	86	76	68	60	53	47
152	135	120	107	95	84	75	67	59	52	46	41
126	111	99	88	78	70	62	55	49	43	39	34
167	148	132	117	104	93	82	73	65	58	51	46
147	130	116	103	92	82	72	64	57	51	45	40
122	108	96	86	76	64	57	53	47	40	35	31
147	130	116	103	92	82	72	64	57	51	45	40
128	114	101	90	80	71	63	56	50	44	39	35
106	95	84	75	66	59	52	47	41	37	33	29

в зависимости от:

твёрдого сплава			3) состояния поверхности заготовки			
ВК8	ВК3	ВК2	Состояние поверхности	Без корки	С коркой	
					литейной	литейной загрязненной
0,83	1,15	1,2—1,25	Коэффициент $k_{пв}$	1,0	0,8—0,85	0,5—0,6

Таблица 53

## Скорости резания

Медные сплавы гетерогенные  $HB\ 100 - 140$ . Резцы из стали P18

Глубина резания $t$ , в мм, до			Подача $s$ , в мм/об, до											
0,7—1,7			0,24	0,31	0,39	0,49	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	—	
1,8—4,5			0,19	0,24	0,31	0,39	0,49	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	
4,6—12			0,12	0,19	0,24	0,31	0,39	0,49	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	
Характер обработки		Угол в плане $\varphi$ , в град.	Скорость резания $v$ , в м/мин											
Наружное продольное точение		60 90	134	119	106	94	84	75	66	59	52	49	41	
			111	99	88	78	70	62	55	49	43	39	34	
Растачивание (до $D = 500$ мм)		60 90	120	107	96	85	75	67	60	53	47	42	37	
1) группы медного сплава	Отношение диаметров $d: D$	0—0,4	60	165	146	130	116	103	92	82	72	64	57	51
			90	138	123	109	97	86	76	68	60	53	47	42
		0,5—0,7	60	156	138	123	109	97	86	77	68	61	54	48
			90	128	113	101	90	80	71	63	56	50	44	39
		0,8—1,0	60	140	124	110	98	87	78	69	61	54	48	43
			90	116	103	92	82	72	64	57	51	45	40	36
<p>Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:</p>														
1) группы медного сплава	Группа медного сплава	Сплавы гетерогенные		Сплавы свинцовые при основной гетерогенной структуре	Гомогенные сплавы	Сплавы с содержанием свинца < 10% при основной гомогенной структуре	Медь	Сплав с содержанием свинца < 15%						
		высокой твердости	средней твердости											
	Коэффициент $k_{M2}$	0,7	1,0	1,7	2,0	4,0	8,0	12,0						

Продолжение табл. 53

2) периода стойкости реза	Период стойкости $T$ , в мин.	30	60	90	120	150	240	—
	Коэффициент $k_{T\sigma}$	1,16	1,0	0,91	0,84	0,80	0,73	—
3) состояния поверхности заготовки	Поверхность	Без корки			С литевой коркой			
	Коэффициент $k_{пв}$	1,0			0,9			

Таблица 54

## Выбор режимов резания при точении пластмасс

Тип пластмассы	Геометрические параметры резов										
	твердосплавных					быстрорежущих					
	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$	$\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$	$r_s$ в мм	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$	$\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$	$r_s$ в мм	
Текстолит . . . . .	8—10	20	45	0	4	10—12	20	45	0	4	
Кордолокнит . . . . .	16	20	45	0	—	20	20	45	0	—	
Гетинакс . . . . .	10	20	45	0	4—6	20	20	45	0	4—6	
Винипласт . . . . .	10	20	45	0	—	20	20	45	0	—	
Тип пластмассы	Глубина резания $t$ , в мм	Скорость резания $v$ , в м/мин, при подаче $s$ , в мм/об									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Текстолит	1	320	298	287	278	273	193	180	173	168	164
	2	196	183	176	171	167	125	116	112	109	106
	3	149	139	134	130	127	96	89	86	83	81
Кордолокнит	1—2	400—800	400—800	—	—	—	100—200	100—200	—	—	—
		1	370	252	202	172	152	185	126	101	86
Гетинакс	2	254	174	138	118	104	127	87	69	59	52
	3	202	138	110	94	84	101	69	55	47	42
	Винипласт	1—3	50—300			50—150					

решения обратной задачи, т. е. для определения получающейся скорости резания по данному числу оборотов шпинделя и диаметру обрабатываемой поверхности (табл. 55).

На рис. 34 приведена номограмма для установления скорости резания по известному диаметру детали и числу оборотов шпинделя, а также и для решения обратной задачи.

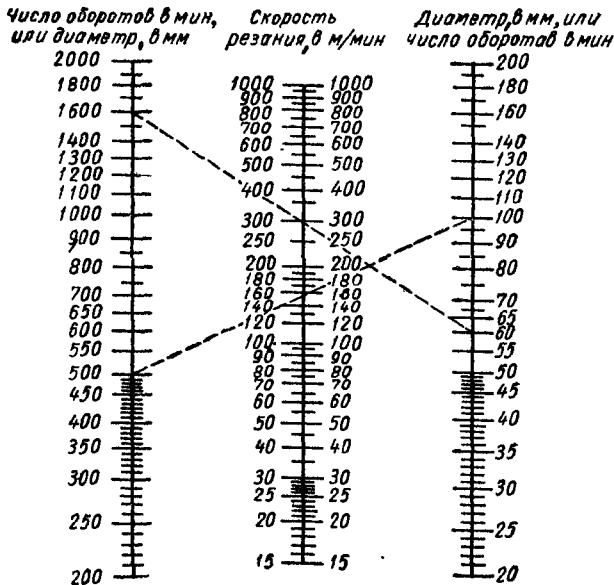


Рис. 34. Номограмма для определения скорости резания (или числа оборотов) по известным диаметру детали и числу оборотов (или скорости резания).

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 200 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 200 до 2000 мм отсчитываются на левой стороне шкалы, а соответствующие им числа оборотов — на правой.

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

Для практического использования номограмму рекомендуется тщательно вычертить на кальке тушью и сфотографировать на пластинку размерами 9×12 см. При та-

ком размере фотографии пометки на шкалах видны достаточно хорошо.

*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  $n=160$  об/мин. 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.

На рис. 35 приведена циклограмма для выбора режимов резания при обработке сталей  $\sigma_B=70-80$  кг/мм<sup>2</sup> на токарно-винторезном станке модели 1А62. Особенностью этой циклограммы является то, что она построена с учетом паспортных данных станка. 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 рисунке штриховыми линиями со стрелками.

График состоит из четырех частей.

*Первая часть графика (1)* выражает зависимость скорости резания  $v$  от подачи  $s$  и глубины резания  $t$  при стойкости твердосплавного реза  $T=90$  мин. (пластинка твердого сплава марки Т15К6).

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

$$v = \frac{C_v}{t^x v_g^y v} \quad (15)$$

Пользоваться этой частью графика нужно следующим образом. После того как выбраны геометрия реза, глубина резания и подача (по табл. 47 и 48), 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 наиболее выгодное 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  $\phi=60^\circ$   $v=158$  м/мин.

Таблица 55

Числа оборотов в зависимости от диаметра детали и скорости резания<sup>1</sup>

Скорость резания $v$ , м/мин	Диаметр обрабатываемой детали $D$ , в мм																					
	10	12	15	18	20	22	25	28	30	35	40	45	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500
3	96	80	64	53	48	44	38	34	32	27	24	21	19	16	12	9,6	6,4	—	—	—	—	—
4	128	106	85	71	64	58	51	46	42	36	32	28	25	21	16	13	8,5	6,4	—	—	—	—
5	159	133	106	88	80	72	64	57	53	46	40	35	32	27	20	16	10,6	8,0	6,3	—	—	—
6	191	160	127	106	96	87	76	68	64	55	48	43	38	32	24	19	13	9,6	7,6	6,3	—	—
7	223	186	148	124	112	101	89	80	74	64	56	50	44	37	28	22	15	11	8,9	7,4	—	—
8	255	213	170	141	128	116	102	91	85	73	64	57	51	42	32	26	17	13	10	8,5	6,4	—
9	287	239	191	159	143	130	114	103	96	82	72	64	58	48	36	29	19	14	11	9,6	6,4	—
10	318	265	213	177	159	145	127	114	106	91	80	71	64	53	40	32	21	16	13	11	8,0	—
12	382	318	255	212	191	174	153	136	127	109	96	85	76	64	52	38	26	19	15	13	7,2	—
15	478	400	318	265	239	217	191	170	159	136	120	106	96	80	60	48	32	24	19	16	12	—
18	574	478	382	318	287	260	229	205	191	164	143	128	115	95	72	57	38	29	23	19	14	—
20	636	530	425	354	318	290	254	227	212	182	160	142	127	106	80	64	43	32	25	21	16	—
25	796	665	531	442	399	362	318	285	265	227	199	177	159	133	100	80	53	40	32	26	20	—
30	955	797	636	530	478	434	382	340	318	272	239	212	191	159	120	96	64	48	38	32	24	—
35	1120	930	744	620	558	507	445	398	370	318	279	248	224	185	140	112	74	56	44	37	28	—
40	1275	1060	850	708	638	580	508	455	425	364	318	283	256	213	160	128	85	64	51	42	32	—
45	1435	1200	955	795	716	650	574	510	477	410	359	318	287	238	179	144	96	72	57	47	36	—
50	1590	1330	1060	883	795	723	635	570	530	454	398	354	318	265	199	159	106	80	64	53	40	—
55	1750	1460	1160	972	875	795	700	625	583	500	438	390	350	292	219	175	116	88	70	58	44	—
60	1910	1590	1270	1060	955	870	763	680	636	545	478	424	382	318	239	191	127	96	76	64	48	—
65	2060	1730	1375	1150	1030	940	826	738	690	590	518	460	414	344	259	206	138	103	83	69	52	—
70	—	1860	1480	1240	1115	1015	890	795	743	635	558	495	446	370	279	223	148	112	89	74	56	—
80	—	—	1700	1410	1280	1180	1020	910	850	730	640	570	510	420	318	255	170	128	102	85	64	—
100	—	—	—	1770	1590	1450	1270	1140	1060	910	793	710	633	530	398	318	212	159	127	106	79	—

<sup>1</sup> Для  $v$  свыше 100 м/мин надо пользоваться данными для диапазона 10—100 м/мин, умножая на 10 числа оборотов, указанные в таблице.

Вторая часть графика (II) выражает линейную зависимость скорости резания и числа оборотов детали от ее диаметра согласно формуле (1).

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.

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 вращающего мо-

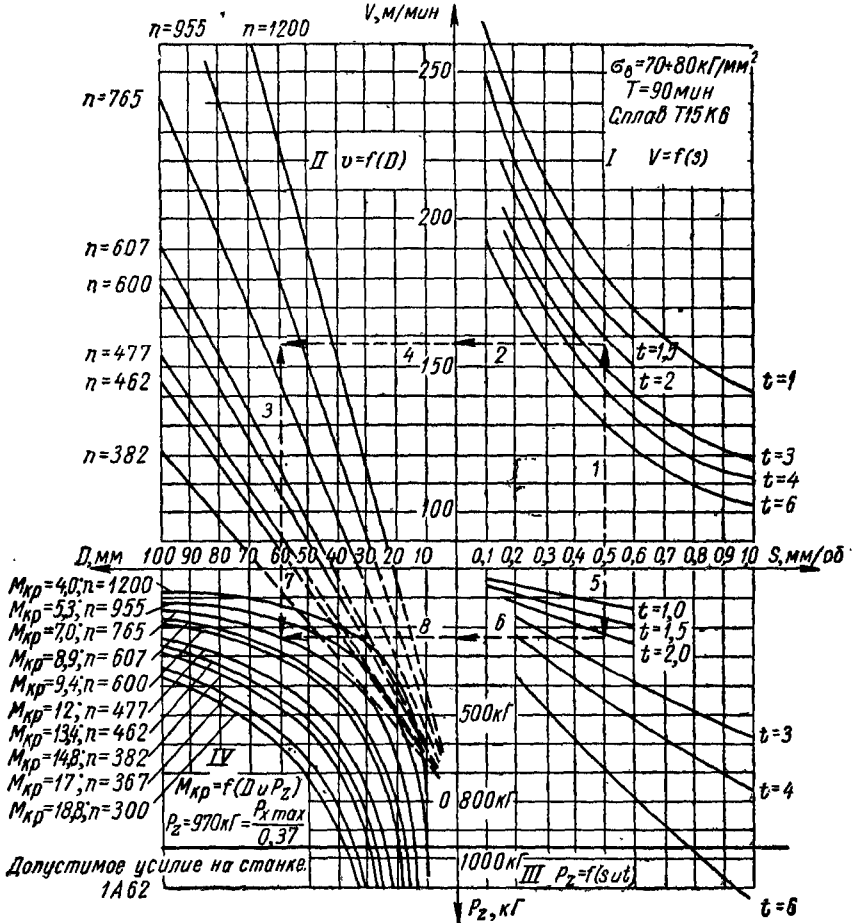


Рис. 35. Циклограмма для выбора режимов резания при работе на токарно-винторезном станке модели 1А62.

В нашем примере находим требуемое число оборотов на пересечении вертикали, проведенной из точки  $D=60$  мм (линия 3), с горизонтальной из точки  $v=158$  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 (5).

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

мента, расходуемого на резание, по формуле:

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

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

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

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 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  $\sigma_b$ . В остальном порядок расчета сохраняется. 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. Для этих же целей успешно используются вычислительные машины упрощенного типа; в некоторых случаях прибегают и к использованию ЭВМ.

### 6. ПОЛУЧИСТОВОЕ ТОЧЕНИЕ С БОЛЬШИМИ ПОДАЧАМИ

Резцы для получистового точения с большими подачами. Получистовое точение с большими подачами осуществляется реза-

ми с дополнительной режущей кромкой — типа резов токаря-поворотра В. А. Колесова (рис. 36 и табл. 56 и 57). Особенностью конструкции этих резов является наличие трех режущих кромок, благодаря которым резец сочетает в себе возможности двух резов — обдирочного и чистового широкого.

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

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

Для нормальных условий стружколомаия такие резцы либо снабжаются накладными стружколомателями, либо же на их передней поверхности электроискровым способом образуются специальные стружколомающие лунки (табл. 56).

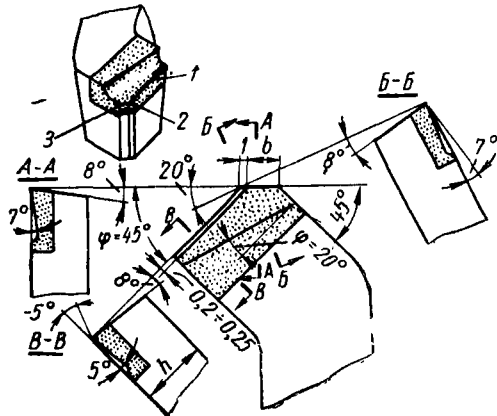


Рис. 36. Проходной резец конструкции В. А. Колесова.

Таблица 56

Форма передней поверхности резов для точения с большими подачами

Форма передней поверхности		Область применения																	
Плоская	С фаской и искусственной лункой формы круга		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><math>t</math>, в мм</td> <td colspan="2"><math>s</math>, в мм/об</td> </tr> <tr> <td>0,7—1,5</td> <td>св. 1,5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Диаметр лунки <math>d</math>, в мм</td> </tr> <tr> <td>0,7—1,5</td> <td>2,5</td> <td>2,5—3,5</td> </tr> <tr> <td>св. 1,5 до 2,5</td> <td>2,5—3,5</td> <td>3,5</td> </tr> <tr> <td>св. 2,5</td> <td colspan="2">3,5</td> </tr> </table>	$t$ , 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—3,5	св. 1,5 до 2,5	2,5—3,5	3,5	св. 2,5	3,5
		$t$ , 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—3,5																	
св. 1,5 до 2,5	2,5—3,5	3,5																	
св. 2,5	3,5																		
0,13—0,16 мм	Обработка стали	Рекомендуется для массового и крупносерийного производства																	

Продолжение табл 56

Форма передней поверхности		Область применения	
Плоская	С отрицательной фаской и искусственной лункой формы сектора	<p>0,13-0,16 мм</p>	$t \geq 0,7$ мм, $s \geq 0,7$ мм/об Рекомендуется для единичного и мелкосерийного производства
	С фаской и порошком	<p>0,8-1,1 мм 15°</p>	$t$ , в мм   1—1,5   1,5—2   2,5—4 $k$ , в мм   4—5   5—6   6—8 $s =$ до 5 мм/об Данная форма рекомендуется для заводов, не имеющих электроскоростной установки
	Без лунки и порошка	<p>При обработке чугуна <math>f=0</math></p>	Обра- ботка стали и чугуна  Рекомендуется для единичного и серийного производства. При обработке стали требуется применение стружколомателей

Таблица 57

**Геометрические параметры режущей части резцов для точения с большими подачами**

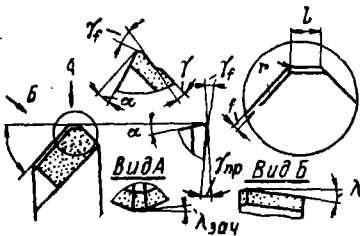
Сечение стружки, в мм <sup>2</sup>	Обрабатываемый материал	$\sigma_{в}$ , в кг/мм <sup>2</sup>	НВ	Углы заточки, в град							$l$ , в мм	$f$ , в мм	$\gamma_f$ , в град	$r_f$ , в мм
				$\varphi$	$\alpha$	$\gamma_{пр}$	$\gamma$	$\lambda_{зач}$	$\lambda$					
До 7	Сталь	До 70	—	45	10	10	7	0	-7	(1,2—1,8) s	0,5	-5	1—3	
		Св. 70	—	45	8	5	3,5	0	-3,5	(1,2—1,8) s	0,5	-5	1—3	
	Чугун	—	До 220	45	8	8	5	0	-5	(1,2—1,8) s	—	—	1—3	



Продолжение табл. 57

Сечение стружки, в мм <sup>2</sup>	Обрабатываемый материал	$\sigma_{в'}$ в кг/мм <sup>2</sup>	НВ	Углы заточки, в град.						$l$ , в мм	$r$ , в мм	$r_f$ в град.	$r$ , в мм
				$\varphi$	$\alpha$	$\gamma_{пр}$	$\gamma$	$\lambda_{зач}$	$\lambda$				
Св. 7	Сталь	До 70 Св. 70	— —	45 45	8 6	3,5 0	5 3,5	3,5 5	0 3,5	1,2s 1,2s	0,5 0,5	— —	1—3 1—3
	Чугун	—	До 220	45	6	5	7	5	0	1,2s	—	—	1—3
До 7 и выше	Сталь	До 70 и выше	—	90	8	0	5	5	0	(1,2—1,8) s	0,5	—	1—3
	Чугун	—	До 220	90	8	0	3	3	0	(1,2—1,8) s	—	—	1—3

Примечания.



1. В целях достижения более высокого класса шероховатости обработанной поверхности зачистная режущая кромка должна быть прямолинейной (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 зачистной режущей кромки  $l$  по мере повышения требований к шероховатости поверхности нужно увеличивать от 1,2 до 1,8s.

4. Режущие части подлежат доводке.

Выбор режимов резания при точении с большими подачами. Использование резцов с зачистной режущей кромкой под углом  $\varphi_1=0^\circ$  позволяет, не снижая чистоты поверхности, увеличить подачу и, следова-

тельно, производительность труда по машинному времени в 5—10 раз.

Выбор режима резания начинают с установления глубины резания (табл. 58), затем определяют подачу (табл. 59), а после этого — скорость резания (табл. 60 и 61).

Таблица 58

Выбор глубины резания при получистовом точении

Обрабатываемый материал	Марка твердого сплава	Глубина резания $l$ , в мм
Сталь	Т30К4 Т15К6, Т14К8 Т5К10	От 0,2 до 0,5 0,5 " 2,5 До 3,0
Чугун	ВК2, ВК3, ВК6, ВК8	До 5,0

Таблица 59

## Подачи для наружного точения

Резцы с пластинками из твердого сплава с дополнительной кромкой ( $\varphi_1=0^\circ$ )

Подачи черновые						
Обрабатываемый материал	Размеры державки резца, в мм	Диаметр детали, в мм, до	Главный угол резца в плане			
			$\varphi=45^\circ$		$\varphi=90^\circ$	
			Глубина резания $t$ , в мм, до			
			3	5	3	5
Подача $s$ , в мм/об						
Стали конструкционные углеродистые и легированные	16×25	40	1,0—1,2	—	1,0—1,2	—
		60	1,4—1,5	1,0—1,2	1,2—1,4	1,0—1,2
		100 и более	1,8—2,0	1,3—1,5	1,2—1,6	1,0—1,4
	20×30 25×25	40	1,0—1,2	—	1,0—1,2	—
		60	1,4—1,5	1,0—1,2	1,2—1,4	1,0—1,2
		100 и более	1,8—2,5	1,4—2,0	1,2—1,8	1,0—1,4
25×40 и более	60	1,4—1,8	1,2—1,6	1,0—1,4	0,8—1,2	
	100 и более	2,0—3,0	1,6—2,5	1,2—2,0	1,0—1,5	
Чугун	16×25	40	1,0—1,4	—	1,0—1,2	—
		60	1,5—1,8	1,0—1,4	1,2—1,5	1,0—1,2
		100 и более	2,0—2,4	1,5—2,0	1,5—2,0	1,0—1,4
	20×30 25×25	40	1,0—1,4	—	1,0—1,2	—
		60	1,5—1,8	1,0—1,4	1,2—1,5	1,0—1,2
		100 и более	2,0—2,8	1,5—2,5	1,5—2,2	1,2—1,5
	25×40 и более	60	1,5—2,0	1,2—1,5	1,2—1,6	1,0—1,2
		100 и более	2,0—3,5	1,6—3,0	1,5—2,5	1,2—1,5
	Подачи в зависимости от заданной чистоты поверхности					
Обрабатываемый материал	Класс чистоты (по ГОСТ 2789-59)	Диапазон скоростей резания $v$ , в м/мин	Глубина резания $t$ , в мм		Подача $s$ , в мм/об	
Сталь	$\nabla 4-\nabla 5$ $\nabla 6-\nabla 7$	$\geq 50$ $\geq 100$	1,0 0,4—0,6		До 5,0 2,0—3,0	
Чугун	$\nabla 4-\nabla 5$ $\nabla 6$	Весь диапазон скоростей	1,0 0,4—0,6		До 5,0 2,0—4,0	

Таблица 60

## Скорости резания

Сталь конструкционная углеродистая, хромистая, хромоникелевая и стальное литье.  
Резцы с пластинками Т15К6 с дополнительной режущей кромкой ( $\varphi_1=0^\circ$ )

Глубина резания $t$ , в мм, до		Подача $s$ , в мм/об, 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		0,70	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	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6		—	0,70	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		—	—	0,70	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		—	—	—	0,70	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		—	—	—	—	0,70	0,85	1,05	1,3	1,6	1,9	2,3	2,8	3,4	4,1	—	—
Угол в плане резца $\varphi$ , в град.	Механические свойства материала		Скорость резания $v$ , в м/мин														
	$\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup>	НВ															
45*	50	144	255	240	226	214	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	105
	57	163	226	214	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99
	63	180	201	190	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88
	72	205	179	168	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78
	80	228	158	150	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78	74	65
	92	263	141	133	125	118	111	105	99	94	88	83	78	74	70	65	65
90	50	144	177	167	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	73
	57	163	157	148	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	65
	63	180	140	132	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	58
	72	205	124	117	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	51
	80	228	110	104	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54	51	—
	92	263	98	93	87	82	77	73	69	65	61	58	54	51	—	—	—
Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:																	
1) периода стойкости резца	Период стойкости $T$ , в мин.	20	30	45	60	75	90										
	Коэффициент $K_{T_v}$	1,16	1,08	1,0	0,95	0,91	0,88										
2) марки твер- дого сплава	Марка сплава	Т30К4	Т15К6	Т14К8	Т5К10												
	Коэффициент $k_{H_v}$	1,4	1,0	0,8	0,65												

\* При недостаточной жесткости системы рекомендуются резцы с  $\varphi=60^\circ$ , при этом табличные значения скорости резания надо умножить на коэффициент 0,9.

Таблица 61

## Скорости резания

Чугун серый. Резцы с пластинками ВК6 с дополнительной режущей кромкой ( $\varphi_1=0^\circ$ )

Глубина резания $t$ , в мм, до	Подача $s$ , в мм/об, до																	
	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,7	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,85	1,1	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,0	1,0	1,1	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,1	0,85	1,0	1,1	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,3	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,5	—	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	
1,8	—	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	—	
2,0	—	0,7	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	—	
2,4	—	—	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,8	3,7	5,0	—	—	—	—	
2,8	—	—	0,7	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,8	3,7	5,0	—	—	—	
3,2	—	—	—	—	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,7	5,0	—	—	
3,7	—	—	—	—	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,7	5,0	—	
4,3	—	—	—	—	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,4	4,0	5,0	
5,0	—	—	—	—	—	0,85	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,7	4,3	
Угол резца в плане $\varphi$ , в град.	Скорость резания $v$ , в м/мин																	
	Твердость по Роквеллу-С материала НВ	137	207	195	184	174	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86
45 *	150	184	174	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72
	165	164	154	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64
	182	145	137	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57
	200	129	122	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50
	220	115	108	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50	47	44
	242	102	96	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50	47	44	42	40
	266	91	86	81	76	72	68	64	60	57	53	50	47	44	42	40	37	35
	90	137	165	156	147	138	130	123	116	109	103	97	92	86	82	77	72	68
155		147	138	130	123	116	109	103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57
165		130	123	116	109	103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51
182		116	109	103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45
200		103	97	92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40
220		92	86	82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40	38	36
242		82	77	72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40	38	36	34	32
266		72	68	64	61	57	54	51	48	45	42	40	38	36	34	32	30	28

\* При недостаточной жесткости системы рекомендуются резцы с  $\varphi=60^\circ$ , при этом табличные значения скорости резания надо умножить на коэффициент 0,9.

Продолжение табл. 61

Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:								
1) периода стойкости резца	Период стойкости $T$ , в мин.	15	20	30	45	60	75	90
	Коэффициент $k_{T_v}$	1,21	1,12	1,0	0,89	0,83	0,78	0,74
2) марки твердого сплава	Марка сплава	ВК8	ВК6	ВК3, ВК2				
	Коэффициент $k_{н_v}$	0,9	1,0	1,0—1,1				

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

Пример назначения режима резания при точении с большими подачами. Дано. Деталь — валик (рис. 37); операция — обтачивание под шлифовку; обрабатываемый материал — углеродистая сталь 45 ( $\sigma_B = 70$  кг/мм<sup>2</sup>; припуск на сторону  $h = 1,8$  мм (диаметр заготовки 84 мм); станок — токар-

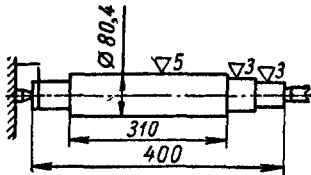


Рис. 37. Валик.

но-винторезный модели 1А62; инструмент — резец проходной с зачистной режущей кромкой, оснащенный твердым сплавом Т15К6; главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ ; период стойкости  $T = 60$  мин.

Решение.

1. По табл. 59 определяем величину подачи. При обтачивании под шлифовку вала  $D = 84$  мм с глубиной резания  $t = 1,8$  мм рекомендуется подача  $s = 1,4—1,5$  мм/об. По паспорту станка выбираем ближайшее к указанному значению подачи. Принимаем подачу  $s = 1,5$  мм/об.

2. Для стали 45 ( $\sigma_B = 70$  кг/мм<sup>2</sup>) сечения стружки  $s \times t = 1,5 \times 1,8 < 7$  мм<sup>2</sup> и при работе на проход выбираем по табл. 57:

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

б) передний угол  $\gamma = 10^\circ$ ;

в) задний угол  $\alpha = 10^\circ$ ;

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

д) длина зачистной режущей кромки  $l = 4$  мм составляет 1,25s.

3. Для  $t = 1,8$  мм,  $s = 1,5$  мм/об и  $\sigma_B = 70$  кг/мм<sup>2</sup> скорость резания определяем по табл. 60:  $v = 133$  м/мин. Вводим поправочные коэффициенты: на период стойкости — 0,95 и на марку твердого сплава — 1,0. Скорость резания будет составлять:

$$v = 133 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 126 \text{ м/мин.}$$

Находим число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 126}{3,14 \cdot 84} = 477 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка (см. стр. 137) выбираем ближайшее меньшее число оборотов шпинделя  $n = 460$  об/мин., в соответствии с которым пересчитываем скорость резания:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 84 \cdot 460}{1000} \approx 121 \text{ м/мин.}$$

Если мощность на резание [см. формулу (7)] не превышает мощности на шпинделе (согласно паспорту станка  $N_{шп} = 5,8$  кВт), то на этом выбор режима резания заканчивается. В противном случае скорость резания и число оборотов соответственно уменьшаются.

## 7. УСТАНОВКА РЕЗЦОВ НА РАЗМЕР И РАБОЧИЕ СХЕМЫ ОБТАЧИВАНИЯ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Значительную часть вспомогательного времени при обработке наружных цилиндрических, торцовых и других поверхностей на токарных станках составляет время, затрачиваемое на установку резцов на размер и измерения.

Основные приемы установки резцов по высоте центров, на размер по диаметру обрабатываемой поверхности и по длине приведены в табл. 62.

Большое влияние на общую продолжительность обработки наружных цилиндриче-

ских и торцовых поверхностей оказывает правильный выбор схемы и последовательности обработки отдельных поверхностей (табл. 63). В соответствии с требованиями научной организации труда рациональная последовательность обработки отдельных поверхностей (цилиндрических, торцовых, уступов и пр.) предусматривает:

выполнение всей обработки при мини-

мальной длине рабочих и холостых перемещений резца;

проведение необходимых измерений в процессе обработки;

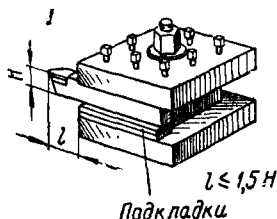
возможность работы при высоких режимах резания;

максимальное сокращение вспомогательного времени (на смену инструмента, изменение режима резания и т. п.).

Таблица 62

### Основные способы и приемы установки резцов на размер при обработке наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

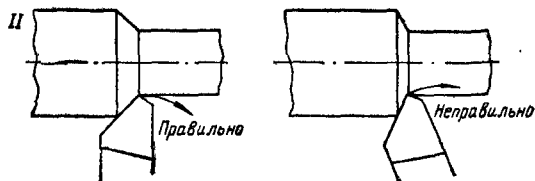
#### Установка резцов по высоте центров



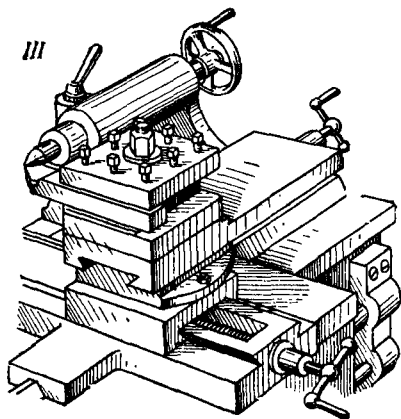
Перед обтачиванием нужно правильно установить резец в резцедержателе и следить за тем, чтобы выступающая из него часть резца была возможно короче — не больше 1,5 высоты его стержня (поз. I). При большем вылете резец при работе будет дрожать, и в результате обработанная поверхность получится негладкой или волнистой со следами вибраций.

В большинстве случаев рекомендуется устанавливать вершину резца на высоте центров станка. Для этого применяют подкладки (не больше двух), помещая их под всей опорной поверхностью резца. Подкладки представляют собой плоские стальные пластинки длиной обычно 150—200 мм. Токарь должен иметь набор таких подкладок разной толщины.

Резец должен быть закреплен в резцедержателе надежно и прочно не менее чем двумя болтами, затянутыми равномерно и туго.

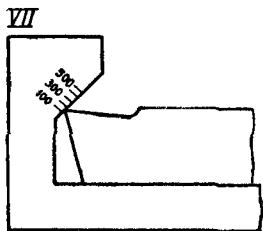
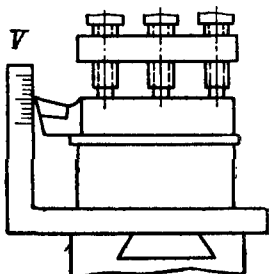
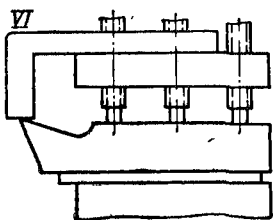
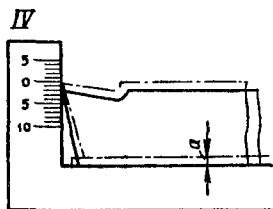


Проходной резец должен крепиться перпендикулярно оси точения. При слишком большом сечении стружки резец отжимается и отходит от детали (поз. II слева). Косо установленный проходной резец при чрезмерно большом сечении стружки будет отходить и может врезаться в деталь (поз. II справа).



Для проверки положения вершины резца по высоте центров его вершину подводят к одному из предварительно выверенных центров, как показано в поз. III. Для этой же цели можно пользоваться рисксой, проведенной на пиноли задней бабки на высоте центра, или специальными шаблонами и приспособлениями.

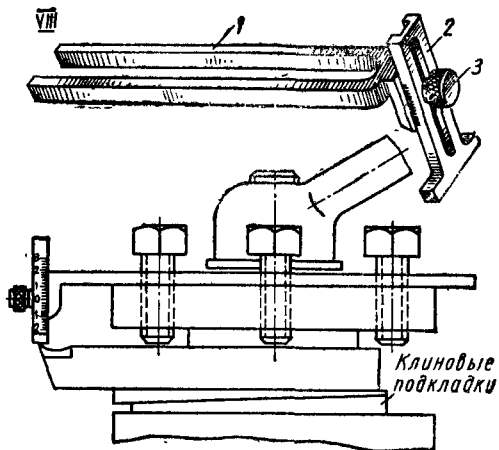
Продолжение табл. 62



В поз. IV представлен шаблон с делениями. Нулевая риска соответствует расстоянию от центров станка до опорной плоскости резцедержателя, на которую устанавливается резец. Шаблон дает возможность сразу подобрать необходимую подкладку, толщина которой  $a$  оказывается равной числу делений от нулевой риски шаблона до режущей кромки устанавливаемого реза.

В поз. V и VI приведены шаблоны с другими опорными базами, но также служащие для облегчения и ускорения точной установки реза на уровне линии центров станка.

При obtачивании цилиндрических поверхностей диаметром 100 мм и более резы иногда устанавливают несколько выше линии центров станка. Величину смещения  $h$  определяют при этом по формуле  $h = \frac{R}{100}$ , где  $R$  — радиус обрабатываемой детали. В этом случае для подбора прокладок может быть применен шаблон, изображенный в поз. VII. Деления шкалы 100, 200, 300 мм и т. д. на этом шаблоне наносятся на таком расстоянии от основания, на каком должна находиться режущая кромка реза от опорной поверхности резцедержателя при диаметре обрабатываемой цилиндрической поверхности соответственно 100, 200, 300 мм и т. д.



В поз. VIII показан универсальный шаблон для установки резов по центру, предложенный новатором ленинградского Кировского завода П. А. Зайченко. Этим шаблоном пользуются многие токари завода.

Шаблон состоит из планки 1, подвижной скобы 2 и винта 3, которым скоба крепится к планке. На боковой стороне скобы нанесены деления (через 1 мм). Контрольная риска на боковой стороне планки наносится непосредственно на станке. Для этого планку шаблона устанавливают на плоскость резцедержателя (см. на рисунке внизу) и выверяют нижнюю плоскость скобы по оси центров станка. Затем шаблон снимают с резцедержателя и против

нулевого (или какого-либо другого) деления наносят риску на планке.

При установке резов по такому шаблону многие токари применяют две клиновыe подкладки. Такие подкладки изготавливают из стали 50 и термически обрабатывают до твердости  $HRC=40-45$ ; угол клина равен  $3^\circ$ . Подкладки по плоскостям шлифуются (комплектно каждая пара подкладок). Во избежание использования некомплектных подкладок, что может привести к неправильной установке реза, рекомендуется каждую пару подкладок клеить.

### Установка резцов на размер по диаметру

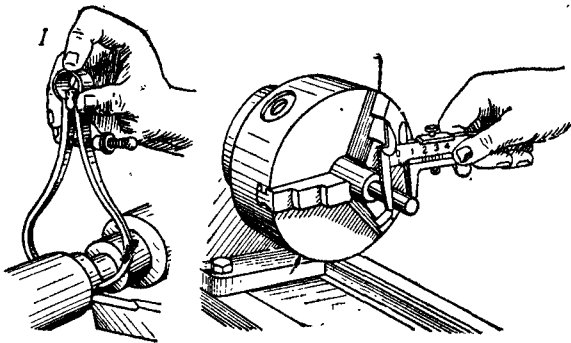
Наибольшее время на установку инструмента на размер и измерения расходуется при работе на станках без упоров, когда требуемые размеры достигаются путем пробных проходов и измерений универсальными инструментами. Меньше времени затрачивается при работе по упорам, т. е. при отсутствии пробных проходов. Минимальное время на установку инструмента на размер и измерения расходуется при обтачивании на настроенных станках, приспособленных для многорезцовой или револьверной обработки, а также при работе на станках, оснащенных гидросуппортом, и на станках с программным управлением.

#### *Установка резцов на размер по диаметру путем пробных проходов и измерений универсальными инструментами*

Для установки резца на глубину резания способом пробных проходов необходимо: сообщить детали вращательное движение;

вращением маховичка продольной подачи и рукоятки винта поперечной подачи вручную подвести резец к правому торцу детали так, чтобы его вершина коснулась поверхности детали;

установив момент касания, отвести вручную резец вправо от детали и вращением рукоятки винта поперечной подачи переместить резец на нужную глубину резания.



После этого деталь обтачивают с ручной подачей на длине 3—5 мм, останавливают станок и измеряют диаметр обработанной поверхности штангенциркулем непосредственно или с помощью кронциркуля (поз. I). Если диаметр получится больше требуемого, то резец отводят вправо и устанавливают его на несколько большую глубину, затем снова протачивают поясok и опять производят измерения. Все это повторяют до тех пор, пока не будет по-

лучен заданный размер. Тогда включают механическую подачу и обтачивают деталь по всей заданной длине. По окончании процесса выключают механическую подачу, отводят резец и останавливают станок.

В таком же порядке производят чистовое обтачивание.

Этот способ установки резца на размер по диаметру требует больших затрат вспомогательного времени.

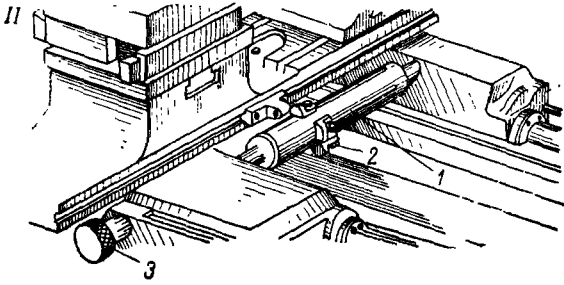
#### *Установка резцов на размер по диаметру при помощи упоров*

Использование упоров при установке резцов на размер по диаметру облегчает и упрощает работу токаря.

Правильное применение поперечных упоров позволяет экономить на каждом переходе от 0,26 до 1 мин., в зависимости от требуемой точности обработки, габаритов станка и вида измерительного инструмента. Однако, несмотря на преимущества, работа по упорам еще не получила должного распространения, а опыт показывает, что применение упоров целесообразно при обработке и небольших партий деталей.

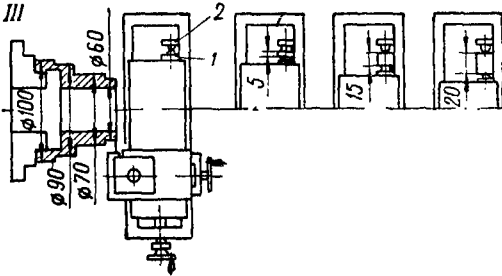


Продолжение табл. 62



Для черновых и получистовых проходов предназначены одно- или многопозиционные жесткие упоры типа, приведенного в поз. II.

При настройке станка по эталону или во время обработки первой детали в пазах барабана 1 поворотом рукоятки 3 устанавливаются в требуемом положении упоры 2.



Иногда жесткие поперечные упоры применяют в сочетании с мерными плитками. Пример подобного использования жестких упоров при обработке ступенчатых деталей известным токарем П. Б. Быковым приведен в поз. III.

Партия ступенчатых деталей с четырьмя уступами диаметрами 60, 70, 90 и 100 мм обрабатывается им в следующем порядке. Установив первую деталь и работая со снятием пробных стружек и измерениями, он обеспечивает полу-

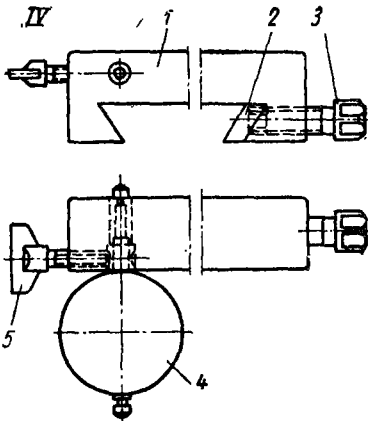
чение диаметра 60 мм. Затем, не изменяя положения резца, устанавливает и подводит поперечный упор 2 до соприкосновения с упором 1 на нижних салазках суппорта и закрепляет его. Таким же образом фиксируется положение упора для обтачивания уступа диаметром 60 мм и у других деталей данной партии.

Для обработки следующего уступа диаметром 70 мм между подвижным и неподвижным упорами размещается плитка размером 5 мм. Для обработки уступа диа-

метром 90 мм устанавливается плитка размером  $\frac{90 - 60}{2} = 15$  мм, а при обточке уступа

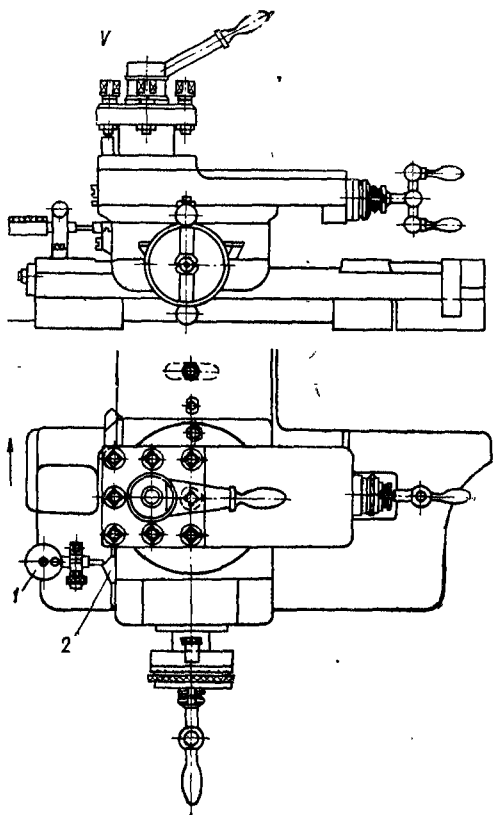
диаметром 100 мм — плитка размером  $\frac{100 - 60}{2} = 20$  мм. У обточенных таким образом деталей уступы всегда имеют достаточно точные размеры, при этом значительно сокращается число контрольных замеров обрабатываемых поверхностей.

Значительное повышение точности обработки может дать применение индикаторных упоров, особенно при чистовом и тонком обтачивании.



В поз. IV изображен простой индикаторный упор, используемый на ряде заводов. Он представляет собой скобу 1, закрепляемую на направляющих поперечного суппорта станка с помощью клина 2 и винта 3. В скобе имеется отверстие, в которое вставляют головку индикатора 4 и затем стопорят ее винтом 5.

При перемещении поперечного суппорта от периферии к центру ножка индикатора упирается в торец поперечных салазок суппорта, что позволяет устанавливать резец на требуемый размер с точностью до 0,01 мм при минимальных затратах времени. При установке резцов по лимбу точность установки не превышает 0,05 мм.



В поз. V изображен другой тип индикаторного упора, обеспечивающий постоянство диаметральных размеров. В этом случае индикатор 1, установленный на продольных салазках суппорта, не мешает перемещению поперечного суппорта, что уменьшает возможность его поломки.

При черновом и получистовом проходах индикатор закрывают кожухом, а резец устанавливают на размер по лимбу станка. Перед чистовым проходом рабочий, откинув кожух, замечает показание индикатора при получистовом проходе и точно устанавливает резец на требуемую глубину по индикатору. Планка 2 с клиновидным выступом размещается и закрепляется на направляющей линейке, прикрепленной к суппорту. Изменяя угол наклона клиновидного выступа планки 2, можно увеличить или уменьшить точность и диапазон отсчетов перемещения суппорта по индикатору.

**Установка резцов  
на диаметральный размер  
по лимбу**

Современные токарные станки имеют поперечные лимбы диаметром 80—100 мм, большинство же старых станков имеет лимбы диаметром 50 мм.

Цена деления многих лимбов равна 0,05 мм. Это означает, что поворот лимба на одно деление вызывает перемещение вершины резца на 0,05 мм и изменение диаметра на 0,1 мм. Такая точность установки резца недостаточна, поэтому при модернизации станков следует устанавливать лимбы с ценой деления 0,02 мм или дифференциальные лимбы (как у новых станков).

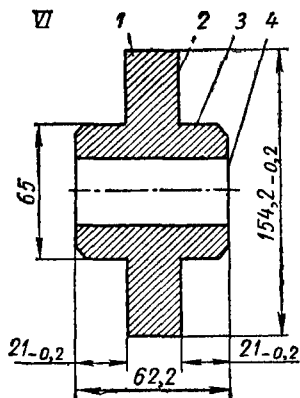
Дифференциальный поперечный лимб имеет два кольца со шкалами, цена деления которых 1 и 0,02 мм. Первое кольцо (цена деления 1 мм) служит для отсчета больших перемещений с точностью до 1 мм, а второе (цена деления 0,02 мм) — для точной установки резца на размер.

Работа по лимбам требует большего внимания токаря, чем работа по упорам. Несмотря на это значительное число токарей, особенно наиболее квалифицированных, предпочитает работать по лимбам.

На примере, заимствованном из опыта, покажем, как обтачивается по лимбам партия заготовок для шестерен (поз. VI).

Установив первую деталь в патроне, обтачивают поверхность 1. Когда заданный размер получен, запоминают или записывают показания лимба поперечной подачи. Затем подрезают торец 2 и запоминают или записывают показания лимба продольной подачи. Далее обтачивают поверхность 3 и подрезают торец 4, при этом опять запоминают или записывают показания соответствующих лимбов. По этим показаниям лимбов обрабатывают все остальные детали партии. После обтачивания 5—8 деталей производят контрольные измерения.

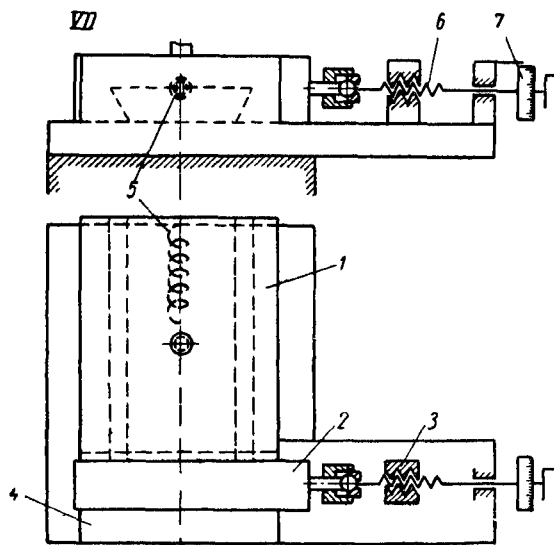
Продолжение табл. 62



Сократить время установки реза на требуемый размер по диаметру можно при использовании специальных резцедержателей, на боковой поверхности которых нанесены соответствующие риски, служащие для быстрой ориентировочной установки реза на любой заданный диаметр. Точная установка реза на размер осуществляется по лимбу.

Следует учитывать, что при помощи рисок на суппорте и лимба можно достаточно точно устанавливать размеры только при отсутствии зазоров в сопряжении винта и гайки суппорта либо при перемещении суппорта только в направлении к оси шпинделя, тогда эти зазоры будут расположены всегда с одной стороны и не будут влиять на получаемые размеры диаметров.

Вместо нанесения рисок на суппорте можно закрепить линейку с делениями.



Для уменьшения погрешностей установки реза на диаметральный размер С. И. Соловьевым предложено специальное устройство (поз. VII), которое размещается на суппорте токарного станка вместо верхней поворотной каретки. Оно состоит из основания 4, укрепленного на поперечной каретке суппорта, корпуса 1, клина 2, винта 6, пружины 5, неподвижной гайки 3 и лимба 7.

При вращении рукоятки винт 6 движется поступательно и перемещает клин 2 и корпус 1 с закрепленным резцом в направлении, перпендикулярном оси обрабатываемой детали. Пружина 5 прижимает корпус к клину, а клин — к уступу основания 4. В этом же направлении действует и радиальная составляющая усилия резания при обработке детали.

Предварительное перемещение реза в направлении, перпендикулярном оси вращения детали, производят винтом поперечной подачи суппорта, а окончательное (для точной настройки реза) — клиновым устройством. Отсчет точных перемещений производят по лимбу 7. При небольшом угле клина для малых перемещений корпуса 1 с резцедержателем и закрепленным резцом в направлении, перпендикулярном оси вращения детали, требуется значительное продольное перемещение клина, отсчитываемое по лимбу. В рассматриваемом устройстве цена деления лимба равна 1 мкм.

Произведенные испытания показали, что расстояние между крайними положениями вершины реза относительно оси вращения детали при настройке с помощью клинового устройства колеблется в пределах 0—4 мкм, что в 3,5 раза меньше аналогичной величины при настройке по лимбу поперечного винта суппорта.

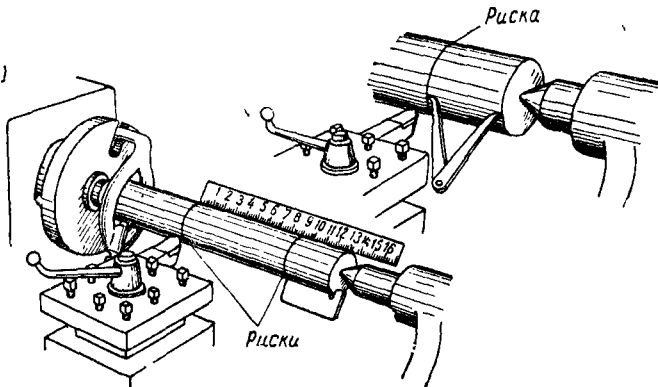
## Установка реза на размер в продольном направлении

В единичном производстве при необходимости подрезания на детали нескольких уступов с большой точностью по длине производят предварительно разметку их расположения, протачивая мелкие риски резцом с острой вершиной. Разметку осуществляют с помощью линейки, шаблона или же посредством нутромера (поз. I).

В мелкосерийном и серийном производстве при подрезании значительного количества деталей с уступами применяют продольные упоры.

Продольными упорами пользуются в двух случаях: для установки суппорта в положение, обеспечивающее правильные размеры при подрезании уступов, и для ограничения продольного перемещения суппорта.

В первом случае суппорт подводится до упора и закрепляется в этом положении, а обработка ведется с поперечной подачей. Во втором случае упоры обычно служат для автоматического выключения продольной подачи.



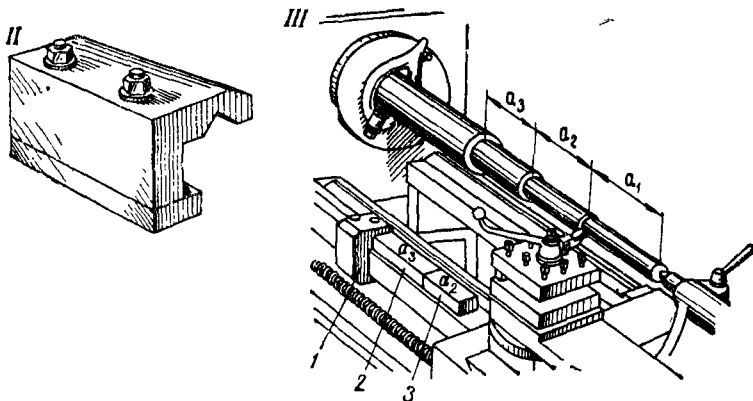
Установка реза по упору требует вдвое меньше времени, чем по измерительной линейке (8 и 16 сек.).

Для повышения точности при обработке партии деталей по упорам необходимо, чтобы сила нажатия на упор сохранялась постоянной.

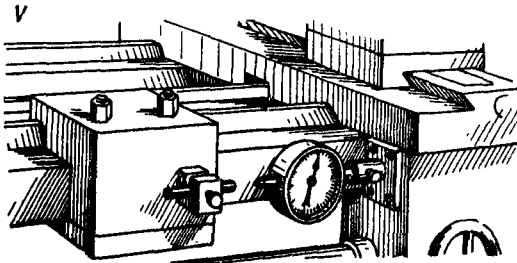
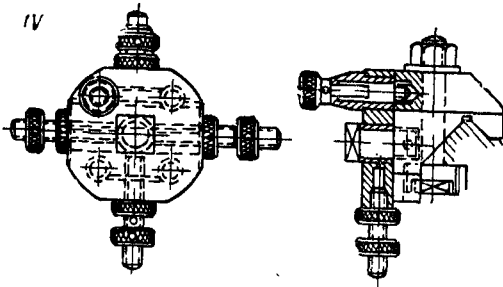
Как показали опыты, точность при работе с продольными жесткими упорами достигается в пределах 0,05—0,20 мм.

В поз. II изображен жесткий продольный упор. Он закрепляется на передней направляющей станины; место его закрепления зависит от длины обрабатываемого участка детали. Как только суппорт дойдет до упора, от возникающей при этом перегрузки автоматически выключится продольная подача.

Пример обтачивания ступенчатого валика при помощи упора I и мерных плиток 2 и 3 показан в поз. III. Обтачивание ступени  $a_1$  производят до тех пор, пока суппорт не упрется в мерную плитку 3. Сняв эту плитку, обрабатывают следующую ступень валика длиной  $a_2$  до момента, пока суппорт не упрется в плитку 2. Сняв плитку 2, протачивают ступень  $a_3$ . Как только суппорт дойдет до упора, выключают продольную подачу.



Жесткие упоры можно применять только на станках с автоматическим выключением подачи при перегрузке (станки моделей 1А62, 1К62 и др.). Если станок такого устройства не имеет, то осуществлять обтачивание по упору можно только при условии заблаговременного выключения механической подачи и доведения суппорта до упора вручную, иначе поломка станка неизбежна.



Для получения нескольких точных продольных размеров при обработке ступенчатых деталей новаторы производства используют многопозиционные продольные упоры различных конструкций, одна из которых приведена в поз. IV.

Наиболее высокая точность установки реза на размер в продольном направлении обеспечивается при применении индикаторных упоров (поз. V).

При работе с упорами все детали партии при установке в патронах или в центрах должны занимать одно и то же положение по оси. Приспособления, обеспечивающие постоянство положения обрабатываемых деталей в продольном направлении (по оси центров станка), описаны в третьем разделе настоящего справочника.

Кроме упоров для установки резцов на размер в продольном направлении применяются:

- 1) *продольные лимбы*; при правильной установке обрабатываемых деталей в осевом направлении продольные лимбы у станков новейших типов обеспечивают получение размеров по длине с точностью до 0,1—0,2 мм;
- 2) *линейки*, прикрепляемые к станине или устанавливаемые в специальных линейкодержателях; они облегчают установку резца в требуемом положении по длине;
- 3) *измерители длин*, показывающие на специальных шкалах расстояние, пройденное суппортом;
- 4) *специальные механизмы и приспособления* для автоматического выключения подачи в заданном положении резца в продольном направлении.

#### Установка резцов на заданные размеры одновременно по диаметру и в продольном направлении

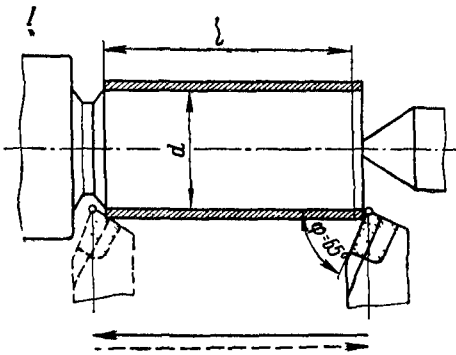
Для сокращения вспомогательного времени при обработке ступенчатых деталей наиболее эффективно комплексное использование упоров, лимбов и других описанных выше устройств для установки резцов на размер по диаметру и в продольном направлении.

Наиболее просто устанавливаются резцы на заданные размеры как в поперечном, так и в продольном направлении при использовании различного рода копируемых приспособлений и устройств. Подробное описание работы на таких приспособлениях приведено на стр. 173—175.

### Основные схемы обтачивания наружных цилиндрических и торцовых поверхностей

Схемы обтачивания отдельных цилиндрических поверхностей

Применяют две схемы, обтачивания цилиндрических поверхностей:

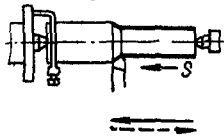


1. *Обработка за один проход резцом, заранее установленным на размер.* При работе по этой схеме (поз. I) резец заранее установлен на размер  $d$  и в процессе обтачивания всей партии деталей не перемещается в поперечном направлении. По окончании обработки всей детали на длине  $l$  ее осторожно снимают, а резец отводят в исходное положение (по стрелке на штриховой линии).

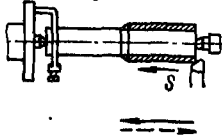
По этой схеме изготовляют партию одинаковых и, как правило, небольших по размерам деталей, когда выгодно расчленив сложную операцию на отдельные мелкие технологические операции.

По этой же схеме осуществляют черновую (иногда и получистовую) обработку небольших партий деталей за две установки. После чернового обтачивания одной половины детали (1-я установка в поз. II) ее переустанавливают в центрах и при том же положении резца в радиальном направлении обрабатывают другую

II 1-я установка

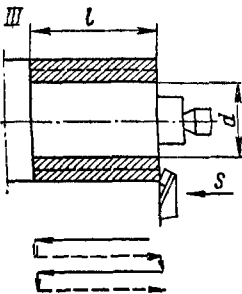


2-я установка



половину детали (2-я установка). Такой способ работы устраняет возможность брака. Размеры снятой со станка детали можно проверять в процессе обработки следующей детали. Постепенное затупление режущей кромки компенсируют осторожным постукиванием по рукоятке. Надежность и ритмичность работы в этом случае зависят от уверенности движений токаря.

2. *Обтачивание с перемещением резца в поперечном направлении в конце операции.* При работе по этой схеме в конце прохода, т. е. когда резец обточит цилиндрическую поверхность на заданную длину  $l$  (поз. III), выключают механическую подачу и отводят резец от обработанной поверхности в поперечном направлении на 5—7 мм, а затем и в продольном направлении в исходное положение.



После этого, если обточка осуществляется за один проход, переходят к обработке другой поверхности этой же детали или ее снимают и начинают обрабатывать новую деталь.

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

Способ этот менее производительен, чем предыдущий.

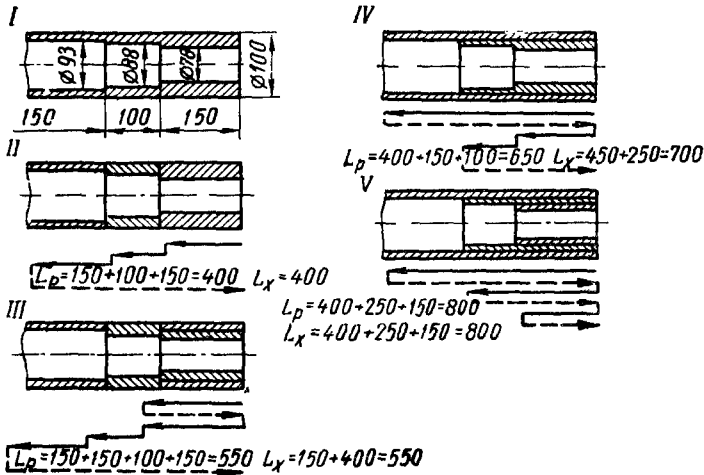
### Схемы чернового обтачивания ступенчатых цилиндрических поверхностей

Правильный выбор последовательности обработки отдельных ступеней детали обеспечивает возможность значительного сокращения рабочих и холостых перемещений инструмента.

Рассмотрим, например, обработку одного конца ступенчатого вала, изготовляемого из заготовки диаметром 100 мм (поз. I).

В поз. II—V 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.



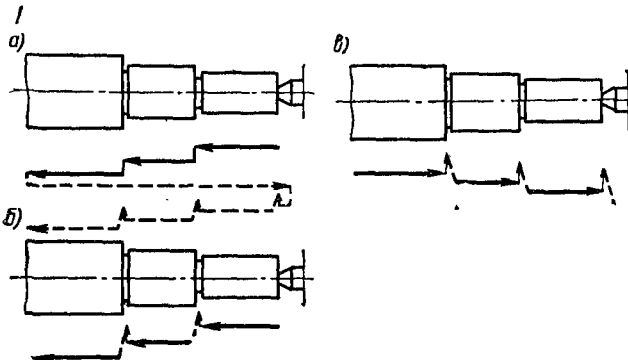
Наименьшая длина как рабочего, так и холостого хода инструмента получается при обработке по схеме поз. II; глубина резания при этом колеблется от 11 до 3,5 мм. Следовательно, эта схема обеспечивает наибольшую производительность.

#### Последовательность обработки отдельных ступеней при полуступовом и чистовом обтачивании

В поз. I изображены три основные схемы, иллюстрирующие последовательность чистовой обработки цилиндрических поверхностей и уступов ступенчатых валов.

Наиболее распространенной является схема, приведенная в поз. I, а. Чистовая обработка уступов производится здесь после обтачивания всех цилиндрических поверхностей. Резцы устанавливаются на размер путем пробных проходов, используя для этого припуски, еще не снятые на торцах и уступах.

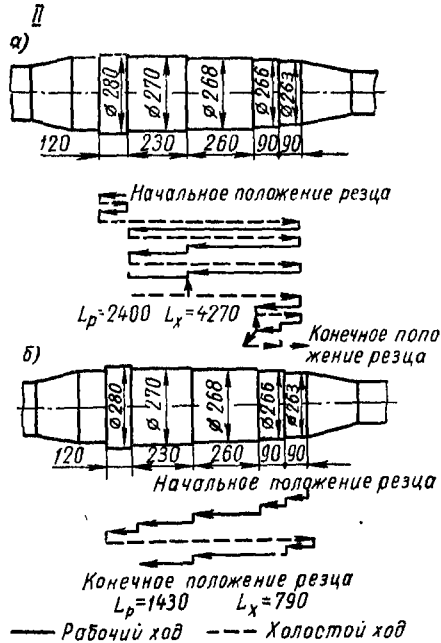
Комбинированными резцами, пригодными как для обтачивания цилиндрических поверхностей, так и для подрезания уступов и протачивания канавок, чистовая



обработка ступенчатых валов осуществляется по схемам поз. I, б и в, отличающимся друг от друга только направлением подачи. По схеме поз. I, б обтачивание производится и с применением гидроконтролируемого суппорта.

При работе по схемам поз. I, б и в резцы устанавливаются на размер по упорам или лимбам без пробных проходов.

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



В поз. II, а в качестве примера дана схема перемещений резца при обработке средней части вала электрической машины по принятому ранее технологическому процессу, а в поз. II, б — то же по технологическому процессу, предложенному токарем завода «Электросила» им. С. М. Кирова Пантелеевым. Сопоставление этих схем показывает, что при обработке по схеме Пантелеева рабочий ход суппорта  $L_p$  сокращается с 2400 до 1430 мм, а холостой ход  $L_x$  — с 4270 до 790 мм.

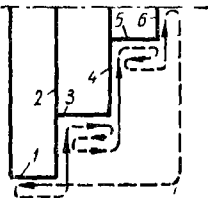
Известный токарь-новатор Г. С. Борткевич при обработке ступенчатых деталей добился значительного сокращения времени на холостые перемещения резца. Обтачивая ступенчатые детали, он обратил внимание на то, что ручные продольные перемещения резца совершаются быстрее поперечных и менее утомительны. Нормативное время на перемещение резца в продольном направлении в 2,6—4,3 раза меньше, чем в поперечном.

Учитывая это, ступенчатые детали с большими торцовыми поверхностями и короткими цилиндрическими ступенями Борткевич предложил обрабатывать по схеме, показанной в поз. III, а, а детали с небольшими торцовыми поверхностями — обычным порядком (поз. III, б). Применяя новый порядок обработки, новатор добился значительного сокращения вспомогательного времени. (На приведенном рисунке цифры 1—6 обозначают последовательность обработки.)

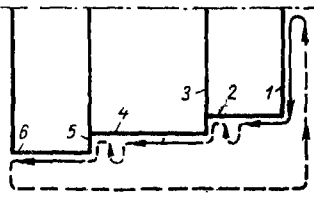
В такой же последовательности можно обрабатывать детали с фланцами и ступенчатыми наружными поверхностями.

## III

а)

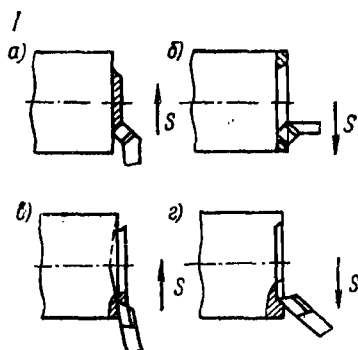


б)





## Схемы перемещений резца при обработке торцовых поверхностей и уступов



Торцы деталей, закрепляемых в патроне, целесообразно подрезать проходными резцами, которые позволяют применять более производительные режимы резания, при этом работа по схемам от периферии к центру (поз. I, а) и от центра к периферии (поз. I, б) дает равноценные результаты.

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

При подрезании торца детали тем же подрезным резцом, но с подачей его в направлении от наружной поверхности к центру (поз. I, в), резец режет короткой режущей кромкой и со все 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.

В поз. II, а—в приведены основные формы уступов ступенчатых валов, образующихся после черного или получистового обтачивания.

Небольшие уступы (до 5—6 мм) подрезаются резцом с углом в плане  $\varphi=90^\circ$ , установленным на всю высоту уступа (поз. II, 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  $5^\circ$  (поз. II, 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.

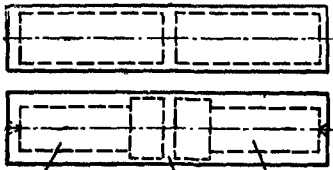
Недостатком такого способа подрезания торцовых поверхностей является невозможность установки резца на требуемый размер методом пробной стружки. Вследствие этого чистовое подрезание торцовых поверхностей часто производится при подаче резца от периферии к центру обрабатываемой детали, так как при таком 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

Изготовление нескольких деталей из одной заготовки. В мелкосерийном и единичном производстве иногда целесообразно изготавливать 2—3 небольшие детали из одной заготовки (рис. 38). Экономия при этом

достигается за счет уменьшения затрат вспомогательного времени (на центрование, установку и закрепление детали, подвод и отвод инструмента и др.) на одну деталь.

Одновременная обработка нескольких деталей. Этим методом обрабатываются малогабаритные детали типа колец, шайб, вкладышей и другие, представляющие собой часть цилиндрической поверхности. Для закрепления деталей служат специаль-



2-я деталь Заготовка 1-я деталь

Рис. 38. Пример изготовления двух деталей из одной заготовки.

ные многоместные оправки и патроны. Экономия в этом случае достигается также за счет уменьшения затрат вспомогательного времени на одну деталь.

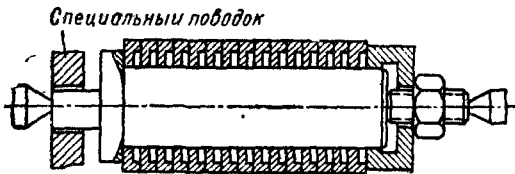


Рис. 39. Пример одновременной обработки 15 колец на одной оправке.

На рис. 39 приведена схема установки 15 колец на одной оправке со специальным поводком, а на рис. 40 — установка в специальной обойме *A* шести поворотных шпонок, концы которых обрабатываются по радиусу *R*.

Одновременная обработка несколькими инструментами. В серийном и крупносерийном производстве часто прибегают к обработке поверхностей с помощью многолезцовых наладок, при этом несколькими инструментами одновременно обрабатывается как одна, так и несколько поверхностей. Резцы закрепляют либо в обычном резцедержателе станка, либо же в специальных резцедержателях.

Рассмотрим примеры использования многолезцовых настроек на универсальных токарных станках.

Втулку, изображенную на рис. 41, *a*, можно обработать двумя разными способами. Одним подрезным резцом можно подрезать торец *1*, затем отточить поверхность *2* и в третьем переходе — буртик *3*. Именно так и обрабатывались бронзовые втулки на московском заводе «Красный пролета-

рий» до внедрения рационализаторского предложения токаря-новатора Бурмистрова.

Для obtачивания втулок новатор использовал двухлезцовую державку и таким образом объединил два простых перехода (второй и третий) в одном сложном. Это дало ему возможность повысить производительность труда на 20%.

Торцы венца *1* и ступицы *2* шестерни (рис. 41, *b*) раньше подрезались одним резцом. По предложению токаря Таганрогского комбайнового завода Креузова обработку этих торцов стали производить одновременно двумя резцами, установленными в резцедержателе станка. В результате значительно повысилась производительность труда. На одном станке за смену стали изготавливать до 100—110 деталей вместо 60—70.

На рис. 42 приведена схема более сложной многолезцовой настройки на токарном станке. Здесь втулка *A*, установленная на разжимной шпиндельной оправке, обрабатывается сразу пятью резцами. Резцы закреплены в специальной многолезцовой

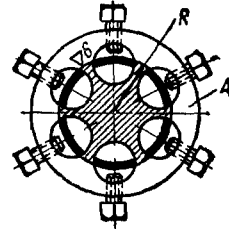


Рис. 40. Пример одновременной обработки шести поворотных шпонок, закрепляемых в специальной обойме.

державке, расположенной на месте резцедержателя станка. В первом переходе резцом *1* obtачивается наружная цилиндрическая поверхность при продольной подаче суппорта. Во втором переходе (при поперечной подаче) резцы *1* и *5* подрезают торцы втулки, резцы *2* и *4* снимают фаски, а резец *3* подрезает канавку.

При многолезцовом obtачивании удается значительно лучше использовать станок по мощности.

Широкому применению многолезцовой обработки (в частности, в мелкосерийном производстве) препятствует сложность настройки резцов на заданные размеры как в начале работы, так и после переточек.

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 сторо-

не суппорта 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.

смен резцов, а также расхода времени на их подвод и отвод.

При одновременной обработке нескольких поверхностей соответственным образом сокращается и машинное время.

На рис. 44, а изображен отогнутый проходной резец с двумя широкими режущими кромками. Такие резцы успешно исполь-

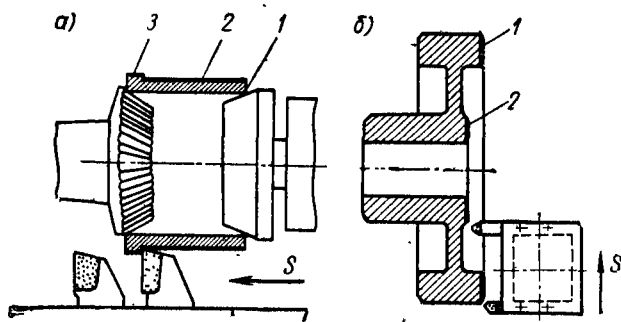


Рис. 41. Примеры одновременной обработки двух поверхностей двухрезцовыми державками.

Простейшая схема, показывающая применение дополнительных резцедержателей при обработке ступенчатых валиков, приведена на рис. 43. В дополнительном резцедержателе закреплен канавочный резец для подрезания уступа и протачивания ка-

зуются 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  $\nabla 6$ —

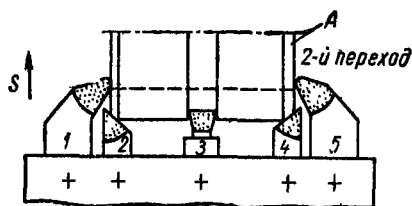


Рис. 42. Обработка втулки одновременно пятью резцами.

навки. Такая установка избавляет от необходимости после окончания обтачивания шейки отводить резцедержатель, откреплять, поворачивать, закрепить 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, подрезного и канавочного). В ряде случаев оказывается возможной обработка одним комбинированным резцом не одной, а двух и большего числа поверхностей.

Использование комбинированных резцов позволяет сократить вспомогательное время за счет уменьшения числа установок и

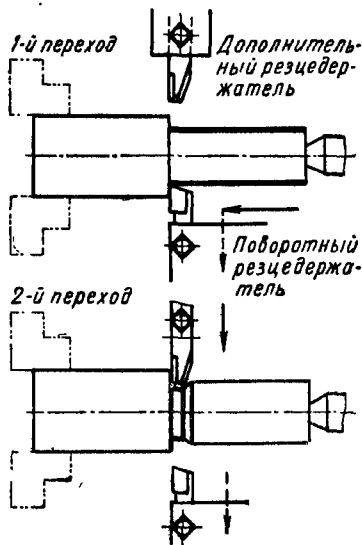


Рис. 43. Обработка ступенчатого валика с помощью дополнительного заднего резцедержателя.

$\nabla 7$  классам. На рис. 44, б показаны схемы обработки этими резцами торцевой и наружной цилиндрической поверхностей.

Подрезной резец с дополнительной широкой режущей кромкой (до 6 мм), предложенный новатором Сельцовым и успешно

применяемый им при обработке ступенчатых деталей, представлен на рис. 45, а.

Подрезными резцами часто производят обтачивание ступенчатых деталей поверху с одновременным окончательным формированием ступеней.

На рис. 45, б изображен комбинированный резец конструкции токаря завода «Электросила» Фокина для чистовой обра-

При движении суппорта справа налево Чекалин предварительно обтачивает деталь, снимая основную часть припуска, а при обратном движении суппорта, т. е. слева направо, окончательно обрабатывает ее, при этом новатор добивается значительного повышения производительности труда.

«Челночный» способ получил некоторое распространение и на других заводах. На

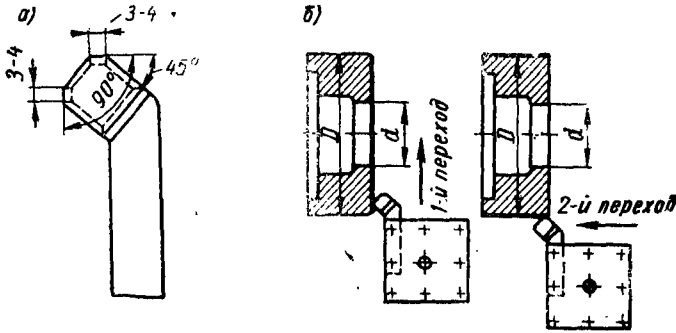


Рис. 44. Применение комбинированного резца для чистового обтачивания наружной цилиндрической и торцевой поверхностей.

ботки валов крупных электрических машин. Особенностью резца является наличие закругления, радиус которого равен радиусу

рис. 46, б показан двухсторонний комбинированный резец с симметрично расположенными режущими кромками, применяемый на Свердловском заводе транспортного машиностроения.

Наружную цилиндрическую поверхность гладкой втулки токарь Харьковского тракторного завода Соколов обрабатывает комбинированным двухсторонним резцом, изображенным на рис. 46, в. Зачистная кромка этого резца имеет ширину 4 мм и служит для получения чистой поверхности. Две симметрично расположенные переходные кромки шириной по 2 мм упрочняют вершину резца и повышают его стойкость.

Наружная поверхность втулки обрабатывается этим резцом за один проход с чистотой поверхности  $\nabla 5$ .

Режим резания при этом следующий:  $v = 172$  м/мин;  $s = 1,52$  мм/об;  $t = 2$  мм.

Обточив одну втулку в направлении от задней бабки к передней, Соколов обрабатывает следующую втулку в обратном направлении, при этом достигается экономия вспомогательного времени на перемещение суппорта в исходное положение.

На рис. 47 изображен специальный комбинированный резец, предложенный новатором Шляпочником. Резец имеет четыре режущие кромки и предназначен для обработки двух наружных цилиндрических поверхностей и четырех фасок на двухвентовой шестерне.

Наружные цилиндрические поверхности обрабатываются режущей кромкой 1; фаски, расположенные под углом  $15^\circ$ , обтачи-

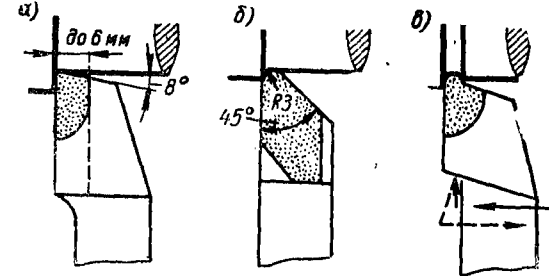


Рис. 45. Комбинированные резцы для обработки ступенчатых поверхностей.

галтели. Это дает возможность исключить обтачивание галтели как самостоятельный переход, производимый обычно специальными фасонными резцами. Резец удобен также тем, что им можно подрезать торцы.

Еще один комбинированный резец Сельцова, позволяющий не только подрезать ступени, но еще и обрабатывать канавки для выхода шлифовального круга, приведен на рис. 45, в.

Токарь-новатор Тульского котельно-вентиляторного завода Чекалин является инициатором так называемого «челночного» способа обработки деталей на токарном станке. Он впервые начал широко применять комбинированные резцы (рис. 46, а), дающие возможность при многопроходной работе использовать обратный холостой ход суппорта в качестве рабочего.

ваются кромками 3 и 4, а под углом  $45^\circ$  — кромками 1 и 2

**Использование копировальных устройств**  
В условиях серийного производства при обработке наружных ступенчатых поверхно

производится только по одной шейке детали, а остальные размеры (диаметральные и линейные) выдерживаются автоматически

Механические копировальные устройства позволяют значительно сократить вспомогательное время и повысить производительность труда при серийной обработке ступенчатых деталей небольших размеров

Схема механического копировального устройства для обточки деталей типа ступенчатых валков, предложенного В. К. Семинским, показана на рис 48

Приспособление устанавливается на место резцетержателя токарного станка В корпус 3 по скользящей посадке 2 го класса точности вставлена пиноль 2 с резцом 1 и с закрепленным на ней сухарем 4 Пружина 10, упирающаяся одним концом в дно стакана 12, а другим — в шайбу, надетую на конец пиноли, создает постоянный контакт между сухарем 4 и копировальным валиком 5

При включении рабочей подачи суппорт станка вместе с приспособлением движется по направлению к передней бабке Резец 1 протачивает при этом первую шейку вала, а сухарь 4 скользит по копировальному валику, закрепленному с помощью шарнирной пары 6 и 7 и регулировочного винта 8 в специальном кронштейне 9, который расположен на станине станка со стороны задней бабки Встречая на своем пути ступеньку на копировальном валике 5, сухарь 4 соскальзывает на эту ступеньку, а резец 1 вместе с пинолью 2 под действием пружины 10 оттягивается в горизонтальном направлении (под углом  $15^\circ$  по отношению к оси поперечного суппорта), на величину, равную глубине ступеньки копировального валика, и начинает обтачивать вторую ступень вала Таким же образом обрабатываются остальные ступени вала

Для сохранения прямого угла между ступенями вала применяется резец с углом в плане  $75^\circ$  Пиноль устанавливается в корпусе 3 под углом  $15^\circ$ , вследствие чего при переходе резца с обтачивания одной ступени на другую резец отходит от детали в направлении, обратном движению суппорта Так как отход резца с пинолью происходит за сотые доли секунды что значительно опережает скорость движения суппорта, прямой угол между ступенями вала полностью сохраняется

После обтачивания вала поперечный суппорт с резцом отводят на 20—30 мм от детали и с помощью эксцентрика 11 подают пиноль с резцом вперед с таким расчетом, чтобы при возвращении суппорта в первоначальное положение сухарь 4 не касался копировального валика Затем эксцентрик 11 опускают, а пиноль с резцом устанавливают

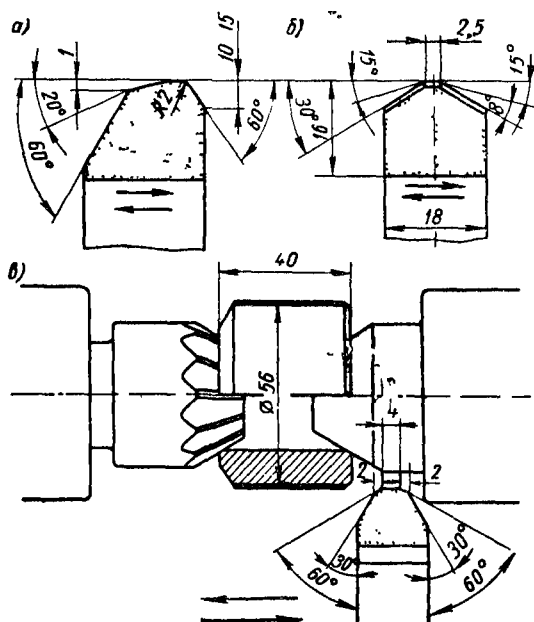


Рис 46 Комбинированные резцы, позволяющие вести обработку в направлениях от задней бабки к передней и наоборот

стей на универсальных токарных станках значительное повышение производительности труда может дать применение специаль

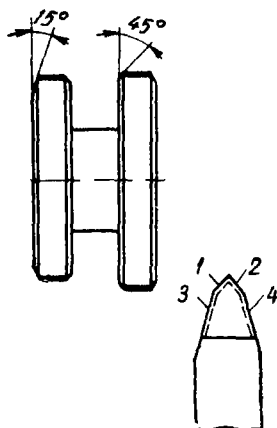


Рис 47 Комбинированный резец для обработки двухвенцовой шестерни

ных механических и гидравлических копировальных устройств

При обработке ступенчатых деталей по копиру настройка инструмента на размер

в рабочее положение. После этого процесс обработки продолжается в прежнем порядке.

С помощью описанного приспособления при смене копировального валика возможна обработка валов различных профилей: ступенчатых, конических, сферических и т. д.

В тех случаях, когда имеется возможность на одном или нескольких станках обрабатывать только ступенчатые валы, при-

1А62; оно допускает работу с перепадом между ступенями до 5 мм и с общей разницей диаметров между крайними шейками до 30 мм.

Более универсальными в отношении формы, размеров и перепадов в размерах обрабатываемых деталей являются гидравлические копировальные суппорты.

При работе на гидросуппорте подача резца осуществляется путем сложения двух

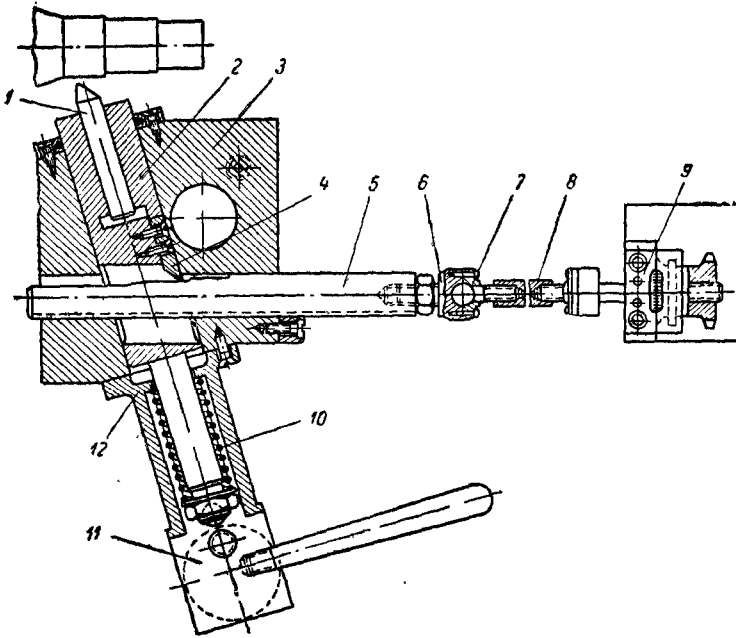


Рис. 48. Копировальное приспособление для обработки ступенчатых валов конструкции В. К. Семинского.

способлене целесообразно разместить на специальной подставке, устанавливаемой взамен поперечного суппорта, а резцедержатель поперечного суппорта станка расположить на той же подставке против приспособления (рис. 49). При этом резцедержатель может быть использован для выполнения ряда операций, осуществление которых невозможно при автоматическом приспособлении (протачивание канавок для выхода резца при нарезании резьбы, нарезание резьб, протачивание шеек с большим перепадом ступеней и т. д.).

Чем больше партия обрабатываемых деталей, тем значительнее эффект применения рассматриваемого приспособления (оно оправдывает себя при партии, состоящей не менее чем из 20 деталей).

Эффективность приспособления возрастает и при увеличении количества шеек обрабатываемого вала и уменьшении величины перепадов между ступенями.

Копировальное приспособление спроектировано для использования на станках типа

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. Операция обычно выполняется за две установки: при первой резец перемещается от правого конца заготовки вдоль образующей, обрабатывая цилиндрические шейки и подрезая, уступы и торцы; 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 гидроконтрольным устройством КСТ-1, показана на рис. 50.

Уступы и торцы ступенчатых валов при убывающих к передней бабке диаметрах шеек, а также глубокие и узкие канавки типа показанной на рис. 51, а не могут

быть обработаны при помощи копировального устройства.

Канавки для выхода шлифовального круга можно обрабатывать на гидросуппорте в тех случаях, когда их форма соответствует приведенной на рис. 51, б.

Узкие глубокие канавки и короткие глубокие выточки могут быть обработаны за

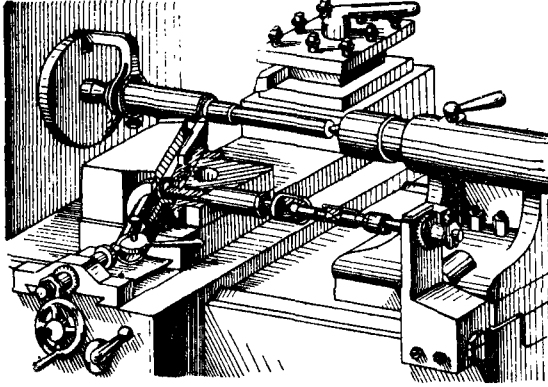


Рис. 49. Установка копировального приспособления (по рис. 48) и резцедержателя при obtачивании ступенчатых валков.

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 диаметральным размерам соответствует 3а—4-му классам точности. Производительность тру-

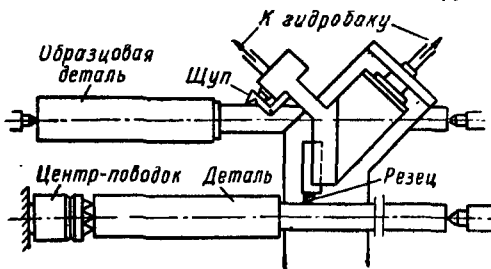


Рис. 50. Схема обработки двухступенчатого валика с помощью гидросуппорта КСТ-1.

да возрастает благодаря снижению затрат вспомогательного времени. При обработке относительно простых по конфигурации ступенчатых деталей она повышается в среднем на 40—50%, а при обработке деталей сложной конфигурации — в 2 раза и более.

Применение станков с программным управлением. В условиях серийного и мелкосерийного производства использование станков с программным управлением дает значительное повышение производительности труда и заметно упрощает труд рабочего.

На станках с числовым программным управлением СВП и СВПУ (системы завода «Ленполиграфмаш») успешно обрабатываются детали типа валов, шестерен и втулок.

Станок (рис. 52) оборудован электромагнитной муфтой 1 для включения и выключения рабочей подачи и подвижным продольным упором 2, получающим перемещение по заданной программе от специального привода устройства 4. Аналогичный привод для перемещения поперечного суппорта расположен позади станка и прикреплен к продольным салазкам. На фартуке суппорта имеется датчик обратной связи привода быстрых ходов 3.

Справа 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-колонокковых перфокартах.

На станке установлены два резцедержателя: передний — на верхнем суппорте, а задний — на каретке заднего суппорта, перемещающегося по специально удлиненным салазкам. В переднем резцедержателе закрепляется проходной (подрезной) резец, а в заднем — канавочный или фасонный. Салазки заднего суппорта используются для установки расстояния  $A$  между резцами (рис. 53), а верхнего переднего суппорта — для совмещения резцов в плоскости  $aa$ .

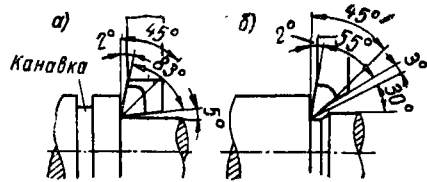


Рис. 51. Формы поверхностей деталей, обрабатываемых с помощью гидросуппорта.

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 obtачивание двух первых уступов. Затем резец на быстром ходу возвращается назад и подается вперед в радиальном направлении в положение, соответствующее obtачиванию первого уступа. После этого резец смещается в радиальном направлении в положение, соответствующее obtачиванию второго уступа.

а затем также для обтачивания третьего ступа. Далее продольный суппорт перемещается назад в положение, соответствующее прорезанию первой канавки. Канавка прорезается, и резцы возвращаются в исходное положение.

работки, установления последовательности и величины перемещений рабочих органов (установления фиксированных положений режущих инструментов), определении величины перемещений в коде чисел (кодирования), кодирования цикловых и техноло-

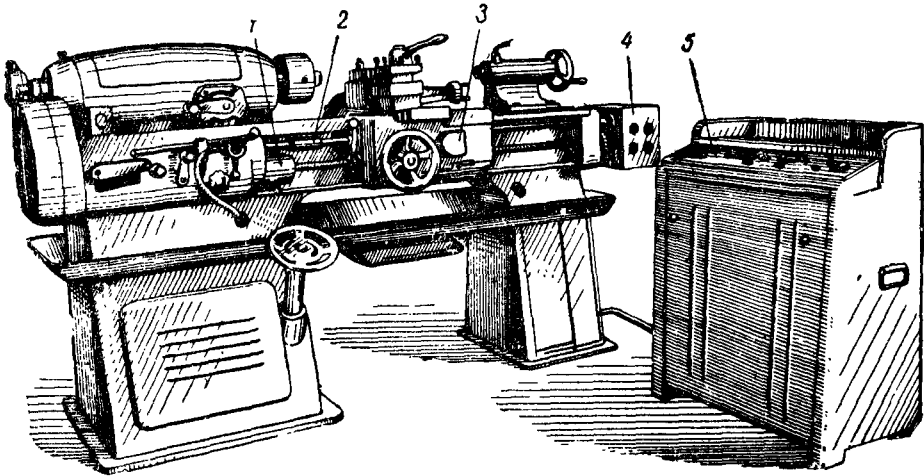


Рис. 52. Автоматизированный токарно-винторезный станок типа ТПМ с числовым программным управлением СВП.

Предварительно — 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. Диаметральные

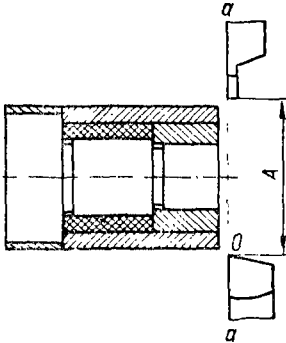


Рис. 53. Схема установки резцов на суппорте токарного станка с программным управлением.

размеры можно выполнять с точностью в пределах  $0,02-0,03$  мм.

Процесс настройки станка относительно прост. В ряде случаев перенастройка сводится лишь к смене программносителя (перфокарты).

Подготовка программы складывается из составления технологического процесса об-

работки и фиксации разработанной программы на перфокарте (изготовление программносителя).

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. 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.

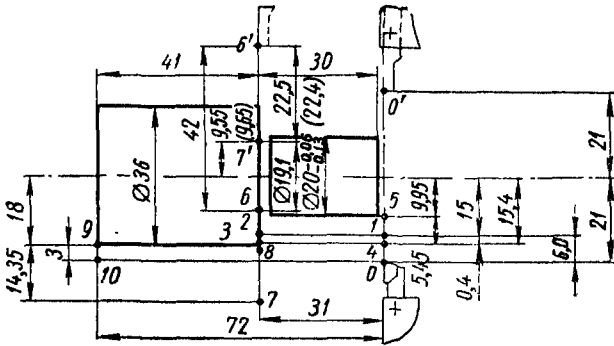
В качестве примера рассмотрим конкретный случай разработки и записи программы для обтачивания двухступенчатого вала.

Табл. 64 представляет собой расчетно-технологическую карту обработки детали на станке с программным управлением. По



Таблица 64

Расчетно-технологическая карта обработки детали на станке с программным управлением системы СВП



№ строки	Участок пути	Длина, в ж.м.	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 ↑ - Г								●				●	
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 ↑ - Г						●	●	●	●			●	
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.

данным этой карты изготавливается программноноситель (перфокарта).

Заготовка валика диаметром 40 мм подается к станку с программным управлением уже с зацентрированными и точно обработанными (по размеру 72 мм) торцами. Обработка ведется упорно-проходным и канавочным резцами, между которыми при настройке устанавливается размер  $A$  (см. рис. 53), в данном случае равный 42 мм.

На чертеже (операционном эскизе) помимо размеров, выдерживаемых в процессе обработки ( $\varnothing 36$ ,  $\varnothing 20_{-0,06}^{-0,12}$ , длина 31 и т. д.), цифрами 0—10 помечены координаты опорных точек инструментов. В исходном положении резцы, размещенные в одной плоскости ( $aa$  на рис. 53), находятся на некотором расстоянии от правого торца детали (координаты точек  $0$  и  $0'$ ). 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 перемещения инструментов.

Кроме кода длин перемещений инструментов определяется еще и код команд. Для кода команд отводится специальные колонки карты (в данном случае четыре 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 карты, пользуясь определенными условными обозначениями (см. примечание к табл. 64), 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 использовании станков с программным управлением усложняется, однако автоматизация процесса обработки компенсирует потери времени, связанные с разработкой рукописи программы и изготовлением программноносителей.

## 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

(табл. 65). Различные типы применяемых при этом резцов приведены в следующем параграфе.

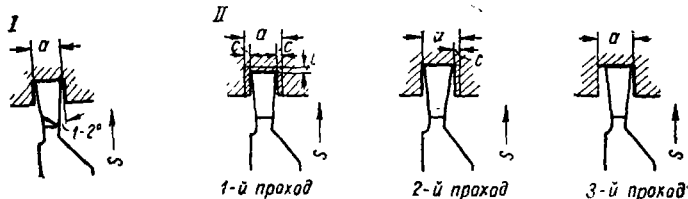
Таблица 65

Схемы работы при прорезании канавок и отрезании

#### Прорезание узких канавок

Узкие и неточные канавки прорезаются за один проход прорезного резца, ширина главной режущей кромки которого равна ширине канавки  $a$  (поз. I). По этой схеме прорезаются канавки шириной до 5 мм, а на особо жестких деталях даже до 10—20 мм.

Узкие и точные по ширине и расположению (от торца или от буртика) канавки прорезаются за три прохода. За первый проход (поз. II) канавка прорезается предварительно с припуском по ее дну и стенкам  $c=0,5-1,0$  мм. За второй проход производится чистовая обработка той стенки, до которой задан размер, определяющий расположение канавки и прилегающего к ней участка дна. За третий проход окончательно обрабатываются вторая стенка и оставшийся участок дна канавки.



Ширина главной режущей кромки резца в этом случае равна  $a - 2c$ . В серийном производстве при прорезании нескольких канавок часто прибегают к использованию многорезцовых державок.

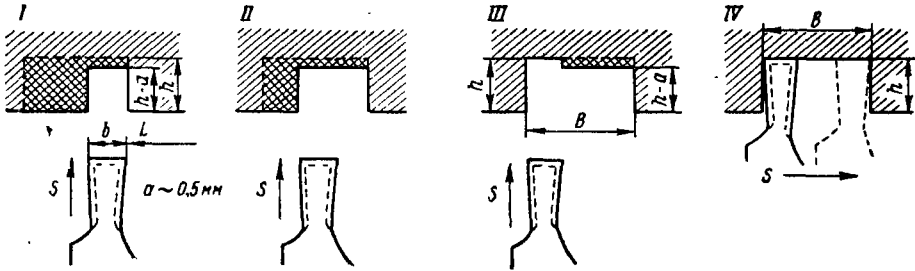
#### Прорезание широких канавок

Широкие канавки прорезаются за несколько проходов.

Неточные широкие канавки прорезаются по следующей схеме. Вначале (поз. I) посредством линейки или шаблона намечают границу правой стенки канавки и подводит резцедержатель с резцом так, чтобы его правый угол совпадал с краем линейки. Установив правильно резец, сообщают ему поперечное перемещение на

величину глубины канавки  $h$  минус  $0,5$  мм (на чистовой проход). 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. Перед окончательным проходом резец сначала подают по лимбу винта поперечной подачи на полную глубину канавки  $h$ , а затем ему сообщают продольное перемещение слева направо и обрабатывают дно канавки начисто (поз. IV).

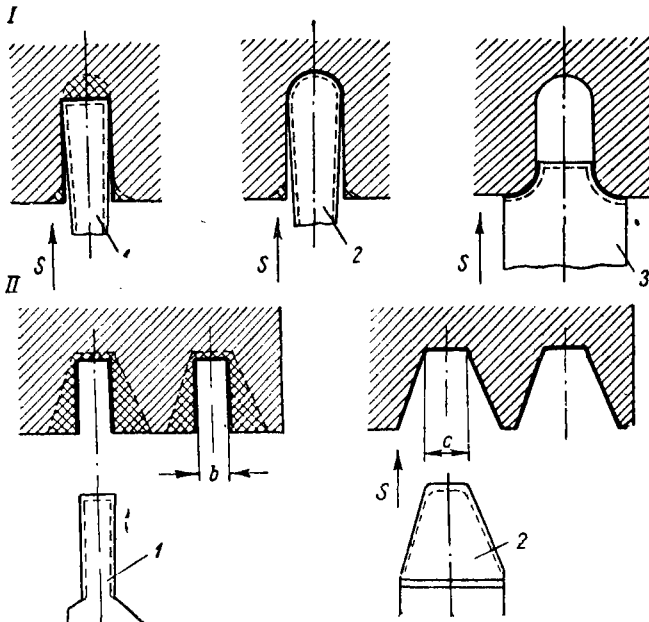
При вытачивании за несколько проходов резца точных (по ширине и по расположению) канавок при первом проходе (см. поз. I) на правой стенке канавки



следует оставлять припуск  $0,5$ — $1,0$  мм на чистовую обработку ее. Такой же припуск должен быть оставлен и на левой стенке канавки. Чистовая обработка этих стенок производится канавочным резцом при поперечной подаче (к центру детали), причем первой обрабатывается та стенка, до которой задан размер, определяющий положение канавки.

### Прорезание фасонных канавок

Наиболее производительным приемом вытачивания открытых фасонных канавок является прорезание их фасонными резцами за один проход. Такой прием, однако, применяется только при обработке неотчетливых канавок небольших размеров,



к которым не предъявляется особых требований в отношении точности. В большинстве же случаев вытачивание фасонных канавок подразделяется на черновое, выполняемое обычными прорезными резцами, и чистовое, осуществляемое фасонными резцами. Такое разделение процесса способствует повышению производительности и увеличению стойкости фасонных резцов.

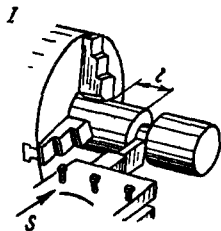
Схемы прорезания открытых фасонных канавок несколькими резцами, последовательно вступающими в работу, приведены в поз. I и II.

В поз. I показана схема прорезания фасонной канавки тремя резцами, один из которых обычный прорезной 1, а два других — фасонные: 2 — для формирования дна канавки и 3 — для радиусных переходов к торцу.

В поз. II приведена схема прорезания канавок для клиновых ремней на большом чугуном шкиве. Сначала с помощью простого прорезного резца 1 предварительно прорезается канавка шириной  $b < c$ , затем фасонным резцом 2 производится чистовая обработка канавок.

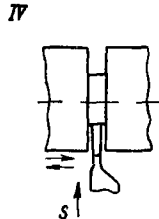
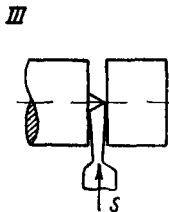
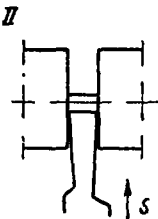
В некоторых случаях черновое прорезание фасонных канавок также осуществляется фасонными резцами. Это значительно облегчает работу чистового фасонного резца, который, не снимая больших стружек, только окончательно формирует канавки.

### Отрезание заготовок (деталей)



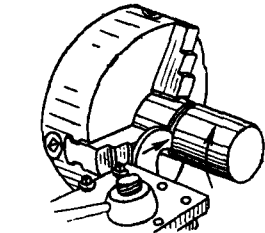
При отрезании от прутка последний вставляют в отверстие шпинделя и закрепляют так, чтобы длина  $l$  остающейся после отрезания части прутка не превышала его диаметра (поз. I). При отрезании нельзя допускать вибрации резца или детали, так как в этом случае резец может сломаться.

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.



