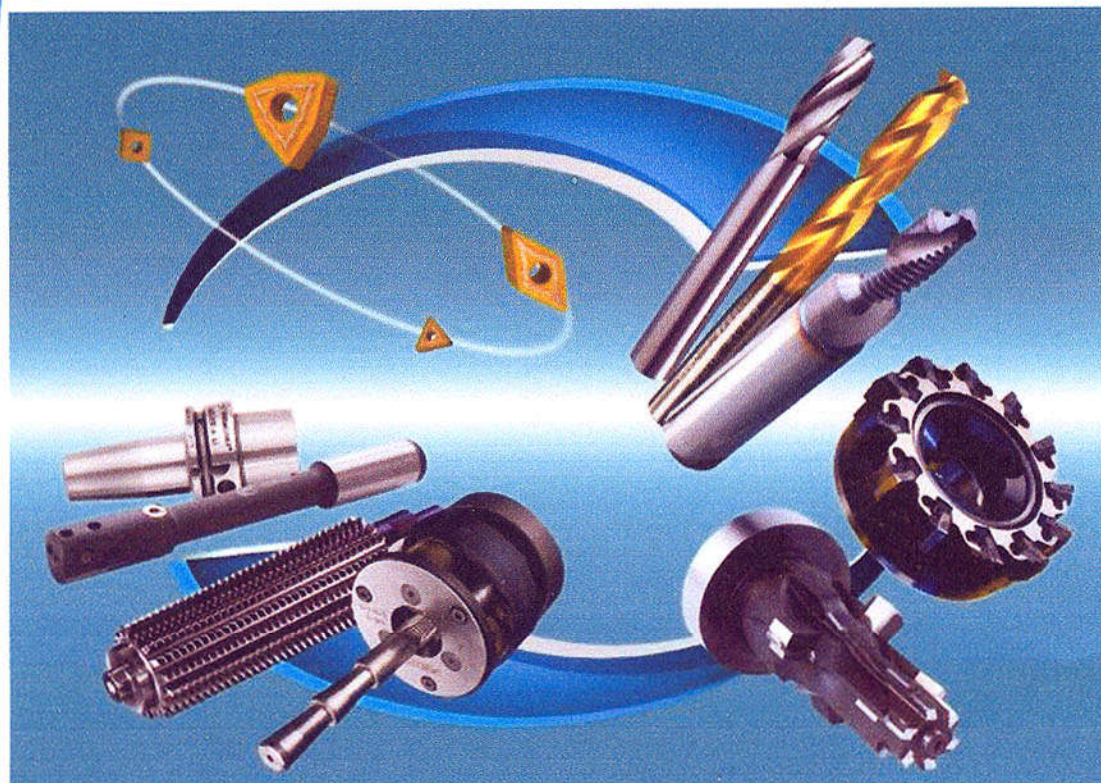


государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение Свердловской области
Ирбитский мотоциклетный техникум» (ГАПОУ СО «ИМТ»)

учебная дисциплина



Проектирование режущих инструментов

КОНСПЕКТЫ ЛЕКЦИЙ

и

УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов

специальности 15.02.08. Технология машиностроения
(базовый уровень среднего профессионального образования)

«Конспекты лекций и учебные задания по учебной дисциплине ОП 21. Проектирование режущих инструментов» - электронное учебное пособие для студентов специальности 15.02.08 Технология машиностроения (базовый уровень среднего профессионального образования)

Составитель: С.А. Катцина— преподаватель ГАПОУ СО «ИМТ».

Конспекты лекций и учебные задания по учебной дисциплине Проектирование режущих инструментов» - электронное учебное пособие для организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов в рамках освоения основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования —программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.08 Технология машиностроения в части учебной дисциплины ОП 21 Проектирование режущих инструментов.

Учебное пособие содержит лекционный материал учебной дисциплины ОП. 21 Проектирование режущих инструментов в соответствии с рабочей программой, требования к результатам освоения дисциплины, рекомендуемые образовательные ресурсы, вопросы и учебные задания, контролирующие усвоение изученного материала.

ВВЕДЕНИЕ –

Студенту, кратко об учебной дисциплине

Учебная дисциплина *ОП. 21 Проектирование режущих инструментов* входит в вариативную часть программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.08. Технология машиностроения государственного автономного профессионального образовательного учреждения Свердловской области «Ирбитский мотоциклетный техникум» и принадлежит к числу общепрофессиональных дисциплин в составе профессионального цикла

Содержание учебной дисциплины имеет практическую направленность подготовки выпускника – Техника к конструкторско-технологической деятельности, в части проектирования изделий средней сложности основного и вспомогательного производства.

Программа дисциплины *Проектирование режущих инструментов* предусматривает изучение:

- теоретических основ конструирования типовых режущих лезвийных инструментов, наиболее широко применяемых в машиностроении;
- методики расчёта режущих инструментов;
- правил оформления рабочих чертежей режущих инструментов;
- технических требований на изготовление режущих инструментов и оформление их в конструкторском чертеже.

Содержание учебной дисциплины *Проектирование режущих инструментов* непрерывно связано с дисциплинами общепрофессионального и специального цикла.

Основными базовыми знаниями для изучения дисциплины *Проектирование режущих инструментов* являются знания учебной дисциплины Процессы формообразования и инструменты. Также, изучение дисциплины основывается на знаниях и умениях, полученных вами - студентами по Материаловедению, Технической механике, Метрологии, стандартизации и сертификации, Инженерной графике, Компьютерной графике. Использование межпредметных связей позволит обеспечить преемственность в изучении материала и исключить дублирование, рационально и эффективно распределить учебное время.

В свою очередь, знания и практические умения, сформированные при изучении дисциплины *Проектирование режущих инструментов*, будут способствовать более успешному выполнению вами - студентами курсового проекта по дисциплине Технология машиностроения, производственных заданий в период прохождения этапов производственной (профессиональной) практики на предприятиях, выполнению выпускной квалификационной работы в форме дипломного проекта.

В соответствии с учебным планом по специальности 15.02.08 Технология машиностроения, программа рассчитана на 64 аудиторных часа, 32 часа самостоятельной внеаудиторной работы и изучается в 6-ом семестре.

В результате изучения дисциплины *Проектирование режущих инструментов* необходимо:

получить представление:

- о роли и месте знаний по учебной дисциплине в основной профессиональной образовательной программе по специальности Технология машиностроения и в сфере профессиональной деятельности техника;
- об особенностях проектирования режущих инструментов различных типов.

уметь:

- Правильно выбирать тип металлорежущего инструмента для конкретного случая обработки с оценкой оптимальности выбора.
- Самостоятельно проектировать режущие инструменты средней сложности: резцы, осевые инструменты, фрезы, протяжки, резьбовые и зубообрабатывающие инструменты, включая компьютерное моделирование;
- Пользоваться нормативными документами, справочной литературой и другими информационными источниками при проектировании режущих инструментов.

знать:

- Конструкцию, геометрические параметры, области применения, достоинства и недостатки режущих инструментов: резцов, осевых инструментов, фрез, протяжек, резьбообразующих и зубообрабатывающих инструментов.
- Основные методики расчета и проектирования металлорежущих инструментов, в том числе с применением ЭВМ.

Для успешного освоения учебного материала программой дисциплины предусмотрены различные методы и формы обучения:

- Лучшему восприятию и эффективности усвоения учебного материала будут способствовать занятия, проводимые в форме бесед, объяснений с разбором конкретных профессиональных ситуаций, с использованием различных средств обучения: образцов режущих инструментов, мультимедийных материалов, информационно-справочных материалов.
- На закрепление, углубление теоретических знаний и приобретение необходимых практических умений расчета и проектирования режущего инструмента, назначения технических требования на его изготовление, навыков работы с нормативной и справочной литературой, составления отчетной документации, направлены 10 практических работ.
- В целях создания условий для закрепления, углубления, расширения и систематизации знаний, полученных во время аудиторных занятий, самостоятельного овладения новым учебным материалом, приобретения навыков работы с литературой, предусмотрена самостоятельная внеаудиторная (домашняя) работа.

Формированию необходимых знаний и практических умений будет способствовать ваша аудиторная и внеаудиторная работа с учебно-методической литературой:

1. Учебники и учебные пособия:

Основная литература

- 1.1. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979.
- 1.2. Нефёдов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1984.

Дополнительная литература

- 1.3. Сахаров Г.Н., Арбузов О.Б., Боровой Ю.Л. и др. Металлорежущие инструменты. – М.: Машиностроение, 1989.
- 1.4. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – Киев, Высшая школа, 1986.
- 1.5. Суворов А.А., Эйдлин Г.С., Стискин Г.М. Металлорежущие инструменты: Альбом. – М.: Машиностроение, 1979.

2. Справочники и нормативные документы:

- 2.1. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987.
- 2.2. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986.
- 2.3. ГОСТы на режущие инструменты.

3. Методические разработки:

- 3.1 Конспекты лекций и учебные задания по дисциплине Проектирование режущего инструмента,
- 3.2. Методические указания и рекомендации к практическим работам по расчету и проектированию конструкций типовых инструментов,
- 3.3. Информационные справочные материалы к расчетам и проектированию конструкций типовых инструментов,

Для контроля усвоения вами - студентами изучаемого учебного материала в процессе обучения предусмотрены различные виды контроля:

- устный фронтальный опрос: в течение занятия для актуализации базовых знаний, необходимых для изучения нового материала; в конце занятия для определения сформированности основных понятий и усвоения нового материала;
- текущий и тематический контроль в форме тестирования и выполнения практических заданий, практической проверки при выполнении практических работ, проверки рабочих чертежей режущих инструментов по расчетам практических работ;
- итоговый контроль знаний и умений, приобретенных в результате изучения дисциплины *Проектирование режущих инструментов*, в форме дифференцированного зачета.

