

Министерство образования и науки Украины  
Севастопольский национальный технический университет

**ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к выполнению практических работ по дисциплине  
«Технология инструментального производства»  
для студентов направления подготовки  
«Инженерная механика» всех форм обучения

Севастополь  
2009

УДК 621.001

Технология машиностроения. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Технология инструментального производства» для студентов направления подготовки «Инженерная механика» всех форм обучения /Разраб. П.А. Новиков. - Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009 - 64с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам направления подготовки «Инженерная механика» при выполнении практических работ по дисциплине «Технология инструментального производства».

Методические указания утверждены на заседании кафедры "Технология машиностроения" 13 октября 2009г., протокол №2

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Братан С.М., зав. кафедрой «Технология машиностроения», докт. техн. наук, проф.



## Содержание

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Практическая работа №1. «Метрологическая экспертиза конструкторской документации» ..... | 4  |
| 2. Практическая работа №2. «Выбор заготовки металлорежущего инструмента» .....             | 7  |
| 3. Практическая работа №3. «Технология изготовления резцов» .....                          | 14 |
| 4. Практическая работа №4. «Технология изготовления сверл» .....                           | 22 |
| 5. Практическая работа №5. «Технология изготовления зенкеров и разверток» .....            | 30 |
| 6. Практическая работа №6. «Технология изготовления фрез» .....                            | 38 |
| 7. Практическая работа №7. «Технология изготовления зубообрабатывающего инструмента» ..... | 50 |
| 8. Практическая работа №8. «Технология изготовления шлифовальных кругов» .....             | 56 |
| Библиографический список .....                                                             | 62 |

## 1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 «МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

Цель работы: приобретение практических навыков по анализу служебного назначения и технологичности конструкций режущих инструментов.

### 1.1 Теоретический раздел

Первым этапом при разработке технологического процесса является анализ базовой исходной информации для проектирования – сборочных чертежей, рабочих чертежей деталей, технических требований, которые регламентируют точность, параметры шероховатости поверхности и другие требования качества. При разработке технологического процесса необходимо учитывать также объем годового выпуска изделия, определяющий возможность организации поточного производства. Для разработки технологического процесса изготовления инструмента требуется предварительно изучить его конструкцию, служебное назначение и проконтролировать чертёж. Рабочий чертёж должен иметь все данные, необходимые для исчерпывающего и однозначного понимания при изготовлении и контроле детали, и соответствовать технологическим стандартам.

Технологичность конструкции инструмента анализируют с учётом условий его производства, рассматривая особенности конструкции и требования качества как технологические задачи изготовления. Под технологичностью конструкции изделия понимается совокупность свойств, обеспечивающих оптимальное использование различных видов ресурсов при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте с учетом обеспечения требуемого уровня технических характеристик и качества. При отработке конструкции на технологичность стремятся обеспечить наличие в ней следующих свойств:

- максимальное упрощение конструкции узлов и деталей. Рациональность членения и компоновки изделий и их составных частей. Конфигурация и размерные соотношения деталей не должны вызывать трудностей при их изготовлении;
- широкое использование принципов конструкторской и технологической преемственности, унификации, стандартизации.



Размеры элементарных поверхностей деталей (ширины канавок и пазов, резьбы, фасок и т.п.) должны быть унифицированы;

–рациональное ограничение количества марок и сортамента применяемых материалов. Использование недефицитных материалов и материалов, обработка которых не вызывает трудностей;

–рациональное назначение термообработки, допусков, шероховатости поверхностей. Необходимо выявить возможные трудности обеспечения параметров шероховатости поверхности, размеров, форм и расположения поверхностей, которые связаны с возможностями методов обработки, оборудования и средств измерения. Требования к точности размеров должны быть обоснованными;

–возможность применения прогрессивных технологических процессов и высокопроизводительного оборудования, не влияющих на точность, но значительно облегчающих точность изготовления деталей;

–наличие особых технических требований (клеймения, подгонки по массе, термической обработки, нанесения покрытий и т.п.) предусматривает создание условий их выполнения в технологическом процессе и места проверки.

Оценку технологичности конструкции, подлежащей автоматизированной сборке, проводят с учетом числа деталей, возможности их обслуживания загрузочными, ориентирующими и другими устройствами.

Качественная оценка технологичности конструкции характеризуется показателями: хорошо – плохо, допустимо-недопустимо.

Для количественной оценки технологичности конструкции применяют показатели, предусмотренные ГОСТ 14.202 – 73. Показатели, характеризующие трудоёмкость, материалоемкость, унификацию конструкций элементов детали, требования к точности изготовления, дают конкретные представления при сравнении с аналогичными деталями, принятыми в качестве базовых. Методика В.Г. Кононенко количественной оценки технологичности изложена подробно в [1].

## 1.2. Порядок выполнения работы

1.2.1. Получить базовую исходную информацию для выполнения всех практических работ (объем годового выпуска, режущий

инструмент для разработки технологического процесса её изготовления).

1.2.2. Изучить конструкцию и служебное назначение инструмента. Рекомендуется следующая последовательность выполнения анализа:

1.2.3. Дать краткую характеристику конструкции инструмента и описать его служебное назначение;

1.2.4. Выполнить анализ чертежа, при котором отметить наличие всех видов, разрезов и сечений, спецификации, габаритных размеров, посадок, привязочных размеров, данных о массе изделия и его составных частей, технических требований;

1.2.5. Сделать заключение о правильности простановки размеров, допусков и технических требований.

1.2.6. Привести таблицу с характеристикой материала инструмента, химического состава и физико-механических свойств.

1.2.7. Привести углы заточки инструмента.

1.2.8. Объяснить назначение термической обработки инструмента, проанализировать получаемую при этом твердость и микроструктуру.

1.2.9. Провести анализ технологичности конструкции детали.

1.2.10. Сделать заключения метрологической экспертизы конструкторской документации.

## 1.3 Содержание отчета

1.3.1. Тема и цель работы.

1.3.2. Чертёж (ксерокопия) металлорежущего инструмента.

1.3.3. Анализ функционального назначения инструмента.

1.3.4. Анализ чертежа.

1.3.5. Анализ технологичности конструкции инструмента.

1.3.6. Заключение о технологичности конструкции с предложениями по ее совершенствованию.

1.3.7. Выводы по работе.



## 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 «ВЫБОР ЗАГОТОВКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА»

Цель работы: изучить основные способы получения заготовок, факторы, определяющие выбор способа получения заготовки, выбрать наиболее экономически целесообразный способ получения заготовки.

### 2.1. Теоретический раздел

#### 2.1.1. Методы получения заготовок режущих инструментов

Заготовкой называется предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и материала изготавливается деталь. Заготовка отличается от готовой детали по размерам (на величину припусков и напусков на механическую обработку). Основные способы получения заготовок: литьё, обработка металлов давлением (ОМД), сварка, пайка.

*Инструментальная сталь, применяемая для изготовления режущего инструмента, может поставляться в виде прутков круглого, прямоугольного и квадратного сечения, листов, поковок, отливок, специальных прессованных профилей и биметаллических прутков.*

По способу изготовления на металлургических заводах *прутковую сталь подразделяют* на кованую, горячекатаную, холодноотянутую, нешлифованную и шлифованную (серебрянку). Прутки из кованной стали имеют наибольшие отклонения по диаметру и их применяют для производства режущих инструментов крупных размеров с большими припусками на обработку.

Прутки из горячекатаной стали имеют несколько меньшие, но всё же значительные отклонения по диаметру или по ширине и толщине; для прутков из быстрорежущих и легированных сталей отклонения односторонние, положительные, а для прутков из конструкционных углеродистых сталей – двусторонние (плюс и минус). Горячекатаную сталь применяют главным образом в единичном и серийном производстве, где обычно используют универсальное оборудование.

Прутки из шлифованной холодноотянутой стали (серебрянки) имеют диаметр с допуском по 8-9-му квалитетам. Большим преимуществом этой стали является отсутствие на её поверхности обезуглероженного слоя. Допуски на диаметр прутка из серебрянки 8-го квалитета принимают отрицательными и величины их для диапазона

диаметров, наиболее употребительных при изготовлении режущего инструмента (8-30 мм), находятся в пределах 0,03-0,045 мм.

Допуски на сортамент стали-серебрянки предусматривают минимально возможные припуски на обработку. Это исключает некоторые предварительные операции, необходимые при использовании прутков из горячекатаной стали, значительно упрощает технологический процесс изготовления режущего инструмента и сокращает расход инструментальной стали. Несмотря на указанные преимущества изготовление режущего инструмента из серебрянки ввиду её высокой стоимости целесообразно только в условиях крупносерийного и массового производства и при изготовлении малогабаритного инструмента.

Заготовки в виде *поковок* характеризуются большими отклонениями от номинальных размеров и соответственно допусками на изготовление и припусками на последующую обработку. Поковки целесообразно применять для изготовления крупногабаритного режущего инструмента, например дисковых трёхсторонних, торцовых и зуборезных фрез, долбяков и т. д.

В условиях крупносерийного производства поковки изготавливают в штампах, обеспечивающих получение деталей более сложных форм, например зуборезных долбяков, угловых фрез и т. д.

Изготовление заготовок способамиковки-штамповки преследует цель не только получение их размеров и форм, приближающихся к размерам и форме готового изделия, но и улучшения структуры металла, обеспечивающей большую стойкость режущего инструмента. Применяют также *прессование, ротационное обжатие* и другие способы. В условиях мелкосерийного производства поковки изготавливают в подкладных штампах, простых по устройству и дешёвых в изготовлении.

С точки зрения лучшего использования металла большие преимущества имеют заготовки в виде *отливок*, специальных прессованных профилей и биметаллических прутков, приближающихся к форме готового инструмента.

Стержневой инструмент диаметром более 10 мм рекомендуется изготавливать из *сварной заготовки*. При этом только рабочую часть изготавливают из быстрорежущей стали. В качестве исходной заготовки из быстрорежущей стали диаметром до 50 мм и для хвостовой части из конструкционной стали применяют горячекатаный прокат. Для заготовок диаметром больше 50 мм, когда карбидная неоднородность стали свыше 4-5-го балла, часть заготовки из быстрорежущей стали изготавливают из *поковок*.



Стержневой инструмент диаметром менее 10-12 мм изготавливают цельным из горячекатаного проката. В крупносерийном производстве при изготовлении малогабаритного инструмента диаметром менее 12 мм, обрабатываемого на автоматах, рекомендуется применять заготовку из стали серебрянки.

Насадной цельный инструмент (фрезы цилиндрические, зенкера, развёртки, метчики и др.) диаметром до 50 мм изготавливают из штучной заготовки, полученной из горячекатаного проката. Инструмент диаметром более 50 мм и резьбовые фрезы, шевера, червячные фрезы, долбяки изготавливают из поковки.

В крупносерийном производстве заготовки дискового инструмента (долбяков, шеверов, трёхсторонних фрез) рекомендуется штамповать. Для заготовок дискового инструмента с большим отношением диаметра к толщине ( $D/H = 6 \div 50$ ) и степени деформации при осадке заготовки более 75% рекомендуется применять изотермическую штамповку.

В условиях крупносерийного и массового производства рекомендуется применять заготовки концевой инструмента (концевых фрез, зенкеров и др.), полученные прессованием, и заготовки (развёрток, зенкеров, свёрл, метчиков, концевых фрез), полученные гидродинамическим выдавливанием.

Перспективными являются заготовки, полученные из специальных профилей и биметаллических прутков, а также заготовки, полученные методом порошковой металлургии. Заготовки для корпусов сборных инструментов из конструкционной стали изготавливают из горячекатаного проката, а при отсутствии соответствующего размера – из поковки. В серийном производстве применяют штампованные заготовки корпусов сборных фрез в подкладных или стационарных штампах в зависимости от величины серии выпуска.

В промышленности находит всё большее применение *монолитный твёрдосплавный инструмент* (свёрла, фрезы, зенкеры, развёртки, метчики и др.). Для изготовления инструмента применяют заготовки, полученные методом *спекания*, и пластифицированные. Заготовки в виде стержней (для свёрл, концевых свёрл метчиков и др.) или дисков (для фрез и др.) изготавливают по методам спекания. Заготовки такого типа обрабатывают только шлифованием алмазными кругами. Обработка кругами из карбида кремния не рекомендуется. Так как сложный инструмент шлифовать трудно, для его изготовления применяют заготовки, которым до спекания придают требуемую форму механической обработкой.

Комбинат твёрдых сплавов выпускает спрессованные цилиндрические или призматические неспечённые заготовки из пластифицированного твёрдого сплава. Пластификатором служит парафин (до 7%). Пластифицированным заготовкам придаётся соответствующая форма механической обработкой обычным твердосплавным инструментом с увеличенными передними и задними углами ( $\gamma = 10 \div 15^\circ$ ,  $\alpha = 20 \div 30^\circ$ ) при скорости резания 50-150 м/мин с небольшими подачами. Заготовки при спекании дают значительную усадку.

При построении технологического процесса изготовления инструмента из пластифицированных заготовок поверхности, являющиеся базовыми до спекания, используют как базовые после спекания.

Существует способ изготовления фасонных твёрдосплавных инструментов методом *прессования*. При этом методе фасонную заготовку изготавливают из пластифицированного сплава путём прессования в стальных пресс-формах. Методом прессования изготавливают дисковые модульные, прорезные и канавочные фрезы, винтовые пластики и свёрла. Технология изготовления монолитных твёрдосплавных инструментов состоит из следующих операций: приготовление пластификатора; замешивание порошка твёрдого сплава с пластификатором; прессование заготовок; предварительное и окончательное спекание по режиму, зависящему от марки твёрдого сплава. После спекания заготовки шлифуют и затачивают.