Если режущую кромку отрезного резца заточить параллельно оси центров (поз. II), 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  $\varphi \neq 0^\circ$  (поз. III), то этот недостаток будет устранен. Такая заточка производится только на резцах со сравнительно небольшой длиной режущей части (не более 15 мм).

В целях предотвращения вибраций резца из-за забивания стружкой узкой канавки, сопровождающихся значительным повышением силы резания, целесообразно сообщить резцу помимо перемещения к центру детали также и продольное перемещение в обе стороны (поз. IV), канавка при этом расширяется примерно в 1,5 раза.



Детали большого диаметра отрезают резцами с длинной головкой, весьма склонными к вибрациям. Для повышения виброустойчивости в этом случае целесообразно производить отрезание при обратном вращении шпинделя, применяя перевернутый передней поверхностью вниз изогнутый отрезной резец (поз. V).

## 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 стружкообразова-

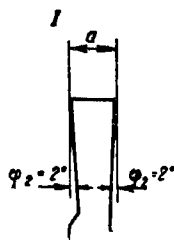
ния и стружкоотвода при резании.

Наибольшее влияние на условия образования стружки и ее отвода оказывает форма головки резца в плане (табл. 66).

Таблица 66

## Форма головки отрезных (прорезных) резцов в плане

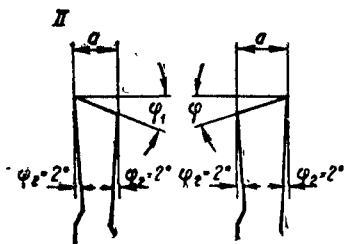
Резцы с прямолинейной главной режущей кромкой (поз. I) ( $\varphi = \varphi_1 = 0^\circ$ ).



Места сопряжений главной и боковых режущих кромок выполняются по радиусу 0,2—0,3 мм

Такие резцы имеют преимущественное распространение. Заточка их наиболее проста.

Резцы со скошенной режущей кромкой (поз. II)



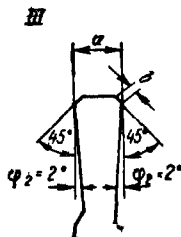
Для обработки стали угол  $\varphi_1$  (поз. II слева) принимается равным 8—15°, а для обработки алюминия, меди и других мягких металлов  $\varphi_1 = 20—25^\circ$ .

Резцы используются для отрезки и одновременной зачистки торца заготовки, от которой отрезается деталь (или излишек).

При наклоне режущей кромки в направлении продольной подачи (поз. II справа) главный угол в плане берется  $\varphi = 15—30^\circ$ .

Такие резцы (из быстрорежущей стали) применяются при необходимости зачистить левый торец отрезаемой от заготовки детали без оставления на нем выступающего остатка.

Резцы с переходными режущими кромками (поз. III)



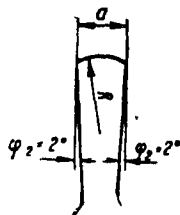
В местах сопряжения главной и боковых режущих кромок затачиваются переходные режущие кромки  $b = 0,2a$ . Угол в плане этих кромок  $\varphi_0 = 45^\circ$ .

Такие резцы обладают повышенной стойкостью. Используются они при обработке вязких и твердых сталей.

Продолжение табл. 65

Резцы с криволинейной главной режущей кромкой (поз. IV)

IV

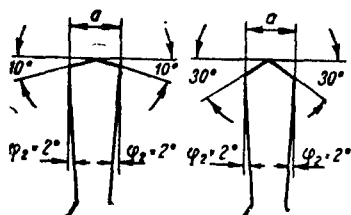


Заточка главной режущей кромки по произвольному радиусу улучшает отвод стружки, при этом несколько повышается усилие резания.

Резцы применяются для обработки вязких сталей.

Резцы с двумя пересекающимися режущими кромками (поз. V)

V

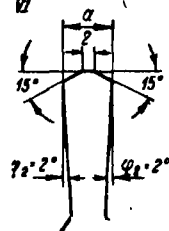


При углах  $\varphi = \varphi_1 = 10^\circ$  (поз. V слева) улучшается отвод стружки, увеличивается общая длина режущей кромки и поэтому улучшается теплоотдача резца. При больших углах в плане  $\varphi = \varphi_1 = 30^\circ$  (поз. V справа) длина режущих кромок увеличивается еще больше, а отвод стружки значительно улучшается.

Резцы с  $\varphi = \varphi_1 = 10^\circ$  служат для обработки особо вязких и твердых сталей, а резцы с  $\varphi = \varphi_1 = 30^\circ$  — для обработки вязких сталей.

Резцы с двумя пересекающимися режущими кромками и фаской при вершине в плане (поз. VI)

VI

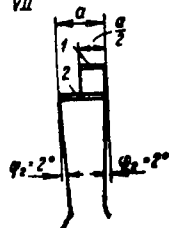


Наличие на резце не одной или двух, а трех режущих кромок разделяет стружку на три потока, при этом исключается возможность забивания стружкой прорезаемой канавки. Стойкость таких резцов высокая.

Резцы применяются при глубоких резах на заготовках из вязких и твердых сталей, а также при отрезании колец из заготовок типа труб и втулок.

Резцы с двумя параллельными режущими кромками (поз. VII)

VII



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 резах.

Резцы применяются при широких и глубоких резах. Изготавливаются они из быстрорежущей стали.

Таблица 67

**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. 66)		
	при обработке конструкционных сталей	при обработке инструментальных сталей	
До 25	3	4	<p><i>Примечание.</i> При отрезании (прорезании канавок) заготовок больших размеров на крупных токарных станках применяют отрезные резцы в виде пластины (см., напр., рис. 59 и 61). 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>
25—35	3	4—5	
35—45	3—4	5	
45—60	4—5	5—6	
60—100	5	6	
100	6—8	8—9	
150	8—10	10—12	
250 и выше	12—15	15—16	

Таблица 68

**Главные углы отрезных (прорезных) резцов (см. рис. 54)**

Обрабатываемый материал	Характеристика материала		Резцы из быстрорежущей стали		Резцы твердосплавные	
	$\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup>	НВ	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$
Сталь и стальное литье . .	До 40	—	25	8	22	8
То же . . . . .	40—60 60—80 80—100	—	25—20	8	22—20	8
		—	15—12	8	16—13	8
		—	10—7	8	10—6	8
		—	190—150	15—20	6—8	10—17
Ковкий чугун . . . . .	—	210—150	10—15	6—8	6—15	6—8
Чугун серый . . . . .	—	—	—	—	—	—
Хрусткие и твердые бронзы . . . . .	120	—	0—5	6—8	0—5	6—8
Мягкие бронзы и латушь . . . . .	—	—	15	8	15	6—8
Алюминий мягкий и 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  $\alpha_1 = 2-3^\circ$ .

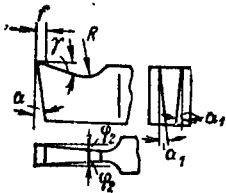


Рис. 54. Геометрия прорезного резца.

Как видно из рис. 54, на передней поверхности отрезного (прорезного) резца заточены выкружка, служащая для улучшения условий завивания стружки, и фаска, усиливающая режущую кромку.

Радиус выкружки принимается  $R = (50 - 60) s$ , где  $s$  — подача, в мм/об. Ширина фаски колеблется в пределах 0,1—0,25 мм (табл. 69).



Таблица 69

Величины радиуса выкружки и фаски на передней поверхности  
отрезных (прорезных) резцов (рис. 54), в мм

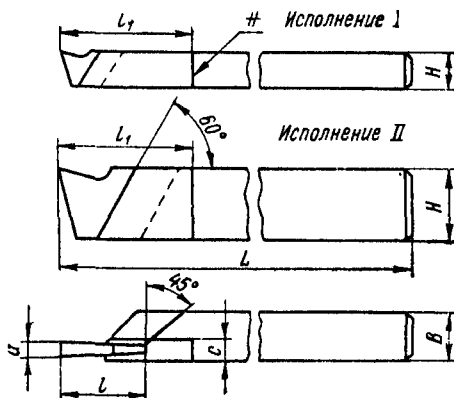
$a$	4	6	8	10
$R$	5	8	10	12
$f$	0,1	0,15	0,2	0,25

### КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ОТРЕЗНЫХ (ПРОРЕЗНЫХ) РЕЗЦОВ

Таблица 70

Конструкции и размеры стандартных (нормализованных) отрезных резцов

Отрезные резцы из быстрорежущей стали (по ГОСТ 10043-62)  
правые и левые  
Тип IX



Основные размеры, в мм

Сечение резца		$L$	$l$	$l_1$	$a$	$c$	Исполне- ния
$H$	$B$						
6	6	50	6	—	1,5	—	I
8	8		8		2,0		
10	10	60	10	30	3,0		
12	12	70	20				
16	10	100	20	50	3,0*	5	
20	12	120	25		4,0		
25	16	140	20	60	3,0	6	II
			35		5,0		
32	20	170	25		4,0	8	
			40		6,0		

Пример условного обозначения правого резаца типа IX сечением  $20 \times 12$  мм и шириной  $a=4$  мм из быстрорежущей стали марки P18:

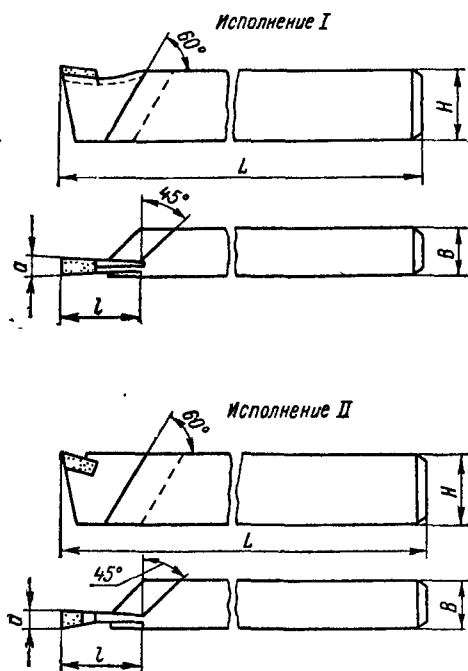
резец IX —  $20 \times 12 \times 4$  — P18 ГОСТ 10043-62;

то же, левого:

резец ЛIX —  $20 \times 12 \times 4$  — P18 ГОСТ 10043-62.

Отрезные резцы с пластинками из твердого сплава правые и левые (по ГОСТ 6743-61)

Тип IX, форма А

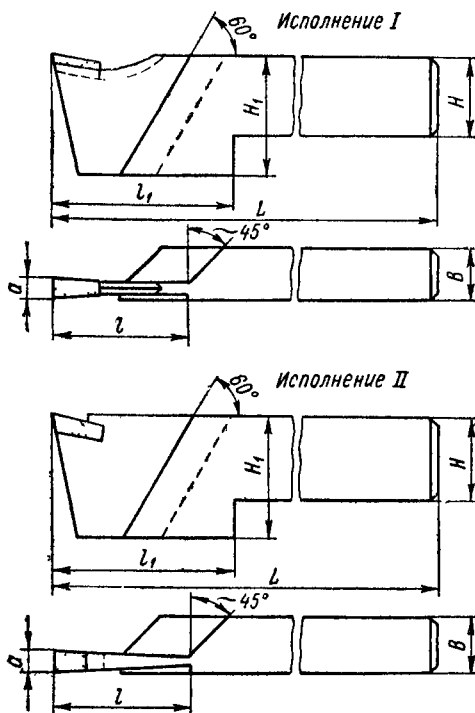


Основные размеры, в мм

Сечение резаца		L	l	a	Форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)	
H	B				исполнение I	исполнение II
16	10	100	20	3	13Б	13А
20	12	120	25	4		
25	16	140	35	5		
32	20	170	38	6		
40	25	200	45	8		

Продолжение табл 70

Тип IX, форма Б



Основные размеры, в мм

Сечение резца		L	l	l <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	a	Форма пластинок (по ГОСТ 2209-66)	
H	B						исполнение I	исполнение II
20	12	120	35	45	30	4	13Б	13А
25	16	140	40	50	35	5		
32	20	170	50	60	40	6		
40	25	240	65	75	55	8		
50	32	280	80	95	65	10		

Пример условного обозначения правого отрезного резца типа IX, формы Б, исполнения I, сечением 25×16 мм, с пластиной из твердого сплава марки Т15К6  
 резец IX Б1 — 25×16 — Т15К6 ГОСТ 6743 61,  
 то же, левого  
 резец ЛIX Б1 — 25×16 — Т15К6 ГОСТ 6743-61.

**Усовершенствованные конструкции отрезных резцов.** Новаторами производства предложен ряд конструкций отрезных резцов, отличающихся повышенной жесткостью, а также обеспечивающих возможность

отрезания заготовок диаметром свыше 150 мм

На рис 55 изображен отрезной твердосплавный резец, предложенный новатором В И Гургалем. Особенностью конструкции

этого реза является наличие удлиненной, а также увеличенной по высоте головки, что значительно повышает его жесткость и прочность. Твердосплавная пластинка реза впаивана в державку под углом 30—45°. Как показал опыт, резец удобен в экс-

плуатации по нейтральной оси  $AB$  стержня державки.

При работе такие резцы под влиянием колебаний силы резания не углубляются в заготовку, а отходят от нее, что предотвращает появление вибраций.

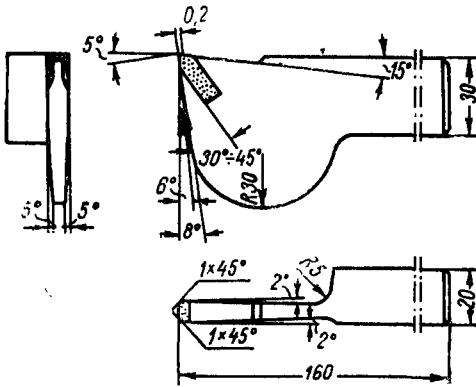


Рис. 55. Отрезной твердосплавный резец конструкции В. И. Гургаля.

плуатации, позволяет полностью использовать пластинку твердого сплава и успешно работает на повышенных режимах резания ( $v=130-150$  м/мин,  $s=0,15-0,25$  мм/об).

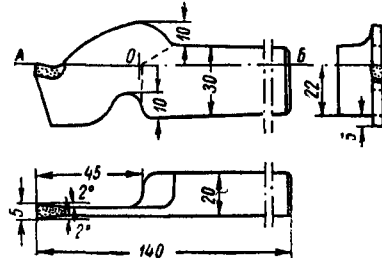


Рис. 57. Виброустойчивый отрезной резец конструкции К. В. Лакура.

Все большее распространение получают сборные отрезные резцы с механическим креплением твердосплавных пластинок, а

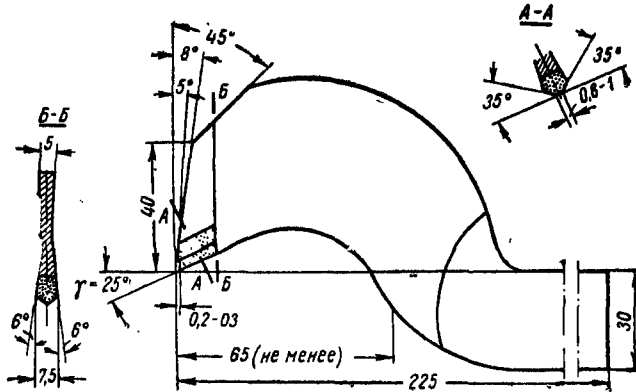


Рис. 56. Жесткий отрезной резец конструкции В. Я. Карасева.

Отрезной резец новатора В. Я. Карасева (рис. 56) также имеет усиленную головку. Здесь передний угол  $\gamma=25^\circ$ , что облегчает резание. Наличие двух скошенных под углом 35° 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. 57) распола-

гается также отрезные резцы типа пластинок, закрепляемые в специальных державках.

На рис. 58 показана конструкция реза, предназначенного для отрезания стальных прутков диаметром до 80 мм. В корпусе реза выфрезерованы гнезда с наклоном 15° для режущей пластинки и стружколомателя. Головка реза разрезана продольной прорезью так, что ее верхняя часть может пружинить. Закрепление режущей и стружколомающей пластинок в корпусе

резца производится одновременно при помощи винта и пружинящей части головки резца.

Благодаря рифлениям на пластинке и на опорной поверхности головки резца пластинка прочно удерживается в корпусе

резца. Высокая головка значительно повышает жесткость и виброустойчивость резца.

Пластинки твердого сплава затачиваются отдельно от корпусов в специальных державках на заточном станке. После заточки режущие грани пластинок доводятся.

Сборный отрезной резец с двухсторонним пластинчатым ножом, изготавливаемый на Ленинградском коксогазовом заводе, изображен на рис. 59.

Двухсторонний пластинчатый нож 1 устанавливается в открытом угловом пазу державки 2 и закрепляется сверху с помощью специальной планки 3 и первого держателя 4. Дополнительно державка закрепляется вторым болтом резцедержателя.

В комплект входят державка, планка и 15 сменных ножей с напаянными с двух сторон пластинками твердого сплава.

Пластинчатые отрезные резцы усиленных конструкций успешно применяются и на тяжелых отрезных работах.

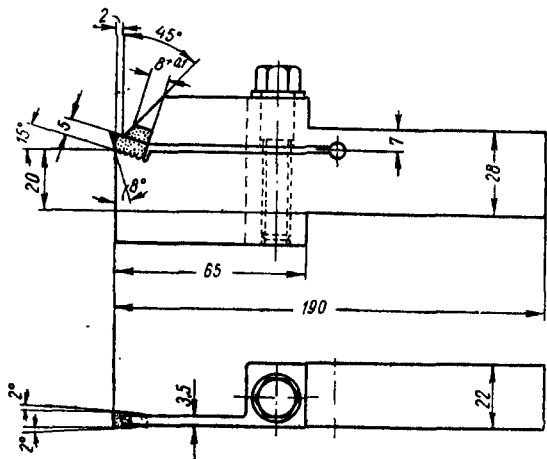


Рис. 58. Отрезной резец с механическим креплением твердосплавной пластинки.

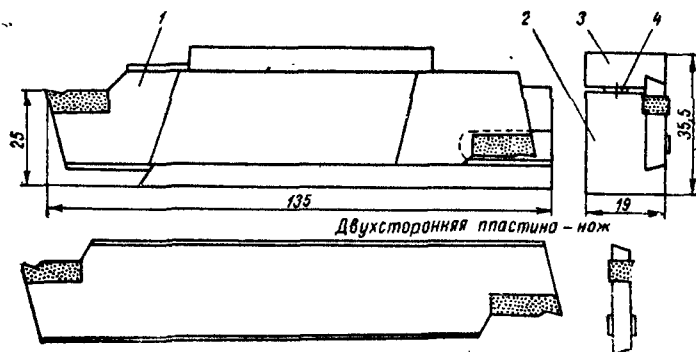


Рис. 59. Нормализованный сборный резец с пластинчатым ножом (выпускается Ленинградским коксогазовым заводом).

### 3. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ОТРЕЗНЫХ РЕЗЦОВ

Отрезные резцы необходимо устанавливать с большой тщательностью, так, чтобы стержень его 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.

Для проверки правильности установки резца пользуются уже обработанной цилиндрической частью детали или пинолью задней бабки.

Прорезные и в особенности отрезные резцы нужно закреплять строго по высоте

центров станка; несоблюдение этого правила приводит к поломке резцов.

Основное внимание следует обращать на обеспечение виброустойчивости и надежности крепления резцов.

На рис. 60 приведены два примера повышения жесткости отрезных резцов путем создания дополнительных регулируемых опор.

На рис. 60, а показан отрезной резец 2 с подведенной под него регулируемой по высоте опорой 1. Введение дополнительной опоры повышает жесткость резца, уменьшает его прогиб и обеспечивает возмож-

ность работы при более высоких подачах.

На рис. 60, б представлен отрезной резец повышенной жесткости с дополнительной опорой, применяемый на Витебском комбинате стройматериалов для разрезки деталей из чугуна и стали диаметром 150—300 мм.

работываемой детали, что делает резец более технологичным и прочным.

Данную конструкцию отличают уменьшенная консоль части резца, входящей в прорезаемое пространство детали, и возможность регулирования величины ее вылета в соответствии с глубиной врезания.

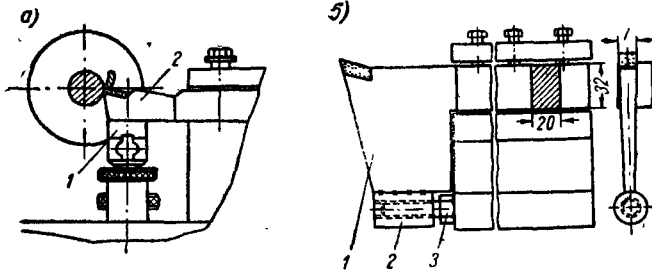


Рис. 60. Отрезные резцы с регулируемыми опорами.

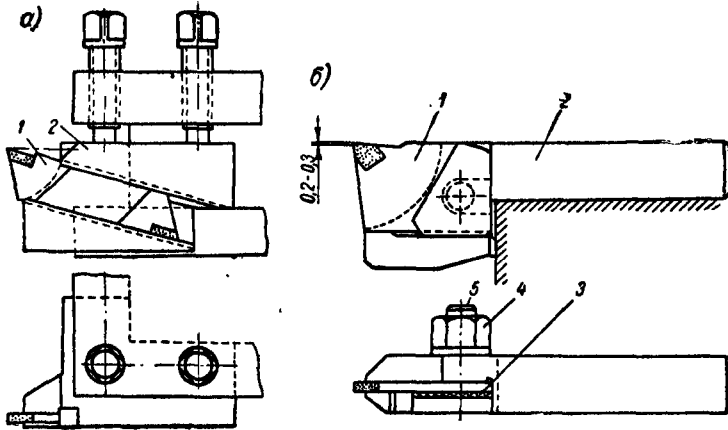


Рис. 61. Виброустойчивые отрезные резцы с режущими пластинами.

К обыкновенному отрезному резцу с удлиненной головкой приварена пластинка 1, к которой, в свою очередь, приварена втулка 2 с внутренней резьбой М12. Во втулке крепится болт, головка которого 3 служит упором. Усилия, возникающие в процессе резания, воспринимаются через головку упорного болта, прижатого к суппорту, что повышает жесткость системы и ликвидирует вибрации.

Для установки и крепления пластинчатых резцов имеются специальные державки типа, изображенной на рис. 59. Есть и другие конструкции державок. Так, например, на рис. 61, а показана установка двухстороннего пластинчатого ножа 1 в Т-образном пазу специальной державки 2. Болты резцедержателя зажимают одновременно державку и пластину-нож. Как видно из рисунка, продольная ось Т-образного паза наклонена к плоскости вращения об-

Расположение резца в державке под углом позволяет за счет изменения вылета довольно быстро устанавливать его по центру без применения подкладок.

При правильной эксплуатации срок службы этого резца вдвое больше, чем резцов обычной конструкции.

На рис. 61, б приведен сборный отрезной резец, состоящий из быстросменной пластины-ножа 1, вставленной в паз оправки 2, которая для большей жесткости имеет в резцедержателе дополнительную опору. Пластина крепится сбоку с помощью специального болта 5 и гайки 4, а прижим пластины к нижней и задней опорам оправки осуществляется силами резания. Для гашения вибраций служит прокладка из жесткой резины 3 между пластиной и головкой болта 5. Вибраций резца не наблюдается даже при работе на повышенных режимах резания.

Резец используется на станках токарной группы средней мощности при отрезке сплошных заготовок диаметром до 65 мм.

На заводах Чехословацкой Социалистической Республики для пластинчатых от-

резных резцов применяют не только общеизвестные типы державок, но и специальные.

Схема одновременной работы двух отрезных резцов при разрезке на кольца толстостенных труб из труднообрабатываемой стали (глубина реза 30 мм) показана на рис. 62.

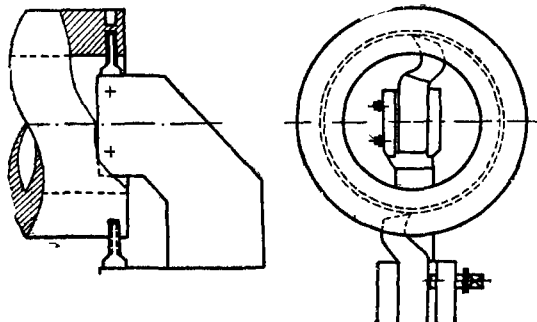


Рис. 62. Отрезание колец с помощью двухрезцовой державки.

В специально изготовленной державке зажимается одновременно два резца. Один из них врезается в металл снаружи, а другой — изнутри трубчатой заготовки. Таким образом, длина реза сокращается наполовину. Настройка резцов в одной плоскости не представляет затруднений: достаточно приложить оба резца к подрезанному торцу заготовки и закрепить их прижимами.

#### 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. 65), а также от диаметра детали (см. табл. 67)

Выбор подачи при прорезании канавок и отрезании на токарном станке рекомендуется производить по данным табл. 71.

Скорость резания выбирается после того, как определены ширина главной режущей кромки резца и подача (табл. 72).

Таблица 71

#### Подачи при отрезании и прорезании канавок на токарных станках

Диаметр обработки, в мм, до	Ширина реза $a$ , в мм	Обрабатываемый материал		
		сталь и стальное литье		Чугун
		$\sigma_B < 80 \text{ кг/мм}^2$	$\sigma_B > 80 \text{ кг/мм}^2$	
Подача $s$ , в мм/об				
20	3	0,08—0,10	0,06—0,08	0,11—0,14
30	3	0,10—0,12	0,08—0,10	0,13—0,16
40	3—4	0,12—0,14	0,10—0,12	0,16—0,19
60	4—5	0,15—0,18	0,13—0,16	0,20—0,24
100	5—6	0,18—0,20	0,16—0,18	0,24—0,27
	7—8	0,22—0,25	0,20—0,23	0,28—0,32
150	6—8	0,20—0,25	0,18—0,22	0,30—0,35
	8—10	0,25—0,30	0,22—0,26	0,35—0,40
250	10—12	0,30—0,35	0,28—0,32	0,40—0,45
и выше	12—15	0,35—0,40	0,32—0,36	0,45—0,55

*Примечание.* При отрезании сплошного материала по мере приближения резца к центру (до 0,5 радиуса) указанные в таблице значения подач следует уменьшать на 40—50%.

Таблица 72

**Скорости резания**  
Сталь и чугун серый Резцы с пластинками из твердого сплава

Обрабатываемый материал			Подача $s$ , в мм/об, до											
Вид материала	механическая характеристика		0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,39	0,52	0,70
	$\sigma_B$	НВ	Скорость резания $v$ , в м/мин											
Сталь конструкционная углеродистая и легированная	44—49	126—140	245	218	193	172	153	136	120	107	95	75	59	—
	50—55	141—158	218	193	172	153	136	120	107	95	85	67	53	—
	56—62	159—177	193	172	153	136	120	107	95	85	75	59	47	—
	63—70	178—200	172	153	136	120	107	95	85	75	67	53	42	—
	71—79	201—226	153	136	120	107	95	85	75	67	59	47	37	—
	80—89	227—255	136	120	107	95	85	75	67	59	53	42	33	—
	90—100	256—289	120	107	95	85	75	67	59	53	47	37	29	—
	Чугун серый	150—156	105	100	95	89	84	79	75	70	66	59	52	46
157—164		100	95	89	84	79	75	70	66	62	55	49	44	—
164—172		95	89	84	79	75	70	66	62	59	52	46	41	—
173—181		89	84	79	75	70	66	62	59	55	49	44	39	—
182—190		84	79	75	70	66	62	59	55	52	46	41	36	—
191—199		79	75	70	66	62	59	55	52	49	44	39	34	—
200—219		75	70	66	62	59	55	52	49	46	41	36	32	—
220—241		66	62	59	55	52	49	46	44	41	36	32	29	—
243—265	59	55	52	49	46	44	41	39	36	32	29	26	—	
Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от.														
1) отношения диаметров	Отношение диаметров $d_1/D$ (см. табл. 49)	0—0,4			0,5—0,7			0,8—1,0						
	Коэффициент $k_{d_v}$	1,0			0,96			0,84						
2) периода стойкости	Период стойкости $T$ , в мин.	30			45			60		90		120		180
	Коэффициент $k_{T_v}$	1,15			1,06			1,0		0,92		0,87		0,80
3) наличия охлаждения (для стали)	Характер обработки	Без охлаждения							С охлаждением					
	Коэффициент $k_{o_v}$	1,0							1,4					
4) марки твердого сплава	Твердый сплав	Сталь				Чугун								
		Т5К10		Т15К6		ВК6		ВК8						
Коэффициент $k_{H_v}$		1,0		1,54		1,0		0,83						



**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 су-

перфиниширование. К группе отделочных операций можно отнести также и накатывание поверхностей. Данные о достигаемом классе шероховатости см. в табл. 73.

Таблица 73

**Классы шероховатости поверхности, достигаемые при обработке различными методами**

Методы обработки		Классы шероховатости														
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	12-й	13-й	14-й	
Обтачивание	черновое	+	+	+												
	получистовое				+	+	+									
	чистовое тонкое					+	+	+	+							
Шлифование	предварительное							+	+							
	чистовое									+	+					
	тонкое									+	+	+				
Притирка	грубая									+	+					
	средняя									+	+					
	тонкая										+	+	+	+	+	+
Зачистка абразивным полотном (полирование)	—							+	+	+	+					
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 малой подачей обычными чистовыми резцами, так как при этом не воз-

лучить чистую поверхность вообще невозможно.

Широкие резцы используются при обработке жестких и крупных деталей на жестких станках. Производительность точения широкими резцами в десятки раз выше, чем при тонком точении: скорость резания при обработке конструкционной стали до-

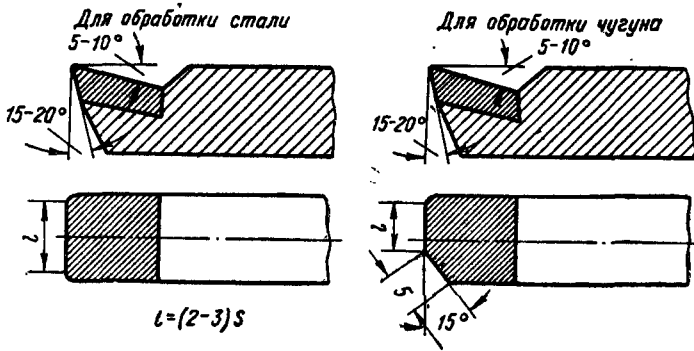


Рис. 63. Форма и геометрические параметры широких резцов для чистового обтачивания.

никает 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. На рис. 63 показаны геометрические параметры широких резцов для чистовой обработки сталей и чугунов. Длина главной режущей кромки  $l$  зависит от величины подачи; она не должна быть меньше  $2s$ , в противном случае по-

стигает 150—300 м/мин, подача — 4—6 мм/об и глубина резания — 0,1—0,3 мм; при обработке чугуна:  $v=50-60$  м/мин;  $s=5-8$  мм/об и  $t=0,2-1,0$  мм.

Шероховатость поверхности при обтачивании стальных деталей соответствует  $\nabla 6-\nabla 7$ , а при обработке чугуна —  $\nabla 5-\nabla 6$ .

Для получения высокого качества поверхности необходимо тщательно устанавливать резец: его главная режущая кромка должна быть строго параллельна оси детали.

## 3. ТОНКОЕ ОБТАЧИВАНИЕ

Тонкое точение характеризуется малой глубиной резания, малыми подачами и высокими скоростями резания.

Применяемые для тонкого точения станки должны отличаться высокой точностью

и жесткостью. На этих станках не следует выполнять другие операции.

Тонкому точению должна предшествовать чистовая обработка по 3-му классу точности с оставлением равномерного при-

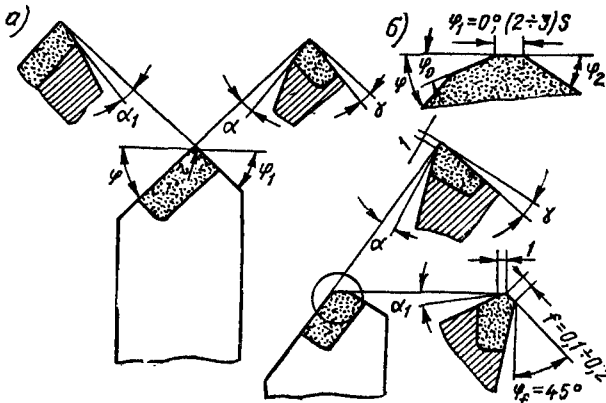


Рис. 64. Твердосплавные резцы для тонкого и чистового точения.

пуска 0,2—0,5 мм на диаметр. С целью повышения точности и чистоты обработанной поверхности этот припуск надо снимать не за один, а за два прохода — черновой и чистовой. При тонком точении достигается точность 2—1-го классов, а шероховатость поверхности  $\nabla 8$ — $\nabla 9$ .

Тонкое точение выполняют тщательно доведенными твердосплавными резцами двух видов, показанных на рис. 64. Резцы с радиусной переходной кромкой (рис. 64, а) применяют при малых подачах (0,03—0,1 мм/об), а резцы с зачистной кромкой

(рис. 64, б) — при повышенных подачах (0,1—0,5 мм/об).

Для удаления стружки используют сжатый воздух а иногда водно-масляную эмульсию, которую подают непрерывной струей, чтобы предотвратить растрескивание пластинок твердого сплава.

Рекомендуемые режимы тонкого точения и геометрические параметры заточки резцов приведены в табл. 74.

В последние годы наряду с твердосплавными резцами все большее распространение получают алмазные резцы.

Таблица 74

Режимы тонкого точения и геометрические параметры твердосплавных резцов

Геометрические параметры резцов и режимы тонкого точения	Обрабатываемый материал						
	сталь 25 н 12ХНВА $\sigma_B=52$ кг/мм <sup>2</sup>	сталь 40Х термообра- ботанная $\sigma_B=83$ кг/мм <sup>2</sup>	сталь 1Х18Н9Т	медь, латунь	нейлон, акриловая смола	сталь 40Х термообра- ботанная $\sigma_B=83$ кг/мм <sup>2</sup>	сталь 35 $\sigma_B=55$ кг/мм <sup>2</sup>
Тип резца (по рис. 64) . . . . .	С радиусной кромкой, тип I				С зачистной кромкой, тип II		
Материал режущей части резца	Т60К6, Т30К4		ВК8		Т30К4		
Основные геометрические параметры резца:							
передний угол $\gamma^\circ$ . . . . .	10	—10	0	3—12	5—10	0	10
задний угол $\alpha^\circ$ . . . . .	15	5	10	5—10	5—10	12	6
главный угол в плане $\varphi^\circ$ . . . . .	45	45	45	45—50	45	40	60
вспомогательный угол в плане $\varphi_1^\circ$ . . . . .	6	5	15	0—45	10	0	0
углы в плане:							
$\varphi_0^\circ$ . . . . .	—	—	—	—	—	5	4
$\varphi_2^\circ$ . . . . .	—	—	—	—	—	10—14	10
угол наклона главной режущей кромки $\lambda^\circ$ . . . . .	0	5	0	0	0	—	—
радиус закругления $r$ , в мм . . . . .	1	0,5—1	0,5	0,5—1	0,5—2	—	—
Режим резания:							
глубина резания, в мм . . . . .	0,1—0,5	0,2—0,3	0,05	0,1—0,3	0,1—0,2	0,1	0,1
подача, в мм/об . . . . .	0,05	0,1	0,03—0,06	0,03—0,10	0,02—0,11	0,16—0,20	0,16—0,4
скорость резания, в м/мин . . . . .	100—500	120—240	165—175	250—600	50—250	170—235	150—250

Алмазными резцами обрабатывают в основном легкие сплавы (особенно сплавы алюминия с содержанием кремния), медь, латунь, бронзу, цинковые сплавы и пластмассы. Для obtачивания стали алмазные резцы применяются значительно реже.

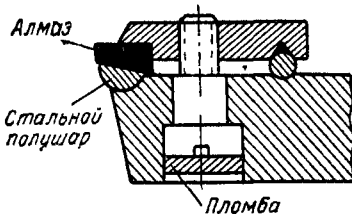


Рис. 65. Алмазный резец с механическим креплением.

Алмазы крепят в державке путем чеканки, заливки или механическим способом (рис 65).

Кристаллы алмаза, используемые в качестве режущих частей резца, шлифуют и по-

лируют для придания им нужной формы. Угол заострения алмазного резца составляет обычно  $80^\circ$ , передний угол  $0^\circ$ .

Режущая часть алмазного резца в плане выполняется трех форм:

1) остроугольная (рис. 66, а) применяется главным образом при расточных работах;

2) многогранная (рис. 66, б) — при наружном точении металлов (постепенно используется одна грань за другой); обычные алмазы имеют от 3 до 5 граней, длина каждой грани  $0,75\text{--}1,5\text{ мм}$ ; по мере затупления одной из граней кристалл поворачивается в державке так, чтобы в работу вступила незатупившаяся грань;

3) радиусная (рис. 66, в) — преимущественно при обработке пластмасс и прессованных материалов.

Алмазы чувствительны к ударной нагрузке, поэтому вибрации при резании недопустимы. Алмаз можно подводить только к вращающейся детали. Перед остановкой станка необходимо выключить подачу и отвести резец назад. Рекомендуемые режимы алмазного точения даны в табл. 75.

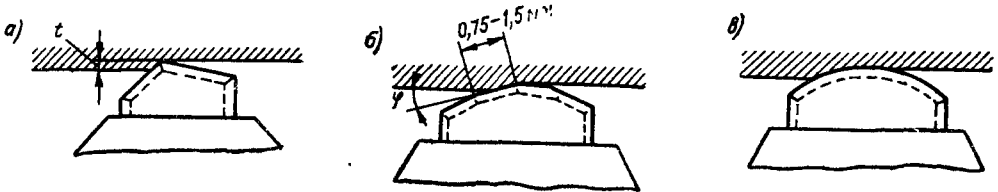


Рис. 66. Формы алмазного резца в плане.

Таблица 75

Рекомендуемые режимы алмазного точения

Обрабатываемый материал	Глубина резания $t$ , в мм	Подача $s$ , в мм/об	Скорость резания $v$ , в м/мин
Алюминий . . . . .	0,01—0,15	0,01—0,10	400—500
Сплавы алюминия . . . . .	0,05—0,10	0,01—0,08	500—600
Латунь . . . . .	0,03—0,10	0,02—0,10	400—500
Бронза оловянистая . . . . .	0,05—0,25	0,02—0,08	300—400
Медь . . . . .	0,01—0,30	0,02—0,06	350—500
Баббит . . . . .	0,05—0,15	0,02—0,10	400—500
Титановый сплав ВТЗ . . . . .	0,03—0,05	0,01—0,06	100—300
Пластмассы . . . . .	0,05—0,30	0,03—0,05	500—700

#### 4. ЗАЧИСТКА (ПОЛИРОВАНИЕ)

Зачистка производится с помощью абразивного полотна. Перед зачисткой грубо

обработанные поверхности опиливают шлифными напильниками.

Таблица 76

## Характеристика способов зачистки (полирования) поверхностей

## Опиливание перед зачисткой



Опиливание применяется как способ подготовки поверхности под последующую зачистку шлифовальной шкуркой и для доведения диаметра поверхности (при небольших размерах) до заданного размера.

При опиливании на токарном станке деталь остается закрепленной так же, как и при обтачивании резцом. Она должна вращаться с повышенной скоростью, но такой, чтобы и деталь, и напильник не перегревались.

Опиливание на токарном станке следует вести осторожно и внимательно. Напильник слегка прижимают к обрабатываемой поверхности и медленно подают вперед от себя. При движении назад напильник с детали не снимают, но нажим на него несколько ослабляют (поз. I). Не следует двигать напильник слишком быстро и резко, так как это нарушает форму детали.

Напильник необходимо держать почти перпендикулярно к оси детали, однако при продольном движении его надо все время перемещать также вправо и влево вдоль детали. Это делается для того, чтобы

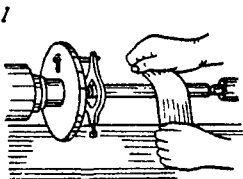
более точно опилить деталь — не снять на одиом участке ее больше металла, чем на другом. Кроме того, насечка напильника в этом

случае будет меньше забиваться стружкой.

Опиливаемая поверхность получается более чистой, если напильник натирать мелом и возможно чаще очищать стальной щеткой (поз. II) или тонкой стальной пластинкой (поз. III). С этой же целью при опиливании стальных деталей напильники иногда смазывают машинным маслом.

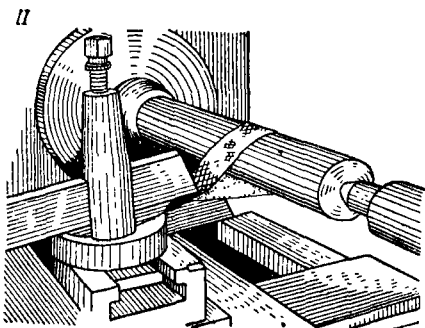
При опиливании возникает опасность повреждения рук рабочего выступающими частями детали, концом хомутика, поводком патрона и др. Поэтому работу надо вести осторожно. Рукоятку напильника следует держать в левой руке, а свободный конец его прижимать к детали правой рукой.

## Зачистка при помощи шлифовальной шкурки



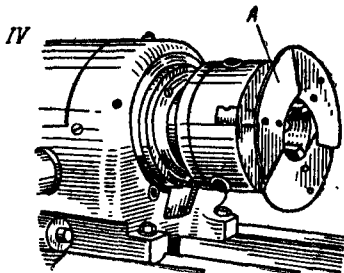
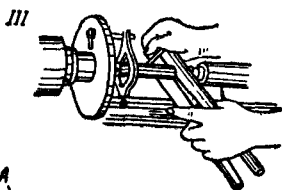
Полирование (зачистку) осуществляют шлифовальной шкуркой. Ее следует держать так, как показано в поз. I, иначе она может намотаться на деталь и защемить пальцы. Особенно осторожно надо производить зачистку (полирование) фасонных поверхностей.

Пользуясь способом, показанным в поз. II, можно полировать цилиндрические поверхности при механической продольной подаче.



Безопасен и производителен процесс полирования с помощью простого приспособления, называемого жимками (поз. III).

Жимки состоят из двух деревянных брусков, соединенных кожаным или металлическим шарниром и имеющих углубления по форме детали. В жимки закладывают шлифовальную шкурку или насыпают абразивный порошок, смешанный с маслом. Полирование ведут при легком нажиме жимков на обрабатываемую деталь и больших числах ее оборотов.



При полировании деталей, закрепляемых в патроне, целесообразно пользоваться защитным приспособлением типа, показанного в поз. IV. Оно состоит из трех защитных щитков-секторов А, прикрепленных к кулачкам токарного патрона. При перемещении кулачков секторы сдвигаются и раздвигаются, как диафрагма фотоаппарата, и предохраняют руки рабочего от ударов.

Шлифовальные шкурки изготавливаются из абразивных зерен и порошков, наклеиваемых на полотно или бумагу.

Водостойкая шкурка ЭС выполняется из зеленого карбида кремния. Шкурки для сухого шлифования на бумажной (ГОСТ 10054-62) и тканевой (ГОСТ 13344-67) основах изготовляются

зернистостью от 50 до 3 (шлифпорошки), а также М40 и М28 (микрпорошки) с размерами зерен соответственно 40—28 и 28—20 мкм.

Шкурки применяют для чистовой зачистки, тонких отделочных работ и полирования.

Для придания зачищаемой поверхности блеска ее рекомендуется слегка смазывать машинным маслом или керосином с добавлением 2,5% олеиновой кислоты либо же применять специальные полировочные пасты.

### Полирование при помощи специальных головок

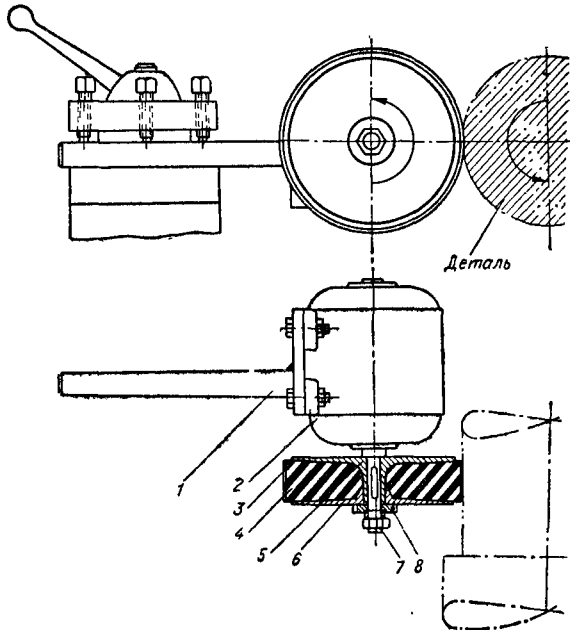
Для полирования крупногабаритных деталей рекомендуется применять специальные головки.

Одна из таких головок приведена на рисунке. В резцедержателе суппорта станка укрепляется державка 1, на фланце которой установлен электродвигатель 2 мощностью 0,25 кВт при 1400 об/мин.

На вал электродвигателя насаживается полировальный круг. Оправка 5 его крепится на валу гайкой 7. Между оправкой 5 с фланцем 6 и шайбой расположено кольцо из губчатой резины 4. На наружную цилиндрическую поверхность кольца надевается склеенное заранее из шлифовальной шкурки кольцо 3. При сжатии гайкой 8 фланца оправки и шайбы помещенная между ними резина плотно натягивает кольцо из шлифовальной шкурки. В случае необходимости заменить последнюю ослабляют гайку 8. Работа производится при механическом перемещении суппорта станка.

Применение такой головки повышает производительность труда и обеспечивает безопасность его.

Продолжение табл. 76



Такие же головки используют и для обработки бесконечными шлифовальными лентами с наклеенным слоем абразивного зерна зернистостью 50—32. Полирование такими лентами обеспечивает получение поверхности шероховатостью  $\nabla 7$ — $\nabla 9$ . Более высокую чистоту поверхности можно получить при полировании кожаной лентой с применением паст ГОИ.

## 5. ДОВОДКА И ПРИТИРКА

Доводка и притирка служат 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  $\nabla 7$ — $\nabla 8$ . Припуск на притирку оставляют в пределах 5—20 мкм на диаметр.

Доводка наружных цилиндрических поверхностей производится чугунными, медными, бронзовыми или свинцовыми втулками (притирами), выточенными по размеру обрабатываемой детали и разрезанными с одной стороны.

Втулку смазывают изнутри ровным тонким слоем смеси 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 вводят притир вдоль вращающейся со скоростью 10—20 м/мин детали. При доводке полезно смазывать деталь жидким машинным маслом или керосином.

## 6. ОБКАТЫВАНИЕ РОЛИКАМИ ИЛИ ШАРИКАМИ

Обкатывание роликами или шариками является высокопроизводительным методом отделочной обработки, при котором повышаются чистота поверхности и усталостная прочность деталей, подвергающихся действию знакопеременных нагрузок, твердость и износостойкость их, а также увеличивает-

ся срок службы неподвижно соединенных деталей и т. д.

Обкатывание обычно производится на токарных станках с использованием различных приспособлений.

Сущность метода заключается в том, что в результате давления свободно вращаю-

щегося ролика или шарика на обрабатываемую деталь поверхностный слой ее пластически деформируется и происходит сглаживание шероховатостей путем их смятия, а также упрочнение этого слоя.

Высота пентров станка, в мм . . .	200	300	500	550—650	800—1 000	1 250—1 500
Допустимое усилие, в кг . . .	500	900—1 500	1 600—2 500	3 000—6 000	5 000—6 000	6 000—7 000

Обкатывание производится после чистового обтачивания поверхностей и вполне заменяет зачистку их шлифовальной шкуркой или шлифованне.

Шероховатость поверхности перед обкатыванием должна быть примерно на два класса ниже шероховатости, которую нуж-

Величина допустимого давления на ролик или шарик определяется конструкцией, размерами и состоянием станка. Допускаются следующие величины (ориентировочно) рабочих давлений при обкатывании одним роликом на токарных станках:

Благодаря малому радиусу шарика рабочие усилия величиной меньше 100 кг оказываются достаточными для смятия микронеровностей на обкатываемой поверхности.

На рис. 67 показана шариковая накатка, предложенная токарем П. Исаковым. С помощью державки 12, приваренной к корпусу 8, накатка закрепляется в резцедержателе токарного станка. Шарик 4 упирается в наружную обойму роликового подшипника 3, насаженного на ось 2, и удерживается колпачком 1 от выпадания. Колпачок надевается на цилиндрическую пиньоль 6 и крепится винтом 5. Пиньоль входит в корпус 8 с небольшим зазором. С одной стороны пиньоль имеет подшипник 3, с другой — гнездо, в котором помещены пружина 9 и подпятник 7. Пробкой 11 регулируется сила натяжения пружины. Болт 10 удерживает пиньоль 6 от разворота.

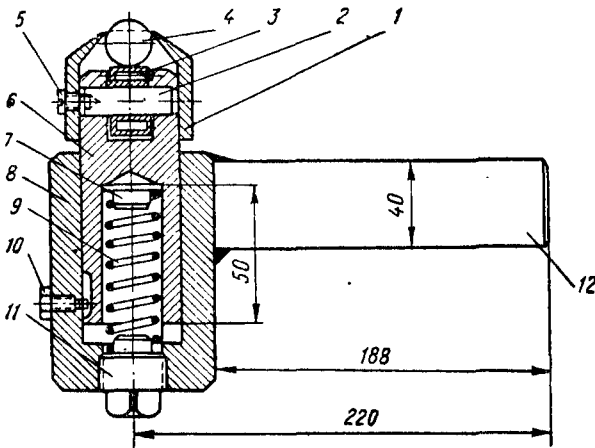


Рис. 67. Шариковая накатка для обкатывания поверхностей.

но иметь после обкатывания. Так, например, для получения после обкатывания поверхности шероховатостью  $\nabla 8$  она должна быть предварительно обработана до шероховатости  $\nabla 6$ .

Конусность и эллиптичность поверхности при обкатывании не изменяются.

Существенными преимуществами обкатывания поверхностей роликами или шариками, кроме отмеченных ранее, являются повышение производительности обработки (на обкатывание поверхностей требуется примерно в 2 раза меньше времени, чем на зачистку их шлифовальной шкуркой) и улучшение условий труда. При одинаковых условиях обработки обкатывание шариком обеспечивает более высокую чистоту поверхности.

Державки, применяемые для обкатывания шариком, имеют небольшие размеры и закрепляются в резцедержателях токарных станков так же, как и резы.

При диаметре шарика 30 мм скорость обкатывания  $v = 145$  м/мин, подача  $s = 0,23$  мм/об, а сила нажатия пружины  $P = 70—75$  кг. Охлаждающая жидкость — веретенное масло. Чистота поверхности вала за один проход накатки повышается на два класса.

Обкатывание наружных поверхностей подобными накатками производят следующим образом.

Предварительно деталь обрабатывают до шероховатости поверхности  $\nabla 4—\nabla 6$  по размеру, учитывающему изменение диаметра после обкатки (табл. 78). Затем подводят державку до соприкосновения шариков с обкатываемой поверхностью и осуществляют соответствующий условиям обработки натяг, замеряя его по лимбу поперечной подачи. Далее, сообщив шпинделю станка необходимое число оборотов, при продольной подаче делают 1—3 продольных прохода (табл. 77).

На некоторых предприятиях одновременно производят обработку резцом и обкатывание шариком. Резец при этом располагается, как обычно, спереди, а шарик — в



специальной державке по другую сторону детали или же рядом с резцом.

На токарных станках средних размеров (высота центров 200—300 мм) осуществ-

женин пружиной 3. Ролик 4 смонтирован в головке 8 на оси 7, вращающейся в игольчатом 5 и роликовом 6 подшипниках.

Существенное влияние на процесс обкатывания оказывает геометрия рабочей части ролика. Основные формы рабочего профиля роликов приведены на рис. 69.

Ролики, имеющие цилиндрический пояс (рис. 69, а) и открытый радиус закругления рабочего профиля (рис. 69, б), служат для обкатывания поверхностей со свободным выходом по длине. Ролики с закрытым радиусом закругления (рис. 69, в) используются для обработки галтелей, а комбинированные (рис. 69, г) — для переходных радиусов и участков цилиндрических поверхностей.

При выборе рабочего профиля ролика необходимо учитывать, что с увеличением цилиндрического пояса создаются более благоприятные условия для работы с большой подачей, но требуется большая сила давления на ролик.

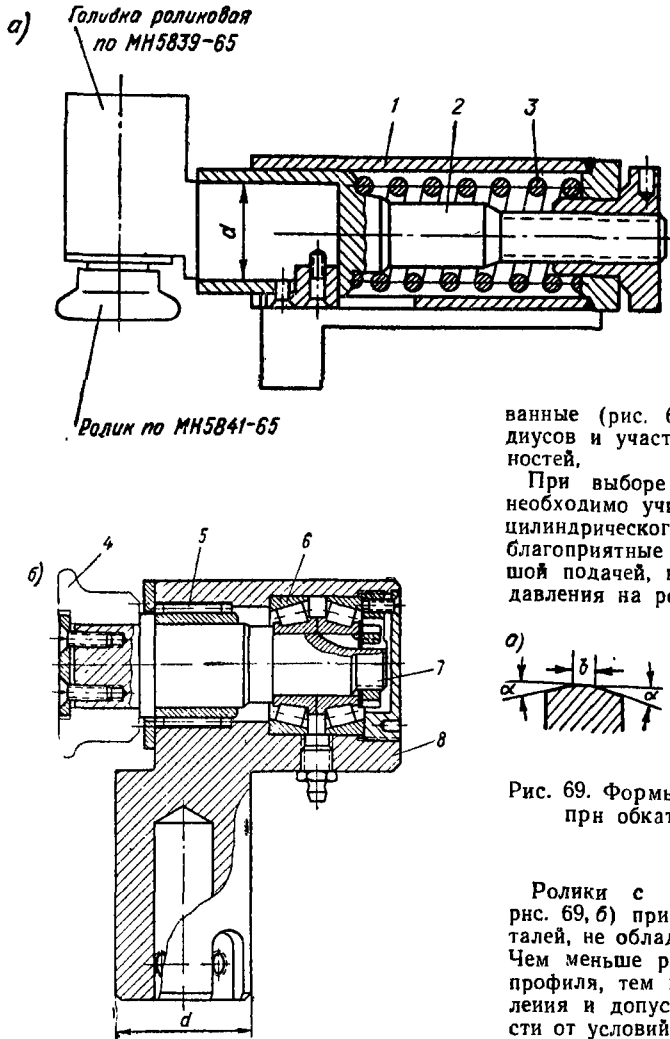


Рис. 68. Однорولیковая державка для обкатывания поверхностей.

ляется также обкатывание роликами при помощи нормализованных державок.

Конструкция нормализованной державки (нормаль МН 5836-65) для однорولیковой головки, применяемой при обкатывании поверхностей с давлением до 500 кг, показана на рис. 68. В корпусе 1 державки, закрепляемой на суппорте токарного станка, смонтирована роликовая головка (рис. 68, б). Шток 2 оправки, в которой крепится головка по диаметру  $d$ , подпру-

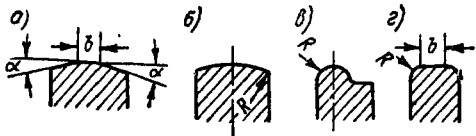


Рис. 69. Формы рабочего профиля роликов при обкатывании поверхностей.

Ролики с радиусным профилем (см. рис. 69, б) применяются для обработки деталей, не обладающих большой жесткостью. Чем меньше радиус закругления рабочего профиля, тем меньше потребная сила давления и допустимая подача. В зависимости от условий обработки используются ролики с радиусами закругления от 4 до 40 мм.

Ширина цилиндрического пояса, как правило, принимается равной 2—5 мм, а для обработки крупных деталей — 12—15 мм и более.

Величину подачи и количество продольных проходов в зависимости от радиуса профиля роликов или шариков и исходной шероховатости поверхности рекомендуется принимать в соответствии с опытными данными, приведенными в табл. 77.

В табл. 78 показаны опытные данные Уральского завода тяжелого машиностроения, характеризующие изменение диаметров стальных деталей после обкатывания в зависимости от исходной шероховатости поверхности и способа ее обработки.

Таблица 77

Подача и число продольных проходов в зависимости от радиуса профиля роликов или шариков и исходной шероховатости поверхности для одиороликовых и одношариковых державок

Радиус профиля ролика, в мм	Подача $s$ , в мм/об, для получения поверхности шероховатостью						
	▽ 7		▽ 8			▽ 9	
	Исходная шероховатость поверхности						
	▽ 4	▽ 5	▽ 6	▽ 5	▽ 6	▽ 6	▽ 7
5	0,07	0,15	0,30	0,07	0,15	0,07	0,15
6,3	0,09	0,18	0,36	0,09	0,18	0,09	0,17
8	0,12	0,23	0,46	0,12	0,23	0,12	0,19
10	0,15	0,29	0,56	0,15	0,29	0,15	0,21
12,5	0,18	0,37	0,64	0,18	0,34	0,18	0,24
16	0,23	0,47	0,72	0,23	0,39	0,23	0,27
20	0,29	0,58	0,80	0,29	0,42	0,29	0,30
25	0,37	0,83	0,88	0,37	0,48	0,35	0,35
32	0,47	0,94	1,00	0,47	0,54	0,39	0,39
40	0,58	1,12	1,12	0,58	0,60	0,43	0,43
50	0,74	1,24	1,24	0,66	0,66	0,48	0,48
63	0,92	1,40	1,40	0,72	0,72	0,54	0,54
80	1,17	1,60	1,60	0,84	0,84	0,60	0,60
100	1,45	1,80	1,80	0,96	0,96	0,66	0,66
125	1,80	2,00	2,00	1,05	1,05	0,75	0,75
160	2,25	2,25	2,25	1,23	1,23	0,85	0,85
200	2,55	2,55	2,55	1,35	1,35	0,95	0,95
Число продольных проходов $i_{\text{прод}}$ . . .	2	1	1	1	1	1	1

Таблица 78

Уменьшение (увеличение) диаметров валов (отверстий) при обкатывании в зависимости от шероховатости поверхности и способа предварительной обработки

Способ предварительной обработки	Класс шероховатости подготовленной поверхности	Изменение диаметра после обкатывания, в мм
Точение	▽ 4	0,03—0,06
	▽ 5	0,02—0,04
	▽ 6	0,01—0,02
Шлифование	▽ 5	0,01—0,03
	▽ 6	0,005—0,015
Точение широким резцом	▽ 5	0,01—0,02
	▽ 6	До 0,01

Если допуск на обрабатываемую поверхность по величине можно сравнить с ожидаемым изменением диаметра или меньше его, то деталь должна быть подготовлена под обкатывание с требуемым допуском, но с изменением на величину усадки номинальным размером (в плюс для валов и в минус — для отверстий).

Практически это означает, что диаметры до 250 мм 3-го класса точности и все диаметры 2-го класса точности должны корректироваться. Детали 3-го класса точности диаметром более 250 мм и детали 4-го класса, а также все менее точные детали обкатываются после изготовления их по окончательным размерам.

### 7. СУПЕРФИНИШИРОВАНИЕ (ПРИТИРОЧНОЕ ШЛИФОВАНИЕ)

Наиболее высокая чистота поверхности обеспечивается при суперфинишровании, осуществляемом с помощью мелкозернистых абразивных брусков при весьма малых скоростях резания и давлениях инструмента на обрабатываемую поверхность. Припуски на суперфинишование не должны превышать 0,01 мм.

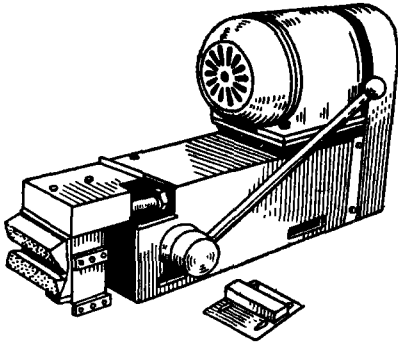


Рис. 70. Специальная головка для суперфинишования наружных цилиндрических поверхностей.

Производительность и достигаемая шероховатость поверхности при суперфинишровании зависят от:

- удельного давления на абразивный брусок;
- скорости колебательного и вращательного движений и их соотношения;
- состава рабочей жидкости;
- характеристики абразивного бруска — зернистости и твердости;
- шероховатости поверхности до суперфинишования.

Рекомендуемое удельное давление при обработке стали суперфинишованием — 2—5 кг/см<sup>2</sup>, а при тонкой обработке — в пределах 1—3 кг/см<sup>2</sup>.

Скорость колебательного движения должна составлять  $v_{кол} = 5-7$  м/мин, а амплитуда колебаний — до 6 мм.

Скорость вращательного движения  $v_0$  рекомендуется изменять на протяжении рабочего цикла: в начале  $v_0 \approx (2-4) v_{кол}$ , а в конце обработки  $v_0 \approx (8-16) v_{кол}$ .

В качестве рабочей жидкости могут применяться керосин, веретенное масло, смеси керосина и веретенного масла, а также сульфозфрезол.

Конструкция специальной головки для суперфинишования валов показана на рис. 70. Головка весьма компактна (вес ее 25—50 кг) и может быть установлена на суппорте универсального токарного станка. Рабочее давление составляет 3—6 атм, частота колебаний — до 3000 в минуту при амплитуде 1—5 мм.

### 8. НАКАТЫВАНИЕ

Цилиндрические рукоятки различных измерительных инструментов, рукоятки калибров, головки микрометрических винтов

и круглые гайки для удобства пользования делают не гладкими, а рифлеными. Такая рифленая поверхность называется накаткой

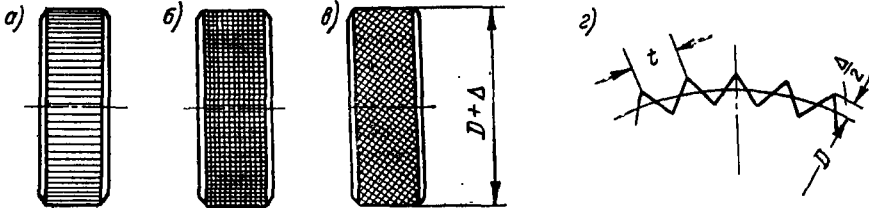


Рис. 71. Элементы накатанной поверхности.

Таблица 79

Рекомендуемые значения шага накатки

Ширина накатки $s$ , в мм	Прямая накатка				Перекрестная накатка							
	на всех материалах				на латуни, фибре и др.				на стали			
	св. 2 до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30	до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30	до 6	св. 6 до 14	св. 14 до 30	св. 30
Диаметр накатки $D$ , в мм	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	0,8	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	1,0	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

(рис. 71), а процесс ее получения — *нака-  
тыванием*. Накатка бывает *прямой*  
(рис. 71, а) и *перекрестной* (рис. 71, б и в).

Шаг накатки  $t$  принимается в зависи-  
мости от размеров и материала заготовки по  
табл. 79.

На рабочей поверхности накатных роли-  
ков расположены зубчики, вдавливающиеся  
в поверхность детали. Зубчики накатных  
роликов имеют различные размеры и на-  
правления, что позволяет получать накатку  
различных узоров.

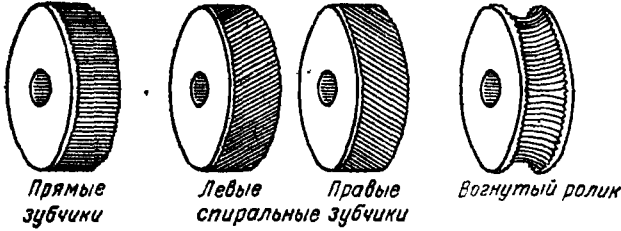


Рис. 72. Накатные ролики.

После накатывания диаметр детали ока-  
зывается увеличенным на некоторую вели-  
чину  $\Delta = (0,25-0,5) t$  (рис. 71, г), в зави-

симости от твердости накатываемого мате-  
риала и величины шага накатки. Накатные ролики устанавливаются в спе-  
циальные державки: для прямой накат-  
ки — один ролик по оси (рис. 73, а), а для

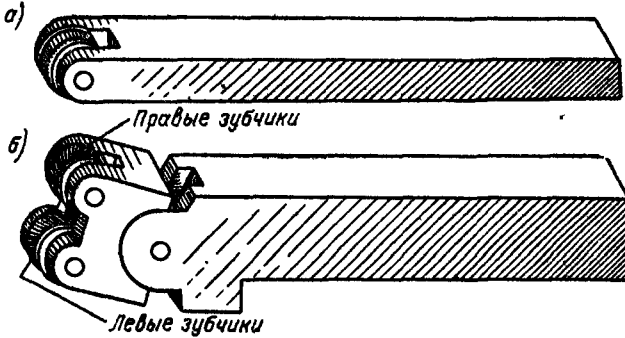


Рис. 73. Державки для накатывания наружных  
поверхностей.

косой перекрестной накатки — два ролика  
с противоположно направленными зубчика-  
ми в специальных шарнирных оправках  
(рис. 73, б).

Державку при накатывании прижимают  
к вращающейся детали. Ролики начинают

с противоположно направленными зубчика-  
ми в специальных шарнирных оправках  
(рис. 73, б).

Державку при накатывании прижимают  
к вращающейся детали. Ролики начинают

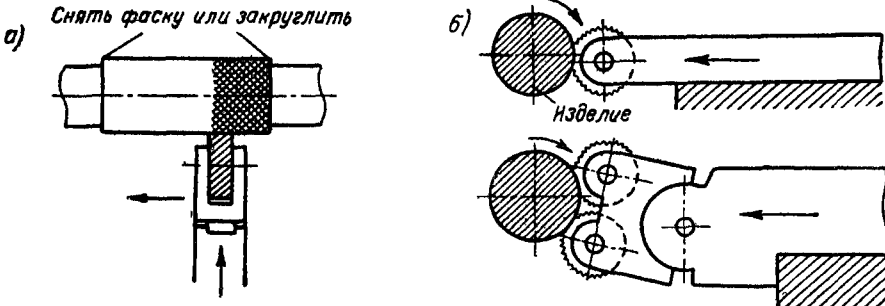


Рис. 74. Схемы обкатывания поверхностей.

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 (рис. 74, а). Для получения достаточной глубины накатки обработку ведут в 2—4 прохода.

При накатывании необходимо соблюдать следующие правила:

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 добиться значительного внедрения зубчиков в поверхность и проверить, попадают ли они при следующих оборотах в сделанные насечки; если не попадают, то надо несколько уменьшить диаметр накатываемой детали;

3) необходимо следить за тем, чтобы двойные ролики были расположены точно один под другим (рис. 74, б).

Рекомендуемые режимы накатывания приведены в табл. 80.

Таблица 80

Режимы накатывания рифлений

Шаг нарезки накатного ролика, в мм, до		1,0	1,2	1,6	2,0	
Число проходов при многопроходной накатке		6	7	8	10	
Продольная подача на один оборот $s$ , в мм/об		при многопроходной накатке	1,7	2,0	2,5	3,0
		при однопредходной накатке	0,2	0,17	0,12	0,1
Обрабатываемый материал	Сталь $\sigma_B \leq 80 \text{ кг/мм}^2$	Сталь $\sigma_B > 80 \text{ кг/мм}^2$	Медные сплавы	Алюминиевые сплавы	Латунь	
Окружная скорость накатывания $v$ , в м/мин	16	12	19	21	18	

## 9. ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Выбор измерительного инструмента.** Выбор инструмента для измерения наружной цилиндрической поверхности зависит от допуска на ее обработку и величины измеряемого размера. На рис. 75 дана диаграмма, пользуясь которой можно выбрать наиболее рациональный для данного случая измерительный инструмент.

Так, например, чтобы выбрать инструмент для измерения поверхности диаметром 50 мм, обрабатываемой с допуском 0,03 мм, следует посмотреть, в каком поле рис. 75 пересекаются вертикальная и горизонтальная прямые, проходящие через отметки «50 мм» и «0,03 мм». В данном случае эта точка (А) лежит в поле «Микрометр».

Для измерения поверхностей, допуски на обработку которых меньше 0,015 мм, необходимы более точные инструменты, чем микрометр.

Диаграмма на рис. 75 может быть использована и при выборе инструментов для измерения длин, ограниченных допуском.

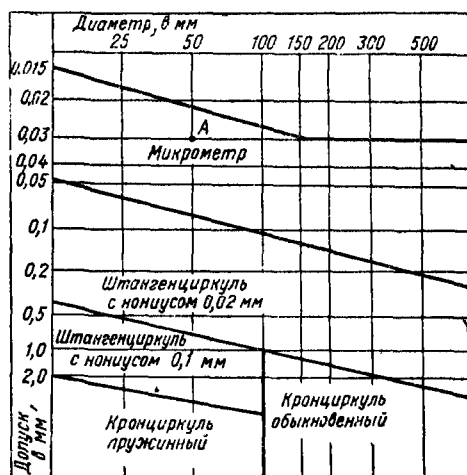
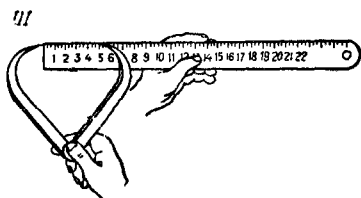
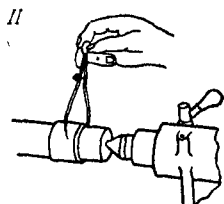
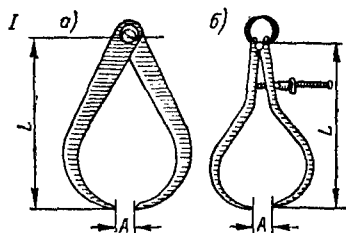


Рис. 75. Диаграмма для выбора измерительного инструмента в зависимости от диаметра измеряемой поверхности и точности обработки.

Основные способы измерения и контроля диаметров наружных цилиндрических поверхностей

Прв помощи кронциркуля и измерительной линейки



При измерении детали кронциркулем инструмент берут правой рукой за шарнирную часть и раздвигают ножки приблизительно на проверяемый 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. II), то расстояние между ножками устанавливается с его помощью.

При измерении кронциркуль надо держать строго перпендикулярно к оси измеряемой детали. 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. III). Слегка поддерживая эту ножку, накладывают вторую ножку на линейку и отсчитывают полученный размер, при этом нужно следить за тем, чтобы не произошло перекоса кронциркуля.

При использовании кронциркуля со шкалой надобность в измерительной линейке отпадает.

Точность измерения кронциркулем — от 0,2 до 0,5 мм. Если кронциркуль устанавливать не по линейке, а по точному шлифованному валу, то точность измерения может быть повышена примерно до 0,05—0,1 мм.

Основные параметры

Тип кронциркуля	Длина кронциркуля $L$ , в мм	Наибольший измеряемый размер $A$ , в мм	Длина кронциркуля $L$ , в мм	Наибольший измеряемый размер $A$ , в мм
Нормальный (поз. I, а)	75	75	300	300
	100	100	350	350
	125	125	400	400
	150	150	450	450
	200	200	500	500
Пружинный (поз. I, б)	50	75	120	125
	80	100	150	150

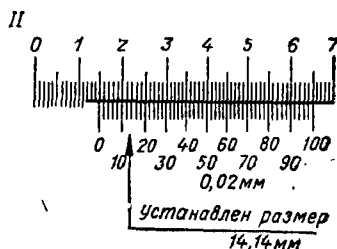
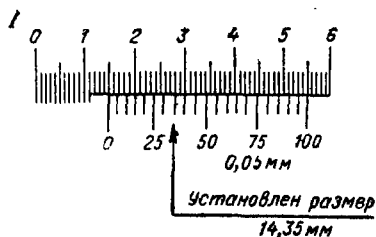
## При помощи штангенциркули

Штангенциркули изготавливаются с пределами измерений 0—125, 0—200, 0—320, 0—500, 250—710, 320—1000, 500—1400 и 800—2000 мм и с ценой отсчета 0,1, 0,05 и 0,02 мм. Измеренный штангенциркулем размер определяется по положению нулевого штриха нониуса на шкале штанги измерительной линейки. К размеру, отсчитанному по штанге (целое число), прибавляют дробную часть миллиметра. Она определяется по делению, умноженной на порядковый номер штриха шкалы нониуса, совпадающего с одним из штрихов основной шкалы.

*Примеры.* 1. Измерение штангенциркулем с величиной отсчета 0,05 мм (поз. I).

Нулевая риска нониуса лежит между 14-м и 15-м делениями шкалы, а 7-е деление шкалы нониуса совпадает с риской основной шкалы. Значит, штангенциркуль показывает размер

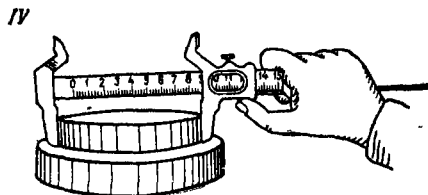
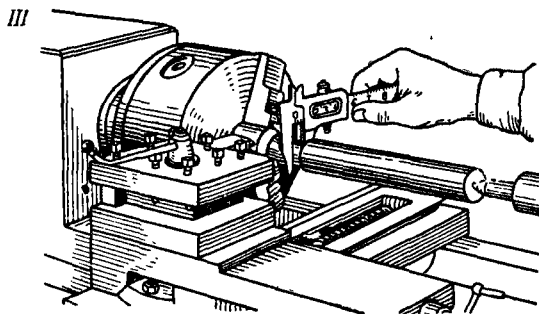
$$14 + 7 \times 0,05 = 14,35 \text{ мм.}$$



2. Измерение штангенциркулем с величиной отсчета 0,02 мм (поз. II).

Нулевая риска нониуса лежит между 14-м и 15-м делениями шкалы, а 7-е деление шкалы нониуса почти совпадает с риской основной шкалы. Значит, штангенциркуль показывает размер

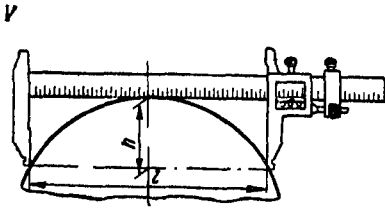
$$14 + 7 \times 0,02 = 14,14 \text{ мм.}$$



В поз. III и IV даны примеры измерения наружных поверхностей и высоты уступа.

При измерении наружных диаметров небольших деталей штангенциркуль держат в правой руке. Отпустив стопорные винты рамки и движка, раздвигают губки, перемещая рамку вправо (поз. IV). 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 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), а затем окончательно приводят в соприкосновение с поверхностями детали (с помощью микрометрической подачи), после чего закрепляют стопорный винт рамки.



Наружные диаметры больших деталей измеряют с торца либо же измеряют хорду и высоту сегмента (поз. V) с последующим пересчетом на диаметр.

Штангенциркуль при этом измерении касается детали тремя точками — кромками ножек и штангой-линейкой.

Диаметр вала определяют по следующей формуле:

$$D = \frac{l^2}{4h} + h, \quad (17)$$

где  $h$  — высота сегмента; это величина постоянная (выпускаются штангенциркули с размерами  $h$  35, 45, 60 и 80 мм; см. ГОСТ 166-63);

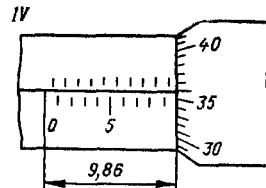
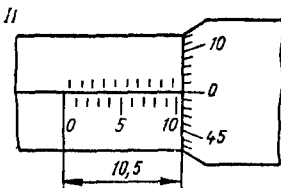
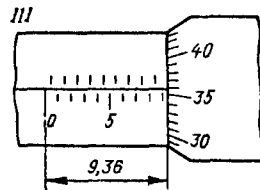
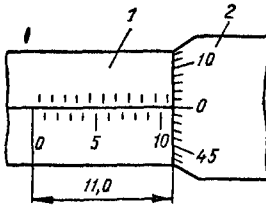
$l$  — длина хорды.

Точность измерений по этому методу сравнительно невысокая.

*Предельные погрешности при измерении диаметров наружных цилиндрических поверхностей штангенциркулями (по опытно-статистическим данным)*

Величина отсчета по нониусу, в мм	Интервалы размеров, в мм							
	1—10	10—50	50—80	80—120	120—180	180—260	260—360	360—500
	Предельные погрешности измерений, в мм							
0,02	±0,04	±0,04	±0,045	±0,045	±0,045	±0,05	±0,06	±0,07
0,05	±0,08	±0,08	±0,09	±0,10	±0,10	±0,10	±0,11	±0,11
0,1	±0,15	±0,15	±0,16	±0,17	±0,19	±0,20	±0,21	±0,23

### При помощи микрометров



Микрометры применяются для точных измерений (с точностью до 0,01 мм). Они выпускаются со следующими пределами измерений: 0—25, 25—50, 50—75, 75—100, 125—150, 150—175, 175—200, 200—225, 225—250, 250—275, 275—300, 300—400, 400—500 и 500—600 мм.

Отсчетное устройство микрометра состоит из втулки I (поз. I) и барабанчика 2. На втулке по обе стороны продольной линии нанесены две шкалы с делениями через 1 мм так, что верхняя шкала сдвинута по отношению к нижней на 0,5 мм.

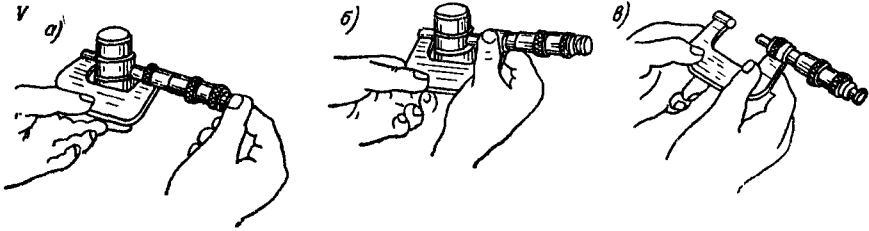
На скошенном конце барабанчика имеется круговая

шкала с 50-ю делениями. При вращении барабанчик перемещается вдоль втулки и за один оборот проходит путь, равный 0,5 мм. Следовательно, цена деления шкалы барабанчика равна  $0,5 : 50 = 0,01$  мм.

При измерениях целое число миллиметров отсчитывают по нижней шкале, половинные миллиметров — по верхней шкале втулки, а сотые доли миллиметра — по шкале барабанчика. Число сотых долей миллиметра отсчитывают по делению шкалы барабанчика, совпадающему с продольной риской на втулке. Примеры отсчета по шкалам микрометра приведены в поз. II—IV.

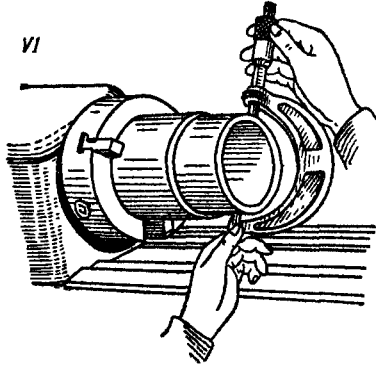


Продолжение табл. 81



В поз. V показаны рациональные приемы измерения микрометром деталей, снятых со станка.

При измерении микрометром сначала отпускают стопор, затем берут микрометр рукой за скобу и наставляют на деталь. Большим и указательным пальцами осторожно вращают за трещотку барабан микрометра до тех пор, пока измерительные поверхности микрометра не коснутся детали (поз. V, а). После этого закрепляют винт стопорным устройством (поз. V, б) и отсчитывают размер по шкалам (поз. V, в).



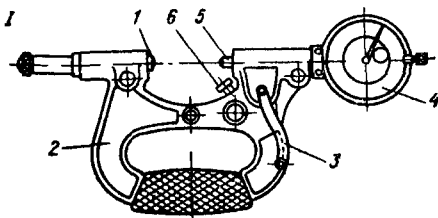
При измерении больших размеров левой рукой поддерживают микрометр за нижнюю пятку, как показано в поз. VI.

Предельные погрешности при измерении микрометром

Интервалы измеряемых размеров, в мм . . .	1—10	10—50	50—80	80—120	120—180	180—260	260—360	360—500
Погрешности (предельные) измерений, в мкм .	±7	±8	±9	±10	±12	±15	±20	±25

При помощи индикаторных скоб и приборов

Индикаторные приборы и скобы служат для относительных измерений размеров.



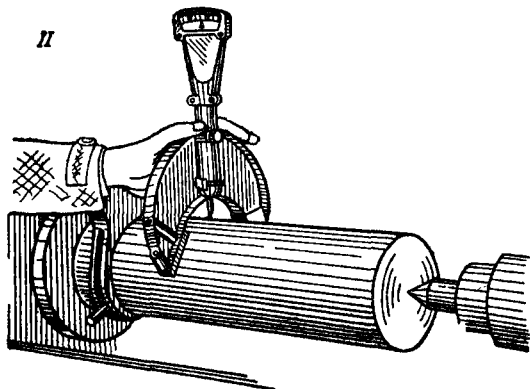
Индикаторная скоба (поз. I) применяется для контроля диаметров наружных поверхностей деталей. Она имеет жесткий корпус 2 с двумя соосными цилиндрическими отверстиями, в одном из которых расположена переставная измерительная пятка 1, а в другом — подвижная пятка 5, находящаяся в постоянном контакте с измерительным наконечником индикатора 4. Пятка 1 может свободно передвигаться в пределах 50 мм

у скоб малых размеров и 100 мм — у скоб больших размеров. После установки скобы на размер положение пятки фиксируют стопором 3.

Для удобства измерения скоба снабжена упором 6, который при настройке скобы на размер устанавливается так, чтобы линия измерения проходила через ось проверяемой детали.

Индикаторные скобы изготавливают с пределами измерений 0—50, 50—100, 100—200, 200—300 мм и далее через 100 мм до 1000 мм включительно.

Перед измерением скобу устанавливают на размер по блоку плиток. Для этого пятку 1 переставляют в нужное положение. При установке измеряемой детали между губками скобы чувствительную пятку с помощью рычажка-стопора 3 перемещают внутрь корпуса, что уменьшает износ поверхности губок.



Для точных измерений больших диаметров применяют индикаторные приборы, определяющие величину хорды и высоту сегмента (поз. II).

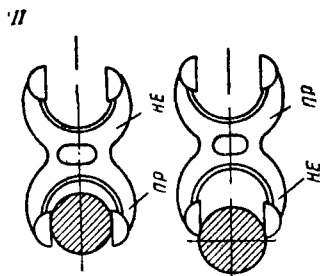
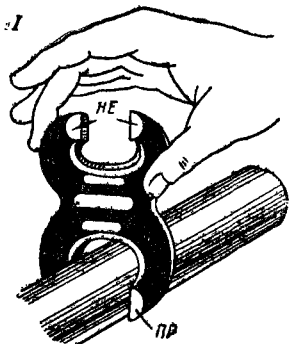
Предельные погрешности при измерении индикаторной скобой

Верхние пределы измерений, в мм . . . . .	50 и 100	200	300 и 400	500 и 600	700—1000
Предельная погрешность измерения, в мкм . . . . .	±10	±12	±15	±20	±25

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 щечками с одной стороны равно наименьшему, 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,

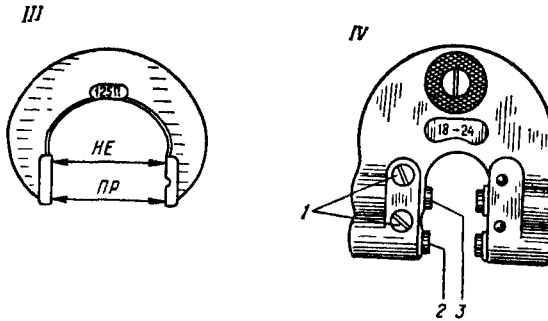


Продолжение табл. 81

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 с большим — проходной (ПР) (поз. I).

Деталь признается годной, если скоба, опускаемая на нее проходной стороной, скользит вниз под тяжестью своего веса; непроходная сторона скобы не находит на вал (поз. II),



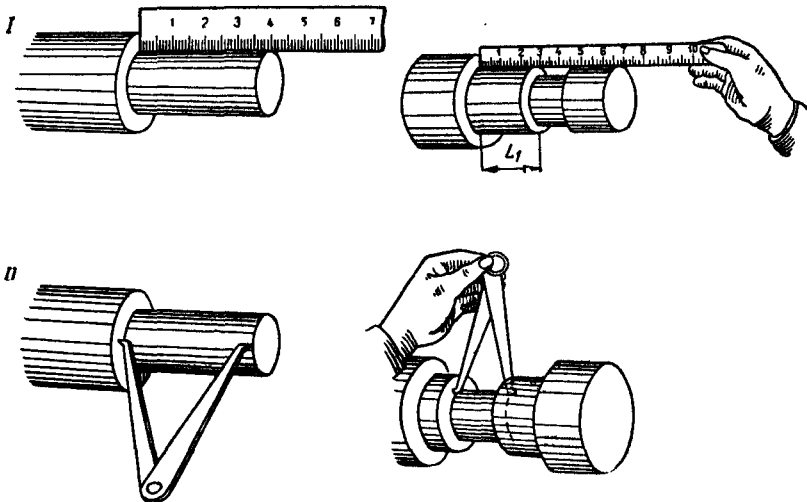
Для измерения валов большого диаметра, как правило, вместо двухсторонних скоб применяют односторонние (поз. III), у которых обе пары измерительных щек лежат одна за другой. Эти скобы имеют меньший вес, и при их использовании процесс контроля значительно ускоряется.

В поз. IV показана регулируемая предельная скоба. Она регулируется в зависимости от заданного размера. Для перестановки ее на новый размер нужно ослабить стопорные винты 1 на левой щеке, соответственно передвинуть измерительные штифты 2 и 3 и снова закрепить винты.

Таблица 82

### Способы измерения длин ступеней наружных цилиндрических поверхностей и глубины выточек

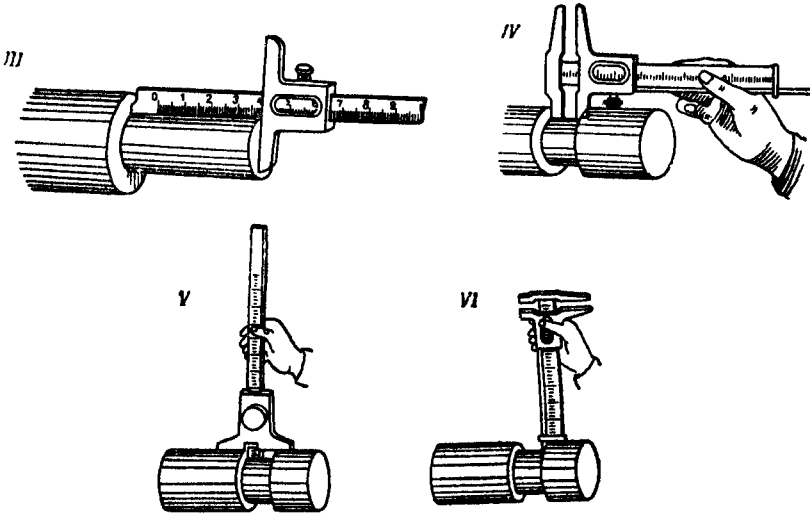
При помощи универсальных измерительных инструментов



Универсальными измерительными инструментами пользуются преимущественно в условиях единичного и мелкосерийного производства.

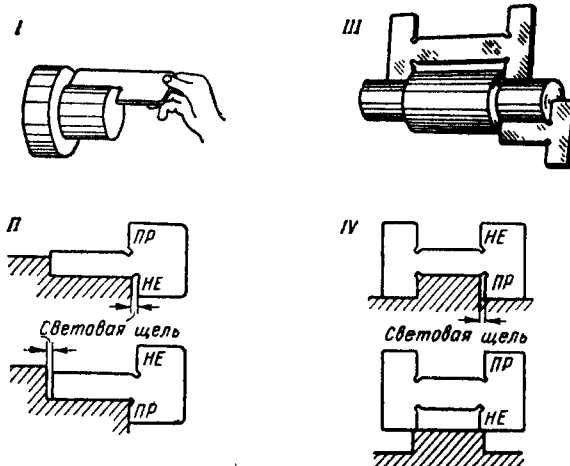
Длины ступеней и выточек измеряются линейкой (поз. I), кронциркулем и нутромером (поз. II; точность измерения  $\pm 0,5$  мм), штангенглубиномером (поз. III) и штангенциркулем (поз. IV; точность измерения  $\pm 0,1$  мм).

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).



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



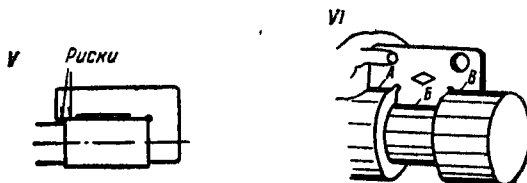
Продолжение табл. 82

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).

При контроле длин закрытых с обеих сторон ступеней (ширины выточки) измерения производят плоским калибром-пробкой, а при контроле ступеней, открытых с обеих сторон (ширина буртика, поз. III), пользуются предельными скобами (поз. IV).



Кроме предельных шаблонов, показанных в поз. III, для контроля длин ступеней применяют односторонние шаблоны с двумя рисками (поз. V), 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.

Глубина выточек контролируется с помощью шаблонов, аналогичных показанному в поз. VI. При контроле световая щель располагается между поверхностями шаблона А и В и образующей цилиндрической поверхности детали (сторона НЕ) и между дном выточки и поверхностью В шаблона (сторона ПР).

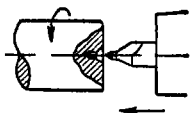
**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ.  
ЦЕНТРОВАНИЕ И СВЕРЛЕНИЕ**

**1. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ**

Таблица 83

Основные методы обработки отверстий

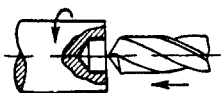
**Центрование**



Центрование является подготовительной операцией, предназначенной для создания центровых углублений на торцах для установки деталей в центрах. Размеры центровых отверстий с углом  $60^\circ$  приведены в ОСТ 3725 (см. рис. 76 и табл. 96).

Центрование осуществляется как на токарных, так и на специальных центровочных станках. Последний метод является наиболее производительным и обеспечивает более высокое качество заготовки.

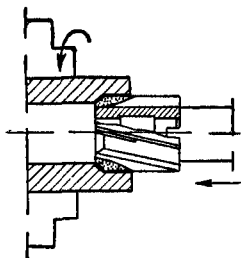
**Сверление и рассверливание**



При сверлении получают отверстия 4—5-го классов точности. При работе на токарных станках сверление применяется главным образом как метод предварительной обработки.

Осуществляется сверление как при вращающейся детали, так и (реже) при вращающемся сверле, закрепленном в шпинделе станка.

**Зенкерование**

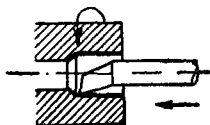


Зенкерование (как и рассверливание) относится к процессам получистовой обработки.

После зенкерования отверстие получается более точным (3а—4-го классов точности), чем при сверлении, и с более высокой чистотой поверхности. Увод оси отверстия при зенкеровании незначительный.

Наиболее успешно зенкерование используется для обработки литых и прошитых кузнечным способом отверстий.

**Растачивание**

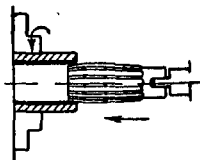


Растачивание применяется при обработке отверстий большого диаметра, коротких, ступенчатых и точных по размерам и форме (тонкое растачивание).

Точность обработки растачиванием соответствует 3—4-му классам.

Тонкое растачивание обеспечивает точность по 2-му и 2а классам, а шероховатость поверхности  $\nabla 7$ — $\nabla 8$ .

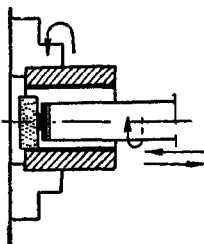
**Развертывание**



Развертывание является процессом полуступенчатой и чистой обработки отверстий диаметром до 100 мм (в отдельных случаях и выше).

Точность развертывания — по 2—3-му классам ОСТ, а шероховатость поверхности  $\nabla 6$ — $\nabla 8$ .

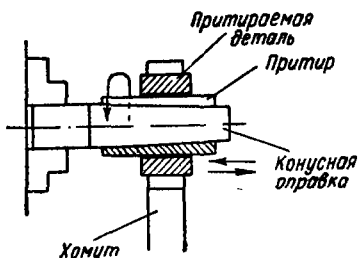
**Шлифование**



Шлифование — метод чистой обработки отверстий. При шлифовании обеспечивается точность по 2-му — 2а классам, а шероховатость поверхности  $\nabla 7$ — $\nabla 8$ .

На токарных станках шлифование осуществляется при помощи специальных переносных шлифовальных головок, а на станках крупных размеров — при помощи специальных приспособлений.

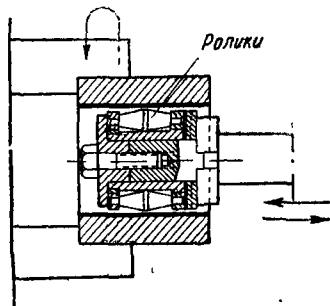
**Притирка (доводка)**



К притирке (или доводке) на токарном станке прибегают при изготовлении некоторых особо точных деталей (точность 1-го класса, а шероховатость поверхности  $\nabla 10$ — $\nabla 12$ ).

Точность предварительной обработки отверстий под притирку должна быть не ниже 2-го — 2а классов, а шероховатость поверхности — не ниже  $\nabla 7$ — $\nabla 9$ .

**Раскатывание (развальцовывание)**



При раскатывании отверстий достигается 2-й класс точности и 8-й класс шероховатости поверхности.

Перед раскатыванием отверстие должно быть подготовлено с учетом того, что после раскатывания его диаметр увеличится (за счет уплотнения материала) на 0,02—0,03 мм.

## 2. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ ОТВЕРСТИЙ

Таблица 84

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 85

Припуски на диаметр под зенкерование отверстий (размеры в мм)

Номинальный диаметр отверстия	После сверления	После чернового 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 86

Припуски на диаметр под разсвертывание после сверления, растачивания или зенкерования (размеры в мм)

Припуск	Диаметр отверстия				
	12—18	18—30	30—50	50—75	75—100
Общий под черновое и чистовое разсвертывание . . . . .	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
Под черновое разсвертывание . . . . .	0,10	0,14	0,18	0,22	0,30
Под чистовое разсвертывание . . . . .	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10



Таблица 87

**Припуски и допуски под протягивание круглых отверстий  
(размеры в мм)**

Номинальный диаметр отверстия	Для отверстий,готавливаемых 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—0,20)	1,0	+ (0,34—0,40)
„ 80 „ 350	1,2	+ (0,23—0,38)	1,5	+ (0,46—0,76)

Таблица 88

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

Номинальный диаметр отверстия	Характер термообработки	Длина шлифуемого отверстия					Допуск на предварительную обработку по 4-му классу А <sub>4</sub>
		до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300 до 500	
		Припуск на диаметр					
До 10	—	0,2	—	—	—	—	+0,1
Св. 10 до 18	Закалка	0,3	—	—	—	—	+0,12
	—	0,3	0,3	—	—	—	+0,12
„ 18 „ 30	Закалка	0,3	0,4	—	—	—	+0,14
	—	0,3	0,4	0,4	—	—	+0,14
„ 30 „ 50	Закалка	0,4	0,4	0,4	—	—	+0,17
	—	0,4	0,4	0,4	0,4	—	+0,17
„ 50 „ 80	Закалка	0,4	0,4	0,5	0,5	—	+0,20
	—	0,4	0,4	0,4	0,4	—	+0,20
„ 80 „ 120	Закалка	0,4	0,5	0,5	0,5	—	+0,23
	—	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	+0,23
„ 120 „ 180	Закалка	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	+0,26
	—	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	+0,26
„ 180 „ 260	Закалка	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	+0,3
	—	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	+0,3
„ 260 „ 360	Закалка	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	+0,34
	—	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	+0,34
„ 360 „ 500	Закалка	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	+0,38
	—	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	+0,38
	Закалка	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	+0,38

*Примечания.* 1. При обработке тонкостенных мало жестких деталей табличные данные припусков следует умножить на коэффициент 1,3

2. Когда обрабатываемое отверстие является базой для дальнейшей обработки, допуск следует устанавливать по 2-му классу точности

Таблица 89

Припуски на диаметр под тонкое растачивание отверстий  
(размеры в мм)

Характер обработки и обрабатываемый материал		Диаметр отверстия				
		до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180
		Припуски				
Алюминий	Черновая	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
	Чистовая	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Баббит	Черновая	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
	Чистовая	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Бронза и чугун	Черновая	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
	Чистовая	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Сталь	Черновая	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
	Чистовая	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Допускаемые отклонения припуска под тонкое растачивание	Черновая	+0,08	+0,10	+0,12	+0,14	+0,16
	Чистовая	+0,04	+0,05	+0,06	+0,07	+0,08

Таблица 90

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
	Припуски			
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	0,35	0,35

Таблица 91

Припуски на диаметр под хонингование отверстий (размеры в мм)

Диаметр обрабатываемого отверстия	Обрабатываемый материал		Допуск на предварительную обработку
	чугун	сталь	
	Припуски		
До 80	0,05	0,02	+0,03
Св. 80 до 180	0,06	0,03	+0,04
Св. 180	0,07	0,04	+0,05

Таблица 92

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 93

Последовательность переходов при обработке отверстий  
2—4-го классов точности

Диаметр отвер- ствия, в мм	Вид заготовки	Последовательность переходов		
		Классы точности		
		2-й и 2а	3-й и 3а	4-й
До 10	Сплошной ма- териал	Сверление, раз- вертывание полу- чистовое, развер- тывание чистовое	Сверление, раз- вертывание	Сверление
	То же	Сверление, зен- керование или рас- тачивание, разиер- тывание получисто- вое, развертывание чистовое	Сверление, рас- тачивание или зен- керование, развер- тывание	Сверление, зенкерование или разверты- вание
От 10 до 30	Отлитое или прошитоое отвер- стие с припуском до 4 мм на диа- метр	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание полу- чистовое, развер- тывание чистовое	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание	Растачивание или зенкерова- ние
	То же, с при- пуском свыше 4 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 или растачи- вание получистовое, развертывание	Растачивание или зенкерова- ние черновое, зенкерование или растачива- ние чистовое
	Сплошной ма- териал	Сверление, рас- сверливание или (вместо рассверли- вания) растачива- ние черновое, раз- вертывание полу- чистовое, развер- тывание чистовое	Сверление, рас- сверливание, зен- керование или (вме- сто рассверливания и зенкерования) растачивание, раз- вертывание	Сверление, рассверливание или (вместо рас- сверливания) растачивание
От 30 до 100	Отлитое или прошитоое отвер- стие с припус- ком до 6 мм на диаметр	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание полу- чистовое, развер- тывание чистовое	Растачивание или зенкерование, раз- вертывание	Растачивание или зенкерова- ние
	То же, с при- пуском 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, зенкерова- ние или растачива- ние получистовое, развертывание	Растачивание или зенкерова- ние черновое, или растачива- ние получисто- вое

Продолжение табл. 93

Диаметр отверстия, в мм	Вид заготовки	Последовательность переходов		
		Классы точности		
		2-й и 2а	3-й и 3а	4-й
Свыше 100	Отлитое или прошитое отверстие с припуском 6 мм на диаметр	Растачивание черновое, растачивание получистовое, растачивание чистовое или развертывание специальной разверткой	Растачивание черновое, растачивание получистовое, растачивание чистовое или развертывание специальной разверткой	Растачивание черновое, растачивание чистовое

Таблица 94

Размеры инструментов и диаметров отверстий после растачивания при обработке отверстий по 3-му и 2-му классам точности в сплошном материале (размеры в мм)

Диаметр обрабатываемого отверстия	Диаметры						
	сверла		отверстия после растачивания	зенкера	развертки для отверстия 3-го класса точности (А <sub>3</sub> )	развертки для отверстия 2-го класса точности (А <sub>2</sub> )	
	1-го	2-го				черновой	чистой
3	2,9				3		
4	3,9				4		4
5	4,8				5		5
6	5,8				6		6
8	7,8				8	7,96	8
10	9,8				10	9,96	10
12	11,0			11,85	12	11,95	12
13	12,0			12,85	13	12,95	13
14	13,0			13,85	14	13,95	14
15	14,0			14,85	15	14,95	15
16	15,0			15,85	16	15,95	16
18	17,0			17,85	18	17,94	18
20	18,0		19,8	19,8	20	19,94	20
22	20,0		21,8	21,8	22	21,94	22
24	22,0		23,8	23,8	24	23,94	24
25	23,0		24,8	24,8	25	24,94	25
26	24,0		25,8	25,8	26	25,94	26
28	26,0		27,8	27,8	28	27,94	28
30	15,0	28,0	29,8	29,8	30	29,93	30
32	15,0	30,0	31,7	31,75	32	31,93	32
35	20,0	33,0	34,7	34,75	35	34,93	35
38	25,0	36,0	37,7	37,75	38	37,93	38
40	25,0	38,0	39,7	39,75	40	39,93	40
42	25,0	40,0	41,7	41,75	42	41,93	42
45	25,0	43,0	44,7	44,75	44	44,93	45
48	25,0	46,0	47,7	47,75	48	47,93	48
50	25,0	48,0	49,7	49,75	50	49,93	50

Примечания. 1 В случае применения одной развертки на нее распространяется суммарный припуск для черновой и чистой разверток, указанный в таблице

2. При обработке отверстий диаметром до 15 мм включительно в чугуне зенкер не использовать.