Текущий рейтинг образовательных достижений учитывается при определении итоговой оценки по дисциплине.

P.S. Обязательным условием для реализации поставленных целей и задач являются:

1. Посещение всех учебных занятий,
2. Активное, творческое взаимодействие на занятиях всех участников образовательного процесса,
3. Систематическое и своевременное выполнение всех заданий, предусмотренных программой дисциплины.

Желаю успехов!

С. А. Катцина

Раздел 1. Основы проектирования режущих инструментов

Краткий конспект лекции по теме 1.1. Понятие о конструировании режущих инструментов

Требования к уровню знаний по теме:

Необходимо знать:

- о сущности и задачах конструирования режущего инструмента;
- общий порядок проектирования режущего инструмента.

Учебный материал темы:

1. Сущность и задачи конструирования, исходя из требований, предъявляемых к режущему инструменту.
2. Общий порядок проектирования режущего инструмента.

Рекомендуемые источники информации:

У.И. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. /глава 1, § 1-4/;

1. Сущность и задачи конструирования, исходя из требований, предъявляемых к режущему инструменту

Режущий инструмент, являясь компонентом системы СПИД, предназначен для осуществления обработки материалов резанием и **выполняет 2 основные функции**:

1. Снятие припуска,
2. Формообразование поверхности детали.

Исходя из служебного назначения к режущему инструменту предъявляются определенные требования:

№ п/п	Требования к инструменту	Требование обеспечивается
1.	Способность выполнять обработку резанием	- материалом рабочей части: его физико-механическими свойствами, термообработкой; - геометрическими параметрами инструмента.
2.	Обеспечение требуемой формы, размеров, качества обработанной поверхности	- конструкции и инструмента, формой режущих кромок; - схемой резания; - геометрическими параметрами инструмента и шероховатостью режущих кромок; - условиями обработки.
3.	Обеспечение наибольшей производительности процесса обработки	- параметрами инструмента: материалом рабочей части, конструкцией и геометрией; - режимом резания; - способами отвода теплоты от режущих кромок, зоны резания; - условиями образования и отвода стружки.
4.	Обеспечение экономической эффективности процесса обработки, изготовления и восстановления инструмента	- стойкостью инструмента; - низкими затратами на его изготовление, восстановление режущих свойств в процессе эксплуатации.
5.	Для инструментов, предназначенных для работы в условиях гибких производственных систем: - надежность работы, - возможность и быстрота наладки на требуемый размер, - возможность и быстрота замены в процессе эксплуатации, - точность и надежность базирования на станке, - надежный отвод стружки из зоны резания.	- конструкции и инструмента; - технологией его изготовления; - правильными условиями эксплуатации.

Поэтому, **под конструированием режущего инструмента понимают** создание оптимальной конструкции, обеспечивающей инструменту работоспособное состояние, при котором он способен выполнять обработку при заданных условиях с выполнением всех, предъявляемых к нему требований.

При конструировании режущего инструмента могут возникнуть 2 различные задачи:

1. Конструирование специального режущего инструмента для определенных условий обработки.
2. Конструирование инструмента общего назначения для неопределенных условий обработки.

2. Общий порядок проектирования режущего инструмента

Общий порядок проектирования режущего инструмента включает в себя:

1. Анализ исходных данных:

- 1.1. Данных об обрабатываемой заготовке и детали:
 - обрабатываемый материал и его свойства,
 - форма и размеры обрабатываемой поверхности,
 - требования по точности и шероховатости.
- 1.2. Технических данных оборудования.
- 1.3. Требуемая производительность.

2. Выбор вида, типа, конструкции, материала проектируемого инструмента, наиболее целесообразных для заданных условий обработки.

3. Расчет и проектирование рабочей части, с учетом наивыгоднейших условий резания.

4. Расчет и проектирование крепежно-присоединительной части, обеспечивающей наиболее прочное и надежное закрепление инструмента на станке.

(Последовательность проектирования рабочей и крепежно-присоединительной части зависит от вида инструмента).

5. Назначение технических требований на изготовление инструмента, наиболее оптимальных для проектируемой конструкции при заданных условиях обработки.

6. Оформление рабочего чертежа.

Вопросы, контролирующие усвоение изученного материала:

1. Перечислите основные требования, предъявляемые к режущему инструменту, исходя из его служебного назначения.
2. Объясните, чем могут быть обеспечены предъявляемые к инструменту требования в его конструкции.
3. Что понимают под конструированием режущего инструмента?
4. Какие задачи могут возникнуть при конструировании режущего инструмента?
5. Что является исходными данными при проектировании режущего инструмента?
6. Перечислите общий порядок проектирования режущих инструментов.
От чего зависит последовательность проектирования рабочей и крепежно-присоединительной части?

Раздел 1. Основы проектирования режущих инструментов

Конспект лекции по теме 1.2. Общие подходы конструирования режущих инструментов

Требования к уровню знаний по теме:

Необходимо иметь представление:

- об использовании ГОСТов и справочной литературы при проектировании режущего инструмента;

Необходимо знать:

- общие подходы проектирования частей и конструктивных элементов режущего инструмента;
- материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов;
- способы соединения частей режущего инструмента в составных и сборных конструкциях;
- содержание технических требований на изготовление режущего инструмента;
- требования к оформлению рабочего чертежа режущего инструмента.

Учебный материал темы:

1. Общие подходы проектирования рабочей части режущего инструмента.
2. Общие подходы проектирования крепежно-присоединительной части режущего инструмента.
3. Материалы для изготовления режущих инструментов.
4. Способы соединения частей режущего инструмента
5. Технические требования на изготовление режущего инструмента.
6. Рабочий чертеж режущего инструмента.

Рекомендуемые источники информации:

У.1. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979.

/ глава 1 § 5-7; глава 2 § 1-8. /

С. 1. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцев. – Л.: Машиностроение, 1987.

С. 2. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986.

Из курса учебной дисциплины «Процессы формообразования и инструменты» Вы уже знаете, что режущие инструменты можно классифицировать по различным признакам: по назначению и области применения; по форме тела и способу крепления на станке; по количеству и конструкции лезвия; по направлению лезвия и направлению резания; по характеру обработки; по конструкции; по роду применяемого инструментального материала.

Несмотря на отдельные большие различия у всех режущих инструментов имеется много общего: условия работы; общие конструктивные части и элементы; принципы расчета. Поэтому, используя принцип «от общего к частному», зная общие подходы конструирования режущего инструмента в целом легче изучать подходы проектирования режущих инструментов различных типов.

1. Общие подходы проектирования рабочей части режущего инструмента

Рабочая часть осуществляет основную работу резания, поэтому **должна**:

1. Удовлетворять требованиям резания.
2. Обеспечить резание и воспринять термодинамические нагрузки.
3. Обеспечить правильное формирование стружки и ее отвод.

Эти требования обеспечиваются:

- Материалом рабочей части – должен иметь высокую твердость, прочность, режущую способность, теплостойкость, износостойкость, теплопроводность;
- Формой и размерами лезвия – тело лезвия должно обладать необходимыми прочностью и жесткостью, обеспечить отвод от режущей кромки теплоты в тело инструмента;
- Геометрическими параметрами рабочей части – должны обеспечить хорошие условия резания, формирование технологичной стружки и хороший ее отвод из зоны резания;
- Формой и объемом стружечной канавки – должны обеспечить хорошее формирование стружки, ее размещение и отвод.

Из курса учебной дисциплины «Процессы формообразования и инструменты» Вы уже знаете, что рабочая часть может состоять из режущей и калибрующей части:

- **Режущая часть** - содержит режущие лезвия для снятия припуска;

- **Калибрующая часть** – содержит калибрующие лезвия для зачистки и окончательного формирования обработанной поверхности.

Лезвие может иметь различную форму, размер, количество, расположение на рабочей части, но при этом состоит из подобных конструктивных элементов и характеризуется подобными геометрическими параметрами.

В конструкции любого лезвия выделяют: переднюю поверхность, заднюю поверхность, режущие кромки, вершину:

- **Передняя поверхность** – поверхность лезвия инструмента, контактирующая в процессе обработки резанием со срезаемым слоем и стружкой (всегда одна!);
- **Задняя поверхность** – поверхность лезвия инструмента, контактирующая в процессе обработки резанием с поверхностями обрабатываемой заготовки (может быть несколько!). Различают:
 - *Главную заднюю поверхность* – контактирует с поверхностью резания заготовки;
 - *Вспомогательную заднюю поверхность* – контактирует с обработанной поверхностью заготовки.
- **Режущая кромка** – образована пересечением передней и задней поверхностей (может быть несколько!). Различают:
 - *Главную режущую кромку* – образована пересечением передней и главной задней поверхностями;
 - *Вспомогательную режущую кромку* – образована пересечением передней и вспомогательной задней поверхностями.
- **Вершина** – место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок.

В понятие геометрические элементы рабочей части входят форма и углы заточки:

- *Форма заточки* – форма передней, задней поверхностей и режущих кромок;
- *Углы заточки* – определяют взаимное расположение передней, задних поверхностей и режущих кромок.

Для определения углов заточки приняты исходные координатные плоскости:

- *Основная плоскость* – координатная плоскость, совпадающая с опорной поверхностью инструмента и параллельная его направлению подачи;
- *Плоскость резания* – координатная плоскость, касательная к поверхности резания детали, проходящая через главную режущую кромку и перпендикулярная основной плоскости;
- *Главная секущая плоскость* – координатная плоскость, перпендикулярная основной плоскости и главной режущей кромке лезвия;
- *Вспомогательная секущая плоскость* – координатная плоскость, перпендикулярная основной плоскости и вспомогательной режущей кромке лезвия.