### 2.1.2. Заготовительные операции

К заготовительным операциям технологического процесса относятся правка прутков и проволоки, отрезка заготовок, ковка, штамповка, прессование и редуцирование заготовок, подготовка под сварку, сварка и пайка заготовок, отжиг заготовок, обработка торцов и центрование заготовок стержневого инструмента.

**Правка проката** предшествует его резке на заготовки нужной длины. Правкой уменьшают припуск на последующую механическую обработку заготовки и устраняют поломки зажимных механизмов патронов отрезных и револьверных станков и автоматов. Прутки правят на правильно-калибровочных станках (точность правки 0,5-0,9 мм/м), прутки и заготовки длиной до 2 м – на прессах, круглые заготовки длиной до 200 мм – на накатных станках плоскими плашками (точность правки 0,05-0,1 мм/м).



**Отрезку заготовок** можно производить на приводных ножовочных станках, фрезерно-отрезных станках и полуавтоматах, токарно-отрезных, ленточно-пильных и абразивно-отрезных станках, а также рубкой на прессах и заготовительных ножницах.

Ножовочные станки (мод. 872А) характеризуются малой производительностью; применяют их главным образом в единичном производстве при отрезке заготовок из быстрорежущей стали диаметром 40 мм и выше. Заготовки отрезают ножовочным полотном длиной 450 мм и толщиной 2-3 мм, получающим возвратно-поступательное движение. Недостаток – малая производительность и косой срез, снижающий экономию металла, достигаемую узким пропилом.

Токарно-отрезные станки работают одним или двумя резцами. Для них характерна значительно большая производительность, чем при обработке на ножовочном станке. Эти станки рекомендуют для резки заготовок большого диаметра. Токарно-отрезные автоматы вертикального типа применяют в серийном производстве для отрезки заготовок диаметром до 40- 50 мм. На токарно-отрезных автоматах возможно образование торца необходимого профиля при изготовлении свёрл и метчиков из серебрянки при отрезке заготовки образуются обратные центры.



Рисунок 2.1 – Размеры наружных центров для сверл и припуски на затачивание.

К недостаткам отрезки заготовок на токарно-отрезных станках следует отнести необходимость снятия концов (шлифованием, фрезерованием), остающихся на торцах после отрезки.

Фрезерно-отрезные полуавтоматы (мод. 8В66 и 8А641) применяют для отрезки заготовок диаметром до 240 мм с помощью дисковой пилы диаметром 275-1010 мм, оснащённой сегментами из быстрорежущей стали. Ширина пилы 6,5 мм. Так как отрезка широкой

пилой даёт большие потери металла, на этих станках целесообразно отрезать заготовки крупных сечений из конструкционной углеродистой и конструкционной легированной сталей.

Абразивно-отрезные станки применяют для отрезки заготовок с помощью узких (2-3 мм) шлифованных кругов на вулканитовой или бакелитовой связке. Круги, изготовленные на основе стеклоткани, могут работать со скоростью резания до 80 м/с. Резка на абразивно-отрезных станках является наиболее универсальной для получения заготовок независимо от их твёрдости и одной из наиболее производительных.

Ленточные пилы представляют собой станки с бесконечным ножовочным полотном. Преимуществом этих станков является высокая производительность при малой ширине реза (1,5-2 мм). Ленточные станки применяют для отрезки заготовок диаметром до 250 мм и больше, их рекомендуют для отрезки заготовок из быстрорежущей стали (особенно для узких фрез).

Эксцентриковые прессы и заготовительные ножницы применяют при рубке заготовок в крупносерийном и массовом производстве. При этом способе получения заготовок нет потери материала и достигается максимальная производительность. Однако при рубке заготовок даже при использовании специальных штампов неизбежно возникает смятие прилегающих к торцу участков периферии заготовки и самой плоскости торцов, что вызывает необходимость их дополнительной обработки. Заготовки из быстрорежущей стали длиной выше 20 мм рубят с подогревом. Рубку рекомендуется применять лишь для получения заготовок под ковку и штамповку корпусов сборного инструмента и хвостовиков концевых инструментов под сварку.

**Обработка торцов и центровка заготовок.** Базой при обработке хвостового инструмента являются центровые отверстия и наружные центры. Форма центровых отверстий показана на рис. 2.2. Для изготовления центровых отверстий применяют два последовательно участвующих в работе инструмента – сверло и зенковку или комбинированное центровочное сверло.

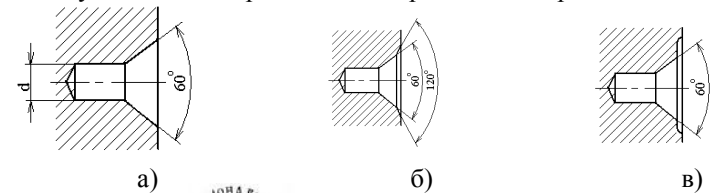


Рисунок 2.2 – Формы центровых отверстий



В единичном производстве торцы подрезают на токарных станках, а центрование заготовок производят на вертикальных или горизонтальных сверлильных или центровальных станках. В серийном и массовом производстве обычно применяют станки для обработки торцов и центрования. Для подрезки торцов и центрования заготовок диаметром 50 мм и выше применяют двух- или многопозиционные фрезерно-центровальные станки, причём торцы фрезеруют в одной позиции, а центрование гнёзд – в другой. Для обработки торцов и центрования заготовок малых и средних размеров (диаметром 10-50 мм), используют станки для одновременной обработки обеих торцов комбинированными блоками инструментов неподвижно закреплённой заготовки. Комбинированный блок инструментов состоит из центровочного сверла и многогранной пластинки. Комбинированный блок работает с осевой подачей. Обработку торцов и центрование производят одновременно с двух сторон, что значительно снижает погрешность взаимного расположения центровых отверстий.

## 2.2 Порядок выполнения задания

- 2.2.1. Изучить основные методы получения заготовок.
- 2.2.2. Для заданной детали [1], [2] выбрать наиболее экономически целесообразный способ получения заготовки.
- 2.2.3. Описать выбранный способ получения заготовки.
- 2.2.4. Выполнить эскиз заготовки.

## 2.3 Содержание отчета о практическом занятии

- 2.3.1. Наименование работы.
- 2.3.2. Цель работы
- 2.3.3. Описание и обоснование выбранного способа получения заготовки.
- 2.3.4. Эскиз заготовки с техническими требованиями на её изготовление.

## 2.4 Контрольные вопросы

- 2.4.1. От чего зависит выбор способа получения заготовки?
- 2.4.2. Расшифруйте марку материала заданного инструмента?
- 2.4.3. Какие способы получения заготовок режущих инструментов вы знаете?

## 3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 «ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЦОВ»

Цель работы: приобрести практические навыки разработки технологического процесса изготовления резца.

### 3.1. Теоретический раздел

Технологический процесс изготовления резцов условно можно разделить на три части: 1) изготовление державки резца; 2) пайка твердосплавной или быстрорежущей пластины (для сборных резцов – сборка); 3) заточка режущего клина или пластины под заданные углы резания. Данные этапы присутствуют при изготовлении большинства резцов. Однако для различных видов резцов эти этапы могут быть дополнены некоторыми пунктами, а некоторые будут отсутствовать, так например, для сборочных резцов углы резания определяются геометрией твердосплавной пластины и пространственным положением гнезда под пластинку, т.е. заточка резца (а точнее пластинки) отсутствует; для цельных твердосплавных и быстрорежущих резцов отсутствует операция пайки; для резцов оснащенных быстрорежущими пластинами осуществляется дополнительная термическая операция – закалка.

Рассмотрим каждый из этапов технологического процесса.

*Изготовление державок.*

**Получение штучной заготовки.** Исходным материалом для получения штучных заготовок для державок резцов являются прямоугольные или круглые прутки. Разрезка прутков на штучные заготовки производится на отрезных станках, ножовочных пилах, дисковых пилах или на прессножницах. Рубку круглых или прямоугольных прутков сечением до 48 X 30 мм целесообразно осуществлять в штампах на кривошипных или эксцентриковых прессах.

Загибка головки державки отогнутого резца производится на простейшем ковочном штампе

Державки сечением до 12 X 20 мм можно ковать в холодном состоянии. При горячей ковке державок больших сечений целесообразно применять индукционный нагрев только головки державки; рекомендуется формировать в штампах также и задние поверхности этих державок.



После медленного остывания производят зачистку на обдирочношлифовальном станке. Затем в виброустановке очищают державки от окалины и отправляют их на механическую обработку.

**Обработка опорных плоскостей.** Послековки державок первой операцией механической обработки является фрезерование или шлифование опорных плоскостей. Одновременно обрабатывается несколько державок, закрепленных в специальном приспособлении.

Торцовое фрезерование обеспечивает шероховатость  $Ra=6,3$  мкм и высокую производительность.

Опорные плоскости можно обрабатывать также на горизонтально-фрезерных и строгальных станках.

Для обработки поверхностей державок различных типов резцов широко применяются машинные поворотные тиски, позволяющие установить державку под определенными углами в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

**Фрезерование паза под пластинку.** В зависимости от формы паза под режущие пластинки применяют то или иной тип оборудования. Открытый паз обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках в поворотном приспособлении. Обработка полузакрытых и закрытых пазов производится на вертикально-фрезерных станках концевой фрезой с креплением державок в поворотном приспособлении. Диаметр концевых фрез должен соответствовать радиусу закругления пластинки. В серийном и крупносерийном производстве для фрезерования гнезд под пластинки применяют полуавтомат модели ДФ-92. Полуавтомат обеспечивает возможность фрезерования открытых и закрытых пазов державок под пластинки. Для среднего сечения державок (16 X 25 мм) производительность фрезерования составляет 375 шт. в 1 ч.

Поверхности пазов необходимо делать ровными и гладкими, т.е. без впадин, выпуклостей или глубоких царапин; шероховатость поверхности должна соответствовать  $Ra=6,3 - 3,2$  мкм.

После механической обработки паза производится слесарная обработка заключающаяся в снятии заусенцев и острых кромок. При больших партиях резцов рекомендуется удалять заусенцы на вибрационных установках.

#### *Напайка пластин.*

Пайку быстрорежущих пластин производят в том случае, если пластина уже термообработана – закалена. Пайку производят с нагревом ТВЧ в петлевом индукторе, который должен отстоять от корпуса инструмента не менее чем на 8—10 мм. Паз в корпусе инструмента с находящимся в нем припоем и флюсом предварительно

подогревают до  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , после чего помещают в паз пластинку и прогревают место припоя до температуры плавления припоя  $600\text{—}620\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Способы пайки твердосплавных пластин выбирают в зависимости от способа нагрева инструмента. Различают пайку индукционную (на установках ТВЧ), печную, контактную, пламенную, погружением в расплавленный припой и погружением в расплавленные соли. Пайка твердосплавных пластин при индукционном нагреве является одной из самых производительных и легко поддающихся автоматизации операций.

В качестве припоев, имеющих пониженную температуру пайки и обладающих более высокой пластичностью, способствующей релаксации напряжений при охлаждении соединений используют: серебросодержащие припои типа ПСр40, имеющие температуру пайки  $600\text{—}800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; трехслойные серебросодержащие припои, состоящие из медной фольги (компенсационная прокладка), плакированной с двух сторон припоем, например ТМСр47М, а также припои повышенной пластичности, например припой ПрМНМЦ 08-4-2.

Для высоконагруженных соединений рекомендуется применять высокопрочный припой ПрАНМЦ 0,6-4-2, химически активный флюс Ф-100 и закалку охлаждением после пайки корпуса под пластинкой. В практике применяют медные и латунные припои.

#### *Затачивание углов резца.*

Предварительные операции — заточка по державке, снятие припоя и т. п. — выполняются, как правило, на точилах вручную. На универсально-заточных станках резцы затачивают и доводят в приспособлениях; наиболее универсальным приспособлением для заточки и доводки резцов являются трехповоротные тиски. На специальных станках резцы затачиваются кругами формы ЧЦ. Настройка этих станков на заданные углы заточки проста и пересчет заданных углов для установки подручника не нужен. В таблице 3.1 приведены схемы приспособлений для заточки и доводки передней и задних поверхностей.

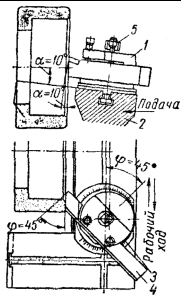
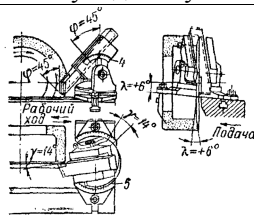
При изготовлении новых резцов следует откорректировать чертеж резца таким образом, чтобы при заточке алмазный круг обрабатывал только пластинку твердого сплава и не касался стальной державки инструмента. Это достигается свисанием пластинки над державкой путем назначения соответствующих углов по главной и вспомогательным поверхностям.



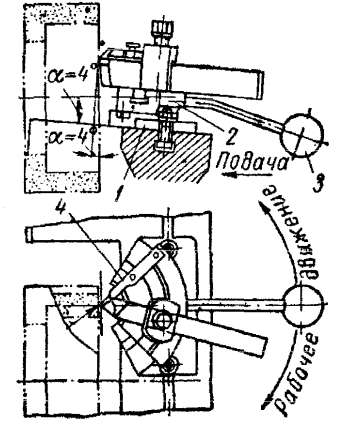
Резцы должны иметь три угла по задним поверхностям:  $\alpha$  и  $\alpha + 2^\circ$  по пластинке и  $\alpha + 4^\circ$  по державке и  $\alpha_1$  и  $\alpha_1 + 2^\circ$  по пластинке и  $\alpha + 4^\circ$  по державке.

