

**МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И.РАЗЗАКОВА**

**КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»**

## **ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТЫ**

Часть 2

Металлорежущие инструменты

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине  
«Обработка материалов и инструменты» для студентов направления  
552900 «Технология, оборудование и автоматизация машинострои-  
тельного производства»

**Бишкек – 2011**

«Рассмотрено»  
на заседании кафедры  
«Технологии машиностроения»  
Протокол № 2 от 07.10.2011 г.

«Одобрено»  
Методическим советом  
ФТиМ  
Протокол № 2 от 12.10.2011 г.

УДК 621.9.04(075)

Составители: к.т.н., доц. САМСОНОВ В.А, РАГРИН Н.А,  
СОПОЕВ М.К..

Обработка материалов и инструменты. Часть 2. Metallорежущие инструменты: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Обработка материалов и инструменты» для студентов направления 552900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительного производства» / КГТУ им. И. Раззакова; сост.: В.А. Самсонов, Н.А. Рагрин, М. Сопоев – Б.: ИЦ «Текник», 2010. – 24с.

Излагается методика и последовательность выполнения лабораторных работ по инструментам.

Предназначено для студентов дневной и дистантной форм обучения.

Ил.: 33. Библиогр.: 4 наименов.

Рецензент кандидат технических наук, доцент И.И. Стародубов

---

Тех. редактор *Субанбердиева Н.Е.*

Подписано к печати 10.11.2011 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офс. Печать офс. Объем 1,5 п.л. Тираж 75 экз. Заказ 388. Цена 25,65 сом.

---

Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ “Текник” КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43  
e-mail: [beknur@mail.ru](mailto:beknur@mail.ru)

## Введение

Цель лабораторных работ: закрепление, углубление и практическая реализация студентами знаний, полученных при теоретическом изучении курса «Обработка материалов и инструменты» в части металлорежущих инструментов. При этом решаются конкретные задачи: - практическое изучение особенностей конструкции, назначения и области применения металлорежущих инструментов различных видов; - приобретения навыков в классификации инструментов; - умение грамотного оформления эскизов инструментов.

### Материальное оснащение лабораторных работ

Стенды различных типов металлорежущих инструментов. Натуральные образцы инструментов и их увеличенные неметаллические объемные модели с разъемными сечениями.

### Порядок выполнения лабораторных работ

Область изучения охватывает металлорежущие инструменты основных видов, представленные на стендах и в специальных инструментальных шкафах: резцы, сверла, зенкеры, развертки, фрезы, протяжки.

Работа студентов с инструментами по стенду включает следующие этапы:

- практическое изучение и освоение классификационных признаков инструментов;
- изучение конструкции инструментов на стендах и по натуральным образцам и моделям;
- заполнение таблицы 1;
- разработка эскиза инструмента.

Наименование стенда \_\_\_\_\_

Таблица 1

№ п/п	Наименование инструмента	№ ГОСТ	Назначение инструмента, схема работы	Качество обработанной поверхности		Классификационные признаки
				Квалитет точности	Шероховатость	
1	2	3	4	5	6	7

### Отчетность по работе

По окончании лабораторной работы по каждому стенду студент предъявляет преподавателю:

1. Классификационные признаки инструментов.
2. Тщательно заполненную табл.1.
3. Чертеж инструмента- представителя стенда.

Работа считается завершенной, если студент может назвать и охарактеризовать каждый инструмент на стенде, а чертеж содержит необходимую информацию для изготовления по нему инструмента.

## **Теоретическая часть**

### **Классификация металлорежущих инструментов**

Классификация проводится с целью обобщения и систематизации данных об инструменте для решения определенных производственных задач. В зависимости от поставленных задач классификация инструмента может проводиться по различным признакам: вид и назначение инструмента, вид обрабатываемой поверхности, характер обработки, число зубьев, инструментальный материал и т.д.

### **Лабораторная работа № 1**

#### **Резцы. Классификация резцов**

Одним из наиболее простых и распространенных металлорежущих инструментов является резец. Резцы применяются на токарных, карусельных, револьверных, строгальных, долбежных станках, токарных автоматах и полуавтоматах и специальных станках, например затыловочных. Поэтому в зависимости от станка и рода выполняемых работ резцы бывают: токарные, строгальные, долбежные, автоматные.

Существуют шесть основных типов резцов: проходные, подрезные, отрезные (канавочные), расточные, фасонные, резьбовые. В свою очередь проходные подразделяются на прямые, отогнутые, упорные, правые и левые. По конструкции рабочей части резцы бывают цельные и составные, с припаянной пластинкой или с ее механическим креплением. По форме сечения державки: прямоугольные, квадратные, круглые.

#### **Токарные резцы**

По виду обработки токарные резцы подразделяются на проходные, которые в свою очередь по направлению подачи делятся на правые и левые, подрезные, отрезные и прорезные, резьбовые, расточные и фасонные. Основные типы токарных резцов изображены на рис.1.

Для обточки наружных поверхностей тел вращения, т. е. цилиндрических валков, конических поверхностей большой длины и им подобных деталей, применяют проходные резцы. Проходные резцы бывают прямые (рис.1,в), отогнутые (рис.1,г), и упорные (рис.1,д), правые (рис.1,б), и левые (рис.1,а). Отогнутые резцы получили широкое применение из-за их универсальности, большей жесткости, возможности вести обработку в менее доступных местах. Отогнутыми резцами можно работать при продольной и поперечной подачах, производить подрезку торцов, снятие фасок. Проходные резцы могут быть чер-

новые и чистовые. Проходные упорные резцы имеют угол в плане  $\varphi = 90^\circ$  и применяются при обточке ступенчатых валиков и подрезке буртов, а также при точении нежестких деталей. Подрезные резцы предназначены для обточки плоскостей, перпендикулярных оси вращения, подрезки торцов на проход (рис.1,е). Эти резцы работают с поперечной подачей.

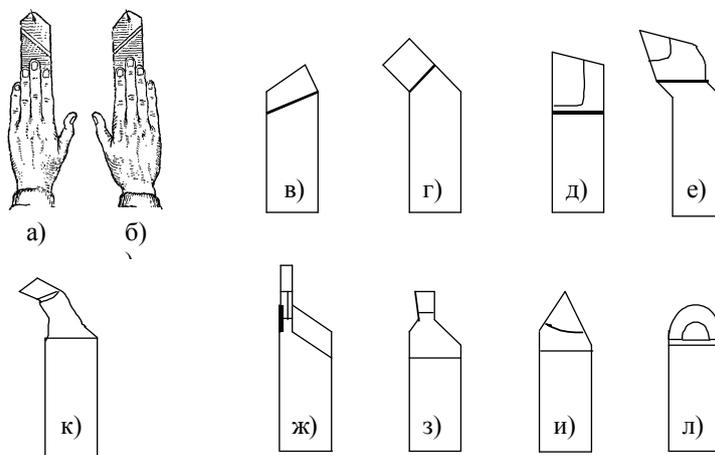


Рис.1. Типы токарных резцов

Расточные резцы служат для обработки отверстий (рис.1,к). Они работают в менее благоприятных условиях, чем проходные резцы для наружной обточки так как должны иметь меньшие поперечные размеры, чем обрабатываемое отверстие.