В общем виде основные углы заточки разделяют на:

- *Главные углы* – измеряются в Главной секущей плоскости;
- *Вспомогательные углы* – измеряются во Вспомогательной секущей плоскости;
- *Углы в плане* – измеряются в Основной плоскости;
- *Угол наклона режущих кромок* – измеряется в Плоскости резания.

Углы заточки инструмента оказывают большое влияние на протекание процесса резания, на качество обработанной поверхности, на производительность обработки.

Передний угол (γ) – угол между передней поверхностью лезвия и плоскостью перпендикулярной плоскости резания. Может быть положительным, отрицательным, равным нулю:

- Положительный передний угол (γ) – *служит для облегчения процесса резания и более свободного схода стружки ($\gamma \uparrow$);*
- Для повышения прочности лезвия передний угол (γ) уменьшают до 0 или отрицательного значения ($\gamma \downarrow$).

Главный задний угол (α) – угол между главной задней поверхностью лезвия и плоскостью резания.

Задний угол служит для уменьшения трения между главной задней поверхностью лезвия и поверхностью резания заготовки ($\alpha \uparrow$).

Вспомогательный задний угол (α_1) – угол между вспомогательной задней поверхностью лезвия и плоскостью проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости.

Вспомогательный задний угол служит для уменьшения трения между вспомогательной задней поверхностью лезвия и обработанной поверхностью заготовки ($\alpha_1 \uparrow$).

Главный угол в плане (ϕ) – угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением движения подачи. Главный угол в плане обеспечивает воздействие главной режущей кромки на глубину срезаемого слоя ($c \uparrow \phi - t \uparrow$).

Вспомогательный угол в плане (ϕ_1) – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки лезвия на основную плоскость и направлением подачи. Вспомогательный угол в плане служит для уменьшения трения вспомогательной задней поверхности лезвия об обработанную поверхность заготовки ($\phi_1 \uparrow$).

Угол наклона режущих кромок: угол наклона главной режущей кромки (λ), угол наклона стружечных канавок (ω) влияет на прочность, жесткость конструкции лезвия и направление схода стружки (зависимость от типа инструмента).

По количеству лезвий инструменты разделяют на: однолезвийные и многолезвийные.

Число лезвий в конструкции инструмента зависит:

- От типа инструмента,
- От конструкции инструмента – Сборные конструкции выполняют с меньшим количеством лезвий по сравнению с цельными, т. к. вставные ножи и элементы крепления требуют большего пространства для их размещения;
- От обрабатываемого материала – с увеличением твердости, прочности материала количество лезвий уменьшают - ($c \uparrow HB - Z \downarrow$);
- От назначения (характера обработки) – при черновой обработке количество лезвий выполняют меньше, чем при чистовой,
- От размера инструмента – на большем диаметре можно выполнить большее количество зубьев - ($c \uparrow D - Z \uparrow$);
- От направления зубьев – для инструмента с винтовым зубом количество лезвий выполняют меньше по сравнению с прямым зубом, т.к. $\uparrow \omega$ снижает жесткость конструкции - ($c \uparrow \omega - Z \downarrow$).

Число, размеры зуба и стружечной канавки для многолезвийного инструмента взаимно зависят, т.к. с одной стороны должны обеспечить прочность и жесткость лезвия, а с другой - достаточное пространство для правильного формирования стружки, ее размещения и легкого отвода.

По расположению зубьев и стружечных канавок многолезвийные инструменты разделяют на: прямозубые, косозубые, с винтовым зубом.

- *Прямозубые* - просты и более технологичны при изготовлении;
- *С винтовым зубом* - сложнее в изготовлении, но, имея большее количество одновременно работающих зубьев, обеспечивают ряд преимуществ:
 - плавность и равномерность работы, что способствует уменьшению вибраций и улучшает качество обработанной поверхности;
 - возможность выбора меньшего общего количества зубьев, что позволяет увеличить размер лезвия и впадин между ними.

В качестве режущих лезвий в конструкции инструментов могут использоваться режущие пластины изготовленные централизованным порядком. Их форма и размеры зависят от вида, материала инструмента и выбираются по ГОСТ. / С.1, с. 101 - ..., 284 - .../

2. Общие подходы проектирования крепежно-присоединительной части режущего инструмента

Крепежно-присоединительная часть режущего инструмента служит для:

- установки, закрепления инструмента в технологическом оборудовании и передачи ему необходимых перемещений,
- в большинстве случаев является базой при изготовлении, контроле и переточках инструмента.

Поэтому **КПЧ должна удовлетворять требованиям:**

- Воспринимать силовую нагрузку процесса резания,
- Обеспечивать виброустойчивость, жесткость рабочей части или режущих элементов,
- Обеспечивать надежное, жесткое и точное крепление инструмента,
- Обеспечивать удобство и быстроту установки и снятия инструмента,
- Быть достаточно простой и технологичной в изготовлении.

Оформление крепежно-присоединительной части зависит от конструкции инструмента. Разнообразие форм нецелесообразно, т. к. усложняет производство и эксплуатацию инструмента. На практике используется несколько способов закрепления режущих инструментов и соответственно конструкции: стержневые, хвостовые, насадные.

1. Стержневые инструменты имеют КПЧ в виде призматического тела или стержня прямоугольного, квадратного, круглого сечения.

2. Хвостовые инструменты имеют КПЧ в виде цилиндрического или конического хвостовика.



Цилиндрические хвостовики:

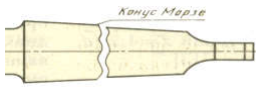
Диаметр цилиндрических хвостовиков может быть: равен (=), меньше (<) или больше (>) диаметра рабочей части инструмента.

Передача крутящего момента от шпинделя осуществляется за счет сил трения между цилиндрической поверхностью хвостовика и зажимными элементами станка. Для увеличения крутящего момента на конце хвостовика выполняют квадрат или поводок.

Размеры квадратов, диаметров цилиндрических хвостовиков регламентируются требованиями стандарта – ГОСТ 95.23 – 84. / С.1, с. 192/

Преимущества цилиндрического хвостовика:

1. Технологичность и простота изготовления
2. Возможность точного исполнения
3. Возможность регулирования осевого положения инструмента при закреплении.



Конические хвостовики выполняют в виде конусов Морзе с лапкой или без. Конус Морзе служит для закрепления инструмента, передачи осевой силы и крутящего момента. Лапка предназначена для выбивания инструмента из шпинделя станка и не должна нагружаться во время работы.

У хвостовиков без лапок в торце конуса выполняется резьбовое отверстие для предохранения от возможного отжатия под действием осевой силы и для большей жесткости, прочности крепления. Размеры конических хвостовиков регламентируются требованиями стандарта - ГОСТ 25557-82. / С.1.с. 189/

При определении номера конуса Морзе и его размеров из расчета по условию прочности определяющим является диаметр D.

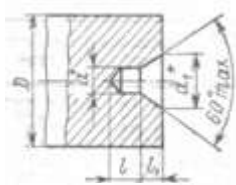
Преимущества конического хвостовика:

1. Обеспечивает более жесткое, прочное крепление
2. Обеспечивает лучшее центрирование
3. Обладает свойствами самоторможения.

У хвостовых инструментов при конструировании необходимо предусмотреть базы для обработки и контроля инструмента в виде центровых отверстий, выполняемые на торцах инструмента в соответствии с ГОСТ 14034 - 74 / С.1, с. 195/

От формы и качества центровых отверстий зависит точность обработки и контроля инструмента.

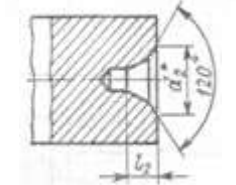
Для режущего инструмента применяют формы центровых отверстий:



Форма А - с углом конуса 60°, без предохранительного конуса

Применяется для инструментов:

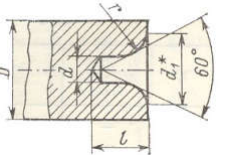
- после обработки которых необходимость в центровых отверстиях отпадает;
- которые подвергаются термообработке до твердости, гарантирующей сохранность центровых отверстий в процессе эксплуатации.



Форма В - с углом конуса 60° и предохранительным конусом 120°

Применяется для инструментов:

в которых центровые отверстия используются не только при его изготовлении, но и при его переточках и эксплуатации.



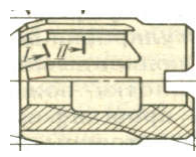
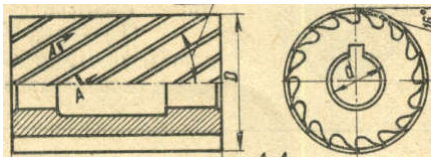
Форма R - с дугообразной образующей

Применяется для инструментов:

Повышенной точности, так как обеспечивает наиболее точное базирование при обработках и переточках.

Определяющим при выборе размеров центрового отверстия по ГОСТ является минимальный размер по торцу хвостовика

3. Насадные инструменты имеют базовое цилиндрическое или коническое посадочное отверстие и



закрепляются на станке при помощи оправок или непосредственно на шпинделе станка.

При выборе диаметра посадочного отверстия необходимо:

- обеспечить достаточную прочность, жесткость, виброустойчивость оправки, что позволит вести обработку на повышенных режимах резания, с лучшим качеством (*точностью, чистотой*);
- учитывать стандартные размеры отверстий по оправки.