3. Припуски на шлифование и тонкое растачивание отверстий приведены в табл. 88 и 89

4. Растачивание резцом вместо зенкерования может производиться, например, при необходимости выправить положение оси обрабатываемого отверстия

Таблица 96

Размеры инструментов и диаметров отверстий после растачивания при обработке прошитых или отлитых отверстий по 2-му и 3-му классам точности (размеры в мм)

Номинальный диаметр обрабатываемого отверстия	Диаметры					черновой развертки	чистой развертки А или А <sub>1</sub>
	отверстия после черного растачивания		отверстия после чистового растачивания		допуск по А <sub>1</sub>		
	1-го	2-го	диаметр после растачивания				
30	—	28,0	28,8	+0,14	29,93	30	
32	—	30,0	31,7	+0,17	31,93	32	
35	—	33,0	34,7	+0,17	34,93	35	
38	—	36,6	37,7	+0,17	37,93	38	
40	—	38,0	39,7	+0,17	39,93	40	
42	—	40,0	41,7	+0,17	41,93	42	
45	—	43,0	44,7	+0,17	44,93	45	
48	—	46,0	47,7	+0,17	47,93	48	
50	45	48,0	49,7	+0,17	49,93	50	
52	47	50,0	51,5	+0,20	51,92	52	
55	51	53,0	54,5	+0,20	54,92	55	
58	54	56,0	57,5	+0,20	57,92	58	
60	56	58,0	59,5	+0,20	59,92	60	
62	58	60,0	61,5	+0,20	61,92	62	
65	61	63,0	64,5	+0,20	64,92	65	
68	64	66,0	67,5	+0,20	67,90	68	
70	66	68,0	69,5	+0,20	69,90	70	
72	68	70,0	71,5	+0,20	71,90	72	
75	71	73,0	74,5	+0,20	74,90	75	
78	74	76,0	77,5	+0,20	77,90	78	
80	75	78,0	79,5	+0,20	79,90	80	
82	77	80,0	81,3	+0,23	81,85	82	
85	80	83,0	84,3	+0,23	84,85	85	
88	83	86,0	87,3	+0,23	87,85	88	
90	85	88,0	89,3	+0,23	89,85	90	
92	87	90,0	91,3	+0,23	91,85	92	
95	90	93,0	94,3	+0,23	94,85	95	
98	93	96,0	97,3	+0,23	97,85	98	
100	95	98,0	99,3	+0,23	99,85	100	
105	100	103,0	104,3	+0,23	104,8	105	
110	105	108,0	109,3	+0,23	109,8	110	
115	110	113,0	114,3	+0,23	114,8	115	
120	115	118,0	119,3	+0,23	119,8	120	
125	120	123,0	124,3	+0,26	124,8	125	
130	125	128,0	129,3	+0,26	129,8	130	
135	130	133,0	134,3	+0,26	134,8	135	
140	135	138,0	139,3	+0,26	139,8	140	
145	140	143,0	144,3	+0,26	144,8	145	
150	145	148,0	149,3	+0,26	149,8	150	
155	150	153,0	154,3	+0,26	154,8	155	
160	155	158,0	159,3	+0,26	159,8	160	
165	160	163,0	164,3	+0,26	164,8	165	
170	165	168,0	169,3	+0,26	169,8	170	

Номинальный диаметр обрабатываемого отверстия	Диаметры					черновой развертки	чистовой развертки А или А <sub>2</sub>
	отверстия после черного растачивания		отверстия после чистового растачивания		допуск по А <sub>4</sub>		
	1-го	2-го	диаметр после растачивания				
175	170	173,0	174,3	+0,26	174,8	175	
180	175	178,0	179,3	+0,26	179,8	180	
185	180	183,0	184,3	+0,30	184,8	185	
190	185	188,0	189,3	+0,30	189,8	190	
195	190	193,0	194,3	+0,30	194,8	195	
200	194	197,5	199,3	+0,30	199,8	200	

**Примечания.** 1. При обработке отверстий диаметром 50 мм и больше в сплошном материале следует применять предварительное сверление; диаметр сверла выбирать по графе «1-е черновое растачивание» с округлением до ближайшего меньшего размера, кратного 5; при сверлении двумя сверлами первое сверло брать диаметром 30 мм.

2. В случае использования одной развертки на нее берется суммарный припуск для черновой и чистовой разверток.

#### 4. ЦЕНТРОВАНИЕ

**Формы и размеры центровых отверстий.** Формы центровых отверстий показаны на рис. 76. Центровое отверстие с предохранительным конусом в 120° (тип Б) защищает основной конус (60°) от заботы; кроме того, при наличии предохранительного конуса удобнее производить подрезание торца детали. При обработке крупных и тяжелых деталей применяют центры с углом 75 или 90°.

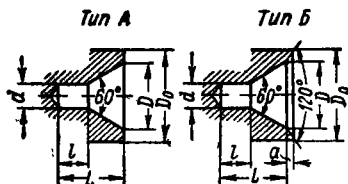


Рис. 76. Формы центровых отверстий (размеры см. в табл. 96).

Таблица 96

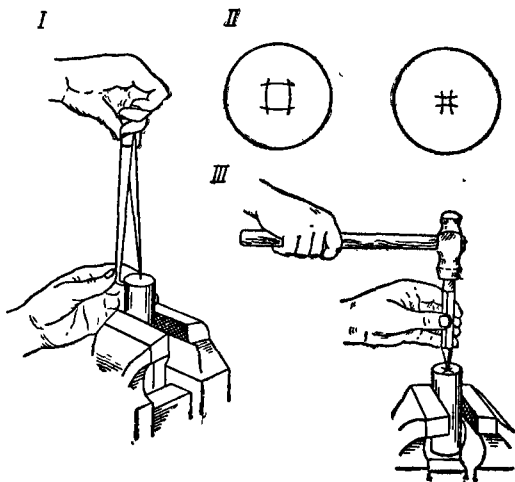
Размеры, в мм, центровых отверстий (рис. 76)

Интервалы диаметров заготовки	Размеры отверстий					Наименьший диаметр D
	D	d	L	l	a	
4—6 . . . . .	2,5	1,0	2,5	1,2	0,4	4,0
6—10 . . . . .	4,0	1,5	4,0	1,8	0,6	6,5
10—18 . . . . .	5,0	2,0	5,0	2,4	0,8	8,0
18—30 . . . . .	6,0	2,5	6,0	3,0	0,8	10,0
30—50 . . . . .	7,5	3,0	7,5	3,6	1,0	12,0
50—80 . . . . .	10,0	4,0	10,0	4,8	1,2	15,0
80—120 . . . . .	12,5	5,0	12,5	6,0	1,5	20,0
120—180 . . . . .	15,0	6,0	15,0	7,2	1,8	25,0
180—260 . . . . .	20,0	8,0	20,0	9,6	2,0	30,0

Таблица 97

Способы разметки центровых отверстий

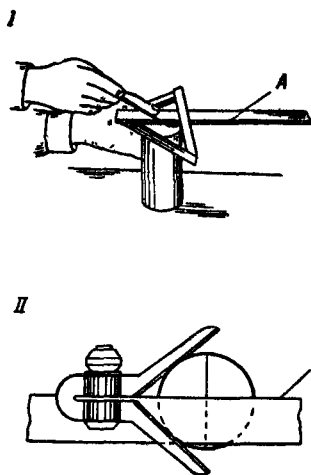
При помощи разметочного циркуля



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  $\frac{1}{4}$  окружности торца. Начерченные 4 дуги образуют криволинейный четырехугольник (поз. II).

Центр отверстия должен находиться в центре получающегося четырехугольника. Его намечают на глаз и накернивают, как показано в поз. III, при этом кернер должен быть установлен вертикально (ни в коем случае не наклонно!).

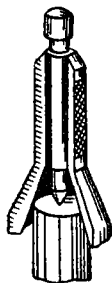
При помощи специальных угольников-центроискателей



При изготовлении деталей из точного проката или из обточенных уже заготовок, в которых отсутствуют центровые отверстия, разметка центров производится при помощи специальных центроискателей (разметочных угольников).

Кромка A длинной линейки такого центроискателя проходит точно по биссектрисе угла, образованного внутренними сторонами рамки угольника (поз. I и II). Центроискатель накладывают на торец детали и по кромке A чертилкой проводят риску. Затем угольник поворачивают примерно на  $90^\circ$  и проводят вторую риску. В точке пересечения проведенных рисок находится центр заготовки.

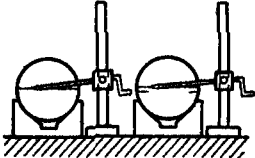
При помощи специального приспособления (колокола)



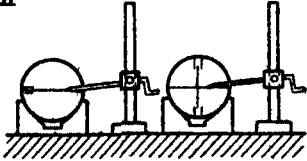
В этом случае не требуется производить разметку рисок. Приспособление (колокол) устанавливают конусным раструбом на торец детали так, чтобы его ось совпала с центром детали. Ударом молотка по шляпке кернера колокола накернивают центровое углубление. Ось кернера совпадает с осью колокола.

При помощи рейсмуса на разметочной плите

I



II



Чертилку рейсмуса ставят примерно посередине и проводят две короткие риски (поз. I). Затем поворачивают деталь в призме на  $180^\circ$  и прочерчивают еще две короткие риски. После этого чертилку ставят посередине обеих рисков и проводят длинную риску (поз. II). Затем деталь поворачивают примерно на  $90^\circ$  и проводят вторую длинную риску.

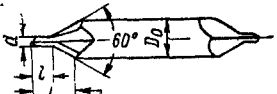
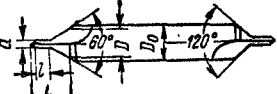
Таблица 98

Центровочные сверла и зенковки. Назначение центровочных сверл и зенковок (ГОСТ 6694-53)

<p>Сверло центровочное; зенковка <math>60^\circ</math> центровочная — для центровых отверстий типа А (см. рис. 76) диаметром <math>d=0,5-1,5</math> мм</p>	
<p>Сверло центровочное; зенковка <math>60^\circ</math> 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 <math>60^\circ</math> 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 <math>60^\circ</math> центровочная с конусным хвостовиком — для центровых отверстий типа А диаметром <math>d=8-12</math> мм включительно</p>	



Продолжение табл. 98

<p>Сверло центровочное комбинированное — для центровых отверстий <math>60^\circ</math> без предохранительного конуса, для центровых отверстий типа А диаметром <math>d=1,5-6</math> мм включительно</p>	
<p>Сверло центровочное комбинированное — для центровых отверстий <math>60^\circ</math> с предохранительным конусом, для центровых отверстий типа Б диаметром <math>d=1,5-6</math> мм включительно</p>	

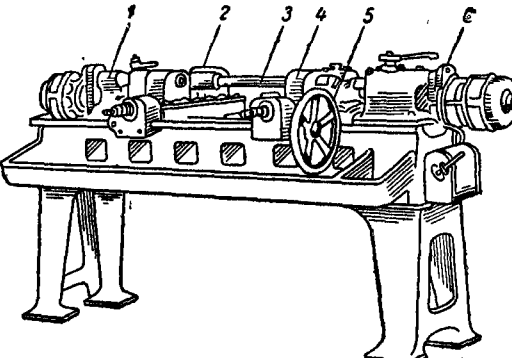
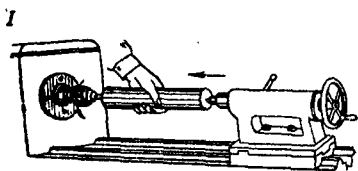
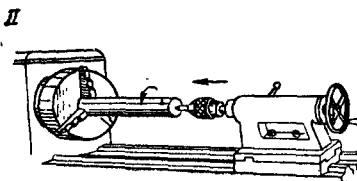
Способы и приемы центрования. Центровое отверстие сверлится короткими сверлами на глубину  $L$  и диаметр  $d$ , а затем раззенковывается до диаметра  $D$  (см. рис. 76). При использовании комбинированных цент-

ровочных сверл (табл. 98) все три размера  $d$ ,  $D$  и  $l$  получаются одновременно.

Основные способы центрования приведены в табл. 99.

Таблица 99

Основные способы центрования

<p>Центрование (сверление) на специальных центровочных станках</p>	
	<p>При хорошо организованном производстве центрование заготовок осуществляется на заготовительных участках (при складах) на специальных центровочных станках. Станок имеет два шпинделя, расположенных в бабках 1 и 6. Шпиндели не только вращаются, но и могут перемещаться в продольном направлении. Центруемая заготовка 3 закрепляется в тисках 2 и 4 так, что ось совпадает с осевой линией станка. После того как заготовка закреплена, вращением маховичка 5 перемещают шпиндели навстречу друг другу и засверливают сразу оба центровых отверстия.</p>
<p>Сверление в токарном станке без применения специальных приспособлений</p>	
	
<p>Центровочное сверло устанавливают либо в шпинделе станка, либо в пинноли задней бабки.</p>	

При закреплении патрона с центровочным сверлом в шпиделе 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 зацентруют, таким же образом подают заготовку для центрования второго торца.

При центровании тяжелых деталей их поддерживают не рукой, а с помощью люнета.

При установке патрона со сверлом в пивольн задней бабки (поз. II) один конец детали закрепляют в патроне, а другой (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.

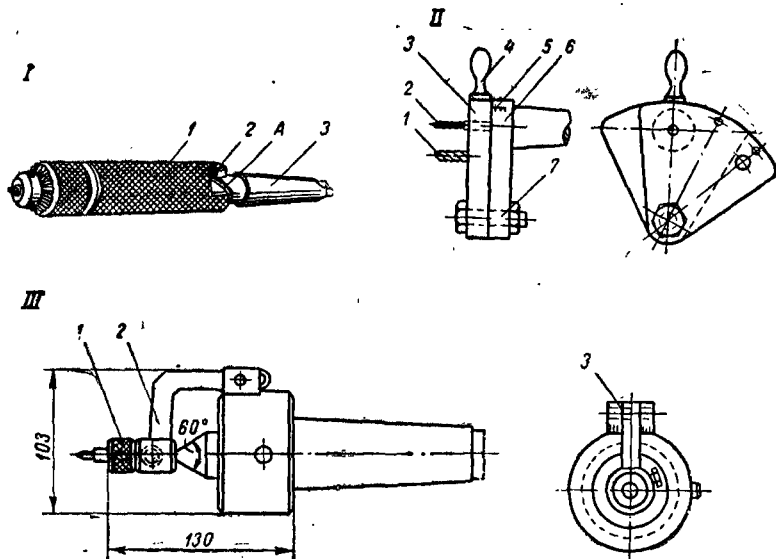
### Сверление при помощи специальных патронов и головок, устанавливаемых в пиноль задней бабки

Для центрования мелких по размерам деталей используют специальные державки, устанавливаемые конусным хвостовиком 3 в отверстие пиноли задней бабки (поз. I). Центровочное сверло закрепляют в патроне, подача которого осуществляется при вращении рукой гильзы 1 со шпонкой 2, входящей в паз А корпуса державки.

Для контроля размера длины сверления державка снабжена шкалой.

При раздельном центровании сверлом и зенковкой или двумя простыми сверлами используют 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 центрального углубления и 10 мм — для зенковки.

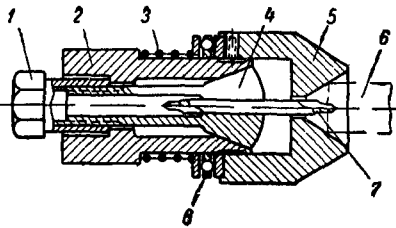


Сверла попеременно занимают положение, совпадающее с положением оси центров. Для этого сектор 3 с помощью рукоятки 4 поворачивается вокруг оси 7, а точное положение сверла фиксируется шариком 5, входящим под действием пружины в углубление в торце сектора 3.

В поз. III показана специальная насадка для центрования валов. На центр с коническим хвостовиком насаживается корпус 3 с проушинами и стопорным винтом. К проушинам крепится рычаг 2 со сквозным пазовым отверстием на одном конце и отверстием для специальных втулок 1 под различные центровочные сверла — на другом.

Продолжение табл. 99

Сверление при помощи специальных приспособлений, устанавливаемых в передней и задней бабках



Одно из приспособлений такого типа состоит из корпуса 2, закрепляемого в патроне токарного станка, и цанги 4. Деталь 6 устанавливают между передней и задней бабками и базируют по конической расточке в центрирующей обойме 5. Перемещая деталь с помощью задней бабки по направлению к сверлу, осуществляют рабочую подачу. Центровые отверстия сверлят последовательно. Чтобы изготовить отверстие на противоположном торце, заготовку переустанавливают.

Комбинированное центровочное сверло 7 закрепляют в цанге 4, затянутой специальной гайкой 1 с шестигранной головкой. Обрабатываемый вал в процессе сверления смещает в осевом направлении центрирующую обойму 5, а упорный шариковый подшипник 8 сжимает винтовую пружину 3.

Применение патронов рассмотренных конструкций обеспечивает значительное сокращение вспомогательного времени на операции центрования в условиях мелкосерийного производства.

**Исправление центровых отверстий.** Исправление центровых отверстий производят путем растачивания конической части отверстия резцом (рис. 77) при повернутой верхней части суппорта на  $30^\circ$ .

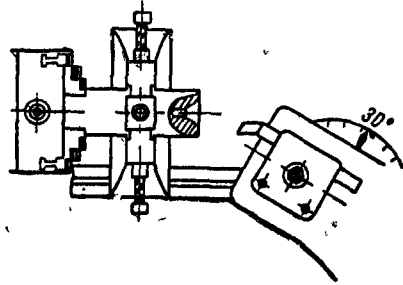


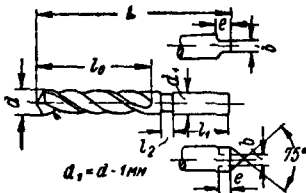
Рис. 77. Схема растачивания центрового отверстия резцом.

## 5. СВЕРЛА (ТИПЫ, РАЗМЕРЫ, ГЕОМЕТРИЯ, СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ)

Таблица 100

Основные типы сверл, применяемых при работе на токарных станках, и их назначение

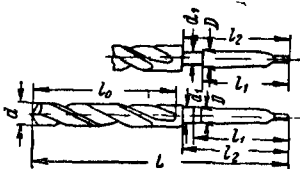
**Сверла спиральные с цилиндрическими хвостовиками**



Служат для сверления отверстий диаметром до 20 мм. Крепятся они в патроне.

Изготавливаются из углеродистой, легированной и быстрорежущей стали марок У10А, У12А, ЭХС, Р9, Р12 и Р18. Сверла из стали марок Р9, Р12 и Р18, начиная с диаметра 8 мм, делают сварными. Хвостовики выполняют из стали 50 или из стали 60.

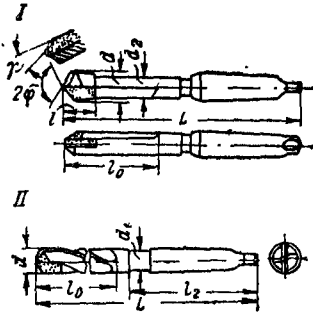
**Сверла специальные с коническими хвостовиками (основные размеры см. в табл. 101)**



Применяются для сверления отверстий; крепятся они в коническом отверстии пиноли задней бабки или в специальном приспособлении непосредственно либо с использованием конической переходной втулки.

Изготавливаются из тех же материалов, что и сверла с цилиндрическими хвостовиками.

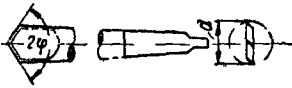
Сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов  
(основные размеры см. в табл. 102)



Служат для обработки чугуна и твердой стали с высокими скоростями резания. Поддачи, как правило, не превышают значения подач при обработке сверлами из быстрорежущей стали.

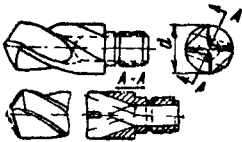
Сверла с прямыми канавками (поз. I) применяются при сверлении чугуна и других хрупких металлов, а с винтовыми канавками (поз. II) — при сверлении стали.

Сверла перовые (нестандартизованные)



Используются для обработки отверстий, требующей сверл повышенной жесткости. Вследствие низкой производительности перовые сверла применяются сравнительно редко. Они очень просты в изготовлении и дешевы.

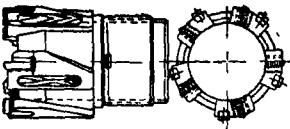
Сверла для глубокого сверления (нестандартизованные)



Служат 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.

Полые головки (пустотелые сверла)

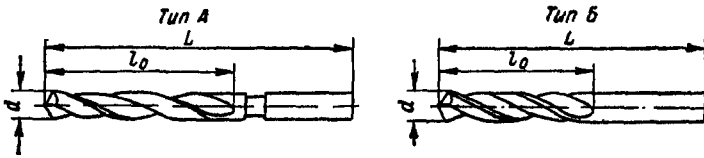


Применяются для кольцевого сверления (с вырезанием сердечника из заготовки) отверстий диаметром от 60 мм и выше.

Таблица 101

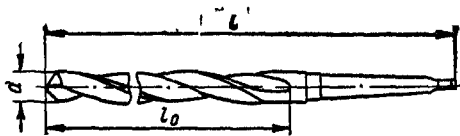
Основные типы стандартных спиральных сверл из углеродистой, легированной и быстрорежущей сталей (марок У10А, У12А, ЭХС, Р9, Р12 и Р18)

## Сверла с цилиндрическими хвостовиками



Наименование сверл	Диаметр $d$ , в мм		Стандарт	Основные размеры, в мм	
	от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l_0$
Спиральные с цилиндрическим хвостовиком длинные (тип А)	1,95	20,0	ГОСТ 886-64	85—255	55—165
Спиральные с цилиндрическим хвостовиком короткие (тип А)	0,25	20,0	ГОСТ 10902-64	20—205	3—140
Спиральные с цилиндрическим хвостовиком и с укороченной рабочей частью (тип Б)	1,0	20,0	ГОСТ 4010-64	32—130	6—65

## Сверла с коническими хвостовиками

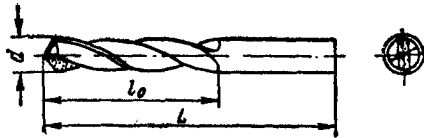


Наименование сверл	Диаметр $d$ , в мм		Стандарт	Основные размеры, в мм		№ конуса Морзе
	от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l_0$	
Спиральные стандартной длины	6,0	14,0	ГОСТ 10903-64	160—205	78—123	1
	14,25	23,5		225—255	130—160	2
	23,9	32,5		290—325	170—205	3
	32,9	49,5		365—400	215—250	4
	50,0	65,0		440—460	255—275	5
	68,0	80,0		535	285	6
Спиральные удлиненные	6,0	15,5	ГОСТ 2092-64	230—280	145—195	1
	16,0	23,5		290—340	195—235	2
	23,9	30,0		360—410	240—295	3
Спиральные укороченные	6,0	15,5	ГОСТ 10903-64	135—175	55—90	1
	16,0	23,5		190—210	95—115	2
	23,9	32,5		240—275	120—155	3
	32,9	49,5		310—335	160—185	4
	50,0	55,0		370—380	190—200	5

Таблица 702

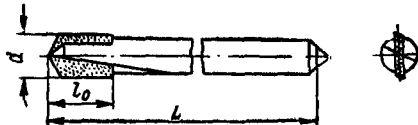
## Основные типы сверл, оснащенных пластинками из твердых сплавов

С цилиндрическим хвостовиком спиральные и с косыми канавками



Диаметр $d$ , в мм		Стандарт	Основные размеры, в мм	
от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l_0$
5,0	5,2	ГОСТ 6647-64	75	40
5,5	6,0		80	45
6,1	7,2		85	50
7,3	8,4		90	53
8,5	9,7		95	56
10,0	10,7		109	60
11,2	12,0		115	70

С коническим хвостовиком



Тип сверла	Диаметр $d$ , в мм		№ конуса Морзе	Стандарт	Основные размеры, в мм	
	от	до			общая длина $L$	длина рабочей части $l_0$
Длинные	6,0	11,7	1	ГОСТ 6647-64	160—185	78—103
	12,0	18,75	2		205—235	110—140
	19,0	27,0	3		290—305	170—185
	28,0	30,0	4		335—350	190—200
Укороченные	6,0	11,7	1	ГОСТ 6647-64	120—145	35—60
	12,0	18,75	2		165—190	63—90
	19,0	27,0	3		220—245	95—112
	28,0	30,0	4		265—270	118—122

Таблица 103

**Принятые размеры диаметров спиральных сверл и допуски на диаметры  
(ГОСТ 885-64)**

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 на диаметры (размеры в мм)**

Диаметры сверл	Сверла шлифованные			Сверла нешлифованные		
	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск
	верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
От 0,25 до 0,5 . . . . .	—	—	—	0	—0,001	0,001
Св. 0,5 . . . . .	0	—0,009	0,009	0	—0,015	0,015
0,75 . . . . .	0	—0,011	0,011	0	—0,020	0,020
1 . . . . .	0	—0,014	0,014	0	—0,025	0,025
3 . . . . .	0	—0,018	0,018	0	—0,030	0,030
6 . . . . .	0	—0,022	—0,022	0	—0,036	0,036
10 . . . . .	0	—0,027	—0,027	0	—0,043	0,043
18 . . . . .	0	—0,033	—0,033	0	—0,052	0,052
30 . . . . .	0	—0,039	—0,039	0	—0,062	0,062
50 . . . . .	0	—0,046	—0,046	0	—0,074	0,074

**Конструкция, геометрические параметры спиральных сверл и их заточка.** Спиральное сверло (рис. 78) состоит из рабочей части, шейки и хвостовика.

На рабочей части сверла профрезерованы две спиральные (винтовые) канавки, образующие два рабочих зуба (лера). Рабочая

часть включает в себя режущую и цилиндрическую (направляющую) части с двумя ленточками, обеспечивающими направление и центрирование сверла в отверстии.

Режущая часть располагает двумя главными режущими кромками, образованными пересечением передних и задних поверхно-

стей и выполняющими основную работу резания, а также поперечной кромкой (на перемычке сверла).

**Шейка сверла** — промежуточная часть, соединяющая рабочую часть сверла с хвостовиком.

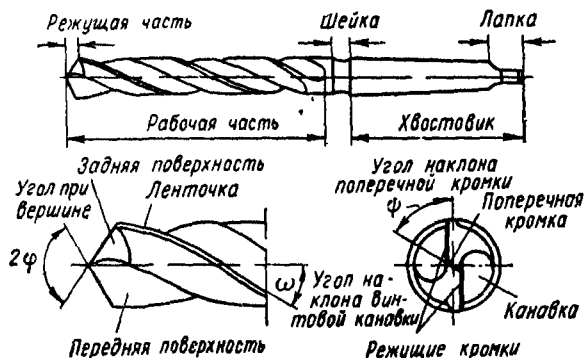


Рис. 78. Спиральное сверло.

**Хвостовик** служит для закрепления сверла в шпинделе станка или патроне и для передачи крутящего момента от шпинделя.

**Лапка** у сверла с коническим хвостовиком не позволяет сверлу провертываться в шпинделе и служит упором при выбивании сверла из гнезда.

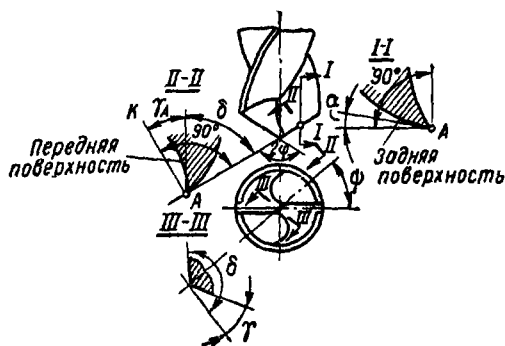


Рис. 79. Геометрия спирального сверла.

Основные углы сверла показаны на рис 79.

1 **Передний угол**  $\gamma$  измеряется в плоскости, перпендикулярной к главной режущей кромке (плоскость II—II). Он образуется касательной к передней поверхности в точке А на режущей кромке и линией АК, перпендикулярной к поверхности резания в той же точке.

В различных точках режущей кромки передний угол имеет разные значения. Если у периферии сверла на наружном диаметре он имеет наибольшую величину (25—30°), то по мере приближения к вершине сверла уменьшается до величины, близкой к нулю.

2 **Задний угол**  $\alpha$  измеряется в плоскости I—I, касательной к цилиндрической поверхности, ось которой совпадает с осью сверла. Он образуется касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке А на режущей кромке и касательной в той же точке к поверхности резания. Задние углы у сверла различны для разных сечений по диаметру сверла. У периферии они меньше (6—8°), а у перемычки достигают 30°.

3 **Угол наклона поперечной кромки**  $\phi$  образуется между проекциями поперечной кромки (рис. 78) и главными режущими кромками на плоскость, перпендикулярную оси сверла.

4 **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)  $\omega = 18-25^\circ$ , а для сверл диаметром от 10 мм и выше  $\omega = 30^\circ$ .

5 **Угол при вершине сверла**  $2\phi$  — угол, заключенный между режущими кромками. В зависимости от характера обрабатываемого материала рекомендуется принимать следующие значения угла  $2\phi$ : при сверлении сталей, чугунов и твердых бронз  $2\phi = 116-118^\circ$ ; латуней и мягких бронз  $2\phi = 130^\circ$ ; алюминия, силумина и баббита  $2\phi = 140^\circ$ ; красной меди  $2\phi = 125^\circ$ ; эбонита и целлулоида  $2\phi = 85-90^\circ$ .

В целях повышения стойкости сверл диаметром от 12 мм и выше применяют **двойную заточку сверл**, при этом режущие кромки имеют форму ломаной линии (рис. 80). Основной угол  $2\phi = 116-118^\circ$  (для сталей и чугунов), а на участке  $B = (0,15-0,20)D$  мм затачивается второй угол при вершине сверла  $2\phi_0 = 70-75^\circ$ .

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 на 15% больше, чем рекомендуется в таблицах нормативов для обычных сверл.

В целях уменьшения усилий и облегчения процесса стружкообразования при сверлении прибегают к двум специальным подточкам сверла:

1) подточке поперечной кромки, которая производится с обеих ее сторон;

2) подточке ленточки, при этом ширина ленточки уменьшается до размеров  $f = 0,2-0,4$  мм. Такая подточка уменьшает трение ленточки о стенки отверстия.

В табл. 104 приведены рекомендации по выбору формы заточки (и подточек) сверл, а в табл. 105 — данные об углах и других элементах заточки сверл.

Многие новаторы производства, стремясь улучшить работу сверл, совершенствуют их



геометрию и способы подточки. Наиболее заметных успехов в этом направлении добился сверловщик В. И. Жиров, разработавший новую геометрию заточки спирального сверла.

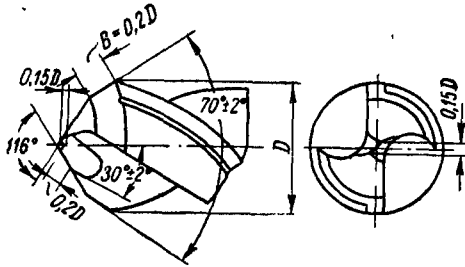


Рис. 80. Спиральное сверло с двойной заточкой и подточенной перемычкой.

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.

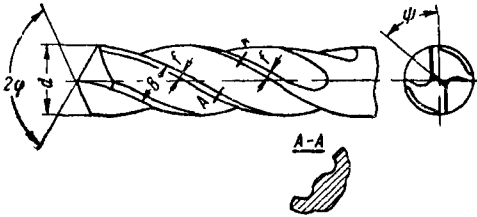


Рис. 81. Сверло с четырьмя ленточками ( $d=1,5-10$  мм;  $f=0,3-0,6$  мм;  $B=0,6D$  мм;  $\psi=50^\circ$ ;  $2\varphi=118^\circ$ ).

Сверло, изображенное на рис. 80, рекомендуется применять при обработке чугунов и других хрупких металлов, при этом значения подач берутся в 1,5 раза больше, чем для работы обычными сверлами.

Известны также и другие предложения новаторов производства по совершенствованию геометрии заточки сверл. Так, например, для улучшения условий дробления стружки и уменьшения осевого усилия на главных режущих кромках сверл, предложенных Е. Я. Есиновичем, прорезаны две

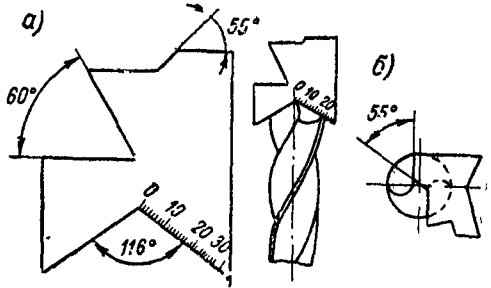


Рис. 83. Контроль правильности заточки сверл при помощи шаблона:

*a* — для проверки угла  $2\varphi$  и длины режущих кромок; *б* — для проверки угла  $\psi$ .

стружкоразделительные канавки. Эти канавки дробят стружку, облегчая ее выход из отверстия во время работы.

В целях повышения жесткости инструмента и улучшения отвода тепла применяют сверла не с двумя (как в распространенной конструкции), а с четырьмя ленточками (рис. 81). Для лучшего отвода стружки в конструкции этого сверла предусмотрены две дополнительные канавки (сечение АА).

При сверлении глубоких отверстий успешно применяются сверла с отверстиями для подачи охлаждающей жидкости, выпускаемые Сестрорецким инструментальным заводом (рис. 82). Охлаждающая жидкость подается в этом случае под давлением; она охлаждает сверло и вымывает стружку из отверстия.

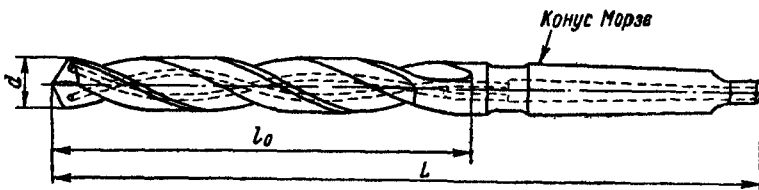


Рис. 82. Сверла с отверстиями для подвода охлаждающей жидкости непосредственно к режущим кромкам (выпускаются Сестрорецким инструментальным заводом):

$d$	$L$	$L_0$	№ конуса Морзе
18	235	140	2
20	245	150	
24	290	170	3
28	310	190	

Таблица 104

## Форма заточки сверл



Диаметр сверла, в мм	Форма заточки			Обрабатываемый материал
	наименование	обозначение	эскиз	
0,25—12	Одиарная (нормальная)	Н		Сталь, стальное литье, чугун
12—80	Одиарная с подточкой перемычки	НП		Стальное литье $\sigma_B$ до 50 кг/мм <sup>2</sup> с неснятой коркой
	Одиарная с подточкой перемычки и ленточки	НПЛ		Сталь и стальное литье $\sigma_B$ до 50 кг/мм <sup>2</sup> со снятой коркой
12—80	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

Таблица 105

## Геометрические параметры режущей части сверла (рис. 79 и 80)

Диаметр сверла $d$ , в мм	Заточка		Длина переходного лезвия $B$ , в мм	Угол наклона перемычки $\psi^\circ$	Подточка перемычки, в мм	
	задний угол $\alpha^\circ$	углы между лезвиями			длина подточенной перемычки	длина подточки
		$2\varphi^\circ$				
До 12 . . . . .	14—11	—	—	50	—	—
Св. 12 до 15 . . .			2,5		1,5	3
„ 15 „ 20 . . .	12—9	118	3,5	55	2	4
„ 20 „ 25 . . .			4,5		2,5	5
„ 25 „ 30 . . .			5,5		3	6
„ 30 „ 40 . . .			7		3,5	7
„ 40 „ 50 . . .	11—8	70	9	55	4	9
„ 50 „ 60 . . .			11		5,5	11

**Заточка сверл.** Сверла должны затачиваться так, чтобы поперечное лезвие перемычки было острым, а не закругленным.

Заточка производится по задней поверхности. Правильность ее контролируется специальными шаблонами (рис. 83).

**Установка и закрепление сверл.** На токарных станках сверла чаще всего устанавливаются в задней бабке.

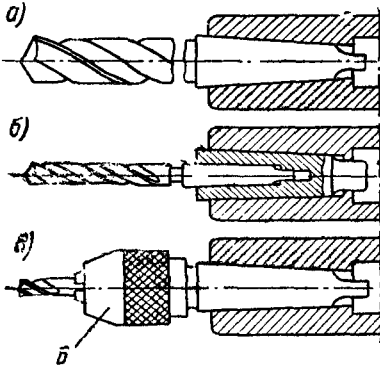


Рис. 84. Способы закрепления сверл в пиноли задней бабки.

Сверла с коническими хвостовиками закрепляют либо непосредственно в коническом отверстии пиноли задней бабки (рис. 84, а), либо при помощи переходной конусной втулки (рис. 84, б). Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в специальных патронах Б (рис. 84, в).

Перед тем как вставить сверло в коническое отверстие пиноли, его конус, а также отверстие необходимо тщательно очистить от грязи.

Применяются два типа конусов: метрический и конус Морзе. Последний получил наибольшее распространение. В зависимости от диаметров сверл используется тот или иной размер конуса Морзе (табл. 101).

Размеры переходных втулок для инструмента с конусом Морзе приведены в табл. 106.

Для закрепления сверл с цилиндрическими хвостовиками служат специальные сверлильные цанговые и кулачковые патроны.

Закрепление цилиндрического хвостовика сверла в цанговом патроне происходит при наворачивании колпачковой гайки 2 (рис. 85) 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.

Таблица 106

Переходные втулки (основные типы и размеры)

Тип втулки	Конус Морзе		L, в мм	Конус Морзе		L, в мм
	наружный	внутренний		наружный	внутренний	
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	185	4	3	235
	3	2	190			
	Длинные типа Б					
	3	1	175	5	3	270
	4	2	215	5	4	295

Цанговые патроны надежно и точно закрепляют инструмент, 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. Наиболее широко используются двух- и трехкулачковые патроны с ключевым приводом (рис. 86). В патронах этого типа закрепление и освобождение сверла осуществляются при повороте ключа 1, на конце которого нарезана коническая ше-

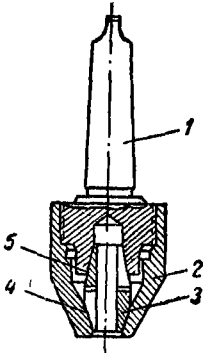


Рис. 85. Цанговый патрон.

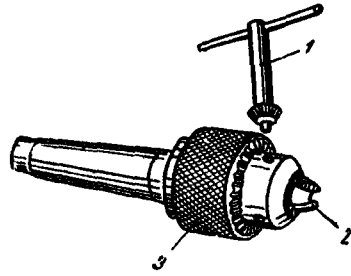


Рис. 86. Трехкулачковый самоцентрирующий сверлильный патрон.

Закрепление сверл в отверстиях пиноли задней бабки имеет следующие недостатки: при сверлении приходится каждый раз вручную отодвигать и вновь пододвигать корпус задней бабки; подача сверла осуществляется вручную вращением маховика задней бабки. На устранение этих недостатков направлены многочисленные рационализаторские предложения новаторов производства (табл. 108).

Закрепление сверл в отверстиях пиноли задней бабки имеет следующие недостатки: при сверлении приходится каждый раз вручную отодвигать и вновь пододвигать корпус задней бабки; подача сверла осуществляется вручную вращением маховика задней бабки. На устранение этих недостатков направлены многочисленные рационализаторские предложения новаторов производства (табл. 108).

Таблица 107

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 $l$
	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

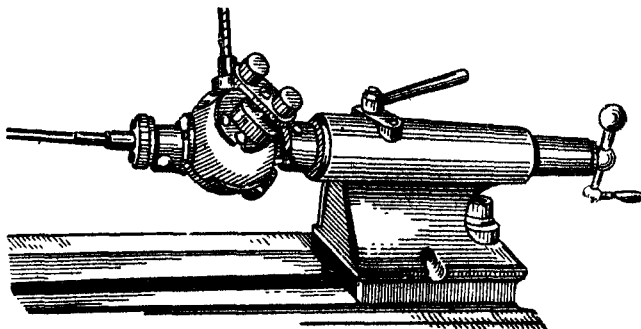
### Основные направления совершенствования способов установки и эксплуатации сверл при работе на токарных станках

Применение специальных многогнездных револьверных головок, устанавливаемых в пинноли задней бабки

Одна из таких револьверных головок показана на рисунке. Она имеет три позиции для закрепления сверл, разверток, метчиков, плашек и других инструментов.

Поворотная часть головки может последовательно занимать три рабочих положения, каждое из которых определяется фиксатором, выходящим из втулки делительного диска при нажатии на специальный рычаг. Режущий инструмент крепится в гнездах головки с помощью переходных втулок и державок.

Головка имеет конусный хвостовик для установки в пинноли задней бабки станка. Применяются аналогичные четырехпозиционные головки.

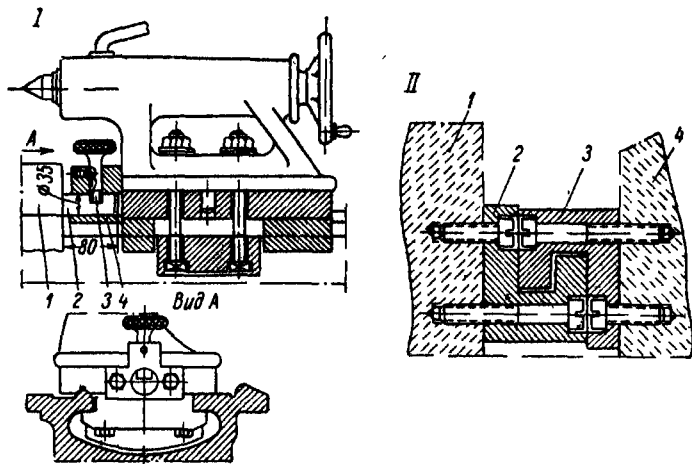


### Механизация перемещения задней бабки при сверлении

Ручная подача пинноли задней бабки, а также ее подвод и отвод требуют приложения значительных усилий со стороны рабочего. Некоторые токари для подвода задней бабки к обрабатываемой детали соединяют с ней посредством тяги суппорт. Это позволяет перемещать бабку с помощью механизма автоматической подачи станка.

В поз. I изображена одна из конструкций задней бабки, приспособленной для механической подачи инструмента при обработке отверстий на токарных станках.

В суппорт I ввертывается штырь 2, который для присоединения задней бабки к суппорту входит в отверстие детали 4, прикрепленной к задней бабке. Чека 3

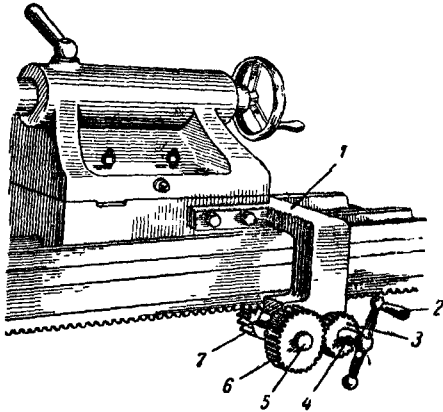


при соединении задней бабки с суппортом входит в соответствующее отверстие в штыре 2. При включении подачи суппорта штырь 2 тянет за собой заднюю бабку и сообщает ей механическую подачу.

Простой и удобный способ соединения суппорта с задней бабкой представлен в поз. II. Скоба 2 прикрепляется винтами к суппорту 1, а другая скоба 3 — к задней бабке 4 станка. Чтобы сцепить суппорт с задней бабкой, необходимо подвести скобы друг к другу и при поперечной подаче соединить их между собой.

Имеются и другие более сложные, но и более совершенные конструкции механизмов, позволяющих осуществлять автоматическое перемещение корпуса задней бабки.

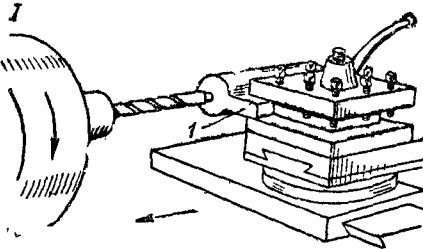
III



В поз. III показано несложное устройство, дающее возможность передвигать заднюю бабку с затратой небольшого усилия. Это устройство заключается в следующем. К плите задней бабки крепят болтами угловой кронштейн 1, в котором смонтированы валики 4 и 5. На валик 4 насажены ведущее зубчатое колесо 3 и рукоятка 2. На валике 5 находятся зубчатое колесо 6 и колесо 7, соединяющееся с рейкой станины. Вращение рукоятки через колеса 3 и 6 передается колесу 7, которое катится по рейке станка и тем самым передвигает заднюю бабку по станине.

Для отсчета глубины сверления на пиньол задней бабки иногда наносят продольные деления либо же на маховике задней бабки устанавливают специальный барабанчик с круговыми делениями.

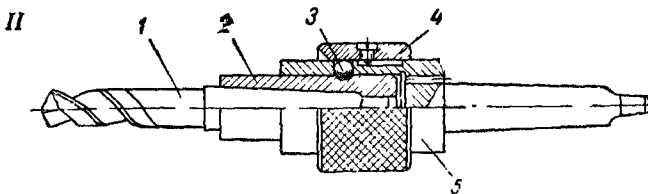
#### Установка сверл в специальных приспособлениях на суппорте станка



Другим способом, обеспечивающим возможность механической подачи, является применение специальных сверлодержателей (поз. I), закрепляемых в резцедержателе станка.

Сверло устанавливают коническим хвостовиком в отверстие держателя 1, ось которого при сверлении должна совпадать с осью шпинделя станка. Хвостовик сверлодержателя устанавливают до упора в стенку основного резцедержателя и закрепляют болтами. Подача при сверлении в этом случае осуществляется продольным перемещением салазок суппорта.

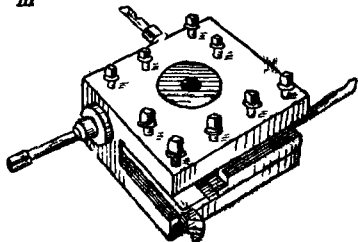
Коническое отверстие сверлодержателя под хвостовик сверла должно быть строго соосно с осью шпинделя, так как при малейшей несоосности может произойти разбивание стенок отверстия и даже поломка сверла. Поэтому при одной и той же державке, установленной на различные станки или даже в различные пазы одного резцедержателя, отверстие может быть несоосным с осью шпинделя, что понизит качество обработки детали.



Продолжение табл. 108

В поз. II показана конструкция быстросменного патрона, применение которого позволяет значительно сократить время на смену инструмента. Режущий инструмент 1 закрепляется в сменной втулке 2, у которой на наружной цилиндрической поверхности имеются сферические углубления. Втулка 2 вставляется в цилиндрическую расточку корпуса патрона 5. Шарики 3 в отверстиях корпуса под действием скоса наружного кольца 4 заходят в сферические углубления втулки 2, связывая ее, а следовательно, и инструмент с патроном. При смене инструмента достаточно слегка сдвинуть кольцо, и втулка с инструментом свободно выходит из корпуса патрона. На смену инструмента затрачивается около 10 сек.

III



При обработке деталей типа втулок вместо обычных иногда применяют специальные поворотные резцедержатели (поз. III), в которых предусмотрены места для установки сверл или других инструментов для обработки отверстий.

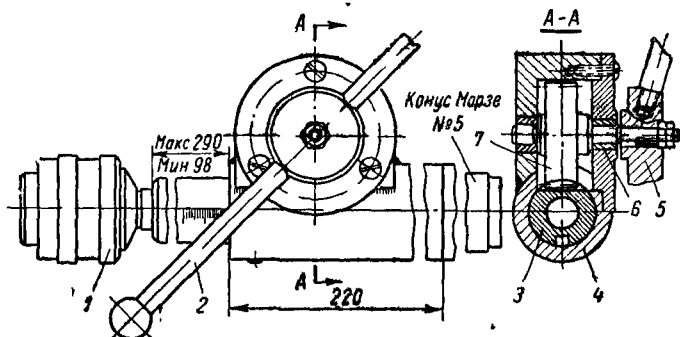
Для этих же целей успешно используются специальные четырехпозиционные головки, устанавливаемые на верхнем суппорте токарного станка взамен резцовой головки. В сменной головке одновременно могут быть расположены сверло, зенкер, развертка и резец. Поперечный суппорт станка снабжается при этом упором для совмещения осей инструмента с осью шпинделя станка.

#### Применение специальных приспособлений для быстрого ввода и вывода сверла при сверлении глубоких отверстий

Для удаления стружки при сверлении на токарном станке глубоких отверстий малого диаметра часто приходится вручную выводить сверло из отверстия, что вызывает непроизводительные затраты времени. В целях повышения производительности труда и устранения возможности поломки инструмента применяют специальные приспособления для ускоренного ввода и вывода сверла при сверлении глубоких отверстий.

В качестве примера на рисунке приведена одна из конструкций таких приспособлений, успешно применяемых на ряде заводов.

Сварной корпус 4 приспособления устанавливают в пиноль задней бабки токарного станка. При помощи рукоятки 2 и диска 5 вращение передается на вал-шестерню 7, расположенную в подшипниках 6, которая заставляет рейку 3 совершать возвратно-поступательное движение. В рейку вставляется сверлильный патрон 1 для сверл с цилиндрическими хвостовиками. Сверла с коническими хвостовиками



крепятся непосредственно в конусном отверстии рейки. От поворачивания рейка удерживается установочным винтом. Для удобства пользования на поверхности рейки нанесена шкала с делениями.

Приспособление для глубокого сверления имеет сравнительно небольшой вес (около 4,5 кг); оно просто в устройстве и надежно в работе. Это приспособление позволяет сверлить глубокие отверстия длинными спиральными сверлами диаметром 0,5—12 мм и повышает производительность труда в 1,5—2,5 раза.

## 6. ПРАКТИКА СВЕРЛЕНИЯ (ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ)

При сверлении отверстий диаметром до 10 мм достигается 4-й класс точности, а больших диаметров — 5-й класс точности.

Отверстия диаметром более 30—35 мм рекомендуется обрабатывать двумя сверлами. Сверление производится первым сверлом, диаметр которого обычно принимается

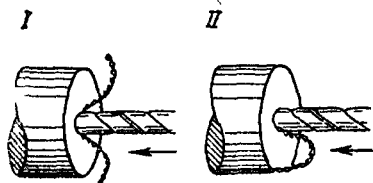
равным 20 мм, а рассверливание — сверлом заданного диаметра.

Отверстия, полученные отливкой или штамповкой, рассверливать не следует, так как в этом случае сверло уведет и оно может сломаться. Такие отверстия обычно растачивают или зенкеруют.

Таблица 109

## Практика процесса сверления (основные приемы)

## Подготовка сверла

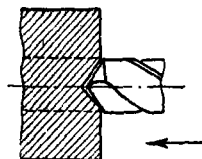


При правильной заточке сверла стружка идет по двум спиральным канавкам (поз. I), а при неправильной — только по одной канавке (поз. II).

Перед началом сверления следует проверить правильность заточки сверла. При неправильно заточенном сверле ось отверстия уведется, его поверхность получается нечистой, а на выходе образуются заусенцы. Если лезвия сверла имеют разную длину или заточены под разными углами, то размер отверстия получается больше заданного.

Правильность заточки сверла проверяют шаблоном с тремя вырезами (см. рис. 83).

## Подготовка торца детали перед сверлением

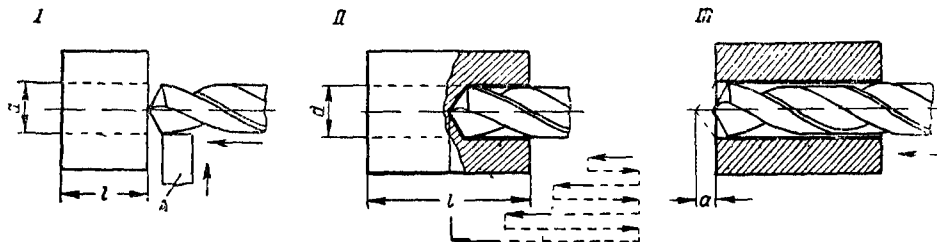


Во избежание увода оси отверстия перед началом сверления следует подрезать торец детали.

Перед сверлением отверстия длиной более двух диаметров на торце детали нужно наметить центр коротким спиральным сверлом большого диаметра или специальным центровочным сверлом, обладающим большой жесткостью. Угол при вершине у этих сверл должен быть равен  $90^\circ$ . При такой зацентровке поперечная режущая кромка в момент врезания сверла не участвует в резании, что значительно уменьшает возможность увода сверла.

## Сверление сквозных отверстий диаметром до 30—35 мм

При обработке отверстий короткими сверлами после включения фрикционной муфты сверло плавно, без толчков и ударов, подводят к торцу детали и начинают сверление.





При обработке длинными сверлами, установленными в пинноли задней бабки, после включения вращения шпинделя сверло подают к торцу детали и затем к концу его осторожно подводят зажатый в резцедержателе упорный стержень А (поз. I) так, чтобы он касался (без нажима) наружной поверхности сверла. Этот стержень препятствует уводу сверла при врезании. Как только сверло углубится в тело детали, стержень отводят.

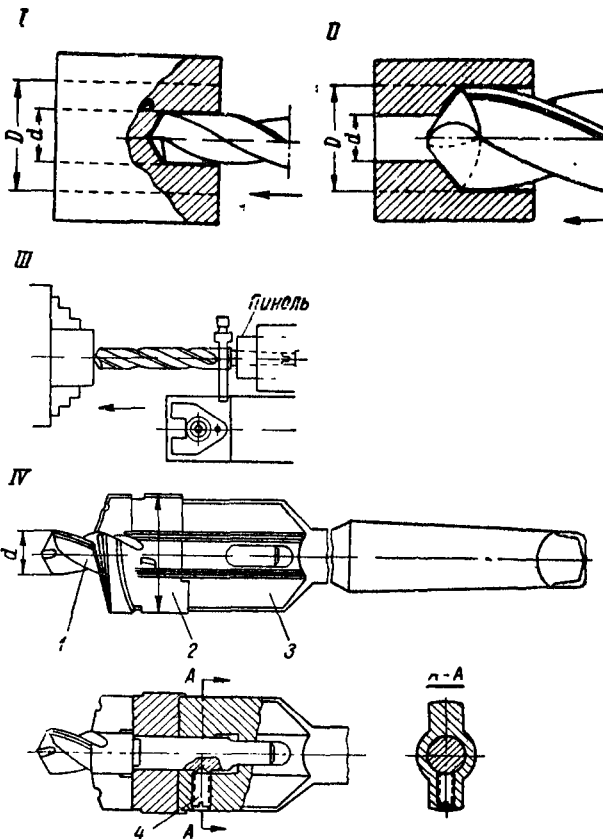
При сверлении, не останавливая вращения шпинделя, сверло периодически выводят из отверстия и удаляют стружку из его канавок (см. схему движений в поз. II). Если этого не делать, то возможна поломка сверла.

В конце обработки, как только поперечная кромка сверла начнет выходить из металла (поз. III), следует уменьшать подачу, и последний отрезок пути  $a$  вершина сверла должна пройти с минимальной подачей.

Если сверление осуществляется с механической подачей, то в момент выхода кромки сверла ее выключают и заканчивают проход с ручной подачей.

При окончании прохода сверло выводят из отверстия и только после этого останавливают вращение шпинделя.

Сверление сквозных отверстий диаметром более 35 мм



В таких случаях сначала просверливают на всю глубину отверстие сверлом диаметром 20 мм (поз. I). Затем инструментом большего диаметра рассверливают полученное отверстие до заданного диаметра (поз. II).

Подача сверла при рассверливании принимается несколько большей, чем при обработке первым сверлом.

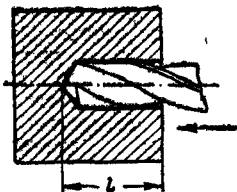
Для предотвращения проворачивания инструмента в пинноли задней бабки на сверла большого диаметра надевают хомутики (поз. III).

Для одновременного сверления и зенкерования отверстия длиной не более двух диаметров в сплошном материале применяют комбинированный инструмент — сверло-зенкер (поз. IV) состоит из короткого сверла 1, имеющего цилиндрический хвостовик с лапкой и пазом для стопорного винта 4, и двухзубого зенкера 2 с канавками для дробления стружки, насаженного на сверло и своим замком входящего в замок оправки 3.

Размеры сверл-зенкеров, изготавливаемых московским заводом «Фрезер», в мм

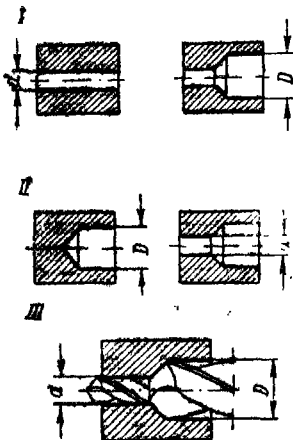
Диаметр зенкера	Диаметр сверла	Длина сверла-зенкера с оправкой	№ конуса Морзе	Диаметр зенкера	Диаметр сверла	Длина сверла-зенкера с оправкой	№ конуса Морзе
50	21	470	4	60	25	500	5
51	21	470	4	62	25	500	5
52	21	470	4	65	25	500	5/6
53	25	500	5	68	28	580/640	5/6
54	25	500	5	70	28	580/640	5/6
55	25	500	5	72	28	580/640	5/6
56	25	500	5	75	28	580/640	5/6
57	25	500	5	78	28	580/640	5/6
58	25	500	5	80	28	580/640	5/6

## Сверление глухих отверстий



Глухие отверстия сверлятся так же, как и сквозные. Глубина сверления в процессе обработки контролируется при помощи продольных упоров и специальных указателей-линеек, а иногда и просто по рискам, нанесенным мелом на сверле.

## Сверление ступенчатых отверстий



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 обрабатывается меньшее отверстие диаметром  $d$  на всю длину, а затем другим сверлом диаметром  $D$  часть отверстия рассверливается на требуемую длину до диаметра  $D$ .

По второй схеме (поз. II) сначала на заданную глубину сверлится отверстие диаметром  $D$ , а затем сверлом диаметром  $d$  сверлится второе отверстие на оставшуюся длину. При таком методе оказывается возможным сократить машинное время.

По третьей схеме (поз. III) ступенчатое отверстие обрабатывается комбинированным ступенчатым сверлом, при этом два перехода сверления совмещаются в один. Этот способ является наиболее производительным.

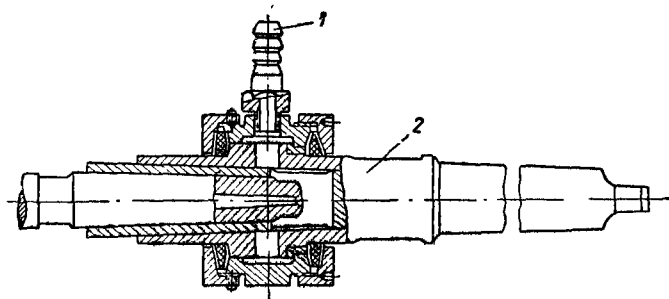
Комбинированные сверла используются преимущественно в серийном производстве при обработке деталей из цветных металлов.

## Сверление глубоких отверстий

Сверление глубоких отверстий (при  $\frac{L}{D} \geq 5$ ) осуществляется при обильном охлаждении сверла и принудительном удалении стружки из обрабатываемого отверстия.

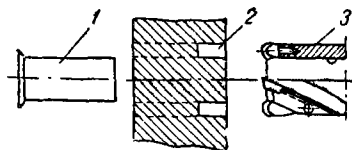
Глубокие отверстия обрабатываются специальными однокромочными или многокромочными сверлами (подробно об этом см. в специальной литературе).

На рис. 82 (см. выше) показано применяемое в этих случаях спиральное сверло, через специальные отверстия которого пропускается в минуту не менее 5 л охлаждающей жидкости (5%-ный раствор эмульсола в воде). Жидкость поступает через штуцер 1 специального патрона 2 (см. рисунок), устанавливаемого в пиноли задней бабки.



Стойкость таких сверл при подаче охлаждающей жидкости в 3—5 раз выше стойкости сверл распространенных конструкций.

### Кольцевое сверление



Пустотелые (кольцевые) сверла 3 используются для сверления крупных отверстий (диаметром от 60 до 200 мм и даже более). При обработке кольцевым сверлом из заготовки 2 вырезается сердечник 1, который проходит в отверстие сверла 3.

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 экономить металл.

## 7. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Таблица 110

Подачи при сверлении и рассверливании спиральными сверлами

Сверление											
Обрабатываемый материал	Диаметр сверла, в мм, до										
	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32
	Подача <i>s</i> , в мм/об, до										
Сталь: $\sigma_B \leq 90$	0,15	0,18	0,22	0,26	0,22	0,19	0,15	0,14	0,11	0,09	0,08
$\sigma_B > 90$ , в кг/мм <sup>2</sup>	0,11	0,14	0,16	0,18	0,16	0,14	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06
Чугун: $HB \leq 200$	0,27	0,35	0,40	0,40	0,40	0,35	0,30	0,25	0,21	0,17	0,16
$HB > 200$	0,22	0,22	0,30	0,30	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10	0,10

Продолжение табл. 110

Рассверливание															
Обрабатываемый материал	Диаметр сверла, в мм, до														
	25			30			40			50			60		
	Диаметр предварительно просверленного отверстия, в мм														
	10	15	10	15	20	15	20	30	20	30	40	30	40		
Подача $s$ , в мм/об															
Сталь: $\sigma_B \leq 90$ ; $\sigma_B > 90$ , в кг/мм <sup>2</sup>	0,4 0,3	0,4 0,3	0,45 0,3	0,45 0,4	0,45 0,4	0,3 0,2	0,4 0,3	0,5 0,45	0,2 0,15	0,4 0,2	0,65 0,5	0,2 0,15	0,45 0,3		
Чугун: $HB \leq 200$ $HB > 200$	0,7 0,6	0,7 0,6	0,9 0,6	0,9 0,6	0,9 0,7	1,0 0,8	1,0 0,8	1,0 0,8	0,65 0,4	1,0 0,6	1,2 0,8	0,65 0,4	1,2 0,8		

Таблица 111

## Скорости резания

Сталь конструкционная углеродистая  $\sigma_B = 75$  кг/мм<sup>2</sup>; сверла из стали P18; работа с охлаждением

Диаметр сверла $d$ , в мм, до	Подача $s$ , в мм/об, до										
	10	—	—	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,20	0,27	
20	—	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,20	0,27	0,36		
30	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,20	0,27	0,36	0,49		
Св. 30	0,09	0,11	0,13	0,15	0,20	0,27	0,36	0,49	—		
Форма заточки сверла	Скорость резания $v$ , в м/мин										
	Двойная ДП	55	55	55	50	43	37	32	27,5	24	
Нормальная Н	55	55	50	43	37	32	27,5	24	20,5		
Принятые средние периоды стойкости сверл											
Диаметр сверла $d$ , в мм	До 10			11—20			21—30			31—40	
Период стойкости $T$ , в мин.	25			45			50			70	

Продолжение табл. 111

Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:										
1) группы и механической характеристики стали	Механическая характеристика стали	$\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup> HB	38-44 111-126	45-51 127-146	52-59 147-169	60-70 170-200	71-80 201-228	81-93 229-266	94-107 267-306	108-125 307-359
	Группа стали	Коэффициент $k_{Mv}$								
	Автоматные углеродистые конструкционные ( $C \leq 0,6\%$ )	2,22 1,03	1,92 1,18	1,63 1,3	1,4 1,13	1,2 1,0	1,02 0,87	0,88 0,76	0,75 0,67	
	Хромоникелевые и никелевые углеродистые конструкционные труднообрабатываемые ( $C > 0,6\%$ ), хромистые, хромоникельвольфрамовые и близкие к ним	1,5 1,34	1,34 1,19	1,17 1,04	1,02 0,91	0,9 0,8	0,79 0,7	0,69 0,61	0,6 0,54	
	Марганцовистые, хромомolibденовые, хромомарганцовистые и близкие к ним	1,17	1,04	0,92	0,79	0,7	0,61	0,53	0,47	
2) периода стойкости сверла	Отношение фактического периода стойкости к нормативному $T_f : T_n$	0,25	0,5	1,0	2	4	8			
	Коэффициент $k_{T_v}$	1,32	1,15	1,0	0,87	0,76	0,66			
3) состояния стали	Состояние стали	Поставка		Термообработка						
		прокат		нормализация	отжиг	улучшение				
	холодно-тянутый	горячекатаный								
Коэффициент $k_{c_v}$	1,1	1,0	0,95	0,9	0,8					
4) длины отверстия	Длина отверстия, в диаметрах сверла	3d	4d	6d	8d					
	Коэффициент $k_{l_v}$	1,0	0,85	0,7	0,6					
5) наличия охлаждения	Условия работы	С охлаждением			Без охлаждения					
	Коэффициент $k_{o_v}$	1,0			0,8					

Таблица 112

## Скорости резания

Стали нержавеющие и жаропрочные; работа с охлаждением;  
сверла из стали марок Р18, РК5, РК10

Форма заточки	Диаметр сверла $d$ , в мм	Подача $s$ , в мм/об, до							
		—	0,08	0,10	0,13	0,17	0,22	0,28	0,36
Нормальная	Св. 5,0 до 6,9	—	0,08	0,10	0,13	0,17	0,22	0,28	0,36
	• 6,9 • 9,3	0,08	0,10	0,13	0,17	0,22	0,28	0,36	0,47
	Св. 9,3 до 12,6	0,10	0,13	0,17	0,22	0,28	0,36	0,47	0,60
	• 12,6 • 17	0,13	0,17	0,22	0,28	0,36	0,47	0,60	—
Двойная	Св. 13 до 18	0,17	0,22	0,28	0,36	0,47	0,60	—	—
	• 18 • 24	0,22	0,28	0,36	0,47	0,60	0,78	—	—
	• 24 • 33	0,28	0,36	0,47	0,60	0,78	—	—	—
Обрабатываемый материал	Длина сверления, в диаметрах сверла	Скорость резания $v$ , в м/мин							
Нержавеющая сталь 2Х13 (ЭЖ2)	3d	42,5	38,0	34,0	30,0	27,0	24,0	21,5	19,0
	7d	38,0	34,0	30,0	27,0	24,0	21,5	19,0	17,0
	10d	34,0	30,0	27,0	24,0	21,5	19,0	17,0	15,1
Жаропрочная сталь 1Х18Н9Т (ЭЯ1Т)	3d	24,0	21,5	19,0	16,9	15,1	13,4	12,0	10,7
	7d	21,5	19,0	16,9	15,1	13,4	12,0	10,7	9,5
	10d	19,0	16,9	15,1	13,4	12,0	10,7	9,5	8,5
Жаропрочная сталь Х23Н18 (ЭИ417)	3d	21,5	19,0	16,9	15,1	13,4	12,0	10,7	9,5
	7d	19,0	16,9	15,1	13,4	12,0	10,7	9,5	8,5
	10d	16,9	15,1	13,4	12,0	10,7	9,5	8,5	7,6
Жаропрочная сталь 1Х14Н14В2М (ЭИ257)	3d	27,5	24,5	22,0	19,6	17,5	15,6	13,9	12,4
	7d	24,5	22,0	19,6	17,5	15,6	13,9	12,4	11,0
	10d	22,0	19,6	17,5	15,6	13,9	12,4	11,0	9,8
Жаропрочная сталь 4Х14Н14В2М (ЭИ69)	3d	17,1	15,3	13,6	12,1	10,8	9,6	8,6	7,6
	7d	15,3	13,6	12,1	10,8	9,6	8,6	7,6	6,8
	10d	13,6	12,1	10,8	9,6	8,6	7,6	6,8	6,1
Принятые средние периоды стойкости сверл									
Диаметр сверла $d$ , в мм		До 5	6—10	11—20	21—30				
Период стойкости $T$ , в мин.		6	8	15	25				
Поправочные коэффициенты на скорость резания при измененной стойкости									
Отношение фактического периода стойкости к нормативному $T_f: T_n$		0,25	0,5	1,0	2	4	8		
Коэффициент $k_{T_v}$		1,18	1,09	1,0	0,92	0,85	0,78		

Таблица 113

## Скорости резания

Чугун серый; сверла из стали P18

Подача $s$ , в мм/об, до												
Твердость чугуна по Бринелю $HV$	140—152	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	—	—	—	—	—
	153—166	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	—	—	—	—
	167—181	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	—	—	—
	182—199	—	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	—	—
	200—217	—	—	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	—
218—240	—	—	—	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	
Форма за- точки	Диаметр сверла $d$ , в мм, до	Скорость резания $v$ , в м/мин										
		20	55	54	48	43	38	34	30	27	24	21
Двойная ДП	Св. 20	55	55	55	50	44	39	35	31	27,5	24,5	22
		8	45	40	35	31	28	25	22	20	17,5	15,5
Нормальная Н	20	51	45	40	35	31	28	25	22	20	17,5	15,5
	Св. 20	55	50	47	42	37	33	29,5	26	23	21	18
Принятые средние периоды стойкости сверл												
Диаметр сверла $d$ , в мм					До 10	11—20	21—30	31—40				
Период стойкости $T$ , в мин.					35	60	75	110				
Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:												
1) периода стойкости сверл	Отношение фактического периода стойкости к нормативному $T_f : T_n$				0,25	0,5	1,0	2	4	8		
	Коэффициент $k_{T_v}$				1,19	1,09	1,0	0,91	0,84	0,79		
2) длины от- верстия	Длина отверстия, в диаметрах сверла				3d		4d		6d		8d	
	Коэффициент $k_{l_v}$				1,0		0,85		0,7		0,6	

## ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

### 1. ЗЕНКЕРЫ. ПРАКТИКА ЗЕНКЕРОВАНИЯ

Основные типы и размеры зенкеров для обработки цилиндрических отверстий. Зенкерование обеспечивает точность обработки отверстий в пределах 3—5-го классов точности и шероховатость поверхности  $\nabla 4$ — $\nabla 6$ .

Зенкер работает подобно сверлу при рас­сверливании отверстия, т. е. так же, как сверло, совершает вращательное движение

уменьшения трения зенкер имеет обратный конус, т. е. уменьшение диаметра по направлению к хвостовику 0,05—0,10 мм на 100 мм длины.

Угол наклона винтовой канавки  $\omega$  изменяется в пределах от 10 до 30°. Для обработки твердых металлов применяют меньшие, а для обработки мягких металлов большие значения угла  $\omega$ . При зенкеро­вании 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 и стального литья  $\gamma = 8$ — $12^\circ$
- для стали твердой . . .  $\gamma = 5$ — $0^\circ$
- • • мягкой . . .  $\gamma = 15$ — $20^\circ$
- • • чугуна твердого .  $\gamma = 5$ — $0^\circ$
- • • средней твер­дости . . . . .  $\gamma = 6$ — $8^\circ$
- для алюминия и латуни  $\gamma = 25$ — $30^\circ$

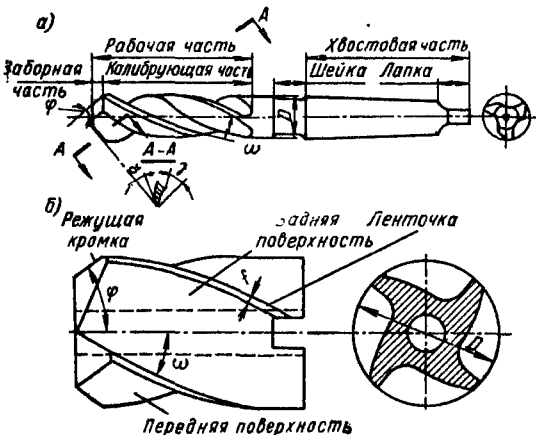


Рис. 87. Конструкция и геометрия зенкеров: а — трехперового хвостового; б — четырехперового насадного.

вокруг оси и поступательное вдоль оси отверстия.

Зенкер (рис. 87) обычно состоит из рабочей части, шейки и хвостовика.

У рабочей части различают режущую (заборную) и направляющую (калибрующую) части.

Ленточки (фаски) на направляющей части зенкера уменьшают трение и облегчают резание. Ширина ленточек 0,8—2 мм. Для

Диаметр зенкера зависит от обра­батываемого материала, размеров отверстия, величины припуска, тре­буемой точности и принятого техно­логического процесса.

Размеры диаметров зенкеров для обработки отверстий 2—4-го классов точности приведены в табл. 94.

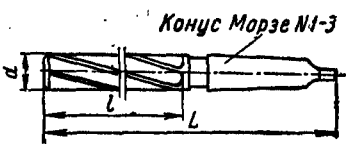
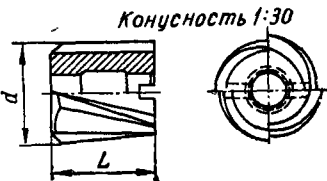
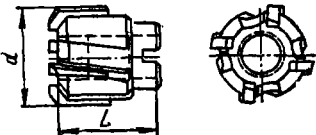
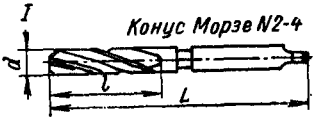
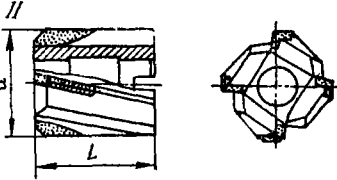
Способы установки и закрепления зен­керов на токарном станке те же, что и для сверл.

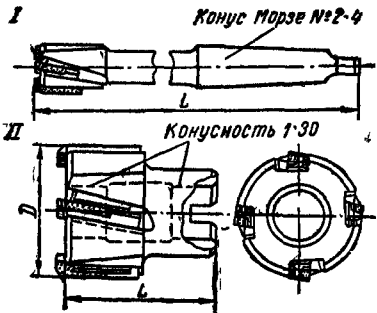
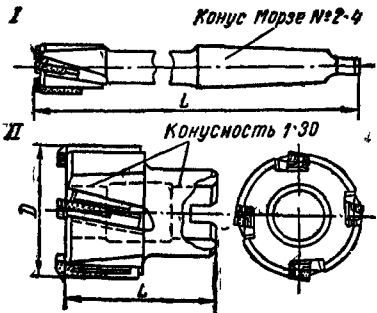
Зенкерование применяется как предва­рительная операция при обработке литых и штампованных отверстий. Перед зенкеро­ванием литого цилиндрического отверстия его рекомендуется сначала расточить рез­цом на длину 5—10 мм, чтобы создать на­правление для зенкера.



Таблица 114

## Основные типы зенкеров для обработки цилиндрических отверстий

Эскиз	Диаметры $d$ , в мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
<i>Зенкеры с коническим хвостовиком из инструментальных сталей</i>					
	10	40	ГОСТ 1676-53	160—290 (длинные), 140—250 (короткие)	78—170; 58—130
<i>Зенкеры насадные цельные</i>					
	32	80	ГОСТ 12489-67	30—52	—
<i>Зенкеры насадные со вставными ножами из быстрорежущей и легированной стали</i>					
	40	100	ГОСТ 2255-67	45—70	—
<i>Зенкеры хвостовые и насадные с напаянными пластинками из твердых сплавов</i>					
	14	50	ГОСТ 3231-67	160—290 (короткие), 190—350 (длинные)	68—150, 88—210
	32	80	ГОСТ 3231-67	40—65	—

Эскиз	Диаметры $d$ , в мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
<b>Зенкеры сборные со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом</b>					
	1. С коническим хвостовиком (поз. I)				
	30	50	ГОСТ 12510-67	260—305	—
	2. Насадные (поз. II)				
	50	100	ГОСТ 12510-67	55—70	—

В условиях серийного производства при обработке ступенчатых отверстий диаметрами 10—70 мм успешно используют специальные комбинированные ступенчатые зенкеры. Если разность диаметров ступеней

незначительна, то такой зенкер может быть изготовлен посредством переточки стандартного гладкого спирального зенкера. Количество дальнейших возможных переточек зависит от длины ступени меньшего диаметра.

Более совершенным является специальный ступенчатый зенкер (рис. 88), 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.

Многоступенчатые отверстия обрабатываются наборными зенкерами, состоящими из нескольких одноразмерных или комбинированных зенкеров.

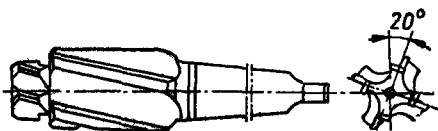


Рис. 88. Ступенчатый зенкер со смещенными зубьями на первой и второй ступенях.

## 2. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ

Значения рекомендуемых подач и скоростей резания при зенкерование приведены в табл. 115.

При зенкерование длинных (глубоких) отверстий принимают меньшие подачи, чем указанные в этой таблице.

Таблица 115

## Режимы резания при зенкеровании быстрорежущими зенкерами

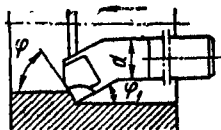
При обработке сталей средней твердости									
Диаметр зенкера, в мм, до									
15	20	25	30	35	40	50	60	80	
Подача $s$ , в мм/об									
0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	
Диаметр зенкера, в мм	Глубина резания $t$ , в мм	Подача $s$ , в мм/об, до							
		0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3		
		Скорость резания $v$ , в м/мин							
15—35 (цельные)	0,5—1,0	29,5	25,5	22	19	16,4	14,1		
	1,1—2,0	26	22,5	19,3	16,7	14,4	12,4		
	св. 2,0	23,5	20	17,3	15	12,9	11,1		
36—80 (насадные)	0,5—1,0	27	23	19,9	17,2	14,8	12,8		
	1,1—2,0	23,5	20,5	17,5	15,1	13	11,2		
	св. 2,0	21	18	15,6	13,4	11,6	10		
При обработке чугуна средней твердости									
Диаметр зенкера, в мм, до									
15	20	25	30	35	40	50	60	80	
Подача $s$ , в мм/об, до									
0,6—0,8	0,7—1,0	0,8—1,1	0,9—1,2	1,0—1,3	1,2—1,5	1,3—1,8	1,4—2,0	1,6—2,2	
Диаметр зенкера, в мм	Глубина резания $t$ , в мм	Подача $s$ , в мм/об, до							
		0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,2
		Скорость резания $v$ , в м/мин							
15—35 (цельные)	0,5—1,0	42	38	33	29	26	23	21	18
	1,1—2,0	40	35	31	27	24	21	19	17
36—80 (насадные)	1,0—2,0	37	33	29	27	24	21	19	17
	2,1—3,0	36	32	28	26	23	20	18	16

## 3. РАСТОЧНЫЕ РЕЗЦЫ

Таблица 116

Назначение основных типов нормализованных расточных резцов

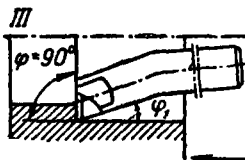
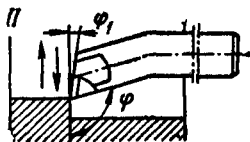
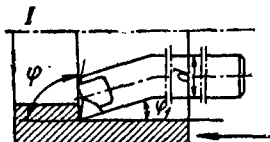
Токарные расточные для обработки сквозных отверстий



Применяются для растачивания сквозных отверстий длиной до 100—150 мм.

Токарные расточные для обработки ступенчатых и глухих отверстий

Используются для растачивания (поз. I) и для подрезания внутренних уступов. Подрезание уступов осуществляется как с поперечной (поз. II), так и с продольной (поз. III) подачами. В последнем случае державка резца поворачивается на угол  $\varphi_1 \approx 5^\circ$ .



Токарные расточные державочные

Служат для растачивания сквозных и глухих отверстий глубиной более 100—150 мм. По способу крепления в державках резцы подразделяются на: расточные для прямого крепления (поз. I); расточные упорные для прямого крепления (поз. II); расточные для косо́го крепления под углом 45 или 60° (поз. III).

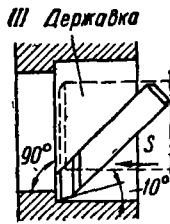
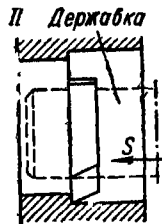
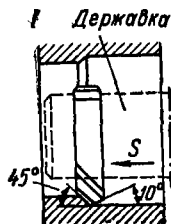


Таблица 117

Конструкции и размеры расточных резцов

Нормализованные (стандартные) резцы

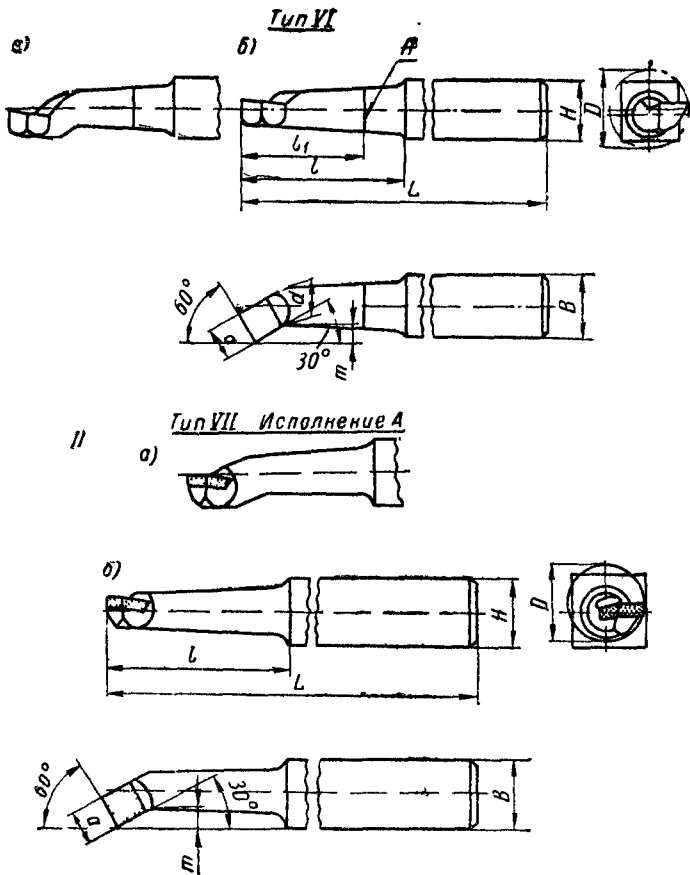
Расточные резцы с углом  $\varphi = 60^\circ$  для сквозных отверстий. Резцы из быстрорежущей стали марки P18 по ГОСТ 10043-62 типа VI изготавливаются с державками сечениями 16×16, 20×20 и 25×25 мм (поз. I).

Резцы с твердосплавными пластинками по ГОСТ 6743-61 типа VII выполняются в двух вариантах: в исполнении А (поз. II) с державками сечениями 16×16, 20×20

Продолжение табл. 117

и 25×25 мм и в исполнении Б (поз. III) с державками сечениями 16×12, 20×16, 25×20, 32×25 и 40×32 мм.

Здесь и в дальнейшем выбор марки твердого сплава, а также геометрии заточки резцов осуществляют по табл. 36—42.



Размеры резцов, в мм (поз I и II)

Наименьший диаметр расточки $D$	Сечение резца		$L$	$l$	$l_1$	$a$	$t$	$a$	Форма твердосплавных пластинок (для поз. II)
	$H$	$B$							
14	16	16	120	25	28	8	3,5	8	По ГОСТ 2209-66  02
18			140	40					
			170	60					
21	20	20	140	40	30	12	5,5	10	
			170	70					
27			200	80					
			200	70					
34	25	25	200	70	19	8	14		
			240	100					

Вершина режущей кромки у расточных резцов, представленных в поз. I и II, располагается: *a* — на уровне нейтральной оси; *b* — выше нейтральной оси.

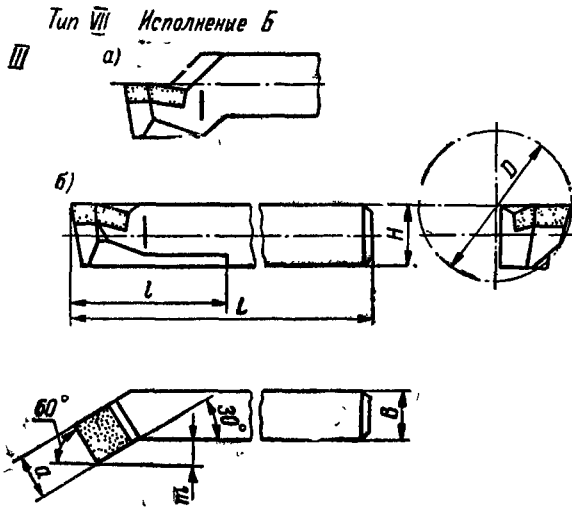
Примеры условного обозначения резцов:

резец типа VI (поз. I) из быстрорежущей стали марки P18 с расположением вершины режущей кромки по *a*, сечением  $20 \times 20$  мм и длиной  $l=50$  мм:

резец VI *a*— $20 \times 20 \times 50$ —P18 ГОСТ 10043-62;

резец типа VII (поз. II), с пластинкой из твердого сплава марки BK4, исполнения А, с расположением вершины режущей кромки по *a*, сечением  $20 \times 20$  мм и длиной  $L=170$  мм:

резец VII *Aa*— $20 \times 20 \times 170$ —BK4 ГОСТ 6743-61.



Размеры резцов, в мм (поз. III)

Наименьший диаметр расточки <i>D</i>	Сечение резца		<i>L</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	Форма твердосплавных пластинок
	<i>H</i>	<i>B</i>					
40	16	12	170	80	6	12	По ГОСТ 2209-66
50	20	16	200	100	8	14	
70	25	20	240	120	10	18	02
80	32	25	280	160	12	22	
110	40	32	300	180	16	25	

Вершина режущей кромки у расточных резцов, показанных в поз. III, располагается: *a* — на уровне нейтральной оси; *b* — выше нейтральной оси.

Пример условного обозначения резца типа VII (поз. III) исполнения Б, с расположением режущей кромки по *a*, сечением  $20 \times 16$  мм и длиной  $L=200$  мм с пластинкой из твердого сплава марки T15K6:

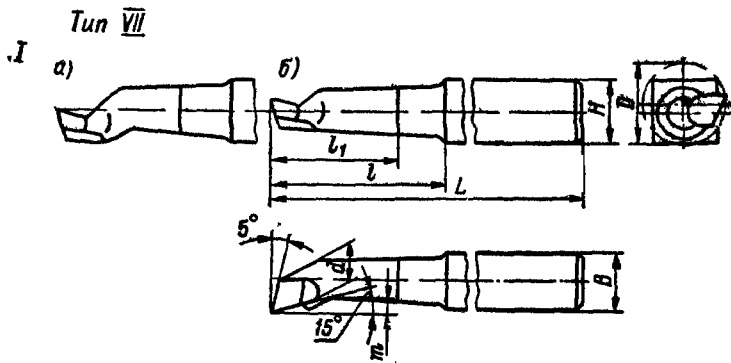
резец VII *Ba*— $20 \times 16$ —T15K6 ГОСТ 6743-61.

#### Расточные резцы для глухих отверстий

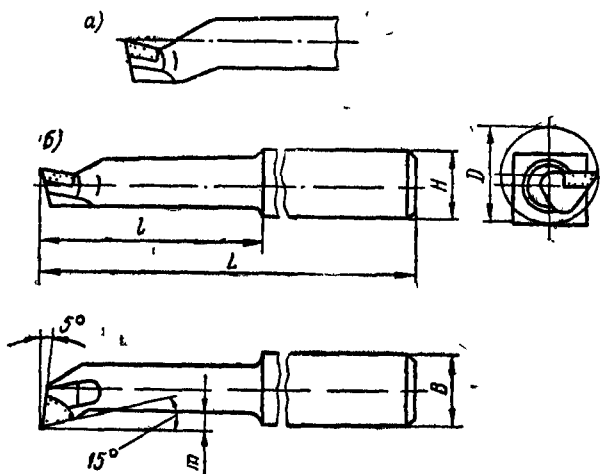
Резцы из быстрорежущей стали марки P18 по ГОСТ 10043-62 (поз. I) типа VII выполняются с державками сечениями  $12 \times 12$ ,  $16 \times 16$ ,  $20 \times 20$  и  $25 \times 25$  мм.

Резцы с твердосплавными пластинками по ГОСТ 6743-61 типа VIII изготавливаются в двух вариантах:

исполнения А (поз. II) — с державками сечениями  $12 \times 12$ ,  $20 \times 20$  и  $25 \times 25$  мм; исполнения Б (поз. III) — с державками сечениями  $16 \times 12$ ,  $20 \times 16$ ,  $25 \times 20$ ,  $32 \times 25$  и  $40 \times 32$  мм.



II Тип VIII исполнение А



Размеры резцов, в мм (поз I и II)

Наименьший диаметр расточки D	Сечение резца		L	l	L <sub>1</sub>	d	m	Форма твердосплавных пластинок (для поз. II)
	H	B						
6*	12	12	100	15*	30	4*	1,5*	По ГОСТ 2209-66  06
10				20		6	2,5	
14	16	16	120	25	35	8	3,5	
18			140	30		10	4,5	
			170	40				
21			140	60		12	6	
27	20	20	170	70	30	14	6	
			170	50				
34	25	25	200	80	35	19	8	
			200	70				
			240	100				

\* Только для поз. I.

Вершина режущей кромки у расточных резцов, показанных в поз. I и II, располагается: а — на уровне нейтральной оси державки; б — выше нейтральной оси державки.

Примеры условного обозначения резцов:

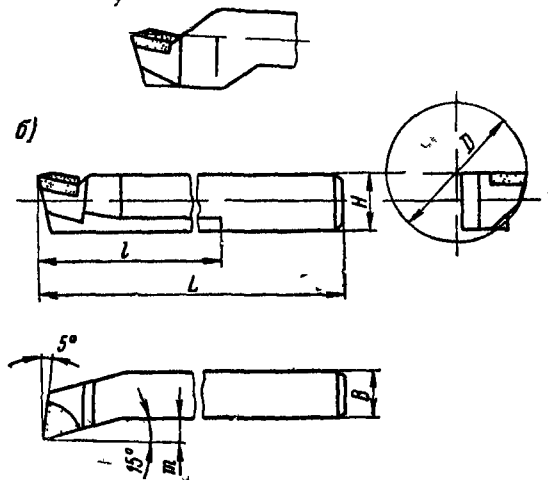
резец типа VII (поз. I) из быстрорежущей стали марки P18 с расположением вершины режущей кромки по а, сечением  $20 \times 20$  мм и длиной  $l=50$  мм:

резец VII а —  $20 \times 20 \times 50$  — P18 ГОСТ 10043-62;

резец типа VIII (поз. II), исполнения А, с расположением вершины режущей кромки по а, сечением  $16 \times 16$  мм и длиной  $L=170$  мм с пластинкой из твердого сплава марки ВК4:

резец VIII Аа —  $16 \times 16 \times 170$  — ВК4 ГОСТ 6743-61.

III а) Исполнение Б



Размеры резцов, в мм (поз. III)

Наименьший диаметр расточки D	Сечение реза		L	l	m	Форма твердосплавных пластинок
	H	B				
40	16	12	170	80	6	По ГОСТ 2209-66
55	20	16	200	100	8	
70	25	20	240	120	10	06
80	32	25	280	160	12	
100	40	32	300	180	16	

Вершина режущей кромки у расточных резцов, показанных в поз. III, располагается: а — на уровне нейтральной оси державки, б — выше нейтральной оси державки.

Пример условного обозначения резца типа VIII, исполнения Б, с расположением вершины режущей кромки по а, сечением  $20 \times 16$  мм и с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6:

резец VIII Ба —  $20 \times 16$  — Т15К6 ГОСТ 6743-61.

#### Резцы расточные державочные

Резцы расточные державочные общего назначения по ГОСТ 10044-62 (из быстрорежущей стали) и по ГОСТ 9795 61 (с пластинками из твердого сплава) изготовляются следующих четырех типов



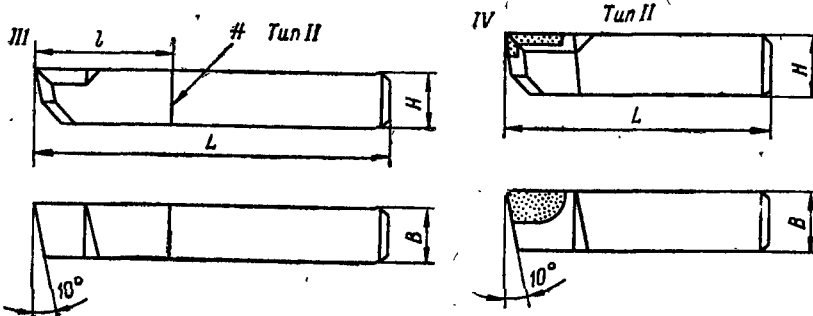


Примеры условного обозначения резцов:  
 резец типа I, сечением  $10 \times 10$  мм, длиной 40 мм, из быстрорежущей стали марки P18:

резец I —  $10 \times 10 \times 40$  — P18 ГОСТ 10044-62;

резец типа I, сечением  $12 \times 12$  мм, длиной 60 мм, с пластижкой из твердого сплава марки T15K6:

резец I —  $12 \times 12 \times 60$  — T15K6 ГОСТ 9795-61.



Размеры державочных резцов типа II  
 (расточных упорных для прямого крепления), в мм (поз. III и IV)

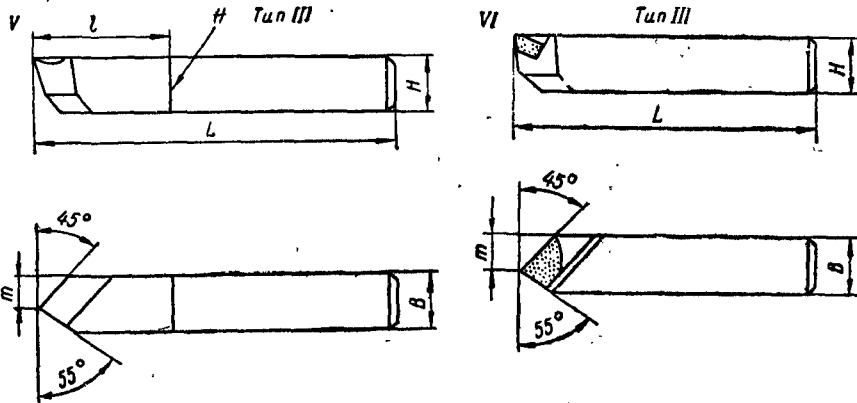
Сечение резца		Из быстрорежущей стали по ГОСТ 10044-62 (поз. III)		С пластижками из твердого сплава по ГОСТ 9795-61 (поз. IV)	
H	B	L	l	L	форма пластинок по ГОСТ 2209-66
6	6	20	—	—	—
		25		25	
		32		—	
8	8	20	—	—	—
		25		25	
		32		32	
10	10	—	—	40	—
		40		40	
		50		50	
12	12	40	—	40	07
		50		50	
		—		63	
16	16	63	30	63	—
		80		80	
20	20	—	—	80	—
		—		100	
25	25	—	—	100	—
		—		125	
32	32	—	—	125	—
		—		140	
40	40	—	—	160	10
		—		180	

Примеры условного обозначения резцов:  
 резец типа II, сечением 10×10 мм, длиной 40 мм, из быстрорежущей стали марки P18:

резец II — 10×10×40 — P18 ГОСТ 10044-62;

резец типа II, сечением 12×12 мм, длиной 50 мм, с пластинкой из твердого сплава марки T15K6:

резец II — 12×12×50 — T15K6 ГОСТ 9795-63.



Размеры державочных резцов типа III  
 (расточных для косо́го крепления под углом 45°), в мм (поз. V и VI)

Сечение резца		Из быстрорежущей стали по ГОСТ 10044-62 (поз. V)			С пластинками из твердого сплава по ГОСТ 9795-61 (поз. VI)								
H	B	L	l	m	L	m	форма пластинок по ГОСТ 2209-66						
6	6	20	—	3,5	—	—	—						
		25			25	3,5							
		32			32	10							
8	8	20		—	5	—	—	07 или 10					
		25				25	5						
		32				32	5						
		40				40	5						
10	10	32			—	6	32		7	07 или 10			
		40					40		7				
		50					50		7				
12	12	40				—	7		40		7	07 или 10	
		50							50		7		
		63	63						7				
16	16	63	30				9		63		9		07 или 10
		80							80		9		

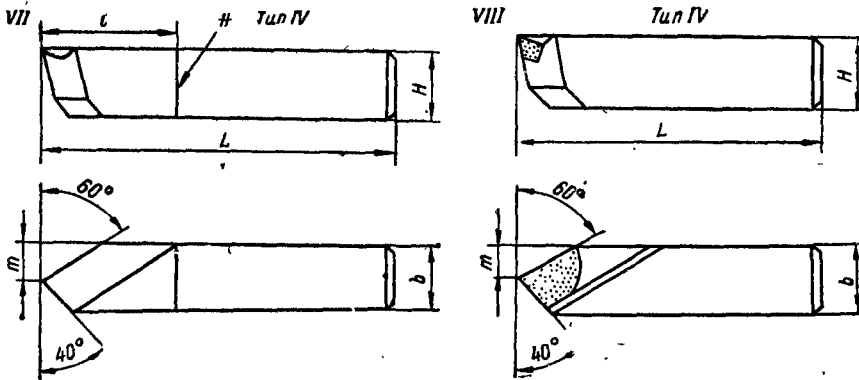
Примеры условного обозначения резцов:  
 резец типа III, сечением 10×10 мм, длиной 50 мм, из быстрорежущей стали марки P18:

резец III — 10×10×50 — P18 ГОСТ 10044-62;

резец типа III, сечением 12×12 мм, длиной 50 мм, с пластинкой из твердого сплава марки T15K6:

резец III — 12×12×50 — T15K6 ГОСТ 9795-61.

Продолжение табл. 117



Размеры державочных резцов типа VI  
(расточных для косою крепления под углом 60°), в мм (поз. VII и VIII)

Сечение резца		Из быстрорежущей стали по ГОСТ 10044-62 (поз. VII)			С пластинками из твердого сплава по ГОСТ 9795-61 (поз. VIII)					
H	B	L	!	m	L	m	форма пластинок по ГОСТ 2209-66			
8	8	20	—	4	—	—	—			
		25			—	—				
		32			—	—				
		40			—	—				
10	10	32			—	5		—	—	—
		40						—	—	
		50						—	—	
12	12	40			—	6		—	—	—
		50						—	—	
		63						—	—	
16	16	63			30	8		63	8	07
		80						80	8	
20	20	—	—	—	80	8	—			
		—			100	8				
25	25	—	—	—	100	11	—			
		—			125	11				
32	32	—	—	—	140	14	—			
		—			160	14				
40	40	—	—	—	180	18	—			
		—			200	18				

Примеры условного обозначения резцов:

резец типа IV (поз. VII), сечением 10×10 мм, длиной 50 мм, из быстрорежущей стали марки P18:

резец IV — 10×10×50 — P18 ГОСТ 10044-62;

резец типа IV (поз. VIII), сечением 20×20 мм, длиной 80 мм, с пластинкой из твердого сплава марки T15K6:

резец IV — 20×20×80 — T15K6 ГОСТ 9795-61.

#### 4. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ РАСТАЧИВАНИИ ОТВЕРСТИЙ

Выбор глубины резания при растачивании производится на основе тех же соображений, что и при наружном точении (см. стр. 133). Здесь, однако, нужно иметь в виду, что 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 глубину резания, а также величину подачи при растачивании

устанавливают в соответствии с вылетом резца и размерами сечения его державки и принимают несколько меньшими, чем при наружном точении.

Рекомендуемые величины подач при черновом растачивании на токарном станке для различных условий работы приведены в табл. 118.

Для чистового растачивания значения подачи следует принимать по табл. 48, а скорости резания — по табл. 49—53.

Таблица 118

Подачи при черновом растачивании быстрорежущими и твердосплавными резцами

Размер резца или оправки, в мм		Вылет резца или оправки, в мм	Обрабатываемый материал									
			сталь и стальное литье				чугун и медные сплавы					
			Глубина резания <i>t</i> , в мм, до									
			2	3	5	8	2	3	5	8		
		Подача <i>s</i> , в мм/об, до										
Диаметр круглого сечения резца	∅ 10	50	0,08	—	—	—	—	0,12—0,16	—	—	—	—
	∅ 12	60	0,10	0,08	—	—	—	0,12—0,2	0,12—0,18	—	—	—
	∅ 16	80	0,1—0,2	0,15	0,1	—	—	0,2—0,3	0,15—0,25	0,1—0,18	—	—
	∅ 20	100	0,15—0,3	0,15—0,25	0,12	—	—	0,3—0,4	0,25—0,35	0,12—0,25	—	—
	∅ 25	125	0,25—0,5	0,15—0,40	0,12—0,2	—	—	0,4—0,6	0,3—0,5	0,25—0,35	—	—
	∅ 30	150	0,4—0,7	0,2—0,5	0,12—0,3	—	—	0,5—0,8	0,4—0,6	0,25—0,45	—	—
	∅ 40	200	—	0,27—0,6	0,15—0,4	—	—	—	0,6—0,8	0,3—0,6	—	—
Сечение оправки	40×40	150	—	0,6—1,0	0,5—0,7	—	—	—	0,7—1,2	0,5—0,9	0,4—0,5	
		300	—	0,4—0,7	0,3—0,6	—	—	—	0,6—0,9	0,4—0,7	0,3—0,4	
	60×60	150	—	0,9—1,2	0,8—1,0	0,6—0,8	—	—	1,0—1,5	0,8—1,2	0,6—0,9	
		300	—	0,7—1,0	0,5—0,8	0,4—0,7	—	—	0,9—1,2	0,7—0,9	0,5—0,7	
	75×75	300	—	0,9—1,3	0,8—1,1	0,7—0,9	—	—	1,1—1,6	0,9—1,3	0,7—1,0	
		500	—	0,7—1,0	0,6—0,9	0,5—0,7	—	—	—	0,7—1,1	0,6—0,8	
		800	—	—	0,4—0,7	—	—	—	—	0,6—0,8	—	

**Примечания.**

1. Верхние пределы подач следует применять при меньшей глубине резания и при обработке менее прочных сталей и чугуна, а нижние пределы — при большей глубине резания и более прочных материалах.