Отрезные резцы служат для отрезания материала от прутков сравнительно небольшого диаметра (рис.1,ж), канавочные – для прорезки кольцевых канавок (рис. 1,з). Они выполняются с оттянутой головкой, т. е. ширина головки выполняется меньше ширины тела резца. Длина оттянутой головки выбирается из расчета свободной отрезки заготовки.

Для нарезания резьбы применяют стержневые, призматические и круглые резцы. Стержневой резец (рис.1,и), является наиболее простым видом резьбо-нарезного инструмента. Он представляет собой стержень прямоугольного, квадратного или круглого сечения, который имеет головку, форма которой соответствует форме профиля нарезаемой резьбы.

### Строгальные резцы

Наряду с токарными резцы используются на строгальных станках с прямолинейно-поступательным движением резания. Строгальные резцы работают в более тяжелых условиях, чем токарные, так как, врезаясь в обрабатываемый материал с полным сечением среза, резец испытывает удар, что отрицательно сказывается на его стойкости.

По роду выполняемой работы строгальные резцы разделяются на проходные (обдирочные и чистовые), отрезные, подрезные, пазовые и специальные (рис.2). Проходные строгальные резцы (рис.2,а) предназначены для строгания плоскостей с горизонтальной подачей, а подрезные резцы (рис.2,б), — для об-

работки вертикальных плоскостей с вертикальной подачей. Отрезные и прорезные строгальные резцы (рис.5,в), используются при отрезке и прорезке узких пазов. Чистовые широкие лопаточные резцы (рис.2,г), применяются для чистовой обработки плоскостей с большой подачей.

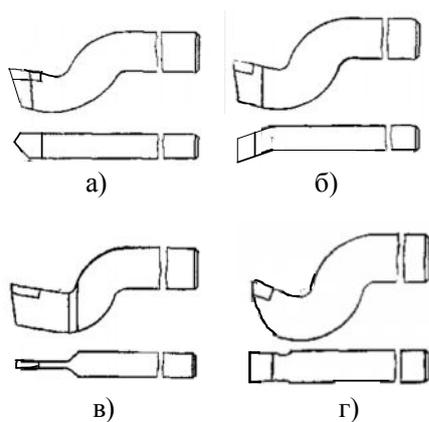


Рис. 2. Строгальные резцы

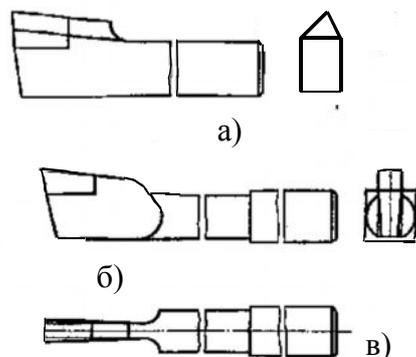


Рис.3. Долбежные резцы

Строгальные резцы бывают прямые и изогнутые. Прямые резцы просты в изготовлении, но менее виброустойчивы по сравнению с изогнутыми. Поэтому они применяются при малых величинах вылета. В случае работы с большими вылетами рекомендуется пользоваться изогнутыми резцами, которые получили широкое распространение в промышленности.

### Долбежные резцы

Долбежные резцы применяются при обработке внутренних линейчатых поверхностей на долбежных станках в единичном и мелкосерийном производстве (рис.3). В зависимости от характера выполняемой работы находят применение проходной двухсторонний (рис.3,а), шпоночный (рис.3,б) и прорезной (рис.3,в) резцы.

### Классификационные признаки резцов

1. По виду металлорежущего оборудования: токарные; строгальные; долбежные
2. По виду обрабатываемой поверхности: проходные (прямые, отогнутые, упорные); подрезные; отрезные, прорезные; расточные (для глухих и сквозных отверстий), резьбовые, фасонные;
3. По форме соединительной части: стержневые (поперечное сечение прямоугольное, квадратное круглое, призматические, круглые (насадные и хвостовые).
4. По характеру обработки: черновые (обдирочные), чистовые, для точного точения.
5. По установке относительно детали: радиальные, тангенциальные.

6. По направлению подачи: правые и левые.
7. По конструкции головки: прямые, отогнутые, изогнутые и оттянутые (вправо, влево или симметрично).
8. По способу присоединения режущего элемента к корпусу: цельные, составные (напайные, приваренные), сборные.
9. По материалу режущей части: из углеродистой, легированной или быстрорежущей стали, твердого сплава, минеральной керамики, алмаза, С.Т.М.

## Лабораторная работа № 2

### Осевой инструмент

#### Сверла. Классификация сверл

В промышленности в основном применяются следующие типы сверл: спиральные, центровочные, перовые, пушечные, ружейные, шнековые, для кольцевого сверления.

#### Спиральные сверла

Спиральное сверло является основным типом сверл, наиболее широко распространенным в промышленности (рис.4). Оно используется при сверлении и рассверливании отверстий диаметром от 0,24 до 80 мм.

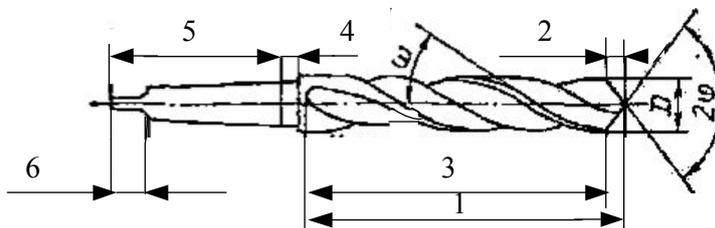


Рис.4. Конструктивные элементы спиральных сверл

К конструктивным элементам спиральных сверл относятся (рис.4): рабочая часть 1, которая состоит из режущей 2 и направляющей 3 частей; шейка 4 и хвостовик 5, хвостовик снабжен лапкой 6. Спиральные сверла выполняются как с коническим, так и с цилиндрическим хвостовиком.

#### Центровочные сверла

Особую группу сверл составляют центровочные сверла, предназначенные для обработки центровых отверстий (рис.5). Они бывают простые (рис.5,а) и комбинированные (рис.5,б). Простые центровочные сверла отличаются от обычных спиральных сверл только меньшей длиной рабочей части, так как ими производится сверление отверстий небольшой длины. Они применяются при обработке высокопрочных материалов, в то время как комбинированные сверла

часто ломаются. Комбинированные центровочные сверла изготавливаются двухсторонними и предназначены для одновременной обработки как цилиндрической, а также и конической поверхностей центрового отверстия.