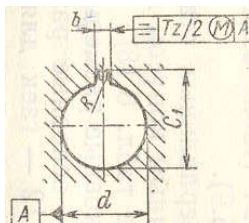
У инструмента длиной $L > 20$ мм в середине посадочного отверстия выполняют выточку, что уменьшая длину посадочной поверхности: облегчает шлифование, обеспечивает лучшую посадку инструмента на оправку.

$$d_v = d_o + (1 \div 2), \text{ мм} \quad l = (1/3 \div 1/4,) L, \text{ мм}$$

С обеих сторон цилиндрических и конических отверстий выполняются фаски с $\times 45^\circ$

Передача крутящего момента у насадных инструментов осуществляется с помощью:

1. Шпонки на оправке и шпоночного паза в отверстии
2. Торцевой шпонки на оправке и торцевого шпоночного паза на инструменте
3. Безшпоночных соединений



При выборе и конструировании шпоночного паза в отверстии учитывают:

Преимущества крепления: - простота, технологичность, надежность

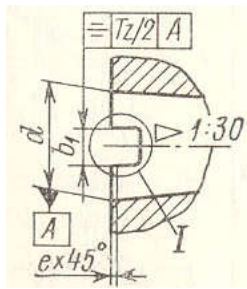
Недостаток крепления:

- Ослабление корпуса инструмента,

- Создание концентраторов напряжения

Рекомендации:

- Для упрочнения корпуса требуется увеличение диаметра инструмента,
 - Во избежания концентрации напряжений шпоночный паз должен быть снабжен соответствующими закруглениями.



При выборе и конструировании торцевого шпоночного паза на инструменте учитывают:

Преимущества крепления:

- Не ослабляет корпус инструмента

Недостаток крепления:

- Конструкция менее технологична
- Конструкция менее виброустойчива, из-за наличия зазоров между торцевой шпонкой и пазом.

Конструкция безшпоночного соединения применяется только для некоторых видов инструмента. Корпус инструмента имеет посадочное отверстие цилиндрической или конической формы, а также отверстия под крепежные болты или выточки с рабочей части корпуса для крепежных элементов.

3. Материалы для изготовления режущих инструментов

Эффективность режущего инструмента, определяющая его работоспособность при максимальной возможной стойкости, главным образом зависит от материала рабочей части.

В общем случае к материалу для изготовления режущего инструмента предъявляют 3 группы требований: эксплуатационные, технологические, экономические.

1. Эксплуатационные требования: режущая способность; теплостойкость; механические свойства – твердость, прочность; износостойкость; теплопроводность.

Данным комплексом свойств обладают инструментальные материалы: инструментальные стали – углеродистые, легированные, быстрорежущие; твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы.

2. Технологические требования:

- Хорошая обрабатываемость различными методами – резанием лезвийным и абразивным инструментом, пластическим деформированием;
- Необходимые свойства термообработки – хорошая закалываемость и прокаливаемость.

3. Экономические требования: минимальные затраты на изготовление инструмента, влияющие на себестоимость продукции.

Самым лучшим с точки зрения эксплуатационных требований является цельный инструмент – режущий инструмент, изготовленный из однородного материала. Но с точки зрения технологических и экономических требований в современном машиностроении широко применяют составные и сборные инструменты.

В составных и сборных конструкциях из инструментального материала выполняют только рабочую часть или режущий элемент. В качестве материалов для крепежно-присоединительной части применяют дешевые конструкционные стали или инструментальные углеродистые стали, обладающие прочностью, жесткостью, способностью гасить колебания.

На выбор материала для изготовления режущего инструмента оказывают влияние:

- Тип инструмента и его размеры;
- Метод и характер обработки;
- Свойства обрабатываемого материала;
- Жесткость системы СПИД;
- Технология изготовления инструмента.

Повторить, изученное ранее в курсах «Материаловедение» и «Процессы формообразование и инструменты» Вам помогут / У.1 глава 1 с. 17 – 20, глава 2 § 1-8; С.1 глава 4; С.2 с. 114 - 118 /.

4. Способы соединения частей режущего инструмента / У.1 глава 1 с. 28 – 32 /

С целью экономии дорогостоящих инструментальных материалов, а также облегчения и возможности изготовления, современные конструкции инструментов изготавливают составными и сборными, используя различные способы соединения их частей: неразъемные и разъемные.

Видами неразъемных соединений являются: сварные, паяные, клеевые конструкции.

1. Сварные конструкции. Соединение у хвостовых инструментов рабочей части из инструментальной стали с хвостовой из конструкционной стали производят сваркой в стык, что обеспечивает достаточно надежную и прочную конструкцию.

2. Паяные конструкции. Режущие пластины из твердого сплава, минералокерамики, сверхтвердых материалов соединяют со стальным корпусом пайкой с помощью припоев.

Для предотвращения растрескивания пластины:

- Соединяемая пара должна выполняться из материалов с наименьшей разницей в коэффициентах линейного расширения,
- Толщина корпуса в зоне гнезда под пластину должна превосходить толщину пластины не менее в 3 - 4 раза.

Недостатки инструментов с припаянными пластинами:

- Теплостойкость соединения ограничивается температурой возможной для сохранения припоя;
- Появление при пайке дополнительных напряжений, которые могут привести к образованию на пластине трещин;
- Сложность напайки для многолезвийного инструмента;
- Сложность восстановления инструмента при поломке одного из лезвий.

3. Клеевые конструкции. Клеевые соединения применяют только для ограниченного вида инструментов:

- для закрепления режущего зерна в абразивном инструменте;
- для крепления пластин и ножей к корпусу лезвийного инструмента.

Применение способа ограничивается прочностью, теплостойкостью и водостойкостью клея.

Преимущества неразъемных соединений (по сравнению с разъемными):

- обеспечивают относительно большее число зубьев у инструментов,
- позволяют сделать конструкцию с более высокой виброустойчивостью.

Учитывая преимущества и недостатки, все неразъемные способы крепления применяют для малогабаритных инструментов, когда невозможно выполнить разъемное соединение.

Виды разъемных соединений.

Сборные инструменты с разъемным соединением режущих элементов с корпусом имеют механическое крепление 2 видов: без последующей заточки; с последующей заточкой.

К конструкциям с механическим креплением без последующей заточки относятся инструменты, оснащаемые неперетачиваемыми многогранными пластинами.

Основными требованиями к такой конструкции являются:

- Надежность, быстрота и точность крепления,
- Точность исполнения, как режущих элементов, так и посадочных гнезд под них,
- Взаимозаменяемость режущих элементов.

Существуют различные конструктивные исполнения крепления пластин и вставок. Кроме режущих пластинок неперетачиваемый инструмент содержит различные элементы крепления: прижимы, винты, опорные пластины (в качестве подкладки под режущую пластину), стружколомы (для пластин, не имеющих стружколомающих канавок на передней грани).

Преимущества конструкции:

1. Рациональное использование инструментального материала.
2. Повышение стойкости пластины по сравнению с напаянным инструментом, так как исключены нагрев и тепловые напряжения.
3. Повышение работоспособности инструмента и производительности обработки за счет повышения скорости резания.
4. Ликвидация операций заточки и переточки инструмента.
5. Быстрота смены затупившегося лезвия без съема инструмента на станке, что способствует сокращению вспомогательного времени на операцию.
6. Сокращение запасов инструмента на складах, т.к. корпус многократно используется для закрепления различных пластин.

Недостатки конструкции:

1. Некоторая ограниченность технологических возможностей, так как неперетачиваемые инструменты позволяют изменять геометрию только в пределах имеющихся исполнений пластин.
2. Затрудненный стружкоотвод при креплении пластины со стороны передней грани.
3. Увеличенные габаритные размеры.
4. Удорожание инструмента за счет более точного изготовления всех его деталей, особенно в многолезвийном инструменте.

К конструкциям с механическим креплением с последующей заточкой относятся инструменты, у которых геометрические параметры режущей части предварительно образуются за счет формы и размеров режущих элементов и корпуса, а окончательно путем заточки инструмента в сборе.

Основными требованиями к такой конструкции являются:

- Обеспечение геометрии и точности путем заточки и переточки,
- Возможность перестановки режущих элементов относительно корпуса, как в радиальном, так и в осевом направлениях, чтобы компенсировать износ,

- Обеспечение определенного числа переточек, за счет выбора соответствующих размеров режущих элементов.

Крепление режущих элементов к корпусу осуществляется при помощи различных рифлений, замков, клиновых соединений. Выбор соединения зависит от инструмента и эксплуатационных требований к нему.

Преимущества конструкции:

Простота, быстрота смены зубьев, возможность постановки большего числа зубьев.

Недостаток конструкции:

Не может обеспечить точность установки ножей из-за неравномерности их посадки в корпусе при отклонении сопряженных размеров.

5. Технические требования на изготовление режущего инструмента / У.1 глава 1 § 7 /

Технические требования на изготовление инструмента назначают по стандартам на виды инструмента.

В технических требованиях задают:

1. **Материал** инструмента в целом или его частей для составного и сборного инструмента.
2. Требуемую **твердость** инструмента или отдельных его частей (HRCэ). *Перевод чисел твердости HRC в HRCэ приведен в / С.1 с. 25 /.*
3. **Сведения о соединении частей** составного, сборного инструмента: форма используемой пластины, материал припоя, требования к сварному шву, местам пайки.)
4. Сведения о дополнительной термохимической обработке.
5. Требуемые **параметры шероховатости** для всех поверхностей инструмента.

Особые требования предъявляются к шероховатости:

- режущих поверхностей лезвия – передней и задней поверхности, так как их шероховатость влияет на шероховатость обработанной поверхности детали, стойкость инструмента, условия резания и сход стружки,
- Опорных и установочных поверхностей, так как их шероховатость влияет на правильную установку и закрепление инструмента на станке.

Шероховатость остальных поверхностей, менее важных для эксплуатации инструмента, может быть назначена по общим соображениям.

При назначении параметров шероховатости следует учитывать предпочтительные их значения, см. / С.1 с. 31 /.

6. **Допускаемые отклонения на размеры** инструмента. Устанавливаются в зависимости от условий работы инструмента, требуемой точности и качества обрабатываемой поверхности детали.

Предельные отклонения на неуказанные размеры назначаются по ОСТ 37.001. 246 – 82.