Процесс переточки отличается от заточки новых резцов, так как припуск на переточку зависит от степени затупления инструмента. Кроме того, после переточки исчезает свисание пластинки над державкой, поэтому рекомендуются два варианта процесса переточки резцов:

Таблица 3.1 – Схемы и приспособления к специальным станкам для заточки резцов

| Наименование приспособления                                                                                                                                                                | Эскиз и характеристика приспособления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Приспособление для заточки задних (главной и вспомогательной) поверхностей.</p> <p>Пример заточки резца с углами <math>\varphi = 45^\circ</math><br/><math>\alpha = 10^\circ</math></p> | <p>Приспособление состоит из резцедержателя 1, основания 2, шкалы 3 и болта 5. Установка резца 4 достигается поворотом его на заданный угол в плане по шкале приспособления и на величину заднего угла по шкале подручника</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Приспособление для заточки передней поверхности. Пример заточки резца с углами <math>\gamma = 14^\circ</math>, <math>\lambda = 6^\circ</math>, <math>\varphi = 45^\circ</math></p>      | <p>Шкалы 4 и 5 приспособления в совокупности со шкалой подручника дают возможность установить резец относительно круга непосредственно по углам <math>\lambda</math>, <math>\gamma</math>, <math>\varphi</math> без пересчета. Для совмещения передней поверхности резца с торцевой плоскостью круга подручник надо повернуть на угол <math>\lambda</math>, резцедержатель приспособления — на угол <math>\varphi</math> и поворотную часть приспособления вместе с резцом установить на шкале на величину угла <math>\gamma</math></p>  |

Продолжение таблицы 3.1.

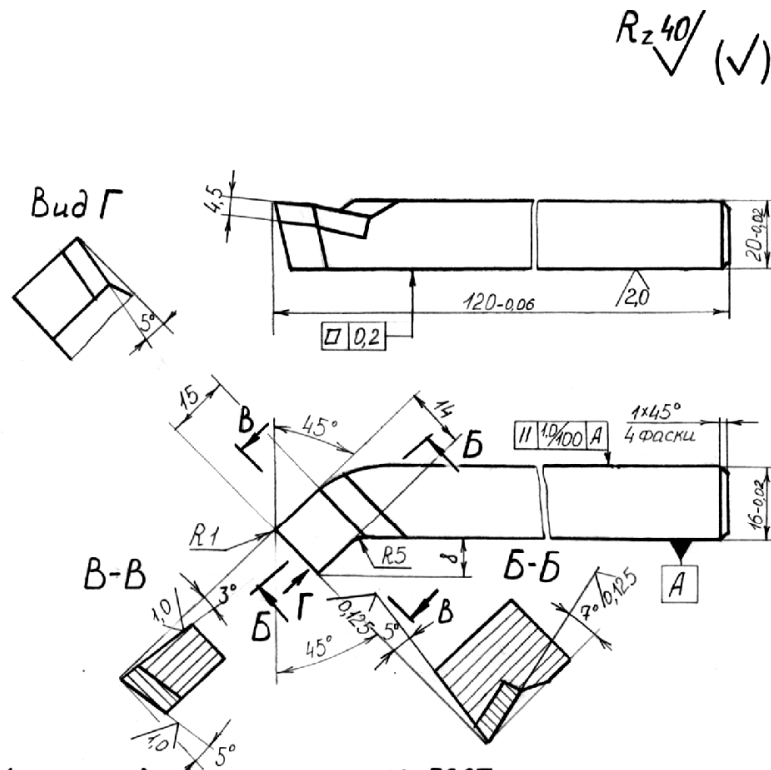
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Приспособление для заточки закругления вершины резца</p> |  <p>Приспособление состоит из основания 1 и поворотной части 2, перемещаемой по дугообразным направляющим основания при помощи рукоятки 3. Для правильной установки резца относительно центра поворота служит центроискатель 4. Необходимый задний угол обеспечивается поворотом подручника</p> |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3.2. Маршрутный технологический процесс изготовления резцов

Рассмотрим технологию изготовления проходных резцов стержневой формы, оснащенных пластинками твердого сплава (см. рисунок 3.1), как наиболее распространенных в механической обработке металлов резанием, применительно к условиям серийного и крупносерийного производства резцов. Корпусы для резцов изготавливают из полосовой горячекатаной стали марок 45, 40X, У7 или У8. Последовательность обработки резцов такова:

1. Отрезка заготовки на одну штуку на эксцентриковом прессе 100 или 150 т.





1. Материал державки - сталь 50, ГОСТ-...
2. Пластика из твёрдого сплава Т15К6, форма NO1, тип А, ГОСТ.
3. Резцы должны удовлетворять техническим требованиям ГОСТ...
4. Материал припоя - латунь Л-68 по ГОСТ...
5. Толщина слоя припоя 0.1 мм. Разрыв слоя припоя не должен превышать 20% его общей длины.
6. Маркировать: марки твёрдого сплава, размер резца и товарный знак завода-изготовителя (Т15К6-16x20-...).

Рисунок 3.1 – Эскиз проходного резца оснащенного пластинкой твердого сплава

2. Для резцов с отогнутой головкой осуществляется ковка этой головки в штампе в один или несколько ручьев на штамповочном молоте. В этой операции сначала загибают головку, а затем получают задние поверхности и, наконец, обрезают облой.

3. Фрезерование опорной (базовой) поверхности корпуса резца выполняют фрезой на вертикально-фрезерном станке.

4. Фрезерование верхней поверхности корпуса резца выполняют так же, как и в третьей операции. Вместо фрезерования применяют шлифование как опорных, так и верхних поверхностей на плоскошлифовальных станках с вертикальным шпинделем и круглым столом.

5. Фрезерование паза под пластинку твердого сплава выполняют на вертикально-фрезерном станке твердосплавной концевой фрезой.

6. Фрезерование задней поверхности главной режущей кромки.

7. Фрезерование задней поверхности вспомогательной режущей кромки.

8. Фрезерование нерабочего торца на горизонтально-фрезерном станке торцевой фрезой. 6-8 операции выполняют на горизонтально-фрезерном станке торцевой фрезой, оснащенной пластинками твердого сплава; обрабатывают по одной заготовке, закрепленной в приспособление с пневматическим зажимом.

9. После фрезерных операций на ребрах остаются заусенцы, которые снимают вручную на точильном станке или напильником. Снимают заусенцы вокруг паза под пластинку твердого сплава.

10. Клеймение механическим способом на ручном винтовом или гидравлическом прессе.

11. Напайка пластины твердого сплава.

12. Очистка поверхностей от избыточного припоя на точильном станке вручную

13. Черновое и чистовое затачивание.

### 3.3. Порядок выполнения работы

3.3.1. Ознакомится с теоретическим разделом данной работы.

3.3.2. Получить у преподавателя резец и мерительный инструмент.

3.3.3. Разработать эскиз полученного резца в котором отразить: все необходимые размеры, выноски и сечения, назначить технические требования к резцу. Если резец является сборным, осуществить разборку и произвести эскизирование.

3.3.4. На разработанный эскиз предложить маршрутный технологический процесс, который свести в таблицу 3.2.



Таблица 3.2 – Технологический процесс изготовления резца

| Наименование операции | Эскиз обработки | Применяемое оборудование и приспособления | Режущий и мерительный инструмент | Режимы обработки |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1                     | 2               | 3                                         | 4                                | 5                |
|                       |                 |                                           |                                  |                  |

### 3.4. Содержание отчета о практическом занятии

- 3.4.1 Тема и цель работы.
- 3.4.2 Чертёж (эскиз) металлорежущего инструмента.
- 3.4.3 Таблица 3.2.
- 3.4.4 Выводы по работе.

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 «ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЕРЛ»

Цель работы: приобрести практические навыки разработки технологического процесса изготовления сверла.

### 4.1. Теоретический раздел

По конструкции сверла классифицируют на спиральные, кольцевые, для глубокого сверления и центровочные. Наибольшее распространение получили спиральные сверла с коническими и цилиндрическими хвостовиками. Части и элементы спирального сверла приведены на рисунке 4.1. Спиральные сверла изготавливают диаметром от 0,25 до 80 мм

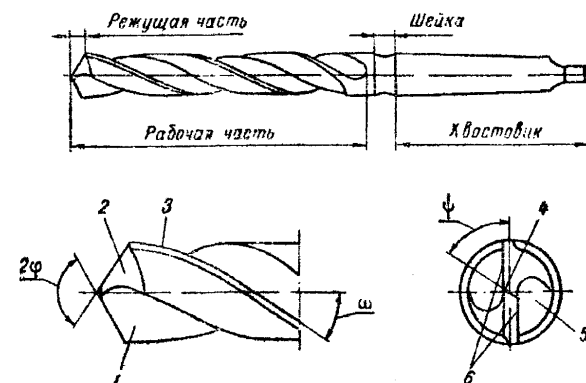


Рисунок 4.1 – Части и элементы спирального сверла

- 1 – передняя поверхность; 2 – задняя поверхность; 3 – ленточка;
- 4 – поперечная кромка; 5 – канавка; 6 – режущие кромки;
- 2φ – угол при вершине; ω – угол наклона винтовой канавки;
- ψ – угол наклона поперечной кромки

Для изготовления быстрорежущих сверл применяют стали P18 или P9. Сверла с цилиндрическим хвостовиком диаметром от 10 мм изготавливаются сварными. Хвостовики сварных сверл изготавливаются из стали 45 или 40Х. Твердость рабочей части быстрорежущих сверл должна быть HRC 62—64, а твердость лапок у сверл с коническим хвостовиком — HRC 30—45.

Геометрическими параметрами режущей части сверла являются: задний угол α, передний угол γ, углы при вершине 2φ и 2φ<sub>0</sub> и угол



наклона поперечной кромки  $\psi$  (рисунок 4.2). Величина заднего угла изменяется вдоль режущей кромки. Наименьшее значение ( $7\text{—}15^\circ$ ) задний угол имеет у наружной поверхности сверла, а наибольшее ( $20\text{—}26^\circ$ ) — около поперечной режущей кромки. Величина переднего угла в разных точках режущей кромки неодинакова: наибольшее значение ( $25\text{—}30^\circ$ ) угол имеет у наружной поверхности сверла, а наименьшее — около поперечной кромки, где он может быть и отрицательным.

Конусность режущей части сверла определяется углом  $2\varphi$  при его вершине, образуемым главными режущими кромками. От величины угла  $\varphi$  зависят форма режущей кромки, передний и задний углы, прочность сверла у перемычки и сила резания.

При правильной заточке сверла угол наклона поперечной режущей кромки  $\psi$  равен  $55^\circ$  (рисунок 4.2). Для повышения стойкости сверла и скорости резания рекомендуется двойная заточка под углом  $2\varphi$  и  $2\varphi_0$  (рисунок 4.2). Основные формы заточки спиральных сверл в зависимости от их диаметра и обрабатываемого материала приведены в таблице 4.1.

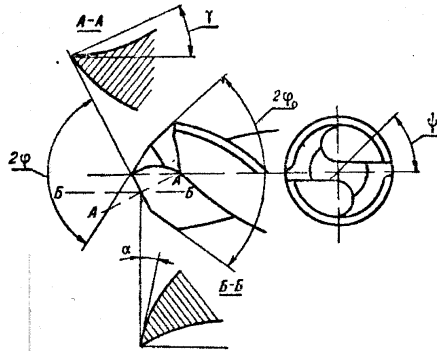


Рисунок 4.2 – Геометрические параметры спирального сверла

Спиральные сверла могут быть и твердосплавные. Сверла диаметром от 1,8 до 5,2 мм через 0,05 мм изготавливаются монолитными из твердых сплавов марок ВК6, ВК8М, а свыше 6 мм — оснащаются пластинками твердого сплава.

Для изготовления корпусов твердосплавных сверл рекомендуют стали марок 40Х и 45Х. Твердость рабочей части корпусов после термообработки должна быть HRC 40—50.

Рекомендуемые значения угла  $2\varphi$  при вершине в зависимости от

Таблица 4.1 – Формы заточки спиральных сверл

| Диаметр сверл, мм | Форма заточки                                          | Эскиз | Обрабатываемый материал                                                         |
|-------------------|--------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 0,25—12           | Одинарная (нормальная) Н                               |       | Сталь, стальное литье, чугун                                                    |
|                   | Одинарная с подточкой поперечной кромки НП             |       | Стальное литье с коркой $\sigma_x \geq 50 \text{ кГ/мм}^2$                      |
| 12—80             | Одинарная с подточкой поперечной кромки и ленточки НПП |       | Сталь и стальное литье со снятой коркой $\sigma_x = 50 \text{ кГ/мм}^2$         |
|                   | Двойная с подточкой поперечной кромки ДП               |       | Стальное литье с коркой $\sigma_x \geq 50 \text{ кГ/мм}^2$ , чугун с коркой     |
|                   | Двойная с подточкой поперечной кромки и ленточки ДПП   |       | Сталь и стальное литье $\sigma_x = 50 \text{ кГ/мм}^2$ , чугун со снятой коркой |
|                   | Без перемычки                                          |       | Сверление по кондуктору                                                         |

обрабатываемого материала приведены в таблице 4.2, угла  $\omega$  наклона винтовых канавок для быстрорежущих сверл — в таблице 4.3. и передних углов у твердосплавных сверл — в таблице 4.4.