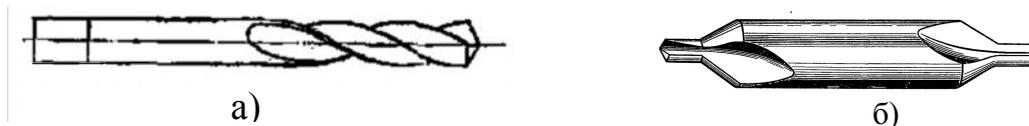


Рис.5. Центровочные сверла

### Перовые сверла

Перовые сверла (рис.6) являются наиболее простыми по конструкции. Они применяются при обработке цилиндрических, ступенчатых и фасонных отверстий в цветных сплавах и твердых поковках.



Рис.6. Перовое сверло

### Пушечные сверла и ружейные сверла

Многие детали имеют отверстия, длина которых превышает диаметр сверла в 5—10 раз. Сверление таких отверстий связано с большими трудностями, вызываемыми затруднительными условиями отвода стружки и подвода смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания, необходимостью обеспечения более точного направления сверла при работе и т. п. Выполнение этих требований к глубокому сверлению обеспечивается применением специальных сверл. К ним относятся так называемые пушечные, ружейные и шнековые сверла.



Рис.7. а) - пушечное сверло б) - ружейное сверло

Рабочая часть пушечного сверла представляет собой полукруглый стержень, плоская поверхность которого является передней поверхностью (рис.7, а). На торце стержня создается режущая кромка, перпендикулярно оси сверла. Для лучшего направления сверло имеет цилиндрическую опорную поверхность, на которой срезаются лыски под углом.  $30\text{—}45^\circ$  и делается обратный конус порядка  $0,03\text{—}0,05$  мм на 100 мм длины рабочей части.

Более совершенными сверлами для глубокого сверления являются ружейные сверла, (рис. 7, б). Они имеют рабочую часть и стебель, которые представляют собой трубку с продольным прямолинейным пазом. Через отверстие в трубке смазывающе-охлаждающая жидкость подводится к режущей части сверла, и выходит по продольному пазу наружу, увлекая при этом и стружку. Для облегчения резания и лучшего направления вершина сверла смещена относительно его оси на 0,25 диаметра сверла. Сверло имеет одну режущую кромку, состоящую из наружной и внутренней частей. Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия на рабочей части делается обратная конусность размером 0,1—0,3 мм на 100 мм длины, а также снимаются лыски.

### Шнековые сверла

При глубоком сверлении оказывается затруднительным одновременно обеспечить надежный отвод стружки из зоны резания и создать на режущей части сверла требуемые величины геометрических параметров. Поэтому более целесообразно разработать конструкцию сверла для глубокого сверления, у которой форма винтовой канавки определяется исходя из условия обеспечения нормального отвода стружки, а необходимые геометрические параметры режущей части создаются заточкой передних и задних поверхностей.

Примером этого могут служить шнековые сверла для обработки отверстий глубиной до 30—40 диаметров в чугуне (рис.8).

В отличие от стандартных, шнековые сверла имеют больший угол наклона винтовых канавок  $\omega = 60^\circ$  и увеличенную толщину сердцевины, равную 0,3—0,35 диаметра сверла. Увеличенный угол наклона винтовых канавок и их соответствующий профиль обеспечивают при глубоком сверлении надежное удаление стружки из зоны резания без выводов сверла из отверстия

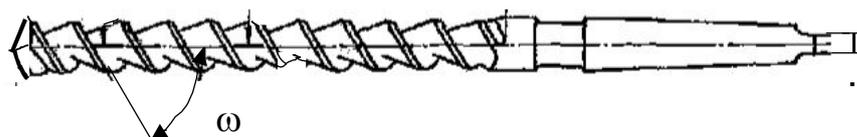


Рис.8. Шнековое сверло

### Сверла для кольцевого сверления

При обработке глубоких отверстий сравнительно больших диаметров применяются сверла для кольцевого сверления, (рис.9). Кольцевое сверло представляет собой полый цилиндр, на торце которого закреплены режущие зубья, число которых колеблется от трех до двенадцати. На наружной поверхности кольцевого сверла прорезаны стружечные канавки, расширяющиеся к нерабочему торцу для облегчения удаления стружки. Отвод стружки при кольцевом сверлении происходит во взвешенном состоянии в потоке охлаждающей жидкости, подаваемой под давлением в зону резания.

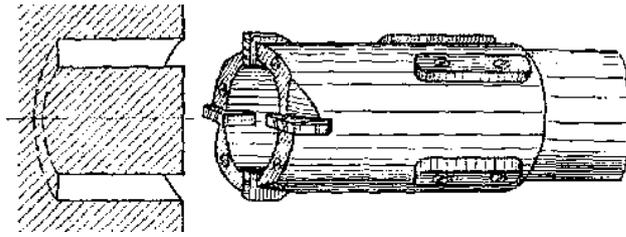


Рис.9. Сверло для кольцевого сверления

### Классификационные признаки сверл

1. По направлению стружечных канавок: с винтовыми канавками (спиральные с нормальной и крутой спиралью - шнековые), прямыми и наклонными.
2. По виду хвостовика: с коническим или цилиндрическим хвостовиком.
3. По глубине обрабатываемого отверстия: для нормальных отверстий (отношение глубины отверстия к диаметру менее трех), для глубоких отверстий (ружейные, пушечные, шнековые, для кольцевого сверления).
4. По сечению рабочей части: цилиндрические и перовые.
5. По способу присоединения режущего элемента к корпусу: цельные, составные (с приваренным хвостовиком, с припаянной твердосплавной пластинкой или рабочей частью), сборные.
6. По виду обрабатываемых поверхностей: для обработки цилиндрических или центровых (центровочные сверла) отверстий.
7. По числу рабочих частей, присоединяемых к корпусу: с одной или с двумя рабочими частями (двухсторонние центровочные комбинированные сверла).
8. По степени конструктивной симметричности режущих кромок: с симметричным (спиральное сверло и др.) с асимметричным (ружейное сверло и др.) расположением режущих кромок.
9. По материалу режущей части: сверла быстрорежущие, твердосплавные.

### Зенкеры. Классификация зенкеров

Зенкеры применяются для увеличения диаметров цилиндрических отверстий, с целью повышения их точности и чистоты поверхности, получения отверстий заданного профиля, а также для обработки торцовых поверхностей. По виду обработки зенкеры разделяются на следующие основные типы:

- цилиндрические зенкеры, служащие для улучшения качества отверстий и увеличения их диаметра на 1,0—8 мм (рис.10,а);
- цилиндрические зенкеры с направляющей цапфой, предназначенные для обработки цилиндрических углублений под головки винтов (рис.10,б);
- конические зенкеры - для обработки конических углублений под головки винтов, гнезд под клапаны, снятия фасок и т. п. (рис. 10, в);
- торцовые зенкеры - для зачистки торцовых плоскостей, бобышек, приливов и т. п. (рис. 10, г).