7. **Допуски на форму и взаимное расположение** поверхностей инструмента, точность расположения режущих кромок относительно установочных поверхностей.

6. Рабочий чертеж режущего инструмента / У.1 глава 1 § 7 /

Рабочий чертеж режущего инструмента должен содержать все данные необходимые для его изготовления:

1. Рабочий чертеж должен иметь достаточное количество проекций, видов, сечений, разрезов, обеспечивающих полное и наглядное представление о его форме и конструкции.
2. Графические изображения должны быть расположены по полю чертежа равномерно.
3. Форматы чертежей, масштабы изображений и общие требования графического материала должны соответствовать требованиям ЕСКД, ЕСТД.
4. Для составного инструмента на чертеже должно быть показано место и способ соединения его частей.

Для упрощения графической работы при оформлении чертежей инструментов допускаются условности:

- У многолезвийного инструмента вычерчивают только 2 – 3 лезвия, остальные не показывают;
- Винтовые линии у фрез, разверток, метчиков заменяют прямыми линиями, канавки не изображают;
- На чертеже сверл, зенкеров, метчиков помещают профиль канавочной фрезы;
- Сечения для обозначения геометрических параметров вычерчивают неполным.
- Профиль фасонного инструмента вычерчивают обычно отдельно в большем масштабе или заменяют чертежом шаблона.

5. На рабочем чертеже должны быть указаны все размеры с соответствующими допусками.

Повторение размеров одного и того же элемента не допускается.

6. Для всех поверхностей инструмента должны быть указаны требуемые параметры шероховатости в соответствии с ГОСТ 2. 309 – 73 (с изменениями).

7. Допуски на форму и взаимное расположение поверхностей инструмента, указываются на рабочем чертеже графически в соответствии с ГОСТ 2.308 – 79. *Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей и примеры их указания на чертежах см. / С.1 с. 29, 25 /.*

Те отклонения, на которые в ГОСТ нет условных обозначений, даются в тексте.

8. Текстовая часть технических условий располагается над основной надписью чертежа и содержит:

- Материал для составного и сборного инструмента.
- Твердость инструмента или его частей,

- Сведения о соединении частей,
- Сведения о дополнительной термохимической обработке,
- Сведения о неуказанных на чертеже размерах и отклонениях.

Вопросы, контролирующие усвоение изученного материала:

1. Перечислите основные требования, предъявляемые к рабочей части режущего инструмента, исходя из ее служебного назначения. Объясните, чем могут быть обеспечены эти требования в ее конструкции.
2. Назовите конструктивные элементы лезвия режущего инструмента и дайте им определение.
3. Дайте понятие геометрические элементы рабочей части.
4. Назовите исходные координатные плоскости, принятые для определения углов заточки и дайте им определение.
5. Назовите основные углы заточки инструмента, дайте им определение, укажите их назначение, проанализируйте зависимость их выбора от условий обработки.
6. Проанализируйте, от чего и как может зависеть число лезвий в конструкции инструмента.
7. Перечислите основные преимущества и недостатки многолезвийного инструмента с прямыми и винтовыми зубьями.
8. Перечислите основные требования, предъявляемые к крепежно-присоединительной части режущего инструмента, исходя из ее служебного назначения.
9. Назовите и опишите основные конструкции инструментов, исходя из способа закрепления их на станке.
10. Перечислите основные преимущества цилиндрического и конического хвостовика.
11. Чем регламентируется выбор размеров цилиндрического и конического хвостовика.
12. Назовите назначение и формы центровых отверстий для режущего инструмента. Чем регламентируется выбор размеров центрового отверстия.
13. Как обеспечить технологичность конструкции посадочного отверстия насадного инструмента $L > 20$ мм.
14. Перечислите основные преимущества и недостатки креплений насадного инструмента с помощью шпоночного и торцевого паза.
15. Перечислите основные группы требований, предъявляемые к материалу для изготовления режущего инструмента. Как в конструкции инструмента обеспечить выполнение всех этих требований.
16. Проанализируйте, от чего и как может зависеть выбор материала для изготовления инструмента.
17. Назовите виды, условия применения, преимущества и недостатки неразъемных соединений частей режущего инструмента.
18. Назовите виды разъемных соединений режущего инструмента. Перечислите основные требования к конструкциям, преимущества и недостатки.
19. Перечислите общий порядок технических требований, задаваемых на изготовление режущего инструмента. Чем они регламентируются.
20. К качеству, каких поверхностей режущего инструмента и почему предъявляются особые требования.
21. Перечислите общие требования к оформлению рабочего чертежа режущего инструмента: графическим изображениям и их упрощениям; техническим условиям в графической и текстовой части.

Раздел 2. Проектирование резцов

Конспект лекции по теме 2.1 Расчет и проектирование токарных резцов общего назначения

Требования к уровню знаний и умений по теме:

Необходимо иметь представление:

- об особенностях проектирования резцов различных типов;

Необходимо знать:

- общие подходы расчета и выбора конструктивных элементов и геометрических параметров типовых токарных резцов;
- методику расчета и проектирования типовых токарных резцов;

Необходимо уметь:

- Рассчитывать, выбирать и проектировать конструктивные элементы и геометрические параметры токарного резца для заданных условий;
- назначать технические требования на изготовление токарного резца;
- выполнять рабочий чертеж токарного резца в соответствии с требованиями ЕСКД, ЕСТД;
- пользоваться справочной литературой и ГОСТами при проектировании токарного резца.

Учебный материал темы:

1. Основные положения по конструкции токарных резцов.
2. Расчет и проектирование рабочей части токарного резца.
3. Расчет и проектирование корпуса токарного резца.
4. Методика расчета и конструирования токарного резца.

Рекомендуемые источники информации:

- У.1. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. / глава 3 § 1-8; глава 2 § 1-8. /
- У.2. Нефёдов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1984. / глава 2 § 7-10;/
- У.3. Суворов А.А., Зайдлин Г.С., Стискин Г.М. Металлорежущие инструменты: Альбом. – М.: Машиностроение, 1979. /с. 3 – 15/;
- С.1. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцев. – Л.: Машиностроение, 1987. / глава 8/
- С.2. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986.
- С.3. ГОСТы.

1. Основные положения по конструкции токарных резцов

Резец однолезвийный инструмент для обработки деталей с вращательным главным движением и возможностью движения подачи в любом направлении.

Основное требование, предъявляемое к резцам – это их эффективность, влияющая на производительность труда и зависящая от ряда факторов:

- От материала режущей части,
- от формы, размеров и положения рабочей части,
- от геометрических параметров рабочей части,
- от обеспечения стружколомания и завивания,
- от прочности, жесткости и виброустойчивости корпуса.

Конструктивное оформление резцов зависит от их типа и назначения.

Из курса учебной дисциплины *Процессы формообразования и инструменты* Вы знакомы с классификацией резцов по различным признакам: по виду обработки (по назначению), по сечению корпуса, по конструкции головки, по направлению подачи, по характеру обработки, по конструкции, по материалу рабочей части. А также знаете, что, несмотря на все многообразие конструктивных решений, резцы имеют много общего: конструктивные части, элементы, геометрические параметры.

В конструкции резцов выделяют 2 основные части:

- **Рабочую часть**, параметры которой определяют ресурс работы резца при переточках или заменах режущих кромок. Она характеризуется инструментальным материалом и его твердостью, формой и размерами, способом присоединения к корпусу.
- **Крепежно-присоединительную часть** – корпус, который выполняет функцию державки, как с точки зрения крепления к ней рабочей части, так и с точки зрения закрепления резца при эксплуатации и изготовлении. Она характеризуется материалом, формой и размерами, формой и размерами гнезда под пластину.

Кроме основных частей резец может содержать стружколомы и стружкозавиватели, крепежные детали для механического соединения, подкладки и опорные пластины, регулировочные и установочные элементы.

В качестве исходных данных для расчета и проектирования токарного резца могут служить:

- вид и характер токарной обработки,
- материал обрабатываемой заготовки,
- данные об оборудовании,
- жесткость системы СПИД,
- рекомендуемый режим резания,
- силы сопротивления резанию, возникающие в процессе обработки.

2. Расчет и проектирование рабочей части токарного резца

2.1. Общая характеристика рабочей части

1. Материал и его твердость:

В качестве материала для рабочей части резцов используются:

- Быстрорежущие стали. Их твердость определяется режимами термообработки и химическим составом сталей. /С.1 с. 259; С.2 с. 115/
- Твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы. Их твердость определяется природными свойствами. /С.1 с. 94 - 149; С.2 с. 116/

2. Форма и размеры:

Форма и размеры рабочей части зависят от типа резца, его назначения, формы и размеров пластинок, выпускаемых централизованно. При выборе формы рабочей части стремятся к простоте, универсальности, технологичности, снижению металлоемкости.

3. Способы присоединения режущих элементов к корпусу:

Режущим элементом токарных резцов в большинстве случаев является пластина, которую крепят к корпусу:

- Сваркой для быстрорежущих пластин,
- Пайкой для твердосплавных пластин и режущих элементов из СТМ,
- Механическим креплением для быстрорежущих и твердосплавных пластин, пластин из минералокерамики и СТМ.

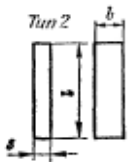
2.2. Режущие пластины для токарных составных резцов

Форма, размеры и назначение пластинок для неразъемных соединений регламентируются ГОСТ:

- из быстрорежущей стали /С.1 с. 284 – 292/;
- из твердого сплава /С.1 с. 101 – 125/

Пластины для неразъемных соединений характеризуются параметрами:

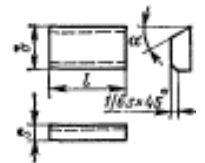
l - Длиной, b - Шириной, s - Толщиной



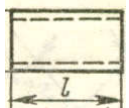
Пластины $s < 2,5$ мм имеют упрощенную форму и принимают требуемую конструкцией резца форму после присоединения и заточки.