В настоящее время выпускают сверла новых конструкций: с прокатанными отверстиями для охлаждения, с пластмассовыми хвостовиками, монокристаллические твердосплавные. Для улучшения качества выпускаемых сверл диаметром свыше 30 мм предусмотрено их изготовление с двойным углом при вершине (с двойной заточкой) и подточкой перемычки.

Таблица 4.2 – значения угла 2φ при вершине

| Обрабатываемый материал                                                 | 2φ, град |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|
| Для быстрорежущих сверл                                                 |          |
| Сталь, чугун, твердая бронза                                            | 116—130  |
| Латунь, мягкая бронза                                                   | 130      |
| Алюминий, дюралюминий, силумин, электрон и баббит                       | 140      |
| Красная медь                                                            | 125      |
| Цинковые сплавы                                                         | 90—100   |
| Эбонит, целлулоид                                                       | 80—90    |
| Мрамор                                                                  | 80       |
| Пластмассы                                                              | 50—120   |
| Для сверл оснащенными пластинками твердого сплава                       |          |
| Чугун НВ 200—300                                                        | 120      |
| Чугун НВ 300—400                                                        | 140      |
| Стальное литье, нержавеющая сталь, хромоникелевая сталь                 | 120      |
| Инструментальная сталь, кокильные твердые отливки, марганцовистая сталь | 140      |
| Ковкий чугун                                                            | 120      |
| Фосфористая бронза                                                      | 130      |

Таблица 4.3 – Угол наклона винтовых канавок для быстрорежущих сверл

| Обрабатываемый материал                                         | Диаметр сверла, мм |       |        |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|-------|--------|
|                                                                 | До 1               | 1—10  | Св. 10 |
| Эбонит, целлулоид, пластмассы, бронза твердая, латунь свинцовая | 8—10               | 10—12 | 12—20  |
| Латунь Л62 и марганцовисто-алюминиевая                          | 20—25              | 25—30 | 25—40  |
| Латунь Л68, Л80, алюминий и др. сплавы                          | 25—30              | 35—45 | 35—50  |
| Стали углеродистые, легированный чугун                          | 19                 | 20—24 | 25—33  |
| Легкие сплавы, силумин                                          | —                  | —     | 45     |

Таблица 4.4 – Передний угол у твердосплавных сверл

| Обрабатываемый материал                                                 | Передний угол, град |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Чугун НВ 200                                                            | +7                  |
| Чугун НВ 300—400                                                        | 0                   |
| Стальное литье, нержавеющая сталь                                       | 0                   |
| Инструментальная сталь, кокильные твердые отливки, марганцовистая сталь | –2; –3              |
| Ковкий чугун, фосфористая бронза                                        | +4                  |

#### 4.2. Маршрутный технологический процесс изготовления резцов

На рисунке 4.3 представлен эскиз спирального сверла. На основании данного эскиза назначим технологический процесс изготовления сверла.





18.Заточная. Подточка перемычки в заданные размеры.  
Технологическое оборудование: заточной станок.

#### 4.3 Порядок выполнения работы

- 4.3.1. Ознакомится с теоретическим разделом данной работы.  
4.3.2. Получить у преподавателя сверло и мерительный инструмент.  
4.3.3. Разработать эскиз полученного сверла в котором отразить: все необходимые размеры, выноски и сечения, назначить технические требования к сверлу.  
4.3.4. На разработанный эскиз предложить маршрутный технологический процесс, который свести в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Технологический процесс изготовления сверла

| Наименование операции | Эскиз обработки | Применяемое оборудование и приспособления | Режущий и мерительный инструмент | Режимы обработки |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1                     | 2               | 3                                         | 4                                | 5                |
|                       |                 |                                           |                                  |                  |

#### 4.4. Содержание отчета практического занятия

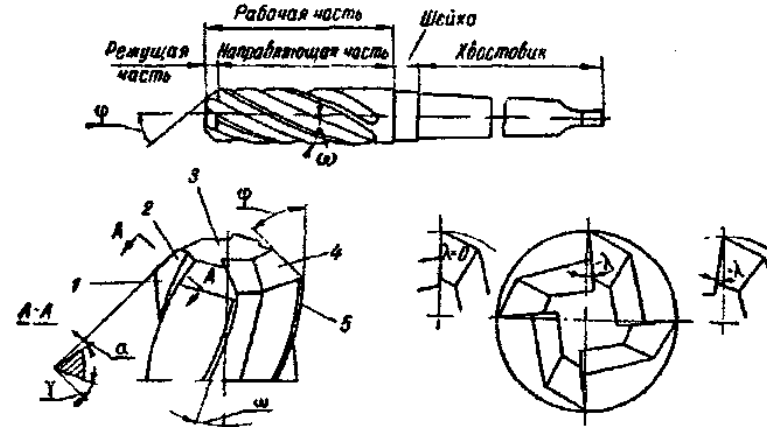
- 4.4.1 Тема и цель работы.  
4.4.2 Чертёж (эскиз) режущего инструмента.  
4.4.3 Таблица 4.5.  
4.4.4 Выводы по работе.

### 5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 «ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗЕНКЕРОВ И РАЗВЕРТОК»

Цель работы: приобрести практические навыки разработки технологического процесса изготовления зенкера и развертки.

#### 5.1 Теоретический раздел

Зенкеры изготавливаются двух видов: для обработки цилиндрических отверстий и для обработки ступенчатых, фасонных и комбинированных отверстий. Части и элементы цилиндрического зенкера показаны на рисунке 5.1.



Рисинок 5.1 – Части и элементы цилиндрического зенкера  
1 — передняя поверхность; 2 — режущая кромка; 3 — сердцевина; 4 — задняя поверхность; 5 — ленточка

Главные лезвия у зенкеров расположены на заборном конусе под углом  $\varphi$  (угол в плане). При обработке стали угол в плане  $\varphi = 60^\circ$ , при обработке чугуна  $\varphi = 45 - 60^\circ$ . У зенкеров с пластинками из твердых сплавов  $\varphi = 60 - 75^\circ$ . Задний угол  $\alpha$  главного лезвия принимается равным  $8 - 10^\circ$ .

Передние углы выбираются в зависимости от обрабатываемого материала (см. таблицу 5.1):

Угол наклона винтовой канавки ( $\omega$ ) у зенкеров универсального назначения равен  $10 - 30^\circ$ . С увеличением твердости обрабатываемого материала величина угла возрастает. Для чугуна  $\omega = 0^\circ$ .



Величина заднего угла у зенкеров с пластинками из твердого сплава имеет два значения:  $\alpha = 10 \text{ — } 12^\circ$  по пластинке и  $\alpha = 15^\circ$  по корпусу.

Таблица 5.1 – Передние углы зенкеров

| Обрабатываемый материал                  | Передний угол, град |
|------------------------------------------|---------------------|
| Алюминий и латунь                        | 25 — 30             |
| Мягкая сталь                             | 15 — 20             |
| Сталь средней твердости в стальное литье | 8 — 12              |
| Чугун средней твердости                  | 6 — 8               |
| Твердый чугун и твердая сталь            | 0 — (-5)            |

При обработке чугуна передний угол  $\gamma$  принимают равным  $+5^\circ$ ; при обработке стали с  $\sigma_b = 90 \text{ кГ/мм}^2$   $\gamma=0$ , при обработке с  $\sigma_b = 110 \text{ кГ/мм}^2$   $\gamma=-5$ .

Режущая часть сборных зенкеров и зенкеры цельные изготавливаются из быстрорежущей стали Р18 и Р9, а зенкеры с коническим хвостовиком — сварными (хвостовики из стали марки 45). Для изготовления корпусов зенкеров применяют сталь 40Х или 45.

Твердость зенкеров с коническим хвостовиком на 3/4 длины рабочей части и на всей длине рабочей части насадных зенкеров должна быть HRC 62—64. Твердость лапок хвостовых зенкеров и корпусов насадных зенкеров должна быть HRC 30—45.

Допускаемые отклонения по диаметру для зенкеров, предназначенных под развертывание, должны иметь верхнее отклонение от  $-210$  до  $-420$  мкм и нижнее от  $-245$  до  $+490$  мкм для номинальных диаметров от 10 до 120 мм. Для зенкеров, предназначенных для окончательной обработки отверстий по Н11, верхнее отклонение составляет от  $+70$  до  $+140$  мкм и нижнее от  $+25$  до  $+70$  мкм.

Технические условия (ГОСТ 12509—67) распространяются на зенкеры с коническим хвостовиком и насадные (оба типа с напаянными пластинками из твердого сплава).

Зенковки. Получение конических, цилиндрических и плоских поверхностей, прилегающих к основному отверстию и расположенных концентрично с ним, осуществляется инструментами, называемыми зенковками.

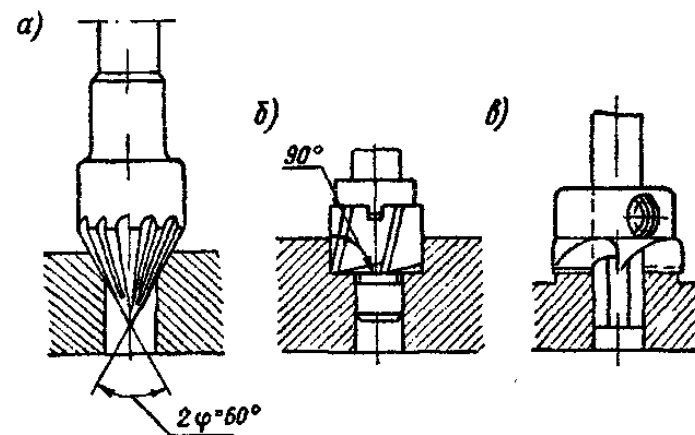


Рисунок 5.2 — Виды зенковок

Для обработки отверстий под конические головки винтов и заклепок, а также для центрования деталей применяют конические зенковки. Наибольшее распространение получили конические зенковки с углом конуса при вершине 30, 60, 90 и  $120^\circ$  (рисунок 5.2, а). Для обработки отверстий под цилиндрические головки и шейки, а также для подрезания торцов, плоскостей бобышек, выборки уступов и углов применяют цилиндрические зенковки с торцевыми зубьями (рисунок 5.2, б). Иногда зенковки с торцевыми зубьями называют цековками (рисунок 5.2, в).

Развертки изготавливаются цилиндрические, ступенчатые и конические. Ручная цилиндрическая развертка (рисунок 5.3) состоит из рабочей части, шейки и хвостовика; рабочая часть, в свою очередь, состоит из заборной (режущей) части, калибрующей части и заднего конуса. Канавки между зубьями развертки образуют режущие кромки; канавки предназначены для размещения стружки.

Для повышения качества поверхности при ручной обработке зубья разверток располагаются по окружности с неравномерным шагом.

Машинные развертки изготавливаются с равномерным шагом, причем число зубьев у них должно быть четным. Рабочая часть этих разверток в отличие от ручных более короткая. Машинные развертки чаще всего делаются насадными и регулируемыми.



Геометрические параметры разверток: задний угол  $\alpha$ , передний угол  $\gamma$ , главный угол в плане  $\phi$  и угол наклона главной режущей кромки  $\omega$ .

Задний угол  $\alpha$  выбирается в зависимости от обрабатываемого материала и принимается в пределах  $6\text{--}10^\circ$ . Передний угол  $\gamma$  у чистовых разверток равен  $0^\circ$ , а у черновых  $5\text{--}10^\circ$ . Главный угол в плане  $\phi$  у ручных разверток равен  $1^\circ$ , у машинных при обработке стали  $12\text{--}15^\circ$ , чугуна  $3\text{--}5^\circ$  и при обработке глухих отверстий  $45^\circ$ . Угол наклона главной режущей кромки  $\omega$  при обработке твердых металлов равен  $7\text{--}8^\circ$  и мягких металлов  $14\text{--}16^\circ$ .

По техническим условиям развертки должны изготавливаться: ручные — из стали 9ХС; машинные цельные и ножи сборных разверток — из быстрорежущей стали Р18 или Р9; быстрорежущие развертки — сварными (хвостовики делаются из стали 45). Основные детали сборных разверток (за исключением ножей) должны быть изготовлены: корпуса — из сталей 40, 45 или 40Х; установочные кольца и контргайки — из сталей 35 или 45; клинья — из стали 40Х.

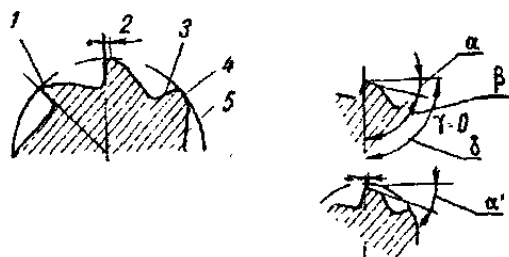
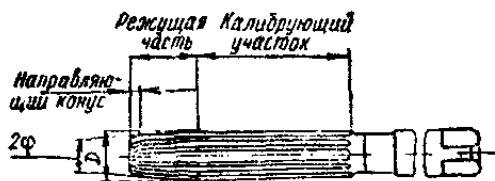


Рисунок 5.3 — Части и элементы развертки

1 — главная режущая кромка; 2 — ленточка; 3 — передняя поверхность; 4 — затылованная поверхность; 5 — задняя поверхность

Твердость рабочей части разверток (в зависимости от марки стали) должна быть HRC 62—66, корпуса насадных разверток HRC 30—40, клиньев HRC 45—50, лапок и квадратов хвостовиков HRC 30—45.