2. При обработке прерывистых поверхностей табличное значение подачи следует умножать на поправочный коэффициент 0,75—0,85.

3. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи более 1 мм/об не применять.

### Б. СХЕМЫ И ПРИЕМЫ РАСТАЧИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

В зависимости от оставленного на обработку припуска, а также от требуемой чистоты и точности отверстия различают растачивание черновое, получистовое, чистовое и тонкое (табл. 119).

Наиболее распространенной схемой процесса растачивания является растачивание отверстия во вращающейся детали, закрепленной в патроне или в специальном приспособлении на шпинделе станка,

Таблица 119

Характеристика основных видов растачивания

Показатель	Виды растачивания		
	черновое	получистовое и чистовое	тонкое
Достижимый класс точности	7—5	4—3	2
Достижимый класс шероховатости поверхности	1—3	4—6	7—8
Величина оставляемого припуска (на диаметр), в мм	В зависимости от характера заготовки обычно требуется несколько проходов резца	См. табл. 84	См. табл. 89

При закреплении растачиваемой детали в кулачках патрона необходимо иметь в виду возможность ее деформации вследствие

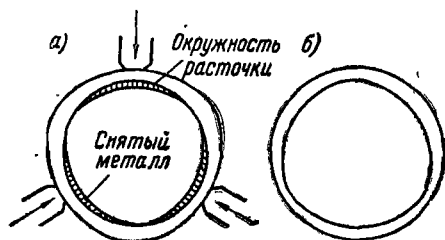


Рис. 89. Искажение формы расточенного отверстия при чрезмерном усилии закрепления детали в патроне.

сильной затяжки кулачков. На рис. 89, а показано искаженное отверстие при слишком сильном зажиме тонкостенной детали в патроне. После снятия детали со станка она примет свою прежнюю форму, т. е. наружная поверхность станет цилиндрической, а отверстие, получившее при растачивании цилиндрическую форму, будет искажено (рис. 89, б). Поэтому перед окончательным растачиванием точных отверстий рекомендуется несколько ослабить крепление детали в кулачках патрона.

При растачивании под последующее шлифование точных глухих и ступенчатых отверстий для выхода шлифовального круга протачиваются специальные канавки, форма и размеры которых приведены в табл. 120.

Таблица 120

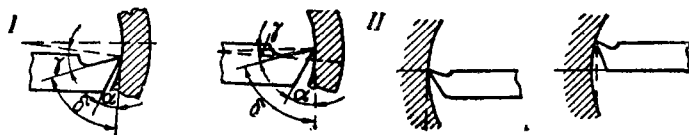
Форма и размеры канавок в глухих отверстиях для выхода шлифовального круга  
(по ГОСТ 8820-58)

Форма канавки					
для цилиндрической поверхности		для торцевой поверхности		для цилиндрической и торцевой поверхностях	
Размеры канавки, в мм					
$d$ (ориентировочно)	$b$	$d_1$	$h$	$R$	$R_1$
До 10 . . . . .	2	$d+0,5$	0,25	0,5	0,5
Св. 10 до 50 . . . . .	3	$d+0,5$	0,25	1	0,5
" 50 " 100 . . . . .	5	$d+1$	0,5	1,5	1
" 100 . . . . .	8	$d+1$	0,5	2	1

Таблица 121

Основные схемы и приемы растачивания отверстий на токарных станках

Установка резцов по высоте центров при черновом и чистовом растачивании

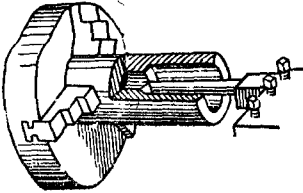


При черновом растачивании резец следует устанавливать по центру или несколько ниже его (поз. I), при этом обеспечивается хороший сход стружки.

При чистовом растачивании резец обычно размещают либо точно по центру, либо же выше центра (поз. II), но не более чем на 0,01 диаметра отверстия.

Устанавливать резец ниже центра при чистовом растачивании не рекомендуется.

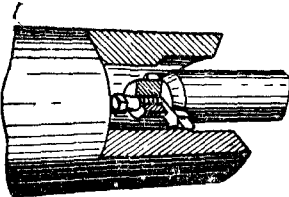
### Растачивание отверстий резцами, закрепленными непосредственно в резцедержателе станка



Отверстия длиной не более 100—150 мм в условиях индивидуального и мелкосерийного производства в большинстве случаев растачивают резцами, закрепленными непосредственно в резцедержателе станка (см. табл. 117).

Для обеспечения большей виброустойчивости и жесткости системы при растачивании сечение реза выбирают наибольшим, а длину наименьшей из допускаемых размерами обрабатываемого отверстия. В целях повышения жесткости и виброустойчивости желательно применять резцы с расположением режущей кромки на нейтральной оси, стержня (см. вариант *a* в табл. 117).

### Растачивание отверстий резцами, закрепленными в специальных оправках



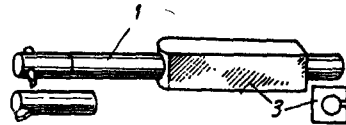
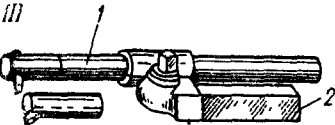
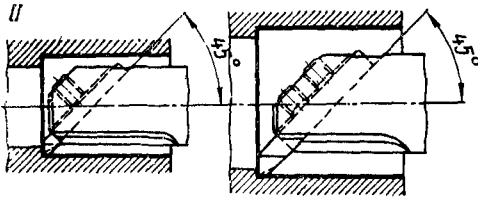
Отверстия длиной более 150 мм обычно растачивают резцами, закрепленными в массивных оправках, размеры которых также зависят от диаметра отверстия и его длины.

Способ крепления реза в оправке зависит от ее назначения. В поз. I показана оправка для растачивания сквозного отверстия. Здесь резец расположен на значительном расстоянии от конца оправки. Для растачивания глухих отверстий резец крепится таким образом, что несколько выступает за передний торец оправки (поз. II).

Сами оправки I (поз. III), в свою очередь, закрепляются в специальных державках 2 или в разрезных обоймах 3 квадратного сечения. Как державки, так и обоймы устанавливаются в резцедержателях станка с таким расчетом, чтобы ось резцовой оправки находилась в одной плоскости (т. е. на одном уровне) с центральной осью станка.

В поз. IV приведена конструкция двухлезвийного комбинированного расточного реза конструкции Н. Е. Кинжалова, дающая возможность одним резцом растачивать сквозные и глухие отверстия диаметром от 60 до 300—350 мм при длине расточки 220 мм.

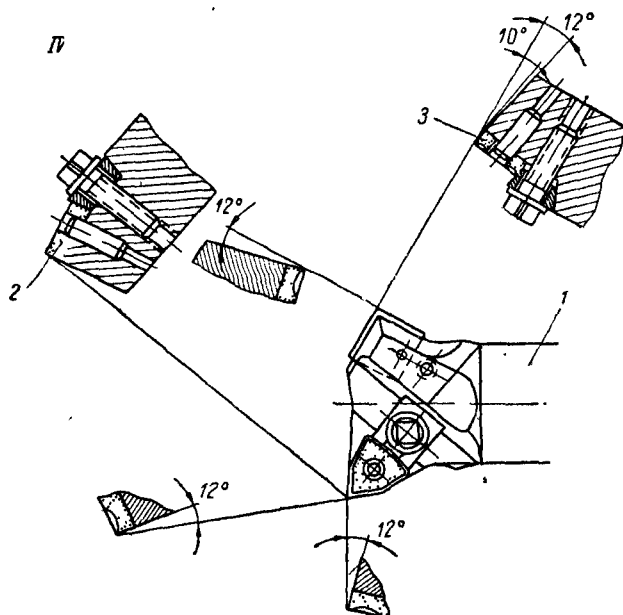
В державке 1 реза закреплены переплетяющиеся многогранные твердосплавные пластинки — трехгранная 2 и четырехгранная 3. Способ крепления был описан в табл. 46.





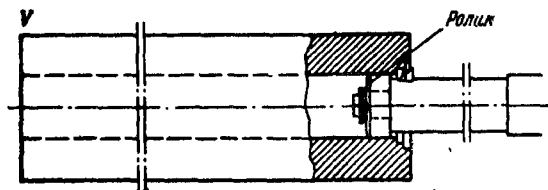
Продолжение табл. 121

Трехгранная твердосплавная пластинка служит для растачивания глухих отверстий, а четырехгранная — для сквозных.

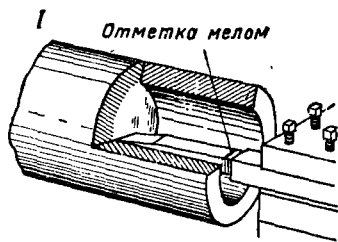


При обработке стали средней твердости максимальная глубина резания составляет 6—7 мм, а подача — до 0,7 мм/об, при обработке чугуна соответственно 8 мм и 0,8 мм/об.

При растачивании глубоких отверстий для повышения жесткости резца используют расточную оправку с направляющим роликом (поз. V), служащим в качестве дополнительной опоры для инструмента. При такой схеме растачивания появляется возможность работать с более высокими режимами резания.



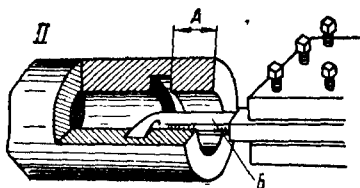
### Подрезание внутренних торцов и растачивание канавок



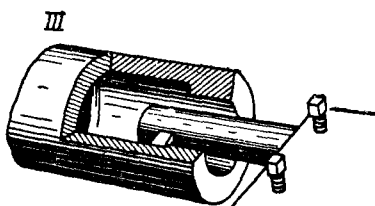
Чистовое подрезание торцов в отверстиях производится при поперечной подаче расточными резцами, предназначенными для растачивания глухих отверстий. Резец вводят в отверстие на соответствующую длину до упора или по лямбу продольной подачи, а в случае отсутствия последнего — до меловой риски на державке резца (поз. I).

Уступы шириной 3—5 мм подрезаются при ручной продольной подаче резцами для растачивания глухих отверстий, установленными так, что режущая кромка их перпендикулярна оси отверстия.

Уступы шириной более 3—5 мм предварительно (за несколько проходов) подрезаются при ручной продольной подаче, а затем резцом, установленным так, что его режущая кромка составляет с торцевой поверхностью детали угол в 8—10°, за 2—3 прохода подрезаются начисто при поперечной подаче.

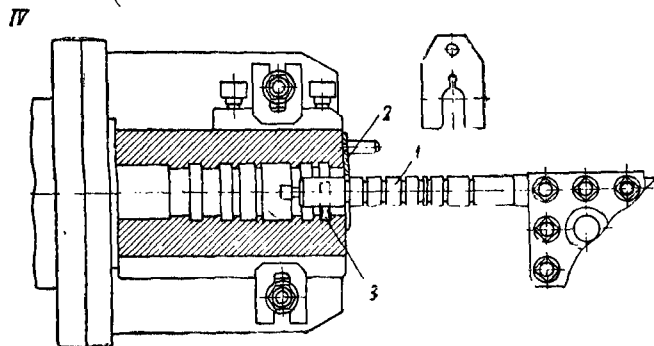


Внутренние канавки в отверстиях вытачиваются специальными прорезными канавочными резцами, у которых форма головки в точности соответствует профилю канавки (поз. II). Размер A получают при помощи продольного упора или же сделав на резце пометку мелом (обозначена буквой B).



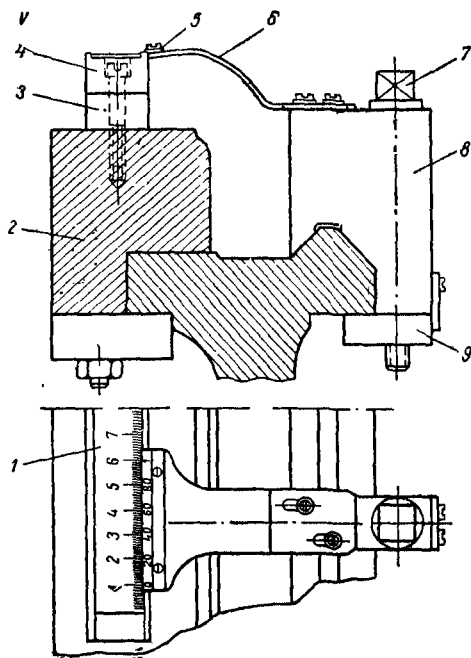
Растачивание выточек, которые отличаются от канавок значительно большей шириной, производят следующим образом (поз. III). Сначала производят врезание на глубину выточки по лимбу винта поперечной подачи, а затем включают продольную подачу. При подходе к уступу выточки подачу выключают.

Для точного расположения канавок при обработке используют не только различного типа универсальные и специальные упоры, но и специальные приспособления. В поз. IV показано приспособление для растачивания внутренних канавок в корпусе гидравлической панели. Оно состоит из расточной оправки 1 с кольцевыми выточками, расположенными в соответствии с располо-



жением кольцевых канавок по длине отверстия, и съемного пластинчатого упора 2. Ширина резца 3 равна ширине самой узкой канавки. Для расточки первой кольцевой канавки отверстия упор надевают на первую от резца выточку в оправке, подают суппорт вперед до упора в торец обрабатываемого корпуса и, зафиксировав положение суппорта, снимают упор с оправки. После этого, подавая резец вручную при помощи поперечного винта, растачивают канавку. Затем также прорезают вторую канавку и т. д. Канавки, ширина которых больше ширины резца, растачивают до требуемого размера по ширине при продольной подаче суппорта (по упору или лимбу).

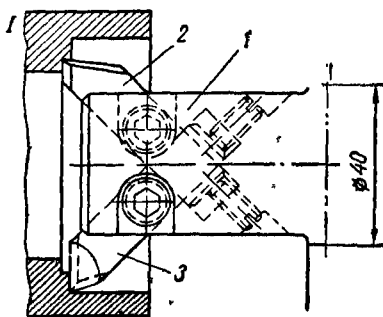
Продолжение табл. 121



На Ленинградском Металлическом заводе им. XXII съезда КПСС для установки резцов при подрезании уступов и растачивании канавок применяется универсальное глубиномерное приспособление (поз. V). Оно смонтировано на стойке 8, которая при помощи планки 9 и винта 7 крепится к задней направляющей станка. К стойке 8 прикреплена державка 6 с нониусом 5. На салазках суппорта 2 размещены прокладка 3 и планка 4, в пазу которой устанавливается (в любом положении) масштабная линейка 1. Это устройство позволяет измерять осевые размеры с точностью до 0,02 мм.

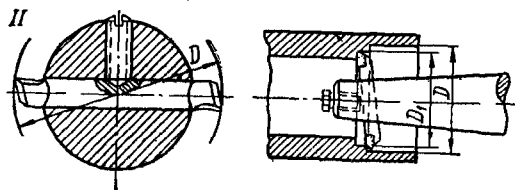
При растачивании канавок в отверстия приспособление настраивается следующим образом. Закрепленный в суппорте резец подводят к базовой поверхности торца детали, при этом лямб верхнего суппорта устанавливается в нулевое положение. В нулевое положение приводится также и нониус 5 на линейке 1. Затем резец перемещают влево по оси отверстия на расстояние, равное размеру от торца детали до канавки. Контролируют этот размер по показаниям линейки и нониуса.

### Растачивание отверстий многолезвийными инструментами



Значительно повышается производительность труда при растачивании отверстий многолезвийными инструментами: многорезцовыми оправками, головками и блоками, двухсторонними расточными резцами, пластинчатыми резцами и т. д.

В поз. I показана расточная оправка 1 диаметром 40 мм с двумя одновременно работающими резцами 2 и 3. Резцы располагаются в двух отверстиях оправки под углом  $45^\circ$  и закрепляются двумя винтами. Резцы могут быть отрегулированы на заданный размер в пределах диаметров от 45 до 80 мм. С помощью этой оправки представляется возможным во многих случаях производить расточку отверстия в размер за один проход.



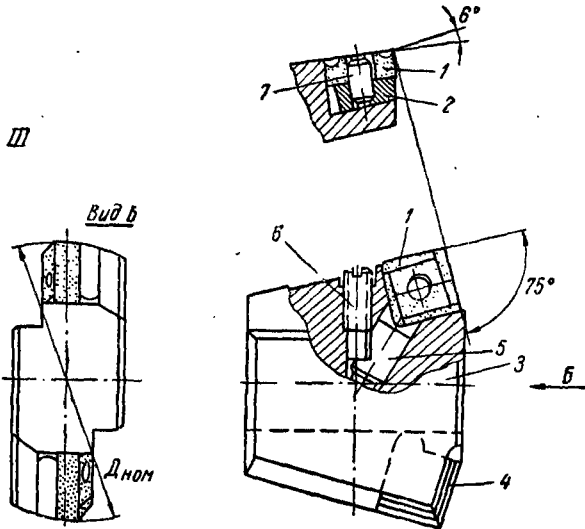
В целях повышения точности формы отверстия, а также для большей виброустойчивости при обработке часто прибегают к использованию двухсторонних расточных резцов (поз. II). Наилучшие результаты получаются при растачивании отверстий двухсторонними резцами, закрепляемыми в державке в наклонном положении (поз. II, справа).

В серийном производстве для обработки цилиндрических отверстий применяются пластинчатые резцы и плавающие расточные блоки и головки.

Пластинчатыми резцами растачивают отверстия диаметром более 40 мм. Они работают преимущественно торцовыми режущими кромками.

Пластинчатые резцы для растачивания отверстий диаметрами 40—50 мм изготовляются цельными, а свыше 50 мм — сборной конструкции с пластинками из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Угол  $\phi$  у пластинчатых резцов для обработки сквозных отверстий равен  $45^\circ$ , а для растачивания глухих отверстий  $\phi = 90^\circ$ .

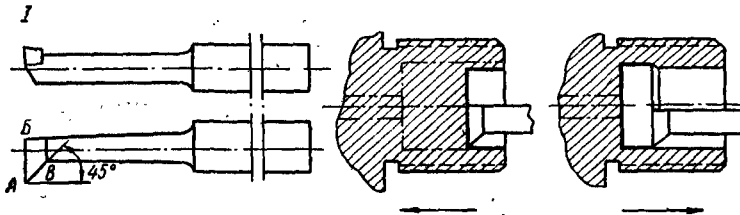


В поз. III изображен расточной блок, в корпусе 3 которого имеются базировочные гнезда, где размещаются две специальные державки 2, снабженные цилиндрическими хвостовиками 5 с угловыми скосами. На каждой державке расположены твердосплавные непортативные режущие четырехгранные пластинки 1 и 4, которые при помощи винтов 6 и хвостовиков державок 5 через штифт 7 прижимаются к базовым поверхностям корпуса.

### Растачивание отверстий. без предварительного сверления

В ряде случаев диаметры отверстий в деталях незначительно отличаются от их длины. Такие отверстия можно обработать и без предварительного сверления, при этом исключаются такие приемы, как отвод поперечного суппорта на токаря, перестановка задней бабки и ее закрепление, ручная подача пиноли задней бабки, периодические выходы сверла из детали и возврат суппорта в исходное положение. Сверление здесь заменяется растачиванием резцом, вначале врезающимся в торец детали (поз. I).

Главная режущая кромка  $AB$  этого резца перпендикулярна его продольной оси. На рисунке справа показаны схемы обработки отверстия. Вершиной  $B$  резец подводится к центру будущего отверстия и врежется на требуемую глубину. Затем при

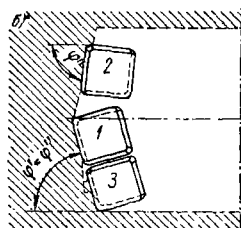
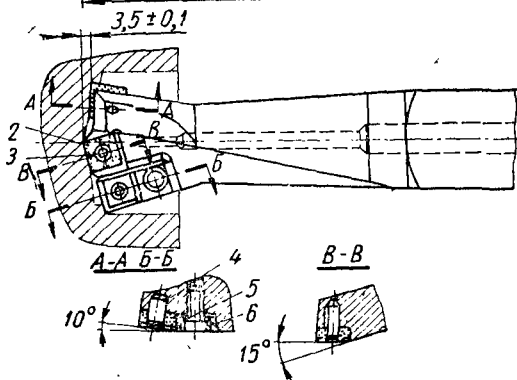
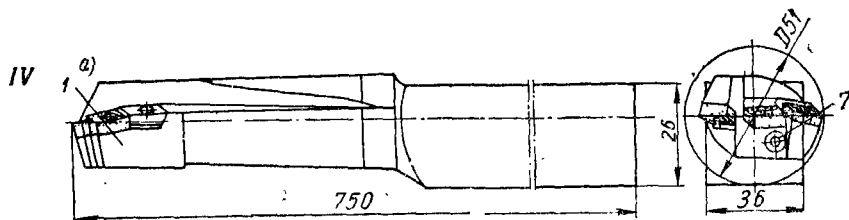
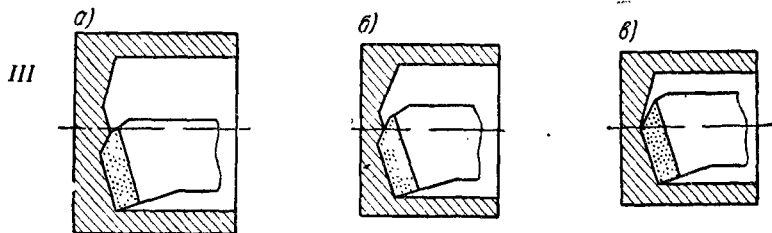
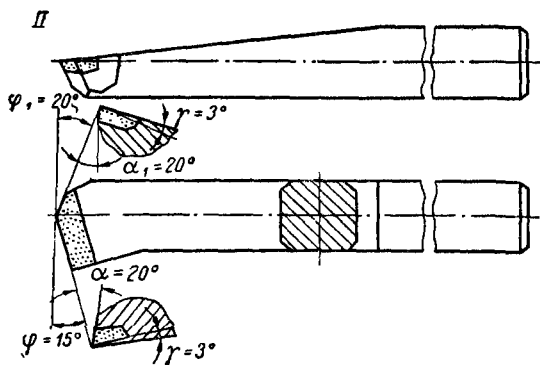


подаче по направлению к задней бабке в несколько проходов кромкой *B* растачивается отверстие на окончательный размер.

Комплектом резцов конструкции поватора А. Е. Эльпорта можно за один проход обработать отверстия диаметрами от 15 до 65 мм и сплошном материале (чугун, бронза и т. д.).

В поз. *II* приведен комбинированный универсальный резец с двумя режущими кромками и двумя вершинами для обработки отверстий диаметрами от 35 до 50 мм. Резец достаточно виброустойчив, его режущая кромка расположена на нейтральной оси державки. Обеспечен также удобный выход стружки, что очень важно при сверлении на высоких режимах резания.

В поз. *III, а* показаны установка и работа резца двумя режущими кромками для получения отверстия наибольшего диаметра; в поз. *III, б* — обработка отверстий среднего диаметра; в поз. *III, в* приведен случай, когда работает только



одна режущая кромка резца, а вторая перемещается с зазором, при этом получается отверстие наименьшего диаметра. После вскрытия отверстий можно производить дальнейшую расточку, снятие фасок, подрезку торца и т. д.

В поз. IV, а изображен резец-сверло, выпускаемый московским инструментальным заводом «Фрезер». Инструмент оснащен тремя неперетачиваемыми четырёхгранными твердосплавными пластинами 2, которые свободно надеваются на штифты 3 и 4, запрессованные в корпусе 1. Центральная пластинка закрепляется специальным винтом 7, а две крайние — клином 5 и винтом 6.

Для замены или поворота центральной пластинки необходимо отвернуть винт на несколько оборотов, тем самым освободив пластинку. Для замены крайних пластинок требуется отвернуть винт на 2—3 оборота и приподнять клин.

Необходимые значения задних углов получают при соответствующей установке призматических пластинок в корпусе резца-сверла.

На рисунке в поз. IV, б показана схема распределения припуска между тремя режущими пластинками.

Помимо сверления в сплошном металле этим резцом можно растачивать обработанные отверстия (при поперечном смещении каретки суппорта).

Детали крупных размеров и сложной формы, которые трудно закрепить на планшайбе станка, растачивают с помощью вращающейся скалки с установленными в ней резцами (рис. 90); деталь крепится в этом случае на суппорте станка.

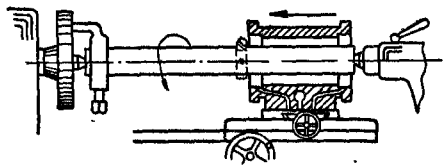


Рис. 90. Схема растачивания отверстий в корпусе при помощи вращающейся скалки (оправки) с резцом.

На рис. 91 в качестве примера усовершенствования подобной операции приведена схема растачивания подшипника при помощи приспособления для двухсторонней расточки, предложенного и внедренного В. К. Семинским.

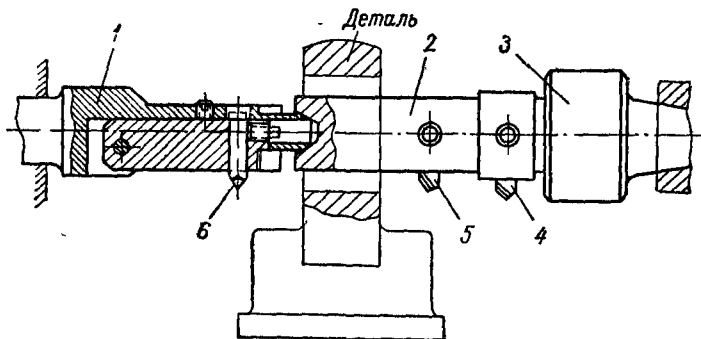


Рис. 91. Схема двухстороннего растачивания отверстия крупного подшипника с помощью двух борштанг.

Приспособление представляет собой комбинированную борштангу, состоящую из двух борштанг (оправок): первая борштанга 2 с черновым 5 и фасочным 4 резцами установлена в корпусе вращающегося центра 3 (на месте центра), а вторая 1 регулируемая; она расположена в шпинделе передней бабки станка и оснащена одним чистовым резцом 6.

Перед началом работы борштанга 2 находится на расстоянии 60—70 мм от борштанги 1. После закрепления детали на суппорте включают пневматический цилиндр задней бабки, и борштанга 2 конусным отверстием плотно заходит на конус борштанги 1. Затем на автоматической подаче резцом 5 снимают 2,5—3 мм по диаметру, а резцом 4 — фаску. После этого с помощью пневматического устройства отводят пиноль задней бабки и борштангу 2 в исходное положение, включают подачу и растачивают деталь резцом 6 на чисто, снимая 0,3—0,5 мм по диаметру.

Рассмотренное приспособление обеспечивает высокую производительность и качество обработки. Комбинированная борштанга оказалась вполне надежной в работе.

## 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.

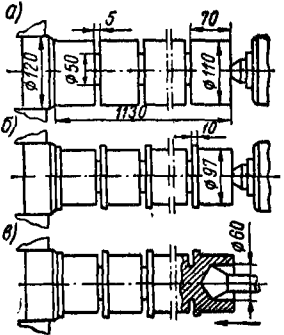


Рис. 92. Технологическая последовательность обработки втулки.

Так, например, 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. Полиан трудоемкость изготовления одной втулки при таком способе обработки составляла 82 мин. По предложению токаря Коваленко эти втулки стали выполнять из одной длинной заготовки, рассчитанной на 15 деталей.

После центрования одного из торцов заготовки и установки ее на станке производится обтачивание ее поверху до диаметра 110 мм на длине 1130 мм и прорезание канавок шириной 5 мм на глубину 30 мм (рис. 92, а). Затем поочередно обтачивают поверхности втулок до диаметра 97 мм на длине 60 мм у каждой детали (рис. 92, б). После этого спиральным или перовым сверлом диаметром 60 мм сверлят центральное отверстие (рис. 92, 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. 93 изображен специальный патрон для одновременной обработки внут-

ренней 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

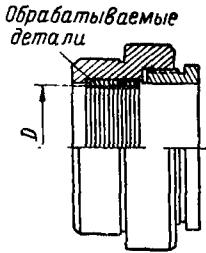


Рис. 93. Патрон для обработки отверстий в тонкостенных деталях типа колец.

изготовлении деталей, поверхности которых представляют собой части внутренних цилиндрических поверхностей (неполные отверстия). Пример такой детали (питательный клапан инжектора) приведен на

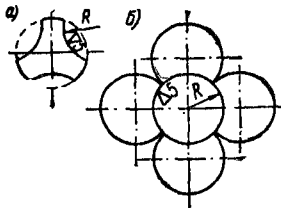


Рис. 94. Схема обработки радиусной выточки (неполного отверстия) в питательном клапане инжектора (1-й переход).

рис. 94, а. Схема одновременной обработки четырех деталей показана на рис. 94, б.

**Одновременная обработка отверстий несколькими инструментами.** Значительное повышение производительности черногового и получистового растачивания отверстий может быть достигнуто при замене однорезцового растачивания обработкой несколькими простыми или же многолезвийными инструментами (см. табл. 121).

**Совмещение обработки отверстия и других поверхностей детали.** В простейшем случае совмещение обработки отверстий и

наружной цилиндрической поверхности достигается при закреплении проходного резца в резцедержателе суппорта, а сверла или расточного двухстороннего резца — в скалке задней бабки (рис. 95). Автоматическую подачу задней бабки сообщают с помощью

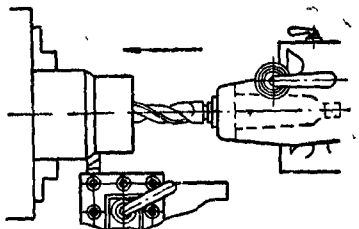


Рис. 95. Схема совмещения обработки отверстия и наружной цилиндрической поверхности.

простейших приспособлений, приведенных в табл. 108.

При совмещении переходов за счет уменьшения затрат как машинного, так и вспомогательного времени удается суще-

чительно сокращается время на установку инструмента на размер и измерения при обработке отверстий мерным инструментом (сверлами, зенкерами, расточными блоками).

На рис. 96 изображена схема индикаторного устройства, применяемого токарем-новатором Целиковым при растачивании точных отверстий. Положение резца по отношению к оси центров станка контролируется здесь при помощи индикатора 2, закрепляемого неподвижно на направляющих поперечного суппорта и упирающегося своей ножкой в резцедержатель 1.

Индикаторная стойка 3 смонтирована на плите 4. Для ограничения перемещения суппорта служит регулируемая шпилька 5.

При растачивании с использованием этого устройства могут быть получены размеры с точностью до 0,01—0,02 мм. Периодический контроль диаметра растачиваемого отверстия пассиметром позволяет определить величину износа резца и необходимую в связи с этим поправку на показание индикатора.

Чтобы обеспечить получение точных размеров в направлении оси обрабатываемого отверстия, для настройки на размер используются лимбы, мерными плитками и специальными упорами.

Последовательная обработка инструментами, заранее установленными на заданные размеры. Для установки инструментов, последовательно обрабатывающих поверхности детали, служат обычно поворотные резцедержатели и специальные поворотные головки, закрепляемые в скалке задней бабки.

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 при использовании комбинированных резцов и специальных державок, допускающих установку двух и более резцов.

Применение комбинированных резцов. Как показывает опыт, использование комбинированных резцов дает возможность повысить производительность труда на 20—30%.

Комбинированный расточной и канавочный резец (рис. 97, б), предложенный токарем завода «Красный пролетарий» Сельцовым, предназначен для растачивания ступенчатых отверстий, подрезания внутренних торцов и протачивания канавок у деталей типа, приведенного на рис. 97, а. Конструкция комбинированного резца, применяемого для тех же целей токарями

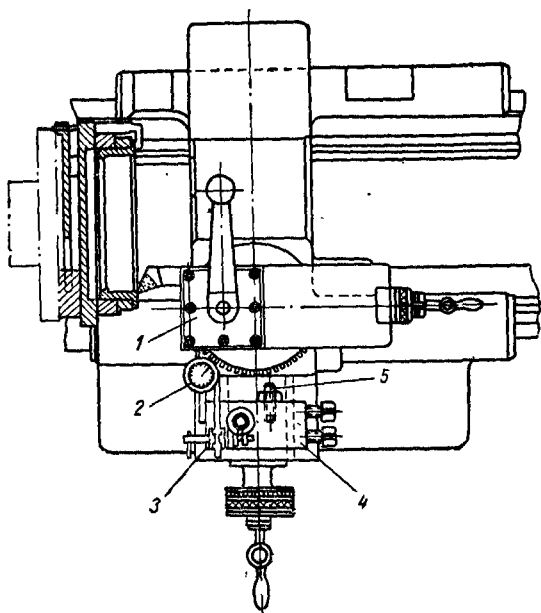


Рис. 96. Схема установки с индикаторным устройством для точного растачивания.

ственно повысить производительность труда.

Установка инструмента на размер и предварительная настройка (наладка) операции. Для сокращения затрат времени на установку резцов на размер и измерения при обработке внутренних поверхностей используются упоры и лимбы; производится обработка и на настроенных станках. Зна-



ленинградского Кировского завода, показана на рис. 97, в.

Простой комбинированный резец для растачивания отверстия и снятия фаски представлен на рис. 98.

Применение комбинированного проходного правого и левого резца (рис. 99) позво-

са задней втулки велосипеда двухкромочным комбинированным резцом. Кромкой 1 снимается фаска В, а кромкой 2 растачивается отверстие А и подрезается торец Б.

Более сложный комбинированный резец, при помощи которого обрабатываются внут-

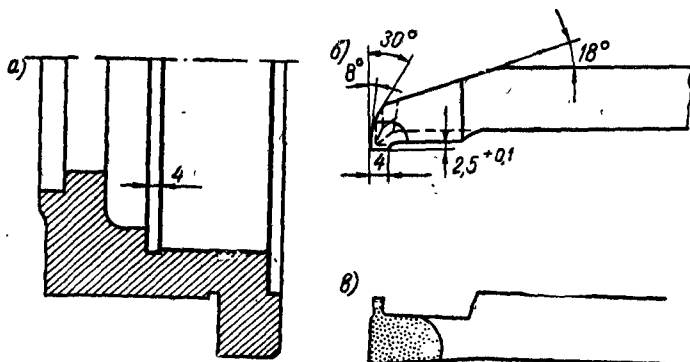


Рис. 97. Комбинированные резцы для растачивания и прорезания внутренних канавок.

лет вести двухстороннее растачивание, что существенно повышает производительность труда, так как отпадает надобность в холостых перемещениях суппорта после каждого прохода.

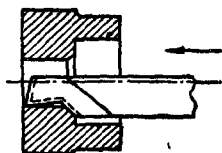


Рис. 98. Комбинированный резец для растачивания и снятия фасок.

ренние поверхности правой чашки втулки велосипеда, изображен на рис. 100, б. Резец имеет три кромки. После растачивания центрального отверстия  $D_1$  и выхода из него кромки 1 в работу вступают кромки 2 и 3; первая образует радиусный профиль  $D_2$ , а кромка 3 протачивает уступ в размер  $D_3$ .

Использование копируемых устройств и механизмов с программным управлением. Отверстия и внутренние торцовые поверхности могут обрабатываться с помощью гидросуппортов и механических копируемых устройств.

На рис. 101, а показана общая схема обработки ступенчатого отверстия с помощью гидрокопируемого суппорта модели КСТ-1, а на рис. 101, б и в — последовательность отдельных операций и переходов.

Технологический процесс обработки втулки с применением гидросуппорта состоит из трех операций. В первой операции обтачивают наружную поверхность диаметром 132 мм до канавки и подрезают торец,

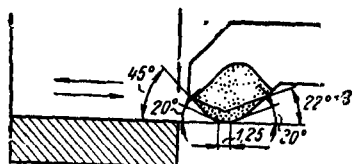


Рис. 99. Комбинированный резец для двухстороннего растачивания.

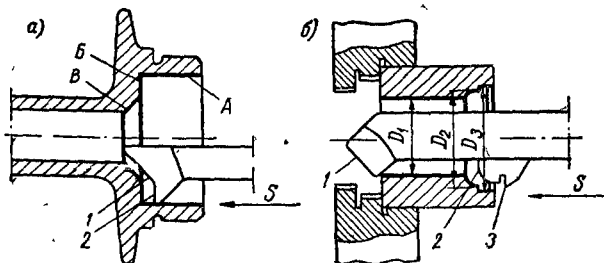


Рис. 100. Растачивание сложных отверстий при помощи комбинированных резцов.

а во второй подрезают внутренний торец в 3 прохода. Глубина каждого прохода устанавливается перемещением поперечного суппорта. Шуп касается копира, и резец отводится по стрелке В только при подходе к торцу, после чего суппорт выводится из отверстия вручную. В третьей операции

резец отводят вручную в поперечном направлении, как только шуп коснется копира. Третий проход осуществляется полностью по копиру.

Время обработки отверстия по копиру в 3,8 раза меньше, чем при обычных методах на токарно-винторезном станке.

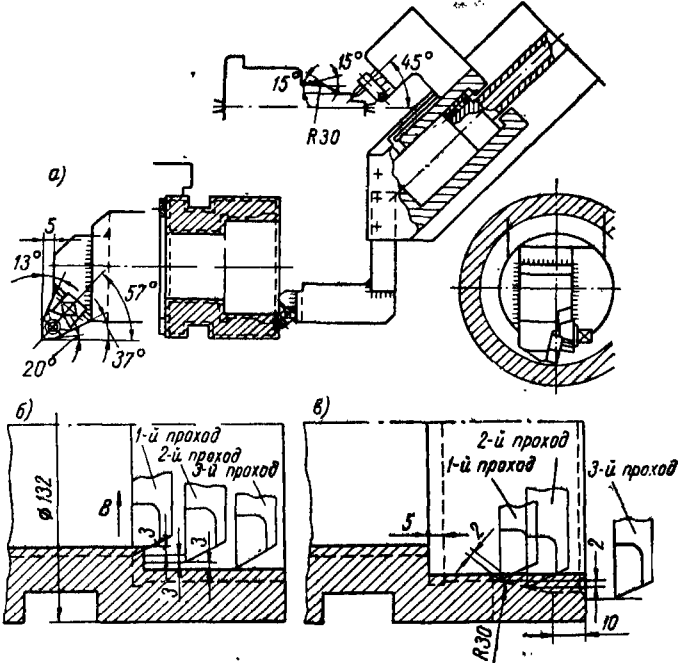


Рис. 101. Схема обработки сложной втулки с помощью гидросуппорта КСТ-1.

растачивают отверстие по профилю за 3 прохода. Глубина каждого прохода устанавливается перемещением поперечного суппорта. При первом и втором проходах

На рис. 102 приведена группа деталей типа втулок, обрабатываемых на токарно-винторезном станке ТВ-01, снабженном цифровым программным управлением системы СВП (подробнее см. на стр. 175—178).

Для обработки отверстий детали закрепляют либо в цанговом, либо же в трехкулачковом самоцентрирующем патроне с насадными растачиваемыми на месте латунными или цинковыми кулачками, при этом значительно сокращаются затраты вспомогательного времени и упрощается настройка станка.

При переходе от обработки одной детали группы к другой этой же группы переналадка станка сводится к расточке насадных кулачков патрона или смене цанг в соответствии с базовым диаметром обрабатываемой детали, установке резцов в исходное положение и смене перфокарт (программоносите-лей).

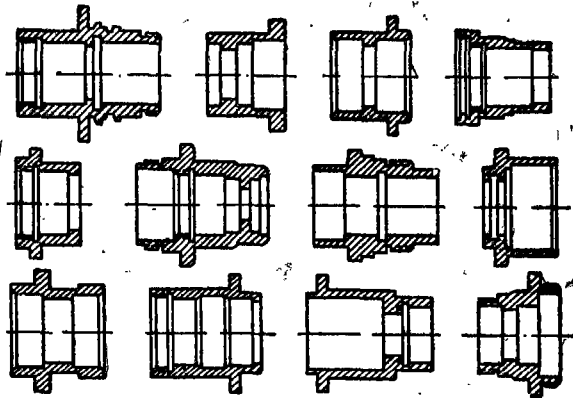


Рис. 102. Группа деталей, обрабатываемых на токарном станке с программным управлением.

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА И ИЗМЕРЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ

1. РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Развертывание является наиболее производительным и распространенным методом чистовой обработки отверстий диаметром до 100 мм.

При развертывании получают отверстия точно 2—3-го классов и шероховатостью поверхности  $\nabla 6$ — $\nabla 8$ .

**Основные типы разверток.** Развертки по способу их применения подразделяются на ручные и машинные. В свою очередь, машинные развертки по способу крепления делятся на развертки с хвостовиками и насадные, а по конструктивным особенностям — на цельные, сборные и разжимные (регулируемые).

Режущую часть разверток изготавливают из углеродистой стали У12А, легированной

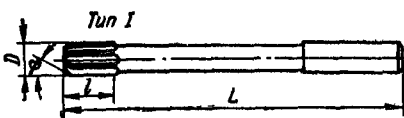
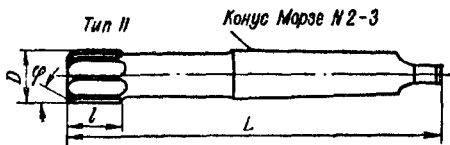
9ХГС и быстрорежущих сталей Р9, Р12, Р18, Р9К5 и др. или оснащают пластинками из твердых сплавов ВК2, ВК6М, Т15К6 и др.

Основные типы и размеры машинных разверток для обработки цилиндрических отверстий приведены в табл. 122.

На рис. 103 показана развертка с продольными пазами *a* на ее рабочей части. При завертывании винта 1 конец его упирается в шарик 2, который расклинивает коническое отверстие развертки, поэтому расстояние от режущих кромок до центра увеличивается. После того как развертка разведена до нужного положения, она стопорится и затем шлифуется по диаметру.

Таблица 122

Основные типы и размеры машинных разверток для обработки цилиндрических отверстий

Эскиз	Диаметры <i>D</i> , мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина <i>L</i>	длина рабочей части <i>l</i>
 <p>Тип I</p>	Развертки машинные цельные Тип I — с цилиндрическим хвостовиком 3   9   ГОСТ 1672-62   60—100   10—16				
 <p>Тип II Конус Морзе N2-3</p>	Тип II — с коническим хвостовиком 10   32   ГОСТ 1672-62   140—240   16—25				

т.122-2

Эскиз	Диаметры $D$ , мм		Стандарт	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
	25	50	ГОСТ 1672-62	30—42	22—30
<p>Тип III — насадные</p>					
	32	50	ГОСТ 883-65	240—315	32—50
<p>Развертки машинные со вставными ножами</p> <p>Тип I — с коническим хвостовиком</p>					
	40	100	ГОСТ 883-65	45—70	28—40
<p>Тип II — насадные</p>					
<p>Примеры условного обозначения разверток: развертка насадная типа III диаметром 50 мм и с углом <math>\varphi=5^\circ</math>:  <i>развертка 50x5° III ГОСТ 1672-62;</i>                      развертка с коническим хвостовиком типа I со вставными ножами диаметром 32 мм для отверстий с предельными отклонениями по A и углом <math>\varphi=5^\circ</math>:  <i>развертка 32Ax5° I ГОСТ 883-65.</i></p>					

Конструкция и геометрия режущих зубьев разверток. Развертки состоят из трех основных частей: рабочей части, шейки и хвостовика (рис. 104).

Рабочая часть развертки делится на режущую и калибрующую части и обратный конус.

Режущая часть (заборный конус) длиной  $l_1$  имеет режущие кромки, выполняющие основную работу резания.

Калибрующая часть  $l_2$  калибрует отверстие и направляет развертку в отверстие.

Обратный конус  $l_3$  на калибрующей части служит для уменьшения трения развертки о поверхность отверстия.

Расположенные на рабочей части развертки ее режущие зубья выполняются прямыми (прямозубые развертки) или с винтовыми канавками (спиральные развертки).

Развертки с правой винтовой канавкой называются праворежущими, а с левой винтовой канавкой — леворежущими.

Число зубьев развертки определяется по следующей формуле:

$$z = 2\sqrt{D},$$

где  $z$  — число зубьев развертки;  
 $D$  — ее диаметр.

Обычно принимают четное число зубьев, так как при этом проще измерять диаметр развертки микрометром.

Основную работу резания выполняет заборная (режущая) часть развертки.

Угол в плане  $\phi$  принимается равным 3—5° при развертывании твердых и 12—15° — при развертывании мягких и вязких металлов.

На конце заборной части зубья имеют скос под углом 45°. Это предохраняет режущие зубья от выкрашивания.

Задний угол зуба развертки  $\alpha$  составляет 6—15°. Большие значения берутся для разверток больших диаметров.

На зубьях калибрующей части заточена ленточка шириной  $f = 0,05—0,15$  мм, поэтому в поперечном сечении этих зубьев угол  $\alpha = 0^\circ$ .

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.

Передний угол  $\gamma$  для черновых разверток берется в пределах от 0 до 10°, а для чистовых  $\gamma = 0^\circ$ .

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. 105).

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°, задний угол  $\alpha = 10^\circ$ .

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°, а передний угол может быть от 0 до 10°.

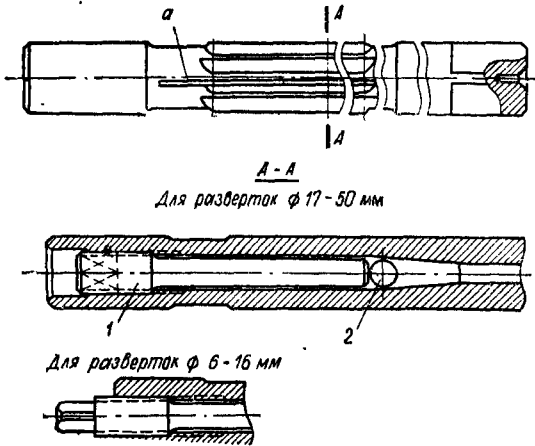


Рис. 103. Регулируемая развертка.

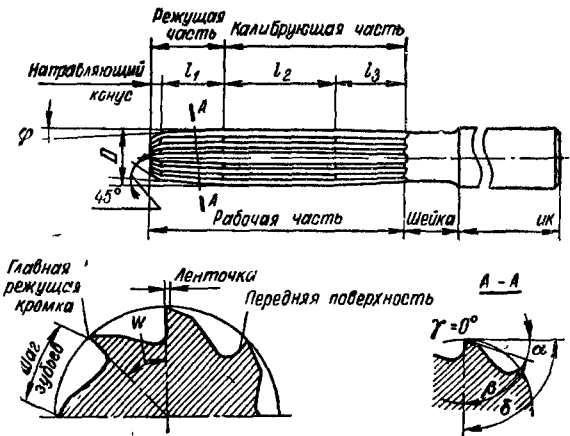


Рис. 104. Конструкция и геометрия машинной развертки.

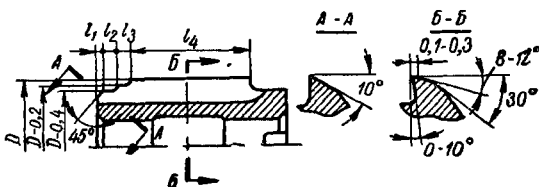


Рис. 105. Геометрия развертки с кольцевой заточкой.

Кольцевые развертки позволяют снимать припуски до 1 мм, при этом они обеспечивают получение более высокой точности и чистоты поверхности, чем развертки распространенных конструкций.

**Практика развёртывания.** Развертка не имеет торцовых зубьев, и поэтому она не исправляет оси отверстия, а следует по заранее просверленному отверстию.

Чтобы развертка всегда могла самоустановиться по оси отверстия, она закрепляется в шарнирных (так называемых плавающих или качающихся) оправках. Подобная

направления. Торцовые поверхности чугуновых деталей (в особенности с твердой коркой) необходимо подрезать также и для предотвращения затупления зубцов развертки.

Отверстия, имеющие продольные канавки (например, шпоночные), рекомендуется обрабатывать развертками с винтовыми канавками. Если такое отверстие обрабатывается разверткой с прямыми канавками, то каждый раз, когда какой-либо зуб инструмента попадает против канавки отверстия (т. е. выходит из работы), развертка смещается в сторону этой канавки,

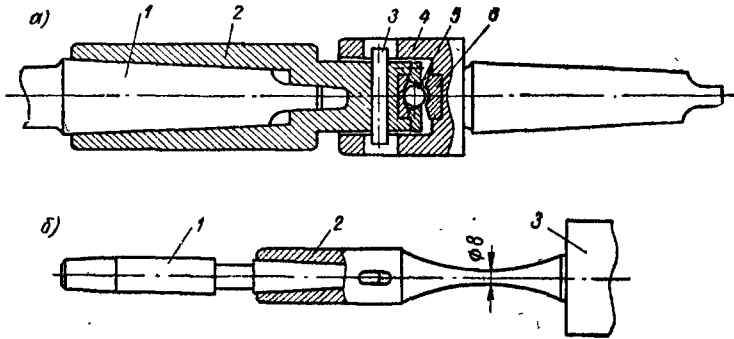


Рис. 106. Шарнирная (а) и эластичная (б) оправки для разверток.

оправка показана на рис. 106, а. Хвостовик оправки 4 закрепляется в коническом отверстии пиноли задней бабки. В коническое отверстие втулки 2 вставляется хвостовик развертки 1, а конец втулки 2 входит с зазором в отверстие оправки 4. Штифт 3 также свободно проходит через отверстие в оправке, благодаря чему развертка может качаться во всех направлениях. Закаленный шарик 5, упирающийся в подпятник 6, обеспечивает передачу развертке усилия подачи по оси, не уменьшая ее подвижности. При развёртывании отверстий диаметром до 10 мм некоторые токари с успехом применяют для разверток так называемые эластичные оправки (рис. 106, б).

Развертка 1 вставляется в коническое отверстие тонкой эластичной оправки 2, которая крепится в пиноли задней бабки 3. Благодаря эластичности оправки развертка хорошо центрируется в обрабатываемом отверстии.

Величину припуска под развёртывание следует устанавливать в соответствии с требуемой точностью, чистотой и размерами отверстия, а также принятым числом разверток (см. табл. 86 и 94).

Торцовую поверхность обрабатываемой детали перед развёртыванием следует подрезать, чтобы развертка с самого начала работала равномерно всеми зубьями. Если торцовая поверхность расположена перпендикулярно к оси отверстия, то зубья развертки вступят в работу не все сразу, вследствие чего развертка не получит вер-

увеличивая тем самым диаметр отверстия.

Направление винтовых канавок развертки должно быть противоположным направлению вращения детали; так, направление винтовых канавок разверток, применяемых на токарных станках, шпindel которых имеет правое вращение, должно быть левым. Однако и при этом все же наблюдается некоторая разработка — увеличение диаметра отверстия по сравнению с диаметром развертки. При диаметре развертки 10—12 мм диаметр отверстия увеличивается на 0,01—0,02 мм; при диаметре развертки больше 20 мм диаметр отверстия увеличивается на 0,02—0,03 мм.

Подачу при развёртывании производят вручную перемещением пиноли задней бабки. Подача должна быть равномерной, иначе поверхность отверстия получится недостаточно чистой и, кроме того, может сломаться развертка.

Иногда на поверхности развернутого отверстия остаются риски, задиры, выхваты и следы дробления. Это обычно бывает при грубой предварительной обработке отверстия под развертку, большом припуске, неправильной заточке и затуплении развертки, забоинах на ее режущей или калибрующей частях, неправильном выборе подачи и охлаждения.

Большое влияние на процесс развёртывания оказывает охлаждающая жидкость. Для охлаждения инструмента используют

эмульсию или осерненное минеральное масло (сульфофрезол), а также растительные масла; обработку чугуна, бронзы и латуни производят со смачиванием керосином или вообще без охлаждения.

Режимы резания при развертывании. Глубина резания при развертывании определяется в зависимости от припуска (см. выше), а подача и скорость резания — по табл. 123.

Таблица 123

## Режимы резания при развертывании быстрорежущими развертками

Стали средней твердости										
Диаметр развертки, в мм, до										
10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
Подача $s$ , в мм/об										
0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7
Характер обработки	Диаметр развертки, в мм	Класс шероховатости поверхности	Подача $s$ , в мм/об, до							
			0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5
			Скорость резания * $v$ , в м/мин							
Черновое развертывание	10—20	—	14,3	13,0	10,6	9,2	7,9	6,8	5,9	5,1
	21—80	—	13,3	10,6	9,2	7,9	6,8	5,9	5,1	4,4
Чистовое развертывание	10—80	$\nabla 6-\nabla 7$	2—3	2—3	2—3	2—3	2—3	2—3	2—3	2—3
		$\nabla 5-\nabla 6$	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5	4—5
Чугуна средней твердости **										
Диаметр развертки, в мм, до										
10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
Подача $s$ , в мм/об, до										
1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6
Диаметр развертки, в мм	Подача $s$ , в мм/об, до									
	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	
	Скорость резания $v$ , в м/мин									
10—20	15	13,2	11,7	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	
21—80	13,2	11,7	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	5,1	

\* При развертывании вязких и твердых сталей скорости резания следует понижать.

\*\* При развертывании чугуна имеется в виду получение отверстий с шероховатостью поверхности  $\nabla 6-\nabla 7$ .

## 2. ТОНКОЕ РАСТАЧИВАНИЕ

Тонкое растачивание обеспечивает получение отверстий 2-го и 2а классов точности с шероховатостью поверхности  $\nabla 7$ — $\nabla 8$ .

Осуществляется тонкое растачивание твердосплавными резцами из сплавов ТЗ0К4 и Т60К6 при обработке стали и ВК3 и ВК2 — при обработке чугуна и бронз. Применяются также 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	$r = 0,5$ — $1$ мм

Державки резцов имеют круглое сечение.

Припуск при тонком растачивании составляет 0,2—0,5 мм (обычно на чистовой проход оставляется 0,03—0,05 мм). Поддачи весьма малые:  $s = 0,05$ — $0,12$  мм/об. Скорости резания значительно больше, чем при обычных методах чистового растачивания:  $v = 200$ — $500$  м/мин.

В последние годы тонкое растачивание весьма успешно осуществляется и с помощью алмазных резцов (алмазное растачивание), в которых искусственный алмаз впаян (зачеканен) в прорез державки резца либо же закреплен механическим способом (см., напр, рис. 65).

Алмазные резцы, обладающие высокой износостойкостью, твердостью и малым коэффициентом трения, позволяют обрабатывать поверхности с повышенной чистотой. Применение их особенно выгодно при массовом производстве деталей из фибры, резины, изоляционных материалов, бронзы, латуни, алюминия и легких сплавов.

Форма резца в плане принимается по рис. 66.

Точение алмазными резцами на токарных станках производится способом врезания или на проход. При точении способом врезания применяют резцы, показанные на рис. 66, а; при работе на проход используют резцы с радиусной сопрягающейся кромкой.

Вследствие хрупкости алмаза углы резания  $\delta$  принимаются равными или даже больше  $90^\circ$  (отрицательный передний угол); задний угол  $\alpha = 10^\circ$ .

Алмазными резцами работают с малыми глубинами резания ( $t = 0,1$ — $0,15$  мм) и весьма незначительными подачами ( $s = 0,02$ — $0,08$  мм/об).

В качестве смазочно-охлаждающей жидкости рекомендуется применять:

при обработке алюминиевых сплавов — керосин, эмульсию, смесь скипидара и керосина, а также сурепное и вазелиновое масла и их смеси;

при точении медных сплавов — сульфозфрезол, эмульсию, керосин и веретенное масло;

при обработке сплавов титана и пластмасс, обладающих высокими абразивными свойствами, — 5%-ный раствор эмульсии в воде.

При работе алмазными резцами следует соблюдать следующие правила:

по возможности устранить вибрации или свести их к минимуму;

шитые ремни заменить клееными или текстурными;

подшипники качения шпинделя заменить высокоточными с предварительным натягом или подшипниками скольжения;

станки монтировать на изолированном фундаменте;

резец подводить и отводить от обрабатываемой поверхности только при полном числе оборотов шпинделя;

в процессе эксплуатации резец периодически снимать и тщательно осматривать при увеличении не менее  $\times 100$ ; появившиеся микротрещины немедленно удалить;

по окончании операции не оставлять резец в положении резания.

Процесс алмазного точения происходит при небольших усилиях резания, что позволяет обрабатывать детали, обладающие малой жесткостью.

Тонкое точение осуществляется как на специальных алмазно-расточных, так и на новых жестких токарных станках.

## 3. ПРИТРИСКА, ПОЛИРОВАНИЕ И ПРИТРИСНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Полирование применяется для уменьшения шероховатости поверхности отверстия. При полировании обычно достигают шероховатости поверхности  $\nabla 7$ — $\nabla 9$ .

Осуществляется полирование с помощью абразивного полотна, навитого на специальную 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 диаметра и шероховатости поверхности осуществляются притиром, перемещаемым вдоль оси вращающейся детали.

Притир (рис. 107) состоит из оправки 1 с конической частью, на которую насажена разрезная втулка 2 с коническим отверстием. С помощью болта, ввернутого в торец оправки, втулка 2 расклинивается до

длине отверстия. Для длинных отверстий пользуются короткими притирами.

На поверхность притира наносится тонкий слой мелкого абразивного порошка или доводочной пасты.

Осуществляется притирка при медленном вращении детали ( $v=3-30$  м/мин) и перемещении притира вдоль оси притираемого отверстия. Хорошие результаты дает периодическое смазывание детали машинным маслом или керосином.

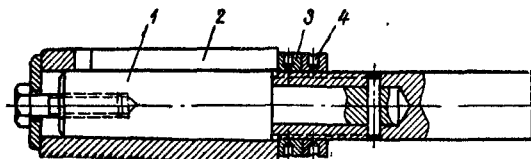


Рис. 107. Притир.

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 для отделки сравнительно недлинных отверстий должна быть несколько больше длины отверстия, так как короткие притиры дают уширение в сере-

длинах отверстий. Величины припусков под притирку приведены в табл. 92.

При притирке достигается 1-й класс точности, а шероховатость поверхности  $\nabla 10-\nabla 12$ .

В тяжелом машиностроении при обработке точных отверстий больших диаметров иногда прибегают к суперфинишированию (притирочному шлифованию) поверхностей (подробнее об этом см. на стр. 203).

#### 4. РАСКАТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЯ

Раскатывание применяется для повышения чистоты и упрочнения поверхностей отверстий ответственных деталей машин. Производится оно специальными раскатками с роликами или шариками.

повышение точности формы и размеров отверстия). Отдольную и упрочняющую обработку, когда точность формы и размера отверстия обеспечиваются предварительной обработкой, необходимо осуществлять ин-

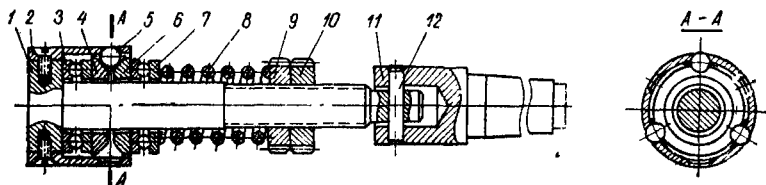


Рис. 108. Раскатка для обработки отверстий диаметром 30—60 мм.

Раскатывание используется не только как отделочно-чистовая и упрочняющая (создание упрочненного поверхностного слоя) обработка, но и как размерно-чистовая (по-

струментами упругого действия. Это создает наилучшие условия для процесса пластического деформирования поверхностного слоя металла.

Отделочную обработку, а также калибрование (повышение точности формы и размеров) жестких и равножестких деталей можно осуществлять «жестким» инструментом и, в частности, роликовыми раскатниками с коническими роликами, отличающимися высокой производительностью.

второе свободно перемещается вдоль нее и находится под постоянным воздействием пружины 8. Между кольцом и пружиной расположен упорный шарикоподшипник 7. При вращении раскатки три шара 5, являющиеся рабочими деформирующими элементами, катятся по поверхности отверстия

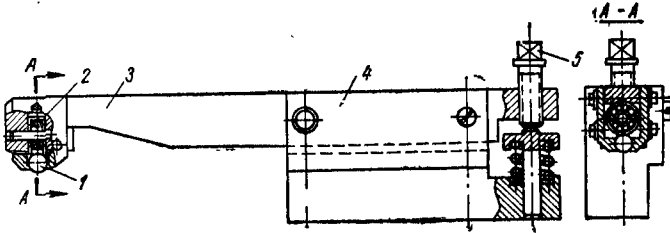


Рис. 109. Раскатка для обработки отверстий диаметром 60—130 мм.

Из инструментов упругого действия наибольшее распространение получили шариковые раскатки.

На рис. 108 показана конструкция раскатки для обработки отверстий диаметром 30—60 мм, применяемая на ленинградском

под давлением, которое регулируетсяжатием тарированной пружины 8 с помощью гайки 9 и контргайки 10. Угловое расстояние в 120° между шарами обеспечивается латунным сепаратором 2, удерживающим шары от выпадания, когда раскатка находится в нерабочем положении. Раскатка крепится на станке посредством конического хвостовика 11 и шарнирно соединенного с ней штифта 12. Возможности регулирования размера обрабатываемых отверстий ограничиваются сепаратором.

Конструкция раскатки для обработки отверстий диаметром 60—130 мм представлена на рис. 109. Рабочая часть раскатки состоит из шара 1, опирающегося на подшипник 2, который установлен в передней части рычага 3. Рычаг закреплен шарнирно в корпусе 4. Усилие раскатывания регулируется изменением натяга пружины с помощью винта 5.

Конструкция раскатки для раскатывания отверстий диаметром от 130 до 400 мм изображена на рис. 110. В корпус 1 раскатки вставлены две одинаковые раскатывающие головки. Каждая головка имеет стакан 3, в котором перемещается вилка 11, поджимаемая тарированной пружиной 5. Винт 4 ограничивает ход вилки и предохраняет ее от проворота вокруг оси. Шарикоподшипник 8 на оси 9 служит опорой для шарика 6. Колпачок 7, удерживающий шарик от выпадания, контрится гайкой 10.

Настройка раскатки осуществляется в такой последовательности: отпускают винты, закрепляющие раскатывающие головки в корпусе, вынимают головки и вращением пробки 2 устанавливают требуемое усилие раскатывания; затем головки вставляют в корпус, устанавливают на необходимый диаметр раскатывания по шкале на

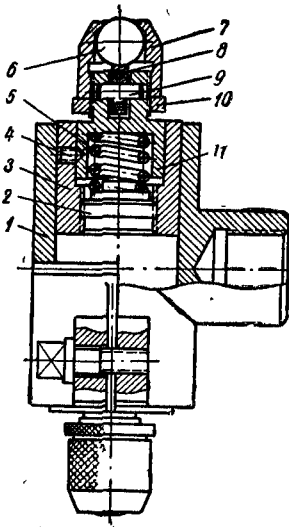


Рис. 110. Раскатка для обработки отверстий диаметром 130—400 мм.

заводе «Пневматика», Львовском заводе автопогрузчиков и др. Раскатка состоит из оправки 1 и двух надетых на нее конусных колец 4 и 6. Одно из колец через упорный подшипник 3 упирается в бурт оправки, а

наружной поверхности стакана 3 и закрепляют в корпусе винтами.

Во всех случаях при раскатывании (в зависимости от конструкции и габаритов обрабатываемой детали) вращается либо деталь, либо раскатка. Соответственно раскатка крепится с помощью оправки в задней бабке, в суппорте либо в шпинделе токарного станка.

Значения основных параметров раскаток и режимов работы приведены в табл. 124.

Благодаря малым усилиям раскатывания при работе шариковыми раскатками оказы-

вается возможным обрабатывать маложесткие детали без их деформации.

Обработка сквозных и глухих отверстий диаметрами 20—200 мм в жестких деталях с точностью 2—3-го классов и шероховатостью поверхности  $\nabla 9$ — $\nabla 10$  производится жесткими роликовыми раскатками, которые работают с большими подачами ( $s=1$ — $2,5$  мм/об) и поэтому более производительны.

Подробные данные и описание работы этих раскаток приведены в специальной литературе.

Таблица 124

Основные параметры и режимы работы раскаток, приведенных на рис. 108—110

Пределы диаметров обрабатываемых отверстий, в мм	30—60	60—130	130—165	165—400
Тип раскатки . . . . .	По рис. 108	По рис. 109	По рис. 110	По рис. 110
Усилие раскатывания, в кг . . . . .	30	60	50	80
Подача, в мм/об . . . . .	0,15—0,25	0,2—0,3	0,2—0,3	0,3—0,5
Скорость раскатывания, в м/мин . . . . .	50—60	50—60	50—60	50—60
Исходная шероховатость поверхности . . . . .	$\nabla 5$ — $\nabla 6$	$\nabla 5$ — $\nabla 6$	$\nabla 5$ — $\nabla 6$	$\nabla 5$ — $\nabla 6$
Достижимая шероховатость поверхности	$\nabla 8$ — $\nabla 9$	$\nabla 8$ — $\nabla 9$	$\nabla 8$ — $\nabla 9$	$\nabla 8$ — $\nabla 9$

## 5. ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ

Выбор измерительного инструмента для измерения диаметров отверстий в единичном и мелкосерийном производстве рекомендуется производить в соответствии с графиком, приведенным на рис. 111.

В серийном и массовом производстве диаметры отверстий контролируются с помощью специальных (предельных) калибров.

Характеристика основных измерительных инструментов, применяемых токарями при измерении отверстий, и способов пользования ими приведены в табл. 125.

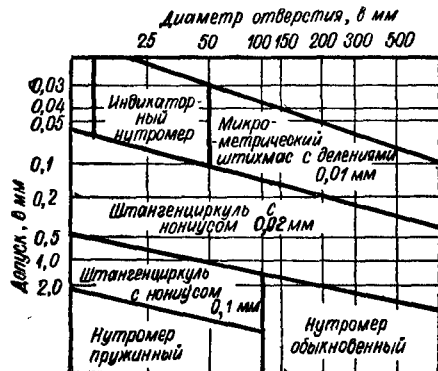
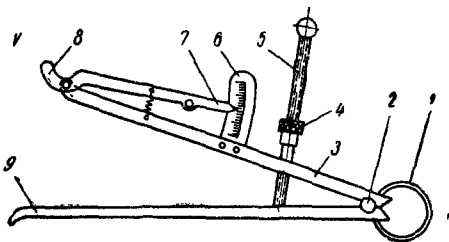
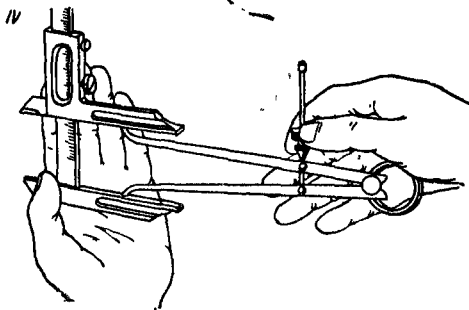
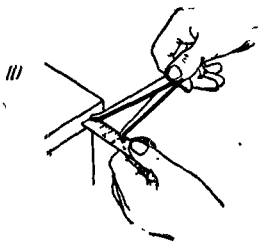
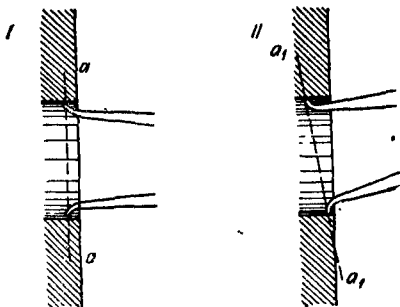


Рис. 111. График для выбора измерительного инструмента при контроле отверстий.

Основные способы измерения и контроля размеров отверстий,  
обрабатываемых на токарных станках

Измерение и контроль диаметров цилиндрических  
отверстий

При помощи нутромера



При измерении диаметров грубых отверстий пользуются обычными шарнирными нутромерами. Для более точных измерений прибегают к пружинным нутромерам.

При измерении нутромером добиваются ощущения легкого касания ножек нутромера поверхности детали, регулируя расстояние между ножками постукиванием.

Особое внимание следует уделять правильности установки инструмента относительно измеряемой детали. Действительный размер отверстия получится только тогда, когда нутромер не будет перекошен (поз. I), т. е. когда линия  $aa$ , проходящая через концы ножек, окажется перпендикулярной оси отверстия.

При перекосе нутромера, т. е. когда линия  $a_1a_1$  (поз. II), проходящая через концы ножек, окажется неперпендикулярной оси отверстия, снятый нутромером размер будет больше диаметра отверстия.

Для правильной установки нутромера одну из ножек прижимают к поверхности детали, а вторую слегка покачивают, нащупывая наименьший размер в осевой плоскости.

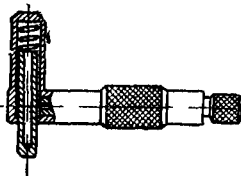
Определение размера, снятого нутромером, производится с помощью измерительной линейки (поз. III). Более точные размеры считываются при помощи штангенциркуля (поз. IV). При пользовании нутромером со шкалой надобность в измерительной линейке или штангенциркуле отпадает.

В поз. V показан нутромер с поворотным мерительным наконечником, позволяющий измерять диаметр растачиваемого отверстия с точностью до 0,1 мм в процессе обработки (без отвода режущего инструмента). Ножки инструмента 3 и 9 шарнирно связаны между собой осью 2 и раздвигаются кольцевой пружиной 1. Гайкой 4, навинченной на винт 5, ножки закрепляются в требуемом положении, т. е. на определенный размер. Мерительный наконечник 8 с за-

менением размера диаметра обрабатываемого отверстия от того, на который были уставлены ножки нутромера.

Продолжение табл. 125

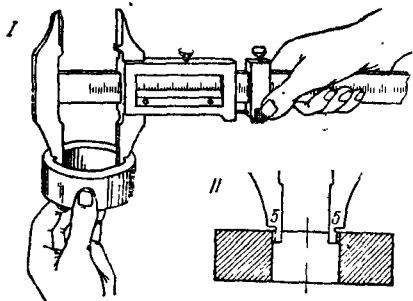
VI



Пружинный нутромер (поз. VI) применяется для измерения внутренних диаметров размерами от 12 до 150 мм.

Прибор вводят в отверстие, при этом измерительный стержень пружиной прижимается к стенке. Положение стержня фиксируют, после чего прибор осторожно вынимают из отверстия и измеряют длину измерительного стержня микрометром.

### При помощи штангенциркуля



При измерении внутренних размеров небольших деталей левой рукой поддерживают деталь и слегка прижимают к губке штанги. Правой рукой при закрепленном движке с помощью микроподачи плавно передвигают рамку до соприкосновения ее губки с проверяемой поверхностью (поз. I). Затем рамку заstopоривают, проверяют, нет ли перекоса (легким поворачиванием детали относительно губок штангенциркуля), и читают результат измерения.

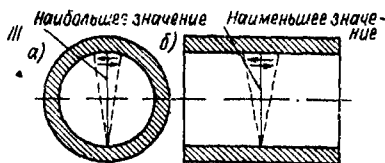
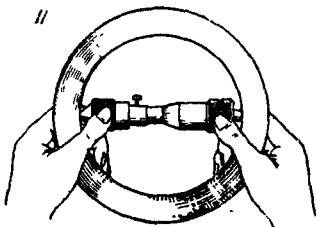
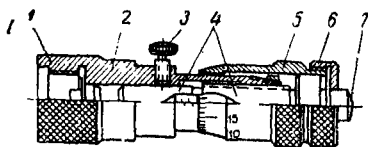
При контроле отверстий штангенциркулями с острыми ножками отсчет производится непосредственно по показаниям шкалы линейки и нониуса штангенциркуля.

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.

Так, например, если по шкале штангенциркуля размер составляет 15,26 мм, то действительный размер отверстия будет  $15,26 + 10 = 25,26$  мм.

Точность измерения штангенциркулем определяется его конструкцией и составляет 0,02 или 0,1 мм.

### При помощи микрометрического нутромера



Головка микрометрического нутромера (поз. I) 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 кончике 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. Размеры отсчитываются так же, как и у микрометра. Стопор 3 необходим для закрепления нутромера при измерении глубоких отверстий.

Рабочий ход винта нутромера составляет 13 мм, шаг винта — 0,5 мм, а пределы измерений головки нутромера — от 50 до 63 мм. Эти пределы измерений могут быть увеличены до 1500 мм путем установки сменных стержней с удлинителями.

При измерении нутромер предварительно устанавливают на заданный размер и вводят в проверяемое отверстие (поз. II). Затем один наконечник упирают в поверхность отверстия, а другой (пятку) осторожно покачивают в продольном и поперечном направлениях при одновременном регулировании микрометрического винта. Покачива-

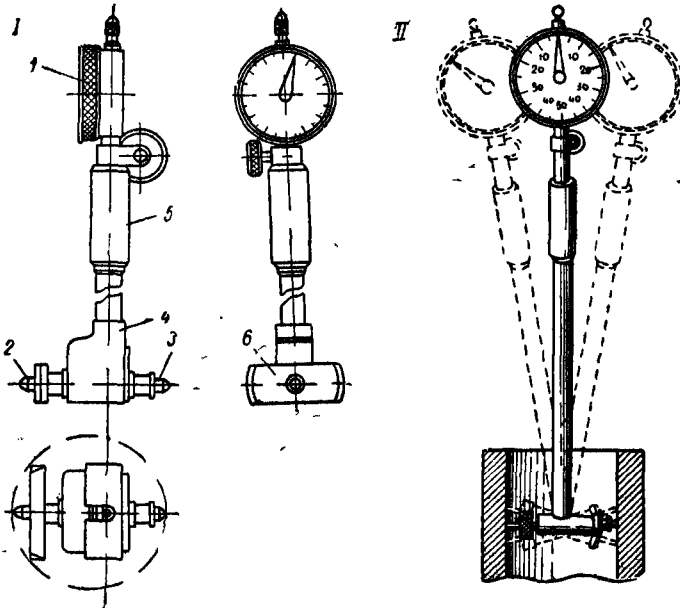
кие необходимо для отыскания действительного размера отверстия. При этом находят наибольшее значение размера в поперечном сечении (поз. III, а) и наименьшее — в продольном сечении (поз. III, б).

Цена делений микрометрического нутромера 0,01 мм.

#### При помощи индикаторного нутромера

Индикаторные нутромеры служат для измерения диаметров относительно глубоких отверстий. В индикаторном нутромере (поз. I) сочетаются стандартный индикатор часового типа с рычажной системой нутромера. Он состоит из подвижного измерительного стержня 3, в котором монтируются сменные измерительные вставки, и неподвижного измерительного стержня 2, установленного в корпусе 4. Внутри корпуса расположена система рычагов, перемещение которых фиксируется отклонениями стрелки индикатора 1.

При измерении индикаторный нутромер берут за ручку 5 и, осторожно вводят в отверстие, центрируют в нем с помощью центрирующего мостика 6. Предварительно нутромер настраивают по микрометру, блоку плоскопараллельных концевых мер или калиброванному кольцу и устанавливают на нуль. Настроенный нутромер

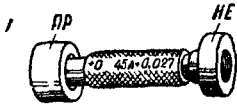


осторожно вводят в измеряемое отверстие и, слегка покачивая (поз. II), определяют отклонение стрелки от нулевого положения. Это и будет отклонение измеряемого размера от того, на который был настроен нутромер. Действительный размер отверстия определяется как сумма размера, на который был настроен нутромер, и найденного отклонения с учетом его знака.

В поз. III показан специальный нутромер, оснащенный индикатором 3. Он состоит из ножки плунжера 1, трубки 2, штифта 5, пружины 4, плайки 6 и мерительного наконечника 7.

Продолжение табл. 125

## При помощи предельных калибров



В серийном и массовом производстве размеры диаметров обрабатываемых отверстий контролируются с помощью предельных калибров.

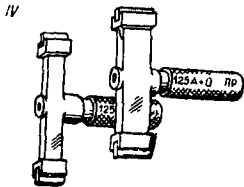
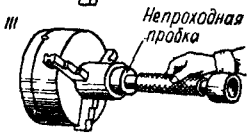
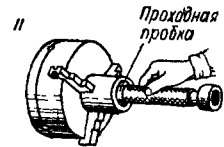
Предельный калибр-пробка (поз. I) имеет проходную сторону ПР, диаметр которой равен наименьшему допустимому размеру отверстия, и непроходную сторону НЕ, диаметр которой равен наибольшему допустимому размеру отверстия.

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.

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.

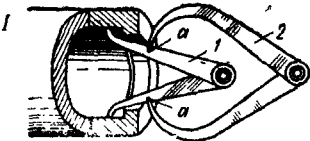
Цилиндрические калибры-пробки для измерения больших диаметров неудобны вследствие их большого веса. В этих случаях пользуются двумя плоскими калибрами-пробками (поз. IV), из которых один имеет размер, равный наибольшему, а второй — наименьшему допускаемому.

Проходная сторона калибров-пробок имеет большую ширину, чем непроходная.



## Измерение диаметров и длин внутренних цилиндрических выточек и канавок

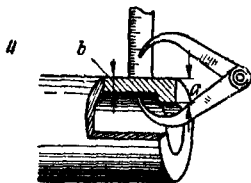
## Измерение диаметра внутренних выточек



В поз. I показана схема измерения диаметра выточки с помощью нутромера 1 и кронциркуля 2. В этом случае кронциркулем снимают размер между штифтами  $a$ , укрепленными на мерительных ножках нутромера. Затем нутромер вынимают из отверстия и с помощью кронциркуля по штифтам снова устанавливают для считывания размера по измерительной линейке.

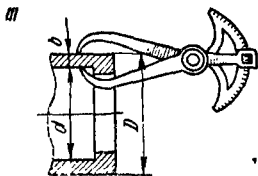
Диаметр внутренней выточки можно измерить также с помощью пружинного нутромера с последующим отсчетом установленного размера по измерительной линейке или штангенциркулю.

В поз. II представлена схема измерения диаметра выточки при помощи кронциркуля и линейки. Сначала измеряют кронциркулем размер  $a$ ; затем, не меняя раствора ножек, одну из них прижимают к внутренней стенке выточки, а положение второй определяют по линейке.



Так, если вторая ножка находится у деления 20 мм, а размер равен 35 мм, то очевидно, что толщина стенки составляет  $35 - 20 = 15$  мм. Если же наружный диаметр детали равен 120 мм, то диаметр выточки составит  $120 - (2 \times 15) = 90$  мм.

Точность измерений кронциркулем невысокая — при достаточном навыке рабочего она составляет не более  $\pm 0,5$  мм.



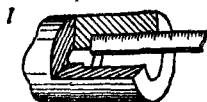
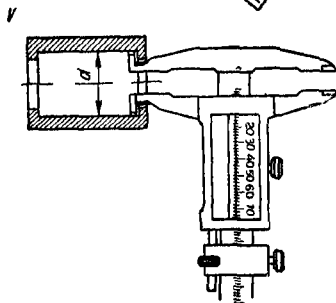
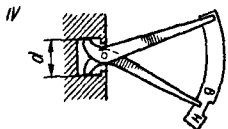
Примерно такую же погрешность измерения дает и кронциркуль со шкалой (поз. III). В этом случае измеряется толщина стенки  $b$ , а диаметр  $d$  выточки определяется из следующего соотношения:

$$d = D - 2b.$$

Этот способ измерения наиболее прост и требует минимальной затраты времени.

Внутренние диаметры выточек небольших размеров можно контролировать с помощью рычажных инструментов типа, приведенного в поз. IV. Инструмент имеет шкалу, на которой нанесены риски  $B$  и  $H$ , обозначающие верхнее и нижнее предельные отклонения размеров. Эти риски устанавливаются по микрометру.

Более точным будет измерение выточек штангенциркулем со специальными губками (поз. V). 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. Точность измерений составляет  $0,02-0,1$  мм.



#### Измерение длин внутренних ступеней, выточек и канавок

Длины ступеней отверстий, внутренних выточек и канавок измеряются как с помощью универсальных инструментов, так и специальными шаблонами.

Наиболее просто измеряются длины ступеней и выточек измерительной линейкой (поз. I и II). Точность измерения этим методом невысокая:  $\pm 0,5$  мм.

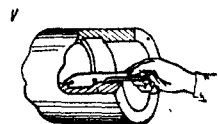
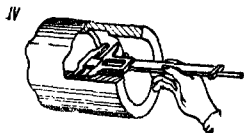
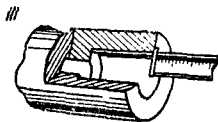
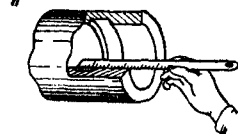
Комбинированным инструментом — штангенциркулем со стержнем глубиномера (поз. III) можно производить измерения значительно проще и быстрее с точностью  $0,2$  мм.

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 показаниям шкалы и нониуса штангенциркуля прибавляется ширина мерительных губок. Длина выточки (канавки) измеряется и комбинированным штангенциркулем с острыми губками.

Точность измерений штангенциркулем  $0,1$  мм.

В крупносерийном и массовом производстве для измерения выточек и канавок применяют специальные нутромеры индикаторного типа.

В поз. V показано измерение длины выточки (канавки) с помощью специального шаблона.





## 6. БРАК ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ И МЕРЫ ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

При обработке отверстий встречаются следующие виды брака:

неконцентричность отверстия к наружным поверхностям детали;  
наличие в нем черновин;  
погрешности размера диаметра отверстия;  
погрешности формы отверстия (конусность, эллиптичность, огранка);  
недостаточная чистота поверхности.

В целях предупреждения брака при обработке рекомендуется соблюдать следующие правила:

1. Правильно устанавливать и выверять деталь перед ее обработкой. Неправильное закрепление детали (например, чрезмерно сильный зажим ее в кулачках патрона) приводит к искажению формы отверстия (см. стр. 262 и рис. 89). Этот вид брака наблюдается при чистовой обработке относительно тонкостенных деталей. В таких случаях целесообразно использовать специальные приспособления для закрепления деталей, предусматривающие равномерное распределение усилий зажима (например,

приспособления пневматического или гидравлического типа).

2. Тщательно соблюдать технологическую последовательность обработки отверстий, а также установленные для каждого перехода припуски (см. табл. 84—92), что позволит исключить появление черновин и искажений формы отверстий.

3. Применять усовершенствованные методы установки инструмента на размер (с помощью индикатора, по упорам и др.), чтобы обеспечить получение отверстия заданной точности.

4. При сверлении отверстия следует производить заточку сверл по шаблонам (см. рис. 83) 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 использования высококачественного незатупившегося, мерного инструмента (разверток и зенкеров).

## ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ (КОНУСАХ)

Основные элементы конуса и связь между ними показаны на рис. 112 и в табл. 126.

По формулам, приведенным в табл. 126, можно определить размеры отдельных элементов конусов, не проставленные на чертеже, но необходимые при обработке.

*Пример 1.* На рис. 113 изображена коническая оправка.

Требуется определить конусность детали по размерам, проставленным на рисунке.

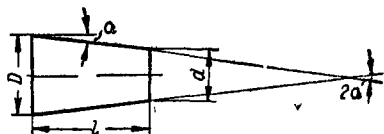


Рис. 112. Деталь с наружной конической поверхностью.

Таблица 126

Элементы конуса и связи между ними

Элементы конуса		Связь между отдельными элементами конуса (формулы)
обозначение	наименование	
$k$	Конусность	$k = \frac{D-d}{l}$ ; (18)
		$k = 2 \operatorname{tg} \alpha$ (19)
$l$	Уклон конуса	$i = \frac{k}{2}$ ; (20)
		$i = \frac{D-d}{2l}$ ; (21)
		$l = \operatorname{tg} \alpha$ (22)
$D$	Наибольший диаметр конуса	$D = k \cdot l + d$ ; (23)
		$D = 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot l + d$ (24)
$d$	Наименьший диаметр конуса	$d = D - k \cdot l$ ; (25)
		$d = D - 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot l$ (26)
$l$	Длина конуса	—
$2\alpha$	Угол при вершине конуса (угол конуса)	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$ (27)
$\alpha$	Угол уклона конуса	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2}$ (28)

*Решение.* Конусность определяем по формуле (18).

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 ( $\alpha$ ) по формуле (27):

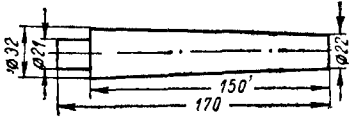


Рис. 113. Коническая оправка.

Решение. Для определения угла уклона конуса ( $\alpha$ ) узнаем величину его тангенс

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l} = \frac{55-45}{2 \cdot 100} = \frac{10}{200} = 0,05.$$

По тригонометрическим таблицам находим величину угла, тангенс которого наиболее близко подходит к значению 0,05. Таким углом оказывается угол, равный  $2^{\circ}50' = 0,049$ . Следовательно, искомый угол конуса  $\alpha = 2^{\circ}50'$ .

Таблица 127.

Применение конусностей нормального и специального назначений

Конусность $k$	Углы		Примеры использования
	конуса $2\alpha$	уклона конуса $\alpha$	
1:200	$0^{\circ}17'11''$	$0^{\circ}08'36''$	Конические оправки
1:100	$0^{\circ}34'23''$	$0^{\circ}17'11''$	
1:50	$1^{\circ}08'45''$	$0^{\circ}34'23''$	штифты, хвостовики калибров-пробок
1:30	$1^{\circ}54'35''$	$0^{\circ}57'18''$	Насадные конусы разверток и зенкеров и оправок для них
1:20	$2^{\circ}51'51''$	$1^{\circ}25'56''$	Метрические конусы
1:10	$5^{\circ}48'29''$	$2^{\circ}51'45''$	Концы валов электрических и других машин
1:7	$8^{\circ}10'16''$	$4^{\circ}05'8''$	Пробковые краны, центры упорные для тяжелых станков, конусы инструментов
1:5	$11^{\circ}25'16''$	$5^{\circ}42'38''$	Концы валов для крепления аппаратуры, легко разбираемые конструкции, конические хвостовики цапф, фрикционные конические муфты
1:3	$18^{\circ}55'29''$	$9^{\circ}27'44''$	Концы шлифовальных шпинделей с наружным конусом
1:1,866	$30^{\circ}$	$15^{\circ}$	Зажимные цапги
1:0,866	$60^{\circ}$	$30^{\circ}$	Центры станков, центровые отверстия и т. д.

Таблица 128

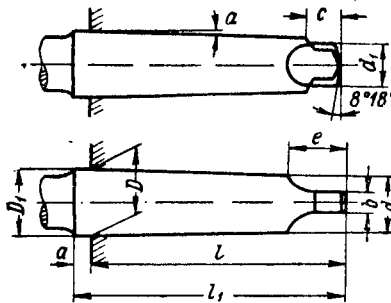
Нормальные конусности ( $k$ ) для сопрягаемых деталей (конусы Морзе)

Конусность	Углы		Обозначение	Примеры применения
	конуса	уклона конуса		
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	
1:19,922=0,05020	$2^{\circ}52'32''$	$1^{\circ}26'16''$	3	
1:19,254=0,05194	$2^{\circ}58'31''$	$1^{\circ}29'16''$	4	
1:19,002=0,05263	$3^{\circ}00'53''$	$1^{\circ}30'27''$	5	
1:19,180=0,05214	$2^{\circ}59'12''$	$1^{\circ}29'36''$	6	

Таблица 129

Размеры наиболее употребительных конусов для инструментов, в мм

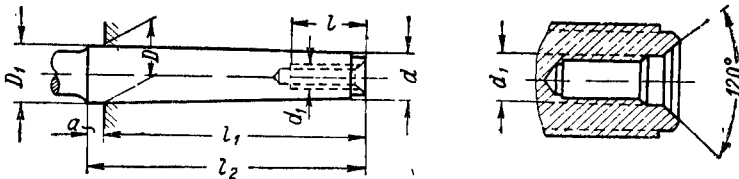
## Наружные конусы с лапкой (по ГОСТ 2847-67)



Обозначение конусов		$D$	$D_1$	$d$	$d_1$	$l$	$l_1$	$a$	$b$	$e$	$c$
Морзе	0	9,045	9,212	6,115	5,9	56,3	59,5	3,2	3,9	10,5	6,5
	1	12,065	12,240	8,972	8,7	62,0	65,5	3,5	5,2	13,5	8,5
	2	17,780	17,980	14,059	13,6	74,5	78,5	4,0	6,3	16,5	10,5
	3	23,825	24,051	19,131	18,6	93,5	98,0	4,5	7,9	20,0	13,0
	4	31,267	31,542	25,154	24,6	117,7	123,0	5,3	11,9	24,0	15,0
	5	44,399	44,731	36,547	35,7	149,2	155,5	6,3	15,9	30,5	19,5
	6	63,348	63,760	52,419	51,3	209,6	217,5	7,9	19,0	45,5	28,5
Метрические	80	80	80,4	69	67	220	228	8	26	47	24
	100	100	100,5	87	85	260	270	10	32	58	28
	120	120	120,6	105	103	300	312	12	38	68	32
	160	160	160,8	141	139	380	396	16	50	88	40
	200	200	201,0	177	175	460	480	20	62	108	48

Примечание. Величину угла уклона  $\alpha$  см. в табл. 127 и 128.

## Наружные конусы без лапки (по ГОСТ 2847-67)

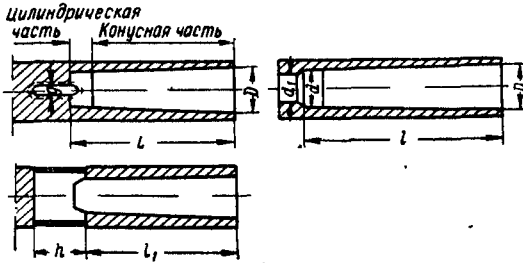


Обозначение конусов		$D$	$D_1$	$d$	$l_1$	$l_2$	$a$	$d_1$	$i$ , не менее
Метрические	4	4	4,1	2,85	23	25	2	—	—
	6	6	6,15	4,4	32	35	3	—	—

Продолжение табл. 129

Обозначение конусов		$D$	$D_1$	$d$	$l_1$	$l_2$	$a$	$a_1$	$l$ , не менее
Морзе	0	3,045	9,212	6,453	49,8	53	3,2	—	—
	1	12,065	12,240	9,396	53,5	57	3,5	M6	16
	2	17,780	17,980	14,583	64,0	68	4,0	M10	24
	3	23,825	24,051	19,784	80,5	85	4,5	M12	28
	4	31,267	31,542	25,933	102,7	108	5,3	M14	32
	5	44,399	44,731	37,573	129,7	136	6,3	M18	40
	6	63,348	63,760	53,905	181,1	189	7,9	M24	50
Метрические	80	80	80,4	70,2	196	204	8	M30	65
	100	100	100,5	88,4	232	242	10	M36	80
	120	120	120,6	106,6	268	280	12	M36	80
	160	160	160,8	143,0	340	356	16	M48	100
	200	200	201,0	179,4	412	432	20	M48	100

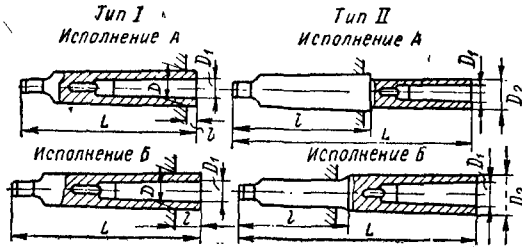
## Внутренние конусы (гнезда) (по ГОСТ 2847-67)



Обозначение конусов		$D$	$d$	$d_1$	$l$	$l_1$	$g$	$h$
Метрические	4	4	3	—	25	21	2,5	8
	6	6	4,6	—	34	29	3,5	12
Морзе	0	9,045	6,7	—	52	49	4,1	17
	1	12,065	9,7	7,0	56	57	5,4	19
	2	17,780	14,9	11,5	67	63	6,6	22
	3	23,825	20,2	14,0	84	78	8,2	27
	4	31,267	26,5	16,0	104	98	12,2	32
	5	44,399	38,2	20,0	135	125	16,2	38
	6	63,348	54,8	27,0	187	177	19,3	47
Метрические	80	80	71,4	33	202	186	26,3	52
	100	100	89,9	39	240	220	32,3	60
	120	120	108,4	39	276	254	38,3	68
	160	160	145,4	52	350	321	50,3	84
	200	200	182,4	52	424	388	62,3	100

Продолжение табл. 129

Переходные втулки для инструмента с конусом Морзе  
(по ГОСТ 9288-59)



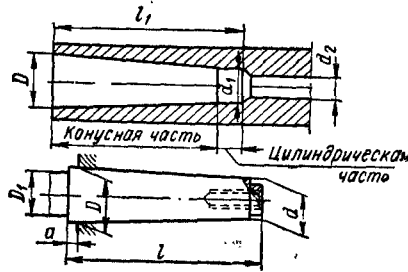
№ конуса Морзе		Исполнение	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	L	l
наружный	внутренний						
<b>Тип I — короткие втулки</b>							
2	1	Б	17,780	12,065	—	92,0	17,5
3	1	А	23,825	12,065	—	98,0	4,5
3	2	Б	23,825	17,780	—	112,0	18,5
4	2	А	31,267	17,780	—	123,0	5,3
4	3	Б	31,267	23,825	—	140,0	22,3
5	3	А	44,399	23,825	—	155,5	6,3
6	4	А	63,348	31,267	—	217,5	7,9
6	5	А	63,348	44,399	—	217,5	7,9
<b>Тип II — длинные втулки</b>							
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	А	—	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	2	А	—	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	3	А	—	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	4	А	—	31,267	45	355	217,5
6	5	А	—	44,399	63	390	217,5

**Примечания.**

1. Чистота поверхности конусов должна быть: наружных — не ниже 8-го класса, а внутренних — не ниже 7-го класса.
2. Взаимное биение поверхностей внутреннего и наружного конусов Морзе не должно превышать для коротких втулок 0,02 мм и для длинных — 0,03 мм.

Продолжение табл. 129

Конусы инструментов с конусностью 1:10 и 1:7  
(по ГОСТ 7343-55)



Конусность	Обозначение конуса	D	D <sub>1</sub>	d	l	a	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>
1:10=0,1	80	80	80,70	60,700	200	7	63	22	205
	100	100	100,70	76,700	240	7	79	32	245
	120	120	121,00	93,000	280	10	97	32	285
	160	160	161,50	125,500	360	15	130	40	365
	200	200	201,50	157,500	440	15	164	40	445
1:7=0,1428	80	80	81,00	52,429	200	7	56	22	205
	100	100	101,00	66,715	240	7	71	32	245
	120	120	121,48	81,480	280	10	87	32	285
	160	160	162,12	110,672	360	15	116	40	365
	200	200	202,12	139,243	440	15	146	40	445

## 2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Таблица 130

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 длиной образующей конической поверхности не более 15—20 мм; при больших углах уклона и невысоких требованиях к точности и чистоте поверхности	Способ весьма производительен. 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

Продолжение табл. 130

Способ обработки	Область применения	Краткая характеристика способа
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 центровых отверстий, затраты дополнительного рабочего времени на перестановку задней бабки
Путем одновременного включения подачи продольной и верхнего суппорта	При обработке конических поверхностей на станках, допускающих одновременное включение продольной подачи и подачи верхних резцовых салазок	Способ весьма универсальный, не требующий применения специальной оснастки
При помощи конусной линейки и специальных копиров	При обработке конических поверхностей с углом уклона не более $10-12^\circ$	Способ 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 $30^\circ$ или $40^\circ$ )	Наиболее производительный способ. Применяется на токарных станках, снабженных гидрокопировальным суппортом (подробнее см. на стр. 174—175)

### 3. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШИРОКИМИ РЕЗЦАМИ

Схема обработки конической поверхности широким резцом приведена на рис. 114.

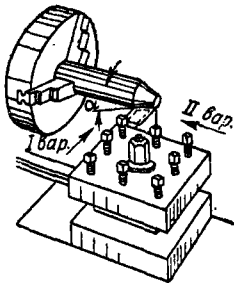


Рис. 114. Схема обтачивания конической поверхности широким резцом.

Обтачивание производится резцом, главная режущая кромка которого установлена под требуемым углом  $\alpha$  по отношению к оси.

Применяются два варианта обработки: при поперечной и при продольной подачах резца.

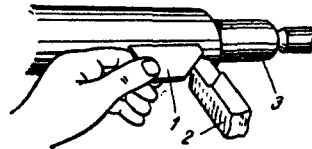


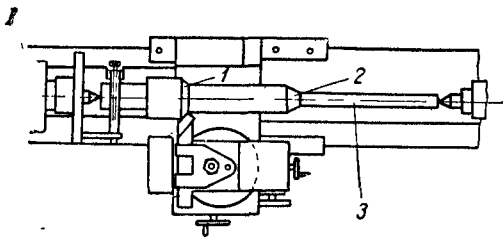
Рис. 115. Схема установки широкого резца по шаблону.

Резец 2 (рис. 115) устанавливают по шаблону 1, приложенному к детали 3, или по угломеру. Вершина резца должна располагаться точно на линии центров станка.



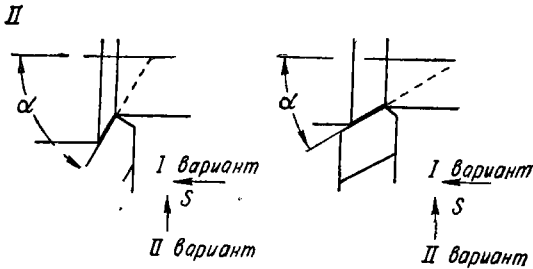
Таблица 131

## Примеры обработки конических поверхностей широкими резцами



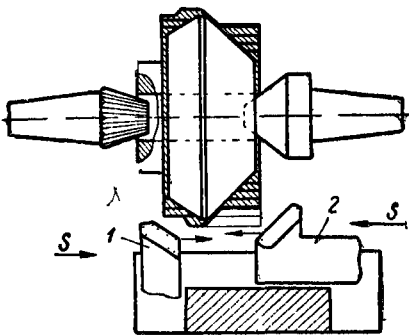
**Пример 1.** Небольшие по размерам конические поверхности 1 и 2 (поз. I) детали 3 и аналогичные им часто обрабатываются широкими резцами, установленными таким образом, что режущая кромка их (поз. II) составляет с осью детали угол, равный углу уклона обрабатываемого конуса.

При обработке конуса, длина образующей которого больше 10—15 мм, довольно часто возникают вибрации, исключающие возможность получения чистой поверхности. Вибрации тем больше, чем длиннее обрабатываемая поверхность и чем меньше угол ее уклона. Поэтому резец, обрабатывающий поверхность 1 (поз. I), работает в более благоприятных условиях, чем резец, обрабатывающий поверхность 2.



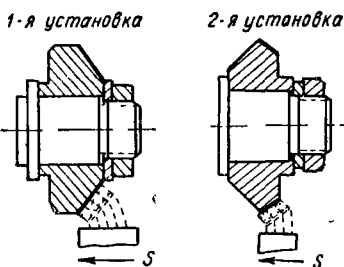
Точность конической поверхности как в отношении требуемого угла уклона, так и по прямолинейности ее образующей, а также ее качество при работе широкими резцами не могут быть высокими.

Широкими резцами наиболее целесообразно обрабатывать небольшие конические поверхности со значительными углами уклона и с длиной образующей до 10—15 мм на жестких деталях при невысоких требованиях к их точности и качеству поверхности.



**Пример 2.** Конические шестерни небольших размеров изготавливались из заготовок цилиндрической формы. Коусы их обрабатывались с ручной подачей при повороте верхних салазок суппорта. Обработка производилась за несколько проходов, что снижало производительность.

По предложению токаря В. К. Семиного конические поверхности таких шестерен стали обрабатывать 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.

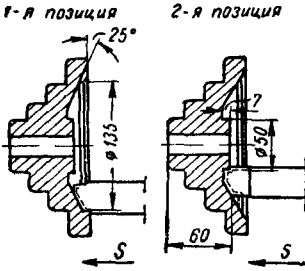


**Пример 3.** Токарь Киевского завода станков-автоматов Гилевич предложил следующий способ предварительной обработки конических поверхностей шестерен.

Для обработки конусов с каждой из сторон шестерни резцедержатель устанавливается так, чтобы режущая кромка резца была расположена параллельно образующей соответствующего конуса. При механической подаче до упора обрабатывают первый участок конической поверхности. Затем резец отводят и подают на глубину таким образом, чтобы при обработке всей шириной режущей кромки был обработан второй участок конической поверхности.

(на рисунке штриховыми линиями показаны последовательные положения резца), и т. д.

Такая обработка конических шестерен позволила увеличить производительность труда по сравнению с ранее применявшимся методом на 65%.



**Пример 4.** Внутреннюю коническую поверхность шкива токарь-новатор Подвезько стал обрабатывать широким комбинированным резцом, заменяющим 4 обычных резца.

При использовании этого резца, обтачивающего всю поверхность в 2 прохода, отпала надобность в контроле некоторых размеров, в установке инструмента на размер и в других вспомогательных приемах.

#### 4. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОВЕРНУТЫХ ВЕРХНИХ САЛАЗКАХ СУППОРТА

Схема обработки конической поверхности при повернутых верхних салазках суппорта приведена на рис. 116.

Верхняя часть суппорта  $l$  устанавливается на требуемый угол по делениям на флан-

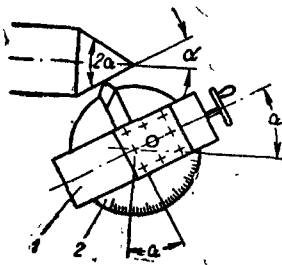


Рис. 116. Схема обработки наружной конической поверхности при повернутых верхних салазках суппорта.