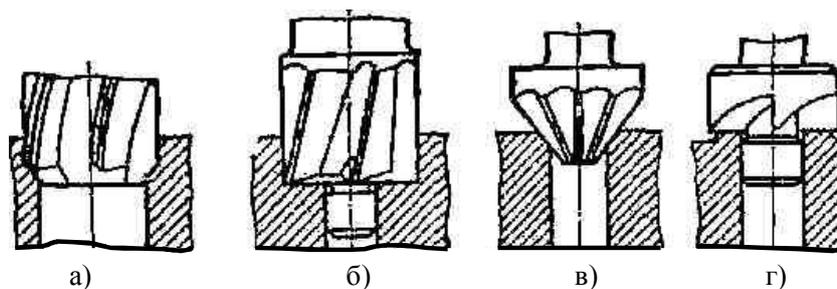


Рис. 10. Типы зенкеров

По способу крепления зенкеры делятся на хвостовые и насадные. Они могут быть цельными и сборными, изготовленными из инструментальных сталей или твердосплавными.

### Конструктивные элементы цилиндрического зенкера

Цилиндрические зенкеры наиболее широко распространены в промышленности и предназначены для улучшения качества отверстий и увеличения их диаметра.

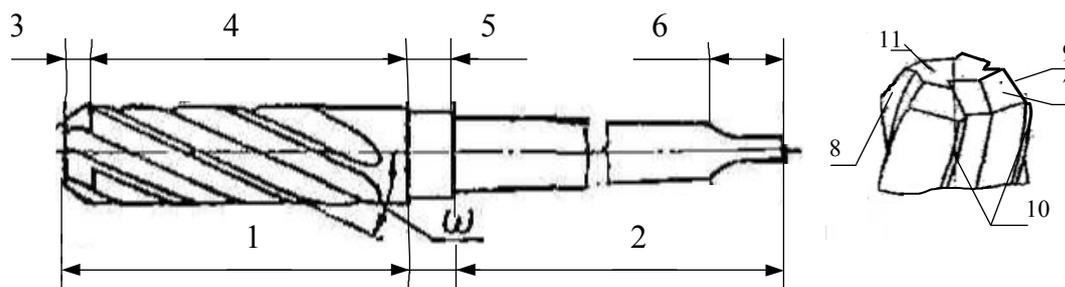


Рис.11. Конструктивные элементы цилиндрического зенкера

Хвостовой цилиндрический зенкер состоит из рабочей части 1, и соединительной (хвостовика) 2 (рис.11). Назначение шейки 5, хвостовика 2, и лапки 6, такое же, как и у сверла. Рабочая часть зенкера состоит из режущей 3, и калибрующей 4, части. Хвостовики бывают конической или цилиндрической формы. Наиболее распространенные зенкеры с коническим хвостовиком.

### Насадные зенкеры

Насадные зенкеры (рис.12), имеют цилиндрическое отверстие под оправку для крепления на станке. Крутящий момент передается за счет паза на торце корпуса зенкера. Насадные зенкеры бывают цельные, из быстрорежущей стали, и сборные, с припаянными или закрепленными механическим путем пластинками твердого сплава. Применяются как и цельные цилиндрические зенкеры для обработки отверстий.

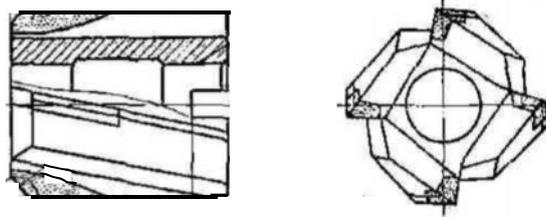


Рис.12. Насадной зенкер

### Классификационные признаки зенкеров

1. По назначению: для последующей обработки цилиндрических отверстий с целью повышения точности и качества поверхности; для обработки цилиндрических и конических углублений под головки винтов; для обработки торцовых поверхностей бобышек (цековки) и др.
2. По методу присоединения к шпинделю станка: хвостовые и насадные.
3. По материалу режущей части: быстрорежущие и твердосплавные.
4. По способу присоединения режущих элементов к корпусу: цельные, составные (с приваренной рабочей частью или припаянными пластинками), сборные.
5. По возможности регулирования диаметрального размера: регулируемые и не регулируемые.
6. По числу зубьев: двух, трех, четырех, и многозубые.
8. По направлению стружечных канавок: с прямыми, наклонными, винтовыми канавками.

### Развертки. Классификация разверток

Развертывание представляет собой процесс обработки отверстий с целью получения малой шероховатости поверхности и высокой точности. Развертка — это многозубый инструмент, который используется для повышения качества отверстий после зенкерования.

По способу применения различают развертки машинные и ручные. Ручные развертки применяются для развертывания отверстий вручную, а машинные используются на различных станках (сверлильных, токарных, револьверных и др.). Развертки могут быть хвостовые и насадные, цельные и сборные, постоянного диаметра и регулируемые. Развертки относительно малого диаметра изготавливаются с цилиндрическим или коническим хвостовиком, который служит для ее закрепления на станке, либо в воротке с квадратным отверстием при работе вручную. Насадные развертки насаживаются на специальные оправки, которые устанавливаются в шпиндель станка. Развертки цельные являются наиболее простыми по конструкции, но не могут регулироваться по диаметру. Поэтому находят применение разжимные и сборные развертки с быстрорежущими и твердосплавными вставными зубьями, которые после износа и переточек могут быть отрегулированы на требуемый размер, что повышает срок службы их.

По конструкции и виду обработки развертки разделяются на следующие основные типы: цилиндрические развертки; разжимные развертки; конические развертки; котельные развертки.

### Цилиндрические развертки

Цилиндрическая развертка состоит из рабочей части 1, шейки 2, и хвостовика 3 (рис.13). Назначение шейки и хвостовика у разверток такое же как у сверл и зенкеров. Рабочая часть включает режущую 4, и калибрующую 5, части и направляющий конус 6, который служит для предохранения от повреждений и облегчения попадания развертки в отверстие.

Режущая (заборная) часть развертки представляет собой конус, на поверхности которого образованы зубья. Калибрующая часть состоит из цилиндрического участка и участка с обратной конусностью. Передние и задние поверхности зубьев развертки как на режущей части, так и на калибрующей части, выполняются плоскими.