В централизованном порядке развертки должны выпускаться: в доведенном виде для обработки отверстий с допусками по Н7, Н8, Н9. Зная отклонения и допуски на изготовление разверток, можно легко выбрать развертку нужного размера.

В случае отсутствия развертки необходимого размера берется развертка, размер которой близок к заданному, и определяется необходимость шлифования или доводки развертки до требуемого размера.

По техническим требованиям в качестве режущей части разверток должны применяться пластинки из твердого сплава марок ВК6, ВК6М, Т15К6, Т14К8 и Т5К10. Корпуса разверток изготавливаются из стали 40Х, а корпуса ножей — из стали 40Х или У7 и У8.

В централизованном порядке твердосплавные развертки должны выпускаться: в доведенном виде для обработки отверстий с допусками по Н7, Н8, Н9 и с припуском под доводку.

Развертки конические с цилиндрическим хвостовиком по техническим требованиям (ГОСТ 11178—65) изготавливаются из стали 9ХС и по соглашению с потребителем допускается изготовление разверток из стали Р18. Развертки диаметром больше 13 мм должны быть сварными. Развертки конические с коническим хвостовиком по техническим требованиям изготавливаются из стали Р18 или Р9. Развертки диаметром больше 10 мм должны быть изготовлены сварными

## 5.2 Маршрутный технологический процесс изготовления зенкеров (разверток)

На рисунке 5.4 представлен эскиз зенкера. На основе данного эскиза назовем технологический процесс изготовления зенкера.

1. Отрезная. Отрезка заготовки корпуса зенкера. Технологическое оборудование: лентопильный станок.

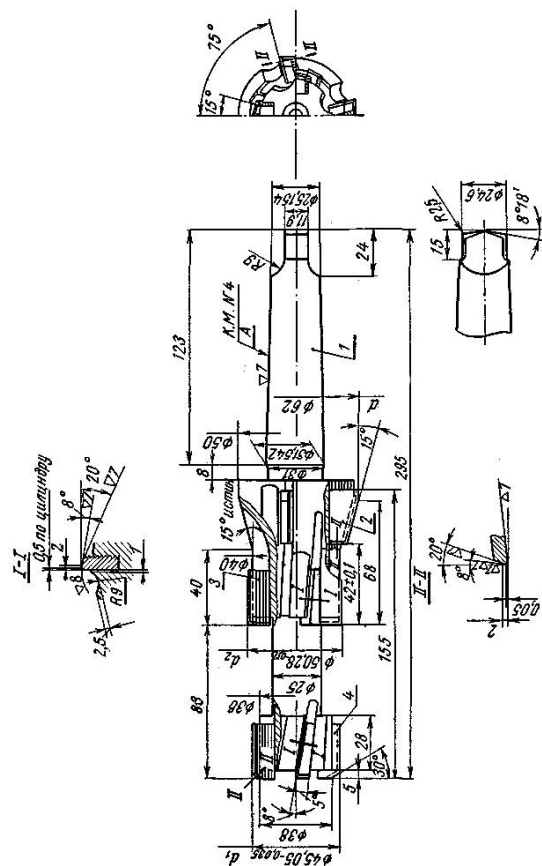
2. Штамповочная. Штамповка заготовки в размеры, близкие к размерам конечного изделия. Технологическое оборудование: гидравлический пресс.

3. Термическая. Отжиг заготовки после пластической обработки. Технологическое оборудование: печь шахтная.

4. Слесарная. Очистка окалины с поверхности заготовки. Технологическое оборудование: пескоструйный аппарат.

5. Правильная. Правка заготовки. Технологическое оборудование: кривошипный пресс

6. Токарная. Подготовка баз (подрезка торца, получение

[illegible]

1. Конус с уменьшением ф.ф. 45-50 0,06 на 100 мм длины
2. Выемки поверхности ст. и д. относительно поверхности А" не более 0,02
3. Центровые отклонения по СТ 3725
4. Размеры без допусков выдержать по 5 классу
5. Размеры канавок допуск выдержать по 6 классу

Рисунок 5.4 – Эскиз зенкера

центровых отверстий) для дальнейшей обработки. Технологическое оборудование: станок токарный.

7. Токарная. Обработка конуса хвостовика в размер с учетом припуска для дальнейшей обработки. Технологическое оборудование: токарно-копировальный автомат

8. Токарная. Обработка цилиндрической поверхности рабочей части корпуса, без обработки центральной канавки. Технологическое оборудование: токарно-копировальный автомат

9. Токарная. Подточка центральной канавки рабочей части.  
Технологическое оборудование: токарный станок.

10. Фрезерная. Фрезерование лапки хвостовика. Технологическое оборудование: горизонтально-фрезерный станок.

11. Фрезерная. Фрезеровать в размер стружкозавивающие канавки для ножа 3 и 4. Технологическое оборудование: горизонтально-фрезерный станок

12. Фрезерная. Фрезеровать пазы под быстрорежущие ножи 2 и 3. Технологическое оборудование: горизонтально-фрезерный станок.

13. Фрезерная. Фрезеровать пазы под углом  $8^0$  к оси детали под быстрорежущие ножи 4. Технологическое оборудование: горизонтально-фрезерный станок.

14. Фрезерная. Фрезеровать сторону паза под углом  $5^0$  к оси детали для быстрорежущего ножа 4. Технологическое оборудование: горизонтально-фрезерный станок.

15.Слесарная. Очистить заусенцы образовавшиеся при фрезеровании пазов. Технологическое оборудование: верстак слесарный.

16. Строгальная. Строгать rifления на стороне паза под нож 2. Технологическое оборудование: строгальный станок.

17. Строгальная. Строгать rifления на стороне паза под нож 3.  
Технологическое оборудование: строгальный станок

18.Строгальная. Строгать rifления на стороне паза под нож 4.  
Технологическое оборудование: строгальный станок

19. Слесарная. Очистить заусенцы образовавшиеся при строгании  
рифлений. Технологическое оборудование: верстак слесарный.

20. Термическая. Закалить и отпустить корпус зенкера. Слесарная. Технологическое оборудование: печь шахтная.

21.Шлифовальная. Шлифовать конус хвостовика в окончательный размер.

22.Сборочная. Собрать корпус зенкера и ножи из быстрорежущей стали.

23.Заточная. Заточить ножи 2, 3, 4 по внешней цилиндрической



образующей в соответствующий размер. Технологическое оборудование: станок круглошлифовальный.

24.Заточная. Заточка переднего угла ножей 2, 3, 4. Технологическое оборудование: станок универсально-заточной.

25.Заточная. Заточка заднего угла ножей 2, 3, 4 по двум плоскостям в углы  $8^0$  и  $20^0$ . Технологическое оборудование: станок универсально-заточной.

26.Заточная. Заточка заднего угла заборного конуса ножей 2 и 4 по двум плоскостям в углы  $8^0$  и  $20^0$ . Технологическое оборудование: станок универсально-заточной

### 5.3 Порядок выполнения работы

5.3.1. Ознакомится с теоретическим разделом данной работы.

5.3.2. Получить у преподавателя зенкер (развертку) и мерительный инструмент.

5.3.3. Разработать эскиз полученного зенкера (развертки) в котором отразить: все необходимые размеры, выноски и сечения, назначить технические требования к зенкеру (развертке). Если зенкер (развертка) является сборным, осуществить разборку и произвести эскизирование.

5.3.4. На разработанный эскиз предложить маршрутный технологический процесс, который свести в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Технологический процесс изготовления зенкера (развертки)

| Наименование операции | Эскиз обработки | Применяемое оборудование и приспособление | Режущий и мерительный инструмент | Режимы обработки |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1                     | 2               | 3                                         | 4                                | 5                |
|                       |                 |                                           |                                  |                  |

### 5.4 Содержание отчета практического занятия

5.4.1 Тема и цель работы.

5.4.2 Чертеж (эскиз) режущего инструмента.

5.4.3 Таблица 5.2.

5.4.4 Выводы по работе.

## 6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6 «ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФРЕЗ»

Цель работы: приобрести практические навыки разработки технологического процесса изготовления фрез.

### 6.1 Теоретический раздел

В инструментальном производстве находят широкое применение угловые фрезы для фрезерования прямых и винтовых стружечных канавок инструмента.

Фрезы имеют общие для данного вида инструмента части и элементы (рисунке 6.1). Поверхности зубьев фрезы, лежащих под определенными углами в пространстве, и значения этих углов, которые непосредственно влияют на процесс фрезерования, носят название геометрических параметров режущей части данного инструмента.

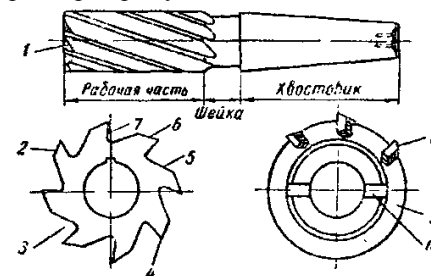


Рисунок 6.1 — Части и элементы фрезы

1 – торцовый зуб; 2 – зуб; 3 – канавка; 4 – режущая кромка; 5 – задняя поверхность; 6 – затылочная поверхность; 7 – передняя поверхность; 8 – вставной зуб; 9 – корпус; 10 – торцовый шпоночный паз.

Основными углами, характеризующими режущую часть зуба фрезы, являются (см. рисунок 6.2):  $\alpha_n$  — главный задний угол;  $\gamma$  — передний угол;  $\phi$  — главный угол в плане;  $\phi_1$  — вспомогательный угол в плане;  $\phi_0$  — угол переходной кромки;  $\alpha_1$  — задний угол торцовый;  $\lambda$  — угол наклона режущей кромки.

**Технические требования к фрезам.** Цельные фрезы и ножи сборных фрез изготавливают из быстрорежущей стали. Твердость цельных фрез и ножей должна быть HRC 62—64, корпусов фрез HRC 30—40 и клиньев HRC 40—50.

Корпуса сборных фрез выполняются из сталей 40X, 40 и 45,



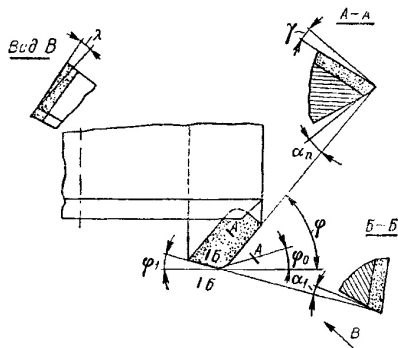


Рисунок 6.2 — Основные углы режущей части зуба фрезы

клинья — из сталей 40Х, У7, У8 или 45, а ножи, оснащенные пластинками твердых сплавов, — из стали У8. Хвостовики концевых фрез изготавливают из стали 45 или 50. Твердость цилиндрического хвостовика и торцевой части конического хвостовика должна быть HRC 30—40.

Для сборных конструкций стандартных фрез со вставными ножами требования к состоянию поверхностей следующие: на рабочей части ножей не должно быть обезуглероженных мест и мест с пониженной твердостью; передняя и задняя поверхности режущей части, а также поверхности торцов и посадочного отверстия фрез должны быть шлифованные.

Для передних и задних поверхностей режущей части шероховатость должна быть не ниже 7 или 8-го класса, поверхности опорных торцов и поверхности посадочного отверстия — не ниже 7-го класса. Для опорных поверхностей пазов корпуса и клиньев, а также задней и опорной поверхностей ножей шероховатость должна быть не ниже 6 или 7-го класса.

На ножах, клиньях и корпусах фрез не допускаются поверхностные трещины, выкрошенные места, заусенцы, прижоги, следы коррозии, а на шлифованных поверхностях — черновины и цвета побежалости.

Поверхности деталей фрез, не обработанные шлифованием, должны быть после термической обработки очищены.

Требования к точности изготовления ограничиваются отклонениями по размерам: наружных диаметров, ширины, общей длины диаметров посадочных отверстий и хвостовиков фрез.

Для наружных диаметров фрез (за исключением мерных) установлен 8-й класс точности ( $B_8$ ), для общей длины — 9-й класс ( $B_9$ ),

для внутренних диаметров посадочных отверстий — 2-й класс ( $A$ ), для диаметров цилиндрических хвостовиков — 3-й класс ( $C_3$ ).

Большое внимание необходимо уделить допускаемым величинам биения режущих кромок и опорных торцов. Так, например, биение опорных торцов насадных торцевых фрез при проверке на оправке не должно превышать 0,02 мм, а торцовое биение режущих кромок торцевых зубьев 0,03—0,04 мм.

**Быстрорежущие фрезы.** Для изготовления фрез применяют в основном быстрорежущую сталь P18. Эти фрезы дают высокую производительность при обработке сталей  $\sigma_b = 90—100$  кг/мм<sup>2</sup> и чугунов с твердостью HB 270—290.

Для обработки жаропрочных сплавов изготавливают фрезы из сталей P18Ф2К5, P10Ф5К5, P14Ф4, P9Ф5.

Твердость после термической обработки фрез из сталей P18 и P9 составляет HRC 62 — 64, а твердость фрез из кобальтованадиевых сталей — HRC 66—68.

Геометрические параметры фрез из быстрорежущей стали показаны на рисунке 6.3. Рекомендуемые величины параметров быстрорежущих фрез приведены в таблице 6.1 и 6.2.