це 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 (27) на стр. 290.

При обработке деталей с конусом Морзе углы поворота верхней части суппорта  $\alpha$  можно принимать по данным табл. 128

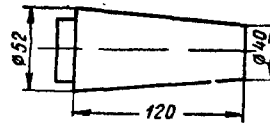


Рис. 117. Конический валик.

(вертикальная графа «Угол уклона конуса»). При обработке деталей с конусностью от 1:100 до 1:1 углы поворота верхней части принимаются по табл. 132.

**Пример.** Определить угол поворота суппорта для обтачивания конической поверхности детали, показанной на рис. 117.

**Решение.** 1-й вариант. По формуле (27):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l} = \frac{52 - 40}{240} = 0,05.$$

Таблица 132

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
1	0°17'	26	7°24'	51	14°18'	76	20°50'
2	0°34'	27	7°41'	52	14°34'	77	21°05'
3	0°52'	28	7°58'	53	14°50'	78	21°20'
4	1°09'	29	8°15'	54	15°07'	79	21°35'
5	1°26'	30	8°32'	55	15°22'	80	21°50'
6	1°43'	31	8°48'	56	15°39'	81	22°05'
7	2°00'	32	9°05'	57	15°54'	82	22°10'
8	2°17'	33	9°22'	58	16°10'	83	22°35'
9	2°34'	34	9°39'	59	16°26'	84	22°50'
10	2°52'	35	9°55'	60	16°42'	85	23°05'
11	3°09'	36	10°12'	61	16°58'	86	23°15'
12	3°26'	37	10°29'	62	17°13'	87	23°30'
13	3°43'	38	10°45'	63	17°29'	88	23°45'
14	4°00'	39	11°02'	64	17°45'	89	24°00'
15	4°17'	40	11°19'	65	18°00'	90	24°15'
16	4°34'	41	11°35'	66	18°15'	91	24°30'
17	4°52'	42	11°52'	67	18°30'	92	24°45'
18	5°09'	43	12°08'	68	18°50'	93	24°55'
19	5°26'	44	12°24'	69	19°05'	94	25°10'
20	5°43'	45	12°41'	70	19°20'	95	25°25'
21	6°00'	46	12°57'	71	19°35'	96	25°40'
22	6°17'	47	13°13'	72	19°50'	97	25°55'
23	6°34'	48	13°30'	73	20°05'	98	26°05'
24	6°51'	49	13°46'	74	20°20'	99	26°20'
25	7°07'	50	14°02'	75	20°35'	100	26°35'

По таблице тангенсов находим:  $\alpha=2^\circ52'$ .  
2-й вариант. По формуле (18) определяем конусность:

$$k = \frac{D-d}{l} = \frac{52-40}{120} = 0,10.$$

По табл. 127 для  $k=0,10$ , т. е. при конусности 10 мм на 100 мм длины, находим, что  $\alpha=2^\circ52'$ , т. е. то же значение, что и при расчете по 1-му варианту.

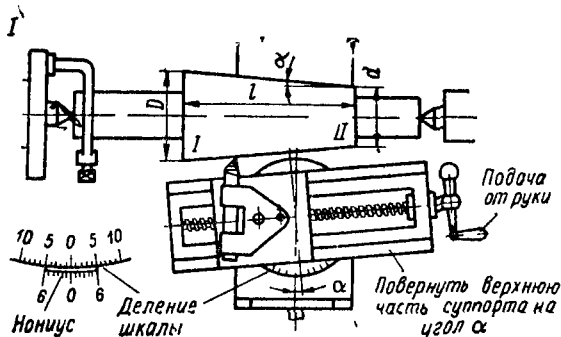
Таблица 133

Основные способы установки верхней части суппорта  
при обработке конических поверхностей

По делениям на опориюм фланце поворотной части  
суппорта

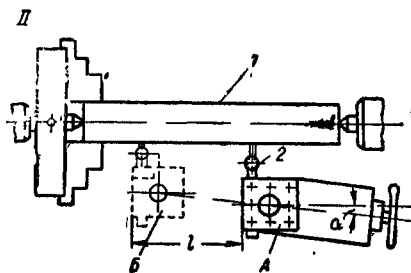
Верхнюю часть суппорта устанавливают параллельно воображаемой образующей конуса I—II (поз. I). Угол поворота рассчитывают по формуле (27) или принимают по табл. 132.

Цена делений, нанесенных на опорном фланце поворотной части суппорта, обычно соответствует  $1^\circ$ ; более мелкие отсчеты ( $1/2$  и  $1/4^\circ$ ) делаются на глаз.



Некоторые токарные станки имеют шкалу с нониусом, разделенную на крупные деления через  $5^\circ$ , которые, в свою очередь, разбиты на 6 частей. Каждое деление нониуса равно  $5/6^\circ$ , т. е. оно на  $1/6^\circ$  меньше  $1^\circ$ . Отсчет по шкале с нониусом производится так же, как и в штангенциркуле. Точность отсчета  $1/6^\circ$ , равная  $10'$ , достаточна для отсчета угла установки.

При обработке точных конусов правильность поворота суппорта можно проверить по контрольному валику при помощи индикатора.



После поворота верхней части суппорта на требуемый угол  $\alpha$  между центрами станка устанавливают контрольный валик 1, а в резцедержателе закрепляют индикатор 2 (поз. II). Затем индикатор подводят к контрольному валику (положение А), и циферблат его устанавливают на нуль. После этого верхнюю часть суппорта подают по направлению к передней бабке на некоторую величину  $l$ . В этом положении (Б) замечают показание индикатора.

При конусности  $k$  обрабатываемой детали (например,  $k = \frac{l}{20}$ ), передвижении индикатора на расстояние  $l$  (например,  $l = 160$  мм) и при условии, что верхний суппорт повернут на правильный угол, показание индикатора в положении Б должно отличаться от показания в положении А на величину:

$$a = \frac{kl}{2}$$

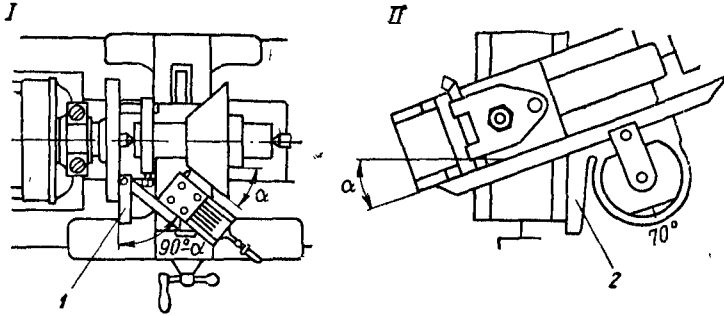
(в нашем случае  $a = \frac{1 \cdot 160}{20 \cdot 2} = 4$  мм).

Если действительное показание индикатора в положении Б будет отличаться от  $a$ , то дополнительным поворотом суппорта добиваются того, чтобы показание индикатора в этом положении было равно  $a$ .

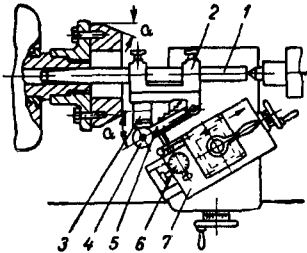
### При помощи угломеров

При отсутствии делений на поворотной части суппорта или же при грубой шкале поворот в требуемое положение верхней части суппорта производят по малке 1 (поз. I), заранее установленной по угломеру, или же непосредственно при помощи угломера 2 (поз. II).

Продолжение табл. 133



## При помощи синусных приспособлений



Приспособление для точной установки верхних салазок суппорта конструкции М. И. Гольщикова имеет подвижную скобу 2, ориентирующуюся по линии центров станка с помощью валика 1 и синусного устройства 5. Угол поворота линейки синусного устройства определяется с помощью набора мерных плиток 3, подводимых под ролик 4.

После установки линейки на заданный угол поворачивают суппорт 7 и проверяют правильность настройки с помощью индикатора 6.

Приспособление это вполне универсальное. Оно пригодно для настройки на обработку как прямых, так и обратных конусов.

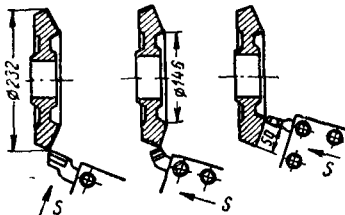
Существенным недостатком рассматриваемого способа обтачивания конусов является необходимость работы при ручной подаче, которая требует приложения значительных физических усилий, снижает производительность и не обеспечивает достаточной чистоты обрабатываемой поверхности.

Следует, однако, заметить, что в технической литературе имеются данные об успешном внедрении ряда мероприятий по механизации подачи верхнего суппорта.

Таблица 134

## Примеры обработки конических поверхностей при повернутых верхних салазках суппорта

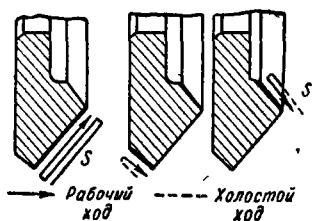
1-я установка 2-я установка 3-я установка



Пример 1. При серийном изготовлении некрупных деталей, содержащих не одну, а две или больше конических поверхностей, иногда оказывается целесообразным обрабатывать их по так называемому дифференцированному методу, при этом станок настраивается на обтачивание каждой поверхности деталей всей партии.

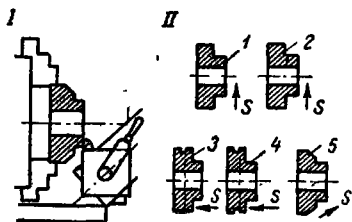
Таким образом, вся обработка осуществляется за несколько установок детали:

- 1-я установка — обтачивание главного конуса;
- 2-я        >       — обтачивание вспомогательного конуса;
- 3-я        >       — растачивание внутреннего конуса.



**Пример 2.** В ряде случаев целесообразно обрабатывать несколько конических поверхностей за одну установку детали. Так, например, токарь-новатор Яковлев за первую установку обтачивает поверхности начерно, комбинируя два движения резца — продольное механическое и поперечное ручное. При второй установке он производит чистовую обработку главной, вспомогательной и внутренней конических поверхностей с поворотом верхних салазок суппорта на угол  $\alpha$ , заданный для каждой из этих поверхностей.

Применяя комбинированные резцы, новатор, как правило, использует обратные перемещения резца как рабочие, что позволяет уменьшить затраты вспомогательного времени.

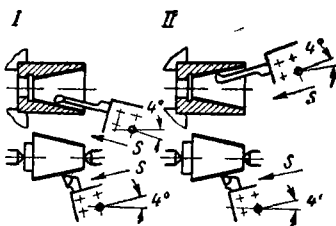


**Пример 3.** При обтачивании за одну установку простой конической шестерни токарь Черепанов еще до начала обработки устанавливает верхние салазки суппорта под углом, равным углу уклона конической поверхности заготовки (поз. I).

Обработка (поз. II) начинается с подрезания торцов 1 и 2, затем обтачивается верх шестерни и наносится круговая риска 3, фиксирующая положение основания конуса шестерни.

После снятия фаски и обтачивания поверхности по малому диаметру 4 обрабатывается коническая поверхность 5 до ранее нанесенной риски.

Вся обработка шестерни производится одним комбинированным резцом без поворота резцовой головки. Отсчет всех продольных и поперечных перемещений резца осуществляется по лимбам.

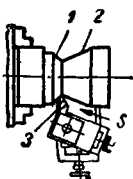


**Пример 4.** Две взаимно-сопряженные конусные детали (штулка и пробка) обрабатывались по схеме, приведенной в поз. I. Для растачивания конического отверстия верхнюю часть суппорта поворачивали на  $4^\circ$  в одну сторону, а при обработке наружной конической поверхности — в другую сторону.

Такая перестановка верхней части суппорта вызывала увеличение затрат вспомогательного времени, снижала точность сопряжения конических поверхностей и приводила к необходимости их последующей притирки.

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, а также на настройку инструмента и измерения деталей в процессе обработки.

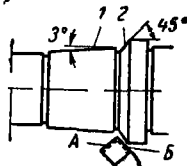
Применение такого способа обработки сопряженных конических поверхностей ограничивается величиной допускаемого перемещения верхней части суппорта в поперечном направлении за линию центров станка.



**Примеры 5 и 6.** Весьма эффективно использование комбинированных резцов при обработке конических поверхностей.

Так, токарь Московского завода шлифовальных станков Быков с помощью комбинированного широкого резца 3 за один его проход обрабатывает две конические поверхности 1 и 2, при этом верхние салазки суппорта поворачиваются только один раз на угол  $\alpha$ , соответствующий углу уклона конуса 2.

Применение этого метода позволило сократить продолжительность операции в 2,5 раза по сравнению с раздельной обработкой поверхностей.



Таким же методом работает и токарь Одесского опытно-механического завода Шляпочник. Коническую поверхность 1 он обрабатывает предварительно под шлифовку кромкой А, а поверхность 2 — кромкой В комбинированного реза. Салазки верхнего суппорта повернуты при этом на угол  $\alpha = 3^\circ$ .

### 5. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ПОПЕРЕЧНОГО СМЕЩЕНИЯ КОРПУСА ЗАДНЕЙ БАБКИ

Если при обработке конических поверхностей центр задней бабки сместить в направлении от токаря (рис. 118, а), то после обтачивания получится коническая поверхность с вершиной конуса в направлении передней бабки. Если же сместить центр задней бабки в направлении на токаря

Пример 2. Определить величину смещения задней бабки при обработке конической части оправки по рис. 119, б.

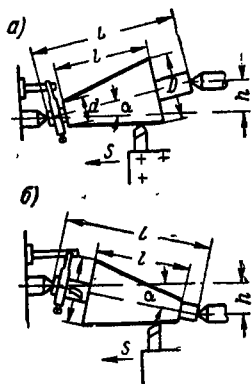


Рис. 118. Схемы обработки конических поверхностей при смещенной задней бабке.

(рис. 118, б), то вершина полученного конуса будет направлена в сторону задней бабки.

Величина  $h$  смещения задней бабки определяется по следующим формулам:

$$h = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l} \text{ мм}; \quad (29)$$

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ мм}; \quad (30)$$

$$h = \frac{L}{2} \cdot k \text{ мм}. \quad (31)$$

Здесь  $D$  и  $d$  — диаметры большого и малого оснований конуса;

$L$  — общая длина детали;

$l$  — длина конической части;

$\alpha$  и  $k$  — угол уклона и конусность.

В частном случае, когда  $l = L$ ,

$$h = \frac{D-d}{2} \text{ мм}. \quad (32)$$

Пример 1. Определить величину смещения задней бабки при обработке конической части детали по рис. 119, а.

Решение. По формуле (31) получаем:

$$h = \frac{310}{2} \cdot \frac{1}{25} = 6,2 \text{ мм}.$$

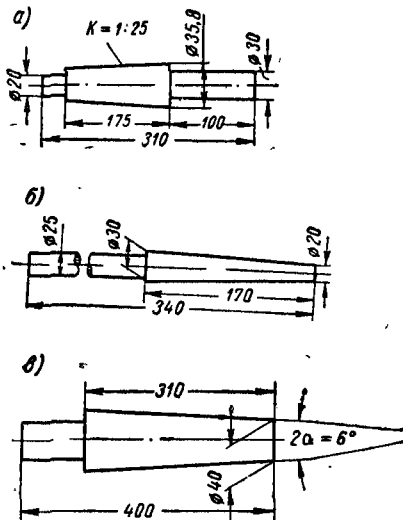


Рис. 119. Детали с коническими поверхностями:

$a$  — валик;  $б$  — оправка;  $в$  — валик.

Решение. По формуле (29) находим:

$$h = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l} = \frac{30-20}{2} \cdot \frac{340}{170} = 10 \text{ мм}.$$

Пример 3. Определить величину смещения задней бабки при обработке конической части детали, показанной на рис. 119, в.

Решение. По формуле (30) получаем:

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha = 400 \cdot \operatorname{tg} 3^\circ.$$

В таблице тангенсов находим:  $\operatorname{tg} 3^\circ = 0,052$ . Тогда

$$h = 400 \cdot 0,052 = 21 \text{ мм}.$$

Рассматриваемый способ применяется при обработке длинных пологих конусов. Его положительной стороной является возможность использования автоматической продольной подачи.

При изготовлении в большом количестве одинаковых конусов необходимо, чтобы они имели одинаковые длины и глубины центровых отверстий, так как иначе конус на

разных деталях может оказаться неодинаковым. Поперечное смещение корпуса задней бабки допускается обычно не более чем на  $\frac{1}{60}$  часть длины детали. Смещения

на большую величину приводят к погрешностям из-за неплотного прилегания центрального отверстия к центру задней бабки (см. рис. 120).

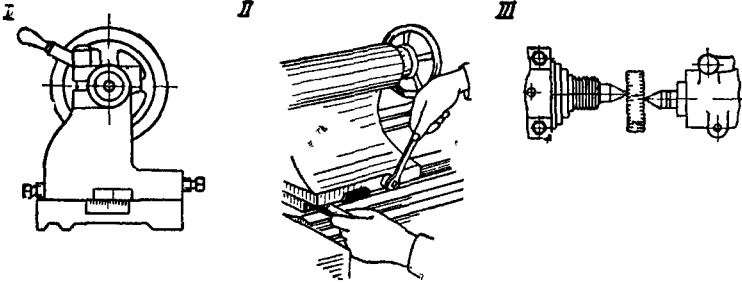
Таблица 135

### Способы смещения задней бабки при обработке конусных поверхностей

По делениям на линейке, прикрепленной к торцовой части корпуса задней бабки, или по масштабной линейке

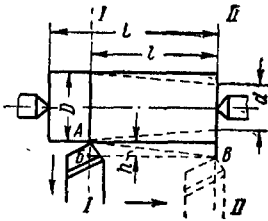
Смещение корпуса задней бабки производят по делениям на торце опорной плиты и риске на торце корпуса задней бабки (поз. I). Предварительно необходимо убедиться, что при нормальном положении корпуса вершины заднего и переднего центров точно совпадают.

Если на торце плиты делений нет, то корпус задней бабки смещают, пользуясь измерительной линейкой (поз. II).



Величину смещения корпуса задней бабки можно также определить, измерив линейкой расстояние между передним и смещенным задним центрами, как показано в поз. III.

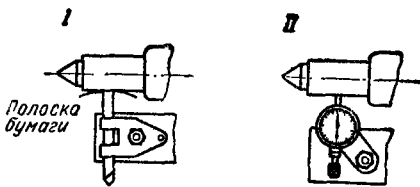
### С помощью лимбов продольной и поперечной подач



Наибольший диаметр  $D$  конической поверхности длиной  $l$  лежит в плоскости I—I, а наименьший  $d$  — в плоскости II—II.

Вершину резца доводят до касания с заготовкой в плоскости I—I (точка A). Затем, пользуясь лимбом поперечной подачи, отводят резец назад на величину  $h$  (точка B). После этого переводят суппорт (по лимбу продольной подачи) на длину конической части  $l$  вправо (точка B) и далее перемещают заднюю бабку до тех пор, пока резец не коснется заготовки в плоскости II—II.

### С помощью лимба поперечной подачи с контролем шупом или индикатором



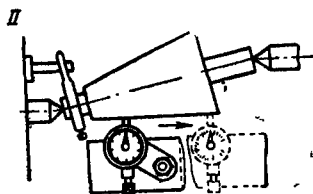
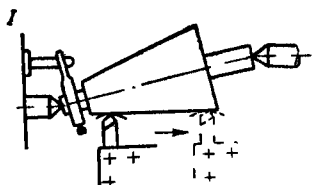
Выдвигают пиньоль задней бабки и подводят к ней торец резца, перевернутого обратной стороной. Между резцом и пиньолем прокладывают тонкую полоску бумаги или шуп (поз. I). Затем, пользуясь лимбом поперечной подачи, отводят суппорт на величину  $h$ . Вслед за этим смещают заднюю бабку до тех пор, пока полоска бумаги или шуп, проложенные между торцом резца и пиньолем, не будут зажаты точно так же, как и при промере до смещения задней бабки.

Если вместо резца в резцедержателе закрепить индикатор (поз. II), то, отсчитывая величину смещения задней бабки по показаниям шкалы индикатора, можно осуществить его с точностью до 0,01 мм.



Продолжение табл. 135

## По эталонной детали



При наличии эталонной (готовой) детали ее устанавливают в центрах и затем смещают корпус задней бабки так, чтобы образующая конуса была параллельна направлению продольной подачи.

Проверка осуществляется после продольного перемещения суппорта на длину конической поверхности с помощью резца и шупа (полоски бумаги, поз. I) или индикатора (поз. II).

При обработке деталей способом смещения задней бабки наблюдается интенсивное и неправильное срабатывание центровых

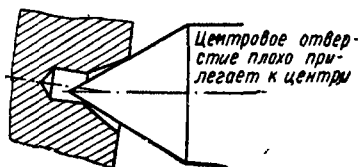


Рис. 120. Схема контакта центрового отверстия и центра при смещении корпуса задней бабки.

углублений в детали. После обтачивания конической части детали точная обработка ее цилиндрических поверхностей (рис. 120) на таких центровых углублениях невозможна.

Для устранения этого недостатка рекомендуется разделять обработку конических поверхностей на черновую и чистовую и осуществлять последнюю в самом конце операции. Перед чистовым обтачиванием

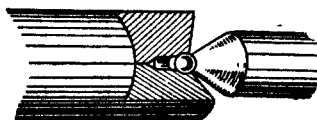


Рис. 121. Задний центр с шаровым концом.

следует произвести подправку неправильных сработанных центровых углублений.

Неравномерного износа центровых отверстий можно избежать, применяя вместо обычного специальный шаровой центр (рис. 121). Такой центр используют при необходимости получения точных конусов.

## 6. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ ОДНОВРЕМЕННОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ ПОДАЧИ И ПОДАЧИ ВЕРХНИХ САЛАЗОК СУППОРТА

Внедрение этого метода в производство дает возможность обрабатывать детали с наружными и внутренними коническими поверхностями без применения специальной оснастки. Кроме того, этот метод позволяет расширить пределы размеров обтачиваемых деталей при заданной величине рабочего хода верхних резцовых салазок. Последнее объясняется тем, что максимальная длина образующей конической поверхности является геометрической суммой величины рабочего хода резцовых салазок и величины перемещения резца в продольном направлении.

В настоящее время создано значительное количество токарных станков (в частности, станки моделей 1660, 1660Г и 163), на которых производят обработку конических поверхностей методом одновременного включения продольной подачи и подачи верхних резцовых салазок.

Различные углы уклона конуса достигаются в этом случае путем изменения величины отношения продольной подачи к поперечной. Кинематическая взаимосвязь движений верхних и нижних резцовых салазок (рис. 122) определяется для любого станка величиной отношения подачи верх-

них резцовых салазок к продольной подаче  $\Delta$ . Поэтому при перемещении верхних резцовых салазок на величину  $H$  нижние

резцовые салазки пройдут путь, равный  $\frac{H}{\Delta}$ .

Зависимости величины требуемого угла уклона конуса ( $\alpha$ ) и длины его образующей ( $L_x$ ) от значения  $\Delta$ , угла поворота

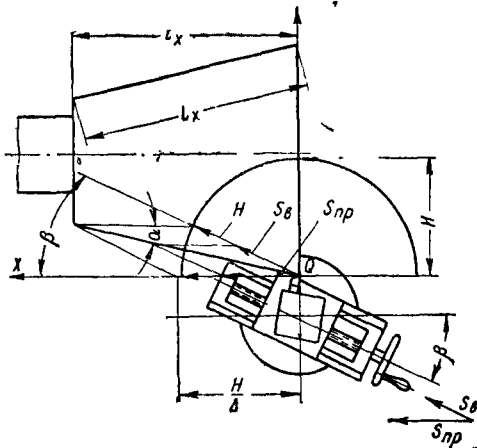


Рис. 122. Схема для определения кинематической взаимосвязи одновременного движения верхних и нижних салазок суппорта.

верхних салазок ( $\beta$ ) и длины рабочего хода верхних резцовых салазок ( $H$ ) выражаются следующими уравнениями:

$$\alpha = \arctg \frac{\Delta \sin \beta}{1 + \Delta \cos \beta}; \quad (33)$$

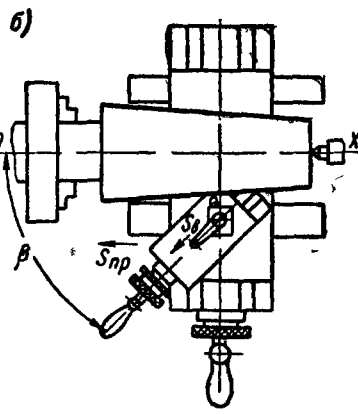
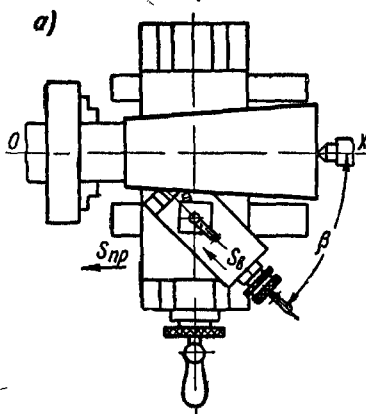


Рис. 123. Схемы для отсчета угла поворота верхних салазок суппорта при обработке конусов методом одновременного включения подач верхнего суппорта и продольной.

$$L_x = \frac{H}{\cos \alpha} \left( \frac{1}{\Delta} + \cos \beta \right). \quad (34)$$

Максимальный угол уклона конуса детали, который может быть достигнут при обработке рассматриваемым методом, зависит от величины  $\Delta$ . Для  $0 < \Delta \leq 0,7$  и  $0,7 < \Delta \leq 1$  получены соответственно следующие выражения:

$$\alpha_{\max} = \arcsin \Delta; \quad (35)$$

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{1}{2\Delta}. \quad (36)$$

Настройка станка для обработки конических поверхностей при движении верхних резцовых салазок к детали (рис. 123, а) и от детали (рис. 123, б) осуществляется по следующим формулам (см. также рис. 122):

$$l_x = \frac{H \cdot \cos \alpha}{\Delta} (\cos \alpha + \sqrt{\Delta^2 - \sin^2 \alpha}); \quad (37)$$

$$\beta = \arcsin \frac{\sin \alpha}{\Delta} + \alpha; \quad (38)$$

$$s_b = \frac{s \cdot \Delta}{\cos \alpha + \sqrt{\Delta^2 - \sin^2 \alpha}}. \quad (39)$$

Здесь  $l_x$  — длина конической поверхности, которая может быть обработана на данном станке;

$s_b$  — подача верхних резцовых салазок;

$s$  — результирующая подача.

Угол  $\beta$  отсчитывается от оси  $OX$  по часовой стрелке, если деталь обрабатывается по схеме на рис. 123, а, и в противоположном направлении при точении по схеме на рис. 123, б.

*Пример.* Требуется произвести настройку токарного станка модели 163 на обработку детали с углом уклона конуса  $\alpha=10^\circ$  и длиной конической поверхности  $l=820$  мм. Результирующая подача  $s=0,2$  мм/об;  $\Delta=0,313$ ;  $H=220$  мм.

*Решение.*

1. Определяется возможность обработки в зависимости от угла уклона конуса обрабатываемой детали. Величина  $\Delta$  станка модели 163 меньше 0,7, поэтому настройка станка производится по формуле (35):

$\alpha \leq \alpha_{\max} = \arcsin 0,313$ ;  $\alpha = 10^\circ < \alpha_{\max} \approx 18^\circ$ , т. е. настройка возможна.

2. По формуле (37) определяется возможность настройки станка в зависимости

от длины конической поверхности обрабатываемой детали:

$$l \leq l_x = \frac{220 \cdot 0,9848}{0,313} \times \\ \times (0,9848 + \sqrt{0,313^2 - 0,1736^2}); \\ l = 820 < l_x \approx 852 \text{ мм},$$

т. е. настройка возможна.

3. Подача верхних резцовых салазок по формуле (39) составляет:

$$s_B = \frac{0,2 \cdot 0,313}{0,9848 + \sqrt{0,313^2 - 0,1736^2}} \approx \\ \approx 0,053 \text{ мм/об}.$$

Корректируя подачу по паспорту станка, принимаем  $s_B = 0,052$  мм/об.

4. Угол поворота верхних резцовых салазок по формуле (38) равен:

$$\beta = \arcsin \frac{0,1736}{0,313} + 10^\circ = 43^\circ 40'.$$

## 7. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОНУСНОЙ ЛИНЕЙКИ

Линейка устанавливается параллельно образующей конической поверхности, верхняя часть суппорта при этом поворачивается на  $90^\circ$  (рис. 124). Отсчет угла поворота

линейки определяется по одной из следующих формул:

$$h = \frac{H}{2} \cdot \frac{D-d}{l} \text{ мм}, \quad (40)$$

$$h = H \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ мм}, \quad (41)$$

$$h = \frac{H}{2} \cdot k \text{ мм}, \quad (42)$$

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. 126).

*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 (40) 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  $\alpha=6^\circ$ ,

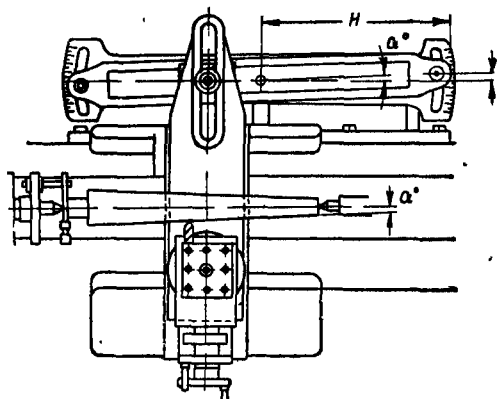


Рис. 124. Схема обтачивания конической поверхности при помощи универсальной конусной линейки.

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 линей-

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 (41), получаем:

$$h=H \operatorname{tg} \alpha=400 \cdot 0,105=42 \text{ мм.}$$

**Пример 3.** Определить, на сколько миллиметров необходимо повернуть конусную линейку станка при растачивании конического отверстия, показанного на рис. 125, а,

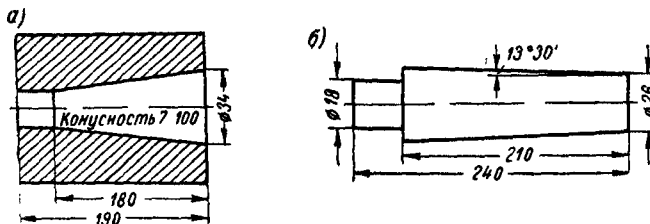


Рис. 125. Детали с коническими поверхностями:  
а—гнездо; б—пробка.

если расстояние от оси линейки до ее конца  $H=400$  мм.

**Решение.** По формуле (42) 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  $\alpha_2=\alpha-\alpha_1$ . Конусную линейку устанавливают на угол  $\alpha_1=12^\circ$ , а заднюю бабку смещают для обработки конической поверхности с углом уклона  $\alpha_2=\alpha-12^\circ$ .

неуспешным. 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  $L=240$  мм согласно формуле (30):

$$h=\operatorname{tg} \alpha_2 L=\operatorname{tg} 2^\circ 30' \cdot 240=0,044 \cdot 240=10,56 \text{ мм.}$$

Смещаем заднюю бабку на 10,56 мм.

Способ обработки конических поверхностей при помощи универсальной конусной линейки достаточно универсален и обеспечивает высокую точность, а наладка линейки удобна и производится быстро.

## 8. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОПИРОВ

Кроме универсальных копирных линеек при серийной обработке конических поверхностей применяют также и специальные копиры. С их помощью можно обрабаты-

вать конические поверхности с различными углами уклонов

Примеры конструкций подобных копиров приведены в табл. 136.

## 9. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ГИДРОКОПИРОВАЛЬНОГО СУППОРТА

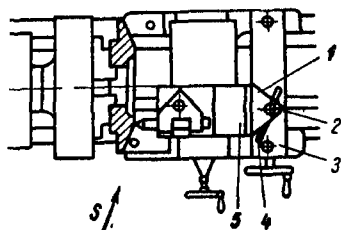
С помощью гидрокопировального суппорта можно обрабатывать как наружные, так и внутренние конические поверхности, при этом угол уклона конуса в направлении, противоположном продольной подаче (на спаде), не должен превышать  $30-40^\circ$ . В на-

правлении продольной подачи возможно obtачивание конусов как с большими, так и с малыми углами уклона.

Этот способ обеспечивает высокую точность обработки конических поверхностей и большую производительность труда.

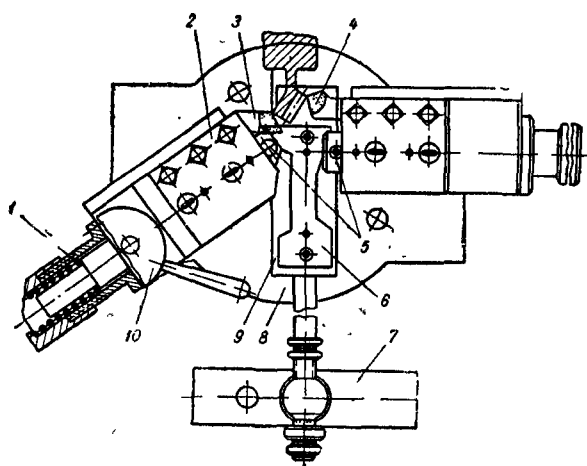
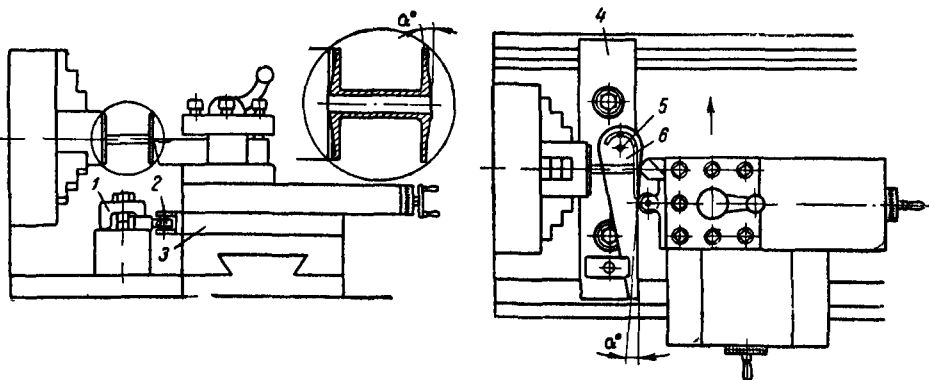
Таблица 136

## Примеры конструкций специальных копиров для обработки конических поверхностей



**Пример 1.** На рисунке показана одна из схем настройки токарного станка для обработки конической шестерни с помощью простейшего специального копировального приспособления. Здесь линейка 3 закреплена на каретке суппорта, вит верхнего суппорта 5 вывернут, а этот суппорт связан с кронштейном 1, палец 2 которого перемещается в пазу 4 линейки 3.

**Пример 2.** На рисунке приведена конструкция специального копировального устройства, обеспечивающего возможность обработки группы однотипных деталей. Основание 4 этого устройства крепят винтами к направляющим станины. На оси 5 основания под углом  $\alpha$  устанавливают копир 6 и крепят к основанию винтом и прихватом 1. К поперечному суппорту станка привернута державка 3 с роликом 2, который прижимается к копиру 6 маховичком поперечной подачи. При включении автоматической подачи суппорта ролик 2, соприкаясь с копиром 6, обеспечивает образование конической поверхности на детали.



**Пример 3.** На рисунке показано специальное копировальное приспособление для одновременного обтачивания двухсторонних конусов, предложенное В. К. Семиным. Оно состоит из плиты 8, двух подпружиненных резцедержателей 2, копиердержателя 9 с копиром 6, стойки 7, двух пружин 1 и эксцентрика 10. Приспособление устанавливается на место поворотной части верхних салазок суппорта токарного станка.

При включении механической поперечной подачи приспособление и закрепленные в нем резцы 3 и 4 движутся вместе с верхними салазками суппорта.

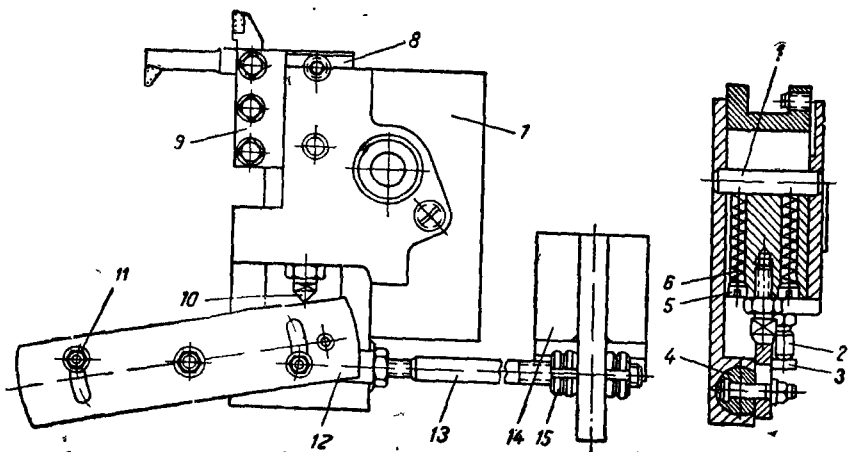
В это время копиродержатель 9 с копиром неподвижны. Сухари 5, установленные в подпружиненных резцедержателях, двигаясь вместе с приспособлением, скользят по торцовым поверхностям копира 6 и заставляют резцедержатели с закрепленными в них резцами двигаться параллельно торцовым плоскостям копира и производить одновременную обработку обеих конусных поверхностей шестерни под углами, заданными копиром.

**Пример 4.** Другое специальное копировальное приспособление, предложенное В. К. Семиным, используется как для наружного обтачивания, так и для растачивания точных конических поверхностей, при этом обеспечивается быстрая установка копировальной линейки на заданный угол с точностью  $1-2''$ , что полностью устраняет необходимость в пробных проходах.

Приспособление располагается на месте резцедержателя токарного станка.

В корпусе 7 по скользящей посадке 2-го класса точности установлена пиноль 8 с закрепленным в ней сухарем 10. Две пружины 6, упирающиеся одним концом в штифт 1, а другим в пробку 5, ввинченную в пиноль 8, создают постоянный контакт между сухарем 10 и копировальной линейкой 12.

При включении продольной подачи суппорт станка вместе с приспособлением движется в направлении передней бабки станка. Сухарь 10 скользит при этом по копировальной линейке 12, закрепленной на ползуне 4, который, в свою очередь, посредством тяги 13 и гаек 15 наглухо соединен со специальным кронштейном 14. Последний установлен на станине станка со стороны задней бабки. Резец закрепляется в резцедержателе 9, который прикреплен к срезанной плоскости пиноли 8. При скольжении сухаря 10 по копировальной линейке 12 резец будет двигаться параллельно образующей копировальной линейки и протачивать на детали конус под заданным углом.



Для точной установки копировальной линейки на заданный угол между упором 2 и штифтом 3 помещают мерные плитки. После этого линейку крепят гайками 11 к ползуну 4 и затем плитки вынимают.

При первоначальной настройке приспособления в патроне токарного станка валик закрепляют и, протачивая его, выверяют линейку 12 до тех пор, пока он не будет иметь отклонения от цилиндричности на длине 100 мм не более 0,005 мм. Затем регулируют упор 2 так, чтобы между ним и штифтом 3 без зазора помещалась мерная плитка (например, в 25 мм). В таком виде приспособление подготовлено для настройки на заданный угол уклона.

## 10. 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—3 мм меньше меньшего диаметра конуса. При обработке конусных поверхностей с большими углами уклонов отверстие перед растачиванием до-

черновой разверткой (рис. 127, б) снимают основную часть припуска. Режущие кромки ее выполнены ступенчатой формы с крупными канавками для дробления стружки. Поверхность отверстия после прохода черновой разверткой обычно грубая (с винтовыми бороздками — следами от зубьев).

Получистовая развертка (рис. 127, в) отличается от черновой тем, что на режущих кромках имеет более мелкие канавки для

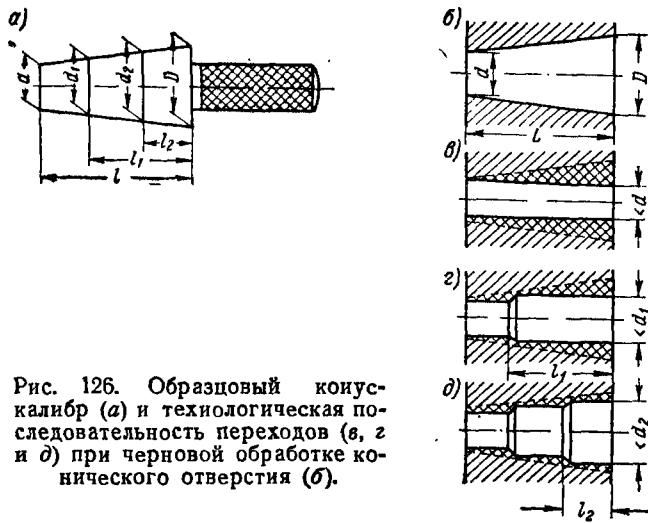


Рис. 126. Образцовый конус-калибр (а) и технологическая последовательность переходов (в, з и д) при черновой обработке конического отверстия (б).

полнительно рассверливается или растачивается уступами. Эта работа выполняется по сопрягаемой детали (калибру или образцовому конусу, например, по рис. 126, а), конусность и размеры которой соответствуют конусности и размерам обрабатываемого отверстия (рис. 126, б). Длину такой сопрягаемой детали-калибра делают на три части и измеряют диаметры  $d$ ,  $d_1$  и  $d_2$  на участках  $l$ ,  $l_1$  и  $l_2$  от правого торца.

Сначала отверстие просверливают сверлом, диаметр которого равен  $d$  — (2—3) мм (рис. 126, в). Затем его рассверливают (или растачивают) сверлом диаметром меньше  $d_1$  на глубину несколько меньшую, чем  $l_1$  (рис. 126, з), и далее сверлом диаметром меньше  $d_2$  на глубину меньшую, чем  $l_2$  (рис. 126, д). 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) обрабатывают зенкерами и развертками. Последовательность обработки конического отверстия сверлом (рис. 127, а) и тремя развертками изображена на рис. 127.

После прохода этой разверткой получается более чистой, но следы винтовых бороздок все же остаются.

Чистовая развертка (рис. 127, г) имеет цельные прямолнейные режущие кромки. Она 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 развертывании конических отверстий меньше, чем при развертывании цилиндрических отверстий. При предварительном развертывании коническими развертками стали и чугуна подача составляет 0,1—0,8 мм/об, а при окончательном — 0,08—0,6 мм/об. Скорость резания разверток из быстрорежущей стали не превышает 6—8 м/мин.

Для получения чистой и гладкой поверхности отверстия конические развертки при работе следует охлаждать. При обработке стали в чугуна в качестве охлаждающей жидкости используют эмульсию или сульфозфрезол из легкого минерального масла; при обработке алюминия кроме этих жид-

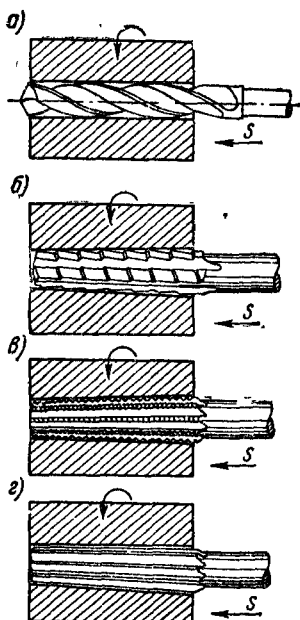


Рис. 127. Схема последовательности обработки конического отверстия сверлом и тремя развертками.

костей применяют также легкое минеральное масло с добавлением 30% касторового масла.

В инструментальных цехах некоторых заводов развертывание конических отверстий производится двухперыми ножами-развертками за один проход после предварительного сверления.

Скорость резания при обработке внутренних конусов двухперыми ножами составляет 25—30 м/мин (с охлаждением эмульсией); подача — ручная ( $s=1-1,5$  мм/об).

Двухперый нож-развертка вытачивается из стыкварной заготовки (хвостовик — углеродистая сталь, а режущая часть — быстрорежущая сталь), фрезеруется, закаливается и затем шлифуется на конус по узким ленточкам.

Режущие кромки двухперого ножа-развертки (табл. 137) образуются при затачивании канавок по его передним граям на заточном станке. Двухперый нож крепится в приспособлении для автоматического сверления или в пинноли задней бабки.

Таблица 137

Двухперые ножи-развертки для обработки конических отверстий под конусы Морзе № 0, 1, 2, 3, 4 и 5

$\nabla 8$  оставшее  
Твердость режущих частей НКС-62-84

Конус Морзе №	$d$	$D$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$L$	$l$	$l_1$	$k$	$c$
0	6,547	9,045	17,980	—	14,059	153	64	78,5	1,5	6,3
1	9,57	12,065	17,980	12,913	14,059	157	67	78,5	2,0	6,3
2	14,73	17,78	31,542	18,73	25,154	215	80	123	2,0	11,9
3	20	23,825	31,542	24,88	25,154	235	97	123	2,5	11,9
4	26,231	31,267	31,542	32,46	25,154	260	120	123	3	11,9
5	38,2	44,399	44,731	—	36,547	320	135	155,5	3	15,9



## 11. ИЗМЕРЕНИЕ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Конические поверхности измеряют угломерами, шаблонами и калибрами. На рис. 128 приведено несколько примеров измерения поверхностей универсальным угломером.

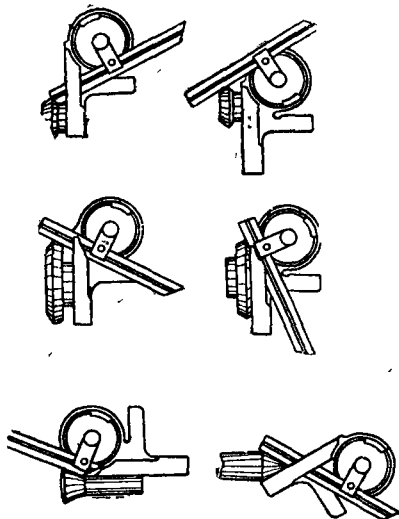


Рис. 128. Примеры измерения конических поверхностей универсальным угломером.

При обработке конуса по образцу пользуются угловым шаблоном (малкой). Такой шаблон может состоять из двух линеек (рис. 129, а) или угольника 1 и линейки 2

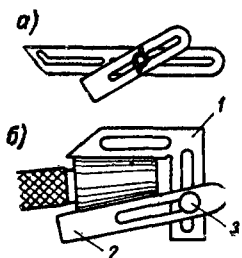


Рис. 129. Угловые шаблоны для измерения конических поверхностей.

(рис. 129, б), снабженных прорезями для соединительного винта 3.

Проверка неотчетливых конических поверхностей фасок, скосов и т. п. производится постоянными шаблонами (рис. 130).

В серийном производстве для контроля конических поверхностей применяют специальные калибры. На рис. 131, а показан конический калибр-втулка для измерения наружных конусов, а на рис. 131, б — калибр-

пробка для контроля конических отверстий. На этих калибрах делают уступы на торцах 1 и 2 или наносятся риски 3, служащие для определения размеров конусности.

При измерении калибр вводят с легким нажимом в отверстие и проверяют, не качается ли он. Отсутствие качания показывает, что угол конуса правилен.

Для точной проверки конусности на измеряемой поверхности детали или на калибре мелом или тонким слоем краски наносят 2—3 линии вдоль образующей конуса. Затем вставляют калибр в деталь и повертывают его на часть 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 рисок 3, или же находится между рисками, значит 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 же, наоборот, обе риски окажутся вне отверстия или ни один из торцов уступа не выйдет из него, значит 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

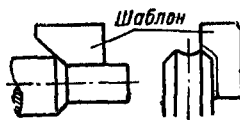


Рис. 130. Шаблоны для измерения конических поверхностей.

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 до контрольной риски калибра с равно 6 мм (рис. 132). Требуется определить, на сколько делений следует повернуть лимб винта поперечной подачи, чтобы за один проход получить от-

верстие с размерами точно по калибру, если шаг винта поперечной подачи равен 4 мм, а лимб винта имеет 80 делений.

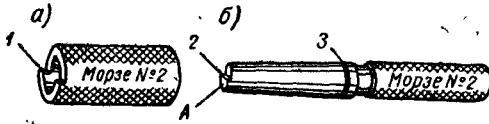


Рис. 131. Конические калибры для проверки наружных и внутренних конических поверхностей.

Решение.

1. Подсчитываем глубину резания:

$$\operatorname{tg} \alpha = t/c = \frac{t}{6};$$

$$t = \operatorname{tg} \alpha \cdot 6 = \operatorname{tg} 8^\circ \cdot 6 = 0,14 \cdot 6 = 0,84 \text{ мм.}$$

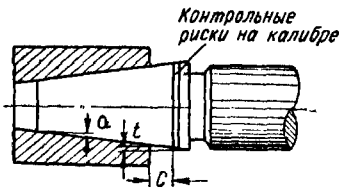


Рис. 132. Схема проверки калибром конусного отверстия, размеры которого меньше заданных.

2. Определяем цену деления лимба:

$$4 \text{ мм} : 80 = 0,05 \text{ мм.}$$

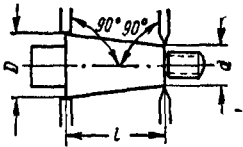


Рис. 133. Схема проверки размеров конической поверхности губками штангенциркуля.

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. 133). При измерении губки должны располагаться под углом  $90^\circ$  к оси детали.

На заводах «Электросталь» и Ленинградском Металлическом для контроля крупных конических поверхностей применяют специальные шаблоны. Шаблон для контроля наружной конической поверхности (рис. 134, а) представляет собой пластину, боковые грани которой образуют конус, соответствующий конусности детали.

При контроле наружной конической поверхности шаблон 1 устанавливается одной гранью на образующую, при этом создается возможность измерения конусной поверхности как цилиндрической с помощью обычного микрометра. Специальная призма 2 обеспечивает осевое и диаметральное направление шаблона.

Чтобы шаблон устанавливался всегда в одном и том же месте — вдоль оси вала, предусмотрен ограничительный упор 3.

Отклонение от параллельности будет указывать на соответствующее отклонение от заданной конусности, а отклонение от размера  $A$  — на величину отклонения диаметральных размеров детали.

При контроле внутренней конусной поверхности (рис. 134, б) используется аналогичный шаблон 2. Его центрирование производится распорным стержнем 1. Фиксация положения шаблона вдоль оси обеспечивается упором 3. Технологический размер  $B$  измеряется с помощью нутромера.

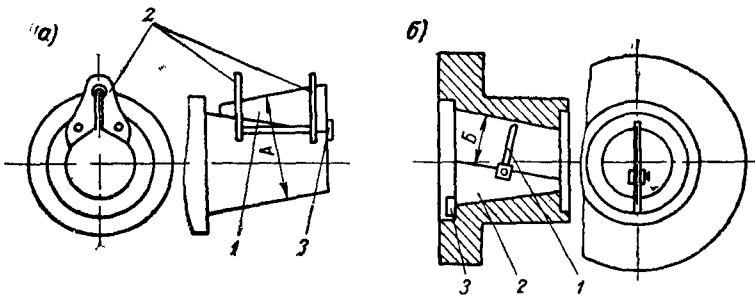


Рис. 134. Применение шаблонов для контроля крупных конических поверхностей.

**ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**1. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Таблица 138

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 копирного 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
Специальными кольцеобразными и подобными им режущими инструментами	Обработка сферических поверхностей	Способ простой, но не универсальный
Нормальными резцами при помощи копирных приспособлений	Обработка различных фасонных поверхностей	Способ весьма производительный, кроме того, он обеспечивает высокое качество поверхностей и точность обработки. При наличии на станке копирного приспособления возникает необходимость лишь в изготовлении копира

## 2. ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ФАСОННЫМИ РЕЗЦАМИ

**Фасонные резцы.** Для обработки сравнительно небольших фасонных поверхностей (шириной до 40—60 мм) различного профиля применяют фасонные резцы, режущие кромки которых имеют криволинейную фор-

манках более широкими плоскими резцами (шириной до 150 мм).

Особенностью конструкции дискового фасонного резца является то, что его передняя поверхность располагается ниже оси

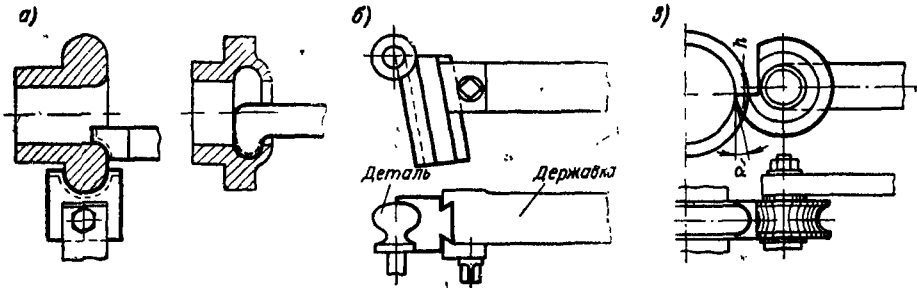


Рис. 135. Фасонные резцы разных типов.

му, соответствующую профилю обрабатываемой детали.

Фасонные резцы бывают трех типов — плоские, призматические и дисковые.

Плоские фасонные резцы (рис. 135, а) обычно используются для обработки небольших партий деталей. В серийном и крупносерийном производстве применяются

резца на величину  $h^*$ . Если этого не сделать, то фасонный резец будет иметь задний угол  $\alpha=0^\circ$  (рис. 136, а).

Величина  $h$  определяется из треугольника  $AOC$  (рис. 136, б):

$$h = \frac{D}{2} \sin \alpha. \quad (43)$$

Значения  $h$  при некоторых значениях  $D$  и  $\alpha$  указаны в табл. 139.

Таблица 139

Величина понижения передней поверхности дискового резца относительно его центра

Задний угол резца $\alpha^\circ$	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.

\* Вследствие этого профиль резца получает некоторое искажение, т. е. он отличается от профиля резца в диаметральной плоскости. Определить необходимое искажение, которое должно быть заранее придано резцу, можно расчетом или специальным построением. Подробнее об этом см. в учебниках по резанию металлов и режущему инструменту.

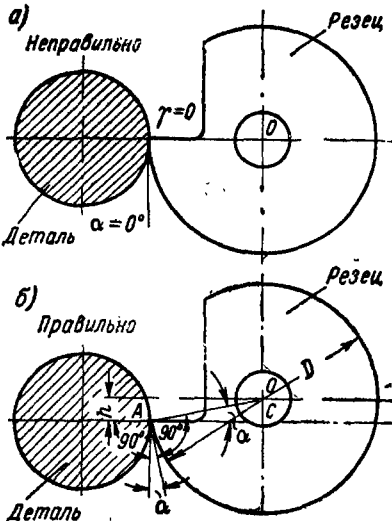


Рис. 136. Правильная и неправильная конструкции дискового фасонного резца.

призматические (рис. 135, б) и дисковые (рис. 135, в) фасонные резцы, допускающие большое количество переточек без искажения их профиля.

Обычно ширина фасонных резцов не превышает 40—60 мм, и только весьма жесткие детали обрабатывают на мощных и крупных

Для получения правильного профиля детали необходимо режущую кромку фасонного резца располагать точно по оси центров станка.

Фасонные резцы для обработки широких поверхностей рекомендуется устанавливать в пружинных державках.

Наибольшая производительность труда достигается при разделении обработки фасонной поверхности на черновую и чистовую.

Черновой обработкой выполняется при высоких режимах резания, а чистовая — при высокой стойкости резцов, что дает возможность обтачивать резцом большее количество деталей.

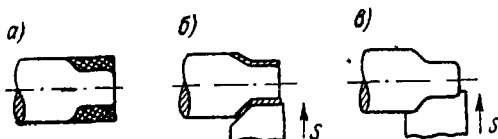


Рис. 137. Схема обработки фасонной поверхности черновым и чистовым резцами.

На рис. 137 приведена схема обработки фасонной поверхности (рис. 137, а) двумя резцами: черновым (рис. 137, б) и чистовым (рис. 137, 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.

Простая форма чернового фасонного резца облегчает и удешевляет его изготовление, а наличие у него переднего угла  $\gamma > 0^\circ$  дает возможность работать им 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, обтачиваемой резцом, получает искажение.

Режимы резания при работе фасонными резцами. Поддачи 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, а меньшие значения — при обтачивании 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, а меньшие — при обтачивании более твердых сталей и при больших подачах.

При высоких требованиях к чистоте поверхности точение фасонной поверхности рекомендуется завершать при весьма малой скорости резания (менее 4 м/мин).

Обработка галтелей. Среди фасонных поверхностей небольших размеров, обрабатываемых на токарных станках фасонными резцами, значительную часть составляют так называемые галтели, представляющие собой криволинейные (радиусные) поверхности вращения, служащие переходом от одной поверхности к другой.

В зависимости от размеров и назначения детали величина радиуса ( $R$ ) галтелей колеблется в пределах от 2—5 до 50—100 мм.

Технология обработки галтелей (табл. 140) определяется размерами и требованиями к качеству их поверхности.

Таблица 140

### Основные способы обработки галтелей фасонными резцами

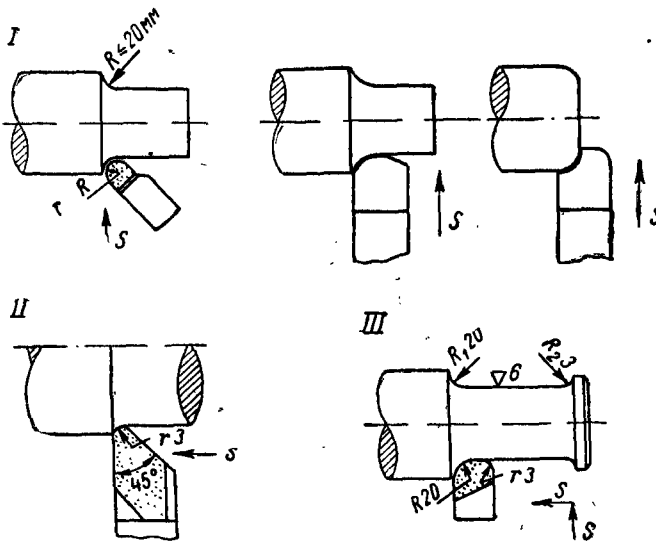
#### Обработка галтелей с радиусами $R \leq 20$ мм

Галтели радиусом  $R \leq 20$  мм обтачиваются фасонными резцами чаще всего при радиальной подаче (поз. I).

В поз. II показан пример чистовой обработки галтелей с радиусами закругления от 2 до 5 мм на валах крупных электрических машин (завод «Электросила») при продольной подаче твердосплавного резца с  $r = 2—5$  мм, при этом резец обтачивает галтель в конце чистового прохода шейки малого диаметра, что исключает необходимость в самостоятельном переходе для обработки галтели. Этими же резцами можно пользоваться и при подрезании торцов.

На Уралвагонзаводе вагонные оси обрабатываются комбинированными фасонными резцами. Ими можно производить чистовое обтачивание цилиндрической поверхности и двух галтелей  $R_1 = 20$  мм и  $R_2 = 3$  мм (поз. III).

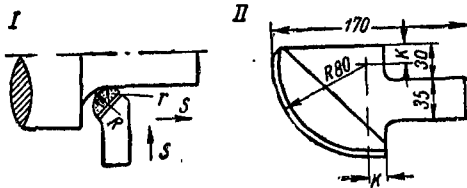
Вначале обтачивают галтель малого радиуса при поперечной подаче, а затем шейку и галтель большого радиуса при продольной подаче резца.



#### Обработка галтелей с радиусами $R > 20$ мм

При обтачивании галтелей больших радиусов ( $R > 20$  мм) фасонными резцами таких же радиусов во избежание вибраций приходится применять весьма малые подачи. Поэтому более целесообразным является использование резцов с  $r < R$  (поз. I). В этом случае галтели обтачиваются при автоматической продольной подаче и ручной подаче поперечных салазок суппорта. Точность обработки при этом сравнительно невысокая.

На заводах тяжелого машиностроения фасонными резцами обрабатываются галтели радиусом до 80 мм. Сначала производится обдирка фасонным резцом, радиус которого на 10 мм меньше радиуса галтели. После обдирки на галтели остается



припуск 0,4—0,8 мм на сторону. Затем после чистового подрезания торца галтель обтачивается начисто (при обратном вращении детали) быстрорежущим фасонным резцом, установленным в пружинной державке (поз. II).

Резец имеет прямолинейную режущую кромку К. Торцы тяжелых деталей обрабатывают прямолинейной режущей кромкой К. Кроме того, кромка К предохраняет от врезания в шейку.

Передний угол резца принимают равным 0—6° при обработке легированных твердых сталей и 6—15° — вязких сталей.

Чистовую обработку галтели производят после обтачивания шеек при ручной подаче, начиная от торца, путем постепенного врезания по радиусу до сопряжения с шейкой. Радиус галтели систематически контролируют шаблоном. Если на поверхности галтели появляются следы вибраций, то обтачивание осуществляют по частям.

Работа галтельными резцами производится при ручной подаче.

Резцы для черновой обработки галтели при прямом вращении шпинделя устанавливают ниже центра на 2—5 мм, в зависимости от диаметра обрабатываемой поверхности. Резцы для чистовой обработки при обратном вращении шпинделя располагают в пружинной державке выше центра на 1—5 мм во избежание врезания в деталь.

### 3. ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НОРМАЛЬНЫМИ РЕЗЦАМИ ПРИ ПОМОЩИ ПОВОРОТНЫХ И ПОВОДКОВЫХ УСТРОЙСТВ

На рис. 138 приведены примеры сферических (1—6) и радиусных (7 и 8) поверхностей вращения средних размеров, с обработкой которых часто приходится встречаться токарю. Поверхности этого типа наиболее удобно обрабатывать при помощи различного рода поворотных (табл. 141) и поводковых (табл. 142) устройств.

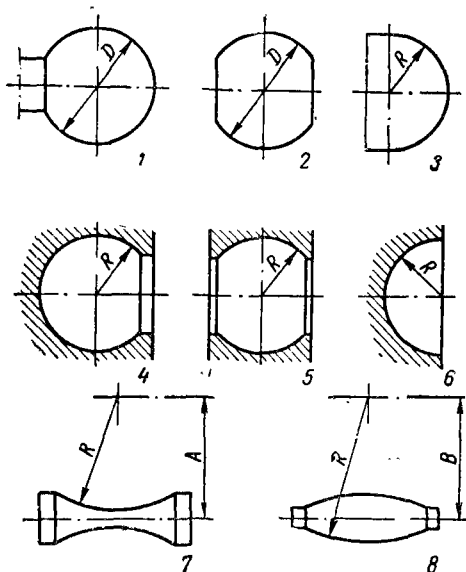


Рис. 138. Типовые сферические и радиусные поверхности, обрабатываемые на токарных станках.

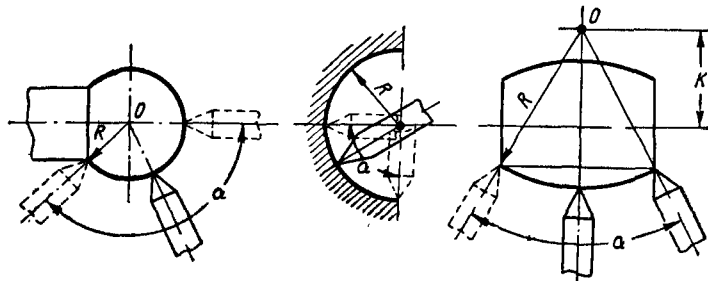
Таблица 141

#### Поворотные устройства для обработки сферических и радиусных поверхностей вращения на токарных станках

##### Общая характеристика поворотных устройств

Поворотные устройства, применяющиеся для обработки сферических поверхностей, разделяются на стационарные типа поворотных столов и съемные типа специальных резцедержателей и оправок.

Общим принципом работы подобных устройств является то, что при вращении поворотной части специального резцедержателя или стационарного стола вокруг своей оси вершина резца перемещается по дуге окружности на некоторый угол  $\alpha$ . Величина радиуса этой окружности регулируется перемещением резцедержателя или же вылетом резца.

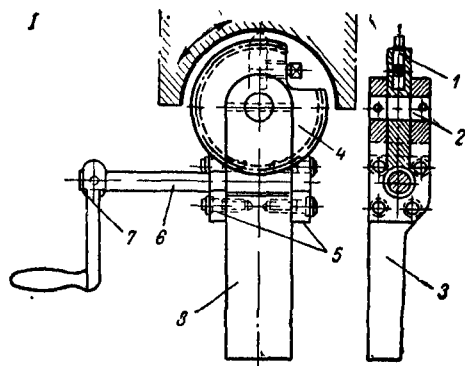


В зависимости от положения центра вращения (обозначен буквой  $O$ ) по отношению к линии центров станка (размер  $K$ ) и к положению вершины резца можно обрабатывать различные сферические поверхности.

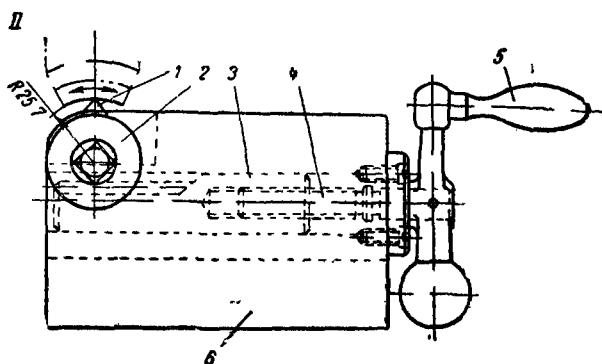
Применение подобных приспособлений обеспечивает высокую производительность и хорошее качество поверхностей.

### Съемные поворотные приспособления типа резцедержателей и оправок

К съемным поворотным приспособлениям относятся сложные резцедержатели для обработки небольших радиусных выточек, галтелей и др.

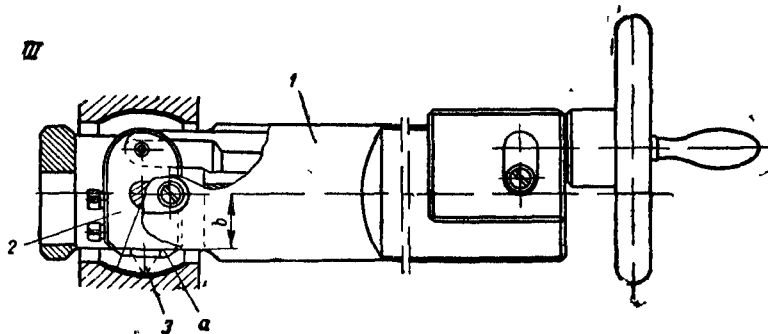


В поз. I показано простейшее поворотное приспособление, в проушине державки 3 которого расположено червячное колесо 4, сцепляющееся с червяком 6. Червячное колесо вращается на пальце 2, а червяк — в подшипниках 5. Вращая червяк при помощи рукоятки 7, поворачивают червячное колесо и вместе с ним резец 1; при этом растачивается внутренняя сферическая поверхность, радиус которой регулируется величиной вылета резца 1. Приспособление закрепляется в резцедержателе станка за хвостовик 8.



Аналогичное приспособление, предложенное токарем Гомельского станкостроительного завода им. С. М. Кирова Жаровня, представлено в поз. II. Оно предназначено для протачивания выточки радиусом  $R = 25,7$  мм на ободу червячной шестерни. Это приспособление, как и описанное выше, устанавливается и закрепляется в резцедержателе суппорта станка за хвостовую часть 6. Вращение резца осуществляется при помощи рукоятки 5, сообщаемой через вит 4 поступательное перемещение рейке 3. Последняя находится в сцеплении с зубчатым колесом 2, в котором смонтирован резец 1.

В поз. III приведен общий вид съемного приспособления для растачивания внутренних сферических поверхностей, применяемого на заводах бумагоделательного оборудования.

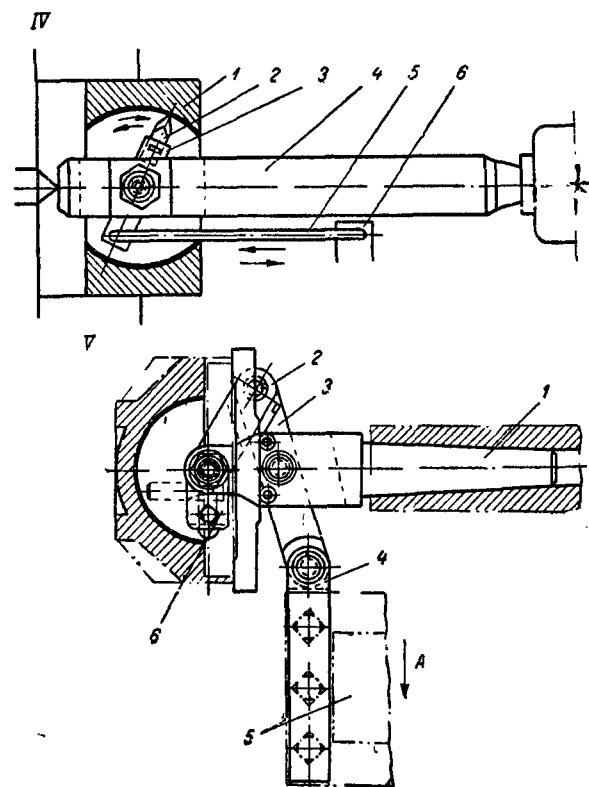




Приспособление устанавливается в резцедержателе токарного станка за хвостовик корпуса 1. Резец 3 закрепляется в поворотном резцедержателе 2 борштанги. Для точной установки инструмента, что очень важно для получения правильного шара, у резцедержателя сделана специальная площадка *a*, расположенная на строго определенном расстоянии *b* от центра вращения резцедержателя борштанги. С помощью измерительных плиток можно точно установить резец для обработки шаровой поверхности заданного радиуса. Борштангу при этом располагают так, чтобы ось вращения детали находилась строго на оси вращения поворотного резцедержателя 2.

С помощью подобного приспособления, как показал опыт, можно растачивать сферические поверхности по 3-му классу точности.

Две конструкции съемных поворотных приспособлений, устанавливаемых в центрах и в пиноли задней бабки, приведены в поз. IV и V.



В поз. IV показано приспособление, предложенное токарем Захаровым. Обрабатываемая деталь 1 располагается в патроне или на планшайбе токарного станка. В предварительно расточенное цилиндрическое отверстие детали вводится оправка 4, одним концом закрепленная в конусе пиноли задней бабки, а другим опирающаяся на вращающийся центр передней бабки. Расточной резец 2 устанавливается в державке 3, шарнирно закрепленной в передней части оправки 4. К державке прикреплена тяга 5, связанная с колдочкой 6 на суппорте.

При вращении шпинделя станка включают автоматическую продольную подачу суппорта, и тяга 5 поворачивает державку 3 с резцом вокруг ее оси, при этом режущая кромка резца перемещается по радиусу, величина которого определяется расстоянием от оси вращения державки до вершины резца, и регулируется перемещением резца в державке. Равномерное вращение резца обеспечивает хорошую чистоту внутренней сферической поверхности.

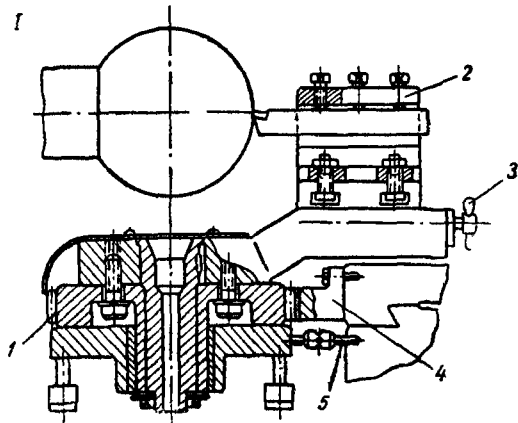
Аналогичное приспособление приведено в поз. V. Здесь круговая механическая подача сообщается резцу не от механической поперечной подачи станка, как в предыдущем приспособлении. Державка 1 устанавливается в пиноли задней бабки. При передвижении поперечного суппорта 5 в направлении стрелки *A* рычажная система, состоящая из вилки 4 и тяг 3 и 2, перемещает по радиусу резцедержатель 6 с резцом.

Это приспособление обеспечивает плавный ход резца; обрабатываемая поверхность получается чистой, без рисок и царапин в пределах 3-го класса точности.

### Стационарные приспособления типа поворотных столов

Стационарные поворотные устройства представляют собой специальные или универсальные поворотные столы с перемещающимися по ним в поперечном направлении резцедержателями. Такие столы устанавливаются вместо поперечных суппортов на каретках суппортов или непосредственно на станинах станков.

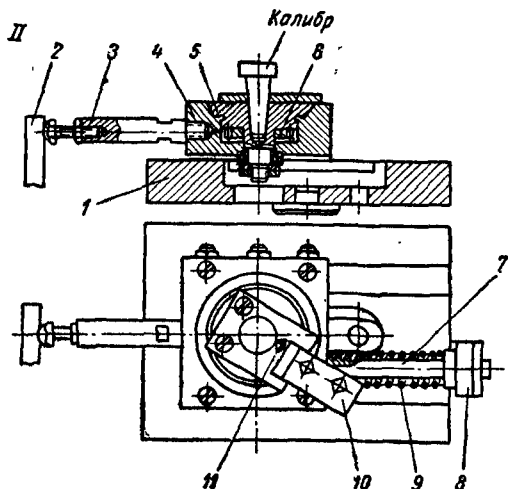
При вращении стола вокруг своей оси вершина резца перемещается по дуге окружности. Величина радиуса этой окружности регулируется перемещением резцедержателя или же вылетом резца. Круговая подача резца в таких приспособлениях может быть как ручной, так и механической.



В поз. I показано подобное приспособление для обработки сферических поверхностей штоков механических прессов (диаметром до 400 мм), в котором круговое движение резца осуществляется путем механической подачи поперечного суппорта. Со станка снимают верхний суппорт с резцедержателем и на его место ставят приспособление, в котором зубчатое колесо 1 сцепляется со специальной зубчатой рейкой 4, закрепленной на боковой поверхности поперечного суппорта.

После регулировки зазоров в зацеплении зубчатого колеса с рейкой приспособление крепят к продольному суппорту при помощи шпилек 5. Для обтачивания шаровой поверхности продольный суппорт вместе с приспособлением подводят к предварительно грубо обработанной детали, после чего корпус приспособления жестко закрепляют на направляющих станины. При включении поперечной подачи рейка приводит во вращение зубчатое колесо вместе с резцедержателем 2. Глубина резания регулируется вручную маховичком 3. Благодаря механической подаче резец вращается плавно, и шаровая поверхность получается правильной геометрической формы.

Приспособление можно использовать также для расточки неглубоких внутренних шаровых поверхностей, если в его центральное отверстие вставить оправку с резцом, а конец оправки закрепить в резцедержателе.



В. К. Семинским предложено и внедрено в производство высокопроизводительное приспособление аналогичного типа (поз. II) для чистовой обработки сферических поверхностей небольших диаметров при механической подаче суппорта в продольном направлении.

Основными деталями приспособления являются: основание 1, устанавливаемое на место снятых верхних салазок, головка 4, соединенная с основанием посредством ласточкина хвоста, стол 5, помещенный в расточенное отверстие головки 4, упор 3, упорная стойка 2, упор 8 на основании 1, рейка 7, пружина 9, шестерня 6 и резцедержатель 10.

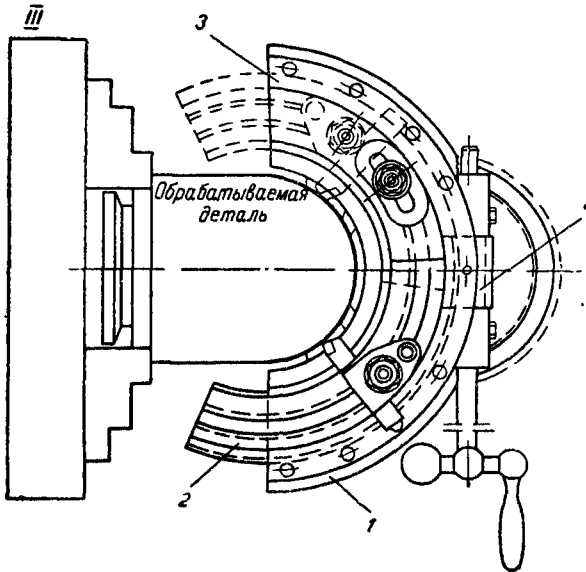
упор 8 на основании 1, рейка 7, пружина 9, шестерня 6 и резцедержатель 10.

Приспособление работает следующим образом. При пуске станка включается продольная подача, и суппорт начинает двигаться в направлении к передней бабке, при этом упор 3, перемещаясь вместе с приспособлением, установленным на суппорте, встречает на своем пути упорную стойку 2 и останавливает продвижение головки 4. Основание 1, продолжая двигаться вместе с суппортом, посредством упора 8 сообщает продольное движение рейке 7, которая пружиной 9 постоянно прижимается к упору 8. Рейка, перемещаясь, поворачивает шестерню 6, а вместе с ней и стол 5 с резцедержателем 10, при этом резец 11, закрепленный в резцедержателе, обрабатывает сферу по заданному радиусу.

Приспособление должно быть установлено точно по оси станка, что достигается с помощью центра, который вставляется в конусное гнездо стола 5.

Для настройки резца по заданному радиусу служит калибр, устанавливаемый так же, как и центр, в конусное гнездо стола.

Приспособление обеспечивает высокую производительность при чистовом обтачивании сферических поверхностей. Например, при обтачивании шарового пальца диаметром 30 мм машинное время составляет 8—10 сек.



В поз. III показан универсальный суппорт, применяемый при обработке сферических и радиусных поверхностей.

Основание суппорта изготовлено в виде полукольца, в котором выполнена кольцевая направляющая 1 типа ласточкина хвоста. По ней червяком 4 (с помощью червячной рейки, образованной на наружной поверхности ползуна) перемещается ползун 2. Плавность хода ползуна регулируется путем поджатия полукольца 3.

Универсальный суппорт устанавливается на площадку поперечного суппорта на место поворотной каретки и крепится теми же болтами, что и каретка. Располагается он в двух положениях: перпендикулярно оси станка и вдоль его оси.

Сначала суппорт устанавливают по высоте центров станка, а затем по его оси в горизонтальной плоскости. Установка ведется путем перемещения поперечного суппорта до требуемого положения, когда ось вращения поворотного стола  $O$  будет лежать на осевой линии центров станка. После этого суппорт закрепляют фиксирующим устройством. Затем устанавливают на определенный радиус резец (на конце ползуна) и начинают обработку сферической поверхности, при этом подача осуществляется путем перемещении ползуна, а глубина резания — продольного суппорта. Глубина резания, так же как и скорость, будет переменной.

Имеются два вида подачи:

1) ручная, когда суппорт установлен вдоль оси станка; в этом случае с помощью ручки, насаженной на конец червяка, ему придается вращение, вследствие чего ползун перемещается по кольцевой направляющей;

2) механическая, когда суппорт располагается перпендикулярно оси станка (этот случай показан на рисунке); вместо ручки надевается шестерня, которая через паразитную шестерню получает вращение от шестерни, насаженной на валик (валик вставлен вместо поперечного винта и получает вращение от механизма фартука станка).

При помощи универсального суппорта можно выполнять также и другие виды обработки: проточку, расточку, подрезку и отрезку. Он обеспечивает обработку деталей по 3-му и 2-му классам точности.

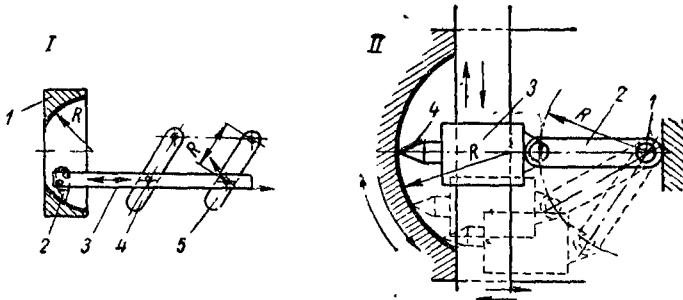
### Поводковые устройства для обработки сферических и радиусных поверхностей вращения на токарных станках

Общая характеристика поводковых устройств  
 Принципиальные схемы поводковых устройств приведены в поз. I и II. Кинематическая схема поводкового устройства в поз. I представляет собой шарнирный параллелограмм с подвижными звеньями 3, 4 и 5.

Если длина звеньев 4 и 5 равна  $R$ , то при повороте их на угол  $\alpha$  любая точка звена 3, а следовательно, и резец 2, закрепленный на конце звена 3, будет описывать дугу с углом  $\alpha$  и радиусом  $R$ . Соответственно и в детали 1 будет расточена сферическая поверхность радиусом  $R$ .

При другой схеме (поз. II) поводок 2 связывает верхнюю часть суппорта 3 с неподвижной осью 1. Расстояние между отверстиями поводка  $l=R$ . Если отключить продольную подачу и перемещать только верхнюю часть суппорта, то резец 4 будет растачивать сферу радиусом  $R$ .

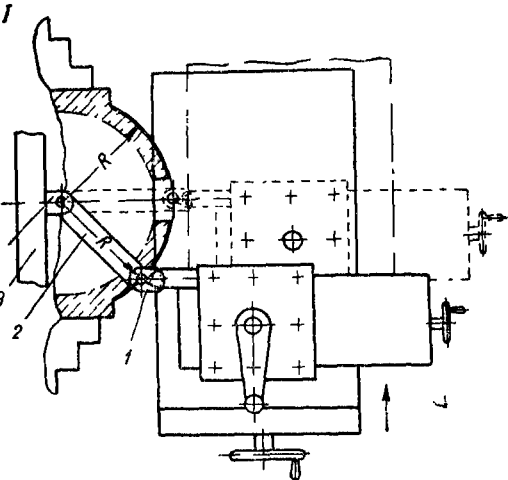
В обоих случаях криволинейное перемещение режущей кромки получает не путем вращения реза вокруг оси, проходящей через центр кривой, описываемой режущей кромкой реза 4, а путем параллельного перемещения его (см. последовательные положения реза в поз. II), при этом резец работает разными точками своей режущей кромки.



Для получения правильного профиля он должен быть заточен по правильной окружности (с радиусом  $r$ ). Для устранения появляющихся искажений при наличии радиуса  $r$  закругления вершины реза необходимо увеличивать или уменьшать длину поводка  $l$  (на величину радиусов закругления:  $l=R \pm r$ ). Знак «+» берется при обработке наружных, а знак «-» при обработке внутренних поверхностей.

Учитывая изменяющиеся условия резания и трудности, связанные с осуществлением правильной заточки реза, поводковые устройства для обработки поверхностей, описанных небольшими радиусами, не применяют. Их используют при обработке неотчетливых сферических поверхностей, описанных довольно значительным радиусом, в условиях единичного и мелкосерийного производства.

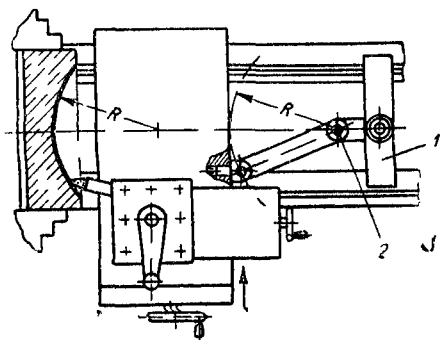
### Поводковые устройства шарнирно-рычажного типа нерегулируемые



В поз. I—III приведены три примера конструкции простейших поводковых устройств шарнирно-рычажного типа для обработки сферических и радиусных поверхностей.

Приспособление для обработки выпуклых сферических поверхностей больших радиусов (поз. I) устроено следующим образом. Под патроном станка на направляющих станины с помощью болтов закреплена планка 3. В ней на резьбе установлена вилка 4, расположенная по оси шпинделя. В подвижной части верхнего суппорта также на резьбе смонтирована вилка 1. Вилки соединены шарниром 2. Расстояние между центрами отверстий серьги равно

II

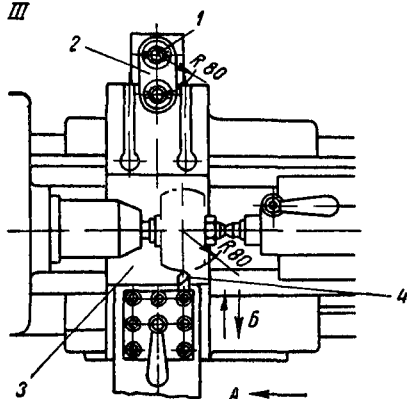


радиусу, по которому следует обрабатывать поверхность детали.

При наладке приспособления центр отверстия вилки 1 уста навливают таким образом, что бы линия центров станка, совпадающая с осью обрабатываемой детали, проходила через вершину закрепленного в резцедержателе проходного резца.

С помощью верхнего суппорта резец подают на требуемую глубину резания, после чего включают поперечную подачу, при этом вершина резца обтачивает деталь, перемещаясь по радиусу, равному расстоянию между осями отверстий поводка 2.

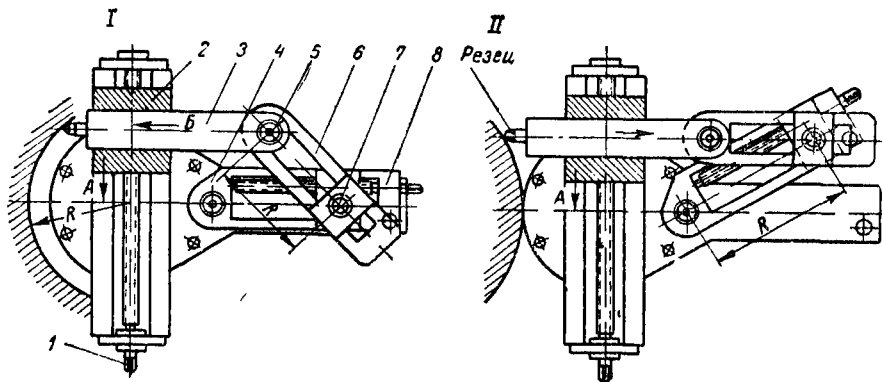
III



Приспособление для обработки вогнутых наружных сферических поверхностей больших радиусов показано в поз. II. В этом случае планка 1 с вилкой 2 тоже закреплены на направляющих станины станка, но только с другой стороны суппорта. Обработка производится так же, как и в предыдущем случае.

В поз III изображено приспособление для обработки сферической поверхности шкива. При перемещении суппорта по стрелке А поводок 2 вращаясь вокруг неподвижной оси 1 сдвигает каретку 3, а вместе с ней и резец 4 по стрелке Б. Вершина резца при этом описывает дугу радиусом  $R=80$  мм.

Поводковые устройства шарнирно-рычажного типа универсальные регулируемые



В поз. I и II показано универсальное поводковое устройство к токарным станкам с высотой центров 200—300 мм, позволяющее обрабатывать как вогнутые, так и выпуклые сферические поверхности с различными радиусами (в пределах, определяемых конструкцией приспособления).

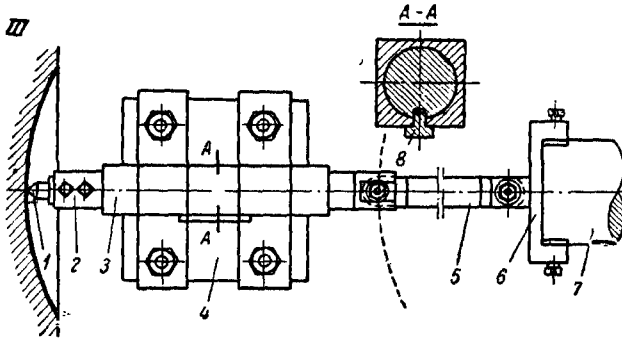
Приспособление жестко крепят на станине вместо поворотной части суппорта. Корпус приспособления имеет направляющие, по которым с помощью винта 1 передвигается каретка 2 с квадратным отверстием. В это отверстие устанавливается квадратная штанга 3 с закрепленным в ней резцом. Штанга может свободно перемещаться по стрелке Б. Она связана с корпусом приспособления шарнирной системой, состоящей из двух направляющих 6 и 8. Расстояние между шарнирами этой системы может изменяться.

При обработке вогнутой сферической поверхности (поз. I) направляющую 8 с помощью стопора неподвижно закрепляют на корпусе приспособления. При вращении винта каретка передвигается по направляющим корпуса к центру сферической поверхности по стрелке А, а вершина резца описывает дугу, радиус которой равен расстоянию между осями шарниров 5 и 7. Радиус обрабатываемой сферы регулируют перемещением шарнира 7 вдоль направляющей 6.

При обработке выпуклой сферической поверхности (поз. II) направляющую 6 (см. поз. I) жестко крепят в среднем положении и лишают ее возможности поворачиваться вокруг оси шарнира 5. Направляющую 8 освобождают от стопора, и она может вращаться вокруг оси шарнира 4. При вращении винта 1 каретка приспособления движется к центру сферической поверхности по стрелке А, но квадратная штанга с закрепленным в ней резцом будет перемещаться не вперед, как при обработке вогнутой сферы, а назад, и вершина резца будет описывать дугу радиусом R, равным расстоянию между осями шарниров 4 и 7.

Приспособление имеет шкалу для установки величины радиуса обрабатываемой сферы.

На Уралмашзаводе применяется простое приспособление (поз. III), позволяющее очень быстро переналадить токарный станок для обработки вогнутых сферических поверхностей. Для этого не нужно свивать с суппорта станка его поворотную часть. Направляющая приспособления 3 крепится непосредственно в резцедержателе 4 с помощью планок и бодтов.



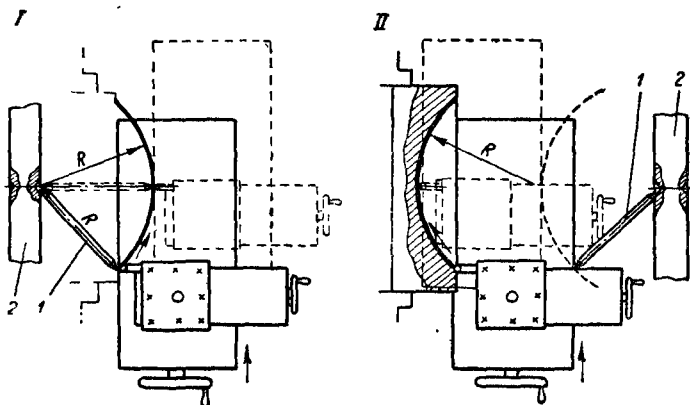
Внутри направляющей установлена и может свободно перемещаться штанга 2 с закрепленным в ней резцом 1. Штанга с помощью тяги 5 шарнирно соединена со скобой 6 на пиноли 7 задней бабки станка. Чтобы штанга не проворачивалась, в направляющей устанавливается шпонка 8.

При поперечной подаче суппорта к центру сферической поверхности штанга с резцом идет вперед, а вершина резца движется по дуге окружности, радиус которой зависит от длины тяги 5. Имея набор тяг различной длины, с помощью этого приспособления можно обрабатывать сферические поверхности различного радиуса.

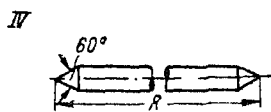
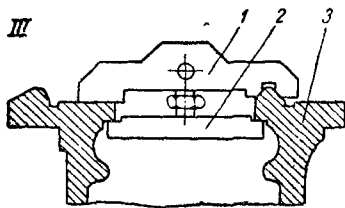
### Поводковые устройства с мерными стержнями (штихмасами)

Широко известен способ обработки наружных и внутренних сферических поверхностей больших радиусов ( $R > 100$  мм) при помощи мерных стержней (штихмасов). Принципиально он не отличается от описанных выше способов обработки сферических поверхностей при помощи мерных (сменяемых) поводков. Вместо сменного поводка, расстояние между отверстиями которого равно радиусу обрабатываемой поверхности, в устройствах рассматриваемого типа применяются мерные остроконечные стержни длиной, равной заданному значению  $R$ .

В поз. I показана настройка станка для обработки выпуклой сферической поверхности радиусом  $R$ . В этом случае между специальным упором 2, закрепляемым на станине слева от каретки, и поперечным суппортом станка устанавливается мер-



ный штихмас 1, длина которого равна радиусу  $R$ . Вначале штихмас становится «на перекося», и резец подводится к большому диаметру детали. При автоматической подаче поперечного суппорта штихмас поворачивается относительно своего левого конца и отжимает каретку суппорта влево. Резец при этом описывает кривую радиусом  $R$  и обтачивает сферическую поверхность. Если обтачивается вогнутая поверхность (поз. II), то штихмас 1 должен упираться в упор 2 или в плиту задней бабки, расположенные справа от каретки.



Упор 1 устанавливается на направляющих станины 3 и крепится снизу планкой 2 как люнет (поз. III). В упоре предусмотрены углубления для мерного штихмаса, изготовляемого из прутка диаметром 12—15 мм с остро заточенными концами (поз. IV).

Мерный штихмас легко может выточить сам токарь. При наладке станка нужно следить за тем, чтобы конец штихмаса со стороны упора находился под воображаемым центром окружности радиусом  $R$ . Для этого в процессе наладки сферическую поверхность первой детали контролируют шаблоном и, проворачивая резцедержатель (фиксаторы его удаляются), находят такое положение резца, при котором сфера будет иметь требуемый радиус.

#### 4. ОБРАБОТКА СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СПЕЦИАЛЬНЫМИ КОЛЬЦЕОБРАЗНЫМИ И ПОДОБНЫМИ ИМ РЕЖУЩИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Таблица 143

Основные способы обработки сферических поверхностей специальными кольцеобразными и подобными им режущими инструментами

##### Общие схемы обработки сферических поверхностей специальными кольцеобразными и подобными им режущими инструментами

Обработка сферических поверхностей специальными кольцеобразными режущими инструментами основана на известном положении, что сечение шара плоскостью представляет собой круг.

По такому принципу можно обрабатывать как внутренние сферические (шаровые) поверхности (поз. I), так и наружные (поз. II). Инструментом служат специальные резцовые головки.

Схема обработки внутренней сферической поверхности таким инструментом на токарном станке приведена в поз. I. При взаимном вращательном движении резцовой головки 2 и детали 1 происходит формирование шаровой поверхности радиусом  $R$ .

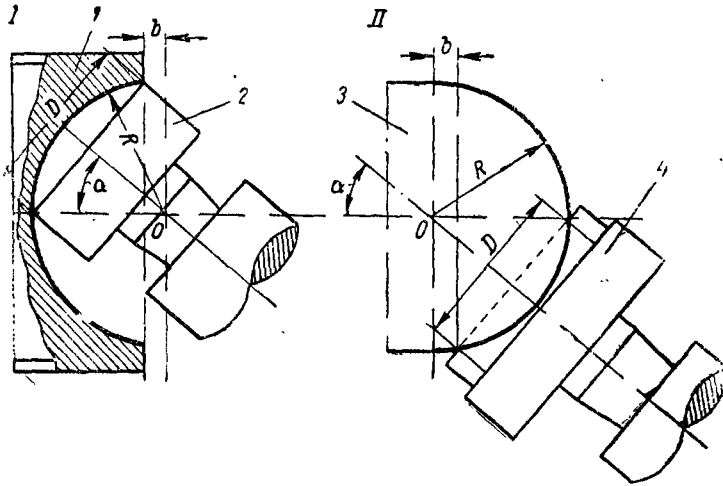
Шпиндель резцовой головки устанавливается под углом  $\alpha$ , величина которого определяется из построения, приведенного на рисунке:

$$\sin \alpha = \frac{1}{2R} \sqrt{2R(R-b)}; \quad (44)$$

$$D = \sqrt{2R(R-b)}, \quad (45)$$

где  $R$  — радиус обрабатываемой поверхности, в мм;

$b$  — расстояние от центра сферы до плоскости разреза, в мм.



Так, например, при радиусе сферы  $R=60$  мм и  $b=10$  мм угол  $\alpha$  и диаметр резцовой головки будут иметь следующие значения:

$$\sin \alpha = \frac{1}{2 \cdot 60} \sqrt{2 \cdot 60(60 - 10)} = 0,6455,$$

откуда  $\alpha = 40^\circ 12'$ , а

$$D = \sqrt{2 \cdot 60(60 - 10)} = 77,46 \text{ мм.}$$

В поз. II приведена аналогичная схема обработки наружной сферической поверхности 3 кольцеобразным инструментом (резцовой головкой) 4.

Для обработки сферических поверхностей по этому методу необходимо специальное приводное устройство, сообщающее вращение режущему инструменту. Устройство это монтируется на поперечном суппорте. Оно состоит из шпиндельной бабки



Продолжение табл. 143

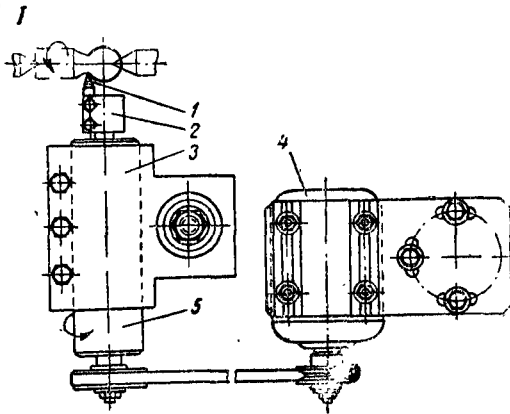
с режущим инструментом и электродвигателя, расположенных на одной плите. Обрабатываемая деталь закрепляется в патроне токарного станка, шпинделю которого сообщается медленное вращение.

Возможна и другая схема установки: резцовая головка (или другой режущий инструмент) крепится на шпинделе станка, а обрабатываемая деталь — в шпиндельной бабке устройства.

Более подробные сведения о рассматриваемом методе обработки сферических поверхностей приведены в специальной литературе.

### Примеры настройки токарных станков для обработки сферических поверхностей кольцеобразными инструментами

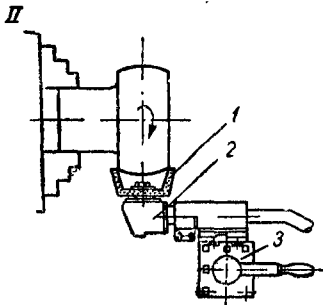
В. К. Семиным предложено специальное устройство для чистовой обработки сферических поверхностей вращающейся однорезцовой головкой (поз. I).



Приспособление работает следующим образом. С помощью лимба верхних салазок суппорта станка, повернутых на  $90^\circ$  по направлению движения часовой стрелки, устанавливают необходимую глубину резания. Затем включают электродвигатель 4, приводящий в движение шлифовальный шпиндель 5 в корпусе 3 и резцедержатель 2 с резцом 1. Одновременно сообщают вращение детали, сферическая поверхность которой предварительно отточена. Чистовая обработка завершается после того, как деталь сделает немного больше, чем один оборот (при наименьшем возможном числе оборотов на станке). Иногда осуществляют специальные мероприятия, позволяющие понизить нижний предел чисел оборотов.

По аналогичной схеме сферические поверхности обрабатываются двухрезцовой вращающейся головкой.

На Ленинградском Металлическом заводе точные сферические поверхности вкладышей и обойм крупных опорно-упорных подшипников обрабатывают после предварительного точения по приведенной выше схеме шлифованием на токарном станке чашечным кругом.

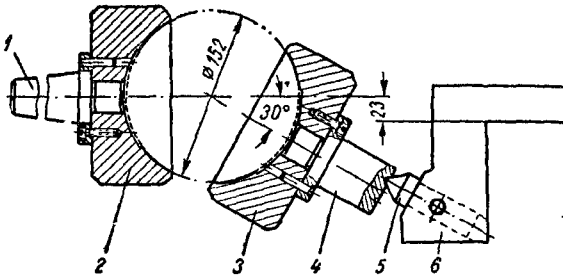


В поз. II показана схема установки на токарном станке универсального шлифовального приспособления 2 с чашечным кругом 1 (созданного на базе известной электрошлифовальной машинки И-54) для чистовой обработки наружных сферических поверхностей вкладышей диаметром от 200 мм с шириной шарового пояса не более 100 мм.

Приспособление закрепляется в резцедержателе 3.

### Притирка точных сферических поверхностей

При помощи кольцеобразных притиров на токарных станках может производиться притирка точных сферических поверхностей.



Притир 3 установлен на оправке 4, хвостовик которой имеет на торце три сферических углубления, расположенных на различных радиусах. В одно из этих углублений упирается сферический центр 5 в державке 6, закрепленной в резцедержателе токарного станка.

Перед началом работы рабочие поверхности притиров растачивают на месте по радиусу, равному радиусу сферы притираемого шара, так, чтобы  $\frac{1}{3}$  поверхности последнего входила в притир, а ширина рабочего пояса притира не превышала 10—15 мм.

Деталь (шар) зажимают между двумя притирами и включают станок. На поверхность притираемого шара наносят карбид бора, разведенный в керосине.

Из-за смещения центра оправки 4 относительно оси вращения оправки 1 шар начинает кататься между притирами, при этом ось вращения шара все время меняется. Окружная скорость шара при механической доводке равна 15—20 м/мин.

Последней операцией является окончательная точная доводка сферической поверхности. Эта операция осуществляется вручную. В качестве притира применяют чугунное кольцо, а в качестве абразивного материала — пасты ГОИ. После обработки шероховатость поверхности соответствует  $\nabla 11$ , а точность сферы — 0,002—0,003 мм.