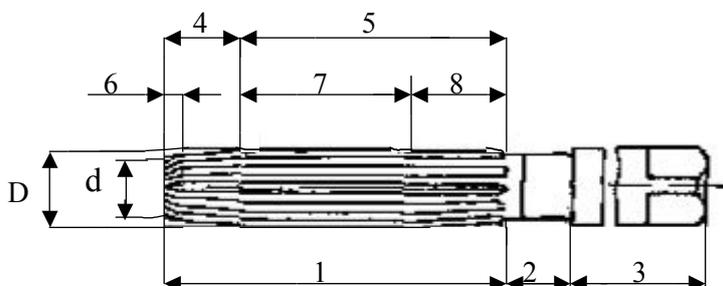


Рис.13. Конструктивные элементы цилиндрической развертки

### Разжимные развертки



Рис.14. Разжимная развертка

Разжимные развертки используются при ремонте всевозможных машин (рис.14). Они позволяют в определенных пределах регулировать размер диаметра. Это дает возможность применять одну и ту же развертку при обработке отверстия различных диаметров. Рабочая часть разжимных разверток снабжена отверстием, ось которого совпадает с осью инструмента и продольными прорезями. Регулировка диаметра разверток осуществляется с помощью шарика, который вставляется в коническое отверстие и поджимается регулировочным винтом. Такие развертки изготавливаются диаметром от 6 мм до 50 мм и позволяют изменять диаметр в пределах 0,15—0,50

## Конические развертки

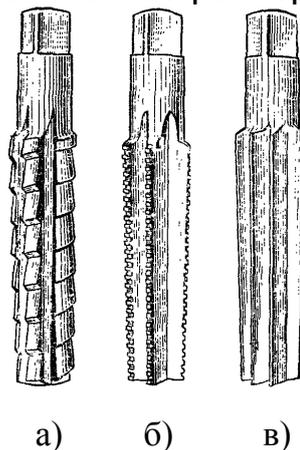


Рис. 15. Конические развертки

Для обработки конических отверстий применяют конические развертки, (рис.15). При этом отверстие, предварительно обработанное, может быть цилиндрическим или коническим. Отверстия с небольшим припуском развертываются на конус за один проход. При обработке же цилиндрических отверстий, когда требуется снимать значительный припуск, используют комплект конических разверток. Черновая развертка имеет ступени на зубьях, расположенные по винтовой линии (рис.15,а). Торцовыми кромками каждой ступени развертка срезает узкие стружки, свободно размещающиеся в канавках. Эта развертка превращает цилиндрическое отверстие в ступенчатое. Вторая развертка снимает припуск меньше, чем черновая развертка (рис.15,б). Режущие кромки промежуточной развертки снабжены стружкоразделительными канавками, которые образуются нарезанием прямоугольной резьбы на рабочей части развертки. Чистовая развертка выполняется без стружкоразделительных канавок, и снимает стружку всей прямолинейной режущей кромкой, расположенной на образующей конуса (рис.15,в). Развертка имеет зубья с плоской передней поверхностью, совпадающей с осевой плоскостью инструмента, т. е. передний угол чистовой развертки берется равным нулю.

## Котельные развертки. Насадные развертки

Для развертывания отверстий в металлических листах применяют котельные развертки (рис.16). Они имеют винтовые зубья, направление которых обратно направлению вращения. Это предупреждает самозатягивание и заедание развертки при работе.

Насадные развертки (рис.17), имеют цилиндрическое отверстие под оправку для крепления на станке. Крутящий момент передается за счет паза на торце корпуса развертки. Насадные развертки бывают цельные, из быстрорежущей стали, и сборные, с припаянными или закрепленными механическим путем пластинками твердого сплава. Для обеспечения возможности восстановления размера диаметра по мере износа применяются конструкции сборных разверток, с креплением зубьев в корпусе с помощью рифлений, винтов и т. п. На

рис.17 изображена развертка у которой вставные зубья с рифлениями закрепляются с помощью клина. Эта конструкция допускает регулировку по диаметру перестановкой зубьев на рифлениях, с их последующим шлифованием по диаметру и заточкой. Во избежание осевого сдвига предусматриваются упорные кольца.

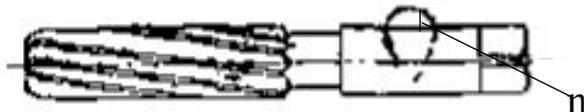


Рис. 16. Котельная развертка

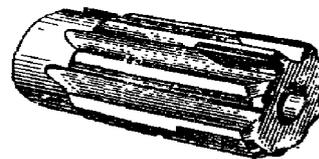


Рис.17. Насадная развертка

### Классификационные признаки разверток

1. По форме обрабатываемых отверстий: цилиндрические, конические.
2. По виду привода: машинные, ручные.
3. По виду крепления: с жестким, плавающим, качающимся креплением.
4. По методу присоединения к шпинделю станка: хвостовые, насадные.
5. По материалу режущей части: быстрорежущие, твердосплавные.
6. По способу присоединения режущих элементов к корпусу: цельные, составные (с приваренной рабочей частью, приклеенными или припаянными пластинками), сборные.
7. По возможности регулирования диаметрального размера: регулируемые и не регулируемые.
8. По числу зубьев: двух, трех, четырех, и многозубые
9. По направлению стружечных канавок: с прямыми, наклонными, винтовыми канавками.
10. По исполнению диаметрального размера выпускаются централизованно трех видов:
  - чистовые, для обработки отверстий наиболее ходовых посадок и квалитетов;
  - с припуском под доводку, каждый номер которых соответствует группе определенных посадок и квалитетов;
  - черновые для предварительной обработки отверстий.
11. По исполнению режущей части: с конусной и ступенчатой режущей частью.
12. По наличию направляющих элементов: без направляющей и с направляющей частью.

### Лабораторная работа № 3

#### Фрезы. Классификация фрез

Основные типы фрез: цилиндрические фрезы; торцовые фрезы; дисковые фрезы; угловые фрезы; концевые фрезы в том числе - угловые, шпоночные, фрезы для обработки Т-образных пазов; фасонные фрезы.

## Цилиндрические фрезы

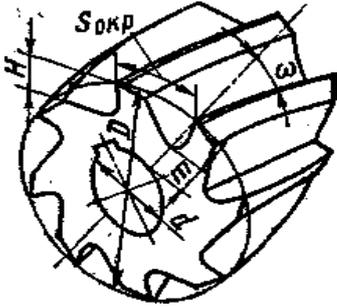


Рис.18. Конструктивные элементы цилиндрических фрез

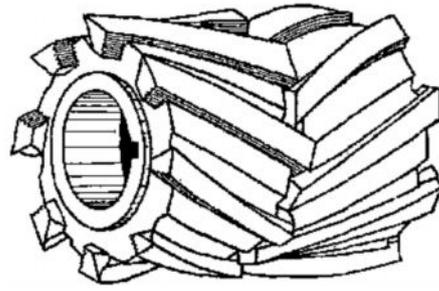


Рис. 19. Цилиндрическая двоянная фреза

Цилиндрические фрезы применяются на горизонтально-фрезерных станках при обработке плоскостей. Эти фрезы могут быть с прямыми и винтовыми зубьями. Фрезы с винтовыми зубьями работают плавно, они широко применяются на производстве. Фрезы с прямыми зубьями используются лишь для обработки узких плоскостей, где преимущества фрез с винтовым зубом не оказывают большого влияния на процесс резания. Конструктивные элементы цилиндрических фрез представлены на рис.18. К ним относятся: диаметр фрезы  $D$ , диаметр под оправку  $d$ , высота зуба  $H$  и ширина зуба  $m$ , шаг зубьев  $S$  и угол наклона винтовой канавки  $\omega$ . При работе цилиндрических фрез с винтовыми зубьями возникают осевые усилия, которые при угле наклона зуба  $\omega = 30 - 45^\circ$  достигают значительной величины. Поэтому применяют цилиндрические двоянные фрезы (рис.19), у которых винтовые режущие зубья имеют разное направление наклона. Это позволяет уравновесить осевые усилия, действующие на фрезы, в процессе резания. В месте стыка фрез предусматривается перекрытие режущих кромок одной фрезы режущими кромками другой. Цилиндрические фрезы изготавливаются из быстрорежущей стали, а также оснащаются твердосплавными пластинками, плоскими и винтовыми.