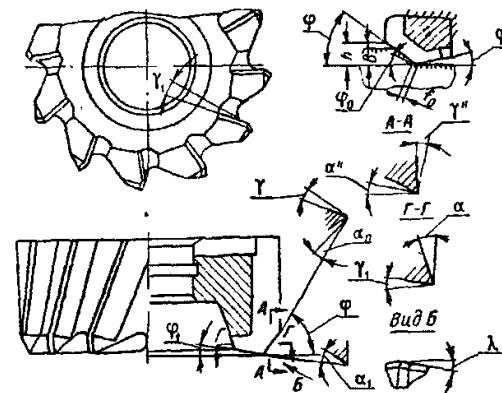


Рисунок 6.3 — Геометрические параметры быстрорежущих фрез

У фрез цилиндрических с углом наклона зубьев свыше 30° передний угол  $\gamma$  при обработке стали с  $\sigma_b < 60$  кг/мм<sup>2</sup> берется равным 15°. При обработке жаропрочных сталей торцевыми фрезами следует брать верхние значения передних углов, а при обработке концевыми и цилиндрическими — нижние и средние значения. На задней поверхности фрез при заточке необходимо оставлять ленточку



шириной не более 0,1 мм. Зубья у фрез концевых и отрезных пил затачивают без оставления ленточки.

Угловые быстрорежущие фрезы находят широкое применение в инструментальном производстве для фрезерования различных канавок у инструментов.

Если угловые фрезы работают в комплекте, то номинальные размеры диаметров фрез не должны превышать 0,2 мм, а шпоночный паз для каждой следующей фрезы в комплекте должен быть смещен на угол

$$\psi = \frac{360}{z\pi}$$

где  $z$  — число зубьев;

$n$  — число фрез в комплекте.

Наружный диаметр фрез выполняют с отклонением по  $B_8$  (ОСТ 1010). Биение опорных торцов должно быть не более 0,02 мм. Торцовое биение режущих кромок не более 0,05 мм. Радиальное биение для фрез диаметром до 63 мм двух смежных зубьев 0,025 мм и двух противоположных зубьев 0,04 мм, для фрез диаметром более 63 мм соответственно 0,03 и 0,05 мм.

Угловые фрезы изготавливают из быстрорежущей стали P18 твердостью HRC 62—64.

**Твердосплавные фрезы.** Изготавливаются следующие виды твердосплавных фрез: цилиндрические с винтовыми пластинками; торцовые насадные со вставными ножами; концевые, оснащенные коронками (ГОСТ 8720—58); шпоночные (ГОСТ 6396—59); дисковые трехсторонние со вставными ножами (ГОСТ 5348—60); дисковые двусторонние со вставными ножами (ГОСТ 6469—60). Наибольшее распространение имеют торцовые фрезы.

Различают торцовые фрезы с пластинками из твердых сплавов насадные и хвостовые. Зубья у фрез могут быть с напаянными пластинками, в виде вставных ножей с напаянными пластинками, с механическим креплением пластинок. Наиболее прогрессивными являются фрезы с механическим креплением пластинок.

Геометрические параметры торцовых фрез приведены в таблице 6.3.

Торцовые фрезы с механическим креплением пятигранных пластинок (рис. 6.4, а) изготавливают диаметром  $D = 63—200$  мм с числом зубьев  $z=5—12$  взамен фрез по ГОСТу 8529—57. Эти фрезы предназначены для обработки различных сталей и при снятии припусков до глубины резания  $t = 9$  мм.

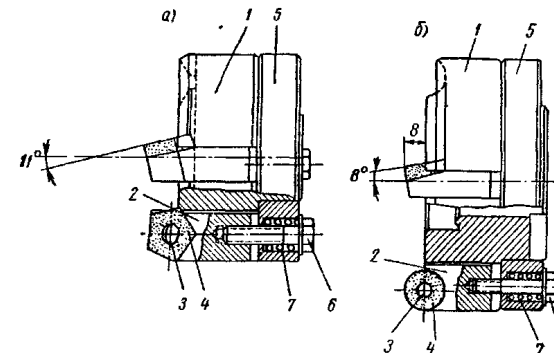


Рисунок 6.4 — Торцовая фреза с многогранными пластинками

Торцовые фрезы с механическим креплением круглых пластинок (рисунок 6.4, б) изготавливают диаметром  $D=50—160$  мм с числом зубьев  $z=0,1D$ ; они предназначены для полустовых и чистовых работ при снятии припуска не более 3—4 мм. Фрезы целесообразно применять при обработке прерывистых поверхностей и для снятия малых припусков, так как они имеют большое количество зубьев и малые углы в плане, что обеспечивает повышенную производительность и стойкость.

Геометрия режущей части фрез образуется соответствующим расположением пластинки относительно основных координатных осей корпуса.

Принятое расположение опорной поверхности под пластинку на державке ножа и ее положение в корпусе фрезы обеспечивают задние углы  $\alpha = 8—10^\circ$ , а передние  $\gamma = (-8^\circ) — (-10^\circ)$ . Для получения положительных передних углов пластинку затачивают вдоль лезвия по передней поверхности.

Торцовые фрезы с шестигранными пластинками предназначены для обработки деталей с припуском до 6 мм. При обработке труднообрабатываемых материалов целесообразно применять фрезы с главным углом в плане  $\phi = 40—45^\circ$  и вспомогательным  $\phi = 15—20^\circ$ .

Торцовые фрезы с четырехгранными пластинками могут снимать припуск до 12 мм; их целесообразно применять на мощных станках повышенной жесткости.

Фрезы дисковые со вставными ножами бывают трехсторонние и двусторонние; первые применяют для фрезерования пазов, а вторые — для плоскостей и уступов. Трехсторонние фрезы имеют ножи с попеременно чередующимся углом наклона  $10^\circ$ , у двусторонних фрез ножи располагаются в одном направлении с углом наклона  $10^\circ$ .



Таблица 6.1 – Геометрические параметры режущей части фрез из стали Р6М5

| Обрабатываемый материал           |                             | Фреза торцовая, цилиндрическая, дисковая, концевая | Фреза дисковая, пазовая и отрезная |                     | Фреза фасонная и угловая |                        |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|                                   |                             |                                                    | $B \leq 3$                         | $B \geq 3$          | Для черновой обработки   | Для чистовой обработки |
|                                   |                             |                                                    | Передний угол $\gamma$ , град      |                     |                          |                        |
| Сталь углеродистая и легированная | $\sigma_B = 600$ МПа        | 20                                                 | 2                                  | 10                  | 15                       | 10                     |
|                                   | $\sigma_B = 600 - 1000$ МПа | 15                                                 | 5                                  | 10                  | 15                       | 5                      |
|                                   | $\sigma_B > 1000$ МПа       | 10                                                 | 5                                  | 10                  | 10                       | 5                      |
| Сталь жаропрочная                 |                             | 12-20                                              | –                                  | –                   | 5                        | –                      |
| Чугун серый                       | HB $\leq$ 150               | 15                                                 | 5                                  | 10                  | 15                       | 5                      |
|                                   | HB $\geq$ 150               | 10                                                 | 5                                  | 10                  | 10                       | 5                      |
| Медный сплав                      |                             | 10                                                 | 5                                  | 10                  | 10                       | 5                      |
| Тип фрезы                         |                             | Задний угол, град                                  |                                    |                     |                          |                        |
|                                   |                             | нормальный $\alpha_n$                              |                                    | торцовый $\alpha_1$ |                          |                        |
| Торцовая и цилиндрическая         | с мелкими зубьями           | 16                                                 |                                    | 8                   |                          |                        |
|                                   | со вставными ножами         | 12                                                 |                                    | 8                   |                          |                        |
| Дисковая пазовая и отрезная       |                             | 20                                                 |                                    | –                   |                          |                        |
| Дисковая трехсторонняя            | цельная                     | 20                                                 |                                    | 6                   |                          |                        |
|                                   | со вставными ножами         | 16                                                 |                                    | 6                   |                          |                        |
| Концевая                          |                             | 14                                                 |                                    | –                   |                          |                        |
| Прорезная (шлицевая)              |                             | 30                                                 |                                    | –                   |                          |                        |
| Фасонная и угловая                | с незатылованным зубом      | 16                                                 |                                    | 8                   |                          |                        |
|                                   | с затылованным зубом        | 12                                                 |                                    | –                   |                          |                        |

Продолжение таблицы 6.1

| Типы фрез                            |                     | Угол в плане и угол переходной кромки, град |                          |                                 |                                               |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                      |                     | Главный $\phi$                              | Вспомогательный $\phi_1$ | Угол переходной кромки $\phi_2$ | Длина переходной кромки (или радиус) $f$ , мм |
| Торцовая для сталей и медных сплавов | со вставными ножами | 45–60                                       | 1–2                      | –                               | –                                             |
|                                      | цельная             | 90                                          | 1–2                      | 45                              | 1–2                                           |
| Торцовая для жаропрочных сталей      |                     | 30–60                                       | 10                       | –                               | 1                                             |
| Концевая                             |                     | –                                           | 3                        | 45                              | 0,5–1                                         |
| Дисковая                             | трехсторонняя       | –                                           | 1–2                      | 45                              | 1–1,5                                         |
|                                      | пазовая             | –                                           | 1–2                      | –                               | –                                             |
| Прорезная (шлицевая)                 |                     | –                                           | 15'–1°30'                | –                               | –                                             |
| Отрезная (шириной свыше 3 мм)        |                     | –                                           | 15'–1                    | 45                              | 0,5                                           |

Таблица 6.2 – рекомендуемые значения угла наклона винтовых канавок быстрорежущих фрез

| Типы фрез      |                                            | Угол $\omega_1$ , град |
|----------------|--------------------------------------------|------------------------|
| Цилиндрические | с крупными зубьями                         | 40                     |
|                | с мелкими зубьями                          | 30–35                  |
|                | со вставными ножами                        | 20–45                  |
| Концевые       |                                            | 30–45                  |
| Шпоночные      |                                            | 15–25                  |
| Дисковые       | двухсторонние                              |                        |
|                | трехсторонние                              |                        |
|                | трехсторонние с разнонаправленными зубьями |                        |



Продолжение таблицы 6.2

|          |                                                               |               |
|----------|---------------------------------------------------------------|---------------|
|          | трехсторонние сборные при ширине фрезы:<br>B>15 мм<br>B<15 мм | 12–15<br>8–10 |
| Торцовые | цельные                                                       | 25–40         |
|          | со вставными ножами                                           | 10            |

Таблица 6.3 – Геометрические параметры торцовых твердосплавных фрез, град

| Обрабатываемый материал        | Углы в плане   |                            |                          | Задние углы      |                            | Передний угол $\gamma$ | Угол наклона режущей кромки $\lambda$ | Радиус при вершине, мм |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
|                                | главный $\phi$ | Переходной кромки $\phi_2$ | Вспомогательной $\phi_1$ | главный $\alpha$ | вспомогательный $\alpha_1$ |                        |                                       |                        |
| Стали:<br>$\sigma_B < 800$ МПа |                |                            |                          |                  |                            | +5                     |                                       |                        |
| $\sigma_B = 800 - 1200$ МПа    | 15–60          | $\frac{\phi}{2}$           | 5                        | 15               | 15                         | -10                    | 10                                    | –                      |
| $\sigma_B > 1200$ МПа          |                |                            |                          | 20               | 20                         | -20                    |                                       |                        |
| Стали жаропрочные              | 30–60          | –                          | 15                       | 12               | 12                         | (+8)–(+5)              | 10–15                                 | 1                      |

Продолжение таблицы 6.3

|              |       |                  |   |    |    |    |   |   |
|--------------|-------|------------------|---|----|----|----|---|---|
| Чугун серый  | 15–60 | $\frac{\phi}{2}$ | 5 | 15 | 15 | +5 | 0 | – |
| Чугун ковкий | 60    | $\frac{\phi}{2}$ | 2 | 6  | 6  | +7 | 0 | – |

Геометрические параметры дисковых твердосплавных фрез приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Геометрические параметры дисковых твердосплавных фрез

| Обрабатываемый материал                                                                       | Задние углы                |                                    |                                      | передний угол $\gamma$ | Угол наклона зуба $\omega$ | Вспомогательный угол наклона зуба $\phi_1$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
|                                                                                               | на периферии зуба $\alpha$ | На боковой стороне зуба $\alpha_1$ | на переходной кромке $\alpha_{\phi}$ |                        |                            |                                            |
| Стали конструкционные углеродистые, легированные, $\sigma_B < 800$ МПа                        | 20                         | 4                                  | 20                                   | –5                     | –                          | –                                          |
| Стали конструкционные и легированные:<br>$\sigma_B = 800 - 1200$ МПа<br>$\sigma_B > 1200$ МПа | 20–25<br>20–25             | 4<br>4                             | 20–25<br>20–25                       | –10<br>–10             | 5–10<br>5–10               | 2–5<br>2–5                                 |
| Чугун серый                                                                                   | 10–15                      | 4                                  | 10–15                                | +5                     | 4–10                       | 2–2                                        |



## 6.2 Маршрутный технологический процесс изготовления фрез

На рисунке 6.5 представлен эскиз корпуса фрезы. На основе данного эскиза назовем технологический процесс изготовления корпуса фрезы.