Пластины $s > 2,5$ мм имеют более сложную форму близкую к требуемой, с предварительно образованными углами резания и с фасками, что:

- Облегчает установку и соединение с корпусом резца,
- Обеспечивает правильное положение пластинки в гнезде,
- Позволяет уменьшить расход инструментального материала и затраты на изготовление резца.

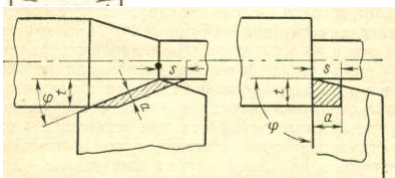


Размеры пластинки определяют исходя, что:



1. Длина пластинки определяет длину режущей кромки и зависит от глубины резания и главного угла в плане

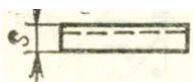
$$l_{p.k.} = \frac{t}{\sin \varphi},$$



Длина стандартной пластинки должна быть больше необходимой длины активной режущей кромки.

Так как в работе обычно участвует 50 – 60 % длины пластинки:

$$l = (1,5 \dots 2) \cdot l_{p.k.},$$



2. Толщина пластинки определяет ее прочность и число переточек по передней поверхности.

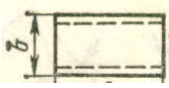
Чем больше сила резания, интенсивнее износ по передней поверхности, тем пластина должна быть толще.

Но при этом, с увеличением толщины пластины уменьшается расстояние от опорной поверхности резца до дна паза под пластину, что снижает прочность корпуса.



Поэтому Толщину принимают в зависимости от высоты корпуса резца:

$$s = (0,18 \dots 0,25) \cdot H,$$



3. **Ширина пластинки** определяет площадь опоры и число допустимых переточек по задней поверхности.

С увеличением ширины пластинки:

- (+) - Увеличивается опорная плоскость под пластинкой,
 - Повышается допустимое число переточек по задней поверхности.
- (-) - Увеличиваются габаритные размеры корпуса,
 - Усложняется изготовление пластины из-за коробления при спекании,
 - Повышаются остаточные напряжения при пайке.

Для обеспечения равного числа допустимых переточек по толщине и ширине пластины и с целью рационального использования инструментального материала Ширину выбирают в зависимости от толщины:

$$b = (1 \dots 1,6) \cdot s,$$

При тангенциальном расположении пластин вдоль задней поверхности: $b = (1,5 \dots 2) \cdot s,$

2.3. Многогранные неперетачиваемые пластины для сборных конструкций

Форма многогранной пластины характеризуется числом граней и определяется исходя из углов в плане:

$$n = \frac{360^\circ}{\varphi + \varphi_1}$$

Полученное значение округляют до целого числа и корректируют вспомогательный угол в плане

$$\varphi_1 = \frac{360^\circ - n\varphi}{n}$$

Для резцов в зависимости от требуемых углов в плане используются пластинки:

- трехгранные (правильной и не правильной формы),
- квадратные, пятигранные, шестигранные,
- параллелограммные и ромбические,
- круглые.

Форма, размеры и назначение сменных пластинок регламентируются ГОСТ:

- из твердого сплава /С.1 с. 127 – 142/;
- из минералокерамики /С.1 с. 147 – 149/;
- из СТМ /С.1 с. 149 – 151/.

Многогранные неперетачиваемые пластины можно классифицировать по признакам:

1. По форме передней поверхности:

- Плоские
- С выкружками вдоль режущих кромок – обеспечивают положительное значение переднего угла при резании, удовлетворительное завивание и хороший отвод стружки.

2. По форме задней поверхности:

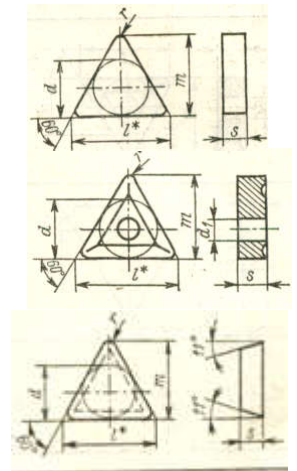
- Негативные – не имеют заднего угла. Для создания положительного угла пластину при установке в корпусе наклоняют.
- Позитивные – с опрессованным задним углом. Устанавливаются в корпусе параллельно основной плоскости резца.

3. По конструкции:

- Без отверстия. Применяются с накладными стружколомами.
- С отверстием. Выполняются негативными. Поэтому устанавливаются с наклоном под углом 7 – 8 ° к основной плоскости.

4. По степени точности:

- Нормальной точности (U)
- Повышенной точности (M)
- Высокой точности (G),
- Особо высокой точности (C).

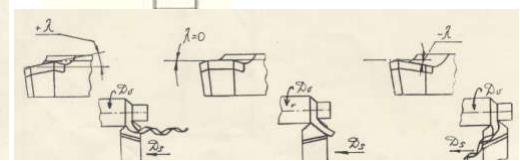
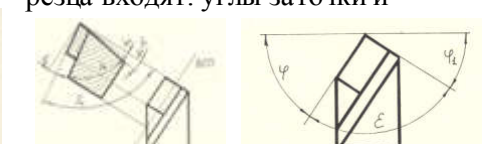
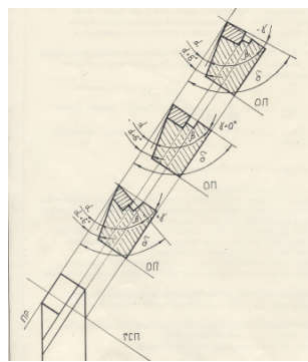


2.4. Геометрические элементы рабочей части токарных резцов

Из курса дисциплины *Процессы формообразования и инструменты* Вы знаете, что в понятие геометрические элементы рабочей части форма поверхностей и режущих кромок.

К углам заточки резца относят:

- Передний угол γ
- Главный задний угол α
- Вспомогательный задний угол α_1
- Главный угол в плане φ
- Вспомогательный угол в плане φ_1
- Угол наклона главной режущей кромки λ

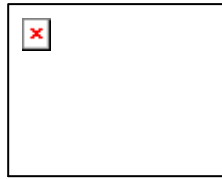
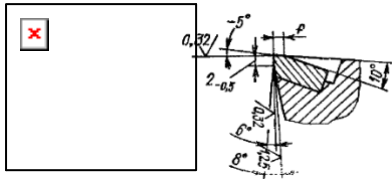


резца входят: углы заточки и

При выборе углов заточки необходимо учитывать их влияние на протекание процесса резания, на качество обработки, на прочность самого лезвия. /С.1 с. 304 – 305/;

Вариант формы заточки передней поверхности и режущих кромок резца принимают в зависимости от свойств инструментального и обрабатываемого материала, условий обработки.

- Плоская; - Плоская с фаской, - Криволинейная с фаской. /С.1 с. 294 – 298, 302 - 303/;



Форма заточки задней поверхности:

- для цельных резцов их быстрорежущей стали выполняется прямой.
- для напайных резцов – криволинейной. Чтобы уменьшить площадь державки шлифуемой вместе с пластиной заточку производят в последовательности:

1. Затачивают державку на угол превышающий угол заточки пластины на 6 - 8°,
2. Затачивают пластину на ширине 1,5 – 2 мм по углом α
3. Затачивают оставшуюся часть пластины под углом $\alpha + (2 - 3)^\circ$

3. Расчет и проектирование корпуса токарного резца

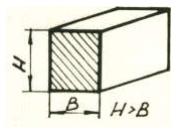
3.1. Материал корпуса и его твердость

В качестве материала для корпуса резцов используют:

- Конструкционные стали: 40Х, 45Х – для резцов с $H < 12$ мм; 45, 50 - для резцов с $H > 12$ мм.
- Углеродистые инструментальные стали – У8, У10.

Для повышения прочности, твердости и сохранения хорошего внешнего вида при эксплуатации державку необходимо подвергать термообработке до твердости 46...51 HRCэ.

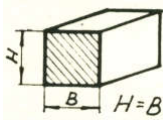
3.2. Форма сечения корпуса зависит от назначения резца и может быть: прямоугольной, квадратной, круглой.



Прямоугольная форма – преобладает, так как при врезании пластины обеспечивает меньшее снижение прочности корпуса.

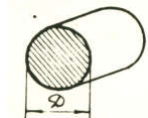
Соотношение параметров Высоты и Ширины принимается в зависимости от характера обработки:

- для черновой обработки $\frac{H}{B} = 1,25$,
- для чистовой обработки и получистовой обработки $\frac{H}{B} = 1,6$,



Квадратная форма – обеспечивает лучшее сопротивление деформациям сложного изгиба и применяется:

- Для резцов, используемых на токарно-револьверных станках и автоматах, станках с ЧПУ,
- В случаях когда расстояние от опорной поверхности резца до линии центров станка недостаточно велико.



Круглая форма – применяется для расточных и резьбовых внутренних резцов. Позволяет осуществлять поворот резца в резцедержателе и изменять углы его заточки.