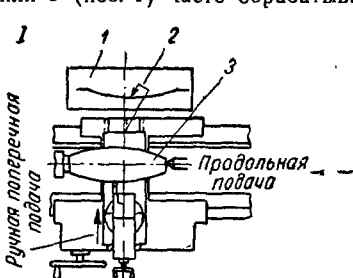
## 5. ОБРАБОТКА РАЗЛИЧНЫХ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ НОРМАЛЬНЫМИ РЕЗЦАМИ ПРИ ПОМОЩИ КОПИРОВАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Таблица 144

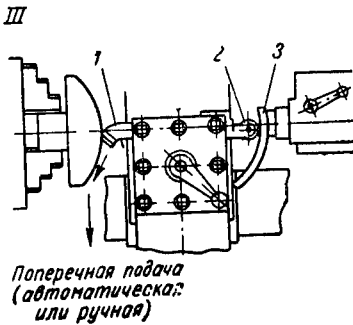
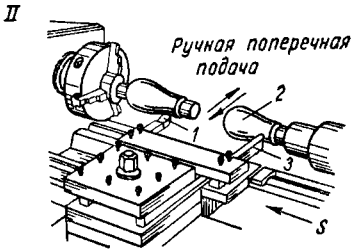
### Основные типы копиравальных устройств для обработки фасонных поверхностей вращения различного профиля

#### Шаблоны и копиры простейшего типа

В опытно- и индивидуальном производстве фасонные поверхности сложного профиля 3 (поз. 1) часто обрабатываются по простейшим шаблонам-копирам.



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 острое чертилки. Острие чертилки должно находиться в постоянном соприкосновении с шаблоном. Работа производится при автоматической продольной и ручной поперечной подаче. Такой способ обтачивания требует опыта и внимания токаря.



Более совершенной является обработка по жесткому копиру, по которому перемещается жесткий шуп или ролик. В качестве такого копира может быть использована и одна из деталей партии, наиболее точно обработанная. Копир 2 (поз. II) закрепляется в задней бабке; по нему перемещается шуп 3, расположенный в одной державке с резцом 1, который обтачивает деталь.

Совмещая вручную продольную и поперечную подачи, токарь все время поддерживает шуп в соприкосновении с копиром, благодаря чему резец воспроизводит на детали поверхность, соответствующую профилю копира. Вершины шупа и резца должны лежать точно на высоте центров и иметь строго одинаковую форму в плане, иначе обработанная поверхность получится с искажениями.

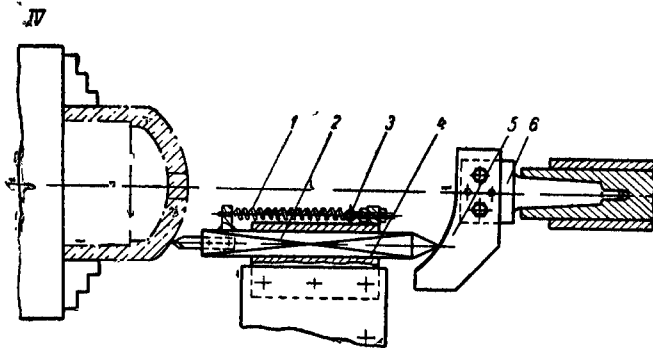
Достоинство этого приспособления в том, что оно может быть быстро изготовлено самим токарем и без значительных затрат. Недостаток его — необходимость работать с ручной подачей, вследствие чего им можно пользоваться только при небольших партиях деталей.

Более рациональным является применение специально изготавливаемых копиров (поз. III, IV и V).

В поз. III показано простейшее копириое приспособление — копир, установленный в пинולי задней бабки. Копирный ролик-шуп 2, 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. Прижимаясь к вогнутой поверхности копира 3, 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.

Аналогичная конструкция приспособления, позволяющего механизировать процесс обработки фасонной поверхности, представлена в поз. IV.

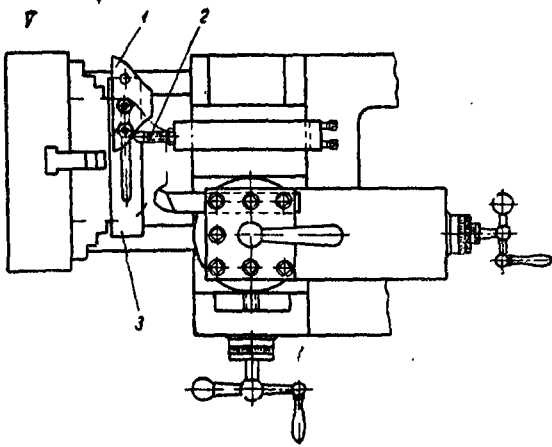


Устройство состоит из узла крепления копира и инструментальной головки. Резец устанавливают в ползуне 2 квадратного сечения, хвостовик которого оканчивается шупом. Во время обработки шуп скользит по копиру (шаблону) 5, имеющему заданный профиль. Копир закрепляют на оправке 6 и устанавливают в пиноле задней бабки станка. Для поджатия шупа к копиру служит пружина 1; ее усилие можно регулировать серьгой 3. Ползун располагают в державке 4, которую закрепляют в резцедержателе станка.

Настройка на глубину врезания производится перемещением пинولى в продольном направлении. Процесс резания осуществляется при автоматической поперечной подаче.

Режущая кромка резца и копирная кромка щупа должны находиться в одной плоскости и быть параллельными оси шпинделя станка. Кроме того, необходима пригонка ползуна по квадратному пазу державки по скользящей посадке 2-го класса. Копир, ползун и державку обычно подвергают закалке.

В поз. V показано универсальное копирное приспособление со съёмными пластинчатыми копирами, предложенное токарем ленинградского Кировского завода Лалетинным.



Основной частью приспособления является сменная копирная планка 1, имеющая профиль, соответствующий профилю обрабатываемой детали. Копирная планка крепится на плите 3, установленной на станине станка. В постоянном контакте с рабочей поверхностью копира находится регулируемый упор-щуп 2.

Обработка производится при совмещении ручной поперечной и продольной подач и обеспечении постоянного контакта упора-щупа с копиром.

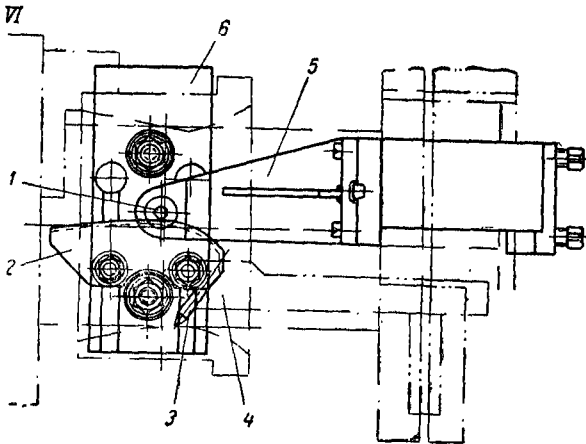
Как и в предыдущих случаях, рабочая кромка резца и вершина щупа должны иметь одинаковую форму в плане.

При необходимости обработать деталь с другим профилем планка 1 снимается и на ее место на плите 3 крепится новая копирная планка.

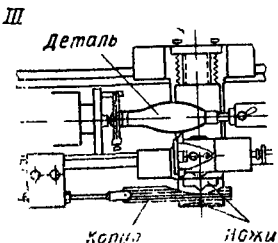
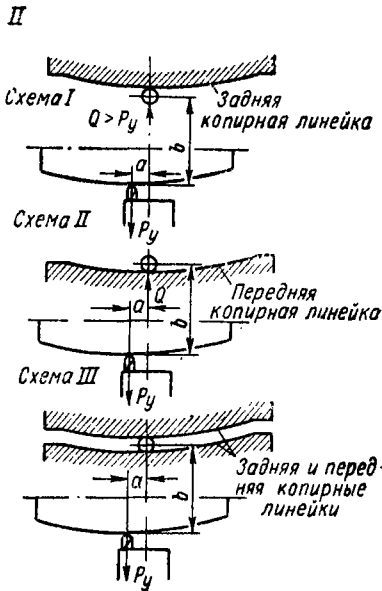
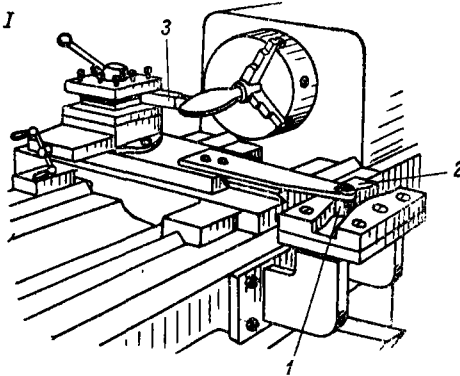
Для обтачивания внутренних фасонных поверхностей вращения токарем Лалетинным предложено приспособление, представляющее собой вариант рассмотренного выше универсального приспособления.

Приспособление (поз. VI) состоит из двух основных частей: плиты 6 со сменными копирами 2, устанавливаемой на станине станка, и кронштейна 5 с роликом 1, прикрепленного к поперечному суппорту.

При продольной механической подаче с одновременным ручным поджимом поперечным суппортом ролика 1 к копиру 2 вершина резца 3, закрепленного в державке 4, описывает кривую соответственно профилю копира 1, при этом радиус при вершине резца должен быть равен радиусу копириного ролика. Контуры детали показаны на схеме штрихпунктирными линиями.



## Механические копировальные приспособления



При обработке относительно длинных фасонных поверхностей применяют механические копировальные приспособления с принудительным направлением копирующего ролика по профилю копирующей линейки (поз. I).

Копирные линейки 2, связанные со станиной станка, закрепляются на специальном кронштейне (обычно за направляющими). Ролик 1 прижимается к одной из копирующих линеек. Расстояния  $b$  и  $a$  (поз. II) между роликом и резцом 3 остаются постоянными. При выключенном вращении поперечных салазок во время продольной подачи ролик, находящийся в постоянном контакте с копирующей линейкой, сообщает резцу дополнительную подачу в поперечном направлении.

Возможны три схемы поддержания контакта ролика с копиром (см. поз. II):

схема I — ролик прижимается к задней копирующей линейке с силой  $Q > P_y$ ; такая схема применима только для операций с небольшой радиальной составляющей силы резания  $P_y$  (например, для чистового обтачивания деталей из цветных сплавов); для тяжелых работ эта схема не используется;

схема II — ролик прижимается к передней копирующей линейке; в этой схеме радиальная составляющая силы резания  $P_y$  прижимает ролик к копирующей линейке, а не отталкивает его, как по схеме I; такая схема является наилучшей для чистовой обработки;

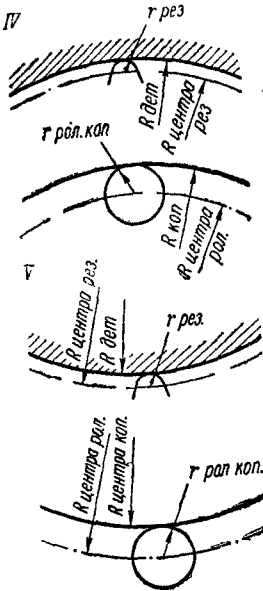
схема III — ролик свободно перемещается между задней и передней копирующими линейками; эта схема применяется при тяжелых неточных работах.

Копировальные приспособления с роликом, как показывает опыт, непригодны для обтачивания точных деталей вследствие наличия неизбежных зазоров между роликом и направляющими линейками. Кроме того, при использовании роликов более или менее значительных диаметров невозможно получить фасонные поверхности с малыми радиусами сопряжений.

Наименьший радиус профиля копира должен быть примерно в 1,2 раза больше диаметра ролика.

Для обработки точных фасонных поверхностей используются устанавливаемые спереди станины копировальные устройства с иговым контактом (поз. III) вместо роликового.

При продольном перемещении суппорта копир проходит между ножами и сообщает резцу дополнительное поперечное перемещение. 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.



Величины радиусов закруглений профиля детали и копира, а также радиусов ролика и вершины резца связаны между собой следующими зависимостями: при обработке вогнутых поверхностей (поз. IV):

$$R_{\text{коп}} = R_{\text{дет}} + r_{\text{рол}} - r_{\text{рез}} \quad (46)$$

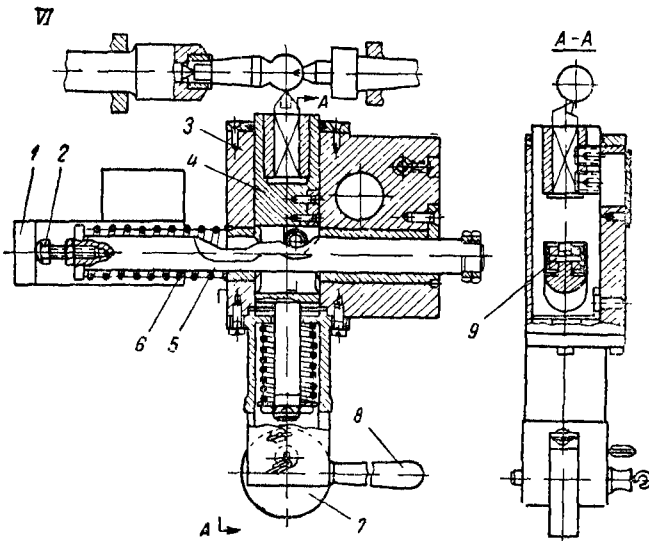
при обработке выпуклых поверхностей (поз. V):

$$R_{\text{коп}} = R_{\text{дет}} - r_{\text{рол}} + r_{\text{рез}} \quad (47)$$

где

$R_{\text{дет}}$  — радиус профиля детали, в мм;  
 $R_{\text{коп}}$  — радиус профиля копира, в мм;  
 $r_{\text{рол}}$  — радиус ролика копира, в мм;  
 $r_{\text{рез}}$  — радиус закругления вершины резца, в мм.

Для обтачивания сложных фасонных и сферических поверхностей с малыми радиусами закруглений ( $R$  до 2 мм) применяют копировальные приспособления с роликами диаметром 4 мм. Пример подобного приспособления, предложенного В. К. Семинским, приведен в поз. VI.



Основными деталями приспособления являются корпус 3, пиноль 4, копир 5 и ролик 9.

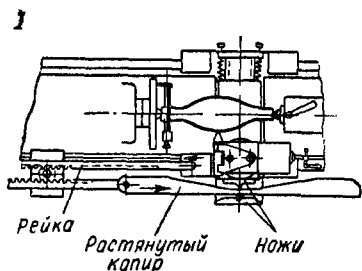
Приспособление работает следующим образом. При включении автоматической подачи суппорт станка вместе с приспособлением движется в направлении передней бабки. Копир 5 с закрепленным в нем регулировочным винтом 2 встречает на своем пути упор 1, расположенный на станине станка, который останавливает копир 5. Ролик 9, вращающийся в шариковых подшипниках, начинает при этом скользить по контуру копира, вращаясь вокруг своей оси. Одновременно с этим начинается обтачивание контура детали.

Вращение ролика облегчает его переход с одной кривой копира на другую, а малый радиус его (2 мм) обеспечивает обработку сложных поверхностей с крутыми переходами кривых и малыми радиусами сопряжения в местах переходов.

По окончании обтачивания приспособление отводят на 15—20 мм от детали и рукояткой 8 поворачивают влево эксцентрик 7, который перемещает пиноль 4 в направлении к детали, освобождая копир 5. С помощью пружины 6 копир возвращается в исходное положение.

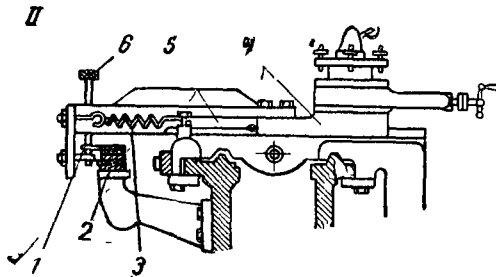
### Специальные механические копирные приспособления

Обтачивание фасонных поверхностей с углами подъема более  $35^\circ$  по обычным копиям невозможно. Для обработки таких поверхностей применяют так называемые растянутые копирные линейки (поз. I), т. е. увеличенные по длине в 2 раза.



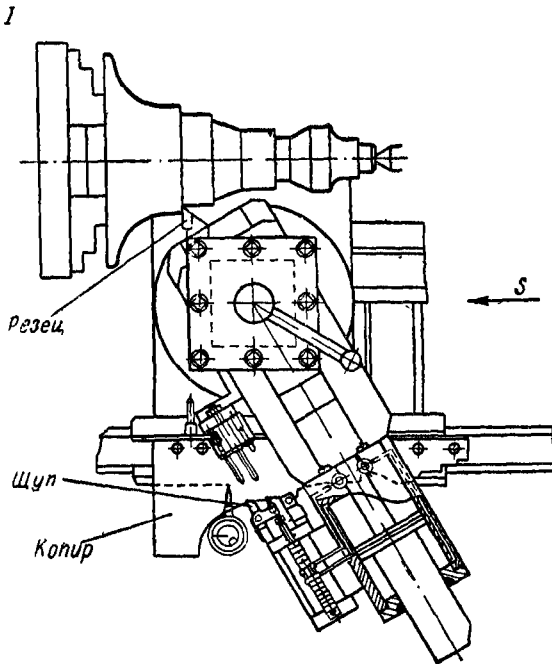
При продольном перемещении суппорта в направлении передней бабки копирная линейка посредством реек и реечной шестерни передвигается навстречу суппорту (по стрелке).

Наибольший допустимый угол подъема при использовании растянутых копиров составляет  $55^\circ$ .



В поз. II показано копировальное устройство, предложенное В. Н. Трутневым, на котором возможна одновременная установка до пяти различных копиров. Это дает возможность переналаживать станок при групповой обработке разных деталей в течение 5—10 мин. Приспособление состоит из следующих деталей: натяжной пружины 3, копиров 2, кольца 1, располагаемого по высоте суппорта 4, ползуна 5, винта 6 для установки кольца и поддерживающей плайки.

## Гидрокопируемые суппорты



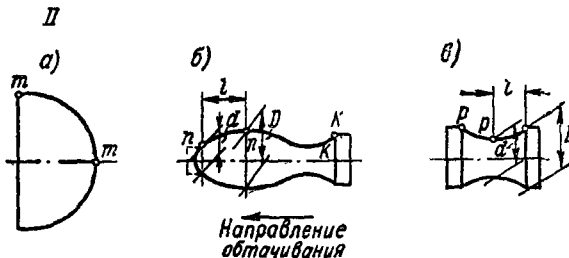
Гидросуппорт обеспечивает автоматическое копирование по заранее изготовленному копиру или же по одной из деталей партии, принятой за эталонную.

Применение гидросуппорта при obtачивании фасонных поверхностей обеспечивает повышение производительности труда в 1,5—2 раза за счет уменьшения затрат как машинного, так и главным образом вспомогательного времени.

В гидросуппорте типа ГСП-41 копир устанавливается на специальном копиродержателе. Шуп гидросуппорта при помощи следящего золотника связан с гидроцилиндром, сообщаям движение салазкам с резцедержателем (поз. I). 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.

С помощью гидросуппорта могут обрабатываться детали с любым радиусом сферы (участки *mn*, *kn* и *pp* в поз. II, а, б и в), если диаметры их в разных сечениях по длине возрастают в направлении obtачивания, т. е. к передней бабке.

Детали же, имеющие фасонные поверхности, диаметры которых убывают в направлении obtачивания (участки *nn*, *kk* и *op*), могут быть обработаны с помощью гидросуппорта только в том случае, когда разность между наибольшим *D* и наименьшим *d* диаметрами данного участка сферической поверхности не превышает длины самого участка *l*, т. е. когда  $D - d < l$  (см. поз. II, б и в).



Припуски при obtачивании фасонных поверхностей часто бывают весьма значительными. В таких случаях прибегают к предварительной обработке их за несколько проходов уступами. Припуск на окончательную обработку не должен быть более 3—4 мм.

В поз. III, а изображена обрабатываемая с помощью гидросуппорта деталь (корпус командоаппарата) со сферической поверхностью радиусом  $R = 52$  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.



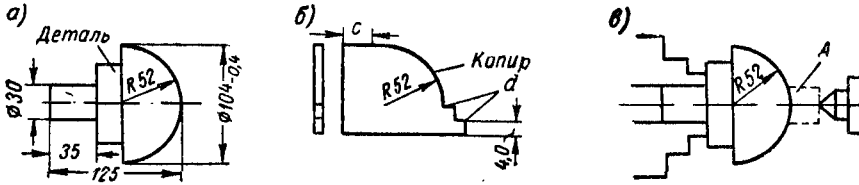
Продолжение табл. 144

В серийном производстве более целесообразно применять специальные копиры. Они могут быть круглыми и плоскими.

В поз. III, б внизу показан плоский копир с участками, предусмотренными для захода шупа (d) и для выхода его (c) после окончания обработки сферической поверхности.

Деталь обрабатывается проходным резцом за 3 прохода. При первых двух проходах деталь закрепляется в кулачках патрона с поджимом центром задней бабки (поз. III, в), а при последнем проходе центр задней бабки отводится, бобышка А срезается, и окончательно обтачивается вся сферическая поверхность радиусом  $R=52_{-0,2}$  мм.

III



## 6. ОБРАБОТКА НЕКРУГЛЫХ ДЕТАЛЕЙ

Детали некруглого сечения (типа кулачков, эллиптических валиков и пр.) обрабатываются по копиру.

Кулачки типа, показанного на рис. 139, а, обтачиваются с помощью несложного копировального устройства.

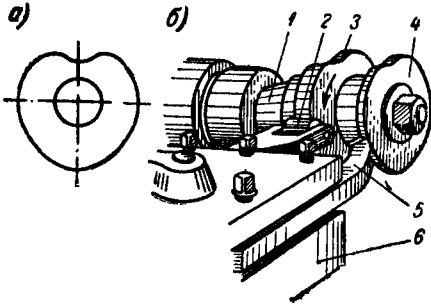


Рис. 139. Обработка криволинейной поверхности кулачка по копиру.

На консольную шпиндельную оправку 1 (рис. 139, 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 большой разнице осей из-за значительной неравномерности припуска этот способ обтачивания становится неприемлемым. В таких случаях приходится

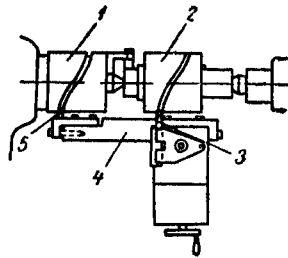


Рис. 140. Схема обработки криволинейной канавки на барабане по копиру.

использовать специальные приспособления.

Фасонные торцовые поверхности, а также канавки криволинейной формы обрабатываются на копируемых приспособлениях примерно такого же типа, как и рассмотренное выше.

На рис. 140 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.

## 7. ИЗМЕРЕНИЕ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для контроля правильности формы фасонных поверхностей применяют профильные шаблоны. О точности профиля судят по величине световой щели между шаблоном и деталью (рис. 141).

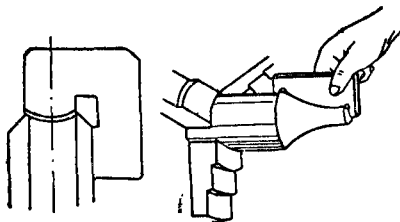


Рис. 141. Проверка фасонных поверхностей шаблонами.

лон, который наиболее плотно прилегает к контролируемой поверхности (рис. 142, б). Если один шаблон при наложении дает просвет по краям, а другой (соседний с ним по размеру) посередине, то это значит, что

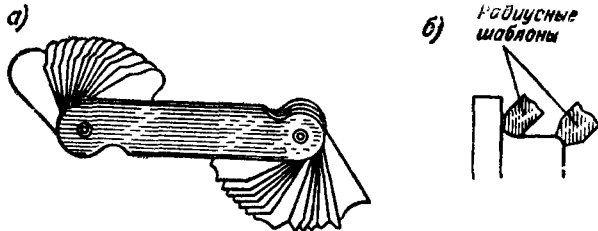


Рис. 142. Набор радиусных шаблонов.

Простейшим видом профильных шаблонов являются выпуклые и вогнутые радиусные шаблоны, выпускаемые целыми наборами, в которых каждый шаблон имеет

радиус определяемого закругления и находится между размерами шаблонов.

Иногда одновременно с профильным шаблоном изготовляют и контршаблон, пред-

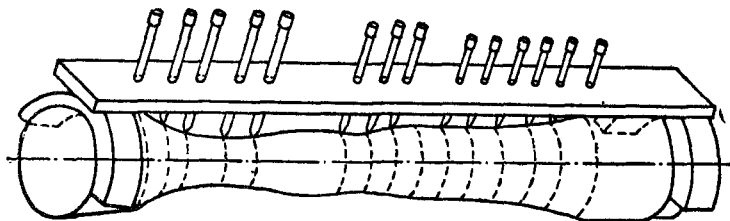


Рис. 143. Линейка с кернами, применяемая для разметки расположения диаметров при контроле размеров детали сложного профиля.

определенные размер и маркировку (рис. 142, а).

При контроле закруглений радиусными шаблонами из набора выбирают тот шаб-

ставляющий собой шаблон обратного профиля. Он 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).

На рис. 143 показана специальная линейка с кернами для нанесения круговых рисков в местах измерения диаметров деталей переменного сечения (ограниченных фасонными поверхностями вращения), предло-

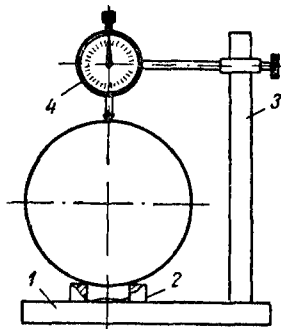


Рис. 144. Приспособление для контроля отклонений шара.

женная В. Н. Трутневым. Линейка накладывается на деталь и фиксируется на ее цилиндрических хвостовиках специальными обхватами. В линейке просверлены (соответственно отметкам на чертеже детали) отверстия под керны в сечениях, в которых указаны диаметральные размеры детали. С помощью линейки и кернов линейные размеры с чертежа переносятся на деталь, после чего в этих местах производятся измерения диаметров. Это значительно облегчает и ускоряет обработку деталей сложно-

го профиля и исключает возможность ошибок.

Схема простейшего приспособления для контроля отклонений поверхности шара от сферичности представлена на рис. 144.

Приспособление состоит из основания 1, кольца 2, стойки 3 и индикатора 4. Деталь устанавливают на кольцо 2, ножку индикатора вводят в соприкосновение с поверхностью детали и, вращая последнюю, определяют по шкале отклонение шара от сферичности.

РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ТРЕУГОЛЬНЫХ РЕЗЬБ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Резьбовая нарезка, или резьба, бывает наружной (рис. 145, а) и внутренней (рис. 145, б). В зависимости от профиля различают треугольные (рис. 145, а, б и в), трапецидальные (рис. 145, г) и прямоугольные (рис. 145, д) резьбы.

В резьбе различают следующие основные элементы: профиль, шаг, глубину, наружный, средний и внутренний диаметры

бы, измеряемый в плоскости, проходящей через ось болта. В метрической резьбе этот угол равен  $60^\circ$ , а в дюймовой  $55^\circ$ .

Высотой профиля  $h$  (глубиной резьбы) считают расстояние от вершины резьбы до основания профиля, измеряемое перпендикулярно к оси болта.

Наружный диаметр резьбы  $d$  — это наибольший диаметр, измеряемый по вершине резьбы в плоскости, перпендикулярной к оси болта.

Средним диаметром резьбы  $d_2$  называется диаметр воображаемого цилиндра, который делит профиль резьбы так, что ширина витка резьбы равна ширине соответствующего промежутка между витками.

Внутренним диаметром резьбы  $d_1$  называется наименьшее расстояние между противоположными основаниями резьбы, измеренное в направлении, перпендикулярном к оси болта.

Внутренний диаметр, так же как наружный и средний диаметры, измеряется в плоскости, перпендикулярной к оси болта.

Резьба может быть правой и левой, в зависимости от направления подъема винтовой линии (витков) на цилиндрической поверхности болта или гайки.

Если витки выются слева вверх направо (против часовой стрелки; рис. 146, а), то резьба называется *правой*. Такая резьба нарезается резцом, перемещающимся справа налево, т. е. по направлению к передней бабке токарного станка. Гайка навинчивается на правую резьбу по движению часовой стрелки.

Левой называется резьба с подъемом витка против часовой стрелки (рис. 146, б). Такая резьба нарезается резцом, перемещающимся слева направо. Гайка навинчивается на левую резьбу против движения часовой стрелки.

По числу ниток в резьбовой нарезке резьбы разделяются на *одноходовые* (одноза-

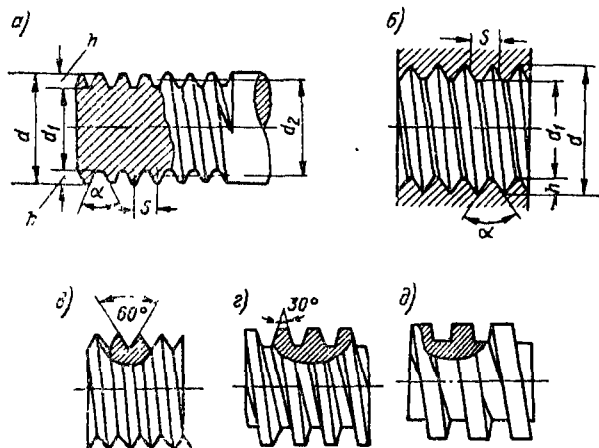


Рис. 145. Резьбы и их элементы.

Профиль резьбы рассматривается в сечении, проходящем через ось болта или гайки.

Ниткой (витком) называется часть резьбы, образуемая при одном полном обороте профиля

Шаг резьбы  $s$  — это расстояние вдоль оси болта (гайки) по резьбе между одноименными точками двух нарезок одной и той же нитки.

В метрической резьбе шаг измеряется в миллиметрах, а в дюймовой резьбе взамен шага дается число ниток (витков) на длине одного дюйма.

Углом профиля резьбы  $\alpha$  называется угол между боковыми сторонами профиля резь-

ходные), когда на торце винта или гайки с такой резьбой виден только один конец витка (рис. 147, а), и *многозаходные*, в которых на торце винта или гайки видны два (двухзаходные; рис. 147, б) или несколь-

*Шагом s* многозаходной резьбы называют расстояние между одноименными точками двух рядом лежащих витков. У однозаходной резьбы шаг и ход резьбы одинаковы (в этом случае понятие ход отсутст-

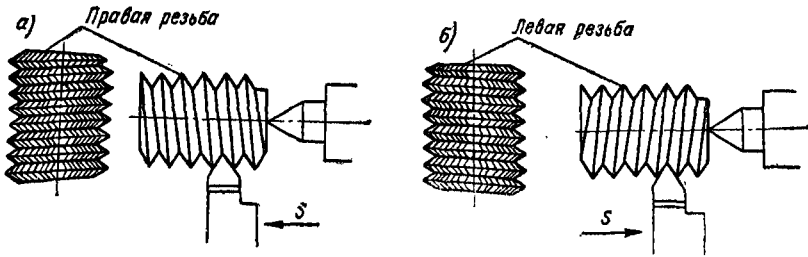


Рис. 146. Правая и левая резьбы.

ко концов витка. В этих случаях различают шаг и ход резьбы.

*Ходом H* многозаходной резьбы называют расстояние между двумя одноименными точками одного и того же витка резьбы, измеренное вдоль оси болта или гайки.

ует). У многозаходных резьб ход резьбы всегда равен шагу, умноженному на число заходов резьбы  $z$ :

$$H = s \cdot z \quad (48)$$

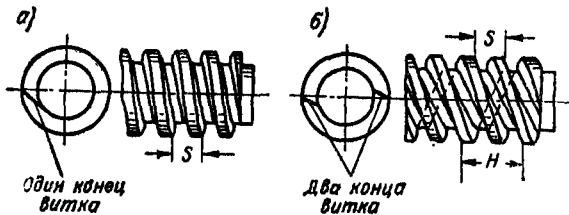
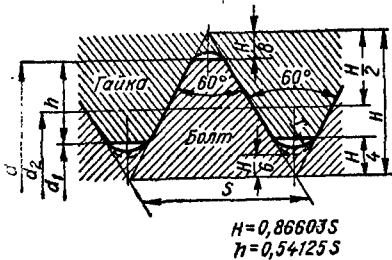


Рис. 147. Одно- и многозаходные резьбовые нарезки.

Таблица 145

Основные типы резьб и их применение

Метрическая резьба (по ГОСТ 9150-59)



Профиль резьбы — равносторонний треугольник с углом при вершине 60°. Вершины выступов резьбы срезаны.

Резьба находит повсеместное и самое широкое применение в машиностроении.

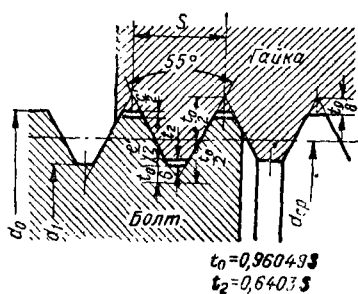
Тип резьбы	Номинальный диаметр $d$ , в мм	Шаг резьбы $s$ , в мм
С крупным шагом .	1—68	0,25—6
С мелким шагом . .	1—600	0,20—6

Резьба обозначается так:

- 1) с крупным шагом — буквой М и диаметром; например: М24, М64 и т. д;
- 2) с мелким шагом — буквой М, диаметром и шагом через знак Х; например: М24×2, М64×2 и т. д.

Основные размеры метрических резьб приведены в табл. 146—148, а отклонения и допуски — в табл. 149.

## Дюймовая резьба (по ОСТ НКТП 1260)



Профиль резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине  $55^\circ$ .

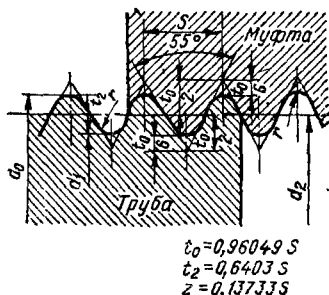
Шаг резьбы определяется числом ниток, приходящихся на 1".

Эта резьба применяется преимущественно в старых машинах, а также в машинах некоторых иностранных фирм.

Тип резьбы	Номинальный диаметр, в мм	Число ниток на 1"
Дюймовая	$\frac{3}{16}$ —4	24—3

Резьба обозначается диаметром; например:  $1\frac{1}{2}$ " (шаг — 6 ниток на 1") и т. д. Основные размеры дюймовых резьб приведены в табл. 150, а отклонения и допуски — в табл. 151.

## Трубная цилиндрическая резьба (по ГОСТ 6357-52)



Профиль резьбы такой же, как и у дюймовой, но меньше по шагу. За номинальный диаметр здесь принят внутренний диаметр трубы, а не наружный диаметр резьбы.

Применяется для соединения труб, работающих под давлением. Обеспечивает непроицаемость соединения.

Тип резьбы	Номинальный диаметр $d$ , в мм	Число ниток на 1" резьбы
Трубная цилиндрическая	$\frac{1}{8}$ —6	28—11

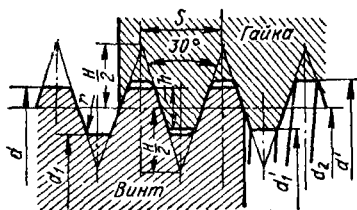
Резьба обозначается сокращенным словом «Труб» и диаметром; например: Труб 2" и т. д.

Основные размеры трубной цилиндрической резьбы приведены в табл. 152, а отклонения и допуски — в табл. 153.

## Трапецидальная резьба (по ГОСТ 9484-60)

Профиль резьбы — равнобедренная трапеция. Угол при вершине  $30^\circ$ .

Применяется для передачи движения или больших усилий.



Тип резьбы	Номинальный диаметр $d$ , в мм	Шаг резьбы $s$ , в мм
Трапецидальная	10—640	2—48

Резьба обозначается сокращенным словом «Трап», диаметром и шагом; например: Трап 60×12; то же для трехходовой левой диаметром 90 мм и шагом 12 мм: Трап 90×(3×12) лев. и т. д.

Размеры трапецидальных резьб, а также отклонения и допуски для них приведены в разделе XVI справочника.

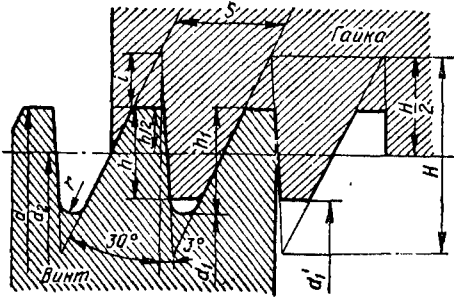
Продолжение табл. 145

## Упорная резьба (по ГОСТ 10177-62)

Профиль резьбы—прямоугольный треугольник со срезанными вершинами и закругленными впадинами.

Угол при вершине  $30^\circ$ .

Применяется в деталях, воспринимающих сильное давление, направленное постоянно в одну сторону.



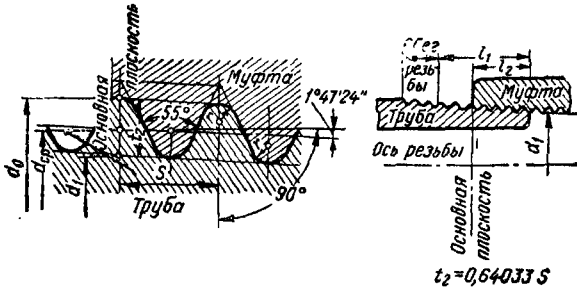
Тип резьбы	Наибольший диаметр $a$ , в мм	Шаг резьбы $s$ , в мм
Упорная	10—600	2—48

Резьба обозначается буквами «Уп», диаметром и шагом: например: Уп 80×16 и т. д.

## Трубная коническая резьба (по ГОСТ 6211-52)

Угол профиля резьбы равен  $55^\circ$ .

Угол наклона  $\phi$  равен  $1^\circ 47' 24''$ .



Биссектриса угла профиля резьбы перпендикулярна к оси трубы.

Шаг резьбы задается числом ниток на 1" и измеряется параллельно оси трубы.

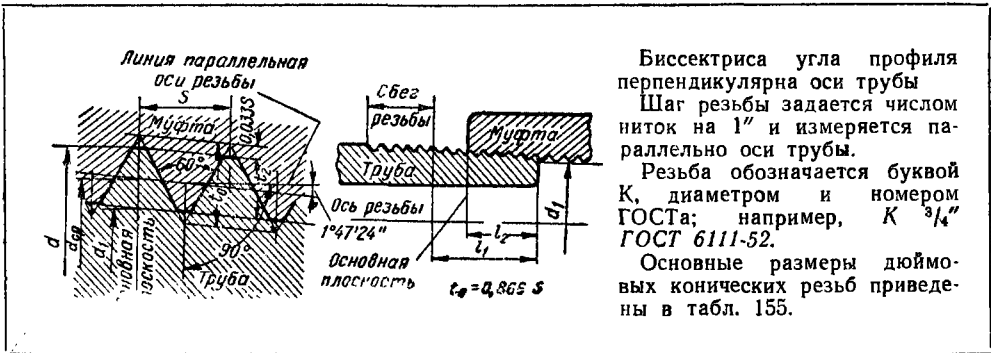
В основной плоскости (под основной плоскостью понимается плоскость, перпендикулярная к оси резьбы и проходящая через торец муфты при свинчивании трубы и муфты без натяга) диаметры трубной конической резьбы равны диаметрам трубной цилиндрической резьбы того же размера.

Резьба обозначается буквой К, диаметром, сокращенным словом «труб» и номером ГОСТа; например: К  $\frac{3}{4}$ " труб ГОСТ 6211-52.

## Дюймовая коническая резьба (по ГОСТ 6111-52)

Дюймовая коническая резьба предназначена для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков.

Угол профиля дюймовой конической резьбы равен  $60^\circ$ .



Биссектриса угла профиля перпендикулярна оси трубы

Шаг резьбы задается числом ниток на 1" и измеряется параллельно оси трубы.

Резьба обозначается буквой К, диаметром и номером ГОСТа; например, К  $\frac{3}{4}$ " ГОСТ 6111-52.

Основные размеры дюймовых конических резьб приведены в табл. 155.

## 2. РАЗМЕРЫ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ

Таблица 146

Применяемость метрических резьб по ГОСТ 8724-58 (диаметры и шаги, в мм)

Диаметры $d$			Шаги $s$		Диаметры $d$			Шаги $s$	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие
1; 1,2	1,1		0,25	0,2	30			3,5	(3); 2; 1,5; 0,75
	1,4		0,3	0,2			(32)	3,5	2; 1,5
1,6	1,8		0,35	0,2		33		3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
2			0,4	0,25			35		1,5
	2,2		0,45	0,25	36			4	3; 2; 1,5; 1
2,5			0,45	0,35			(38)		1,5
3			0,5	0,35		39		4	3; 2; 1,5; 1
	3,5		(0,6)	0,35			40		(3); (2); 1,5
4			0,7	0,5	42	45		4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
	4,5		(0,75)	0,5	48			5	(4); 3; 2; 1,5; 1
5			0,8	0,5			50		(3); (2); 1,5
		(5,5)		0,5			52		(4); 3; 2; 1,5; 1
6		7	1	0,75; 0,5			55		(4); (3); 2; 1,5
8			1,25	1; 0,75; 0,5	56			5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
		9	(1,25)	1; 0,75; 0,5			58		(4); (3); 2; 1,5
10			1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5		60			4; 3; 2; 1,5; 1
		11	(1,5)	1; 0,75; 0,5			62		2; 1,5
12			1,75	1,5; 1,25; 1;	64			6	4; 3; 2; 1,5; 1
				0,75; 0,5			65		2; 1,5
	14		2	1,5; 1,25; 1;		68		6	4; 3; 2; 1,5; 1
				0,75; 0,5			70		2; 1,5
		15		1,5; (1)	72			6	4; 3; 2; 1,5; 1
16			2	1,5; 1; 0,75; 0,5			75		2; 1,5
		17		1,5; (1)			76		4; 3; 2; 1,5; 1
20	18; 22		2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5	80			6	4; 3; 2; 1,5; 1
24			3	2; 1,5; 1; 0,75		85		6	4; 3; 2; 1,5
		25		2; 1,5; (1)	90			6	4; 3; 2; 1,5
		(26)		1,5		95		6	4; 3; 2; 1,5
	27		3	2; 1,5; 1; 0,75	100			6	4; 3; 2; 1,5
		(28)		2; 1,5; 1		105		6	4; 3; 2; 1,5



Продолжение табл. 146

Диаметры $d$			Шаги $s$		Диаметры $d$			Шаги $s$	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупные	мелкие
110			6	4; 3; 2; 1,5			185	6	4; 3; 2
	115		6	4; 3; 2; 1,5		190		6	4; 3; 2
	120		6	4; 3; 2; 1,5			195	6	4; 3; 2
125			6	4; 3; 2; 1,5	200			6	4; 3; 2
	130		6	4; 3; 2; 1,5			205	6	4; 3
		135	6	4; 3; 2; 1,5		210		6	4; 3
140			6	4; 3; 2; 1,5			215	6	4; 3
		145	6	4; 3; 3; 1,5				6	4; 3
	150		6	4; 3; 2; 1,5	220			6	4; 3
		155	6	4; 3; 2			225	6	4; 3
		165	6	4; 3; 2			230	6	4; 3
160			6	4; 3; 2		240		6	4; 3
	170		6	4; 3; 2			235	6	4; 3
		175	6	4; 3; 2			245	6	4; 3
180			6	4; 3; 2	250			6	4; 3

Примечание. Диаметры в этой таблице распределены в 3 ряда. При выборе диаметров первый ряд следует предпочитать второму, а второй — третьему. Значения диаметров и шагов, заключенные в скобки, желательны не применять.

Таблица 147

Основные размеры профиля метрической резьбы с крупными шагами (по ГОСТ 9150-59)

Размеры, в мм									
Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$
наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$			наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$		
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

Таблица 148

Основные размеры профиля метрической резьбы с мелкими шагами  
(по ГОСТ 9150-59)

Размеры, в мм										
Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	
на- руж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ний $d_1$			на- руж- ный $d$	средний $d_2$	внутрен- ний $d_1$			
1,0	0,870	0,783	0,20	0,108	14	13,350	12,918	1,0	0,541	
1,1	0,970	0,883	0,20	0,108		13,188	12,647	1,25	0,676	
1,2	1,070	0,983	0,20	0,108		13,026	12,376	1,5	0,812	
1,4	1,270	1,183	0,20	0,108		15	14,350	13,918	(1,0)	0,541
1,6	1,470	1,383	0,20	0,108			14,026	13,376	1,5	0,812
1,8	1,670	1,583	0,20	0,108	16	15,675	15,459	0,50	0,270	
2,0	1,838	1,730	0,25	0,135		15,513	15,188	0,75	0,406	
2,2	2,038	1,930	0,25	0,135		15,350	14,918	1,0	0,541	
2,5	2,273	2,121	0,35	0,189		15,026	14,376	1,5	0,812	
3,0	2,773	2,621	0,35	0,189		17	16,350	15,918	(1,0)	0,541
3,5	3,273	3,121	0,35	0,189	16,026		15,376	1,5	0,812	
4,0	3,675	3,459	0,50	0,270	18		17,675	17,459	0,50	0,270
4,5	4,175	3,959	0,50	0,270			17,513	17,188	0,75	0,406
5,0	4,675	4,459	0,50	0,270			17,350	16,918	1,0	0,541
(5,5)	5,175	4,959	0,50	0,270	17,026	16,376	1,5	0,812		
6	5,675	5,459	0,50	0,270	20	16,701	15,835	2,0	1,082	
	5,513	5,188	0,75	0,406		19,675	19,459	0,50	0,270	
7	6,675	6,459	0,50	0,270		19,513	19,188	0,75	0,406	
	6,513	6,188	0,75	0,406		19,350	18,918	1,0	0,541	
8	7,675	7,459	0,50	0,270		19,026	18,376	1,5	0,812	
	7,513	7,188	0,75	0,406	18,701	17,835	2,0	1,082		
8	7,350	6,918	1,0	0,541	22	21,675	21,459	0,50	0,270	
	9	8,675	8,459	0,50		0,270	21,513	21,188	0,75	0,406
8,513		8,188	0,75	0,406		21,350	20,918	1,0	0,541	
9	8,350	7,918	1,0	0,541		21,026	20,376	1,5	0,812	
	10	9,675	9,459	0,50		0,270	20,701	19,835	2,0	1,082
9,513		9,188	0,75	0,406	24	23,513	23,188	0,75	0,406	
9,350		8,918	1,0	0,541		23,350	22,918	1,0	0,541	
10		9,188	8,647	1,25		0,676	23,026	22,376	1,5	0,812
	10,675	10,459	0,50	0,270		22,701	21,835	2,0	1,082	
11	10,513	10,188	0,75	0,406	25	24,350	23,918	(1,0)	0,541	
	10,350	9,918	1,0	0,541		24,026	23,376	1,5	0,812	
12	11,675	11,459	0,50	0,270		23,701	22,835	2,0	1,082	
	11,513	11,188	0,75	0,406		(26)	25,026	24,376	1,5	0,812
	11,350	10,918	1,0	0,541			27	26,513	26,188	0,75
	11,188	10,647	1,25	0,676	26,350	25,918		1,0	0,541	
11,026	10,376	1,5	0,812							

Продолжение табл. 148

Размеры, в мм												
Диаметры			Шаг <i>s</i>	Высота профиля <i>h</i>	Диаметры			Шаг <i>s</i>	Высота профиля <i>h</i>			
на- руж- ный <i>d</i>	средний <i>d<sub>2</sub></i>	внутрен- ний <i>d<sub>1</sub></i>			на- руж- ный <i>d</i>	средний <i>d<sub>2</sub></i>	внутрен- ний <i>d<sub>1</sub></i>					
27	26,026	25,376	1,5	0,812	45	44,350	43,918	1,0	0,541			
	25,701	24,835	2,0	1,082		44,026	43,376	1,5	0,812			
28	27,350	26,918	1,0	0,541		43,701	42,835	2,0	1,082			
	27,026	26,376	1,5	0,812		43,051	41,752	3,0	1,624			
	26,701	25,835	2,0	1,082		42,402	40,670	(4,0)	2,165			
	30	29,513	29,188	0,75		0,406	48	47,350	46,918	1	0,541	
29,350		28,918	1,0	0,541		47,026		46,376	1,5	0,812		
29,026		28,376	1,5	0,812		46,701		45,835	2	1,082		
28,701		27,835	2,0	1,082		46,051		44,752	3	1,624		
28,051		26,752	(3,0)	1,624		45,402		43,670	(4)	2,165		
(32)	31,026	30,376	1,5	0,812	50	49,026	48,376	1,5	0,812			
	30,701	29,835	2,0	1,082		48,701	47,835	(2,0)	1,082			
	33	32,513	32,188	0,75		0,406	52	51,350	50,918	1,0	0,541	
32,350		31,918	1,0	0,541	51,026	50,376		1,5	0,812			
32,026		31,376	1,5	0,812	50,701	49,835		2,0	1,082			
31,701		30,835	2,0	1,082	50,051	48,752		3,0	1,624			
31,051		29,752	(3,0)	1,624	49,402	47,670		(4,0)	2,165			
35	34,026	33,376	1,5	0,812	55	54,026	53,376	1,5	0,812			
36	35,350	34,918	1,0	0,541		53,701	52,835	2,0	1,082			
	35,026	34,376	1,5	0,812		53,051	51,752	(3,0)	1,624			
	34,701	33,835	2,0	1,082		52,402	50,670	(4,0)	2,165			
	34,051	32,752	3,0	1,624	56	55,350	54,918	1,0	0,541			
(38)	37,026	36,376	1,5	0,812		55,026	54,376	1,5	0,812			
	39	38,350	37,918	1,0		0,541	54,701	53,835	2,0	1,082		
		38,026	37,376	1,5		0,812	54,051	52,752	3,0	1,624		
37,701		36,835	2,0	1,082		53,402	51,670	4,0	2,165			
37,051		35,752	3,0	1,624	58	57,026	56,376	1,5	0,812			
40	39,026	38,376	1,5	0,812		56,701	55,835	2,0	1,082			
	38,701	37,835	(2,0)	1,082		56,051	54,752	(3,0)	1,624			
	38,051	36,752	(3,0)	1,624		55,402	53,670	(4,0)	2,165			
42	41,350	40,918	1,0	0,541	60	59,350	58,918	1,0	0,541			
	41,026	40,376	1,5	0,812		59,026	58,376	1,5	0,812			
	40,701	39,835	2,0	1,082		58,701	57,835	2,0	1,082			
	40,051	38,752	3,0	1,624		58,051	56,752	3,0	1,624			
39,402	37,670	(4,0)	2,165	57,402	55,670	4,0	2,165	62	61,026	60,376	1,5	0,812
				60,701	59,835	2,0	1,082					

Размеры, в мм										
Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	
наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$			наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$			
62	60,051	58,752	(3,0)	1,624	80	79,350	78,918	1,0	0,541	
	59,402	57,670	(4,0)	2,165		79,026	78,376	1,5	0,812	
64	63,350	62,918	1,0	0,541		78,701	77,835	2,0	1,082	
	63,026	62,376	1,5	0,812		78,051	76,752	3,0	1,624	
	62,701	61,835	2,0	1,082		77,402	75,670	4,0	2,165	
	62,051	60,752	3,0	1,624		76,103	73,505	6,0	3,247	
	61,402	59,670	4,0	2,165		(82)	80,701	79,835	2,0	1,082
65	64,026	63,376	1,5	0,812		85	84,026	83,376	1,5	1,812
	63,701	62,835	2,0	1,082			83,701	82,835	2,0	1,082
	63,051	61,752	(3,0)	1,624			83,051	81,752	3,0	1,624
	62,402	60,670	(4,0)	2,165	82,402		80,670	4,0	2,165	
68	67,350	66,918	1,0	0,541	81,103	78,505	6,0	3,247		
	67,026	66,376	1,5	0,812	90	89,026	88,376	1,5	0,812	
	66,701	65,835	2,0	1,082		88,701	87,835	2,0	1,082	
	66,051	64,752	3,0	1,624		88,051	86,752	3,0	1,624	
	65,402	63,670	4,0	2,165		87,402	85,670	4,0	2,165	
				86,103		83,505	6,0	3,247		
70	69,026	68,376	1,5	0,812	95	94,026	93,376	1,5	0,812	
	68,701	67,835	2,0	1,082		93,701	92,835	2,0	1,082	
	68,051	66,752	(3,0)	1,624		93,051	91,752	3,0	1,624	
	67,402	65,670	(4,0)	2,165		92,402	90,670	4,0	2,165	
	66,103	63,505	(6,0)	3,247		91,103	88,505	6,0	3,247	
						100	99,026	98,376	1,5	0,812
72	71,350	70,918	1,0	0,541	98,701		97,835	2,0	1,082	
	71,026	70,376	1,5	0,812	98,051		96,752	3,0	1,624	
	70,701	69,835	2,0	1,082	97,402		95,670	4,0	2,165	
	70,051	68,752	3,0	1,624	96,103		93,505	6,0	3,247	
	69,402	67,670	4,0	2,165	105		104,026	103,376	1,5	0,812
68,103	65,505	6,0	3,247	103,701		102,835	2,0	1,082		
75	74,026	73,376	1,5	0,812		103,051	101,752	3,0	1,624	
	73,701	72,835	2,0	1,082		102,402	100,670	4,0	3,247	
	73,051	71,752	(3,0)	1,624		101,103	98,505	6,0	3,247	
	72,402	70,670	(4,0)	2,165	110	109,026	108,376	1,5	0,812	
76	75,350	74,918	1,0	0,541		108,701	107,835	2,0	1,082	
	75,026	74,376	1,5	0,812		108,051	106,752	3,0	1,624	
	74,701	73,835	2,0	1,082		107,402	105,670	4,0	2,165	
	74,051	72,752	3,0	1,624		106,103	103,505	6,0	3,247	
	73,402	71,670	4,0	2,165		(78)	76,701	75,835	2,0	1,082
72,103	69,505	6,0	3,247							

Продолжение табл. 148

Размеры, в мм									
Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$
наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$			наружный $d_2$	средний $d_2$	внутренний $d_1$		
115	114,026	113,376	1,5	0,812	155	153,701	152,835	2,0	1,032
	113,701	112,835	2,0	1,082		153,051	151,752	3,0	1,624
	113,051	111,752	3,0	1,624		152,402	150,670	4,0	2,165
	112,402	110,670	4,0	2,165		151,103	148,505	6,0	3,247
	111,103	108,505	6,0	3,247					
120	119,026	118,376	1,5	0,812	160	158,701	157,835	2,0	1,082
	118,701	117,835	2,0	1,082		158,051	156,752	3,0	1,624
	118,051	116,752	3,0	1,624		157,402	155,670	4,0	2,165
	117,402	115,670	4,0	2,165		156,103	153,505	6,0	3,247
	116,103	113,505	6,0	3,247					
125	124,026	123,376	1,5	0,812	165	163,701	162,835	2,0	1,082
	123,701	122,835	2,0	1,082		163,051	161,752	3,0	1,624
	123,051	121,752	3,0	1,624		162,402	160,670	4,0	2,165
	122,402	120,670	4,0	2,165		161,103	158,505	6,0	3,247
	121,103	118,505	6,0	3,247					
130	129,026	128,376	1,5	0,812	170	168,701	167,835	2,0	1,082
	128,701	127,835	2,0	1,082		168,051	166,752	3,0	1,624
	128,051	126,752	3,0	1,624		167,402	165,670	4,0	2,165
	127,402	125,670	4,0	2,165		166,103	163,505	6,0	3,247
	126,103	123,505	6,0	3,247					
135	129,026	128,376	1,5	0,812	175	173,701	172,835	2,0	1,082
	128,701	127,835	2,0	1,082		173,051	171,752	3,0	1,624
	128,051	126,752	3,0	1,624		172,402	170,670	4,0	2,165
	127,402	125,670	4,0	2,165		171,103	168,505	6,0	3,247
	126,103	123,505	6,0	3,247					
140	134,026	133,376	1,5	0,812	180	178,701	177,835	2,0	1,082
	133,701	132,835	2,0	1,082		178,051	176,752	3,0	1,624
	133,051	131,752	3,0	1,624		177,402	175,670	4,0	2,165
	132,402	130,670	4,0	2,165		176,103	173,505	6,0	3,247
	131,103	128,505	6,0	3,247					
145	139,026	138,376	1,5	0,812	185	183,701	182,835	2,0	1,082
	138,701	137,835	2,0	1,082		183,051	181,752	3,0	1,624
	138,051	136,752	3,0	1,624		182,402	180,670	4,0	2,165
	137,402	135,670	4,0	2,165		181,103	178,505	6,0	3,247
	136,103	133,505	6,0	3,247					
150	144,026	143,376	1,5	0,812	190	188,701	187,835	2,0	1,082
	143,701	142,835	2,0	1,082		188,051	186,752	3,0	1,624
	143,051	141,752	3,0	1,624		187,402	185,670	4,0	2,165
	142,402	140,670	4,0	2,165		186,103	183,505	6,0	3,247
	141,103	138,505	6,0	3,247					
155	149,026	148,376	1,5	0,812	195	193,701	192,835	2,0	1,082
	148,701	147,835	2,0	1,082		193,051	191,752	3,0	1,624
	148,051	146,752	3,0	1,624		192,402	190,670	4,0	2,165
	147,402	145,670	4,0	2,165		191,103	188,505	6,0	3,247
	146,103	143,505	6,0	3,247					
160	149,026	148,376	1,5	0,812	200	198,701	197,835	2,0	1,082
	148,701	147,835	2,0	1,082		198,051	196,752	3,0	1,624
	148,051	146,752	3,0	1,624		197,402	195,670	4,0	2,165
	147,402	145,670	4,0	2,165		196,103	193,505	6,0	3,247
	146,103	143,505	6,0	3,247					
165	149,026	148,376	1,5	0,812	205	203,051	201,752	3,0	1,624
	148,701	147,835	2,0	1,082		202,402	200,670	4,0	2,165
	148,051	146,752	3,0	1,624		201,103	198,505	6,0	3,247
	147,402	145,670	4,0	2,165					
	146,103	143,505	6,0	3,247					

Продолжение табл. 148

Размеры, в мм									
Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$
наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$			наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$		
210	208,051	206,752	3,0	1,624	275	273,051	271,752	3,0	1,624
	207,402	205,670	4,0	2,165		272,402	270,670	4,0	2,165
	206,103	203,505	6,0	3,247		271,103	268,505	6,0	3,247
215	213,051	211,752	3,0	1,624	280	278,051	276,752	3,0	1,624
	212,402	210,670	4,0	2,165		277,402	275,670	4,0	2,165
	211,103	208,505	6,0	3,247		276,103	273,505	6,0	3,247
220	218,051	216,752	3,0	1,624	285	283,051	281,752	3,0	1,624
	217,402	215,670	4,0	2,165		282,402	280,670	4,0	2,165
	216,103	213,505	6,0	3,247		281,103	278,505	6,0	3,247
225	223,051	221,752	3,0	1,624	290	288,051	286,752	3,0	1,624
	222,402	220,670	4,0	2,165		287,402	285,670	4,0	2,165
	221,103	218,505	6,0	3,247		286,103	283,505	6,0	3,247
230	228,051	226,752	3,0	1,624	295	293,051	291,752	3,0	1,624
	227,402	225,670	4,0	2,165		292,402	290,670	4,0	2,165
	226,103	223,505	6,0	3,247		291,103	288,505	6,0	3,247
235	233,051	231,752	3,0	1,624	300	298,051	296,752	3,0	1,624
	232,402	230,670	4,0	2,165		297,402	295,670	4,0	2,165
	231,103	228,505	6,0	3,247		296,103	293,505	6,0	3,247
240	238,051	236,752	3,0	1,624	310	307,402	305,670	4,0	2,165
	237,402	235,670	4,0	2,165		306,103	303,505	6,0	3,247
	236,103	233,505	6,0	3,247					
245	243,051	241,752	3,0	1,624	320	317,402	315,670	4,0	2,165
	242,402	240,670	4,0	2,165		316,103	313,505	6,0	3,247
	241,103	238,505	6,0	3,247	330	327,402	325,670	4,0	2,165
				326,103		323,505	6,0	3,247	
250	248,051	246,752	3,0	1,624	340	337,402	335,670	4,0	2,165
	247,402	245,670	4,0	2,165		336,103	333,505	6,0	3,247
	246,103	243,505	6,0	3,247	350	347,402	345,670	4,0	2,165
				346,103		343,505	6,0	3,247	
255	253,051	251,752	3,0	1,624	360	357,402	355,670	4,0	2,165
	252,402	250,670	4,0	2,165		356,103	353,505	6,0	3,247
	251,103	248,505	6,0	3,247	370	367,402	365,670	4,0	2,165
				366,103		363,505	6,0	3,247	
260	258,051	256,752	3,0	1,624	380	377,402	375,670	4,0	2,165
	257,402	255,670	4,0	2,165		376,103	373,505	6,0	3,247
	256,103	253,505	6,0	3,247	390	387,402	385,670	4,0	2,165
				386,103		383,505	6,0	3,247	
265	263,051	261,752	3,0	1,624	400	397,402	395,670	4,0	2,165
	262,402	260,670	4,0	2,165		396,103	393,505	6,0	3,247
	261,103	258,505	6,0	3,247					
270	268,051	266,752	3,0	1,624					
	267,402	265,670	4,0	2,165					
	266,103	263,505	6,0	3,247					

Продолжение табл. 148

Размеры, в мм									
Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$	Диаметры			Шаг $s$	Высота профиля $h$
наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$			наружный $d$	средний $d_2$	внутренний $d_1$		
410	406,103	403,505	6,0	3,247	510	506,103	503,505	6,0	3,247
420	416,103	413,505	6,0	3,247	520	516,103	513,505	6,0	3,247
430	426,103	423,505	6,0	3,247	530	526,103	523,505	6,0	3,247
440	436,103	433,505	6,0	3,247	540	536,103	533,505	6,0	3,247
450	446,103	443,505	6,0	3,247	550	546,103	543,505	6,0	3,247
460	456,103	453,505	6,0	3,247	560	556,103	553,505	6,0	3,247
470	466,103	463,505	6,0	3,247	570	566,103	563,505	6,0	3,247
480	476,103	473,505	6,0	3,247	580	576,103	573,505	6,0	3,247
490	486,103	483,505	6,0	3,247	590	586,103	583,505	6,0	3,247
500	496,103	493,505	6,0	3,247	600	596,103	593,505	6,0	3,247

Примечание. Размеры диаметров и шагов резьб, указанные в скобках, по возможности не применять.

### 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 кроме этих классов еще и 2а класс точности.

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:  $M64$  кл. 1,  $M64$  кл. 2,  $M64 \times 3$  кл. 2,  $M64 \times 2$  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 класс точности болта (например:  $M64 \times 3$  кл. 3/кл. 2).

Допуски метрических резьб с крупными и мелкими шагами приведены в табл. 149.

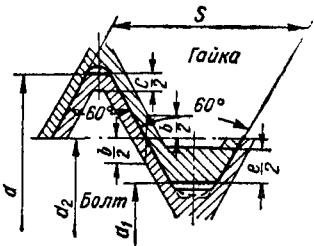


Рис. 148. Схема расположения полей допусков метрической резьбы.

### 4. РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ДЮЙМОВЫХ РЕЗЬБ

Для дюймовой резьбы установлены два класса точности: 2-й и 3-й. Схема расположения полей допусков на дюймовую резьбу изображена на рис. 149.

Размеры дюймовых резьб приведены в табл. 150, а допуски для резьб различных диаметров — в табл. 151.

Пример обозначения дюймовой резьбы диаметром  $\frac{3}{4}$ " 2-го класса точности:  $\frac{3}{4}$ " кл. 2.

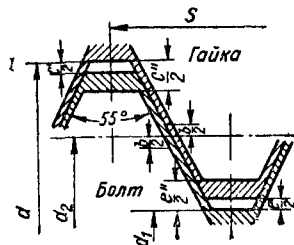


Рис. 149. Схема расположения полей допусков дюймовой резьбы.

## 5. РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ТРУБНЫХ РЕЗЬБ

Основные размеры цилиндрических трубных резьб указаны в табл. 152, а конических — в табл. 154.

Для трубных конических резьб установлены два класса точности: 2-й и 3-й.

Схема расположения полей допусков на трубных резьбах приведена на рис. 150.

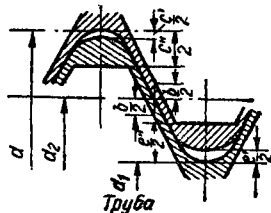


Рис. 150. Схема расположения полей допусков трубной резьбы.

## 6. РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ КОНИЧЕСКИХ РЕЗЬБ

Допуски на средний диаметр конической резьбы задаются отклонениями расстояния основной плоскости от торца трубы или калибра-пробки ( $l_2$ ).

При проверке трубы калибром-кольцом с конической резьбой расстояние от торца трубы до одноименного торца калибра  $\pm \delta l_2$  (рис. 151) не должно превышать величины шага резьбы  $s$ .

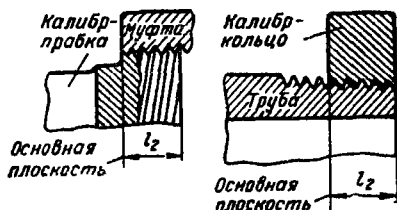


Рис. 151. Схема для определения отклонения  $\delta l_2$  от основной (базовой) плоскости до торца при измерении трубной конической резьбы.

Таблица 149

Отклонения и допуски метрических резьб с крупными и мелкими шагами (по ГОСТ 9253-59)

Шаг $s$ , в мм	Номинальный диаметр резьбы $d_H$ , в мм		Размеры, в мк										
	крупной	мелкой	Болт				Болт и гайка				Гайка		
			наружный диаметр $d$		внутренний диаметр $d_1$	допуски среднего диаметра				внутренний диаметр $d_1$	наружный диаметр $d$		
			Отклонения			верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс		3-й класс	Отклонения	
			верхнее	нижнее - $c$	нижнее					верхнее + $e$		нижнее	
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	—	0	90	90	0	—	59	—	99	0	100	0
	—	2,5; 3						59	75	99			
	—	3,5						65	85	115			



Продолжение табл. 149

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			Отклонения							
			верхнее	нижнее - с	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее + e	нижнее	
1-й, 2-й и 2а классы	3-й класс	1-й класс	2-й класс	2а класс		3-й класс	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			
1,25	8; 9	—	0	200	300	0	72	112	—	187	0	210	0
—	10—14	72					112	140	187				
1,5	10; 11	—	0	240	350	0	80	123	—	205	0	250	0
	—	12—17					80	123	155	205			
		18—28					90	135	170	220			
		30—52					100	150	190	250			
		55—80					110	165	210	270			
		85—120					120	180	230	300			
		125—150					130	200	250	320			
1,75	12	—	0	260	380	0	85	133	—	222	0	280	0

Продолжение табл. 149

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		
			верхнее	нижнее — $s$	верхнее	1-й класс	2-й класс	2а класс	3-й класс	нижнее	верхнее + $e$	нижнее	
2	14; 16	—	0	290	410	0	91	142	—	237	0	300	0
		18—28					100	155	195	250			
		30—52					110	170	210	280			
		55—80					120	185	230	300			
		82—120					130	200	250	330			
		125—180					140	220	270	350			
		185—200					150	230	290	380			
2,5	18—22	—	0	330	480	0	101	159	—	265	0	230	0
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	0	120	188	—	313	0	420	0
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	0	136	213	—	355	0	550	0
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				

Таблица 150

Размеры дюймовой резьбы (по ОСТ/НКТП 1260)

Номинальный диаметр $d_N$ в дюм.	Диаметры, в мм			Шаг $s$ , в мм	Число ниток на 1" $n$	Высота профиля резьбы, в мм		Теоретическая высота профиля $t_0$ , в мм	Высота пригупления профиля $t_0/6$ , в мм	Наибольшая ширина на впадине $a$ , в мм
	наружный $d_0$	средний $d_2$	внутренний $d_1$			болта $t_1$	гайки $t'_2$			
3/16	4,762	4,085	3,408	1,058	24	0,677	0,535	1,016	0,169	0,177
1/4	6,350	5,537	4,724	1,270	20	0,814	0,646	1,220	0,203	0,212
5/16	7,938	7,034	6,131	1,411	18	0,903	0,724	1,355	0,226	0,236
3/8	9,525	8,509	7,492	1,588	16	1,017	0,815	1,525	0,254	0,265
(7/16)	11,112	9,951	8,789	1,814	14	1,162	0,936	1,742	0,290	0,303
1/2	12,700	11,345	9,989	2,117	12	1,355	1,099	2,033	0,339	0,354
(9/16)	14,288	12,932	11,577	2,117	12	1,355	1,095	2,033	0,339	0,354
5/8	15,875	14,397	12,918	2,309	11	1,479	1,196	2,218	0,370	0,386
3/4	19,050	17,424	15,798	2,540	10	1,626	1,320	2,440	0,407	0,425
7/8	22,225	20,418	18,611	2,822	9	1,807	1,465	2,710	0,452	0,472
1	25,400	23,367	21,334	3,175	8	2,033	1,655	3,050	0,508	0,531
1 1/8	28,575	26,252	23,929	3,629	7	2,323	1,895	3,486	0,581	0,607
1 1/4	31,750	29,427	27,104	3,629	7	2,323	1,890	3,486	0,581	0,607
(1 3/8)	34,925	32,215	29,504	4,233	6	2,711	2,215	4,066	0,678	0,707
(1 1/2)	38,100	35,390	32,679	4,233	6	2,711	2,206	4,066	0,678	0,707
(1 5/8)	41,275	38,022	34,770	5,080	5	3,253	2,666	4,879	0,813	0,849
1 3/4	44,450	41,198	37,945	5,080	5	3,253	2,660	4,879	0,813	0,849
(1 7/8)	47,625	44,011	40,397	5,644	4 1/2	3,614	2,960	5,421	0,904	0,943
2	50,800	47,186	43,572	5,644	4 1/2	3,614	2,955	5,421	0,904	0,943
2 1/4	57,150	53,084	49,019	6,350	4	4,066	3,330	6,099	1,016	1,061
2 1/2	63,500	59,434	55,369	6,350	4	4,066	3,330	6,099	1,016	1,061
2 3/4	69,850	65,204	60,557	7,257	3 1/2	4,647	3,815	6,970	1,162	1,213
3	76,200	71,554	66,907	7,257	3 1/2	4,647	3,815	6,970	1,162	1,213
3 1/4	82,550	77,546	72,542	7,815	3 1/4	5,004	4,105	7,506	1,251	1,306
3 1/2	88,900	83,896	78,892	7,815	3 1/4	5,004	4,105	7,506	1,251	1,306
3 3/4	95,250	89,829	84,409	8,467	3	5,421	4,445	8,132	1,355	1,415
4	101,600	96,179	90,759	8,467	3	5,421	4,445	8,132	1,355	1,415

Таблица 151

Отклонения и допуски дюймовой резьбы (по ОСТ НКТП 1261 и 1262)

Номинальный диаметр резьбы, в дюм.	Число ниток 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		
		верхнее - $c'$	нижнее - $c''$	верхнее			нижнее + $e'$	верхнее + $e''$	нижнее
3/16	24	132	392	0	103	172	152	412	0
1/4	20	150	450	0	113	189	186	476	0
5/16	18	158	458	0	119	199	209	519	0
3/8	16	165	465	0	127	211	238	558	0

Продолжение табл. 151

Номинальный диаметр резьбы, в мм	Число ниток 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		
		верхнее - с'	нижнее - с"	верхнее			нижнее + e'	верхнее + e"	нижнее
(7/16)	14	182	482	0	135	224	271	611	0
1/2	12	200	600	0	146	244	311	661	0
(9/16)	12	208	608	0	146	244	313	673	0
5/8	11	225	625	0	153	255	342	682	0
3/4	10	240	640	0	160	267	372	752	0
7/8	9	265	765	0	169	281	419	789	0
1	8	290	790	0	179	298	466	866	0
1 1/8	7	325	925	0	191	319	531	930	0
1 1/4	7	330	930	0	191	319	536	946	0
(1 3/8)	6	365	965	0	207	345	626	1 096	0
1 1/2	6	370	970	0	207	345	631	1 071	0
(1 5/8)	5	425	1 225	0	227	378	750	1 230	0
1 3/4	5	430	1 230	0	227	378	755	1 255	0
(1 7/8)	4 1/2	475	1 275	0	239	398	833	1 353	0
2	4 1/2	480	1 280	0	239	398	838	1 378	0
2 1/4	4	530	1 330	0	253	422	941	1 481	0
2 1/2	4	530	1 330	0	253	422	941	1 481	0
2 3/4	3 1/2	590	1 390	0	271	451	1 073	1 693	0
3	3 1/2	590	1 390	0	271	451	1 073	1 693	0
3 1/4	3 1/4	640	1 540	0	281	468	1 158	1 758	0
3 1/2	3 1/4	640	1 540	0	281	468	1 158	1 808	0
3 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

Таблица 152

[Размеры грубой цилиндрической резьбы, в мм (по ГОСТ 6357-52)]

Номинальный диаметр в мм	Диаметры			Шаг s	Число ниток на 1" n	Высота профиля резьбы труб и муфт	Теоретическая высота профиля t <sub>0</sub>	Высота приглушения профиля t <sub>0/6</sub>	Наибольшая ширина впадины	Радиус закругления и вершины и впадины
	наружный a	средний a <sub>2</sub>	внутренний a <sub>1</sub>							
(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 5/8)	44,325	42,846	41,367	2,309	11	1,479	2,218	0,370	0,386	0,317

Продолжение табл. 152

Диаметры				Шаг s	Число ниток на 1" l	Высота про- филя резьбы трубы и муф- ты	Теоретиче- ская высота профиля $t_0$	Высота при- тупления про- филя $t_0/6$	Наибольшая ширина впа- дины	Радиус за- кругления вершины и впадины
номиналь- ный $d_n$ в дм	наружный d	средний $d_s$	внутрен- ний $d_i$							
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 153

Отклонения размеров и допуски трубной цилиндрической резьбы  
(по ГОСТ 6357-52)

Номинальный диаметр резьбы $d_n$ в дм	Число ниток на 1" l	Размеры, в мм									
		диаметр резьбы трубы				допуски сред- него диаметра трубы и муфты		диаметр резьбы муфты			
		наружный		внутренний		2-й класс точности b	3-й класс точности b	внутренний		наружный	
		Отклонения						Отклонения			
		верхнее — c'	нижнее — c''	верхнее	нижнее	нижнее +	верхнее +	нижнее	верхнее		
(1/2)	28	49	349	0	Не огра- ничи- вается	133	219	103	353	0	Не огра- ничи- вается
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		
1 1/2	11	75	605	0	193	321	153	553	0		
1 3/4	11	78	608	0	224	370	149	549	0		
2	11	76	606	0	224	370	151	551	0		
(2 1/4)	11	82	652	0	224	370	155	605	0		
2 1/2	11	77	647	0	224	370	160	600	0		
(2 3/4)	11	77	647	0	255	421	160	600	0		
3	11	87	697	0	255	421	170	650	0		
3 1/4	11	84	704	0	255	421	174	654	0		
3 1/2	11	84	704	0	255	421	174	654	0		
(3 3/4)	11	94	804	0	255	421	183	703	0		

Продолжение табл. 153

Номинальный диаметр резьбы $d_H$ , в д.м.	Число ниток на 1" $l$	Размеры, в мм									
		диаметр резьбы трубы				допуски среднего диаметра трубы и муфты		диаметр резьбы муфты			
		наружный		внутренний		2-й класс точности $b$	3-й класс точности $b$	внутренний		наружный	
		Отклонения						Отклонения			
верхнее $-c'$	нижнее $-d'$	верхнее	нижнее	нижнее $+$	верхнее $+$	нижнее	верхнее				
4	11	94	804	0	Не ограничивается	270	446	183	703	0	Не ограничивается
4 1/2	11	95	805	0		286	473	183	703	0	
5	11	95	905	0		286	473	192	752	0	
5 1/2	11	96	906	0		286	473	192	752	0	
6	11	96	1 006	0		286	473	191	751	0	

Таблица 154

Размеры трубной конической резьбы, в мм  
(по ГОСТ 6211-52)

Номинальный диаметр резьбы $d_H$ , в д.м.	Число ниток на 1" $l$	Шаг резьбы $s$	Длина резьбы		Диаметры в основной плоскости			Внутренний диаметр резьбы у торца трубы	Рабочая высота витка	Радиус закругления
			рабочая $l_1$	от торца трубы до основной плоскости $l_2$	средний $d_{ср}$	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	0,317

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  $l_2$ .

Таблица 155

Размеры дюймовой конической резьбы  
(по ГОСТ 6111-52)

Обозначение размера резьбы, в дюйм	Число ниток на 1" п	Шаг резьбы s	Длина резьбы		Диаметры резьбы в основной плоскости			Внутренний диаметр резьбы у горла трубы d <sub>T</sub>
			рабочая l <sub>1</sub>	от горла трубы до основной плоскости l <sub>2</sub>	средний d <sub>ср</sub>	наружный d	внутренний d <sub>i</sub>	
1/16	27	0,941	6,5	4,064	7,142	7,895	6,389	6,135
1/8	27	0,941	7,0	4,572	9,519	10,272	8,766	8,480
1/4	18	1,411	9,5	5,080	12,443	13,572	11,314	10,997
3/8	18	1,411	10,5	6,096	15,926	17,055	14,797	14,416
1/2	14	1,814	13,5	8,128	19,772	21,223	18,321	17,813
3/4	14	1,814	14,0	8,611	25,117	26,568	23,666	23,128
1	11 1/2	2,209	17,5	10,160	31,461	33,228	29,694	29,059
1 1/4	11 1/2	2,209	18,0	10,668	40,218	41,989	38,451	37,784
1 1/2	11 1/2	2,209	18,5	10,668	46,287	48,054	44,520	48,853
2	11 1/2	2,209	19,0	11,074	58,325	60,092	56,558	55,866

Резьба муфты (внутренняя резьба) проверяется калибром-пробкой (см. рис. 151), при этом допустимые отклонения  $\pm \delta l_2$  не должны превышать значений, приведенных в табл. 156.

Таблица 156

Допустимые отклонения для конической резьбы

Обозначение размера резьбы, в дюйм . . . . .	1/8	1/4—3/8	1/2—3/4	1—2	2—3	4—6
Предельные отклонения размера l <sub>2</sub> ( $\pm \delta l_2$ ), в мм . . . . .	$\pm 0,75$	$\pm 1$	$\pm 1,5$	$\pm 2$	$\pm 2,5$	$\pm 3,5$

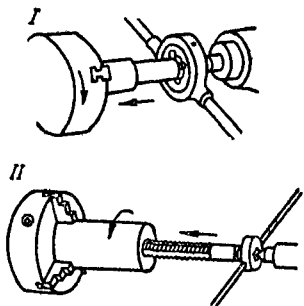
**ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ  
ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ**

**1. МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ**

Таблица 157

Методы нарезания резьбы на токарном станке

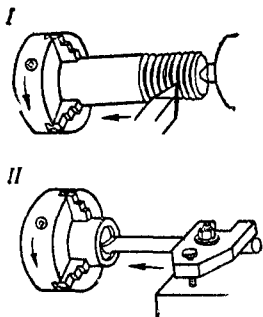
Плашками и метчиками



Сравнительно неотчетливые наружную и внутреннюю треугольные резьбы небольших размеров нарезают при помощи плашек (поз. I) и метчиков (поз. II).

Плашки и метчики применяются также и для калибровки резьбы больших размеров (диаметром до 52 мм) после предварительного нарезания их резцом. Средняя точность при нарезании резьбы плашками и метчиками — 2—3-й классы.

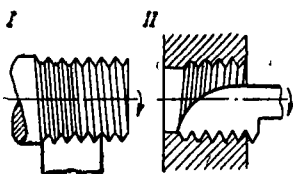
Специальными резьбовыми резцами



Наиболее распространенным является нарезание треугольной резьбы резцами на токарно-винторезном станке.

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.

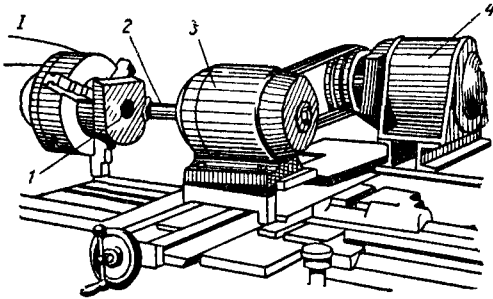
Специальными резьбовыми гребенками



Наружную (поз. I) и внутреннюю (поз. II) треугольную резьбу 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.



Специальными резьбовыми головками с вращающимися резцами



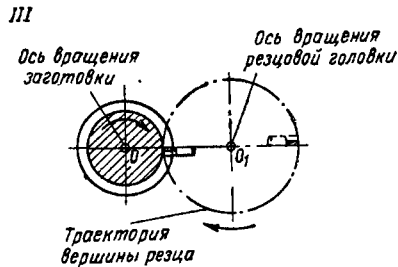
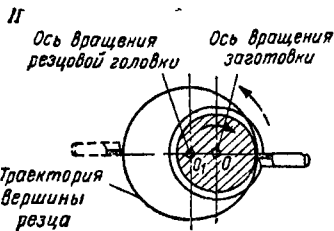
Для нарезания резьбы в детали 1 вращающимся резцом (вихревой метод нарезания) необходимо специальное приспособление 3 к токарному станку (поз. 1), шпиндель которого приводится во вращение от электродвигателя 4.

При нарезании наружной резьбы (поз. II) резьбовой резец, закрепленный во вращающейся головке, движется по кругу. Подача осуществляется путем продольного перемещения приспособления. Полный профиль резьбы образуется за один проход.

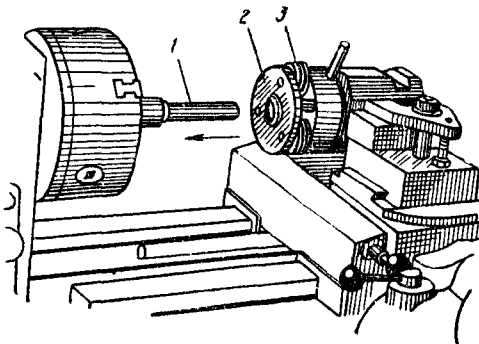
При нарезании внутренней резьбы (поз. III) резец крепится в расточной оправке и вращается по круговой траектории внутри детали.

В поз. I показана головка 2, в которой закреплен один резьбовой резец. Существуют различные типы головок с несколькими резцами.

Способ этот весьма производителен и применяется в мелкосерийном и серийном производстве.



Резьбонакатными головками



Резьбонакатная головка 2 является вспомогательным приспособлением к токарно-винторезным станкам и токарным автоматам. Резьбовые ролики 3, которыми осуществляется процесс накатывания, относятся к числу инструментов, работающих без снятия стружки.

Резьбонакатная головка устанавливается на суппорте; вращение сообщается детали 1, а головке — движение подачи. По окончании операции головка автоматически открывается.

Применение этого процесса оказывается весьма эффективным; так, например, резьба М12×26 накатывается на заготовке из хромомарганцовистой стали за 1 сек.

## 2. ИЗМЕРЕНИЕ 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.

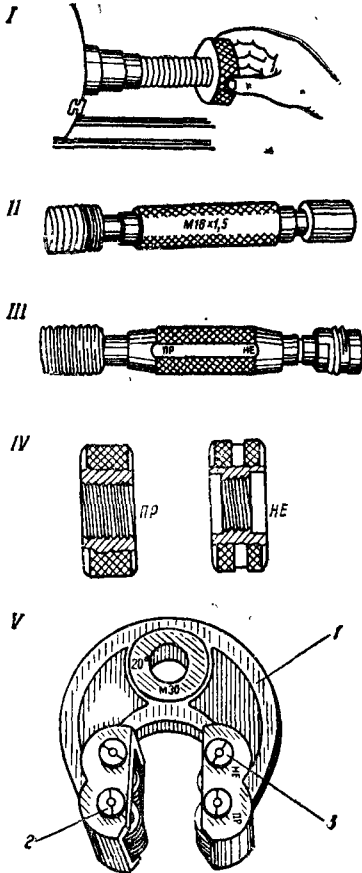
Также по элементам контролируется и резьбовой инструмент. Так, у гребенок и резьбовых фрез измеряют угол профиля и шаг резьбы, у метчиков и калибров-пробок кроме угла профиля и шага измеряют диаметры резьбы и т. д.

Таблица 158

### Основные способы контроля треугольных резьб

#### Комплексный контроль резьбы калибрами

Сравнительно неответственные резьбы контролируются с помощью нормальных резьбовых калибров.



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.

Проверку правильности резьбы с помощью нормальных калибров производят на ощупь: калибр должен плотно и без затруднений свинчиваться с контролируемой деталью (в свинченном виде не должно ощущаться качания).

Точные резьбы, а также резьбы на деталях, изготавливаемых в серийном и массовом производстве, контролируются с помощью предельных резьбовых калибров.

Внутреннюю резьбу в гайках проверяют предельными резьбовыми пробками (поз. III), а наружную резьбу — жесткими и регулируемыми предельными резьбовыми кольцами (поз. IV).

Резьбовые пробки изготовляют трех видов: цельные (пределы измерений 1—6 мм); со вставками на конических хвостовниках (пределы измерений 6—100 мм) и с насадками (пределы измерений 52—100 мм).

Резьбовые кольца бывают двух видов: жесткие и регулируемые. Для обоих видов пределы измерений диаметров составляют от 1 до 100 мм.

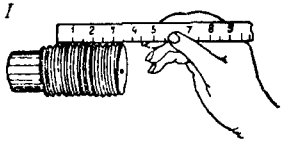
Резьба непроходных пробок и колец имеет укороченный профиль и выполняется в пределах 2—3,5 витка.

Непроходные концы совсем не должны свинчиваться с контролируемой деталью. Проходные концы (ПР) резьбового калибра-пробки (см. поз. III) и резьбового кольца (см. поз. IV) имеют длинную резьбу полного профиля. Проходные концы должны полностью ввинчиваться в резьбовое отверстие (или навинчиваться на стержень).

Для измерения резьбы в серийном производстве применяются резьбовые скобы (поз. V). В корпусе 1 скобы смонтированы две пары роликов: проходная 2 и непроходная 3. Ролики установлены на эксцентричных осях, что дает возможность легко регулировать размер скобы.

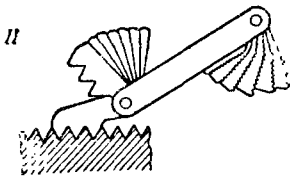
### Измерение шага резьбы

Наиболее простым способом проверки шага резьбы является измерение масштабной линейкой (поз. I).



Линейкой обычно измеряют сразу 10 шагов и затем полученную величину делят на 10. Число витков на 1" определяют по числу шагов, приходящихся на длину 25,4 мм.

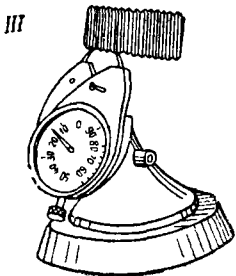
Проверку шага резьбы с помощью линейки чаще осуществляют не для контроля готовой детали, а для проверки правильности наладки станка. Для этого перед проверкой с заготовки снимают первую очень небольшую стружку — прочерчивают винтовую риску, по которой и ведут измерение шага.



При проверке шага резьбомером (поз. II) одну из его пластинок накладывают на резьбу и по совпадению зубьев (на просвет) пластинки с витками резьбы устанавливают размер шага или число витков на 1", которые помечены цифрами на каждой пластинке резьбомера.

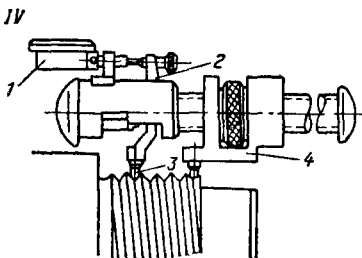
Если при определении шага резьбомер не помещается внутри резьбового отверстия, то в него ввертывают деревянный стержень квадратного сечения и по отпечатку на нем резьбы устанавливают шаг.

Для более точных измерений шага применяются специальные приборы индикаторного типа, пользование которыми основано на принципе сравнения проверяемого шага с шагом эталонного винта.



В индикаторном приборе настольного типа (поз. III) 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.

К прибору прилагается набор сменных вставок с наконечниками. Цена деления прибора 0,01 мм.



Накладной индикаторный шагомер (поз. IV) служит для контроля шагов наружных и внутренних резьб крупных диаметров (от 200 мм и более).

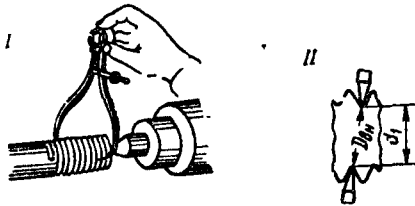
Предварительная настройка прибора производится по эталонному винту или с помощью блока мерных плиток. Шаг контролируется между двумя любыми витками, отстоящими друг от друга на расстоянии 12—100 мм, перемещенном хомутика 4 с неподвижным наконечником. Отклонения по шагу воспринимаются подвижным измерительным наконечником 3 и с помощью рычага 2 передаются шпинделю индикатора 1.

При контроле шагомер поворачивают в горизонтальной плоскости вокруг неподвижного наконечника до положения, соответствующего наименьшему показанию.

Точность измерений шагомером составляет 0,01 мм.

## Измерения наружного и внутреннего диаметров резьбы

Наружные диаметры наружных резьб измеряют с помощью универсальных измерительных инструментов и скоб.



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.

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).

При правильном номинальном внутреннем диаметре резьбы результат измерения его с учетом такого положения инструмента определяется по следующей формуле:

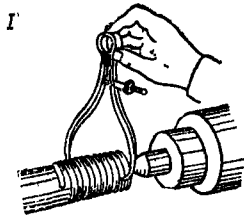
$$D_{вн} = \frac{d_1}{\cos \psi}, \quad (49)$$

где  $\psi$  — угол подъема резьбовой нарезки.

Однако практически разница между  $D_{вн}$  и  $d_1$  весьма незначительна и в большинстве случаев ею можно пренебречь, полагая, что  $D_{вн} \approx d_1$ .

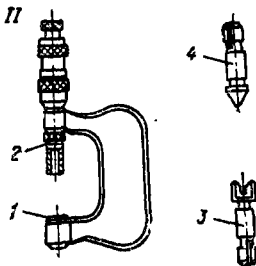
Наружный диаметр внутренних резьб может измеряться таким же индикаторным нутромером, как и при определении среднего диаметра (см. ниже), при этом сферические вставки заменяются коническими.

## Измерение среднего диаметра резьбы



Средние диаметры неточных резьб измеряют с помощью кронциркуля (поз. I), снабженного сменными шариковыми наконечниками. Диаметры шариков выбирают по таблицам (табл. 159).

Ножки кронциркуля сначала устанавливают по эталону или по резьбовому калибру, а затем в процессе измерения сверяют снятый размер с размером среднего диаметра проверяемой детали. Резьбовой кронциркуль отличается от обыкновенного пружинного кронциркуля только тем, что его ножки приспособлены для надавливания шариковых наконечников.



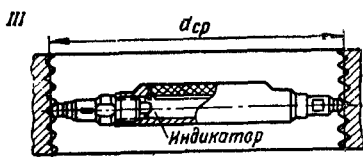
Средние диаметры точных резьб измеряют с помощью микрометров со специальными наконечниками (поз. II).

Призматический наконечник-вставка 3 вставляется в пятку 1 микрометра. При измерении она охватывает виток измеряемой нарезки. Коническая вставка 4 устанавливается в шпindel 2 и входит во впадину резьбы. Ось измеряемой детали должна быть перпендикулярна оси микровинта. При измерении деталь должна проталкиваться между резьбовыми вставками микрометра с небольшим усилием.

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".

Точность измерения среднего диаметра резьбовым микрометром (при наличии некоторого навыка) равна 0,04—0,05 мм.

Продолжение табл. 158

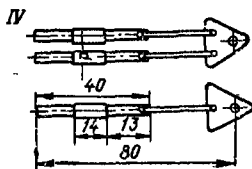


Средние диаметры внутренних резьб измеряются индикаторными нутромерами (поз. III) со сферическими наконечниками (для резьб диаметрами от 200 до 600 мм).

Нутромер устанавливается на нуль при помощи блока из плиток, составляемого с учетом диаметра сферы наконечников и перекося прибора в процессе измерения. Наконечники вводятся в соответствующие впадины резьбы.

Затем для данного положения нутромера определяют максимальное показание индикатора, помещенного в корпусе прибора.

Действительный размер среднего диаметра внутренней резьбы равен сумме величин размера блока плиток и отклонения индикатора от нуля с соответствующим знаком.



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. IV). Диаметр проволочек выбран так, чтобы касание ими боковых сторон профиля резьбы происходило приблизительно на среднем диаметре.

Проволочки закладывают во впадины резьбы (как показано в поз. V), а затем измеряют размер  $A$  с помощью обычного или рычажного микрометра (более точные измерения производят миниметром с ценой деления 0,001 или 0,002 мм).

Средний диаметр определяют после этих измерений по следующим формулам:

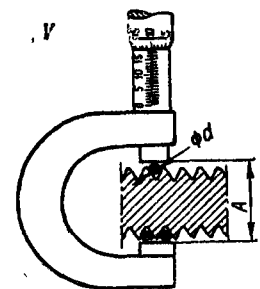
для метрической резьбы:

$$D_{cp} = A - 3d + 0,866s; \quad (50)$$

для дюймовой и трубной резьбы:

$$D_{cp} = A - 3,166d + 0,961s, \quad (51)$$

где  $d$  — диаметр проволочки;  
 $s$  — шаг резьбы.



При невыгоднейших диаметрах проволочек подсчет среднего диаметра можно еще более упростить:

$$3d - 0,866s = B;$$

$$3,166d - 0,961s = B.$$

Тогда формулы примут вид:

$$D_{cp} = A - B. \quad (52)$$

Поправку  $B$  для метрической и дюймовой резьб можно брать по табл. 159.

В некоторых случаях применяют метод одной проволочки. Во впадину резьбы вкладывают одну проволочку (поз. VI) и измеряют размер  $A_1$  в двух взаимно-перпендикулярных осевых сечениях. Наружный диаметр резьбы должен быть измерен с той же точностью, что и размер  $A_1$ .

Формулы для определения среднего диаметра при измерении методом одной проволочки имеют следующий вид:

для метрической резьбы:

$$D_{cp} = 2A_1 - d_0 - 3d + 0,866s; \quad (53)$$

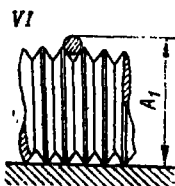
для дюймовой резьбы:

$$D_{cp} = 2A_1 - d_0 - 3,166d + 0,961s. \quad (54)$$

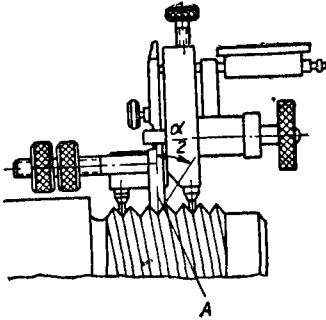
При пользовании проволочками невыгоднейших диаметров поправки  $B$  можно брать из табл. 159. Тогда формулы примут такой вид:

$$D_{cp} = 2A_1 - d_0 - B, \quad (55)$$

где  $d_0$  — внутренний диаметр резьбы.



## Измерение угла профиля резьбы



Правильность профиля резьбы контролируется с помощью профильных шаблонов на просвет, а при изготовлении точных резьб — с помощью инструментального микроскопа.

Расположение профиля резьбовой нарезки относительно оси резьбы контролируется двумя способами:

1) при нарезании резьбы на станке путем изменения положения детали; так, если переставить деталь хомутиком к задней бабке, то величина несовпадения профилей детали и реза, введенного во впадину резьбы, будет удвоена и, оценивая ошибку, токарь может внести нужную поправку;

2) с помощью специального прибора с угломером, который настраивается на нулевое деление по установочной мере — плитке с углом  $60^\circ$ ; скос ножа *A* 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'.

Таблица 159

Поправка *B* для определения среднего диаметра резьбы (см. табл. 158)

Для метрической резьбы (размеры в мм)						Для дюймовой резьбы с углом профиля $55^\circ$					
шаг <i>s</i>	диаметр проволочки <i>d</i>	поправка ка <i>B</i>	шаг <i>s</i>	диаметр проволочки <i>d</i>	поправка ка <i>B</i>	число витков на 1"	диаметр проволочки <i>d</i> , в мм	поправка <i>B</i> , в мм	число витков на 1"	диаметр проволочки <i>d</i> , в мм	поправка <i>B</i> , в мм
0,2	0,118	0,181	1,25	0,724	1,090	28	0,511	—	8	1,732	2,433
0,25	0,142	0,210	1,5	0,866	1,299	24	0,572	0,795	7	2,020	2,909
0,3	0,170	0,250	1,75	1,008	1,508	20; 19	0,724	1,072	6	2,311	3,250
0,35	0,201	0,300	2,0	1,157	1,739	18	0,796	1,162	5	2,886	4,257
0,4	0,232	0,350	2,5	1,441	2,158	16	0,866	1,221	4,5	3,177	4,636
0,45	0,260	0,390	3,0	1,732	2,598	14	1,008	1,449	4	3,580	5,234
0,5	0,291	0,440	3,5	2,020	3,029	12	1,157	1,629	3,5	4,091	5,981
0,6	0,343	0,509	4,0	2,311	3,469	11	1,302	1,904	3,25	4,400	6,423
0,7	0,402	0,600	4,5	2,595	3,888	10	1,441	2,122	3	4,773	6,977
0,75	0,433	0,650	5,0	2,886	4,328	9	1,591	2,323			
0,8	0,461	0,690	5,5	3,177	4,768						
1,0	0,572	0,850	6,0	3,468	5,208						

## НАРЕЗАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ И ПЛАШКАМИ

Сравнительно неответственные треугольные резьбы небольших диаметров при ра-

боте на токарных станках нарезают плашками (наружные) и метчиками.

### 1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МЕТЧИКОВ И ПЛАШЕК И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Метчики и плашки являются основными инструментами для нарезания резьбы в отверстиях и на стержнях. Изготавливаются метчики и плашки из инструментальных сталей марок У12А, 9ХС, Р9 и Р18. Для нарезания резьбы в деталях из труднообрабатываемых материалов применяют метчики, оснащенные пластинками твердого сплава ВК8

Метчики разделяются на ручные, машинно-ручные и гаечные (табл. 160).

*Ручные метчики* служат для нарезания резьбы вручную. Они обычно используются в практике слесарной обработки.

*Машинно-ручные метчики* служат для нарезания резьбы с шагом до 3 мм в сквозных и глухих отверстиях всех размеров машинным способом и вручную. Метчики этого типа изготавливаются двух видов: односторонние для сквозных и глухих отверстий и комплекты из 2 шт. в комплекте из чернивого и чистового.

*Гаечные метчики* используются для на-

резания сквозных отверстий за один проход. При нарезании гаечный метчик проходит через гайку.

*Машинные метчики* применяются для нарезания на станке сквозных и глухих отверстий

Плашки разделяются на круглые и раздвижные. В свою очередь, круглые плашки делятся на цельные и пружинящие (разрезные).

*Цельные плашки* предназначены для нарезания резьб одного определенного диаметра. Они дают чистую резьбу, но сравнительно быстро изнашиваются.

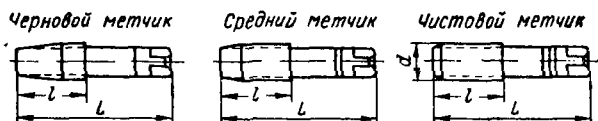
*Разрезные плашки* (табл. 161) имеют прорезь, позволяющую регулировать диаметр нарезаемой резьбы в небольших пределах

*Раздвижные плашки* (полуплашки) состоят из двух половин, расстояние между которыми можно регулировать. Они применяются преимущественно в практике слесарной обработки.

Таблица 160

Основные типы метчиков

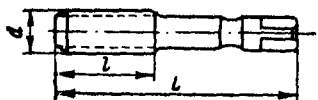
Ручные метчики (по ГОСТ 9522-60)



Продолжение табл. 160

Типы метчиков	Диаметр $d$ , в мм или дюм		Шаг резьбы, в мм, или число ниток на 1"	Габаритные размеры, в мм	
	от	до		общая длина $L$	длина рабочей части $l$
Для метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 9150-59).	1	52	0,25—5,0	25—165	7—60
То же, с мелким шагом (ГОСТ 9150-59) . . . . .	3	52	0,2—4,0	22—165	5—60
Для дюймовой резьбы (ОСТ НКТП 1260) . . . . .	$1/4$ "	2"	20—4,5	50—165	20—60
Для трубной резьбы (ГОСТ 6357-52) . . . . .	$1/8$ "	$1 1/2$ "	28—11	55—105	18—40

## Машино-ручные метчики (по ГОСТ 3266-60)



Для метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 9150-59)	1	52	0,25—5,0	25—200	7—60
То же, с мелким шагом (ГОСТ 9150-59) . . . . .	1	52	0,2—4,0	22—200	5—60
Для дюймовой резьбы (ОСТ НКТП 1260) . . . . .	$1/4$ "	2"	20—4,5	50—160	20—60
Для трубной резьбы (ГОСТ 6357-52) . . . . .	$1/8$ "	2"	28—11	55—140	18—40

## Гаечные метчики (по ГОСТ 1604-60)





Для метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 9150-59)	3	33	0,5—3,5	90—280 (короткие), 120—360 (длинные)	10—70
То же, с мелким шагом (ГОСТ 9150-59) . . . . .	3	52	0,35—4,0	90—280 (короткие), 120—360 (длинные)	7—80
Для дюймовой резьбы (ОСТ НКТП 1260) . . . . .	$1/4$ "	$1 1/4$ "	20—7	120—280 (короткие), 200—360 (длинные)	25—70

Примечание. У одинарных метчиков для сквозных отверстий  $l = 6$  ниткам, а для глухих отверстий  $l = 3$  ниткам.