1. Заготовительная. Ковка заготовки. Технологическое оборудование: кривошипный молот
2. Термическая. Отжиг заготовки. Технологическое оборудование: печь шахтная
3. Токарная. Обработка отверстия и подрезка одного торца с одной стороны. Технологическое оборудование: станок токарный или револьверный;
4. Токарная. Подрезка другого торца и предварительная обработка наружной поверхности до диаметра  $D_1$ . Технологическое оборудование: токарный станок. Приспособление: разжимная оправка;
5. Токарная. Расточка выточки  $d_1$  с соблюдением размера  $l_1$  с двух сторон; Технологическое оборудование: токарный станок с закреплением детали в патроне;
6. Токарная. Чистовая обработка наружной поверхности, снятие фасок и подрезка на размер  $b_1$ . Технологическое оборудование: токарный станок. Приспособление: разжимная оправка;
7. Протяжная. Протягивание шпоночного паза. Технологическое оборудование: горизонтально-протяжной станок;
8. Слесарная. Снятие фасок на двух торцах шпоночного паза и заусенцев вдоль шпоночного паза. Технологическое оборудование: верстак слесарный;
9. Маркировочная. Маркировка корпуса;
10. Фрезерная. Фрезерование клиновидных пазов для ножей ( $k \times h$ ). Технологическое оборудование: горизонтально-фрезерный станок. Приспособление: делительная головка;
11. Фрезерная. Фрезерование площадок под винты. Технологическое оборудование: горизонтально-фрезерный станок. Приспособление: делительная головка;
12. Слесарная. Зачистка заусенцев и снятие фасок по площадкам с двух сторон. Технологическое оборудование: верстак слесарный;
13. Сверлильная. Сверление отверстий  $d_3$  под резьбу и нарезание резьбы. Технологическое оборудование: вертикально-сверлильный станок;
14. Протяжная. Протягивание рифлений. Технологическое оборудование: горизонтально-протяжной станок. Приспособление: специальное;

15. Термическая. Термическая обработка (закалка, отпуск) до твердости HRC 30-40. Технологическое оборудование: печь
16. Слесарная. Прогонка резьбы. Технологическое оборудование: верстак слесарный
17. Шлифовальная. Шлифование отверстия диаметром  $d$  и торцов  $b_2$ . Технологическое оборудование: универсально-шлифовальный станок;
18. Притирочная. Притирка конуса для крепления ножей под углом  $5^\circ \pm 10'$

Затем корпуса фрез поступают на сборку, заточку и доводку

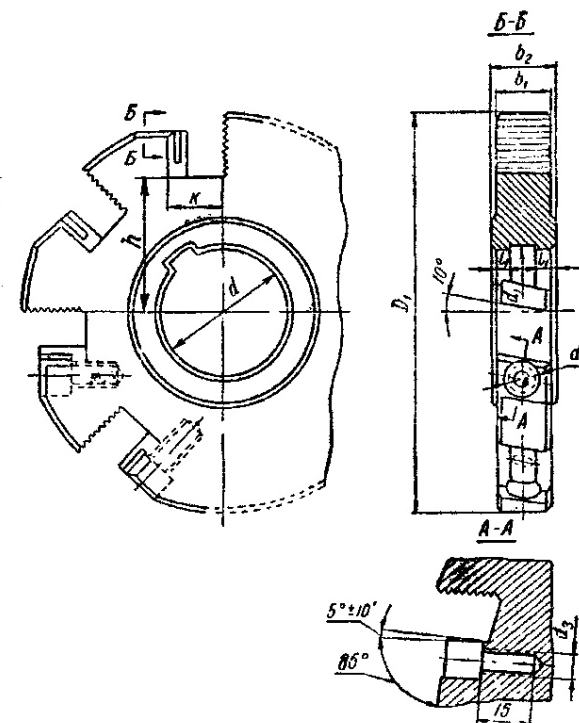


Рисунок 6.5 — Корпус фрезы

## 6.3 Порядок выполнения работы

- 6.3.1. Ознакомится с теоретическим разделом данной работы.
- 6.3.2. Получить у преподавателя фрезу и мерительный инструмент.



6.3.3. Разработать эскиз полученной фрезы в котором отразить: все необходимые размеры, выноски и сечения, назначить технические требования к фрезе. Если фреза является сборной, осуществить разборку и произвести эскизирование.

6.3.4. На разработанный эскиз предложить маршрутный технологический процесс, который свести в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – маршрутный технологический процесс

| Наименование операции | Эскиз обработки | Применяемое оборудование и приспособления | Режущий и мерительный инструмент | Режимы обработки |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1                     | 2               | 3                                         | 4                                | 5                |
|                       |                 |                                           |                                  |                  |

#### 6.4 Содержание отчета практического занятия

6.4.1 Тема и цель работы.

6.4.2 Чертёж (эскиз) режущего инструмента.

6.4.3 Таблица 6.5.

6.4.4 Выводы по работе.

## 7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7 «ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА»

Цель работы: приобрести практические навыки разработки технологического процесса изготовления зубообрабатывающего инструмента на примере долбяка.

### 7.1 Теоретический раздел

Долбяки предназначены для обработки прямозубых колес, а также косозубых и шевронных колес. По конструкции долбяки делятся на дисковые (рисунок 7.1, а); хвостовые (рисунок 7.1, б); чашечные (рисунок 7.1, в); втулочные (рисунок 7.1, г); сборные с привернутыми зубьями (рисунок 7.1, д) и комбинированные.

Дисковый долбяк для обработки прямозубых колес приведен на рисунке 7.2. Долбяк имеет внешнюю 1 и внутреннюю 2 опорные поверхности, переднюю поверхность 3, скос или фаску 4, режущую часть с зубьями 5, отверстие 6 для крепления долбяка, хвостовик (только у хвостового долбяка), крепежную резьбу (только у втулочного долбяка), шейку (только у хвостовых и втулочных долбяков). К элементам долбяка относятся: модуль  $m$ ; угол зацепления  $\alpha_d$  (на делительной окружности долбяка); число зубьев долбяка  $z$ ; расстояние  $a$  до расчетного сечения; задний угол  $\alpha_b$  на вершинах зубьев; диаметр  $d$  отверстия; ширина  $b$  ступицы; передний угол  $\gamma$ .

Долбяк представляет собой зубчатое колесо, но в отличие от последнего он имеет задний угол  $\alpha_b$ , и поэтому диаметры долбяка в сечениях на различном расстоянии от торца различны.

В любом сечении профиль зуба эвольвентного долбяка должен быть очерчен по эвольвенте. Для долбяка принимается определенное сечение, отстоящее от торца на расстоянии  $a$ . В этом сечении элементы долбяка соответствуют элементам зуба колеса. Но долбяк по мере затупления его кромок необходимо перетачивать по передней поверхности, а эвольвентный профиль не должен изменяться в любом его сечении. Неизменность эвольвентного профиля долбяка достигается, когда боковые поверхности зубьев долбяка будут представлять собой винтовые эвольвентные поверхности.



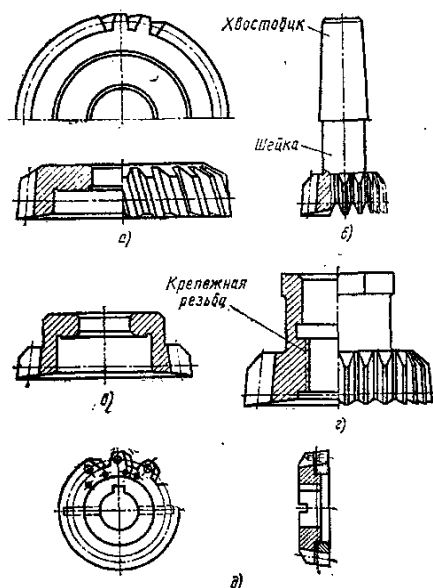


Рисунок 7.1 – Типы долбяков

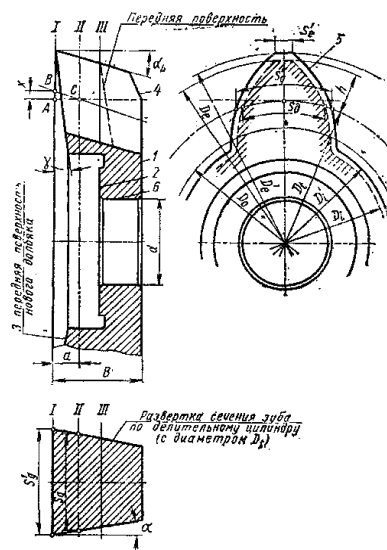


Рисунок 7.2 – Конструктивные элементы дискового долбяка

Получили распространение чистовые зуборезные долбяки со следующими размерами делительного диаметра: 25, 38, 50, 75, 100, 125, 160 и 200 мм. Существуют долбяки и с большим делительным диаметром, но для применения таких долбяков необходимы крупные станки.

Задний угол  $\alpha_b$  на вершине долбяка принимается обычно  $6^\circ$  при  $20^\circ$ -ном зацеплении.

По исследованиям В. М. Матюшина, задний угол  $\alpha_b$  следует увеличить до  $9^\circ$ , а передний угол  $\gamma$  увеличить до  $12 - 17^\circ$ , тогда стойкость долбяков возрастает.

Для обработки косозубых колес применяют косозубые долбяки с углом наклона зубьев  $\beta = 15$  и  $23^\circ$ .

Долбяк для косозубых колес (рисунок 7.3), аналогично долбяку для колес с прямыми зубьями, имеет передний и задний углы.

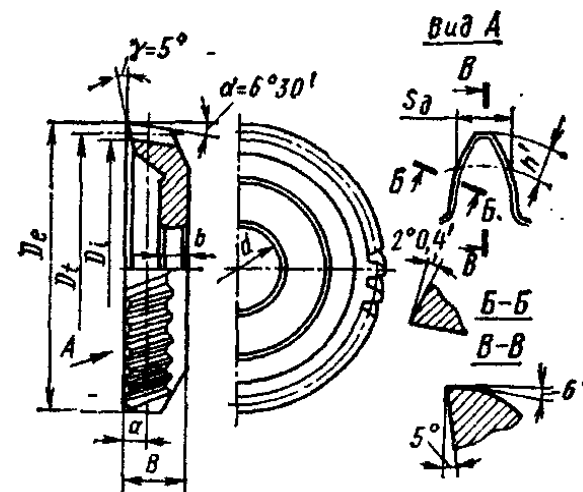


Рисунок 7.3 – Долбяк для косозубых колес

Существует две конструкции долбяков для косозубых колес, которые отличаются формой зуба (рисунок 7.3). У долбяков I типа для улучшения условий резания передняя поверхность затачивается с правой стороны и притупляется — с левой. Долбяк II типа затачивается в плоскости, нормальной винтовой линии производящей поверхности. Это нормальное сечение называется исходным нормальным сечением.



Передняя поверхность зуба долбяка в данном случае затачивается отдельно у каждого зуба, и углы резания делаются на обеих сторонах зуба одинаковыми

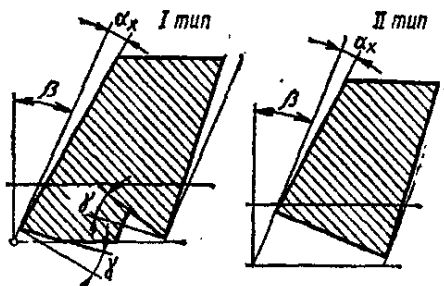


Рисунок 7.4 – Форма заточки долбяков для косозубых колес

Зуборезные долбяки средних модулей с напаянными твердосплавными пластинками из сплавов ВК15, ВК12Та, ТТ7К12 или в виде зубчатого твердосплавного венца используются при нарезании колес из легированных сталей (12ХНЗА, 38ХМЮА и др.) при получистовой и чистовой обработке. При этом достигается повышение производительности процесса зубодолбления в 3—4 раза по сравнению с долбяками из стали Р18 за счет повышения скорости резания до 50 м/мин.

Долбяк затачивают по передней поверхности. Схема установки долбяка относительно шлифовального круга показана на рисунке 7.5. Заточка производится на универсальном круглошлифовальном или на плоскошлифовальном станке с круглым патроном и горизонтальной осью вращения патрона.

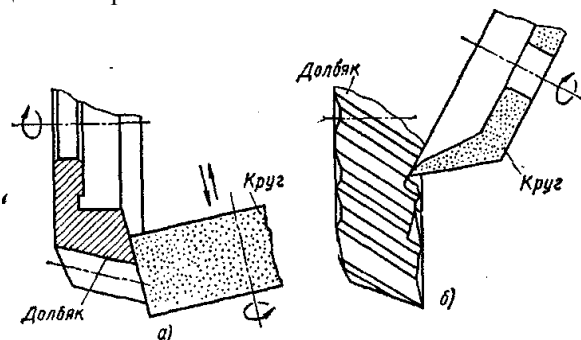


Рисунок 7.5 – Схема заточки дискового долбяка:  
а – прямогозубого; б – косозубого.

Для получения качественной передней поверхности долбяка шлифовальный круг должен, кроме вращения вокруг своей оси, иметь также возвратно-поступательное движение в направлении, показанном стрелками. Передний угол  $\gamma$  принимается равным  $5^\circ$  у чистовых и  $10^\circ$  у черновых долбяков. Долбяки для шевронных и косозубых колес затачиваются так, чтобы каждый зуб долбяка имел одинаковый узел заострения на обеих сторонах, например, как показано на рисунке 7.5, б.

## 7.2 Маршрутный технологический процесс изготовления долбяка

Технологический процесс изготовления долбяка состоит из следующих операций:

1. Заготовительной – отрезка заготовки.
2. Заготовительная – ковка или штамповка заготовки приближающая ее форму к окончательной и улучшающая структуру металла.
3. Токарная – черновая обработка поверхностей заготовки.
4. Токарная – чистовая обработка поверхностей заготовки.
5. Фрезерная – нарезают зубья долбяка.
6. Маркировочная.
7. Термическая – производят закалку заготовки.
8. Слесарная – убирают окалину с поверхности заготовки посредством дробеструйной обработки.
9. Шлифовальная – шлифуют ленточку на переднем торце (технологическая необходимость).
10. Шлифовальная – шлифование заднего опорного торца (технологическая необходимость).
11. Шлифовальная – шлифование центрального отверстия долбяка; шлифование внутреннего торца долбяка.
13. Шлифовальная – шлифуют зубья долбяка.
14. Шлифовальная – шлифуют заднюю поверхность по вершинам зубьев.
15. Шлифовальная – шлифуют переднюю поверхность зубьев.
16. Шлифовальная – шлифуют радиусы по вершинам зубьев.
17. Маркировочная.
18. Заточная – затачивают зубья долбяка по передней поверхности.