3.3. Габаритные размеры корпуса

Минимальные размеры поперечного сечения корпуса определяют из условия прочности:

$$M_u \leq M_{дон}$$

$$M_u = 1,5H \cdot P_z,$$

$$M_{дон} = W \cdot \sigma_u,$$

Момент сопротивления сечения корпуса:

- Для прямоугольного сечения $W = \frac{BH^2}{6}$; - Для круглого сечения $W = \frac{\pi D^3}{32}$

Допускаемое напряжение на изгиб материала державки:

- Для нетермообработанной стали - $\sigma_u = 200$ мПа
- Для термообработанной стали - $\sigma_u = 350 - 400$ мПа

Для державок прямоугольного сечения с $\frac{H}{B} = 1,25$, $B \geq \sqrt[3]{\frac{1,5 \cdot 6 \cdot P_z}{1,6 \cdot \sigma_u}}$

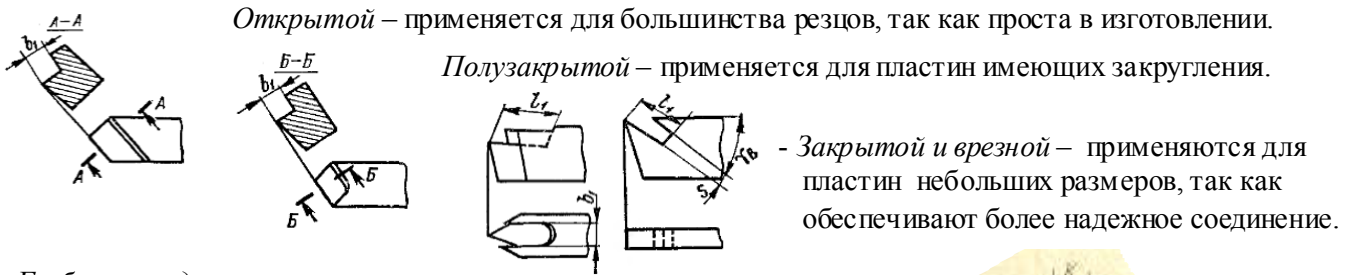
Для державок прямоугольного сечения с $\frac{H}{B} = 1,6$, $B \geq \sqrt[3]{\frac{1,5 \cdot 6 \cdot P_z}{1,25 \sigma_u}}$

Для державок квадратного сечения $B \geq \sqrt[3]{\frac{1,5 \cdot 6 \cdot P_z}{\sigma_u}}$

Полученные размеры сечения округляют до стандартных значений. / С.1 с. 283 или ГОСТ/

3.4. Форма и размеры гнезда под пластину

Для закрепления пластин в корпусе выполняют гнезда. Форма гнезда должна соответствовать форме пластины и может быть:



Глубина гнезда принимается в зависимости от толщины пластины:

- при $S < 4$ - $C = S$
- при $4 < S < 7$ - $C = 0,5 S$
- при $S > 7$ - $C = 0,4 S$

Для снятия напряжений при пайке пластин $S > 4$ мм на задней стенке гнезда выполняют уступ.

Размеры гнезда можно рассчитать / С.1 с. 286/ или выбрать по ГОСТ для соответствующего типа резца.

Большое значение для напайных резцов имеет расположение пластины в гнезде, которое характеризуется углом врезания пластины.

При выборе положения пластины необходимо обеспечить:

- Возможно большее число переточек,
- Создание прочной и надежной конструкции,
- Экономный расход инструментального материала.

С учетом этих факторов угол врезания пластины принимают в зависимости от инструментального и обрабатываемого материала:

- Для резцов из быстрорежущей стали при обработке: вязких материалов $\gamma_B = 0^\circ$; хрупких - $\gamma_B = 12^\circ, 16^\circ$;
- Для резцов с пластинами твердого сплава при обработке: вязких материалов $\gamma_B = 0^\circ$; хрупких - $\gamma_B = 10^\circ$.

4. Методика расчета и конструирования токарного резца

Учитывая подходы к проектированию частей токарного резца можно использовать следующий порядок его расчета и конструирования:

1. Выбрать вид и тип токарного резца (для заданных условий обработки)
2. Рассчитать и спроектировать корпус резца
 - 2.1. Выбрать материал корпуса
 - 2.2. Выбрать форму поперечного сечения корпуса
 - 2.3. Определить размеры корпуса
3. Рассчитать и спроектировать рабочую часть
 - 3.1. Выбрать материал режущей пластины
 - 3.2. Выбрать форму пластины
 - 3.3. Выбрать геометрические параметры рабочей части
 - 3.4. Определить размеры режущей пластины
4. Определить форму, размеры и расположение гнезда в корпусе под пластину
5. Назначить технические требования на изготовление резца
6. Выполнить рабочий чертеж резца

Пример расчета – выполнение Практической работы № 1 Расчет и конструирование токарного резца.

Вопросы, контролирующие усвоение изученного материала:

1. Перечислите основные факторы, влияющие на эффективность работы токарного резца.
2. Назовите материалы, используемые для изготовления токарного резца (рабочей части, корпуса)
3. От чего зависит выбор формы рабочей части резца
4. Назовите применяемые способы присоединения режущего элемента токарного резца к корпусу
5. Какими основными параметрами характеризуются режущие пластинки для составных конструкций
6. Как определяют размеры напайной пластины: длину, толщину, ширину
7. Какими основными параметрами характеризуются режущие пластинки для сборных конструкций
8. По каким признакам можно классифицировать многогранные не перетачиваемые пластины
9. Какие углы заточки характеризуют геометрию режущего клина токарного резца. Подходы их выбора.
10. Какие формы заточки характеризуют геометрию рабочей части токарного резца. Подходы их выбора.
11. Назовите применяемые формы сечения корпуса. Подходы их выбора
12. Как определяют габаритные размеры корпуса
13. Назовите применяемые формы гнезда в корпусе под пластину. Подходы их выбора
14. Как определяют размеры и расположение гнезда в корпусе под пластину
15. Перечислите общий порядок проектирования токарного резца.

Краткий конспект лекции по теме 2.2. Расчет и проектирование фасонных резцов

Требования к уровню знаний и умений студента по теме:

Студент должен:

знать:

- общие подходы расчета и выбора конструктивных элементов и геометрических параметров фасонных резцов;
- сущность и способы профилирования фасонных резцов;
- методику расчета и конструирования фасонных резцов;

уметь:

- рассчитывать, выбирать и проектировать конструктивные элементы и геометрические параметры фасонного резца для заданных условий;
- проектировать профиль фасонного резца графическим способом;
- пользоваться справочной литературой при проектировании фасонного резца.

Рекомендуемые источники информации:

1. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. / глава 4, § 1-5/
2. *Сахаров Г.Н., Арбузов О.Б., Боровой Ю.Л. и др. Металлорежущие инструменты. – М.: Машиностроение, 1989.
3. *Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – Киев, Высшая школа, 1986.
4. Нефедов Н. А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 1984. / глава 2, §11,12/
5. Суворов А.А., Зайдлин Г.С., Стискин Г.М. Металлорежущие инструменты: Альбом. – М.: Машиностроение, 1979. /с. 164/

Учебный материал темы:

1. Основные положения по конструкции фасонных резцов.
2. Расчет и выбор конструктивных размеров призматического резца.
3. Расчет и выбор конструктивных размеров круглого резца.
4. Выбор геометрических параметров фасонных резцов.
5. Профилирование фасонных резцов.
6. Методика расчета и проектирования фасонного резца.

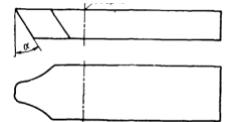
1. Основные положения по конструкции фасонных резцов

Фасонным называют резец, режущие кромки которого имеют форму профиля детали. Фасонные резцы – специальный инструмент, поэтому применяется (и проектируется) в крупносерийном и массовом производстве при частичной и полной автоматизации процесса обработки.

Фасонные резцы можно классифицировать по признакам:

1. По форме и особенностям конструкции:

1.1. **Стержневые** - подобны токарным резцам общего назначения, но имеют режущую кромку, соответствующую форме поверхности детали. Обеспечивают малое число переточек, поэтому используются (и проектируются) редко.



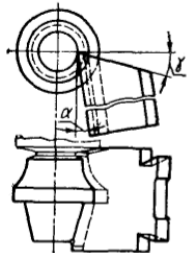
1.2. **Призматические** – представляют призму. Одна из боковых граней имеет фасонную поверхность и служит задней поверхностью, а одна из плоских торцовых граней служит передней поверхностью.

Крепление и базирование резца в резцедержателе осуществляется с помощью элемента – «ласточкин хвост».

Преимущества конструкции: - большая прочность режущей части;

- лучший отвод тепла,
- повышенная точность обработки конических участков детали
- надежное крепление.

Недостаток конструкции: невозможность обработки внутренних поверхностей



1.3. **Круглые** - представляют тело вращения, наружная поверхность которого выполнена фасонной и служит задней поверхностью, а для создания передней поверхности и пространства для схода стружки в теле вырезан угловой паз.

Преимущества конструкции: - просты и технологичны в изготовлении,

- допускают большее количество переточек,

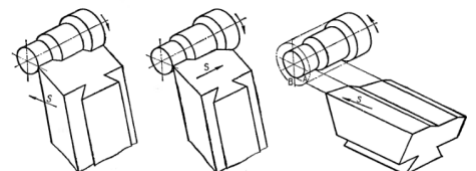
- могут использоваться как для наружных, так и внутренних поверхностей

Недостаток конструкции: имеют недостаточно жесткое крепление.

2. По установке относительно заготовки и направлению подачи:

2.1. **Радиальные** – образуют весь профиль заготовки одновременно.

Из-за широкого фронта работы на заготовку действуют значительные силы резания, которые могут привести к деформированию заготовки и появлению вибраций.



2.2. **Резцы с осевой подачей** – применяют при обработке односторонних профилей, не имеющих кольцевых канавок или выступов, а также при обработке торцовых фасонных поверхностей. По сравнению с радиальными работают с меньшим сечением среза, меньшими силами и позволяют обрабатывать менее жесткие детали.

2.3. **Тангенциальные** – работают по касательной к обработанной поверхности детали, обеспечивают не одновременное, а постепенное профилирование изделия, вследствие – резко снижается сила резания, вероятность появления вибраций. Применяются при чистовой обработке не жестких заготовок большой длины с неглубоким профилем.