Таблица 161

Основные типы плашек

Эскиз	Наименование резьбы	ГОСТ	Номинальный диаметр резьбы, в мм или дюм		Шаг резьбы, в мм
			от	до	
<b>Плашки круглые, цельные и пружинящие</b>					
<p><i>Цельная</i></p> 	Метрическая с крупным шагом . . . . .	ГОСТ 9740-62	1	68	0,25—6,0
	То же, с мелким шагом . . . . .	То же	1	130	0,2—6,0
<p><i>Пружинящая (разрезная)</i></p> 	Дюймовая (крепежная) . . . . .	• •	1/4"	2"	20—4,5
	Трубная . . . . .	• •	1/8"	1 1/2"	28—11

**2. КОНСТРУКЦИИ МЕТЧИКОВ И ПЛАШЕК И ГЕОМЕТРИЯ ИХ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Рабочая часть метчика (рис. 152, а) состоит из заборной и калибрующей частей.

Заборная, или режущая, часть осуществляет всю основную работу резания, а калибрующая, или направляющая, направ-

ляет для нарезания трубных и мелких метрических резьб используют комплект из двух метчиков.

Задняя (затылочная) поверхность (рис. 152, б) режущих зубьев затыляется

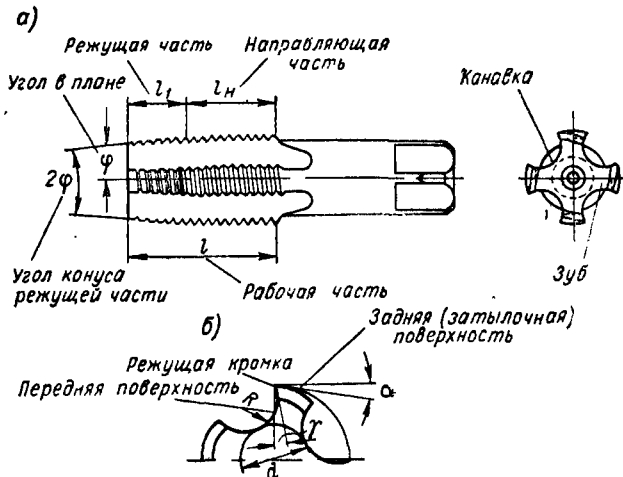


Рис. 152. Конструкция и геометрия метчика.

ляет метчик в отверстии и окончательно калибрует резьбу.

Зубья метчика расположены на его режущих перьях. Режущие грани на зубьях образованы благодаря наличию канавок, разделяющих перья.

Машинно-ручные метчики выпускаются комплектами. В комплект для нарезания основных метрических и дюймовых резьб входит 3 метчика.

по спирали, что позволяет сохранять после переточек профиль зубьев постоянным.

Задний угол  $\alpha$  (рис. 152, б) ручных метчиков составляет от 6 до 8°, а гаечных метчиков — от 10 до 12°.

У метчиков для нарезания резьбы в сквозных отверстиях деталей из легких сплавов задний угол рекомендуется делать в пределах 5—8°, а для глухих отверстий — 3—4°.

Величина переднего угла  $\gamma$  зависит от обрабатываемого материала: для мягкой стали он берется равным  $12-15^\circ$ , для стали средней твердости  $8-10^\circ$ , для твердой стали  $5^\circ$ , для бронзы и чугуна  $0-5^\circ$ , для латуни  $10^\circ$  и для легких сплавов  $20-30^\circ$ .

Как правило, метчики имеют прямые канавки. Однако в ряде случаев, особенно при нарезании резьбы в прерывистых отверстиях, применяют метчики со спиральными канавками.

Плашка (рис. 153) по конструкции принципиально аналогична метчику.

Рабочая часть плашки состоит из заборной и калибрующей частей.

Заборная часть имеет конус с углом  $\varphi=40-60^\circ$ . Заборная часть образуется по обе стороны плашки. Затянуется она по спирали.

Калибрующая часть содержит обычно 3-5 витков.

Задний угол  $\alpha$  у круглых плашек принимается равным  $7-9^\circ$ . Передний угол  $\gamma$  при обработке стали колеблется в пределах  $10-25^\circ$ , чугуна  $\gamma=10-12^\circ$ , латуни  $\gamma=20^\circ$ .

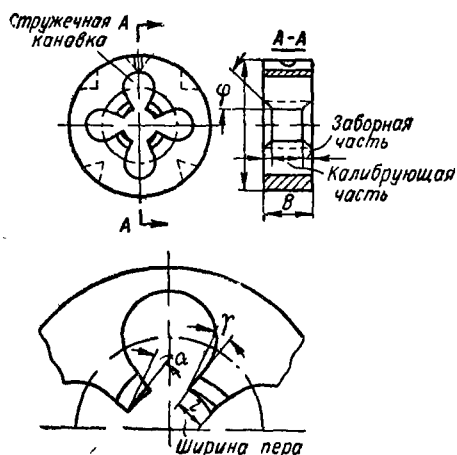


Рис. 153. Круглая плашка.

### 3. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ

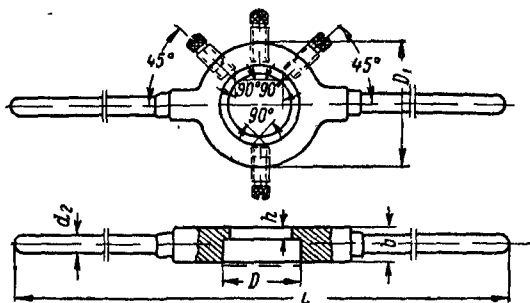
Подготовка стержня под нарезание резьбы плашкой. Материал нарезаемой детали «течет», вследствие чего происходит защемление витков резьбы в плашке. Во избежание этого диаметр детали, подготовленной под нарезание резьбы плашкой, должен

быть меньше наружного диаметра резьбы на  $0,06-0,52$  мм (табл. 163 и 164).

Чтобы облегчить врезание плашки в металл, на конце нарезаемой детали рекомендуется снять небольшую фаску шириной  $2-3$  мм.

Таблица 162

Основные размеры плашкодержателей (воротков) для круглых плашек, в мм



$D$	$D_1$	$b$	$d_2$	$h$	$L$	$D$	$D_1$	$b$	$d_2$	$h$	$L$
16	25	7	5	5	130	45	70	22	12	17	480
20	30	7	6	5	200	55	85	16	14	11	580
25	40	9	6	6,5	260	55	85	20	14	15	580
30	45	11	8	7,5	300	55	85	25	14	20	580
38	60	17	10	13	380	65	95	22	16	17	680
45	70	13	12	9,5	480	65	95	28	16	23	690

Таблица 163

Диаметры стержней, в мм, под нарезание метрической резьбы плашкой  
(по ГОСТ 9150-59)

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр стержня	Шаг резьбы	Диаметр стержня	Шаг резьбы	Диаметр стержня	Допуск
1	0,25	0,94	0,2	0,97			
1,2		1,14		1,17			
1,6	0,35	1,54		1,57			-0,06
2	0,4	1,94	0,25	1,97			
2,5	0,45	2,44		2,47			-0,08
3	0,5	2,94	0,35	2,97			
4	0,7	3,92		3,96			-0,1
5	0,8	4,92	0,5	4,96			
6	1	5,92	0,75	5,96	0,5	5,96	-0,1
8	1,25	7,9	1	7,95	0,75	7,95	
10	1,5	9,9	1,25	9,95	1	9,95	-0,12
12	1,75	11,88		11,94		11,94	
14	2	13,88	1,5	13,94	1,25	13,94	-0,12
16		15,88		15,94	1	15,94	
18		17,88		17,94		17,94	-0,12
20	2,5	19,86		19,93		19,93	-0,14
22		21,86		21,93		21,93	
24	3	23,86	2	23,93	1,5	23,93	-0,14
27		26,86		26,93			
30		29,86		29,93		29,93	-0,17
33	3,5	32,83		32,92		32,92	
36	4	35,83	3	35,92	2	35,92	-0,17
39		38,83		38,92			
42		41,83		41,92		41,92	
45	4,5	44,83		44,92		44,92	
48	5	47,83		47,92		47,92	

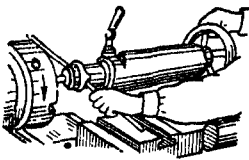
Таблица 164

Диаметры стержней, в мм, под нарезание дюймовой резьбы  
плашкой (по ОСТ НКТП 1260)

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

## Основные приемы нарезания резьбы плашками

## Нарезание резьбы круглыми плашками, установленными в обычных плашкодержателях



Нарезание резьбы плашками часто начинают с нарезания нескольких ниток вручную при помощи плашки, закрепленной в плашкодержателе, а затем уже включают шпиндель, опирая плашкодержатель о суппорт.

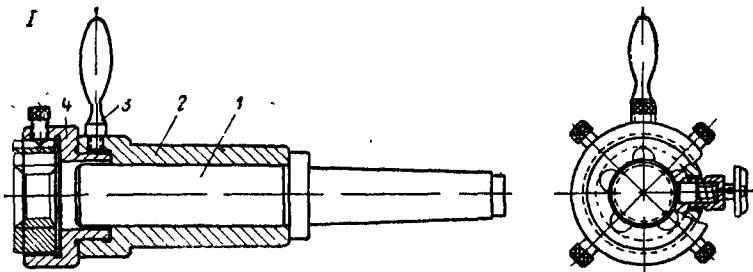
Более производительным приемом следует считать нарезание первых витков при поджатии плашки пинолью задней бабки, которая сообщает плашке правильное направление.

При нарезании резьбы до упора (например, до заплечика) шпиндель заблаговременно выключают и, чтобы закончить нарезание, доворачивают его на требуемую величину вручную.

## Нарезание резьбы круглыми плашками, установленными в плашкодержателях усовершенствованных конструкций

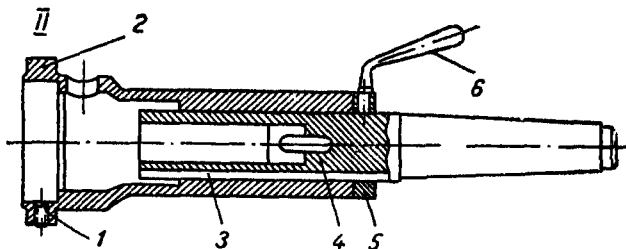
При нарезании резьбы плашками, установленными в обычных плашкодержателях, резьба часто получается некачественной из-за возникающего перекоса инструмента. При использовании плашкодержателей усовершенствованных конструкций этого дефекта удается избежать.

В поз. I показана одна из конструкций таких плашкодержателей. Оправка 1 вставляется в конус задней бабки. На ней имеются стакан 2 и сменная втулка 4, в которой закрепляется плашка. Патрон с инструментом подводится к вращающейся



ся заготовке вместе с пинолью задней бабки. При соприкосновении с заготовкой стакан 2 удерживается от вращения за ручку 3. Он свободно перемещается по оправке 1 во время нарезания резьбы. По окончании нарезания направление вращения шпинделя переключается, и инструмент отходит от детали.

Патрон облегчает труд токаря и обеспечивает получение качественной резьбы.

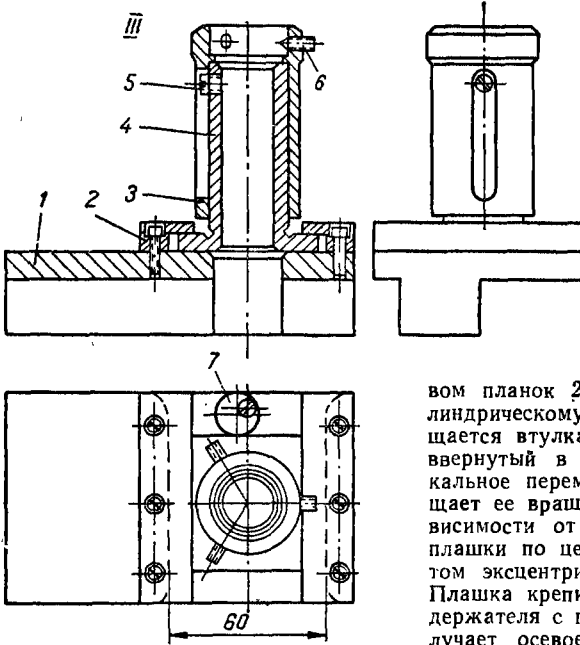


При помощи приспособления, показанного в поз. II, можно сверлить отверстие и нарезать наружную резьбу с одной установки инструмента. Оправка 4 приспособления вставляется в пиноль задней бабки. В передней ее части сделано гнездо для крепления сверла. Наружная подвижная оправка 2 надевается на оправку 4 и перемещается по ней в осевом направлении. От вращения ее удерживает шпонка 3.

Продолжение табл. 165

В передней части наружной оправки имеются отверстие для сменной втулки с плашкой (некоторые плашки могут быть вставлены без втулок) и винт 1, фиксирующий их.

После того как внутренняя оправка вставлена в пиноль, на оправку надевают кольцо 5 с ручкой 6, наружную оправку 2 и вставляют сверло и плашку. В конце сверления, не выводя сверла из отверстия, производят переключение чисел оборотов шпинделя на число, соответствующее нарезанию резьбы. Наружная оправка подается рукой справа налево. Резьба получается правильной и концентричной по отношению к просверленному отверстию. По окончании нарезания резьбы и при изменении направления вращения шпинделя наружная оправка перемещается слева направо.



для врезания в обрабатываемую деталь, после чего втулка 3 свободно перемещается соответственно шагу нарезаемой резьбы.

По предложению токаря Бабичева изготовлен и внедрен в производство плашкодержатель, который крепится в одном из гнезд резцедержателя (в остальных гнездах устанавливается другой инструмент), а не в пиноли задней бабки, что дает возможность нарезать резьбу без переаладки инструмента (поз. III).

На основании 1 в резцедержателе посредством планок 2 крепится стойка 4. По цилиндрическому хвостовику стойки перемещается втулка 3, имеющая паз. Штифт 5, ввернутый в стойку, ограничивает вертикальное перемещение втулки и предотвращает ее вращение. Втулку 3 меняют в зависимости от размера плашек. Установка плашки по центру осуществляется поворотом эксцентрика 7, закрепленного винтом. Плашка крепится винтами 6. При подводе держателя с плашкой к детали плашка получает осевое перемещение, необходимое

**Режимы резания при нарезании резьбы плашками.** Скорость резания при нарезании резьбы плашками следует выбирать по табл. 171.

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 коэффициент 0,6—0,7.

В качестве охлаждающей жидкости при нарезании резьбы на стальных стержнях применяются эмульсии и растительные масла с добавкой олеиновой кислоты.

#### 4. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ

При нарезании резьбы метчиками часть металла не удаляется вместе со стружкой, а выдавливается вдоль режущих граней инструмента, образуя профиль резьбы на детали. С учетом этого диаметры отверстий

под резьбу должны изготавливаться не по номинальному размеру резьбы, а несколько ниже его.

Рекомендуемые значения диаметров отверстий приведены в табл. 166—168.

Таблица 166

Диаметры сверл, в мм, для сверления отверстий под метрическую резьбу  
(по ГОСТ 9150-59)

Диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Шаг резьбы	Диаметр сверла
6	1	5	0,75	5,2	0,5	5,5	—	—	—	—	—	—
7	1	6	0,75	6,2	0,5	6,5	—	—	—	—	—	—
8	1,25	6,7	1	7	0,75	7,2	0,5	7,5	—	—	—	—
9	1,25	7,7	1	8	0,75	8,2	0,5	8,5	—	—	—	—
10	1,5	8,5	1,25	8,7	1	9	0,75	9,2	0,5	9,5	—	—
11	1,5	9,5	1	10	0,75	10,2	0,5	10,5	—	—	—	—
12	1,75	10,2	1,5	10,5	1,25	10,7	1	11	0,75	11,2	0,5	11,5
14	2	12	1,5	12,5	1,25	12,6	1	13	0,75	13,2	0,5	13,5
16	2	14	1,5	14,5	1	15	0,75	15,2	0,5	15,5	—	—
18	2,5	15,4	2	16	1,5	16,5	1	17	0,75	17,2	0,5	17,5
20	2,5	17,4	2	18	1,5	18,5	1	19	0,75	19,2	0,5	19,5
22	2,5	19,4	2	20	1,5	20,5	1	21	0,75	21,2	0,5	21,5
24	3	20,9	2	22	1,5	22,5	1	23	0,75	23,2	—	—
27	3	23,9	2	25	1,5	25,5	1	26	0,75	26,2	—	—
30	3,5	26,4	3	26,9	2	28	1,5	28,5	1	29	0,75	29,2
33	3,5	29,4	3	29,9	2	31	1,5	31,5	1	32	0,75	32,2
36	4	31,9	3	32,9	2	34	1,5	34,5	1	35	—	—
39	4	34,9	3	35,9	2	37	1,5	37,5	1	38	—	—
42	4,5	37,4	4	37,9	3	38,9	2	40	1,5	40,5	1	41
45	4,5	40,4	4	40,9	3	41,9	2	43	1,5	43,5	1	44
48	5	42,8	4	43,9	3	44,9	2	46	1,5	46,5	1	47

**Примечания.**

1. Допуск на отверстие принимается по 5-му классу точности гладких соединений.

2. Для чугуна и других хрупких материалов размер сверла принимается на 0,1 мм меньше указанного в таблице.

Таблица 167

Диаметры сверл, в мм, для отверстий под нарезание дюймовой резьбы  
(по ОСТ НКТП 1260)

Обозначение резьбы, в дм	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
Диаметр сверла, в мм	3,7	5,1	6,5	9,3	10,5	12	13,5	16,4	19,3
Обозначение резьбы, в дм	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2
Диаметр сверла, в мм	22,1	24,8	27,9	30,4	33,6	35,8	39	41,6	44,8

**Примечания.**

1. Допуск на отверстие принимается по 5-му классу точности гладких соединений.

2. Для чугуна и других хрупких материалов размер сверла принимается на 0,1 мм меньше указанного в таблице.

Таблица 168

Диаметры сверл, в мм, для сверления отверстий под нарезание трубной цилиндрической резьбы (по ГОСТ 6357-52)

Обозначение резьбы, в мм . . . . .	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4
Диаметр сверла, в мм . . . . .	8,8	11,7	15,2	18,9	20,7	24,3
Обозначение резьбы, в мм . . . . .	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 5/8	1 1/2
Диаметр сверла, в мм . . . . .	28,1	30,5	35,2	39,2	41,6	45,2

*Примечание.* Допуск на отверстие принимается по 5-му классу точности гладких соединений.

Таблица 169

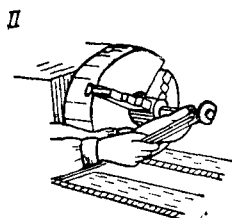
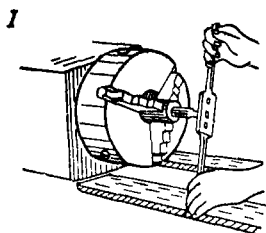
Увеличение глубины сверления глухих отверстий при обработке их для нарезания резьбы метчиками (размеры в мм)

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	3	6	12	18	
	1,25	2,5	5,5	3,5	7	14	21	
	1,5	3	6	4	8	16	24	
	1,75	3,5	7,5	4,5	9	18	27	
	2	4	8	5	10	20	30	
	2,5	5	10					

Таблица 170

Основные приемы нарезания резьбы метчиками

Нарезание при помощи воротка (поз. I) или гаечного ключа (поз. II) с упором в станну



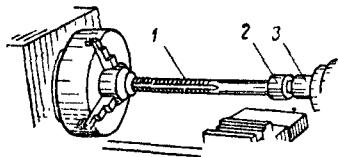
Этот способ применяется лишь при нарезании неотчетливых сквозных резьб диаметром до 12—15 мм при малых скоростях резания.

Способ имеет два существенных недостатка:

1. Ось метчика может не совпадать с осью просверленного отверстия, вследствие чего болт или шпилька, ввернутые в резьбовое отверстие, будут не перпендикулярны к торцовой поверхности детали.

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 может привести к травме рук и повреждению направляющих станины.

## Нарезание с поджатием метчика пинолью задней бабки



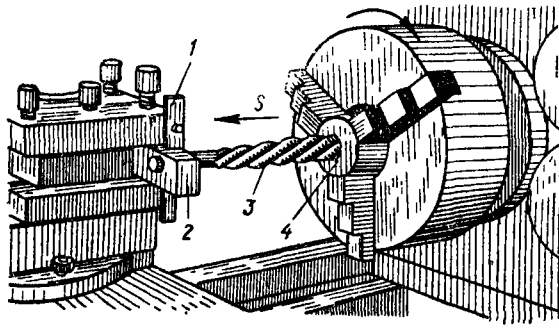
Способ применяется при нарезании резьб диаметром больше 12—15 мм, а также в тех случаях, когда ось резьбы должна быть перпендикулярна к торцовой поверхности детали.

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 подком.

По мере продвижения метчика вдоль оси нарезаемого отверстия следует равномерно и осторожно подавать пиноль задней бабки.

Глухие резьбы могут быть нарезаны этим способом при условии вращения шпинделя с деталью вручную.

## Нарезание способом протягивания специальным метчиком-протяжкой



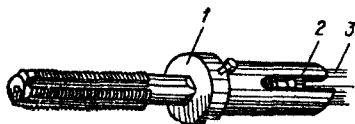
Инструментом для нарезания внутренней резьбы большого шага служит протяжка, напоминающая метчик, но имеющая подъем на каждом режущем зубе. В обрабатываемое отверстие резьбовая протяжка вводится передней направляющей частью. За ней идут заборная, режущая и калибрующая части, снабженные резьбой протягиваемого профиля и шага и с тем же числом заходов (см. также рис. 183 и текст на стр. 441).

Для нарезания резьбы расточенную по внутреннему диаметру деталь 4 надевают на хвостовик метчика-протяжки 3. Хвостовик метчика-протяжки вставляют в отверстие державки 2, расположенной в резцедержателе станка, и закрепляют клином 1. Затем движением продольного суппорта метчик-протяжку с надетой деталью вводят в отверстие шпинделя. Механизм подачи настраивают соответственно шагу заданной резьбы и соединяют суппорт с ходовым винтом маточной гайкой.

При нарезании правой резьбы станку дают обратный ход на  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  оборота для создания натяга, после чего его останавливают, а деталь зажимают кулачками патрона (зажим кулачками должен быть достаточно жестким). После этого шпиндель станка включают на обратный ход.

Вращение детали в сочетании с продольным перемещением метчика-протяжки обеспечивает нарезание заданной резьбы за один проход. Скорость резания при протягивании  $v=2-3$  м/мин.

## Нарезание метчиком, установленным в специальном патроне в пиноли задней бабки



Патрон конструкции токаря В. Н. Сторонки-на 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.

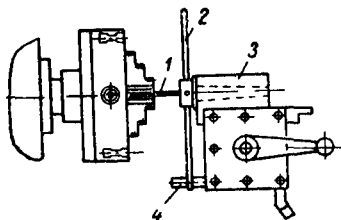


Продолжение табл. 170

После того как метчик пойдет на 1—1,5 нитки в нарезаемое отверстие, он уже без поджатия пинолью, а направляясь шпонкой 2, будет перемещаться вдоль оси детали.

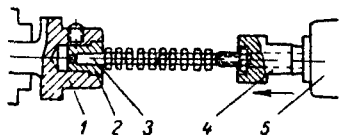
Установив заранее стакан 1 относительно шпонки 2, можно ограничить длину нарезаемого отверстия. Как только стакан 1 сойдет со шпонки, он вместе с метчиком будет вращаться свободно, и процесс нарезания автоматически прекратится.

#### Нарезание метчиком, установленным в специальной державке на суппорте станка



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.

#### Нарезание гаек при помощи специального приспособления



Приспособление состоит из двух оправок, одна из которых (1) закрепляется в патроне станка, а другая (4) — в пиноли задней бабки 5. В оправке 1 крепится сменная втулка 2, в которую входит квадратный конец гаечного метчика 3.

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.

Этот способ нарезания обеспечивает очень высокую производительность труда. Для гаек размером до М8 штучное время равно 0,4 мин, а для гаек М10 и М12 — 0,5 мин.

**Режимы резания при нарезании резьбы метчиками.** Скорости резания при нарезании резьбы метчиками должны быть сравнительно небольшими, при выборе их можно руководствоваться данными табл. 171.

В качестве смазочно-охлаждающей жидкости при нарезании резьбы метчиками рекомендуются для деталей из стали осерненное масло (сульфопрезол), а для деталей из чугуна, бронзы и алюминия — эмульсии или керосин.

Таблица 171

#### Скорость резания при нарезании резьбы метчиками

Диаметр резьбы		Скорость резания, в м/мин	
метрической, в мм	дюймовой, в дм	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

## НАРЕЗАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ РЕЗЦАМИ

### 1. РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ И ГРЕБЕНКИ

**Материалы и конструкции резьбовых резцов.** Режущие части резьбовых резцов изготовляют из быстрорежущей стали марок Р9 (для обработки стали  $\sigma_b < 85 \text{ кг/мм}^2$  и чугуна  $HV \leq 220$ ) и Р18 (для более твердых сталей и чугунов), а также из твердых сплавов марок Т15К6, Т15К6Т и ВК8. Державки резцов выполняют из конструкционных сталей (сталь 45, сталь 50 и др.).

Наибольшее распространение имеют стержневые резьбовые резцы. Применяются также призматические и дисковые резцы (рис. 154).

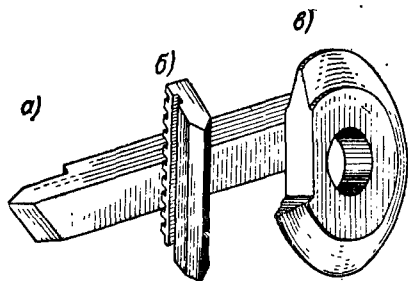


Рис. 154. Резьбовые резцы:  
а — стержневой; б — призматический;  
в — дисковый.

**Стержневые резцы** выполняются как цельными с напайными режущими пластинками, так и с механическим креплением пластины к стержню. На рис. 155 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.

Эти резцы служат для нарезания наружных резьб преимущественно при работе на автоматах, полуавтоматах и револьверных станках.

**Дисковые резцы** по конструкции аналогичны описанным ранее фасонным дисковым резцам (см. стр. 316).

Наибольшее использование дисковые резцы, так же как и призматические, получили при работе на автоматах, полуавтоматах и на револьверных станках.

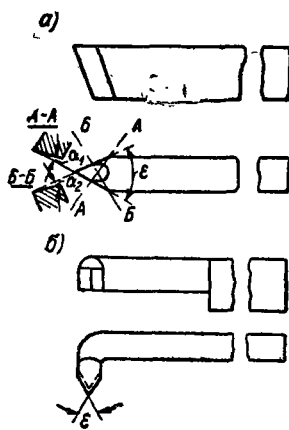


Рис. 155. Резцы для нарезания треугольной резьбы.

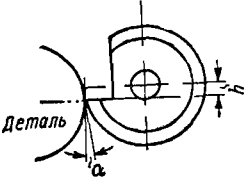
Для создания необходимого заднего угла передняя грань дискового резца смещается относительно его центра на некоторую величину  $h$  (см. табл. 172).

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  $2^\circ$ )  $\alpha_1 = \alpha_2 = 4 - 5^\circ$  (рис. 156).

Таблица 172

Величина смещения  $h$  передней грани дискового резьбового резца относительно его центра в зависимости от величины заднего угла

Эскиз	Задний угол резца $\alpha^\circ$	Диаметр резца, в мм						
		20	25	30	35	40	45	50
	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°.

Выемка 1 шаблона (рис. 157) служит для контроля угла профиля; необходимая поправка соответственно данным табл. 173 учитывается при изготовлении шаблона. Выемка 2 предназначена для установки резца, а выступ 3 шаблона — для проверки профиля резьбы (см. рис. 161).

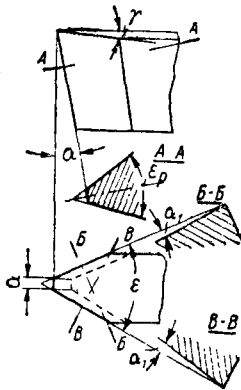


Рис. 156. Геометрия резьбового резца.

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 резьбах в этом случае делаются равными 3—4°.

Чистовые быстрорежущие резцы затачивают с углом профиля  $\epsilon$ , равным углу профиля нарезаемой резьбы. У чистовых твердосплавных резцов угол  $\epsilon$  делается на 30' — 1° меньше угла профиля нарезаемой 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, перпендикулярной задней грани резца. Угол профиля в этой плоскости не совпадает с углом профиля резьбы  $\epsilon$  (табл. 173).

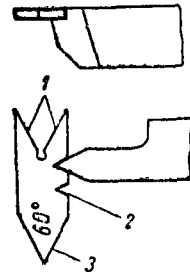


Рис. 157. Шаблон для контроля профиля и правильности установки резьбовых резцов.

Наибольшее распространение имеют быстрорежущие резьбовые резцы В последние годы получают все большее применение твердосплавные резцы. На рис. 158 изображен выпускаемый Минским инструментальным заводом резьбовой резец с ромбической твердосплавной пластинкой.

Таблица 173

Угол профиля резьбового резца в плоскости AA в зависимости от величины заднего угла

Угол профиля резьбовой нарезки $\epsilon$	Угол профиля резца в плоскости AA при заднем угле $\alpha$		
	10°	12°	15°
60°	60°46'	61°06'	61°44'
55°	55°44'	56°02'	56°46'

Наибольшей жесткостью отличаются резьбовые резцы конструкции В. К. Семиного и К. В. Лакура. Их конструкция аналогична расточным резцам (см. стр. 253—260).

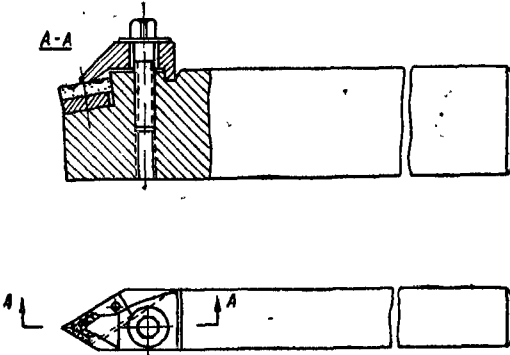


Рис. 158. Резьбовой резец с твердосплавной пластинкой ромбической формы.

**Резьбовые гребенки.** Распространение получили плоские (рис. 159, а), стержневые призматические (рис. 159, б) и круглые (рис. 159, в) гребенки. Применяются они 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.

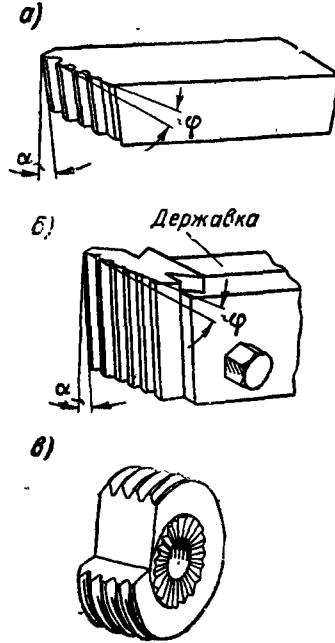


Рис. 159. Резьбовые гребенки.

## 2. 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.

Схема нарезания резьбы на токарном станке показана на рис. 160.

Для нарезания резьб к каждому токарно-винторезному станку прилагается набор сменных колес, чаще всего с числом зубьев 20, 25, 30, 35 и т. д. через 5 до 120 и, кроме того, колесо со 127 зубьями. Такой набор называется пятковым. Задача токаря — подобрать такую пару  $z_1$  и  $z_2$  или такие две пары колес из имеющихся в наборе, которые отвечают подсчитанному передаточному отношению.

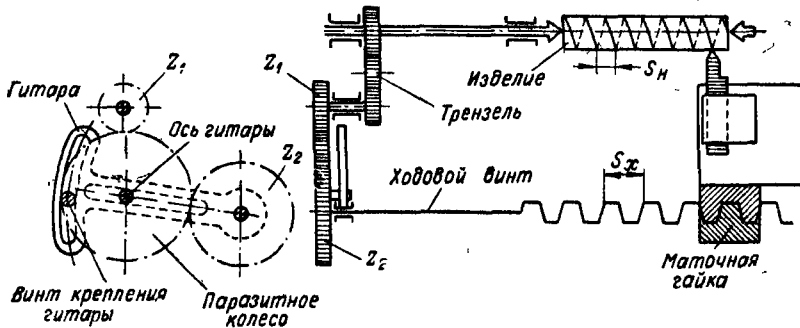


Рис. 160. Схема к настройке токарного станка на нарезание резьбы.

Первое ведущее колесо устанавливают на валу трензеля, выступающем из передней бабки; последнее из ведомых колес ставят на конец ходового винта.

Если подобранная пара колес по дальности расстояния от вала трензеля до ходового винта между собой не сцепляется, то между ними устанавливают паразитные колеса соответствующего размера.

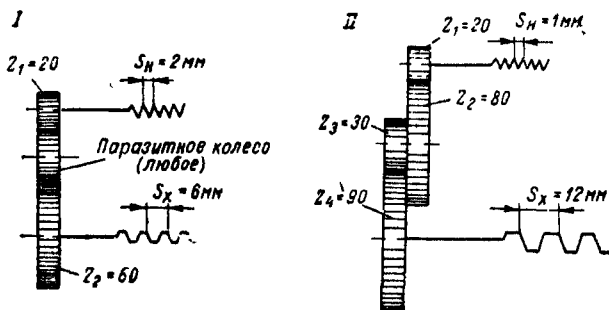
Подбор сменных колес производится по формулам, приведенным в табл. 174, где

приняты следующие условные обозначения:  $n_x$  — число ниток на 1" ходового винта;  $n_n$  — число ниток на 1" нарезаемого винта;  $s_x$  — шаг ходового винта, в мм;  $s_n$  — шаг нарезаемого винта, в мм;  $m_t$  — величина модуля при модульной нарезке червяка, в мм;  $n$  — число ходов нарезаемого червяка;  $i$  — передаточное число от шпинделя к ходовому винту, где  $i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}$ . Здесь  $z_1, z_2, z_3$  и  $z_4$  — числа зубьев сменных колес.

Таблица 174

Формулы для подбора сменных колес

При ходовом винте с метрическим шагом  
Для нарезания метрической резьбы



$$i = \frac{s_n}{s_x} = \frac{z_1}{z_2} \tag{56}$$

**Пример 1** Шаг нарезаемой резьбы должен быть  $s_n=2$  мм. Шаг резьбы ходового винта  $s_x=6$  мм (поз. I). Требуется определить  $z_1$  и  $z_2$ .

*Решение.*

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{s_n}{s_x} = \frac{2}{6} = \frac{2 \cdot 10}{6 \cdot 10} = \frac{20}{60} \text{ или } \frac{2 \cdot 15}{6 \cdot 15} = \frac{30}{90}.$$

Точно такой же результат можно получить, умножив числитель и знаменатель дроби на 20.

*Проверка.*

$$s_n = \frac{z_1}{z_2} \cdot s_x = \frac{20}{60} \cdot 6 = 2 \text{ мм.}$$

**Пример 2.** Шаг ходового винта  $s_x=12$  мм. Требуется нарезать резьбу с  $s_n=1$  мм (поз. II).

*Решение.*

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{s_n}{s_x} = \frac{1}{12} = \frac{1 \cdot 10}{12 \cdot 10} = \frac{10}{120}.$$

Сменного колеса с 10 зубьями в комплекте нет. Резьбу с шагом 1 мм с помощью простой передачи на этом станке нарезать нельзя, поэтому выбирают двойную (сложную) передачу.

По правилам дробей можно разложить полученную дробь  $1/12$  на две:

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3}.$$

Умножив числители и знаменатели дробей  $1/4$  и  $1/3$  на какие-либо подходящие числа (например,  $1/4$  на 20, а  $1/3$  на 30), получим 4 числа зубьев для четырех колес, из которых составляется передача:

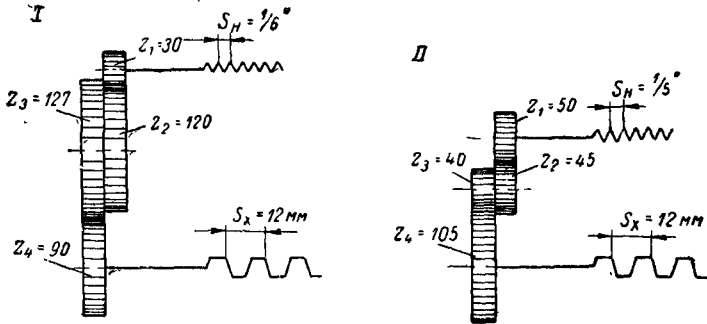
$$\frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{(1 \cdot 20) \times (1 \cdot 30)}{(4 \cdot 20) \times (3 \cdot 30)} = \frac{20 \cdot 30}{80 \cdot 90}.$$

Колеса  $z_1$  и  $z_3$  всегда будут ведущими, а  $z_2$  и  $z_4$  — ведомыми.

Проверка.

$$s_{\text{H}} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \cdot s_{\text{X}} = \frac{20 \cdot 30}{80 \cdot 90} \cdot 12 = 1 \text{ мм.}$$

Для нарезания дюймовой резьбы



$$i = \frac{25,4}{n_{\text{X}} \cdot s_{\text{X}}} \quad (57)$$

Пример 1. Шаг ходового винта  $s_{\text{X}} = 12$  мм. Требуется нарезать резьбу в 6 ниток на дюйм, применив колесо со 127-ю зубьями. Необходимо вычислить  $z_1$  и  $z_2$  по поз. I.

Решение.

$$i = \frac{25,4}{n_{\text{X}} \cdot s_{\text{X}}} = \frac{25,4}{6 \cdot 12} = \frac{25,4}{72} = \frac{25,4 \cdot 5}{72 \cdot 5} = \frac{127}{360}$$

В этом случае необходима сложная передача

$$\frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{127}{360} = \frac{1}{4} \cdot \frac{127}{90} = \frac{30}{120} \cdot \frac{127}{90}$$

Проверка.

$$s_{\text{H}} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \cdot s_{\text{X}} = \frac{30}{120} \cdot \frac{127}{90} \cdot 12 = 4,233 = \frac{1''}{6}$$

Пример 2. Шаг ходового винта  $s_{\text{X}} = 12$  мм. Требуется нарезать резьбу в 5 ниток на дюйм без колеса со 127-ю зубьями.  $s_{\text{H}} = \frac{1''}{5}$ ;  $n_{\text{H}} = 5$ .

Необходимо вычислить  $z_1$  и  $z_2$  по поз. II.

Решение.

$$i = \frac{25,4}{n_{\text{X}} \cdot s_{\text{X}}} = \frac{25,4}{5 \cdot 12} = \frac{25,4}{60} = \frac{25,4}{5} \cdot \frac{1}{12} = \frac{25,4}{60}$$

Подставив вместо 25,4 его приближенное значение  $\frac{1600}{63}$  (см. стр. 385 и табл. 175), получим:

$$\frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{1600}{63} \cdot \frac{1}{60} = 9 \cdot 7 \cdot 15 = 9 \cdot 5 \cdot \frac{40}{105} = \frac{45}{45} \cdot \frac{40}{105}$$

Проверка.

$$s_{\text{H}} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \cdot s_{\text{X}} = \frac{50}{45} \cdot \frac{40}{105} \cdot 12 = 5,079 \approx \frac{1''}{5}$$

Для нарезания модульной резьбы

$$i = \frac{m_t \cdot \pi \cdot n}{s_{\text{X}}} \quad (58)$$

Продолжение табл. 174

*Пример.* Шаг ходового винта  $s_x = 12$  мм. Модуль двухходового нарезаемого червяка  $m_t = 1$ . Требуется определить  $z_1, z_2, z_3$  и  $z_4$ .

*Решение.*

$$i = \frac{m_t \cdot \pi \cdot n}{s_x} = \frac{1 \cdot \pi \cdot 2}{12} = \frac{\pi}{6}.$$

Подставив приближенное значение  $\pi = \frac{22}{7}$  (см. стр. 385 и табл. 175), получим:

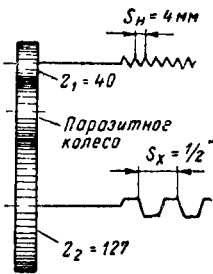
$$i = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{22}{7 \cdot 6} = \frac{11}{7} \cdot \frac{1}{3} = \frac{11 \cdot 5}{7 \cdot 5} \cdot \frac{1 \cdot 30}{3 \cdot 30} = \frac{55}{35} \cdot \frac{30}{90}.$$

*Проверка.*

$$s_H = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \cdot s_x = \frac{55 \cdot 30}{35 \cdot 90} \cdot 12 = 6,28571 \text{ мм}.$$

Погрешность шага составляет  $6,28571 - 6,28318 = 0,00253$  мм. На 1000 мм длины погрешность составит 0,402 мм (табл. 175).

При ходовом винте с дюймовым шагом  
Для нарезания метрической резьбы



$$i = \frac{s_H \cdot n_x}{25,4}. \quad (59)$$

*Пример.* Шаг ходового винта с двумя нитками на дюйм  $s_x = \frac{1''}{2}$  или  $s_x = 12,7$  мм;  $n_x = 2$ . Требуется определить  $z_1$  и  $z_2$  для нарезания резьбы с  $s_H = 4$  мм.

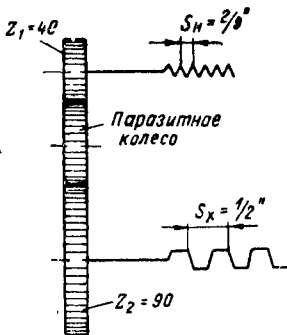
*Решение.*

$$i = \frac{s_H \cdot n_x}{25,4} = \frac{4 \cdot 2}{25,4} = \frac{8 \cdot 5}{25,4 \cdot 5} = \frac{40}{127}.$$

*Проверка.*

$$s_H = \frac{z_1}{z_2} \cdot s_x = \frac{40}{127} \cdot 12,7 = 4 \text{ мм}.$$

Для нарезания дюймовой резьбы



$$i = \frac{n_x}{n_H}. \quad (60)$$

*Пример.* Шаг резьбы ходового винта с двумя нитками на дюйм ( $n_x = 2$ );  $s_x = \frac{1''}{2}$ .

Требуется определить  $z_1$  и  $z_2$  для нарезания резьбы  $4\frac{1}{2}$  нитки на дюйм.

$$i = \frac{2}{4,5} = \frac{2 \cdot 2}{9} = \frac{4 \cdot 10}{9 \cdot 10} = \frac{40}{90}.$$

*Проверка.*

$$s_H = \frac{z_1}{z_2} \cdot s_x = \frac{40}{90} \cdot \frac{1''}{2} = \frac{2''}{9}.$$

Для нарезания модульной резьбы

$$i = \frac{m_t \cdot \pi \cdot n \cdot n_x}{25,4}. \quad (61)$$

*Пример.* Шаг ходового винта с 4 нитками на дюйм  $s_x = \frac{1''}{4}$ . Нарезают одноходовую резьбу ( $n = 1$ ), модуль  $m_t = 1,5$ . Требуется определить  $z_1, z_2, z_3$  и  $z_4$ .

*Решение.*

$$i = \frac{m_t \cdot \pi \cdot n \cdot n_x}{25,4} = \frac{1,5 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 4}{25,4} = \frac{\pi \cdot 6}{25,4}.$$

Подставив приближенное значение отношения  $\frac{\pi}{25,4}$  (см. стр. 385 и табл. 175) получим:

$$\frac{z_1 \cdot z_7}{z_2 \cdot z_4} = \frac{6 \cdot 19 \cdot 5}{32 \cdot 24} = \frac{19 \cdot 3 \cdot 5}{16 \cdot 24} = \frac{19}{16} \cdot \frac{15}{24} = \frac{19 \cdot 5}{16 \cdot 5} \cdot \frac{15 \cdot 5}{24 \cdot 5} = \frac{95}{80} \cdot \frac{75}{120} \text{ или } \frac{75}{80} \cdot \frac{95}{120}$$

Проверка.

$$s_H = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \cdot s_x = \frac{95}{80} \cdot \frac{75}{120} \cdot \frac{25,4}{4} = 4,7128 \text{ мм};$$

$$1,5\pi = 1,5 \cdot 3,14159 = 4,7123 \text{ мм.}$$

Погрешность равна 0,00050 мм; на 1000 мм длины это составит 0,106 мм

Подобранные расчетом колеса не всегда могут быть сцеплены между собой. Может случиться, что одно из них упрется в палец гитары. Чтобы сменные колеса можно было установить на гитаре, обеспечив их сцепление, необходимо выполнить следующее условие: сумма чисел зубьев первой пары колес ( $z_1 + z_2$ ) должна быть больше числа зубьев второго ведущего колеса  $z_3$  не менее чем на 15, а сумма чисел зубьев второй пары колес ( $z_3 + z_4$ ) должна быть больше числа зубьев первого ведомого колеса  $z_2$  тоже не менее чем на 15.

Проверим возможность сцепления колес, подобранных применительно к примеру, где

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

Разность между суммой чисел зубьев первой пары колес  $z_1 + z_2 = 20 + 40 = 60$  и числом зубьев  $z_3 = 25$  больше 15 и равна 35. Сумма чисел зубьев второй пары колес  $z_3 + z_4 = 25 + 100 = 125$  также много больше числа зубьев  $z_2 = 40$  (разность равна 85). Следовательно, колеса могут быть сцеплены.

Если условия сцепления не были выдержаны, то нужно сначала попытаться поме-

нить местами ведомые или ведущие кол. Если и такая перестановка не удовлетворит условиям сцепления, то необходимо ново сделать подсчет.

Пример. Пусть передаточное отношение сменных шестерен

$$i = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{20 \cdot 70}{30 \cdot 35}$$

В этом случае  $z_1 + z_2 = 20 + 30 = 50$  меньше, чем  $z_3 = 70$ , следовательно, условие сцепляемости не выдержано.

Если поменять местами числители отношения, т. е. написать передаточное отношение в таком виде:

$$i = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \frac{70 \cdot 20}{30 \cdot 35}$$

то условие будет выдержано:

$$z_1 + z_2 = 70 + 30 = 100 \text{ будет больше } z_3 = \text{на } 80;$$

$$z_3 + z_4 = 20 + 35 = 55 \text{ будет больше } z_2 = \text{на } 25.$$

При расчете сменных колес приним.

Таблица

Погрешности, связанные с принятием приближенных величин при подборе сменных колес

Величины, участвующие в расчете	Для $1^\circ$		Для $\pi = 3,1415927$				Для $\frac{\pi}{1^\circ} = \frac{3,14}{25,4}$		
Приближенное значение . . . . .	$\frac{127}{5}$	$\frac{1600}{63}$	$\frac{330}{13}$	$\frac{22}{7}$	$\frac{19 \cdot 21}{127}$	$\frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19}$	$\frac{22 \cdot 5}{7 \cdot 127}$	$\frac{12}{97}$	$\frac{5 \cdot 32}{32}$
Погрешность, в мм, на 1000 мм длины при комнатной температуре $20^\circ$ .	0,0001	0,125	0,606	0,402	0,014	0,034	0,402	0,214	0,1
Необходимы дополнительные зубчатые колеса с $z$ . . . . .	127	—	—	—	127	97	127	97	—



следующие приближенные значения постоянных величин:

$$1'' = 23,3995 = 25,4 = \frac{89 \cdot 125}{73 \cdot 6} = \frac{127}{5} = \frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9} =$$

$$= \frac{20 \cdot 20 \cdot 100}{34 \cdot 45} = \frac{18 \cdot 24}{17} = \frac{330}{13};$$

$$\pi = 3,14159 = \frac{19 \cdot 21}{127} = \frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19} = \frac{22}{7} = \frac{32 \cdot 27}{25 \cdot 11} =$$

$$\frac{13 \cdot 29}{4 \cdot 30} = \frac{157}{50} = \frac{25 \cdot 47}{22 \cdot 17};$$

$$\frac{\pi}{1''} = \frac{47}{4 \cdot 95} = \frac{12}{97} = \frac{5 \cdot 19}{32 \cdot 24} = \frac{22 \cdot 5}{7 \cdot 127} = \frac{23}{6 \cdot 31}.$$

Погрешности, связанные с принятием приближенных значений при подборе сменных колес, характеризуются величинами, приведенными в табл. 175.

### 3. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛИ К НАРЕЗАНИЮ НА НЕЙ РЕЗЬБЫ

Подготовка детали к нарезанию на ней резьбы сводится к чистовому обтачиванию 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. 176—179. Размеры канавок и сбega при нарезании резьбы даны в табл. 180.

### 4. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ НАРЕЗАНИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ РЕЗЦАМИ

Установка резцов. Для получения правильного профиля резьбовой нарезки необходимо, чтобы режущие кромки резца были

кулярна боковым сторонам профиля нарезки, т. е. наклонена на угол, равный углу подъема резьбы. Приближенные значения

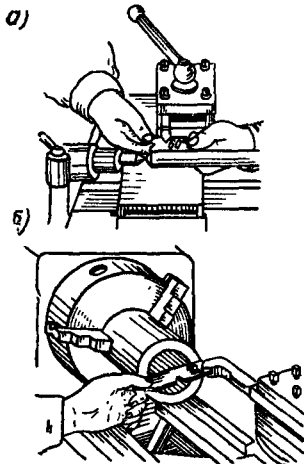


Рис. 161. Установка резьбового резца по шаблону для нарезания резьбы: а—наружной; б—внутренней.

установлены точно по линии центров стайка и чтобы средняя линия профиля резца была перпендикулярна осн детали. При нарезании резьб с углом подъема  $\omega$  больше  $2^\circ$  надо установить резец так, чтобы его передняя поверхность была перпенди-

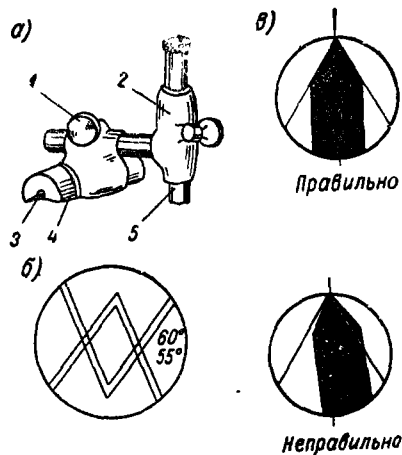


Рис. 162. Установка резьбового резца с помощью специальной лупы.

углов подъема треугольной резьбы даны в табл. 181.

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

Диаметры стержней под нарезание метрических резьб резцами (размеры в мм)

Диаметр резьбы	Резьбы с мелкими шагами													
	Резьбы с крупными шагами		s=6		s=4		s=3		s=2		s=1,5		s=1	
	диаметр	допускае- мые от- клонения	диаметр	допускае- мые от- клонения	диаметр	допускае- мые от- клонения	диаметр	допускае- мые от- клонения	диаметр	допускае- мые от- клонения	диаметр	допускае- мые от- клонения	диаметр	допускае- мые от- клонения
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							29,86	-0,14	29,92	-0,17	29,93	-0,14
33	32,83	-0,17							32,92	-0,14	32,92	-0,17	32,93	-0,14
36	35,83	-0,17							35,90	-0,20	35,92	-0,17	35,92	-0,17
39	38,83	-0,17							38,90	-0,20	38,92	-0,17	38,92	-0,17
42	41,83	-0,17							41,83	-0,17	41,90	-0,20	41,92	-0,17
45	44,83	-0,17							44,80	-0,20	44,80	-0,17	44,92	-0,17
48	47,83	-0,17							47,80	-0,20	47,83	-0,17	47,92	-0,17
52	51,80	-0,20							51,80	-0,20	51,83	-0,17	51,92	-0,17
56	55,80	-0,20							55,80	-0,20	55,88	-0,23	55,90	-0,20
60	59,80	-0,20							59,80	-0,20	59,88	-0,23	59,90	-0,20
64	63,80	-0,20							63,80	-0,20	63,88	-0,23	63,90	-0,20
68	67,80	-0,20							67,88	-0,20	67,88	-0,23	67,90	-0,20
72	71,80	-0,20							71,80	-0,20	71,88	-0,23	71,90	-0,20
76	75,80	-0,20							75,80	-0,20	75,88	-0,23	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	79,88	-0,20	79,90	-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	-0,23	84,88	-0,20	84,88	-0,23	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	-0,23	89,88	-0,20	89,88	-0,23	89,88	-0,20
95	94,77	-0,23	94,80	-0,20	94,88	-0,20	94,88	-0,23	94,88	-0,23	94,88	-0,23	94,88	-0,20	94,88	-0,23	94,88	-0,20
100	99,77	-0,23	99,80	-0,20	99,88	-0,20	99,88	-0,23	99,88	-0,23	99,88	-0,23	99,88	-0,20	99,88	-0,23	99,88	-0,20
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	104,88	-0,20	104,88	-0,23	104,88	-0,20
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	109,88	-0,20	109,88	-0,23	109,88	-0,20
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	114,88	-0,20	114,88	-0,23	114,88	-0,20
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	119,88	-0,20	119,88	-0,23	119,88	-0,20
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	124,88	-0,20	124,88	-0,23	124,88	-0,20
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	129,88	-0,20	129,88	-0,23	129,88	-0,20
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	134,88	-0,20	134,88	-0,23	134,88	-0,20
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	139,88	-0,20	139,88	-0,23	139,88	-0,20
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	144,88	-0,20	144,88	-0,23	144,88	-0,20
150	149,74	-0,26	149,80	-0,20	149,87	-0,20	149,88	-0,23	149,88	-0,23	149,88	-0,23	149,88	-0,20	149,88	-0,23	149,88	-0,20
155	154,74	-0,26	154,80	-0,20	154,87	-0,20	154,88	-0,23	154,88	-0,23	154,88	-0,23	154,88	-0,20	154,88	-0,23	154,88	-0,20
160	159,74	-0,26	159,80	-0,20	159,87	-0,20	159,88	-0,23	159,88	-0,23	159,88	-0,23	159,88	-0,20	159,88	-0,23	159,88	-0,20
165	164,74	-0,26	164,80	-0,20	164,87	-0,20	164,88	-0,23	164,88	-0,23	164,88	-0,23	164,88	-0,20	164,88	-0,23	164,88	-0,20
170	169,74	-0,26	169,80	-0,20	169,87	-0,20	169,88	-0,23	169,88	-0,23	169,88	-0,23	169,88	-0,20	169,88	-0,23	169,88	-0,20
175	174,74	-0,26	174,80	-0,20	174,87	-0,20	174,88	-0,23	174,88	-0,23	174,88	-0,23	174,88	-0,20	174,88	-0,23	174,88	-0,20
180	179,74	-0,26	179,80	-0,20	179,87	-0,20	179,88	-0,23	179,88	-0,23	179,88	-0,23	179,88	-0,20	179,88	-0,23	179,88	-0,20
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	184,88	-0,20	184,88	-0,26	184,88	-0,20
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	189,88	-0,20	189,88	-0,26	189,88	-0,20
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	194,88	-0,20	194,88	-0,26	194,88	-0,20
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	199,88	-0,20	199,88	-0,26	199,88	-0,20



68	60,9	+0,7	63,3	+0,5	64,5	+0,3	65,7	+0,2	66,3	+0,2	66,3	+0,2	66,9	+0,2
72	64,9	+0,7	67,3	+0,5	68,5	+0,3	69,7	+0,2	70,3	+0,2	70,3	+0,2		
76	68,9	+0,7	71,3	+0,5	72,5	+0,3	73,7	+0,2	74,3	+0,2	74,3	+0,2		
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 178

## Диаметры стержней под нарезание резцом трубной цилиндрической резьбы

Номинальный диаметр резьбы, в мм	Стержень под резьбу, в мм		Номинальный диаметр резьбы, в мм	Стержень под резьбу, в мм		Номинальный диаметр резьбы, в мм	Стержень под резьбу, в мм	
	диаметр	допускаемые отклонения		диаметр	допускаемые отклонения		диаметр	допускаемые отклонения
1/8	9,48	-0,10	7/8	29,88	-0,14	1 3/4	53,34	-0,20
1/4	12,86	-0,12	1	32,92	-0,17	2	59,21	-0,20
3/8	16,36	-0,12	1 1/8	37,55	-0,17	2 1/4	65,33	-0,20
1/2	20,64	-0,14	1 1/4	41,53	-0,17	2 1/2	74,74	-0,20
5/8	22,61	-0,14	1 3/8	43,98	-0,17	2 3/4	81,12	-0,20
3/4	26,11	-0,14	1 1/2	47,37	-0,17	3	87,42	-0,20

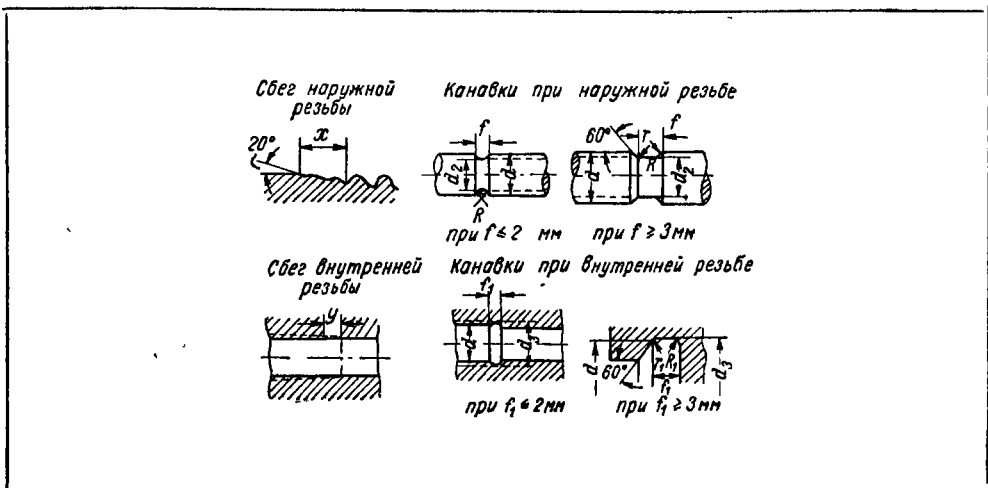
Таблица 179

## Диаметры отверстий под нарезание резцом трубной цилиндрической резьбы

Номинальный диаметр резьбы, в мм	Отверстие под резьбу, в мм		Номинальный диаметр резьбы, в мм	Отверстие под резьбу, в мм		Номинальный диаметр резьбы, в мм	Отверстие под резьбу, в мм	
	диаметр	допуск на диаметр		диаметр	допуск на диаметр		диаметр	допуск на диаметр
1/8	8,80	+0,10	7/8	28,30	+0,14	1 3/4	51,00	+0,20
1/4	11,80	+0,12	1	30,50	+0,17	2	56,90	+0,20
3/8	15,20	+0,12	1 1/8	35,20	+0,17	2 1/4	62,95	+0,20
1/2	18,90	+0,14	1 1/4	39,20	+0,17	2 1/2	72,45	+0,20
5/8	20,90	+0,14	1 3/8	41,60	+0,17	2 3/4	78,80	+0,20
3/4	24,30	+0,14	1 1/2	45,00	+0,17	3	85,10	+0,23

Таблица 180

## Размеры сбег и канавок для выхода резца при нарезании резьбы (по ГОСТ 10549—63)



Продолжение табл. 180

Метрическая резьба (размеры в мм)										
Шаг резьбы	Наружная резьба					Внутренняя резьба				
	сбег	канавка				сбег	канавка			
<i>s</i>	<i>x</i>	<i>f</i>	<i>d</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>0</sub> - <i>d</i>	<i>R</i> <sub>1</sub>	<i>r</i> <sub>1</sub>
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
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											
Номинальный диаметр резьбы, в мм	Число ниток на 1"	Наружная резьба, в мм					Внутренняя резьба, в мм				
		сбег	канавка				сбег	канавка			
			<i>x</i>	<i>f</i>	<i>d</i> <sub>0</sub>	<i>R</i>		<i>r</i>	<i>y</i>	<i>f</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>0</sub>
1/8	28	1,5	2	8	0,5		2	2	10	0,5	
1/4	19	2,0	3	11	1,0	0,5	3	3	13,5	1,0	0,5
3/8	19	2,0	3	14	1,0	0,5	3	3	17	1,0	0,5
1/2	14	2,5	4	18	1,0	0,5	4	4	21,5	1,0	0,5
(5/8)	14	2,5	4	20	1,0	0,5	4	4	23,5	1,0	0,5
3/4	14	2,5	4	23,5	1,0	0,5	4	4	27	1,0	0,5
(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 1/8	11	3,5	5	34	1,5	0,5	5	6	38	1,5	1,0
1 1/4	11	3,5	5	38	1,5	0,5	5	6	42,5	1,5	1,0
(1 3/8)	11	3,5	5	41	1,5	0,5	5	6	45	1,5	1,0
1 1/2	11	3,5	5	44	1,5	0,5	5	6	48,5	1,5	1,0
1 3/4	11	3,5	5	50	1,5	0,5	5	6	54	1,5	1,0

Продолжение табл. 180

Номинальный диаметр резьбы, в мм	Число витков на 1"	Наружная резьба, в мм					Внутренняя резьба, в мм				
		сбег	канавка				сбег	канавка			
			$x$	$f$	$d_2$	$R$		$r$	$y$	$f_1$	$d_2$
2	11	3,5	5	56	1,5	0,5	5	6	60	1,5	1,0
(2 <sup>1/4</sup> )	11	3,5	5	62	1,5	0,5	6	8	66	2,0	1,0
2 <sup>1/2</sup>	11	3,5	5	71	1,5	0,5	6	8	76	2,0	1,0
(2 <sup>3/4</sup> )	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
3 <sup>1/4</sup>	11	3,5	5	90	1,5	0,5	8	10	95	3,0	1,0
3 <sup>1/2</sup>	11	3,5	5	96	1,5	0,5	8	10	101	3,0	1,0
3 <sup>3/4</sup>	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
4 <sup>1/2</sup>	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
5 <sup>1/2</sup>	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
Дюймовая резьба											
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 <sup>1/8</sup>	7	6,0	8	23,5	2,0	1,0	7,2	8	29,0	2,0	1,0
1 <sup>1/4</sup>	7	6,0	8	26,5	2,0	1,0	7,2	8	32,0	2,0	1,0
1 <sup>3/8</sup>	6	7,0	8	29,0	2,0	1,0	8,5	10	35,5	3,0	1,0
1 <sup>1/2</sup>	6	7,0	8	32,0	2,0	1,0	8,5	10	39,0	3,0	1,0
1 <sup>5/8</sup>	5	8,4	10	34,0	3,0	1,0	10,1	10	42,0	3,0	1,0
1 <sup>3/4</sup>	5	8,4	10	37,0	3,0	1,0	10,1	10	45,0	3,0	1,0
1 <sup>7/8</sup>	4 <sup>1/2</sup>	9,3	10	40,0	3,0	1,0	11,5	12	48,0	3,0	1,0
2	4 <sup>1/2</sup>	9,3	10	43,0	3,0	1,0	11,5	12	51,0	3,0	1,0
2 <sup>1/4</sup>	4	10,5	10	49,0	3,0	1,0	12,5	12	58,0	3,0	1,0



Продолжение табл. 180

Номинальный диаметр резьбы, в мм	Число ниток на 1"	Наружная резьба, в мм					Внутренняя резьба, в мм				
		сбег	канавка				сбег	канавка			
			$x$	$f$	$d_2$	$R$		$r$	$y$	$f_1$	$d_3$
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4	10,5	10	55,0	3,0	1,0	12,5	12	64,0	3,0	1,0
2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12,0	10	60,0	3,0	1,0	14,5	12	71,0	3,0	1,0
3	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12,0	10	66,0	3,0	1,0	14,5	12	78,0	3,0	1,0
3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	13,0	12	72,0	3,0	1,0	15,5	12	83,0	3,0	1,0
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	13,0	12	78,0	3,0	1,0	15,5	12	90,0	3,0	1,0
3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	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  $S_5$  для  $d_2$  и  $A_7$  для  $d_3$ .

Таблица 181

Приближенные значения углов подъема по среднему диаметру резьбы

Обозначение резьбы	Угол подъема, в ° (округленно)	Обозначение резьбы	Угол подъема, в ° (округленно)	Обозначение резьбы	Угол подъема, в ° (округленно)
M1×0,25	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M24×3,0	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M10×1,0	2
M1,2×0,25	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M27×3,0	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	M12×1,25	2
M1,4×0,3	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M30×3,5	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	M14×1,5	2
M1,7×0,35	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	M36×4,0	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> "	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
M2×0,4	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	M42×4,5	2	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
M2,3×0,4	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M48×5,0	2	5 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> "	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
M2,6×0,45	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M57×5,5	2	3 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
M3×0,5	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M1×0,2	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
M4×0,7	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M1,2×0,2	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	3
M5×0,8	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	M1,4×0,2	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
M6×1,0	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M1,7×0,2	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
M8×1,25	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	M2×0,25	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1"	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
M10×1,5	3	M2,3×0,25	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
M11×1,5	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	M2,6×0,35	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
M12×1,75	3	M3×0,35	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
M14×2,0	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	M3,5×0,35	2	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
M16×2,0	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M4×0,5	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2"	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
M18×2,5	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	M5×0,5	2	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
M20×2,5	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	M6×0,75	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	2
M22×2,5	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	M8×1,0	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	2

*Примечание.* Углы подъема резьб меньше 2° не включены в эту таблицу и при установке резца ими можно пренебречь.

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 необходимости 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 вставляют в коническое гнездо пиноли задней бабки, после чего производят проверку установки резца и его профиля.

В трубе 5 имеется стеклянная пластинка (рис. 162, б), на которой нанесены линии,

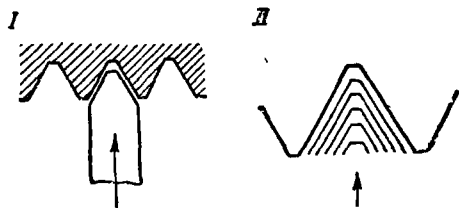
отмечающие углы 60 и 55°. Углы, обращенные вершинами вверх, служат для проверки профиля и установки резца, предназначенного для нарезания наружной резьбы, а обращенные вниз — внутренней.

Точная установка резца будет достигнута тогда, когда угловые риски, видимые в окуляре лупы, совпадут с изображением профиля резца или стороны их будут параллельны (рис. 162, в). В противном случае профиль резьбовой нарезки получится искаженным.

**Перемещение резца перед рабочим проходом.** Существует несколько приемов углубления резьбового резца для формирования (образования) профиля резьбовой канавки (табл. 182).

### Основные приемы углубления резцового резца при формировании профиля резьбовой канавки

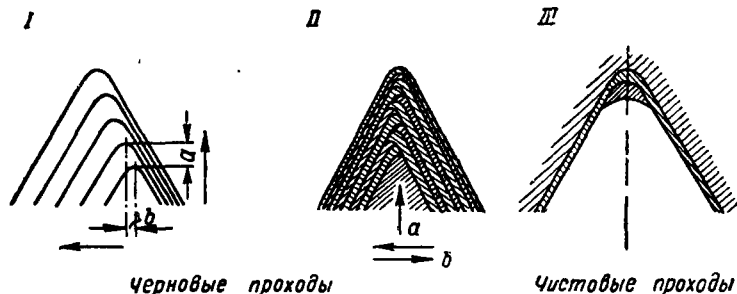
#### Поперечным перемещением резца



Резец устанавливают перпендикулярно к оси детали (поз. I), пользуясь шаблоном или муфтой, как показано на рис. 161 и 162. Перед каждым новым проходом резец выводят из канавки, перемещая поперечную часть суппорта на себя. Затем переключают фрикционную муфту на обратный ход шпинделя. Шпиндель получает вращение в противоположном направлении, а вместе с ним в противоположном направлении вращается и ходовой винт станка, возвращая продольные салазки суппорта в начальное положение. По возвращении продольных салазок суппорта резцу дают поперечное перемещение, а отсчет ведут по лимбу винта поперечной подачи. Так повторяют все эти действия до тех пор, пока резьба не будет нарезана на полную глубину профиля. Как видно из поз. II, резьба в этом случае нарезается равномерно обеими режущими кромками.

Такой способ подачи резца применяется для нарезания резьб с шагом меньше 2 мм как на черновых, так и на чистовых проходах; резец подается за каждый проход на глубину  $t=0,05-0,2$  мм.

#### При совмещении поперечного перемещения резца с продольными



Черновые проходы

Чистовые проходы

При нарезании резьбы с шагом 2 мм и более поперечное перемещение ( $a$ ) совмещают с небольшими по величине продольными перемещениями ( $b$ ) в одном направлении (поз. I) или поочередно вправо и влево продольной подачей салазок (поз. II). Резец работает при этом в основном только одной режущей кромкой.

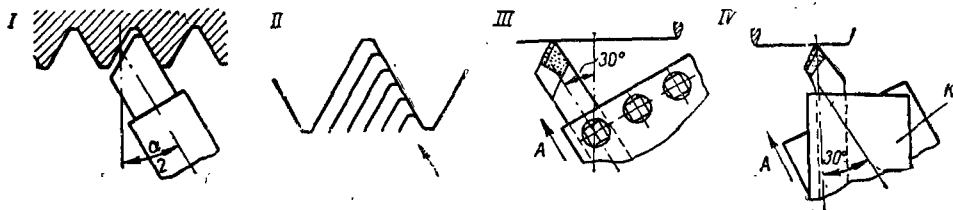
Углубление резца при последних проходах осуществляется только поперечной подачей (поз. III).

#### При подаче резца под углом к оси детали, равным половине угла профиля резьбы

Если шаг нарезаемой резьбы больше 2 мм, то нарезание резьбы может производиться резцом (поз. I), установленным в верхней части суппорта, повернутой на угол, равный половине угла профиля резьбы. В этом случае подача осуществляется боковым врезанием при перемещении верхней части суппорта под углом к оси детали в направлении, указанном стрелкой. При такой установке резца резание производится в основном левой режущей кромкой (поз. II), а правая режущая кромка снимает очень тонкую стружку и поэтому изнашивается незначительно.

При последнем проходе углубление резца осуществляется поперечной подачей его (перемещением поперечных салазок суппорта). Такой способ подачи резца обычно применяют при нарезании резьбы на деталях из легированных и вязких сталей, когда условия образования и схода стружки становятся неблагоприятными.

Продолжение табл. 182

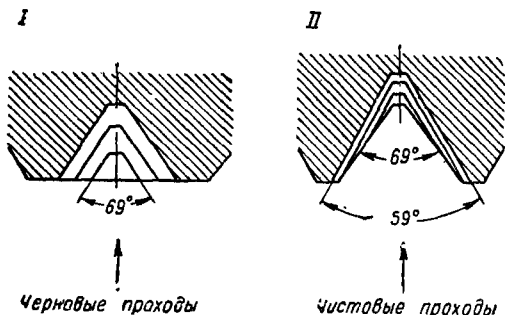


Установка резьбового резца относительно обрабатываемой детали показана в поз. III и IV.

В поз. III приведено положение прямого резца с прямолинейной главной режущей 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 по стрелке А.

В поз. IV показан правый отогнутый резец, при пользовании которым резцедержатель К устанавливается прямо (как и при обычном точении) и подается в том же направлении, что и в предыдущем случае (по стрелке А). Преимущество такой установки заключается в том, что резец имеет малый вылет и, следовательно, более высокую жесткость и виброустойчивость.

### Нарезание резьбы по методу В. М. Бирюкова

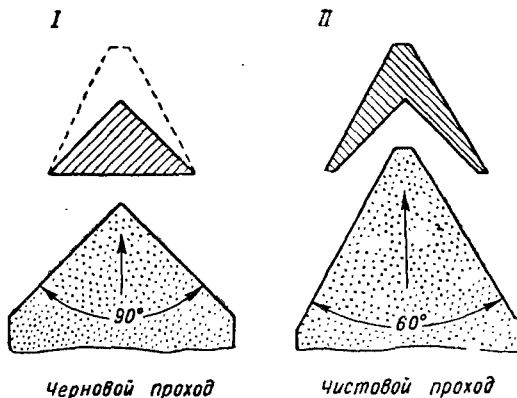


Черновые проходы

Чистовые проходы

Нарезание резьбы по методу В. М. Бирюкова производится с поперечным перемещением резца. При нарезании резьбы в 2 перехода, т. е. черновым и чистовым резцами, угол профиля у черного резца принимается на  $10^\circ$  больше, чем у чистового, т. е. равным примерно  $69^\circ$ . В этом случае основная нагрузка в работе приходится на черновой резец (поз. I), чистовой же лишь зачищает резьбу, снимая относительно небольшой слой металла (поз. II).

### Нарезание резьбы блоком из двух резцов (по предложению В. К. Семинского)



Черновой проход

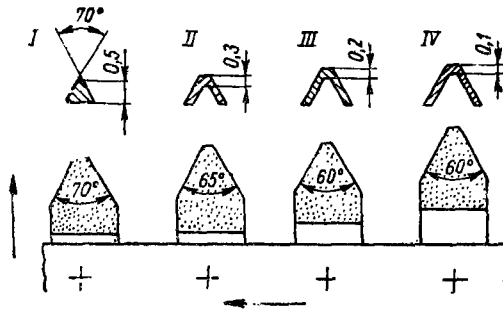
Чистовой проход

При нарезании наружной резьбы с шагом от 1,5 до 3 мм на проход применяется блок из двух резцов. Первый — резьбовой — резец (поз. I) затачивается под углом  $90^\circ$ ; он снимает предварительный слой, оставляя для второго — чистового — резца (поз. II) минимальный припуск. Например, при нарезании резьбы с шагом 2 мм при общей глубине профиля, равной 1,2 мм, первый резец углубляется на 0,8 мм, а второй — на 0,4 мм.

Такое распределение работы по формированию резьбы между двумя резцами обеспечивает благоприятные условия резания для обоих резцов.

### Нарезание резьбы блоком из четырех резцов (по предложению В. К. Семинского)

Наружную резьбу с шагом до 3 мм нарезают за один проход блоком из четырех резцов. Резцы имеют разные по величине углы профиля. В поз. I—IV показаны резцы и схемы, иллюстрирующие снимаемые ими слои металла.



Угол профиля первого резьбового резца равен  $70^\circ$ , второго —  $65^\circ$ , третьего и четвертого —  $60^\circ$ . Первый и второй резцы, обладающие большей жесткостью, снимают основную часть припуска, в то время как третий и четвертый производят окончательное формирование профиля резьбы, снимая стружки незначительного сечения.

При шаге 2 мм глубина резания для первого резца составляет 0,5 мм, для второго — 0,3 мм и для третьего и четвертого — по 0,2 мм.

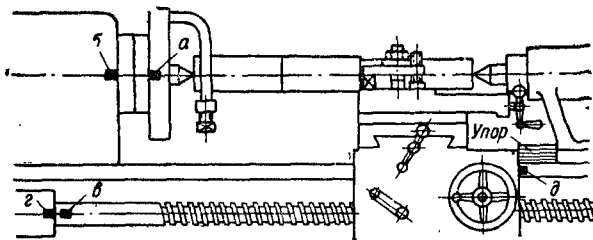


Рис. 163. Отметки на стайке, по которым осуществляются включения, обеспечивающие попадание резца в канавку при повторных проходах.

Попадание резца в резьбовую канавку при повторных проходах. Резьбовой резец необходимо отводить после каждого прохода в исходное положение. С каждым новым проходом резец должен попадать в уже нарезанную канавку, что обеспечивается следующим образом.

1. Маточная гайка ходового винта остается во время нарезания резьбы закрытой. После каждого прохода каретка отводится назад вращением шпинделя влево. Такой способ обеспечивает безупречное попадание резца в канавку. Применяется он только при нарезании короткой резьбы, потому что при нарезании длинной резьбы это отнимает слишком много времени. При длинной резьбе возврат каретки должен производиться по возможности при высоких числах оборотов шпинделя.

2. Маточная гайка ходового винта открывается после окончания каждого прохода, и каретка возвращается в исходное положение вручную. Перед началом следующего прохода маточную гайку необходимо закрыть. Возвращение каретки вручную экономит время, однако этот способ пригоден для нарезания не всякой резьбы.

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.

При нарезании нечетных резьб для попадания резца в резьбовую канавку пользуются следующими двумя способами.

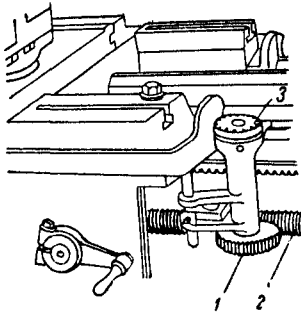


Рис. 164. Резьбоуказатель.

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. черточки *a*, *b* и *в*, *г* на рис. 163). Затем приступают к нарезанию резьбы. По окончании прохода резец отводят, выключают маточную гайку и возвращают каретку вручную до черточки *д*, после чего резец углубляют и включают маточную гайку в мо-

мент совпадения черточек *a*, *б*, *в* и *г*. При известном навыке все это делают, не останавливая станка.

С помощью резьбоуказателя начальное положение резца можно найти значительно быстрее. Резьбоуказатель закреплен на каретке суппорта и перемещается вместе с ним (рис. 164). 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 *l* должно без остатка делиться на шаг нарезаемой

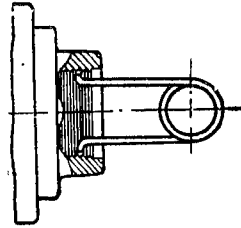


Рис. 165. Прочистка внутренней резьбы от заусенцев.

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.

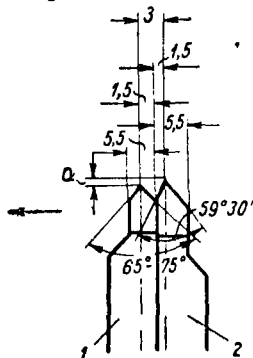
При прочистке резьбового отверстия (рис. 165) проволока пружинит, прижимается концами к резьбе и хорошо очищает ее.

О настройке станка для нарезания многозаходных резьб см. табл. 205 и 206.

Основные направления совершенствования процесса нарезания резьбы  
(опыт новаторов производства)

Нарезание резьбы несколькими резцами за один проход

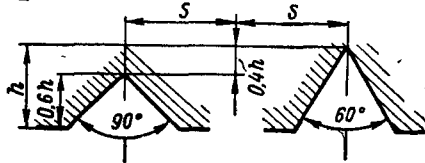
I



Неточные резьбы с шагом до 3 мм (на проход) часто нарезают за один проход с помощью блока из двух, трех и даже четырех резцов.

*Пример 1.* Токарь И. А. Копытов нарезал 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  $a$ .

II

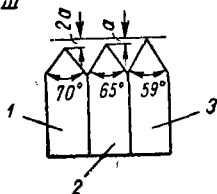


Черновой резец

Чистовой резец

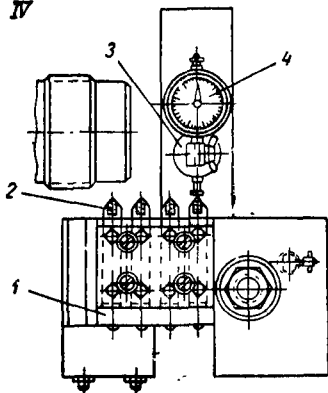
*Пример 2.* При нарезании наружной резьбы (на проход) с шагом до 3 мм за один проход В. К. Семинский применил двухрезцовую головку с двумя резцами, заточенными и установленными по схеме, приведенной в поз. II. Первый резьбовой резец, заточенный под углом 90°, снимает черновую стружку, оставляя для второго (чистового) резца минимальный припуск.

III



*Пример 3.* За один проход нарезал резьбу и новатор В. М. Бирюков, использовавший державку с тремя резцами: черновым 1, получистовым 2 и чистовым 3 (поз. III), также смещенными в радиальном направлении.

IV

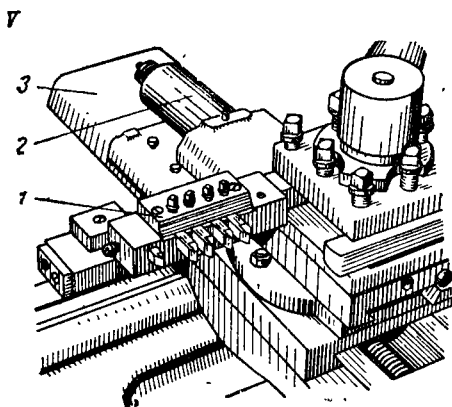


*Пример 4.* В. К. Семинский для нарезания наружной и внутренней резьб предложил специальные приспособления — четырехрезцовые блоки, обеспечивающие нарезание резьбы с шагом до 3 мм за один проход.

Приспособление для нарезания наружных резьб (поз. IV) состоит из корпуса 1 с закрепленными в нем четырьмя резьбовыми резцами 2 и индикаторной стойки 3 для индикатора 4, с помощью которого осуществляется установка резцов. Приспособление закрепляется на месте резцовой головки токарного станка.

Применение аналогичного приспособления для нарезания внутренних резьб (поз. V) с шагом до 3 мм и диаметром свыше 70 мм позволило увеличить производительность более чем в 2 раза.

Продолжение табл. 183



равен  $70^\circ$ , второго  $65^\circ$ , третьего и четвертого  $60^\circ$  (при метрической резьбе). Повышение прочности вершины у первого и второго резов в связи с увеличением угла их профиля позволяет снимать ими большую часть припуска; третий и четвертый резы производят окончательное нарезание резьбы.

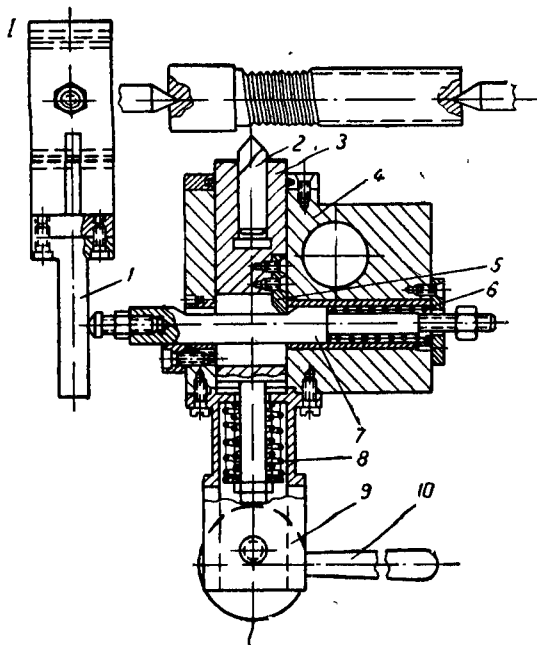
Такие блоки резов успешно применяются и при нарезании сквозных наружных резьб.

Блок резов 1 закрепляется в резцовой головке верхних салазок суппорта. В отверстии гильзы 2, соединенной со втулкой, которая установлена в отверстии корпуса верхних салазок суппорта 3, помещена пружина. Упираясь в буртик винта внутри гильзы, пружина поджимает верхние салазки к упору, закрепленному в их нижней неподвижной части. В таком положении производится нарезка детали. По окончании прохода поворотом эксцентрика осуществляется смещение салазок вместе с блоком резов на 4—5 мм для свободного вывода режущих инструментов из нарезанного отверстия.

Блок состоит из одного расточного и четырех резцовых резов. Угол профиля первого резцового реза

#### Применение специальных приспособлений для автоматического отвода резца при скоростном нарезании резьб

При нарезании резьбы на токарно-винторезных станках отвод резца обычно производится вручную, что требует большого внимания со стороны токаря. Нередко из-за несвоевременного отвода резца обработанные детали идут в брак, особенно при нарезании внутренних резьб. В практике известны конструкции специальных приспособлений для автоматического отвода резца в конце прохода.



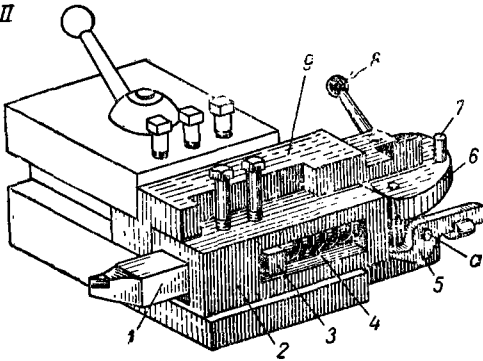
Приспособление В. К. Семинского (поз. 1) устанавливается на верхнем суппорте станка взамен резцедержателя, для чего в корпусе 4 предусмотрено посадочное отверстие под палец резцедержателя. Резцовой резец 2 закрепляется в скалке 3, через паз которой проходит управляющий стержень 7 с лыской, позволяющей скалке при определенном положении стержня отойти назад до упора сухаря 5 в лыску. Перед началом каждого прохода при помощи рукоятки 10 и эксцентрика 9 резец устанавливается в переднее (выдвинутое) положение, которое фиксируется стержнем 7, занимающим под действием пружины 6 крайнее левое положение. В процессе резания неподвижный упор 1 останавливает стержень 7 и заставляет его перемещаться в направлении, обратном направлению движения суппорта, и сжимать пружину 6.

В момент, когда скос на стержне 7 войдет в контакт с сухарем 5, резцовой резец 2 начнет плавно

выходить из резьбы. На это требуется всего 0,02—0,05 сек. при продольной подаче суппорта в направлении к передней бабке со скоростью 40—100 мм/сек.

После выхода резца из резьбы, не трогая лимба поперечного суппорта, возвращают приспособление в исходное положение. Затем с помощью рукоятки 10 и эксцентрика 9 подают скалку 3 вперед до тех пор, пока сухарь 5 не перестанет касаться стержня 6. Этот момент характеризуется легким щелчком, после чего пружина 8 возвращает стержень 7 в начальное положение. Резец при этом занимает положение, в котором он находился при предыдущем проходе. Далее при помощи рукоятки для поперечной подачи суппорта подают резец в направлении детали на величину, равную глубине резания, после чего операция повторяется снова.

II



*Приспособление для автоматического отвода резца конструкции В. Н. Трутнева (поз. II).*

В корпусе 9 приспособления, боковой выступ которого закрепляется в резцедержателе токарного станка, расположен ползун-державка 2 с резцом 1. К упору 3 прилегает сильная пружина 4. 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

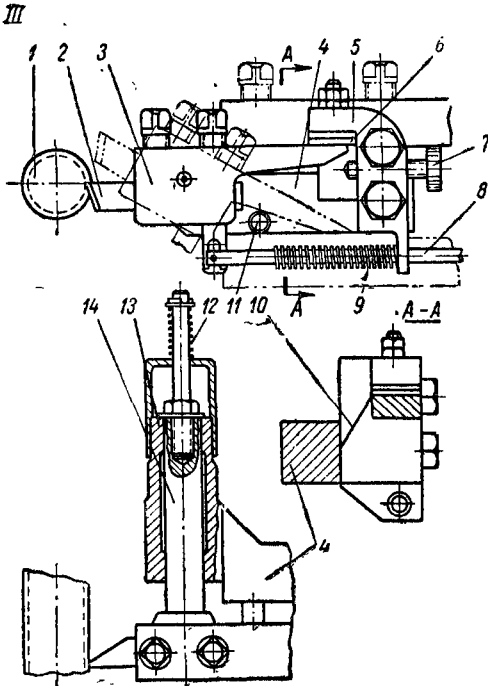
оси *a* так, что конец его левого плеча опускается вниз и выходит из контакта с державкой 2. В этот момент под действием пружины 4 державка отходит и выводит резец из резьбовой канавки. После этого резец устанавливается по лимбу на нужную глубину для следующего прохода. Затем поворачивают рукоятку 8 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.

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.

*Приспособление для автоматического отвода резца в конце каждого прохода, внедренное на Одесском заводе холодильного оборудования по предложению В. Кратцера, представляет собой резцедержатель, закрепляемый в резцовой головке станка (поз. III). Оно состоит из двух основных частей: хвостовика 4 и поворотной части 3, в которой закреплен резьбовой резец 2. Поворотная часть снабжена осью 14, входящей в отверстие втулки 13. Втулка эта представляет собой головку хвостовика (от нее отходит собственно хвостовик — стержень прямоугольного сечения).*

Для приведения резца в рабочее (горизонтальное) положение служит тяга 8, заканчивающаяся рукояткой. В нерабочем положении поворотная часть резцедержателя удерживается пружиной 9 на тяге, при этом хвостовик поворотной части упирается в штифт 11. Перед началом каждого рабочего прохода одновременно с включением ходового винта поворотная часть вручную посредством тяги 8 приводится в горизонтальное положение, при котором хвостовик поворотной части упирается в накладку 6 крестовины 5, прикрепленного к стержню хвостовика. Тяга опускается, как только резец внедрится в металл, так как тангенциальная составляющая силы резания на протяжении всего прохода удерживает резец от поворота вокруг оси 14. Однако, как только резец выйдет в выточенную за резьбой канавку, поворотная часть с резцом принимает положение, показанное на рисунке пунктиром, и резец отойдет от детали 1.





Одновременно под действием пружины 12 осуществляется и осевое перемещение резца вместе с поворотной частью в направлении, противоположном движению суппорта. Хвостовик поворотной части, отойдя от накладки 6, скользит по скосу 10 кронштейна 5, что и приводит к перемещению резца параллельно оси детали, при этом устраняется возможность удара резца о борт нарезаемой детали, так как благодаря отводу резца в осевом направлении значительно увеличивается время для отключения ходового винта.

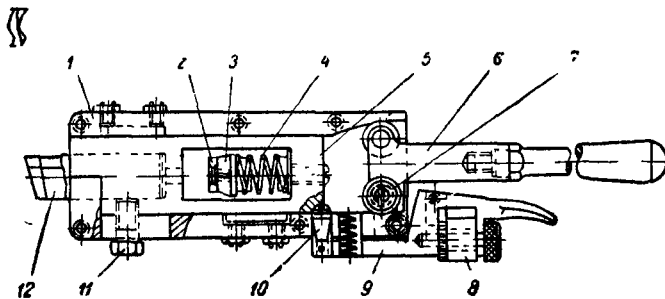
Процесс нарезания резьбы на высоких скоростях при помощи такого приспособления не требует от рабочего излишнего напряжения. Вручную выполняются лишь отвод суппорта в направлении задней бабки при отключенном ходовом винте, подача резца в радиальном направлении на глубину резания при помощи лимба и рукоятки поперечного перемещения суппорта и, наконец, повторное включение ходового винта для очередного прохода. Одновременно с этим токарь свободной рукой тянет на себя тягу 8,

при этом пружина 9 сжимается, а поворотная часть с резцом не только приходит в горизонтальное положение, но и, преодолевая сопротивление пружины 12, перемещается вдоль оси на свое место вследствие того, что хвостовик поворотной части скользит по скосу 10 кронштейна 5 до тех пор, пока не упрется в прокладку 6. Это соответствует рабочему положению резца. Винт 7 с накатанной головкой служит для удержания резца в рабочем положении при установке приспособления на станке и настройке его на первый проход.

Приспособление для автоматического отвода резца, предложенное Г. М. Родионовым, предназначено для нарезания наружной резьбы. Однако по такому же принципу может быть сконструировано приспособление и для нарезания внутренней резьбы.

Приспособление (поз. IV) устанавливается в резцедержателе станка. В корпусе 1 его находится ползун 5, в цилиндрическом отверстии которого при помощи болта 11 крепится резьбовой резец 12 круглого сечения. В ползуне 5 предусмотрена сквозная прорезь, через которую проходит сухарь 3, запрессованный в корпус. Пружина 4 стремится переместить ползун вправо, однако в рабочем положении резца этому препятствует фиксатор 10, закрепленный на качающемся рычаге 9. Рычаг с фиксатором удерживается в рабочем положении пружиной.

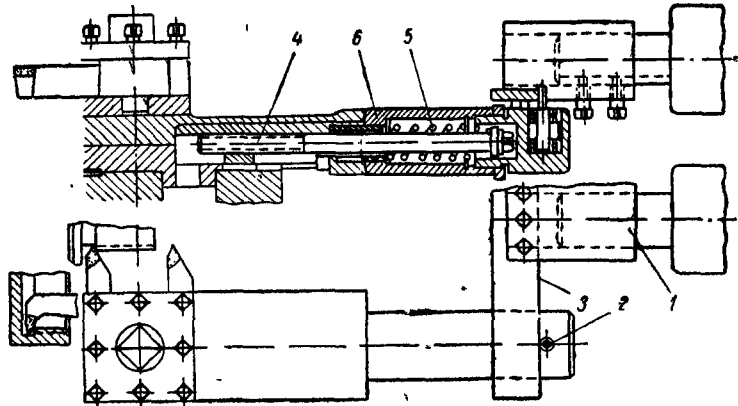
В корпусе приспособления на оси 7 расположен рычаг 6, заканчивающийся ручкой. В конце рабочего хода резца при нарезании резьбы ролик 8, закрепленный на рычаге коромысла 9, приходит в соприкосновение с выключающим упором (на рисунке не показан) на станине станка. Поднимаясь по скосу этого упора, ролик 8 поворачивает рычаг 9 и отводит фиксатор 10. Ползун 5 под действием пружины 4 отбрасывается вправо до упора в резиновую шайбу 2, прикрепленную к сухарю 3. Затем шпинделю станка и ходовому винту сообщается обратное вращение, и суппорт возвращается в исходное положение. В этом положении производится переключение вращения шпинделя на правый ход. Одновременно левой рукой при помощи ручки и рычага 6 с роликом ползун 5 перемещается влево до тех пор, пока



фиксатор 10 не займет рабочее положение, войдя в гнездо ползуна 5. Подача суппорта в поперечном направлении на величину глубины резания производится при перемещении суппорта слева направо.

Приспособление автоматически выключается в заданном положении, осуществляя отвод резца при любом числе оборотов шпинделя.

#### Применение специальных приспособлений для нарезания наружных и внутренних резьб в упор



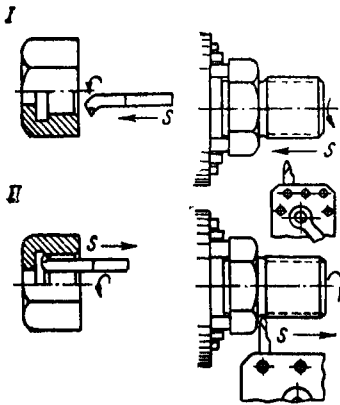
Приспособление, предложенное В. К. Семинским, предназначается для скоростного нарезания внутренних и наружных резьб в упор, для расточки и обточки деталей по точно заданным линейным размерам, а также для ряда других работ. Оно обеспечивает мгновенную остановку резца в точно заданном положении, что особенно важно при скоростном нарезании внутренних резьб в упор.

Перед началом работы резец подводится вплотную к дну или торцу бурта детали. В этом положении копирная планка 3, закрепленная в копиродержателе 1, под воздействием пиноли задней бабки подводится вплотную к пальцу 2, а суппорт отводится в исходное положение. В процессе нарезания резьбы суппорт с резцом, установленным в резцедержателе, быстро движется вперед до тех пор, пока

палец 2 не упрется в планку 3. После этого резец мгновенно останавливается, так как палец затормозит перемещение верхней подвижной части салазок, в то время как суппорт с нижней частью салазок и винтом 4 продолжает движение, сжимая пружину 5 в стакане. За это время токарь успевает вывести резец из резьбы и дать обратный ход винту, включив левый фрикцион или маточную гайку.

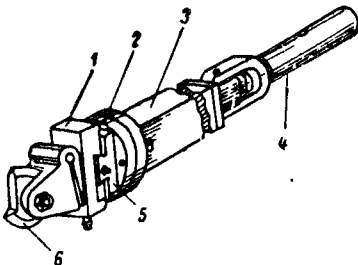
Приспособление позволяет нарезать наружные и внутренние резьбы в упор при любом числе оборотов детали и устраивает напряжение в работе, когда токарь за десятые доли секунды должен вывести резец и переключить фрикцион.

Изменение направления подачи при нарезании резьбы в упор



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). Такая схема нарезания резьбы исключает брак детали и возможность поломки резца из-за того, что токарь не успел своевременно вывести его.

Использование обратного хода суппорта для нарезания резьбы

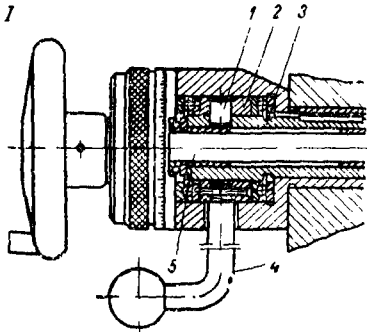


Специальный резцедержатель конструкции В. Н. Стронкина имеет корпус 3, в отверстии которого расположена длинная втулка с фланцем 2. Через втулку проходит стержень 4. На его левом конце смонтирована головка 5 с призматическими направляющими. По направляющим перемещается пружинная державка 1 с дисковым резьбовым резцом 6.

В конце прохода, повернув рукоятку стержня 4, перемещают на 180° резец 6, подготовив его, таким образом, к нарезанию резьбы при обратном ходе. Точность поворота обеспечивается фиксатором, расположенным в корпусе 3.

Чтобы устранить влияние мертвого хода винта, резец 6 вместе с державкой 1 устанавливается по отношению к оси стержня 4 с эксцентриситетом, равным величине мертвого хода.

Модернизация токарных станков путем снабжения их механизмами для ускоренного отвода поперечных салазок суппорта

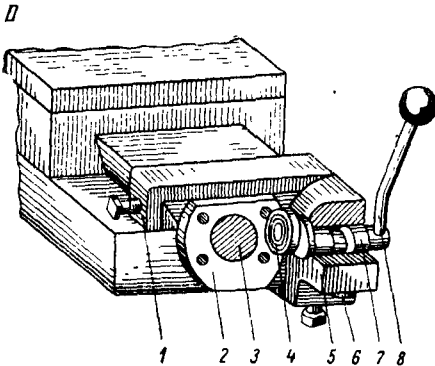


При модернизации токарных станков их иногда снабжают механизмом для ускоренного отвода поперечных салазок суппорта. Ниже приводятся примеры подобной модернизации.

*Пример 1.* Винт 5 (поз. I) поперечной подачи суппорта установлен во втулке 3, а его продольные перемещения относительно этой втулки ограничиваются двумя упорными подшипниками.

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 кольце 2 закреплен 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.

*Пример 2.* Приспособление конструкции В. Н. Трутнева (поз. II) позволяет простым нажатием рукоятки 8 быстро отвести резец вместо более длительного вращения рукоятки поперечного винта 3.



Приспособление неподвижно крепится на поперечных направляющих суппорта с помощью скобы-струбины 1. В корпусе 5 расположен эксцентриковый валик 7, фиксируемый от осевых перемещений установочным винтом 6. На одном конце валика насажена рукоятка, а на другом — шарикоподшипник 4. Ось шарикоподшипника и ось валика имеют эксцентриситет, равный 15 мм.

В выемке суппорта с задней стороны с помощью металлического стержня устанавливают сильную пружину, упирающуюся в торец винта 3. Под давлением пружины винт с салазками поперечного суппорта стремится переместиться в сторону рабочего. Болты, крепящие передний фланец 2 к суппорту,

вывинчивают и на их место ставят шпильки.

При резании коленчатый валик через подшипник 4 оказывает давление на фланец 2 и жестко соединенные с ним салазки суппорта. Сжимая при этом пружину, подшипник удерживает в рабочем положении салазки поперечного суппорта.

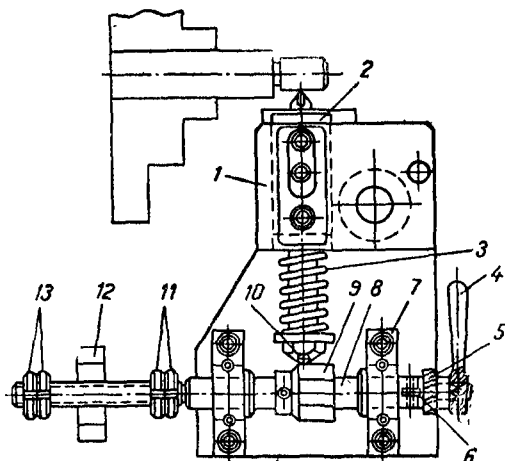
Как только резание окончено и возникает необходимость отвода резца, достаточно нажать на рукоятку, чтобы салазки суппорта под действием пружины переместились в сторону токаря с одновременным отводом резца.

Такая конструкция приспособления имеет и еще одно преимущество: при перемещении суппорта в исходное положение (в продольном направлении), когда резец отжат, можно установить винт по лимбу на глубину для следующего прохода. Установив суппорт, рукоятку возвращают в исходное положение. Фланец и салазки поперечного суппорта, сжимая пружину, перемещаются в исходное положение, при этом резец устанавливается на заданный размер.

Описанное приспособление может быть использовано на всех токарных станках, где винт поперечной подачи крепят к суппорту через переходной фланец.

Продолжение табл. 183

## Автоматизация процесса нарезания резьбы



При нарезании резьбы на больших скоростях много времени затрачивается на подвод резца, его отвод, удаление стружки и подвод инструмента для следующего прохода.