### 7.3 Порядок выполнения работы

7.3.1. Ознакомится с теоретическим разделом данной работы.

7.3.2. Получить у преподавателя долбяк и мерительный инструмент.

7.3.3. Разработать эскиз полученного долбяка в котором отразить: все необходимые размеры, выноски и сечения, назначить технические требования к долбяку.

7.3.4. На разработанный эскиз предложить маршрутный технологический процесс, который свести в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Маршрутный технологический процесс

| Наименование операции | Эскиз обработки | Применяемое оборудование и приспособления | Режущий и мерительный инструмент | Режимы обработки |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1                     | 2               | 3                                         | 4                                | 5                |
|                       |                 |                                           |                                  |                  |

### 7.4 Содержание отчета практического занятия

7.4.1 Тема и цель работы.

7.4.2 Чертёж (эскиз) режущего инструмента.

7.4.3 Таблица 7.1.

7.4.4 Выводы по работе.

## 8. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8 «ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ»

Цель работы: приобрести практические навыки разработки технологического процесса изготовления абразивного инструмента на примере шлифовальных кругов.

### 8.1 Теоретический раздел

Шлифовальный круг представляет собой пористое твердое тело, состоящее из зерен абразивного материала сцементированных друг с другом с помощью специальных связующих веществ. Наиболее часто шлифовальные круги представляют собой тела вращения, имеющие различные размеры и профили в осевом сечении (рисунок 8.1).

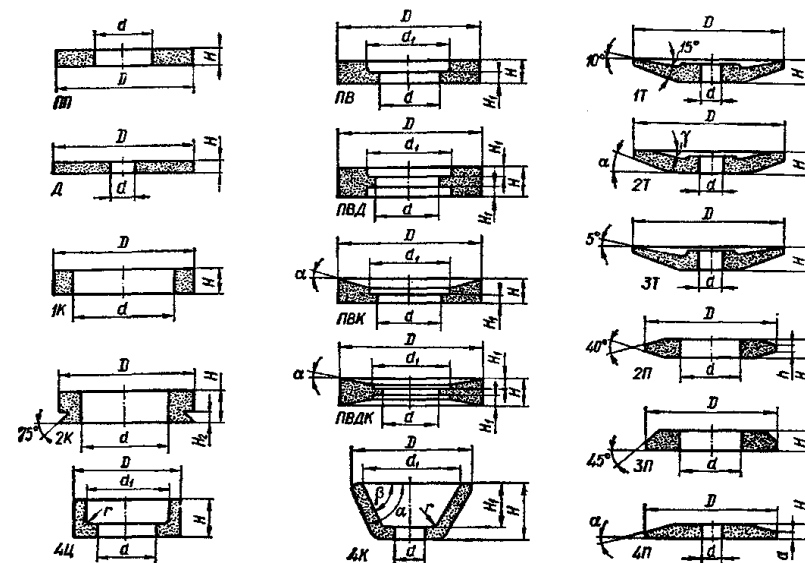


Рисунок 8.1 – Типы шлифовальных кругов

Основными характеристиками рассматриваемых шлифовальных инструментов являются: материал абразивного зерна, его зернистость, связка, твердость и структура.



При изготовлении шлифовальных кругов в основном используются зерна электрокорунда и карбида кремния. Электрокорунд применяют при обработке материалов с высоким сопротивлением разрыву (сталей), а карбид кремния — для материалов с низким сопротивлением разрыву (чугуна, бронзового литья). Зеленый карбид кремния используется при шлифовании твердых сплавов.

При установлении характеристики круга выбор зернистости абразивных зерен зависит главным образом от вида, точности и качества обработки, свойств обрабатываемого материала и формы поверхности детали.

Круги с более крупным зерном применяются на мощных станках при снятии больших припусков, при большой площади соприкосновения круга с обрабатываемой деталью, а также при обработке таких материалов как латунь, медь, где имеется повышенная опасность засаливания круга. Круги с более мелким зерном употребляются при высоких требованиях к чистоте поверхности, при профильном шлифовании, а также при обработке закаленных сталей и твердых сплавов.

Соединение абразивных зерен в целое тело производится с помощью связок, которые подразделяются на органические (бакелитовая, глифталевая и вулканитовая) и неорганические (керамическая, магнезиальная, силикатовая).

Бакелитовая связка готовится на основе бакелита (искусственной смолы) и формалина. Круги на этой связке обладают высокой прочностью и упругостью, допускают большие окружные скорости. Бакелитовая связка оказывает полирующее действие, что уменьшает шероховатость поверхности; по сравнению с другими связками она меньше нагревает обрабатываемые изделия.

Вулканитовая связка состоит из искусственного каучука с вулканизирующими добавками. Абразивные инструменты на вулканитовой связке имеют большую упругость и плотность, обладают повышенным полирующим действием, по сравнению с инструментами на бакелитовой связке, но они менее прочны и теплостойки.

Известны полировальные абразивные инструменты с порошковой связкой на основе вспененных синтетических смол. Инструменты обладают высокой пористостью, что препятствует их засаливанию, а повышенная эластичность связки позволяет обрабатывать ими поверхности деталей сложного профиля.

Керамическая связка является самой распространенной. На керамической связке можно получить круги почти для всех видов шлифования. Эта связка огнеупорна, водостойка, обладает химической

стойкостью, имеет относительно высокую прочность. Инструменты на керамической связке чувствительны к ударам и изгибающим нагрузкам и поэтому не могут использоваться при обрезке и прорезке узких пазов.

Керамическую связку готовят из огнеупорной глины, полевого шпата, кварца, талька, мела, жидкого стекла и других веществ, взятых в определенных пропорциях.

Керамические связки разделяются на плавящиеся (стекловидные) и спекающиеся (фарфоровидные). Первые используются при изготовлении электрокорундовых кругов, а вторые — кругов из карбида кремния.

Силикатная связка (С) готовится из жидкого стекла, глины, мела и т. п. Инструменты на этой связке работают с малым нагревом деталей и имеют преимущества при тех операциях, где нагрев деталей недопустим. Эта связка используется редко.

Твердость абразивного инструмента характеризует способность связки сопротивляться вырыванию абразивных зерен с рабочей поверхности под влиянием внешних сил. По степени твердости абразивный инструмент подразделяется на ряд групп:

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| мягкий              | M1, M2, M3    |
| среднемягкий        | CM1, CM2      |
| средний             | CI, C2        |
| средне-твердый      | CT1, CT2, CT3 |
| твердый             | T1, T2        |
| весьма твердый      | BT1, BT2      |
| чрезвычайно твердый | CT1, CT2      |

Твердость абразивных инструментов зависит от количества и качества связки, вида абразивного материала, степени шероховатости и конфигурации абразивных зерен и технологического процесса изготовления.

Структура круга характеризует соотношение между объемом абразивных зерен, связки и пор в теле инструмента. Принято обозначать структуры кругов номерами. Чем меньше номер структуры, тем больше плотность расположения зерен. В структуре № 1 объемное содержание зерна составляет 60%. Каждый последующий номер структуры имеет объемное содержание зерен на 2% меньше предыдущего номера.

Структуры от нулевого до третьего номера относят к плотным. Они имеют наиболее высокое содержание абразивных зерен.



Структуры от 4 до 8 номера включительно называют среднеплотными от 9 номера до 12 — открытыми. Бывают и более высокие номера структур у высокопористых кругов. Открытая структура обеспечивает большое расстояние между абразивными зёрнами, лучший отвод стружки и позволяет работать на повышенных режимах. Однако круги открытой структуры обладают меньшей прочностью.

В процессе шлифования круг периодически правится для удаления затупившихся зёрен и сохранения требуемой формы профиля. Правка производится алмазами, закрепленными в специальные оправки, алмазными карандашами, состоящими из алмазных зёрен и металлической связки, кругами из карбида кремния, твердосплавными дисками либо чугунными и стальными гофрированными дисками.

## 8.2. Маршрутный технологический процесс изготовления шлифовального круга

Ниже приведен пример маршрутного технологического процесса изготовления шлифовального круга с керамической связкой:

1. Дозирование. Осуществляется дозирование абразивного зёрна, связки и увлажнителя. От точности дозирования зависит во многом качество инструментов. Изменение количества связки на 1,5% меняет твердость изделия на одну степень.

2. Смешивание. Производится смешивание абразивного зёрна, связки и увлажнителя (часто, данная и предыдущая операции совмещены). Смешивание может быть выполнено в смесительных агрегатах и шаровых мельницах. Крупнозернистые абразивные формовочные массы приготавливают в специальных лопастных смесительных машинах с вращающейся чашей. Мелкозернистые абразивные массы смешивают всухую в шаровых мельницах, поверхность которых футеруется керамическими плитами. Время смешивания в зависимости от размера абразива составляет от 0,5 до 5 ч (от крупных к мелким зернистостям).

3. Формование. Формованием получают заготовки (брикеты) инструментов, близкие по форме и размерам к готовому изделию с равномерной плотностью по всему объёму. При формовании абразивных изделий предусматриваются припуски на механическую обработку после обжига. Для кругов диаметром 100 — 1100 мм припуск по высоте составляет 2 — 15 мм, по диаметру 1 — 10 мм. В некоторых случаях, например при изготовлении небольших кругов,

применяют формование в размер без припусков на обработку. Существует два метода формования абразивных изделий: шликерное литье и прессование. Прессование заготовок в пресс-формах на гидравлических или механических прессах и формовочных агрегатах имеет существенные преимущества перед литьем. В этом случае используются полусухие формовочные массы и удаление влаги из них не представляет затруднений. Точность заготовок, получаемых в пресс-формах, значительно выше, чем при литье, легко регулируется структура инструмента. Поэтому прессование в настоящее время практически вытеснило литье даже при изготовлении крупногабаритных инструментов.

4. Термическая обработка. Прочность брикета абразивного инструмента значительно увеличивается после термической обработки в результате физических, химических и структурных изменений, происходящих в керамических отформованных телах при нагреве. Процесс термической обработки брикетов разделяется на два этапа: сушку и обжиг. Во время сушки удаляется несвязанная вода, затвердевает клеящий увлажнитель и изделие приобретает прочность, достаточную для укладки в стопки на вагонетки, на которых производится обжиг изделий. Обжиг придает изделию окончательные физико-механические свойства.

5. Механическая обработка. Механическая обработка абразивных изделий может производиться после сушки и после обжига. Однако в основном механическая обработка производится после обжига, что обусловлено невозможностью получения точных геометрических форм и размеров кругов при прессовании и обжиге в свободном состоянии; наличием на поверхности изделия «корочки» — слоя, состав и твердость которого значительно отличаются от заданного; необходимостью балансировки крупных изделий, а в связи с этим удалением неуравновешенных масс. Инструменты на керамической связке обрабатывают из токарных, плоскошлифовальных, торцешлифовальных, сверлильных и других станках с применением несвязанного чугунного и абразивного зёрна, конических резцов из инструментальной стали, шлифовальных крупнозернистых абразивных кругов и алмазных инструментов. По технологическому признаку различают обработку плоских, наружных, внутренних и фасонных поверхностей.

6. Контроль. Осуществляется контроль физико-механических и геометрических параметров инструмента.



### 8.3 Порядок выполнения работы

8.3.1. Ознакомится с теоретическим разделом данной работы.

8.3.2. Получить у преподавателя шлифовальный круг и мерительный инструмент.

8.3.3. Разработать эскиз полученного шлифовального круга в котором отразить: все необходимые размеры, выноски и сечения, назначить технические требования. Раскрыть основные характеристики круга по его марке.

8.3.4. На разработанный эскиз предложить маршрутный технологический процесс, который свести в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Маршрутный технологический процесс

| Наименование операции | Эскиз обработки | Применяемое оборудование и приспособления | Режущий и мерительный инструмент | Режимы обработки |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1                     | 2               | 3                                         | 4                                | 5                |
|                       |                 |                                           |                                  |                  |

### 8.4 Содержание отчета практического занятия

8.4.1 Тема и цель работы.

8.4.2 Чертёж (эскиз) режущего инструмента.

8.4.3 Таблица 8.1.

8.4.4 Выводы по работе.

### Библиографический список

1. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов: учеб. пособие для студентов втузов, обучающихся по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»/ М.М. Палей – М: Машиностроение, 1982. – 256с.
2. Технология изготовления режущего инструмента/ А.И. Барсов [и др]. – М: Машиностроение, 1979. – 136с.
3. Карманный справочник технолога-инструментальщика/ И.Г. Космачев. – М: Машиностроение, 1970. – 264с.
4. Справочник слесаря-инструментальщика/ В.И. Башкин. - 3-е изд., испр. - М.: Высш. шк. : Академия, 2000. - 208 с.
5. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента: учебн. пособие для техникумов по специальности «Производство абразивного и алмазного инструмента»/ Ю.М. Ковальчук [ и др].; под общей редакцией Ю.М. Ковальчука. – М: Машиностроение, 1984. – 288с.

Заказ № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009. Тираж \_\_\_\_\_ экз.  
Изд-во СевНТУ