## Торцовые фрезы

Торцовые фрезы (рис.20), широко применяются при обработке плоскостей на вертикально-фрезерных станках. Ось их устанавливается перпендикулярно обрабатываемую поверхность детали. В отличие от цилиндрических фрез, где все точки режущих кромок являются профилирующими и формируют обрабатываемую поверхность, у торцовых фрез только вершины режущих кромок зубьев являются профилирующими. Торцовые режущие кромки являются вспомогательными. Главную работу резания выполняют боковые режущие кромки, расположенные на наружной поверхности. Так как на каждом зубе только вершинные зоны режущих кромок являются профилирующими, формы режущих кромок торцовой фрезы, предназначенной для обработки плоской поверхности, могут быть самыми разнообразными.

Торцовые фрезы обеспечивают плавную работу даже при небольшой

величине припуска, так как угол контакта с заготовкой у торцовых фрез не зависит от величины припуска и определяется шириной фрезерования и диаметром фрезы. Торцовая фреза может быть более массивной и жесткой, по сравнению с цилиндрическими фрезами, что дает возможность удобно размещать и надежно закреплять режущие элементы и оснащать их твердыми сплавами. Торцовое фрезерование обеспечивает обычно большую производительность, чем цилиндрическое. Поэтому в настоящее время большинство работ по фрезерованию плоскостей выполняется торцовыми фрезами.

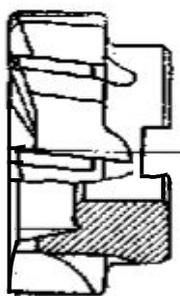


Рис.20. Торцовая фреза

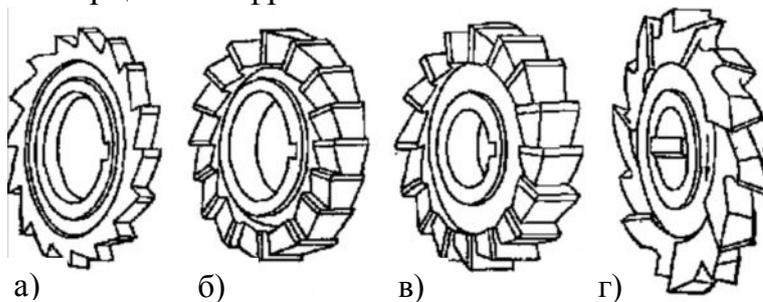


Рис.21. Дисковые фрезы

### Дисковые фрезы

Дисковые фрезы пазовые, двух- и трехсторонние (рис.21), используются при фрезеровании пазов и канавок. Дисковые двухсторонние (рис.21,б) и трехсторонние (рис.21,в) фрезы имеют зубья, расположенные не только на цилиндрической поверхности, но и на одном или обоих торцах. Главные режущие кромки располагаются на цилиндре. Боковые режущие кромки, расположенные на торцах, принимают незначительное участие в резании и являются вспомогательными.

Дисковые фрезы имеют прямые или наклонные зубья. У фрез с прямыми зубьями (рис.21,б,в), на торцовых кромках передние углы равны нулю, что ухудшает условия их работы. Чтобы получить у двухсторонних фрез на боковых кромках положительные передние углы, применяются фрезы с наклонными зубьями. С этой же целью трехсторонние фрезы выполняются с разнонаправленными зубьями (рис.21,г). Они работают всеми зубьями, расположенными на цилиндре. На торцах же половина зубьев, имеющих отрицательные передние углы, срезана. Однако эти фрезы обладают высокой производительностью, несмотря на частично срезанные зубья. Для прорезания узких пазов и шлицев на деталях, а также разрезания материалов применяются тонкие дисковые фрезы, которые называют пилами (рис.21,а). У таких фрез поочередно то с одного, то с другого торца затачиваются фаски под углом  $45^\circ$ . Фаска срезает обычно  $1/5$ — $1/3$  длины режущей кромки. Поэтому каждый зуб срезает стружку, ширина которой меньше ширины прорезаемого паза. Это позволяет более свободно размещаться стружке во впадине зуба и улучшает ее отвод.

## Угловые фрезы

Угловые фрезы используются при фрезеровании угловых пазов и наклонных плоскостей. Угловые фрезы находят широкое применение в инструментальном производстве для фрезерования стружечных канавок различных инструментов.

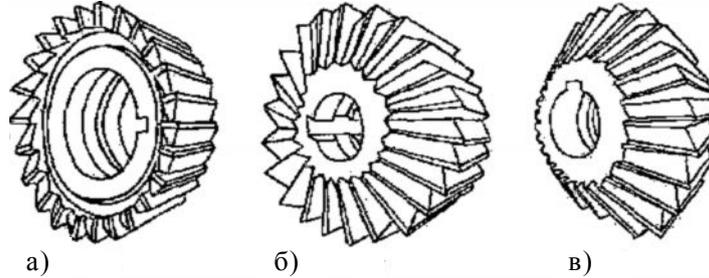


Рис. 22. Угловые фрезы

Одноугловые фрезы (рис.22,а), имеют режущие кромки, расположенные на конической поверхности и торце. В процессе работы одноугловыми фрезами возникают осевые усилия резания, так как срезание металла заготовки производится в основном режущими кромками, расположенными на конической поверхности.

Двухугловые фрезы (рис.22,б), имеют режущие кромки, расположенные на двух смежных конических поверхностях. У двухугловых фрез осевые усилия, возникающие при работе двух смежных угловых кромок зуба, несколько компенсируют друг друга, а при работе симметричных двухугловых фрез (рис.22,в) они взаимно уравниваются. Поэтому двухугловые фрезы работают более плавно.

## Концевые фрезы. Шпоночные фрезы



Рис.23. Концевая фреза



Рис. 24. Шпоночная фреза

Концевые фрезы (рис.23), применяются для обработки глубоких пазов в корпусных деталях контурных выемок, шпонок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей. Концевые фрезы в шпинделе станка крепятся коническим или цилиндрическим хвостовиком. Конический хвостовик с торца фрезы имеет резьбовое отверстие для закрепления фрезы в шпинделе станка.

У концевых фрез основную работу резания выполняют главные режущие кромки, расположенные на цилиндрической поверхности, а вспомогательные торцовые режущие кромки только зачищают дно канавки. Такие фрезы, как правило, изготавливаются с винтовыми или наклонными зубьями. Диаметр концевых фрез выбирают меньшим (до 0,1 мм) ширины канавки, так как при фрезеровании наблюдается разбивание канавки.