Предложено много конструкций различных приспособлений и устройств для автоматического выполнения этого комплекса приемов. Одна из подобных конструкций предложена В. К. Семиным.

Приспособление устанавливается на винт крепления резцедержательной головки и закрепляется гайкой. В корпусе 1 его расположены пиноль 2 с роликом 10 и специальный валик 8 с барабаном 9. Под действием пружины 3 ролик 10 прижат к барабану 9.

При нарезании резьбы суппорт вместе с приспособлением перемещается в сторону передней бабки. Осевое перемещение валика 8 с закрепленными на нем гайками 11 останавливается упором 12, в то время как ролик 10 продолжает двигаться по грани барабана 9. В момент, когда ролик 10 достигнет скоса на барабане 9, резец начнет плавно выходить из резьбы. Как только кончается отвод резца от детали, токарь переключает шпиндель станка на обратный ход. При обратном ходе суппорта валик 8 с гайками 13 останавливается упором 12. При возврате приспособления в исходное положение собачка 6, шарнирно закрепленная на кронштейне 7, попадает в расположенный под углом  $30^\circ$  паз шестерни 5 и поворачивает валик 8 с барабаном 9 на соответствующий угол.

Грани на барабане 9 изготавливаются с таким расчетом, чтобы разность расстояний смежных граней от оси валика (считая размер по радиусу вписанной окружности) равнялась требуемой глубине резания. Так, при нарезании резьбы с шагом 2 мм на части окружности барабана 9 делают четыре грани. Размер от оси валика до второй грани больше, чем до первой, на 0,3 мм. При первом проходе ролик 10 находится на первой грани, а резец настраивается по лимбу станка на снятие стружки 0,4 мм; при втором проходе ролик 10 находится на второй грани, а резец автоматически снимает 0,3 мм на сторону, и т. д. При нарезании резьбы с шагом 3 мм требуется шестигранный барабан. Рукоятка 4 служит для поворота валика 8 и барабана 9 в исходное положение.

## 5. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РЕЗЬБОНАРЕЗАНИИ РЕЗЦАМИ

В табл. 184—186 приводятся значения рекомендуемых чисел проходов и скоростей резания при нарезании треугольных резьб резцами из быстрорежущей стали Р18, а в табл. 187 и 188 — резцами с твердосплавными пластинками.

Следует обращать внимание на условия, при которых могут применяться рекомендуемые режимы резания (материал детали, марка твердого сплава, стойкость резца и т. п.). Если по условиям производства приходится осуществлять нарезание в других условиях, то найденные по таблицам значения скорости резания и числа проходов нужно умножать на поправочный коэффициент, указанный там же.

Пример выбора режима резания при нарезании резьбы. На токарном станке 1А62

требуется нарезать твердосплавным резцом наружную метрическую резьбу 2-го класса точности на проход диаметром 30 мм с шагом  $s=3,5$  мм. Материал детали — сталь 50;  $\sigma_b=75$  кг/мм<sup>2</sup>; длина резьбы 10 мм; заданный период стойкости резца  $T=20$  мин.

1. По табл. 187 устанавливаем число проходов: черновых 6 и чистовых 2. С учетом примечания к таблице для резьбы 2-го класса точности принимаем окончательно 3 чистовых прохода.

2. По той же таблице находим значение скорости резания:  $v=125$  м/мин.

3. Учитывая выбранный период стойкости резца  $T=20$  мин. и пользуясь данными, помещенными внизу таблицы, видим поправочный коэффициент  $k_T=1,08$ .

Таблица 184

Число проходов при нарезании резьб 3-го класса точности резьбовыми резцами из быстрорежущей стали Р18

Шаг резьбы, в мм	Число витков на 1"	Нарезание наружной резьбы						Нарезание внутренней резьбы					
		Обрабатываемый материал											
		конструкционные стали		легированные стали и стальное литье		чугун, бронза, латунь		конструкционные стали		легированные 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

Таблица 185

## Скорости резания

Резьба метрическая крепежная; сталь конструкционная углеродистая  $\sigma_B=75$  кг/мм<sup>2</sup>; резцы из стали Р18; работа с охлаждением; нарезание резьбы на проход

Нарезаемая резьба		Резьба наружная			Резьба внутренняя		
		Характер обработки					
тип	шаг s, в мм	черновой проход	чистовой проход	зачистной проход	черновой проход	чистовой проход	зачистной проход
		Скорость резания v, в м/мин					
Крепежная	До 2,5	36	64		29	51	
	3	31	56		25	45	
	3,5	30	50		24	40	
	4	27	48	4	22	38	4
	4,5	25	44		20	35	
	5	24	42		19	33	
	5,5	22	41		17	32	
6	22	38		17	30		

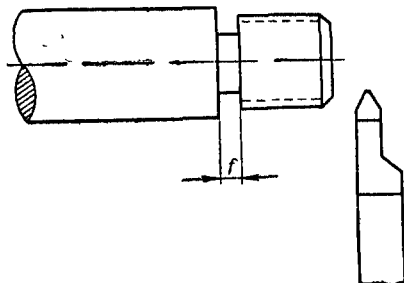
Продолжение табл. 185

Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от механической характеристики и группы стали					
Механическая характеристика стали	$\sigma_B$ , в кг/мм <sup>2</sup>	До 80	81—93	94—197	108—125
	НВ	До 228	229—266	267—306	307—359
Группа стали		Коэффициент $K_{M\sigma}$			
1. Углеродистые ( $C \leq 0,6\%$ ) и никелевые . .		1,0	0,77	0,59	0,46
2. Хромоникелевые . . . . .		0,9	0,72	0,57	0,46
3. Углеродистые труднообрабатываемые ( $C > 0,6\%$ ), хромистые, хромоникелевольфрамовые . . . . .		0,8	0,62	0,47	0,37
4. Хромомарганцовистые, хромокремнистые, хромокремнемарганцовистые и близкие к ним		0,7	0,56	0,44	0,36

Таблица 186

## Скорости резания

Резьба крепежная метрическая; черные и цветные металлы; резцы из стали P18; нарезание резьбы и упор



Нарезаемая резьба			Ширина канавки $f$ , в мм	Режимы резания	
тип	диаметр $d$ , в мм	шаг $s$ , в мм		число оборотов $n$ , в об/мин.	скорость резания $v$ , в м/мин
Крепежная метрическая	18—22	2,5	5	133	7,6—9,2
	24—27	3,0	6	100	7,5—8,5
	30—33	3,5	7	114	10,8—11,8
	36—39	4,0	8	100	11,5—13
	42—45	4,5	10	111	14,7—16
	48—52	5,0	10	100	15—16,5
	56—60	5,5	10	90	15,7—17
	64—68	6,0	10	84	17—18





Продолжение табл. 187

## 2. Режимы резания

Нарезаемая резьба	Шаг резьбы $s$ , в мм	Сталь $\sigma_B$ , в кг/мм <sup>2</sup>			
		55-62	63-70	71-79	80-89
		Скорость резания $v$ , в м/мин			
Наружная 3-го класса точности	1,5	162	144	141	125
	2	150	133	130	116
	3	145	129	125	115
	4	142	127	123	109
	5	141	125	119	106
	6	138	123	117	104
Внутренняя 3-го класса точности	1,5	142	127	120	107
	2	131	117	110	98
	3	124	110	107	96
	4	119	106	101	90
	5	116	103	98	87
	6	113	101	96	85

## 3. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от

1) способа нарезания резьбы	Способ нарезания резьбы	черновым и чистовым резцом	одним чистовым резцом			
			$s \leq 2$	$s > 2$		
	Коэффициент $k_{cv}$	1,0	0,7	0,8		
2) периода стойкости резца	Период стойкости $T$ , в мин.	20	30	60	90	120
	Коэффициент $k_{T\sigma}$	1,08	1,0	0,87	0,8	0,76
3) марки твердого сплава	Марка сплава	Т15К6		Т15К6Т		
	Коэффициент $k_{и\sigma}$	1,0		1,15		

*Примечание.* При нарезании точных крепежных резьб к установленному числу проходов следует добавлять для резьбы 2-го класса точности 1—2 чистовых прохода, а для резьбы 1-го класса точности — 2—3 чистовых прохода.

## Режимы резания

Резьба метрическая крепежная; чугун серый; резцы резьбовые с пластинками ВК6; нарезание резьбы на проход

1. Выбор числа проходов											
Шаг резьбы $s$ , в мм		Наружная резьба					Внутренняя резьба				
		2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Число проходов	черновых	2	3	4	4	5	3	4	5	5	6
	чистовых	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2. Режимы резания											
Нарезаемая резьба		Шаг резьбы $s$ , в мм	Твердость чугуна по Бриелю (НВ)								
			165—181	182—199	200—218	219—240					
Наружная 3-го класса точности		2	Скорость резания $v$ , в м/мин								
			56	50	44	39					
		3	63	56	50	44					
			4	68	60	53	47				
		5		68	60	53	47				
			6	73	65	58	51				
Внутренняя 3-го класса точности		2		51	45	40	35				
			3	54	48	42	38				
		4		59	52	46	41				
			5	59	52	46	41				
		6		62	55	49	43				
			3. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от								
1) периода стойкости реза		Период стойкости $T$ , в мин.	20	30	60	90	120				
		Коэффициент $k_{T_v}$	1,14	1,0	0,8	0,69	0,63				
2) марки твердого сплава		Марка сплава	ВК8	ВК6	ВК3	ВК2	ВК4				
		Коэффициент $k_{H_v}$	0,83	1,0	1,14	1,3	1,1				
<p><i>Примечание.</i> При нарезании точных крепежных резьб к установленному числу проходов следует добавлять для резьбы 2-го класса точности 1—2 чистовых прохода, а для резьбы 1-го класса точности 2—3 чистовых прохода.</p>											

4. Окончательно определяем скорость резания:

$$v = 125 \cdot 1,08 = 135 \text{ м/мин.}$$

5. Находим число оборотов шпинделя в минуту, требуемое для получения указанной скорости:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 135}{3,14 \cdot 30} = 1433 \text{ об/мин.}$$

Принимаем наибольшее число оборотов, которое имеется на станке 1А62:  $n = 1200$  об/мин. (см. стр. 137).

Таблица 189

## Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при нарезании резьбы

Обрабатываемый материал	Наименование жидкости	Обрабатываемый материал	Наименование жидкости
Стальное литье	Эмульсия	Чугунное литье	Без охлаждения. Керосин
Конструкционная и инструментальная стали	Эмульсия. Компаундированное масло. Сульфорезол	Бронза	Без охлаждения
		Латунь	
Легированные стали	Эмульсия	Алюминий	Скипидар. Керосин с олеиновой кислотой (3—6%)

**РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ, МОДУЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕЗЬБ**

**1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ \***

*Прямоугольная резьба* (рис. 166, а) имеет профиль прямоугольника; глубина профиля равна половине шага резьбы. Такую резьбу называют также *квадратной*, или *ленточной*.

*Трапецеидальная резьба* (рис. 166, б)

равнобокой 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.

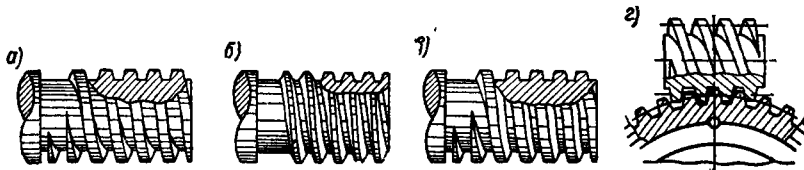


Рис. 166. Типы резьб для передачи движения.

имеет профиль в виде равнобокой трапеции с углом профиля, равным  $30^\circ$ .

*Упорной* (рис. 166, в) называют резьбу, профиль которой в отличие от обыкновенной трапецеидальной резьбы имеет вид не-

*Модульной* (рис. 166, г) называют резьбу, шаг которой представляет собой величину, кратную л. Такую резьбу имеют червяки, сцепляющиеся с червячными колесами.

**2. РАЗМЕРЫ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ**

Трапецеидальные резьбы подразделяются на крупные, нормальные и мелкие. Все они имеют трапецеидальный профиль, образо-

ванный прямыми линиями с углом  $30^\circ$  (рис. 167).

Основные размеры профиля трапецеидальной резьбы приведены в табл. 190.

Расчетные размеры элементов профиля трапецеидальной резьбы всех шагов (от 2 до 48), всех диаметров (от 10 до 640 мм), любого числа ходов, независимо от направления резьбы, даны в табл. 191. Использо-

\* Основные определения элементов резьбы (профиль, нитка, шаг, ход) см. на стр. 340—341,

Таблица 190

Размеры профиля трапецидальной резьбы (по ГОСТ 9484-60), в мм

Шаг резьбы $s$	Глубина резьбы $h_1$	Рабочая высота профиля $h$	Зазор $z$	Радиус $r$	
2	1,25	1	0,25	0,25	
3	1,75	1,5			
4	2,25	2			
5	3	2,5	0,5		
6	3,5	3			
8	4,5	4			
10	5,5	5			
12	6,5	6			
16	9	8	1		0,5
20	11	10			
24	13	12			
32	17	16			
40	21	20			
48	25	24			

Таблица 191

Основные расчетные размеры элементов профиля трапецидальной резьбы (по ГОСТ 9484-60), в мм

Шаг резьбы $s$	Глубина резьбы $h_1$	Ширина верхней части впадины $b$	Толщина нити $b_1$	Ширина нижней части впадины $b_2$	Радиус $r$
2	1,25	1,268	0,732	0,598	0,25
3	1,75	1,902	1,098	0,964	0,25
4	2,25	2,536	1,461	1,330	0,25
5	3,0	3,170	1,830	1,562	0,25
6	3,5	3,801	2,196	1,928	0,25
8	4,5	5,072	2,928	2,660	0,25
10	5,5	6,340	3,660	3,361	0,25
12	6,5	7,608	4,392	4,115	0,25
16	9	10,144	5,456	5,321	0,5
20	11	12,679	7,321	6,785	0,5
24	13	15,215	8,785	8,248	0,5
32	17	20,287	11,713	11,177	0,5
40	21	25,359	14,641	14,015	0,5
48	25	30,431	17,569	17,734	0,5

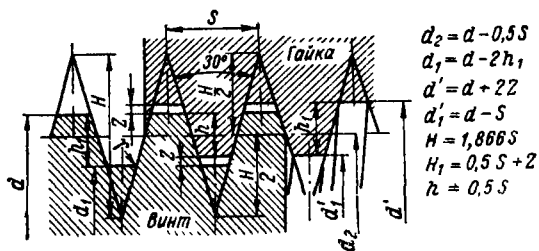


Рис. 167. Профиль трапецидальной резьбы.

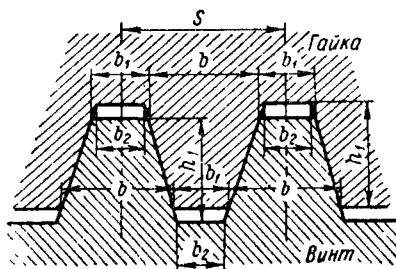


Рис. 168. Элементы профиля трапецидальной резьбы.

вание приведенных в этой таблице величины позволяет быстро проверить контур трапецидальной резьбы и легко изготовить шаблон для контроля ее профиля (рис. 168).

Размеры всех трапецидальных резьб для диаметров от 10 до 640 мм приведены в табл. 192.

Таблица 192

Резьба трапецидальная одноходовая для диаметров от 10 до 640 мм  
(основные размеры по ГОСТ 9484-60)

Диаметр резьбы, в мм						Диаметр резьбы, в мм					
Винт		Винт и гайка	Гайка		Шаг резьбы $s$ , в мм	Винт		Винт и гайка	Гайка		Шаг резьбы $s$ , в мм
наружный $d$	внутренний $d_1$	средний $d_2$	наружный $d_1'$	внутренний $d_1'$		наружный $d'$	внутренний $d_1'$	средний $d_2'$	наружный $d_1'$	внутренний $d_1'$	
10	7,5	9	10,5	8	2	32	28,5	30,5	32,5	29	3
	6,5	8,5	10,5	7	3		25	29	33	26	6
							21	27	33	22	10
12	9,5	11	12,5	10	2	34	30,5	32,5	34,5	31	3
	8,5	10,5	12,5	9	3		27	31	35	28	6
							23	29	35	24	10
14	11,5	13	14,5	12	2	36	32,5	34,5	36,5	33	3
	10,5	12,5	14,5	11	3		29	33	37	30	6
							25	31	37	26	10
16	13,5	15	16,5	14	2	38	34,5	36,5	38,5	35	3
	11,5	14	16,5	12	4		31	35	39	32	6
							27	33	39	28	10
18	15,5	17	18,5	16	2	40	36,5	38,5	40,5	37	3
	13,5	16	18,5	14	4		33	37	41	34	6
							29	35	41	30	10
20	17,5	19	20,5	18	2	42	38,5	40,5	42,5	39	3
	15,5	18	20,5	16	4		35	39	43	36	6
							31	37	43	32	10
22	19,5	21	22,5	20	2	44	40,5	42,5	44,5	41	3
	16	19,5	23	17	5		35	40	45	36	8
	13	18	23	14	8		31	38	45	32	12
24	21,5	23	24,5	22	2	46	42,5	44,5	46,5	43	3
	18	21,5	25	19	5		37	42	47	38	8
	15	20	25	16	8		33	40	47	34	12
26	23,5	25	26,5	24	2	48	44,5	46,5	48,5	45	3
	20	23,5	27	21	5		39	44	49	40	8
	17	22	27	18	8		35	42	49	36	12
28	25,5	27	28,5	26	2	50	46,5	48,5	50,5	47	3
	22	25,5	29	23	5		41	46	51	42	8
	19	24	29	20	8		37	44	51	38	12
30	26,5	28,5	30,5	27	3	52	48,5	50,5	52,5	49	3
	23	27	31	24	6		43	48	53	44	8
	19	25	31	20	10		39	46	53	40	12

Продолжение табл. 192

Диаметр резьбы, в мм						Диаметр резьбы, в мм							
Винт		Винт и гайка средний $d_2$	Гайка		Шаг резьбы $s$ , в мм	Винт		Винт и гайка средний $d_2$	Гайка		Шаг резьбы $s$ , в мм		
наружный $d$	внутрен- ний $d_1$		наружный $d'$	внутрен- ний $d_1'$		наружный $d$	внутрен- ний $d_1$						
55	51,5	53,5	55,5	52	3	110	104	107,5	111	105	5		
	46		56	47			97		104	111		98	12
	42		56	43			88		100	112		90	20
60	56,5	58,5	60,5	57	3	120	113	117	121	114	6		
	51		61	52			102		112	122		104	16
	47		61	48			94		108	122		96	24
(62)	57,5	60	62,5	58	4	130	123	127	131	124	6		
	51		63	52			112		122	132		114	16
	44		64	46			104		118	132		106	24
65	60,5	63	65,5	61	4	140	133	137	141	134	6		
	54		66	55			122		132	142		124	16
	47		67	49			114		128	142		116	24
70	65,5	68	70,5	66	4	150	143	147	151	144	6		
	59		71	60			132		142	152		134	16
	52		72	54			124		138	152		126	24
75	70,5	73	75,5	71	4	160	151	156	161	152	8		
	64		76	65			142		152	162		144	16
	57		77	59			134		148	162		136	24
(78)	73,5	76	78,5	74	4	170	161	166	171	162	8		
	67		79	68			152		162	172		154	16
	60		80	62			144		158	172		146	24
80	75,5	78	80,5	76	4	180	171	176	181	172	8		
	69		81	70			158		170	182		160	20
	62		82	64			146		164	182		148	32
85	79	82,5	86	80	5	190	181	186	191	182	8		
	72		86	73			168		180	192		170	20
	63		87	65			156		174	192		158	32
90	84	87,5	91	85	5	200	189	195	201	190	10		
	77		91	78			178		190	202		180	20
	68		92	70			166		184	202		168	32
95	89	92,5	96	90	5	210	199	205	211	200	10		
	82		96	83			188		200	212		190	20
	73		97	75			176		194	212		178	32
100	94	97,5	101	95	5	220	209	215	221	210	10		
	87		101	88			198		210	222		200	20
	78		102	80			186		204	222		188	32

Продолжение табл. 192

Диаметр резьбы, в мм						Диаметр резьбы, в мм					
Винт		Винт и гайка	Гайка		Шаг резьбы $s$ , в мм	Винт		Винт и гайка	Гайка		Шаг резьбы $s$ , в мм
наружный $d$	внутренний $d_1$	средний $d_2$	наружный $d'$	внутренний $d'_1$		наружный $d$	внутренний $d_1$	средний $d_2$	наружный $d'$	внутренний $d'_1$	
240	227	234	241	228	12	360	347 310	354 336	361 362	348 312	12 48
	214	228	242	216	24						
	198	220	242	200	40						
250	237	244	251	238	12	380	367 330	374 356	381 382	368 332	12 48
	224	238	252	226	24						
	208	230	252	210	40						
260	247	254	261	248	12	400	387 350	394 376	401 402	388 352	12 48
	234	248	262	236	24						
	218	240	262	220	40						
280	267	274	281	268	12	420	402	412	422	404	16
	254	268	282	256	24						
	238	260	282	240	40						
300	287	294	301	288	12	440	422	432	442	424	16
	274	288	302	276	24						
	258	280	302	260	40						
320	307	314	321	308	12	460	442	452	462	444	16
	270	296	322	272	24						
					40						
340	327	334	341	328	12	480	462	472	482	464	16
	290	316	342	292	24						
					40						
360	357	364	371	358	12	500	482	492	502	484	16
	324	330	340	324	24						
	294	318	340	294	40						
380	377	384	391	378	12	520	498	510	522	500	20
	344	350	360	344	24						
	314	330	360	314	40						
400	397	404	411	398	12	540	518	530	542	520	20
	364	370	380	364	24						
	334	350	380	334	40						
420	417	424	431	418	12	560	538	550	562	540	20
	384	390	400	384	24						
	354	370	400	354	40						
440	437	444	451	438	12	580	558	570	582	560	20
	404	410	420	404	24						
	374	390	420	374	40						
460	457	464	471	458	12	600	574	588	602	576	24
	424	430	440	424	24						
	394	410	440	394	40						
480	477	484	491	478	12	620	594	608	622	596	24
	444	450	460	444	24						
	414	430	460	414	40						
500	497	504	511	498	12	640	614	628	642	616	24
	464	470	480	464	24						
	434	450	480	434	40						

**Примечания.**

1. Диаметры, указанные в скобках, по возможности не применять.
2. Резьба обозначается буквами *Трап*, диаметром и шагом. Например, *Трап 60×12*. То же, для резьбы трапецидальной трехходовой левой с диаметром 90 мм и шагом для одной нитки 12 мм:

*Трап 90×(3×12) лев.*

**3. ДОПУСКИ НА ТРАПЕЦИДАЛЬНЫЕ РЕЗЬБЫ**

ГОСТом 9562-60 установлены допуски на трапецидальные резьбы общего назначения.

Для отклонений гайки установлены 3 класса точности: 1-й, 2-й и 3-й.

Для винта предусмотрены 2 посадки:

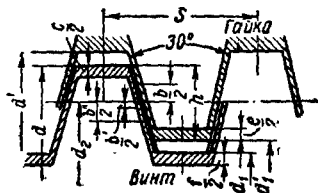
скользящая и ходовая. Скользящая посадка имеет 3 класса точности: 1-й, 2-й и 3-й. При ходовой посадке устанавливается один класс точности 3Х (табл. 193).

Стандарт допускает свинчивание гаек и винтов разных классов точности.



Таблица 193

Допуски трапецидальной резьбы (по ГОСТ 9562-60)



Шаг резьбы $s$ , в мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , в мм	Класс точности	Винт				Гайка			
			наружный диаметр $d$	внутренний диаметр $d_1$	средний диаметр $d_2$		внутренний диаметр $d_1$			
			Отклонение, в мм							
			нижнее $-c$	нижнее $-f$	верхнее $-b'$	нижнее $-b''$	верхнее $+b$	верхнее $+e$		
2	10—16	1	100	444	0	197	197	100		
		2	100	444	34	294	262	100		
		3	100	444	34	362	328	100		
		3X	100	542	132	460	—	—		
	18—28	1	100	477	0	210	210	100		
		2	100	477	34	314	280	100		
		3	100	477	34	388	355	100		
		3X	100	574	132	485	—	—		
3	10—14	1	150	503	0	221	221	150		
		2	150	503	37	336	295	150		
		3	150	503	37	410	372	150		
		3X	150	623	158	530	—	—		
	30—44	1	150	572	0	266	266	150		
		2	150	572	37	392	355	150		
		3	150	572	37	465	428	150		
		3X	150	692	158	585	—	—		
	46—60	1	150	588	0	266	266	150		
		2	150	588	37	392	355	150		
		3	150	588	37	478	440	150		
		3X	150	705	158	595	—	—		
4	16—20	1	200	595	0	266	266	200		
		2	200	595	45	400	355	200		
		3	200	595	45	485	440	200		
		3X	200	737	187	627	—	—		
	62—80	1	200	695	0	314	314	200		
		2	200	695	45	462	418	200		
		3	200	695	45	565	520	200		
		3X	200	840	187	710	—	—		

Продолжение табл. 193

Шаг резьбы $s$ , в мм	Номи- нальный диаметр резьбы $d$ , в мм	Класс точности	Винт				Гайка		
			наружный диаметр $d$	внутрен- ний диаметр $d_1$	средний диаметр $d_2$		внутрен- ний диаметр $d_1$		
					нижнее $-c$	нижнее $-f$		верхнее $-b'$	нижнее $-b''$
			Отклонение, в мм						
5	22—28	1	250	694	0	308	308	250	
		2	250	694	52	462	410	250	
		3	250	694	52	565	515	250	
		3X	250	849	205	720	—	—	
	85—110	1	250	799	0	359	359	250	
		2	250	799	52	530	478	250	
		3	250	799	52	650	595	250	
		3X	250	949	205	800	—	250	
6	30—42	1	300	780	0	349	349	300	
		2	300	780	56	522	465	300	
		3	300	780	56	635	578	300	
		3X	300	945	234	800	—	300	
	120—150	1	300	885	0	398	398	300	
		2	300	885	56	585	530	300	
		3	300	885	56	720	660	300	
		3X	300	1 050	234	885	—	300	
8	22—28	1	400	883	0	390	390	400	
		2	400	883	67	590	520	400	
		3	400	883	67	720	650	400	
		3X	400	1 083	268	920	—	400	
	44—60	1	400	931	0	413	413	400	
		2	400	931	67	620	550	400	
		3	400	931	67	758	690	400	
		3X	400	1 133	268	960	—	400	
	160—190	1	400	1 021	0	461	461	400	
		2	400	1 021	67	682	615	400	
		3	400	1 021	67	830	765	400	
		3X	400	1 223	268	1 032	—	400	
10	30—42	1	500	1 006	0	454	454	500	
		2	500	1 006	75	680	605	500	
		3	500	1 006	75	820	745	500	
		3X	500	1 228	300	1 042	—	500	
	62—80	1	500	1 063	0	476	476	500	
		2	500	1 063	75	710	635	500	
		3	500	1 063	75	865	790	500	
		3X	500	1 288	300	1 090	—	500	

Продолжение табл. 193

Шаг резьбы $s$ , в мм	Номи- нальный диаметр резьбы $d$ , в мм	Класс точности	Вит				Гайка		
			наружный диаметр $d$	внутрен- ний диаметр $d_1$	средний диаметр $d_2$		внутрен- ний диаметр $d_1'$		
					нижнее $-c$	нижнее $-f$		верхнее $-b'$	нижнее $-b''$
			Отклонение, в мм						
10	200—220	1	500	1 106	0	499	499	500	
		2	500	1 106	75	738	665	500	
		3	500	1 106	75	900	825	500	
		3X	500	1 334	300	1 128	—	500	
12	44—60	1	600	1 164	0	518	518	600	
		2	600	1 164	82	772	690	600	
		3	600	1 164	82	948	865	600	
		3X	600	1 406	328	1 190	—	600	
	85—110	1	600	1 202	0	536	536	600	
		2	600	1 202	82	800	715	600	
		3	600	1 202	82	978	895	600	
		3X	600	1 449	328	1 225	—	600	
	240—300	1	600	1 316	0	593	593	600	
		2	600	1 316	82	835	790	600	
		3	600	1 316	82	1 070	985	600	
		3X	600	1 576	328	1 330	—	600	
16	62—80	1	800	1 395	0	619	619	800	
		2	800	1 395	93	920	825	800	
		3	800	1 395	93	1 135	1 040	800	
		3X	800	1 675	372	1 415	—	800	
	120—170	1	800	1 465	0	656	656	800	
		2	800	1 465	93	970	875	800	
		3	800	1 465	93	1 190	1 100	800	
		3X	800	1 745	372	1 470	—	800	
20	85—110	1	1 000	1 605	0	720	720	1 000	
		2	1 000	1 605	105	1 068	960	1 000	
		3	1 000	1 605	105	1 305	1 200	1 000	
		3X	1 000	1 920	420	1 620	—	1 000	
	180—220	1	1 000	1 685	0	758	758	1 000	
		2	1 000	1 685	105	1 120	1 010	1 000	
		3	1 000	1 685	105	1 370	1 265	1 000	
		3X	1 000	2 001	420	1 685	—	1 000	
24	120—170	1	1 200	1 870	0	840	840	1 200	
		2	1 200	1 870	112	1 230	1 120	1 200	
		3	1 200	1 870	112	1 520	1 400	1 200	
		3X	1 200	2 195	448	1 845	—	1 200	

Шаг резьбы $s$ , в мм	Номинальный диаметр резьбы $d$ , в мм	Класс точности	Вит				Гайка	
			наружный диаметр $d$	внутренний диаметр $d_1$	средний диаметр $d_2$		внутренний диаметр $d_1$	
					Отклонение, в мм			
			нижнее $-c$	нижнее $-f$	верхнее $-b'$	нижнее $-b''$	верхнее $+b$	верхнее $+e$
24	240—300	1	1 200	2 040	0	866	866	1 200
		2	1 200	2 040	112	1 268	1 155	1 200
		3	1 200	2 040	112	1 565	1 450	1 200
		3X	1 200	2 375	448	1 900	—	1 200
32	180—220	1	1 500	2 021	0	908	908	1 500
		2	1 500	2 021	131	1 341	1 210	1 500
		3	1 500	2 021	131	1 643	1 512	1 500
		3X	1 500	2 415	525	2 037	—	1 500
40	240—300	1	2 000	2 324	0	1 044	1 044	2 000
		2	2 000	2 324	149	1 541	1 392	2 000
		3	2 000	2 324	149	1 884	1 740	2 000
		3X	2 000	2 765	590	2 330	—	2 000

## 4. РАЗМЕРЫ МОДУЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Профиль резьбы червяка обычно трапециевидный (рис. 169, а) с углом  $\alpha$  при вершине, равным 40 или 30°. Встречаются также червяки, боковые поверхности которых в сечении, проходящем через ось червяка, имеют криволинейный профиль (рис. 169, б).

Шаг резьбы червяка ( $s$ ) — модульный, т. е. кратный  $\pi$ .

Модульный шаг выражается такой формулой:

$$s = m \cdot \pi, \quad (62)$$

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  $\pi$ .

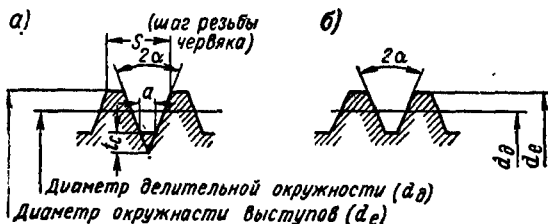


Рис. 169. Профили модульной резьбы.

Кроме приведенной, имеются также следующие зависимости между основными параметрами червяка:

число модулей в диаметре делительной окружности:

$$q = \frac{d_d}{m}; \quad (63)$$

диаметр делительной окружности:

$$d_d = q \cdot m; \quad (64)$$

диаметр окружности выступов:

$$d_e = d_d + 2m; \quad (65)$$

угол подъема резьбы червяка по делительной окружности:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{z_1}{q} \quad (66)$$

или

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{s \cdot z_1}{\pi d_e}, \quad (67)$$

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{s_x}{\pi d_e}; \quad (68)$$

здесь  $z_1$  — число заходов червяка; ширина впадины:

$$a = \frac{m(3,14 - 4,4 \operatorname{tg} \alpha)}{2}. \quad (69)$$

\* Размеры профиля трапециевидальной резьбы берутся по рис. 167.

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. 194.

Таблица 194

Размеры модульной резьбы, в мм

Модуль	Шаг резьбы	Число заходов резьбы					Размеры профиля резьбы (см. рис. 169)			
		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

Б. ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ В РАЗМЕРАХ ЧЕРВЯКОВ

Таблица 195

Допускаемые отклонения профиля червяков диаметром от 12 до 400 мм (по ГОСТ 3675-56)

В зависимости от точности изготовления червячные пары с цилиндрическим червяком подразделяются на 4 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  $C_3$  по ОСТ 1013.

2. Допуск на профиль червяка (контроль производится на просвет с помощью шаблонов, устанавливаемых по контрольной риске на окружности выступов или же при помощи зубомера) для 5—9-й ступени точности даны в табл. 195.

Степень точности	Модуль $m$ , в мм				
	1—2,5	2,5—6	6—10	10—16	16—30
	Отклонения $\delta_f$ , в мкм				
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. 196.

Таблица 196

Допускаемые предельные отклонения осевого шага червяков диаметром от 12 до 400 мм (по ГОСТ 3675-56) (верхнее отклонение указано со знаком "+", а нижнее со знаком "-")

Степень точности	Модуль $m$ , в мм				
	1-2,5	2,5-6	6-10	10-16	16-30
	Допускаемые отклонения, в мм				
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. 197.

Таблица 197

Допускаемые отклонения на радиальное биение витков червяка (по ГОСТ 3675-56)

Степень точности	Диаметры червяков, в мм				
	12-25	25-50	50-100	100-200	200-400
	Допускаемые отклонения, в мм				
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 198

Допускаемые отклонения толщины витка червяков, обеспечивающие нормальный гарантированный боковой зазор червячного зацепления (по ГОСТ 3675-56)

Предельное радиальное биение витков червяка, в мм									
До 6	6-8	8-12	12-20	20-25	25-32	32-40	40-50	50-60	Свыше 60
Допускаемые отклонения, в мм									
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  $0,2d_0$ , внутренний диаметр  $0,8d_0$ , а толщина витка  $0,1d_0$ , 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.

## НАРЕЗАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ И МОДУЛЬНЫХ РЕЗЬБ

### 1. РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ДЕРЖАВКИ ДЛЯ ИХ УСТАНОВКИ

Резцы для нарезания прямоугольной резьбы выполняются преимущественно стержневыми (рис. 170). Материал режущей части — быстрорежущая сталь или твердый сплав.

У резцов для предварительного нарезания прямоугольной резьбы передний угол

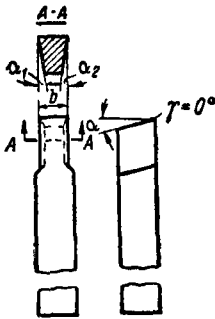


Рис. 170. Резец для нарезания прямоугольной резьбы.

$\gamma = 4-6^\circ$ ; 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 главная режущая кромка резца располагается 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 (рис. 171).

При предварительном нарезании резьбы резец устанавливается по углу подъема винтовой линии (резьбы). Соответственно трем диаметрам резьбы ( $d_0$ ,  $d_{cp}$  и  $d_1$ ) различают 3 угла подъема:  $\tau_0$ ,  $\tau_{cp}$  и  $\tau_1$ . Чем меньше диаметр и чем больше шаг, тем больше угол подъема. Величину угла подъема можно определить графическим путем или рассчитать.

Схема графического определения угла подъема винтовой линии приведена на рис. 172. Представим шаг  $s$  в виде горизонтальной, а окружность резьбы — в виде вертикальной линии. Угол  $\tau$  и будет углом подъема винтовой линии, который изме-

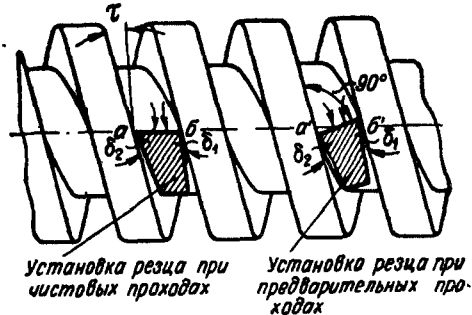


Рис. 171. Установка резца при черновом и чистовом нарезании прямоугольной резьбы.

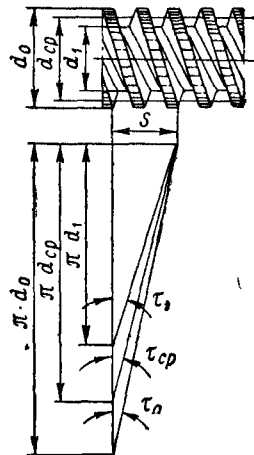


Рис. 172. Схема к определению угла подъема винтовой линии.

ряют угломером. Чтобы установить резец соответственно углу подъема не очень крутой резьбы, нужно определить угол  $\tau_{ср}$  (табл. 199).

Резцы для нарезания трапецидальной и модульной резьб также изготавливаются из быстрорежущей стали (для мягких и вязких металлов, для точных и особо круп-

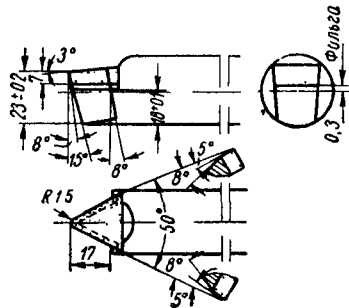


Рис. 173. Резец для предварительного нарезания модульной резьбы.

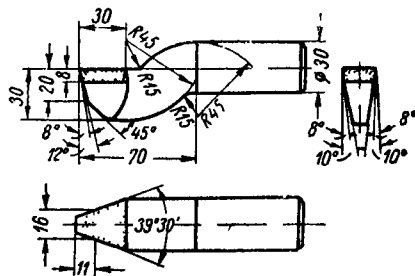


Рис. 174. Резец для нарезания трапецидальной резьбы.

Таблица 199

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 °
<b>I. Одноходовая крупная</b>			150	24	3 1/4	60	8	2 1/2
22	8	8	160	24	3	65	10	3
24	8	7 1/4	170	24	2 3/4	70	10	2 3/4
26	8	6 1/2	180	32	3 1/2	75	10	2 1/2
28	8	6	190	32	3 1/4	80	10	2 1/2
30	10	7 1/4	200	32	3 1/4	85	12	2 3/4
32	10	6 3/4	<b>II. Одноходовая нормальная</b>			90	12	2 1/2
36	10	5 3/4	10	3	6 1/2	95	12	2 1/2
40	10	5 1/4	12	3	5 1/4	100	12	2 1/4
44	12	5 3/4	14	3	4 1/4	110	12	2
48	12	5 1/4	16	4	5 1/4	120	16	2 1/2
50	12	5	18	4	4 1/2	130	16	2 1/2
52	12	4 3/4	20	4	4	140	16	2 1/4
55	12	4 1/2	22	5	4 3/4	150	16	2
60	12	4	24	5	4 1/4	160	16	2
65	16	5	26	5	4	170	16	1 3/4
70	16	4 3/4	28	5	3 1/2	180	20	2 1/4
75	16	4 1/4	30	6	4	190	20	2
80	16	4	32	6	3 3/4	200	20	2
85	20	4 3/4	36	6	3 1/4	<b>III. Одноходовая мелкая</b>		
90	20	4 1/2	40	6	3	10	2	4
95	20	4 1/4	44	8	3 3/4	12	2	3 1/4
100	20	4	48	8	3 1/4	14	2	2 3/4
110	20	3 3/4	50	8	3 1/4	16	2	2 1/2
120	24	4	52	8	3	18	2	2 1/4
130	24	3 3/4	55	8	2 3/4	20	2	2
140	24	3 1/2				30	3	2



ных резцов) и с пластинками из твердых сплавов.

Передние углы резцов для предварительного нарезания принимают как положительные ( $\gamma=3-5^\circ$ ), так и отрицательные (до  $-5^\circ$  при нарезании резьбы с большими скоростями резания и подачами; см., напр., резец токарей Ю. Дикова и Н. Чикирева на рис. 173).

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  $\gamma_f = -2 + -3^\circ$ .

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. 174).

Таблица 200

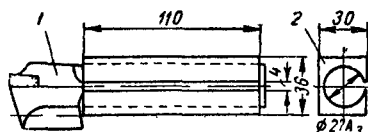
Специальные подкладки и державки для резьбовых резцов, используемых при нарезании прямоугольных, трапециевидных и модульных резьб

Призматические подкладки



Для косой установки резьбовых резцов с круглым стержнем применяются призматические подкладки.

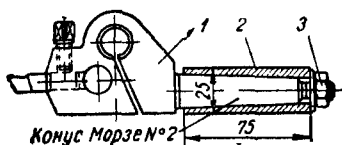
Призматические державки



Державки этого типа наиболее просты по конструкции; они предназначены для закрепления резцов с цилиндрическим хвостовиком.

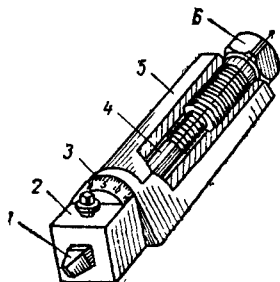
После поворота резца на необходимый угол державка 2 вместе с резцом 1 закрепляется болтами резцедержателя токарного станка.

Пружинные державки



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, вращаемой на резьбовой конец хвостовика. Подобного же типа державки применяются и для закрепления плоских пластинок из быстрорежущей стали.

Специальные державки и приспособления



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.

Весьма рациональна конструкция резьбового резца для нарезания внутренней трапецидальной резьбы токаря К. В. Лакура. У этого резца режущие кромки также расположены на нейтральной оси стержня державки, что повышает его виброустойчивость при нарезании резьбы.

Для установки резьбовых резцов по заданному углу подъема применяются специальные державки, при пользовании которыми отпадает надобность в специальных заточках резца при изменении диаметра или числа заходов нарезаемой резьбы (табл. 200).

## 2. ДИАМЕТРЫ ЗАГОТОВОК ПОД НАРЕЗАНИЕ ТРАПЕЦИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Таблица 201

Размеры заготовок (стержней) под нарезание трапецидальных резьб, в мм

Диаметр резьбы и заготовки	Шаг резьбы $s$	Допуск на диаметр заготовки	Шаг резьбы $s$	Допуск на диаметр заготовки	Шаг резьбы $s$	Допуск на диаметр заготовки
10	2	-0,060	3	-0,10	—	—
12—14		-0,070		4		
16—18		-0,070	5			
20		-0,084		8		
22—28	3	-0,084	5	-0,17	10	-0,34
30—42		-0,100		12—16	-0,40	
44—80	3 и 4	-0,120	8 и 10	-0,20	12—16	-0,40
85—110	5	-0,140	12	-0,23	20	-0,46
120—170	6 и 8	-0,160	16	-0,26	24	-0,53
180—220	10	-0,185	20	-0,30	32	-0,60
240—300	12	-0,215	24	-0,34	40	-0,68

Таблица 202

Размеры расточенных отверстий под нарезание трапецидальных резьб, в мм

Диаметр резьбы (номинальный)	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск
10	—	—	—	3	7	+0,15	2	8	+0,10
12					9			10	
14					11			12	
16				4	12	14			
18					14	16			
20	16	16	18						
22	8	14	+0,40	5	17	+0,25	20		
24		16			19		22		
26		18			21		24		
28		20			23		26		

Продолжение табл. 202

Диаметр резьбы (номинальный)	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск																	
30 32 34 36 38 40 42	10	20 22 24 26 28 30 32	+0,50	6	24 26 28 30 32 34 36	+0,30	3	27 29 31 33 35 37 39	+0,15																	
44 46 48 50 52 55 60		12			32 34 36 38 40 43 48			+0,60		8	36 38 40 42 44 47 52	+0,40	41 43 45 47 49 52 57													
62 65 70 75 78 80	16		46 49 54 59 62 64	+0,80	10	52 55 60 65 68 70					+0,50		58 61 66 71 74 76													
85 90 95 100 110			20			65 70 75 80 90							+1,00	12	73 78 83 88 98	+0,60	80 85 90 95 105									
120 130 140 150 160 170						24									96 106 116 126 136 146		+1,20	16	104 114 124 134 144 154	+0,80	114 124 134 144					
180 190 200 210 220															32				148 158 168 178 188		+1,60	20	160 170 180 190 200	+1,00	152 162	+0,40
																									172 182 190 200 210	

Диаметр резьбы (номинальный)	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск	Шаг резьбы	Диаметр расточенного отверстия	Допуск
240 250 260 280 300	40	200 210 220 240 260	+2,00	24	216 226 236 256 276	+1,20	12	228 238 248 268 288	+0,60
320 340 360 380 400	48	272 292 312 332 352	+2,40					308 328 348 368 388	
420 440 460 480 500	—	—	—	—	—	—	16	404 424 444 464 484	+0,80
520 540 560 580								20	
600 620 640				24	576 596 616	+1,20	—		—

### 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ, ТРАПЕЦИДАЛЬНОЙ, 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.

На рис. 175 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. 203.

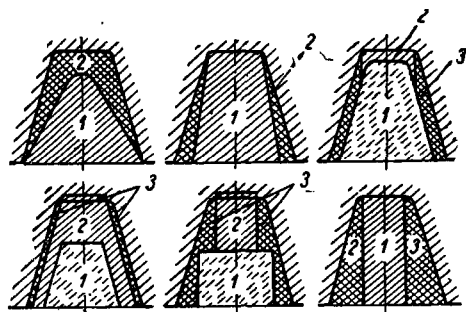
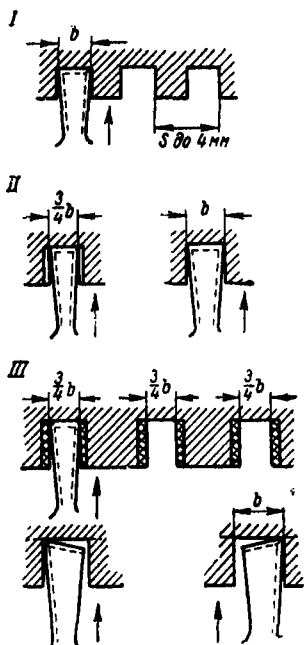


Рис. 175. Схемы формирования профиля трапецидальных и модульных резьб.

Таблица 203

Выбор рациональной технологии формирования профиля резьбы

Нарезание прямоугольной резьбы

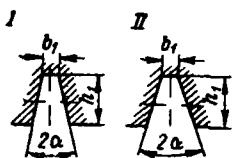


Мелкие прямоугольные резьбы с шагом до 4 мм нарезаются одним резцом с поперечной режущей кромкой, равной ширине  $b$  канавки резьбы (поз. I).

Обычные резьбы с шагом больше 4 мм, а также точные резьбы сначала прорезаются прорезным резцом, ширина которого равна  $\frac{3}{4}$  ширины канавки  $b$  (поз. II и III), а затем окончательно — мерным резцом.

При необходимости нарезать особо точную и чистую резьбу после предварительного прорезания канавки шириной  $\frac{3}{4} b$  подрезными правым и левым резцами зачищается поочередно каждая боковая поверхность резьбовой канавки (поз. III). Этот метод дает хорошие результаты, однако требует высокой квалификации токаря и большой затраты времени.

Нарезание трапецидальных и модульных резьб

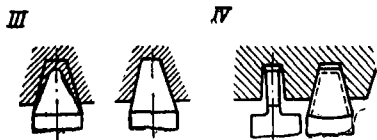


Резьбы с шагом до 4 мм (модуль до 1,5 мм) нарезаются одним резцом с поперечной режущей кромкой  $b_1$ , равной ширине канавки резьбы.

Точные резьбы таких же размеров, как правило, нарезаются двумя резцами: черновым с углом профиля несколько меньшим, чем  $2\alpha$  (поз. I), и чистовым с углом профиля, равным  $2\alpha$  (поз. II).

Дно резьбовой канавки в этом случае окончательно формируется черновым резцом, и, таким образом, условия работы чистового резца облегчаются.

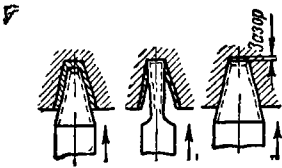
Резьбы с шагом от 4 до 12 мм (модуль от 1,5 до 4 мм) нарезаются двумя или тремя резцами.



Первым резцом прорезается канавка не на полную глубину резьбы, а вторым (чистовым) она формируется окончательно (см. поз. III). По второй схеме (поз. IV) первым (прорезным) резцом прорезается канавка на полную глубину резьбы, а вторым (чистовым) она формируется окончательно. Эти схемы наиболее просты. Они

используются преимущественно в условиях единичного производства.

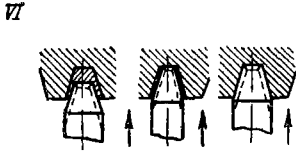
В серийном производстве обычно применяют 3 резца: первые два для предварительного и третий — для окончательного нарезания резьбы, при этом возможны разные схемы обработки,



глубину, соответствующую середине профиля резьбы. Дальнейшая обработка ведется так же, как и в предыдущем случае.

**1-я схема (поз. V).** 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.

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.



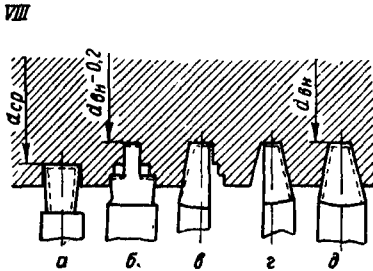
Этот способ предотвращает появление вибраций при окончательных проходах и поэтому его часто применяют при нарезании резьбы твердосплавными резцами на больших скоростях.

**2-я схема (поз. VI).** 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.

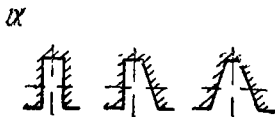


Точные резьбы нарезаются не только по 1-й и 2-й схемам, но и четырьмя (поз. VII) и даже пятью резцами (поз. VIII).

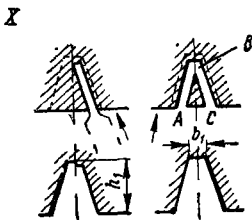
При работе четырьмя резцами первым резцом прорезается впадина на глубину меньшую (на 1,5 мм), чем середина профиля. Вторым (прорезным) резцом, поперечное лезвие которого шире, чем ширина канавки  $b_1$ , на 0,2 мм, обрабатывается канавка на полную глубину; третьим (прорезным) резцом зачищается дно впадины, при этом оно углубляется на 0,1 мм по отношению к заданной величине. Четвертый резец — профильный, им зачищаются боковые стороны впадины. Закрепляется этот резец в пружинной державке.



При работе пятью резцами первый резец (а в поз. VIII) производит предварительное прорезание резьбы; второй (б) — обработку канавки ступенчатой формы; третий (в) — профилирование одной стороны витка; четвертый (г) — профилирование второй стороны витка и пятый (д) — калибрование всего профиля.

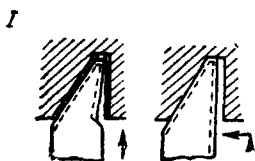


Крупные резьбы с шагом от 10 до 60 мм (модуль от 4 до 20 мм) нарезаются тремя резцами, первый из которых прорезной, а второй и третий — правый и левый односторонние резцы с прямолинейной режущей кромкой (поз. IX).

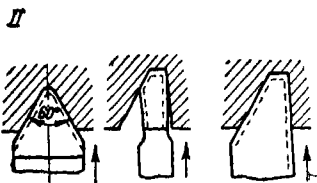


Особо крупные резьбы с модулем более 20 мм нарезаются после предварительного вырезания из заготовки спирали сечением ABC (поз. X). Спираль вырезается последовательно двумя прорезными резцами. После этого отводится задняя бабка, и спираль свинчивается с заготовки. Затем производится формирование сначала одной стороны профиля резьбы правым односторонним резцом, а затем второй стороны левым резцом.

Нарезание упорной резьбы



Резьбы средних размеров нарезаются двумя резцами (поз. I). При предварительном проходе снимают основную часть металла, а на окончательный оставляют 0,04—0,06 мм. Второй профильный резец вначале работает с радиальной подачей и формирует сторону канавки, расположенную перпендикулярно к оси винта. Затем при осевой подаче этим резцом окончательно обрабатывают дно и наклонную боковую сторону резьбовой канавки.



Резьбы крупных размеров нарезаются тремя резцами (поз. II). Первый резец с углом при вершине  $\epsilon=60^\circ$  предварительно прорезает канавку; второй, имеющий неполный профиль, заканчивает формирование канавки; третий мерный (профильный) резец окончательно зачищает канавку при радиальной подаче.

4. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ НАРЕЗАНИЯ ЧЕРВЯКОВ

В зависимости от вида винтовой поверхности, образующей червяк, различают следующие виды цилиндрических червяков (см. рисунки в табл. 204):

**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.

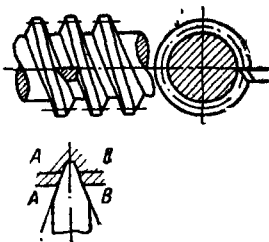
Этот тип червяков получил широкое распространение в единичном и мелкосерийном производстве.

Таблица 204

Способы нарезания червяков на токарном станке

Нарезание архимедовых червяков

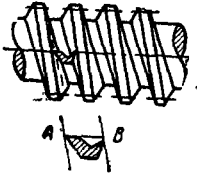
Нарезание двухсторонним резцом с прямолинейными режущими кромками



При этом способе режущие кромки AA и BB резца должны лежать в горизонтальной осевой плоскости нарезаемого червяка.

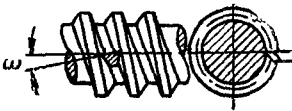
Таким способом могут нарезаться червяки с углом подъема витка, не превышающим 2—3°. При больших углах подъема на кромке BB возникают неблагоприятные условия резания.

**Нарезание двухсторонним резцом с прямолинейными притупленной (кромка А) и поднутренной (кромка В) режущими кромками**



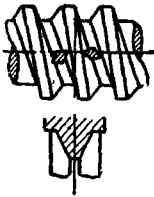
Такая форма реза устраняет неблагоприятные условия резания. Однако при переточках очень трудно сохранить взаиморасположение кромок реза.

**Нарезание фасонным резцом с криволинейными режущими кромками**



При установке реза с прямолинейными режущими кромками нормально к винтовой линии архимедов червяк получится искаженным. При такой установке реза можно нарезать червяки средних модулей с углами подъема витков до  $5-10^\circ$  и небольших модулей (до 3 мм) с углами подъема витков  $10-15^\circ$ . Чтобы при установке реза нормально к винтовой линии получить архимедов червяк без искажений, необходимо применять резец криволинейного профиля. Резец в этом случае изготавливается по специальному шаблону.

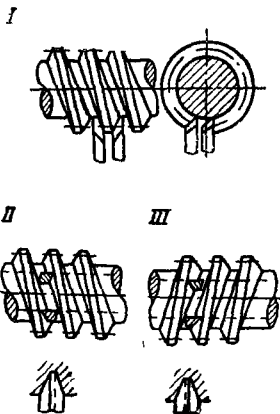
**Нарезание односторонними резцами с прямолинейными кромками**



Прямая линия осевого сечения червяка является образующей боковой поверхности его витков, поэтому прямолинейная режущая кромка реза, совмещенная с этой образующей, обеспечивает получение правильной боковой поверхности витка червяка.

Чистовое нарезание каждой стороны впадины производится раздельно правым и левым резцами.

**Нарезание эвольвентных червяков**



**Нарезание односторонним резцом с прямолинейными режущими кромками.** 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 ( $k$ ) подсчитывается по следующей формуле:

$$k = \frac{m \cdot z_1}{2\pi \cdot \operatorname{tg} \lambda_0}, \quad (70)$$

где  $m$  — модуль червяка;

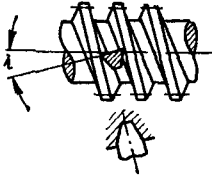
$z_1$  — число заходов червяка;

$\lambda_0$  — угол подъема витка на основном цилиндре.

Этим методом можно нарезать червяки с углом подъема витка не более  $3^\circ$ .

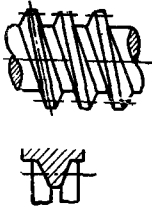


Продолжение табл. 204

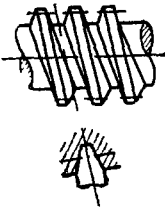


*Нарезание резцом с криволинейными режущими кромками. В этом случае профиль резца должен соответствовать нормальному сечению эвольвентного червяка. Режущие кромки резца должны лежать в плоскости, перпендикулярной к направлению витка. Резец изготавливается по шаблону, выполненному по подсчитанным координатам.*

**Нарезание червяков с прямолинейным профилем в сечении, перпендикулярном к линии подъема витка**



*Нарезание червяков с прямолинейным профилем в нормальном сечении по витку. 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  $\lambda$ . Чистовое нарезание каждой стороны профиля производится отдельно правым и левым резцами.*



*Нарезание червяков, прямолинейных в нормальном сечении по впадине. Такие червяки нарезаются двухсторонним профильным резцом с прямолинейными режущими кромками, лежащими в плоскости, проведенной через середину впадины под углом с осью нарезаемого червяка, равным углу подъема витка  $\lambda$ , при этом одновременно обрабатываются разноименные стороны соседних витков.*

## 5. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ДЕЛЕНИЯ МНОГОЗАХОДНЫХ РЕЗЬБ НА ЗАХОДЫ

При нарезании многозаходной резьбы необходимо обеспечить равное расстояние витков друг от друга. Например, чтобы достичь одинакового расстояния между витками при нарезании двухзаходной резьбы, надо повернуть деталь после выполнения первой винтовой канавки на полоборота, не перемещая при этом каретку ходовым винтом.

Только после этого можно начинать нарезание второй канавки. У трехзаходной резьбы деталь надо поворачивать после нарезания каждой канавки на  $1/3$ , а у четырехзаходной — на  $1/4$  оборота.

Повернуть детали на часть оборота может быть произведено с помощью специального дополнительного приспособления, а также и другими способами.

Деление резьб на заходы на станках ИК62 и других, снабженных специальным делительным устройством в виде кольца с делениями на части оборота (закрепляется

на заднем конце шпинделя), производится следующим образом:

1) остановив шпиндель, устанавливают его так, чтобы против риски на корпусе передней бабки стояло нулевое деление (это соответствует нулевому положению его);

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 конце таких рисков столько, сколько заходов);

4) переставляют рукоятку звена увеличения шага в рабочее положение и включают вращение шпинделя.

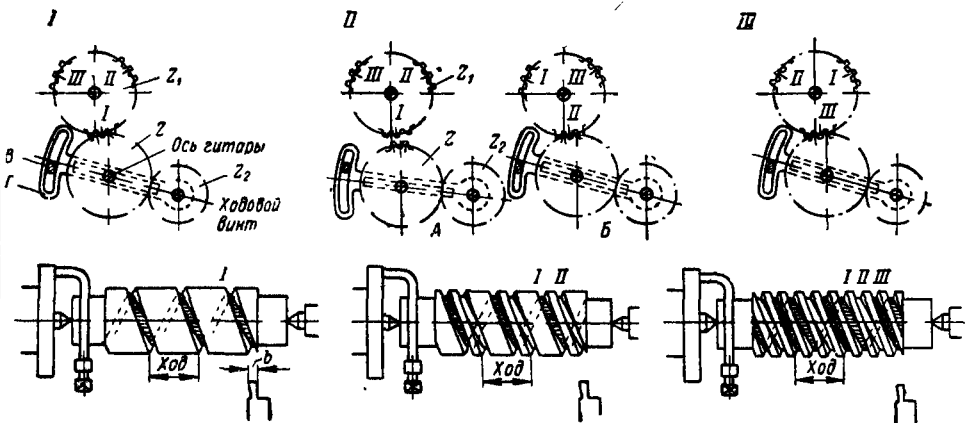
При изготовлении многозаходных резьб на станках, не располагающих подобным устройством, прибегают к одному из способов деления, указанных в табл. 205 и 206.

## Деление многозаходных резьб на заходы с помощью сменных колес

При отсутствии специального делительного приспособления токарю приходится делить резьбу на заходы с помощью сменных зубчатых колес. Для этого необходимо, чтобы число зубьев первого сменного колеса  $z_1$  делилось без остатка на число заходов резьбы, т. е. у двухходовой резьбы на два, у трехходовой резьбы — на три и т. д.

Так, например, при нарезании трехходовой резьбы с шагом 18 мм на стайке с шагом ходового винта 12 мм подбирают сменные зубчатые колеса  $\frac{z_1}{z_2} = \frac{s_n}{s_x} = \frac{18}{12} = \frac{45}{30}$ . Эта настройка удовлетворяет условию, так как  $z_1=45$  делится на 3.

Разбивка заходов с помощью сменных колес на токарных станках с трензелем, имеющим передаточное отношение 1:1

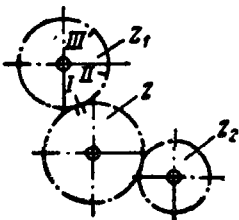


Число зубьев первого сменного зубчатого колеса  $z_1$  делят на три равные части (поз. I). Соответствующие зубья помечают мелом (черточки I, II, III). Зуб I заходит в помеченную мелом впадину зуба паразитного колеса  $z$ . Положение гитары Г фиксируется винтом В. Затем нарезается первая винтовая канавка (первый заход).

Когда первая канавка будет готова (поз. II), восстанавливают, поворачивая вал, первоначальное положение зубьев. Затем отпускают винт В и опускают гитару немного ниже, чтобы зубья колес  $z_1$  и  $z$  выпли из зацепления (положение А). Для того чтобы зуб II попал в помеченную мелом впадину зубчатого колеса  $z$ , поворачивают шпindel на  $1/3$  оборота. Вновь закрепив гитару, нарезают вторую винтовую канавку (второй заход).

Описанным выше способом зубья колеса возвращают в положение Б (поз. III), отпускают винт гитары, соединяют зуб III с паразитным колесом  $z$  и нарезают третью винтовую канавку (третий заход).

Разбивка заходов с помощью сменных колес на токарных станках с трензелем, имеющим передаточное отношение 1:2

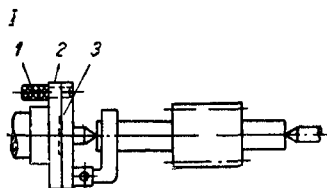


Если токарный станок имеет трензель с передаточным отношением 1:2, то зубчатое колесо  $z_1$  поворачивается при каждом обороте шпинделя станка на  $1/2$  оборота. При  $1/3$  оборота шпинделя оно поворачивается на  $1/6$  оборота. При нарезании трехходовой резьбы число зубьев колеса  $z_1$  должно делиться на 6 (если  $z_1$  равно, например, 90, то мелом помечают каждый 15-й зуб). После нарезания винтовой канавки зубчатое колесо поворачивают на  $1/6$  оборота. Так же поступают перед нарезанием третьей канавки.

Таблица 206

Основные способы деления многозаходных резьб на заходы при помощи специальных приспособлений

С помощью специального поводкового патрона с фиксатором

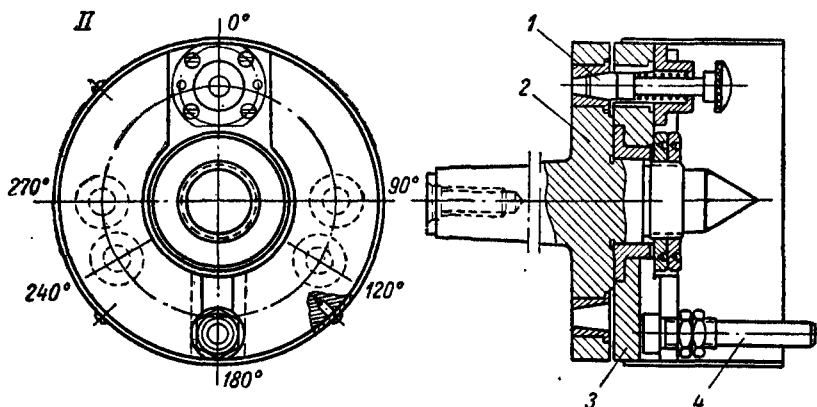


Деление на заходы по указанному способу производится при помощи специальной поводковой планшайбы 2 с делительным диском 3 и фиксатором 1 (поз. I).

После прохода каждой нитки делительный диск поворачивается, и фиксатор заводится в соответствующее отверстие на его торце.

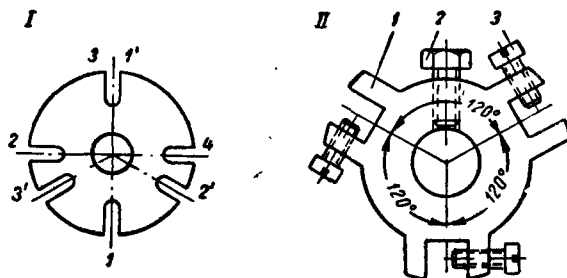
Конструкция подобного патрона с фиксатором для деления на заходы при нарезании двух-, трех- и четырехзаходной резьбы приведена в

поз. II. Здесь: 1 — фиксатор; 2 — поводковая планшайба; 3 — делительный диск; 4 — поводок.



При нарезании двухзаходной резьбы делительный диск 3 вместе с поводком 4 поворачивается на 180°; трехзаходной — на 120° и т. д.

При помощи специальных поводков



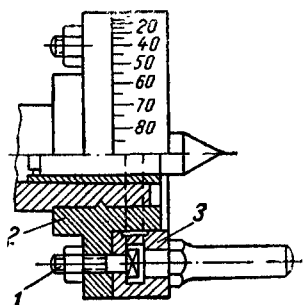
Деление на заходы при нарезании многозаходных резьб может производиться также с помощью различного рода поводков со специальными прорезями для конца хомутика, расположенными под углами 90 и 120°.

В поз. I показан поводок с шестью прорезями, расположенными под углами 90 и 120°, т. е. приспособленный для нарезания двух-, трех- и четырехзаходной резьб.

В прорезь входит свободный конец хомутика. После прорезания одной нитки деталь вынимают из центров и, повернув ее, в зависимости от числа заходов вставляют конец хомутика в соответствующую прорезь. Прорезями 2 и 4 пользуются при нарезании двухзаходной резьбы, прорезями 1', 2', 3' — трехзаходной; прорезями 1, 2, 3 и 4 — четырехзаходной.

Поводок, приведенный в поз. II, представляет собой диск 1, закрепленный винтом 2 на центре, вставленном в шпиндель станка. Диск имеет канавки, число которых равно числу заходов нарезаемой резьбы. Хвостовик хомутика вводится в первую канавку и зажимается винтом 3. После нарезания одного захода хомутик переводится в следующую канавку.

### С помощью универсальных делительных поводковых патронов

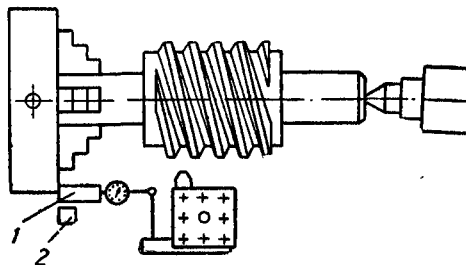


Универсальный патрон для центровых работ состоит из двух дисков 3 и 2, соединенных болтами 1. На диске 2 имеется риска, а на диске 3 нанесена шкала (в градусах). Нарезав одну нитку резьбы, поворачивают диск с поводком и деталь относительно неподвижной риски на  $180^\circ$  при нарезании двухзаходной резьбы, на  $120^\circ$  — при нарезании трехзаходной резьбы и т. д.

Количество делений (градусов), на которое нужно повернуть диск с поводком, равно  $\frac{360}{z_1}$ , где  $z_1$  — число заходов нарезаемой резьбы.

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.

### Путем смещения реза вдоль оси нарезаемого винта на величину осевого шага

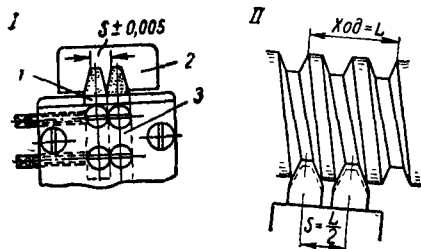


Вначале нарезают первую винтовую канавку резьбы, затем выводят резец из канавки поперечной подачей на себя и дают ходовому винту обратный ход, возвращая резец в начальное положение.

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 реза ведут при этом по лимбу винта верхних салазок.

Результаты получаются более точными, 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).

Путем нарезания резьбы одновременно несколькими резцами

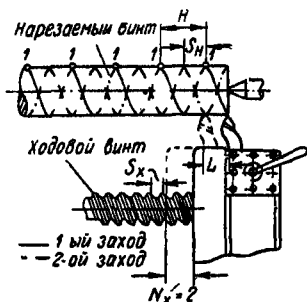


При одновременном нарезании многозаходной резьбы несколькими резцами, число которых равно числу заходов, необходимость в делении заготовки на заходы отпадает.

В этом случае при настройке операции требуется точно установить резцы 1 и 3 на расстоянии, равном шагу  $s$  (поз. I). Установка производится по специальному шаблону 2. Иногда для этих же целей применяют специальные дисковые резцы с двумя режущими головками, расположенными точно на расстоянии шага резьбы.

Этот способ является наиболее производительным при нарезании двухзаходных резьб (поз. II).

Путем переключения гайки ходового винта



Способ разработан новатором К. В. Лакуром и применим при нарезании большинства метрических резьб на станках с метрическим ходовым винтом.

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  $L$ , кратное шагу ходового винта.

Число шагов ходового винта  $N_x$ , на которое необходимо переместить суппорт, определяется по формуле:

$$N_x = \frac{H \pm s_H}{k \cdot s_x} \quad (71)$$

где  $k$  — коэффициент (всегда целое число). Обычно  $k$  имеет значения 1, 2, 3, 4, 5 (желательно принимать  $k$  наименьшим, т. е.  $k=1$  или  $k=2$ ). Этот коэффициент подбирается так, чтобы числитель делился без остатка на знаменатель.

**Пример.** Требуется нарезать четырехзаходную резьбу с шагом 8 мм на токарном станке с шагом ходового винта  $s_x=6$  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 (71)

$$N_x = \frac{H \pm s_H}{k \cdot s_x} = \frac{(4 \cdot 8) \pm 8}{k \cdot 6} = \frac{32 \pm 8}{k \cdot 6};$$

при  $k=2$  и знаке «—» 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. 207 даны значения  $N_x$  для наиболее употребительных шагов нарезаемых метрических резьб для станков с распространенными шагами ходовых винтов: 4, 6 и 12 мм.

Таблица 207

Определение числа ниток для переключения гайки ходового винта при делении заготовки на заходы (см. табл. 206)

Ход нарезаемого винта $H_1$ в мм	Шаг нарезаемого винта $S_{H_1}$ в мм	Число заходов нарезаемого винта $Z_1$	Шаг ходового винта $S_x$ в мм			Ход нарезаемого винта $H_x$ в мм	Шаг нарезаемого винта $S_{H_x}$ в мм	Число заходов нарезаемого винта $Z_x$	Шаг ходового винта $S_x$ в мм		
			4	6	12				4	6	12
			Число ниток при переключении 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 ТРАПЕЦИДАЛЬНОЙ И МОДУЛЬНОЙ РЕЗЬБ

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 впадной 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. 176).

Изменение схемы подачи резца при формировании профиля резьбы. Вместо обыч-

ной подачи профильного резца в направлении, перпендикулярном оси нарезаемой

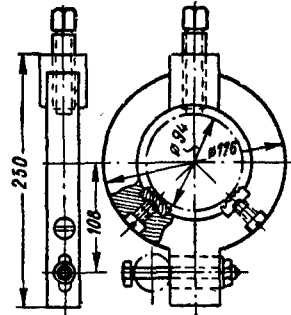


Рис. 176. Специальный хомутик с насеченными вставными кулачками.

резьбы (рис. 177, а), производят подачу резца под некоторым углом к радиальному направлению (рис. 177, б) или же прибегают к комбинированию перпендикулярной подачи со смещением в горизонтальном на-

правлении (рис. 177, а), при этом прорезание в направлении стрелки А ведется до тех пор, пока выход стружки не становится затрудненным. Далее резец подается в направлении стрелки В.

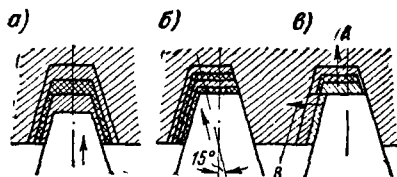


Рис. 177. Схемы подачи резца при нарезании трапецеидальной резьбы.

Сокращение числа переходов при нарезании крупных трапецеидальных и модульных резьб. Приведенная в табл. 203 технологическая последовательность переходов при формировании профиля крупных резьб часто совершенствуется благодаря применению резцов улучшенной конструкции и геометрии. Так, например, заточив на перед-

вием соблюдения точности в этом случае является 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, но и однозаходные. В этом случае первый резец (прорезной) осуществляет предварительное нарезание, а второй — окончательное.

На рис. 178, а приведена конструкция комбинированного быстрорежущего резца для совмещения процессов прорезания и окончательного формирования наружной трапецеидальной резьбы. Расстояние между режущими частями прорезного и профильного резьбового резцов выбирается в точном соответствии с шагом нарезаемой резьбы.

Резцы изготавливают из стали Р18 и после шлифования и заточки подвергают цианированию, что значительно увеличивает их стойкость. Крепятся резцы в обычной пружинной державке.

Таковыми резцами наиболее целесообразно нарезать резьбу с шагом до 8 мм. Для нарезания резьбы с шагом 10 мм и более удобны резцы, созданные токарем-новатором Горьковского станкостроительного завода А. Н. Мельниковым (рис. 178, б).

В комплекте резцов Мельникова сначала вступает в работу резец с трапецеидальной заточкой, а за ним следует прямоугольный резец, прорезающий черновую канавку на глубину 0,25 мм. Этим достигается возможность обрабатывать резьбу сразу с большой глубиной резания, так как резец с углом 30° гораздо устойчивее, чем прямоугольный. Такая комбинация резцов позволяет также применять очень большую глубину резания — до 0,5 мм за один проход, что при нарезании крупной трапецеидальной и модульной резьбы обеспечивает высокую производительность труда.

Резцы затачивают каждый в отдельности, поэтому не требуется наличия профильно-шлифовального станка. Плоскости резцов шлифуют на плоскошлифовальном станке так, чтобы расстояние между осями резцов соответствовало данному шагу резьбы. Устанавливают резцы по специальному шаблону в державку, имеющую квадратное посадочное место и два крепежных болта.

Эти резцы используются большей частью для предварительного нарезания крупной резьбы под чистовую обработку или под шлифование профиля резьбы на резьбошлифовальных станках.

Токарь-новатор Г. С. Нежевенко осуществлял черновое нарезание крупномодульных червяков с помощью блока, состоящего из державки I, односторонних правого и

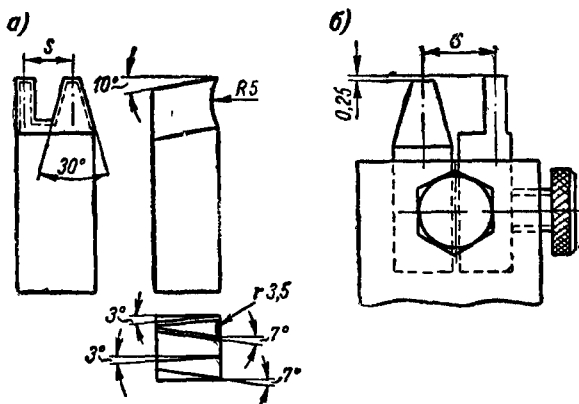


Рис. 178. Инструмент для нарезания однозаходной трапецеидальной резьбы двумя резцами.

ней 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.

Хорошие результаты по производительности и точности нарезания червяков с модульной резьбой и ходовых винтов с трапецеидальной резьбой получают токари ремонтных цехов. Они 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 меняются местами так, что в обоих случаях винтовая поверхность резьбы совпадает с поверхностью резания. Необходимым усло-

левого резцов 2 и 3 и мерной прокладки 4 между ними (рис. 179).

По предложению токаря-новатора Афанасьева для нарезания двухзаходной тра-

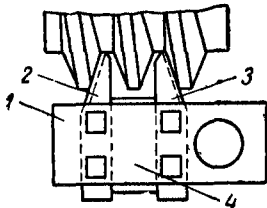


Рис. 179. Применение двухрезцового блока при черновом формировании профиля крупномодульных червяков.

пецидальной резьбы одновременно двумя резцами внедрено специальное приспособление, состоящее из переднего и заднего резцедержателей, соединенных поперечным винтом с правой и левой резьбовыми нарезками. При повороте маховичка поперечной подачи эти резцедержатели либо сходятся, либо расходятся. Резец в заднем резцедержателе устанавливают точно против резца в переднем резцедержателе.

Преимущества работы с этим приспособлением очевидны: во-первых, одновременно нарезаются две нитки; во-вторых, отпадает надобность в люнете при нарезании длинных витков, так как давление обонх резцов, точно установленных друг против друга, уравнивается. Производительность при этом способе возрастает примерно в 2 раза с одновременным увеличением точности нарезаемого винта.

Данный способ можно применять также для нарезания однозаходной резьбы. В этом случае черновой и чистовой резцы должны быть установлены друг от друга

на расстоянии, равном шагу нарезаемой резьбы.

Для предварительного нарезания многозаходных резьб токарем-новатором Б. Ф. Даниловым предложены сборные многолезвийные резцы дискового типа (рис. 180, а). За один проход такой резец нарезает сразу 3 захода резьбы.

Дисковые резцы имеют наружный диаметр 40 мм; они зажимаются в обычной пружинной державке. Так как при повороте головки державки на угол подъема резьбы резцы будут находиться на разной высоте, то средний резец, как наиболее близко расположенный к центру детали, обычно делают меньше по диаметру на 0,3—0,5 мм, чем крайние резцы.

При нарезании трапецидальной резьбы такие резцы служат только для предварительной прорезки контура резьбы, поэтому размеры их можно выдерживать с точностью 0,05 мм. В дальнейшем при обработке чистовым трапецидальным резцом все погрешности профиля и размеров нарезки будут исправлены.

На рис. 180, б приведен пример нарезания трапецидальной резьбы резьбовой гребенкой с пятью зубьями. Первые два зуба гребенки — прямоугольные, а остальные три — профильные.

Одновременная обработка нескольких деталей. На рис. 181 показана схема установки четырех многозаходных червяков, одновременно обрабатываемых 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.

Использование для нарезания резьбы обратного хода суппорта. Применяя при нарезании резьбы специальные поворотные или откидные державки (см., напр., стр. 403), токари В. Н. Сторонкии, П. Р. Фирсов и другие используют для нарезания холостой (обратный) ход суппорта.

Использование метчиков для нарезания внутренней трапецидальной резьбы. Мет-

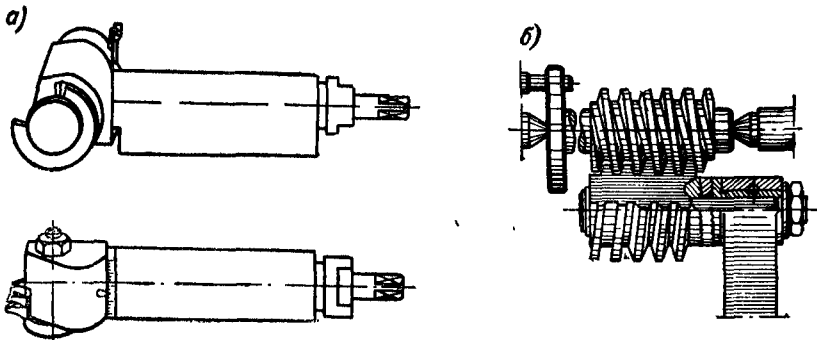


Рис. 180. Применение набора дисковых резцов и резьбовых гребенок для нарезания трапецидальных резьб.



чки комплектами из трех, четырех или пяти штук применяются при нарезании мелких и средних трапецеидальных резьб.

На рис. 182 показан метчик для нарезания за один проход трапецеидальной резьбы 32×6. Направляющая часть *a* по наружному диаметру на 0,5 мм больше внут-

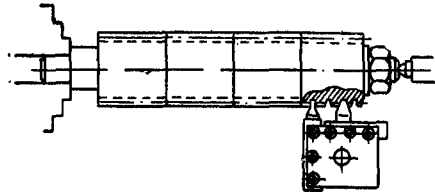


Рис. 181. Нарезание резьбы одновременно на четырех двухзаходных червяках.

реннего диаметра метчика; ее длина равна  $4s$ . На первом резьбовом участке мет-

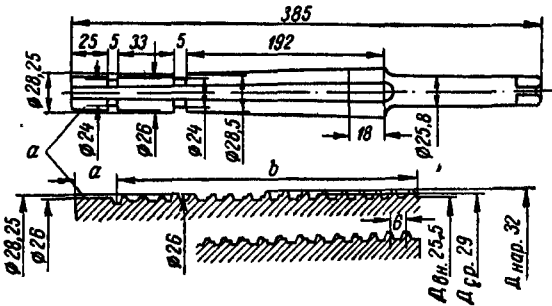


Рис. 182. Метчик для нарезания внутренней трапецеидальной резьбы.

чика *b* размеры зубьев на 0,6—0,7 мм меньше окончательных размеров профиля. На зубьях второго участка выполнены уступы, расположенные в шахматном порядке. Последняя часть калибрует резьбу.

Для нарезания внутренней резьбы любого профиля, числа заходов и шага при большой длине нарезки токарем-новатором Б. Ф. Даниловым предложен новый тип метчика — метчик-протяжка.

Новый инструмент представляет собой метчик, у которого хвостовик находится впереди режущей части. Принцип работы этого инструмента показан на рис. 183, а.

В резцедержателе зажимают державку, имеющую отверстие, соответствующее размеру хвостовика метчика-протяжки. Детали отверстием, расточенным по внутреннему диаметру резьбы, надевают на хвостовик метчика-протяжки, который затем вставляют в отверстие державки и крепят клином. Далее движением продольного суппорта метчик-протяжку с надетой на него заготовкой вводят в раскрытые кулачки патрона и закрепляют заготовку в кулачках. Станок настраивают на нарезание резьбы с шагом, равным ходу резьбы детали, если резьба многозаходная, или шагу резьбы, если резьба однозаходная. После этого включают обратное вращение шпинделя, если резьба правая, или же прямое вращение, если резьба левая. Метчик-протяжка проходит через отверстие детали и за один проход нарезает резьбу заданного размера и профиля.

Метчик-протяжку можно использовать на любом универсальном токарном станке, имеющем минимальное число оборотов — 18—40

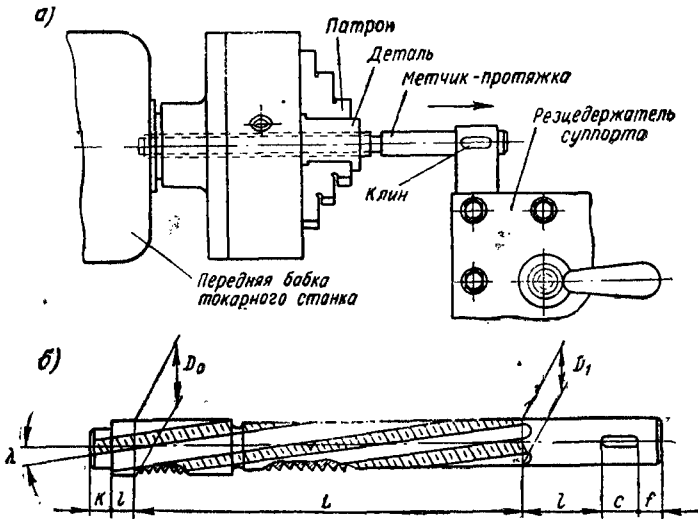


Рис. 183. Нарезание внутренней трапецеидальной резьбы метчиком-протяжкой.

в минуту, с тем чтобы скорость резания не превышала 2—3 м/мин.

С каждым оборотом метчик-протяжка (рис. 183, б) снимает в гайке средней длины слой металла глубиной до 0,14 мм при обработке стали, до 0,40 мм — чугуна и до 0,48 мм — латуни и бронзы.

Зубья метчика-протяжки, имеющие постепенное нарастание размера среднего диаметра, последовательно виток за витком зачищают стороны резьбы, и резьба получается чистой и точной по профилю.

Продольные канавки на метчиках-протяжках делают спиральными, что облегчает процесс резания и увеличивает стойкость инструмента. Угол подъема спирали канавки выбирают соответственно углу подъема винтовой линии резьбы и ее направлению.

Для правой резьбы направление спирали канавок принимают левое, а для левой резьбы — правое.

Основные параметры метчиков-протяжек приведены в табл. 208.

Таблица 208

**Ориентировочные размеры и геометрические параметры метчиков-протяжек для трапецидальной резьбы (см. рис. 183, б), в мм**

Резьба (по ГОСТ 9484-60)	$D_0$	$D_1$	$L$	$l$	$K$	$\lambda$	$\alpha$	$c$	$e$	$f$
8×2	8,5	6	145	$1D_0$	10	6°	1°40'	8	2	6
12×3	12,5	9	200	$1D_0$	10	6°30'	1°30'	10	3	8
16×(4×4)	16,5	12	240	$1D_0$	15	15°	1°40'	12	4	8
22×5	23	17	300	$0,8D_0$	18	6°	1°30'	14	5	10
24×(2×6)	25	19	320	$0,8D_0$	20	14°	1°40'	16	6	10
28×6	29	23	350	$0,8D_0$	20	7°	1°40'	20	6	10
32×6	33	26	350	$0,6D_0$	20	6°	1°30'	22	8	12
36×6	37	30	390	$0,6D_0$	20	5°	1°30'	22	8	12
40×6	41	34	450	$0,6D_0$	20	4°	1°20'	24	10	16

*Примечание.* Здесь  $\alpha$  — угол уклона (обратный конус).

В процессе эксплуатации метчиков-протяжек установлено, что наибольшая общая длина инструмента не должна превышать 550 мм, а длина нарезанной части — 400 мм, так как эти величины являются предельными для большинства резьбошлифовальных станков, имеющихся на наших заводах.

В тех случаях, когда по расчету требуется большая длина метчика, делают

комплект из 2 шт. Обычно это бывает при большом числе ходов резьбы или при большой длине нарезаемой детали.

Если нарезаемая деталь по своей форме неудобна для закрепления в патроне, то ее зажимают на суппорте станка с помощью соответствующего приспособления, а метчик-протяжку закрепляют в патроне станка.

**7. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ ТРАПЕЦИДАЛЬНЫХ И МОДУЛЬНЫХ РЕЗЬБ**

*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 сталь 50;  $\sigma_B = 75 \text{ кг/мм}^2$ ; период стойкости резца  $T = 60$  мин.

Нарезание будем вести твердосплавным резцом Т15К6 без охлаждения.

1. По табл. 211 находим число проходов: черновых  $8+3=11$  и чистовых  $4+1=5$  (здесь вторые слагаемые 3 и 1 соответственно дополнительные проходы для нарезания внутренней резьбы).

2. По той же таблице определяем значение скорости резания:

$$v = 102 \cdot 0,8 = 81,6 \text{ м/мин.}$$

3. Пользуясь данными табл. 211, вводим

поправочный коэффициент с учетом стойкости резца  $T = 60$  мин.:

$$v = 81,6 \cdot 1,0 \approx 82 \text{ м/мин.}$$

4. Находим число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 82}{3,14 \cdot 32} \approx 816 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее меньшее число оборотов из имеющихся на станке:  $n = 800$  об/мин. (см. стр. 143).

Таким образом, окончательно скорость резания будет составлять:

$$v = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 800}{1000} \approx 80 \text{ м/мин.}$$

Таблица 205

Число проходов при нарезании трапецидальной резьбы; резцы из стали P18

Шаг резьбы <i>s</i> , в мм, до	Резьба наружная						Резьба внутренняя					
	Обрабатываемый материал											
	углеродистая сталь		легированные стали и стальное литье		чугун, бронза, латунь		углеродистая сталь		легированные стали и стальное литье		чугун, бронза, латунь	
	Число проходов											
	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых	черновых	чистовых
4,0	10	7	12	8	8	6	12	8	14	10	9	7
6,0	12	9	14	10	9	7	14	10	17	12	10	8
8,0	14	9	17	10	11	7	17	10	20	12	13	8
10	18	10	22	12	14	8	21	12	26	14	17	10
12	21	10	25	12	17	8	25	12	30	14	19	10
16	28	10	33	12	22	8	33	12	39	14	28	10
20	35	10	42	12	28	8	42	12	49	14	35	10

**Примечания.**

1. Число проходов указано для нарезания трапецидальной резьбы средней точности. При нарезании точной трапецидальной резьбы кроме указанного в таблице числа проходов необходимо осуществлять дополнительно 2—3 зачистных прохода при скорости резания 4 м/мин.

2. При нарезании резьбы на ответственных деталях, испытывающих переменные динамические нагрузки, число проходов может быть увеличено (в зависимости от технологических условий изготовления резьбы).

3. Число проходов для нарезания трапецидальной резьбы в таблице рассчитано для однозаходной резьбы. При нарезании двух- и многозаходных резьб указанные числа проходов увеличиваются на 1—2 прохода для каждого захода.

Таблица 210

**Скорости резания**

Резьба трапецидальная; сталь конструкционная углеродистая  $\sigma_b=75 \text{ кг/мм}^2$ ; резцы из стали P18; работа с охлаждением; нарезание резьбы на проход

Шаг нарезаемой резьбы <i>s</i> , в мм	Резьба наружная			Резьба внутренняя		
	Число проходов					
	черновых	чистовых	зачистных	черновых	чистовых	зачистных
	Скорость резания <i>v</i> , в м/мин					
До 5	34			27		
6	27			22	51	
10	24	64		19		
12	23		4	18		4
16	21			17	41	
24	20	52		16		

Продолжение табл. 210

Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от механической характеристики и группы стали					
Механическая характеристика стали	$\sigma_B$ , в кг/мм <sup>2</sup>	До 80	81—93	94—197	108—125
	<i>HV</i>	До 228	229—266	267—306	307—359
Группа стали		Коэффициент $k_{Mv}$			
1. Углеродистые ( $C \leq 0,6\%$ ) и никелевые . .		1,0	0,77	0,59	0,46
2. Хромоникелевые . . . . .		0,9	0,72	0,57	0,46
3. Углеродистые труднообрабатываемые ( $C > 0,6\%$ ), хромистые, хромоникелевольфрамовые . . . . .		0,8	0,62	0,47	0,37
4. Хромомарганцовистые, хромокремнистые, хромокремнемарганцовистые и близкие к ним		0,7	0,56	0,44	0,36

Таблица 211

## Режимы резания

Резьба трапецидальная и модульная; сталь и чугун серый; резцы резьбовые с пластинками Т15К6 и ВК6; нарезание резьбы на проход

Резьба трапецидальная и модульная наружная; сталь конструкционная углеродистая, хромистая и хромоникелевая; резцы Т15К6							
Нарезаемая резьба	Шаг резьбы или модуль, в мм	Число проходов		Сталь $\sigma_B$ , в кг/мм <sup>2</sup>			
		черновых	чистовых	55—62	63—70	71—79	80—89
				Скорость резания $v$ , в м/мин			
Трапецидальная наружная	$s=3$	5	3	142	127	112	100
	4	6	3	136	120	107	95
	5	7	4	130	116	103	92
	6	8	4	129	115	102	91
	8	10	5	124	110	98	87
	10	12	6	120	107	95	85
	12	14	6	117	104	93	82
	16	18	6	115	102	91	81
Модульная	$m=2$	8	4	—	113	92	—
	3	12	6	—	96	77	—
	4	15	8	—	91	73	—
	5	18	10	—	86	70	—

Продолжение табл. 211

Резьба трапецеидальная внутренняя; чугун серый; резцы ВК6							
Нарезаемая резьба	Шаг резьбы, в мм	Число проходов		Твердость по Бринеллю НВ			
		черновых	чистовых	165-181	182-199	200-218	219-240
				Скорость резания $v$ , в м/мин			
Трапецеидальная внутренняя	3	4	3	47	42	37	33
	4	5	3	50	44	39	35
	5	6	3	52	46	41	36
	6	7	4	56	50	44	39
	8	9	4	61	54	48	42
	10	10	5	65	58	52	46
	12	12	5	69	62	55	49
	16	14	5	73	65	58	51
Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от периода стойкости резца							
Период стойкости $T$ , в мин.				30	60	90	120
Коэффициент $k_{T_v}$		Сталь		1,15	1,0	0,92	0,87
		Чугун		1,26	1,0	0,87	0,79

## 8. ИЗМЕРЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ, МОДУЛЬНЫХ И УПОРНЫХ РЕЗЬБ

Измерение среднего диаметра резьбы. Наиболее точным является метод измерения среднего диаметра трапецеидальной резьбы посредством трех проволочек или роликов одинакового диаметра (см стр 365). Три проволоочки или ролика одинакового

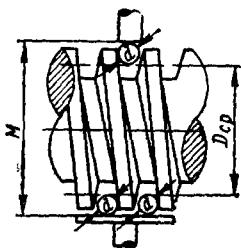


Рис. 184. Схема измерения среднего диаметра трапецеидальной резьбы.

диаметра ( $d$ ) закладывают между витками и измеряют размер  $M$  с помощью универсальных измерительных инструментов (рис. 184).

При правильном номинальном среднем диаметре резьбы с углом подъема до  $3^\circ 30'$  размер  $M$  должен быть равен:

$$M = D_{cp} + d \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\epsilon}{2}} \right) - \frac{s \cdot \operatorname{ctg} \frac{\epsilon}{2}}{2}, \quad (72)$$

а при угле подъема свыше  $3^\circ 30'$

$$M = D_{cp} + d \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\beta}{2}} \right) - \frac{s \cdot \operatorname{ctg} \frac{\epsilon}{2}}{2}, \quad (73)$$

где  $D_{cp}$  — номинальный средний диаметр резьбы, в мм;

$d$  — диаметр проволоочки или роликов, в мм;

$\epsilon$  — угол профиля резьбы, в град;

$s$  — 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 град

Значения размера  $M$  (при правильном среднем диаметре резьбы), вычисленные для основных типов и размеров трапецеидальной резьбы, приведены в табл. 212.

Таблица 212

Значения размера  $M$  при измерении среднего диаметра трапецидальной 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
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	31,686	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
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

Таблица 213

Значения размера  $H$  при измерении внутреннего диаметра трапецидальной резьбы по схеме, приведенной на рис. 185 (размеры в мм)

Наружный диаметр резьбы $d$	Крупная резьба		Нормальная резьба		Мелкая резьба		Наружный диаметр резьбы $d$	Крупная резьба		Нормальная резьба		Мелкая резьба	
	шаг $s$	размер $H$	шаг $s$	размер $H$	шаг $s$	размер $H$		шаг $s$	размер $H$	шаг $s$	размер $H$	шаг $s$	размер $H$
10	—	—	3	6,541	2	7,519	85	20	63,226	12	72,084	5	79,015
12	—	—	3	8,535	2	9,516	90	20	68,215	12	77,079	5	84,014
14	—	—	3	10,530	2	11,514	95	20	73,204	12	82,076	5	89,013
16	—	—	4	11,548	2	13,512	100	20	78,195	12	87,072	5	94,012
18	—	—	4	13,543	2	15,511	110	20	88,179	12	97,065	5	104,011
20	—	—	4	15,539	2	17,510	120	24	94,236	16	102,105	6	113,015
22	8	13,129	5	16,053	2	19,509	130	24	104,218	16	112,098	6	123,015
24	8	15,121	5	18,049	2	21,508	140	24	114,203	16	122,095	6	133,013
26	8	17,113	5	20,046	2	23,508	150	24	124,190	16	132,085	6	143,013
28	8	19,107	5	22,043	2	25,507	160	24	134,178	16	142,080	8	151,020
30	10	19,154	6	23,058	3	26,515	170	24	144,169	16	152,075	8	161,019
32	10	21,146	6	25,054	3	28,514	180	32	146,281	20	158,111	8	171,029
36	10	25,132	6	29,049	3	32,512	190	32	156,267	20	168,106	8	181,016
40	10	29,120	6	33,044	3	36,511	200	32	166,254	20	178,100	10	189,025
44	12	31,157	8	35,071	3	40,510	210	32	176,241	20	188,094	10	199,024
48	12	35,145	8	39,066	3	44,509	220	32	186,233	20	198,091	10	209,023
50	12	37,140	8	41,063	3	46,509	230	32	196,224	20	208,087	10	210,022
52	12	39,135	8	43,060	3	48,509	240	40	198,333	24	214,120	12	227,030
55	12	42,128	8	46,058	3	51,508	250	40	208,319	24	224,114	12	237,028
60	12	47,118	10	51,053	3	56,507	260	40	218,306	24	234,112	12	247,030
65	16	47,187	10	54,076	4	60,513	270	40	228,297	24	244,107	12	257,029
70	16	52,175	10	59,070	4	65,511	280	40	238,284	24	254,104	12	267,027
75	16	57,165	10	64,066	4	70,511	290	40	248,276	24	264,098	12	277,025
80	16	62,155	10	69,062	4	75,510	300	40	258,266	24	274,096	12	287,026

Измерение внутреннего диаметра резьбы. Наружный и внутренний диаметры трапецидальных и модульных резьб выполняются менее точно, чем средний диаметр.

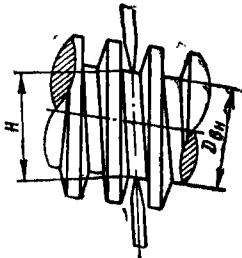


Рис. 185. Схема измерения внутреннего диаметра трапецидальной резьбы.

Внутренний диаметр наружной резьбы  $D_{вн}$  измеряют кронциркулем с острыми ножками, который предварительно устанавливают на размер по штангенциркулю или

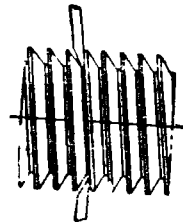


Рис. 186. Схема измерения внутреннего диаметра упорной резьбы.

эталонной детали. Инструмент при этом располагается не перпендикулярно к оси измеряемой резьбы, а под углом, равным углу ее подъема (рис. 185). 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:

$$H = \frac{D_{вн}}{\cos \omega}, \quad (74)$$

где  $\omega$  — угол подъема резьбы, в град.

Значения размера  $H$  (при правильном внутреннем диаметре резьбы), вычисленные для основных типов и размеров трапецидальной резьбы, даны в табл. 213.

Измерение внутреннего диаметра упорной резьбы производится кронциркулем с острыми ножками (рис. 186), чтобы не задевать радиально расположенную сторону профиля резьбы.

Измерение профиля прямоугольной, трапецидальной, модульной и упорной резьб. Наиболее распространенным способом изме-

кулярно к боковым сторонам профиля. По просвету между сторонами профиля и шаблоном (рис. 188) судят о правильности профиля резьбы.

Шаблоны применяются также для контроля полупрофиля впадины и осевого шага.

Для точных измерений профиля резьбы червяка (точнее, толщины витка) используют зубомер, представляющий собой соединение двух штангенциркулей (рис. 189). В то время как ножками горизонтального штангенциркуля измеряют толщину зуба, по вертикальному штангенциркулю ведется отсчет глубины замера (т. е. расстояние 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  $s_0$ :

$$s_n = s_0 \cdot \cos \lambda, \quad (75)$$

где  $\lambda$  — угол подъема нитки червяка по делительной окружности,

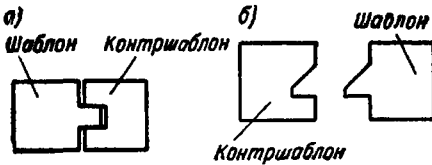


Рис. 187. Шаблоны и контршаблоны для измерения прямоугольных (а) и упорных (б) резьб.

рения профиля резьб является измерение с помощью шаблонов. Шаблонами, показанными на рис. 187, контролируются шарина и глубина впадины, а также прямолиней-

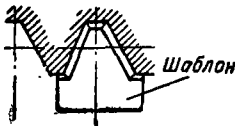


Рис. 188. Проверка профиля трапецидальных и модульных резьб.

ность сторон профиля, расположение его относительно оси резьбы и угол профиля.

При измерении шаблон устанавливается во впадине не по оси детали, а перпенди-

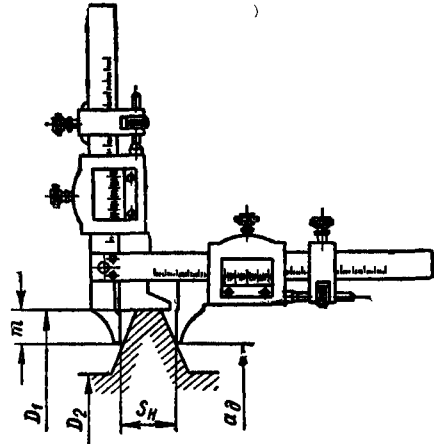


Рис. 189. Измерение профиля зуба червяка с помощью зубомера.

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,



A high-contrast, black and white graphic design. The background is black. On the left, a white stepped shaft profile extends upwards. On the right, a white gear profile is shown, partially overlapping a circular area. This circular area contains a series of white, curved, parallel lines that resemble a gear's teeth or a spiral. The overall composition is industrial and technical.

**СПРАВОЧНИК**

**ТОКАРЯ**