Разновидностью концевых фрез являются шпоночные двузубые фрезы, (рис.24). Рассматриваемые шпоночные фрезы, подобно сверлу, могут углубляться в материал заготовки при осевом движении подачи и высверливать отверстие, а затем двигаться вдоль канавки. В момент осевой подачи основную работу резания выполняют торцовые кромки. Одна из них должна доходить до оси фрезы, чтобы обеспечить сверление отверстия. Переточка таких фрез производится по задним поверхностям торцовых кромок, поэтому при переточках их диаметр сохраняется неизменным.

### Фрезы для обработки Т-образных пазов. Концевые угловые фрезы

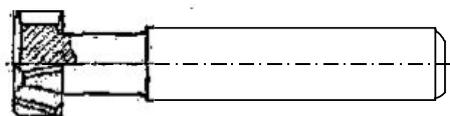


Рис. 25. Фреза для обработки Т-образных пазов

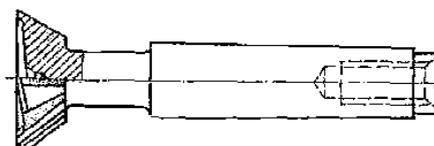


Рис. 26. Концевая угловая фреза

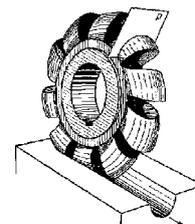


Рис. 27. Фасонная затылованная фреза

Для обработки Т-образных пазов, часто встречающихся в станкостроении, применяют Т-образные фрезы (рис.25). Они работают в тяжелых условиях и часто ломаются, что объясняется затрудненным отводом стружки. Каждый зуб работает два раза за один оборот фрезы. Такие фрезы делаются с разнонаправленными зубьями и имеют поднутрения с углом  $\varphi_1 = 1^\circ 30' - 2^\circ$  на обоих торцах. С целью улучшения условий размещения стружки производят заточку фасок на зубьях то с одного, то с другого торца под углом  $30^\circ$  и шириной 0,5 мм. Угловые фрезы малых размеров изготавливаются концевыми (рис.26).

### Фасонные фрезы

Фасонные фрезы получили значительное распространение при обработке разнообразных фасонных поверхностей. Преимущества применения фасонных фрез особенно сильно проявляются при обработке заготовок с большим отношением длины к ширине фрезеруемых поверхностей. Фасонные фрезы по конструкции зубьев разделяются на фрезы с острозаточенными зубьями и фрезы с затылованными зубьями. Фасонные затылованные фрезы (рис.27), имеют плоскую переднюю поверхность, по которой перетачиваются в процессе эксплуатации. Новой и переточенной фрезой можно обрабатывать одни и те же детали, если форма фасонной режущей кромки при переточках не изменяется. Это обеспечивается за счет выбора соответствующей формы задней поверхности зуба фрезы. Задняя поверхность зуба затылованной фрезы с передним углом  $\gamma = 0$  — это совокупность фасонных режущих кромок, постоянных по форме и размещенных в радиальных плоскостях Р на различных расстояниях от оси фрезы. При переходе от передней плоскости новой фрезы к спинке зуба расстояние от оси до режущей кромки уменьшают, чтобы обеспечить получение положитель-

ных задних углов на режущей части. Фасонные фрезы с острозаточенными зубьями, в отличие от затылованных фрез, затачивают по задним поверхностям зубьев. Фасонные фрезы с острозаточенными зубьями дают более чистую поверхность, имеют повышенную стойкость по сравнению с затылованными фасонными фрезами.

### **Классификационные признаки фрез**

1. По виду поверхности, на которой расположены режущие кромки цилиндрические, торцевые, дисковые (двух, трех сторонние) угловые, фасонные.

2. По способу присоединения со шпинделем станка: насадные, концевые с цилиндрическим или коническим хвостовиком.

3. По форме обработанных поверхностей:

- для обработки плоскости (торцевые, цилиндрические, концевые);

- для обработки пазов и шпоночных канавок (пазовые, дисковые, для Т-образных пазов, шпоночные и др.);

- для обработки шлицев (шлицевые, прорезные);

- для отрезки (отрезные, пилы круглые с сегментами из быстрорежущей стали);

4. По способу присоединения режущих элементов к корпусу:

цельные, составные (с приваренным хвостовиком или припаянными зубьями), сборные.

5. По способу образования задней поверхности: с затылованными зубьями, с острозаточенными зубьями.

6. По направлению зубьев: с прямым, наклонным, винтовыми зубьями.

7. По направлению стружечных канавок: с правыми, левыми и разнонаправленными канавками.

8. По направлению вращения: право, леворежущие (праворежущие - вращение по часовой стрелке, если смотреть со стороны крепежной части, леворежущие - вращение против часовой стрелки).

9. По материалу режущей части: быстрорежущие, твердосплавные.

10. По размерам зубьев (цилиндрические, концевые, торцевые): с нормальным, крупным, мелким зубом.

11. По качеству обработанной поверхности: чистовые, черновые, (обдирочные).

### **Лабораторная работа № 4**

#### **Протяжки. Классификация протяжек**

#### **Протяжки для обработки отверстий**

Для обработки отверстий применяется цилиндрическая протяжка которая имеет форму стержня, с поперечным сечением соответствующим поперечному сечению обработанной детали. На наружной, рабочей поверхности исходного стержня создаются режущие зубья, диаметральные размеры которых увеличи-

ваются к концу протяжки. За счет постепенного увеличения диаметральных размеров зубьев происходит срезание металла только при поступательном движении протяжки относительно детали. Последние профилирующие зубья протяжки имеют режущие кромки, расположенные на поверхности исходного стержня, что и обеспечивает формирование заданной поверхности детали.

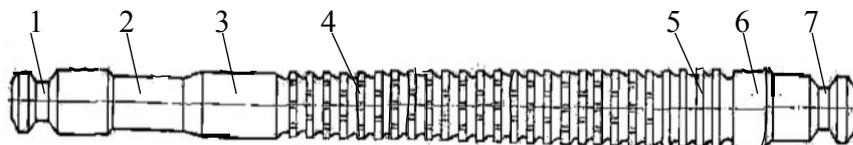
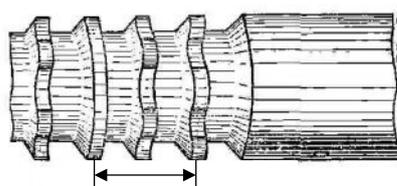


Рис.28. Конструктивные элементы цилиндрической протяжки

Протяжки для обработки отверстий имеют следующие конструктивные элементы (рис.28): хвостовик 1, шейку 2, переходный конус, переднюю направляющую часть 3, режущую часть 4, калибрующую часть 5, заднюю направляющую часть 6, опорную цапфу и задний хвостовик 7.

### Протяжки переменного резания



Секция из трех зубьев

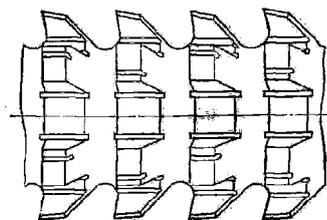


Рис.29. Протяжка переменного резания

Рис. 30. Шлицевая протяжка

Протяжки переменного резания являются протяжками с групповой схемой срезания слоев металла, при которой режущие зубья работают группами и срезают слой заданной толщины за счет уширения режущей кромки последующего зуба по отношению к предыдущему. В каждой секции протяжки переменного резания режущие зубья, равные по диаметру, имеют на задней поверхности выкружки, расположенные в шахматном порядке (рис.29).

### Шлицевые протяжки

Протяжку для обработки фасонного отверстия можно представить как цилиндрическую протяжку, предназначенную для изготовления круглого отверстия диаметром, равным максимальному диаметру фасонного отверстия детали. Чтобы получить отверстие требуемой формы, такой протяжкой она обрабатывается по всей длине поверху как вал, профиль которого совпадает с профилем детали.

Шлицевые протяжки, можно представить как цилиндрические, предназначенные для обработки отверстий которые обработаны поверху, подобно шлицевому валу, сопряженному с заданным шлицевым отверстием, (рис.30). Полу-

ченная таким образом протяжка будет обрабатывать заданные шлицевые отверстия.

### Шпоночные протяжки

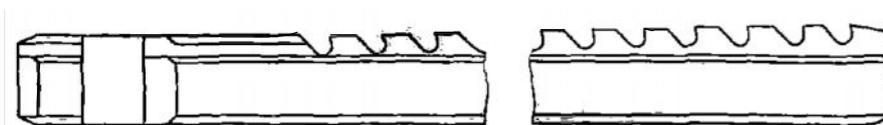


Рис. 31. Шпоночная протяжка

Шпоночные протяжки применяются для обработки шпоночных канавок в отверстиях. Наибольшее распространение получили плоские шпоночные протяжки (рис. 31).

### Наружные протяжки

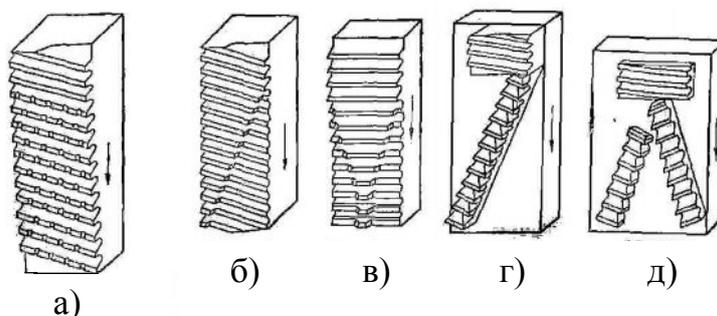


Рис. 32. Плоские наружные протяжки

Наружные протяжки применяются, как правило, при обработке разнообразных поверхностей деталей, имеющих незамкнутый контур. В отличие от внутренних протяжек наружные протяжки состоят только из режущей и калибрующей части. Это объясняется тем, что наружные протяжки, а также заготовки жестко закрепляются на вертикально-протяжных станках, за счет чего и обеспечивается определенное относительное движение и расположение инструмента и детали в процессе обработки. Определенное взаимное расположение и относительное перемещение инструмента и заготовки создается с помощью соответствующих приспособлений и на горизонтально-протяжных станках при работе наружными протяжками.

Из наружных протяжек наиболее распространены плоские протяжки для обработки одной или нескольких плоских поверхностей. В настоящее время широко используются обыкновенные плоские протяжки с профильной схемой резания (рис. 32, а). Применяются также плоские протяжки с последовательной (генераторной) схемой резания (рис.32,б,в,г,д).

Протяжки для обработки наружных фасонных поверхностей также подразделяются на профильную (рис.33,а,в), и последовательную (генераторную) (рис.33,б,г), схемы резания.

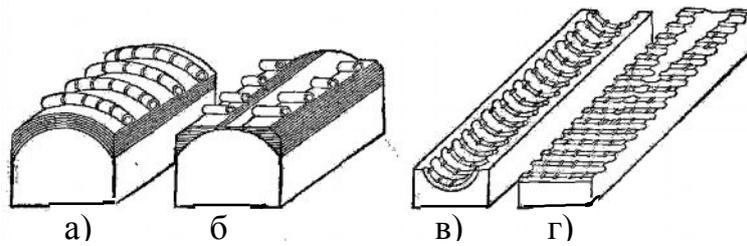


Рис.33. Фасонные наружные протяжки

### Классификационные признаки протяжек

1. По характеру обрабатываемого контура: внутренние – обрабатывают закрытый контур; наружные – открытый.
2. По направлению прилагаемого усилия: протяжки – работают на растяжение; прошивки – на сжатие.
3. По направлению движения резания: с прямолинейным движением, с круговым.
4. По схеме среза слоев: одинарного и группового резания.
5. По методу формирования обработанной поверхности: профильная, генераторная, прогрессивная схема.
6. По способу крепления режущих элементов к корпусу: цельные, составные (с приваренным хвостовиком, с припаянными зубьями), сборные.
7. По материалу режущей части: из легированной, быстрорежущей стали, твердого сплава.
8. По виду патронов и хвостовиков (внутренние протяжки): крепление в ручном патроне, быстросменном, автоматическом.
9. По степени автоматизации цикла работы: с ручным и автоматическим отводом протяжки.
10. По степени регулирования на размер: регулируемые и нерегулируемые.
11. По принципу образования обработанной поверхности: режущие, пластически деформирующие, сочетающие эти два принципа.
12. По форме обработанных поверхностей: цилиндрические, шлицевые, фасонные, многогранные, для обработки плоскостей, пазов и т.д.

### Библиографический список

1. Сахаров Г.А. и др. Металлорежущие инструменты. – М.: Машиностроение. 1989. – 328 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. М.: Машиностроение. 1972.- 694 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. А.Н. Малова. – М.: Машиностроение. 1972. – 568 с.
4. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. 1977. – 846 с.

## Содержание

	стр.
Введение	3
Материальное оснащение лабораторных работ	3
Порядок выполнения лабораторных работ	3
Отчетность по работе	3
Теоретическая часть	4
Классификация металлорежущих инструментов	4
<b>Лабораторная работа № 1</b> Резцы. Классификация резцов	4
Классификационные признаки резцов	6
<b>Лабораторная работа № 2</b> Осевой инструмент	7
Сверла. Классификация сверл.....	7
Классификационные признаки сверл	10
Зенкеры. Классификация зенкеров	10
Классификационные признаки зенкеров	12
Развертки. Классификация разверток	12
Классификационные признаки разверток	15
<b>Лабораторная работа № 3</b> Фрезы. Классификация фрез	15
Классификационные признаки фрез	20
<b>Лабораторная работа № 4</b> Протяжки. Классификация протяжек	20
Классификационные признаки протяжек	23
Библиографический список	23