3. По расположению базы крепления резца относительно детали:

3.1. **С параллельным расположением оси резца** – применяются в основном.

3.2. **С наклонным расположением оси** – используются редко в виду их сложности, для увеличения задних углов по профилю резца при обработке заготовок, имеющих криволинейные участки, перпендикулярные к ее оси.

4. По форме образующих фасонных поверхностей:

4.1. **Круглые с кольцевыми образующими** – в основном.

4.2. **С винтовыми образующими** - позволяют увеличить задние углы резца при обработке с радиальной подачей заготовок, имеющих прямолинейные участки, перпендикулярные к ее оси.

5. По расположению передней поверхности:

5.1. **С положительным (или равным нулю) передним углом** – в основном.

5.2. **С положительным γ и углом наклона режущей кромки λ** - позволяют увеличить точность обработки деталей, имеющих конические участки.

6. По конструкции:

6.1. **Цельные**

6.2. **Составные** – с припаянными пластинами, приваренным хвостовиком.

7. По роду инструментального материала

7.1. **Из быстрорежущей стали:** - преимущественно.

7.2. **С пластинами из твердого сплава** – применяются ограниченно из-за значительной трудности шлифования их профиля и меньшего допустимого числа переточек. Применение твердосплавных резцов способствует повышению производительности труда на 30 – 40 % по сравнению с быстрорежущими.

Исходными данными для проектирования фасонного резца являются его назначение – вид обрабатываемой поверхности и характер обработки, размеры профиля детали, свойства обрабатываемого материала.

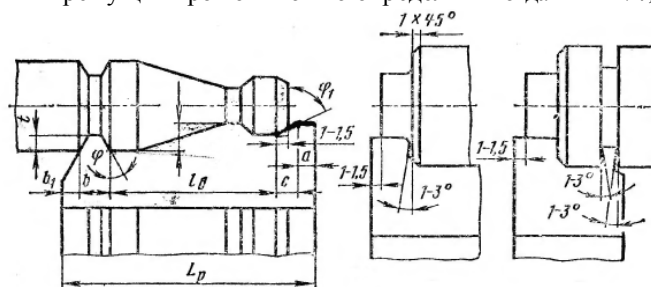
2. Расчет и выбор конструктивных размеров призматического резца

Основными конструктивными размерами призматического резца являются: ширина, толщина, высота резца, размеры крепежно-присоединительной части и размеры гнезда под пластину для составных резцов. Размеры определяются в зависимости от размеров обрабатываемой заготовки и могут быть приняты по данным /4, §11/

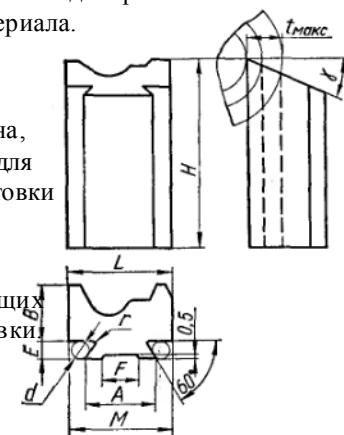
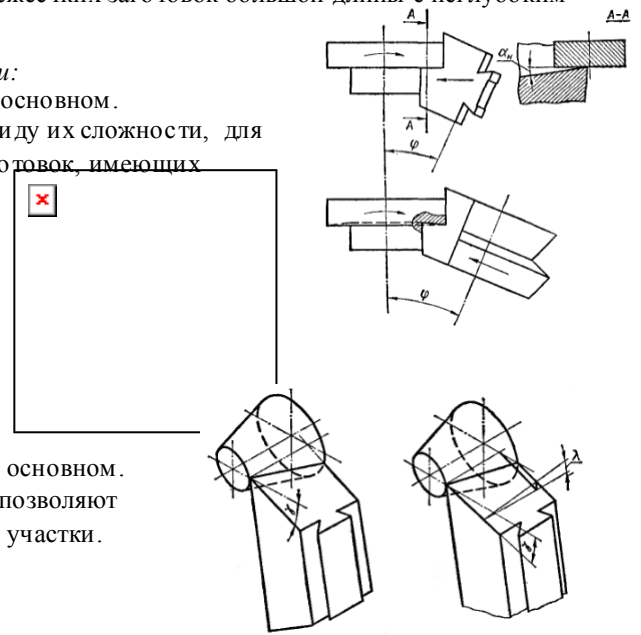
1. **Ширина резца- L_p** (длина профиля резца) зависит от длины обрабатываемой поверхности детали (l_d) и длины необходимых дополнительных режущих кромок ($l_{доп}$), осуществляющих подрезание торцовых участков профиля, обработку прямоугольных канавок и фасок заготовки

$$L_p = l_d + l_{доп}$$

Размеры дополнительных режущих кромок можно определить по данным /4, с. 105./



- Ширина дополнительной упрочняющей режущей кромки, $a = 2 \div 5$ мм;
- Ширина концевой режущей кромки, c : при обработке фаски берется по ширине фаски с перекрытием $1 \div 1,5$ мм; для подрезания заготовки - $1 \div 3$ мм;
- Угол концевой режущей кромки $\phi_1 = 15 \div 20^\circ$, для снятия фаски $\phi_1 = \alpha_{ф}$;
- Высота участка режущей кромки t , предназначенной для протачивания канавки с целью облегчения отрезания детали должна быть не более максимальной глубины профиля;
- Ширина участка режущей кромки b , предназначенной для протачивания канавки с целью облегчения отрезания должна быть больше ширины режущей кромки отрезного резца или равна ей, $b \geq 3 \div 8$ мм;
- Перекрытие режущей кромки под отрезание $b_1 = 0,5 \div 1,5$ мм;
- Угол режущей кромки под отрезание $\phi = 15^\circ$



Общая длина профиля фасонного радиального резца ограничивается возникающими при резании вибрациями. С увеличением длины профиля снижаются точность размеров и качество обработанной поверхности. В зависимости от требуемой точности обработки допустимое отношение длины профиля резца к диаметру детали в опасном сечении колеблется в пределах $1,5 \div 3$ мм.

2. **Толщина резца – B_p** - определяется толщиной тела (B) и высотой элемента крепления «ласточкин хвост» (E)

$$B_p = B + E$$

Толщина тела (B) резца зависит от глубины профиля детали (t_{\max}) и необходимой минимальной толщины тела для обеспечения прочности конструкции (C).

$$B = t_{\max} + C$$

Минимальная толщина тела резца должна быть в пределах:

$$C = (0,25 \div 0,5)L_p$$

3. **Высота резца (H)** – может быть выбрана в зависимости от глубины профиля детали (t_{\max}). /4, с. 102. /

4. **Размеры крепежно-присоединительной части** – элемента «ласточкин хвост» (E , A , угол наклона) нормализованы и могут быть выбраны в зависимости от глубины профиля детали (t_{\max}). 4, с. 102. /

Для уменьшения опорной шлифованной плоскости выполняют выемку глубиной $0,5 \div 1$ мм и длиной в зависимости от общей длины базы крепления (A).

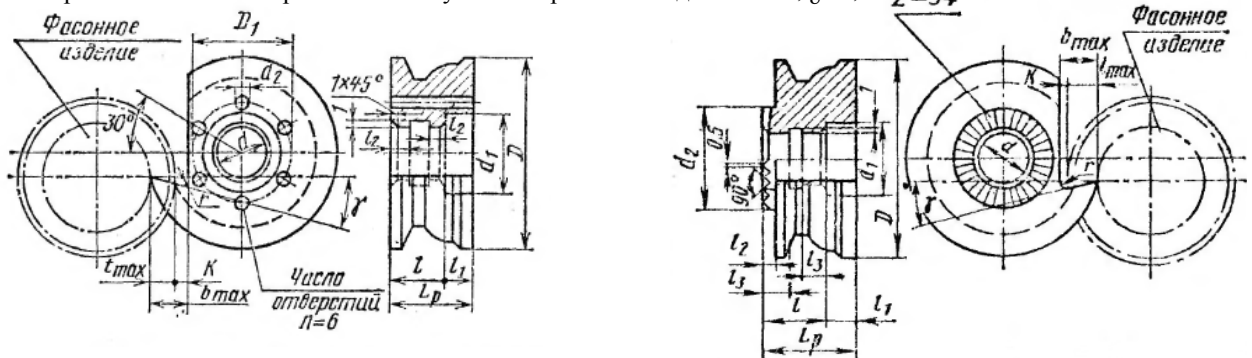
6. **Размеры гнезда под пластину для напайных резцов.** Толщину гнезда (m) определяют в зависимости от минимальной толщины тела резца (C) и максимальной глубины профиля детали (t_{\max}).

$$m = \frac{C}{2} + t_{\max}, \text{ Полученное значение округляют до целого}$$

числа. Высота тела под гнездо должна быть не менее $10 \div 15$ мм.

3. Расчет и выбор конструктивных размеров круглого резца

Основными конструктивными размерами круглого резца являются: наружный диаметр, ширина резца, размеры крепежно-присоединительной части. Размеры определяются в зависимости от вида (наружная или внутренняя) и размеров обрабатываемой поверхности и могут быть приняты по данным /4, §11, с 102-103 /



1. Наружный диаметр (D)

Наружный диаметр для внутренней обработки определяется в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия (d_o) и не должен превышать:

$$D \leq (0,6 \div 0,8)d_o$$

Наименьший допустимый наружный диаметр резца для наружной обработки определяется в зависимости от необходимого диаметра отверстия под оправку (d), наибольшей глубины профиля детали (t_{\max}), необходимой величины толщины тела резца и дополнительной величины от конца профиля резца до начала выреза (K), необходимой для схода стружки.

$$D \geq 1,5d + 2t_{\max} + (6 \div 12)$$

Дополнительная величина по передней поверхности, необходимая для схода стружки должна быть в пределах: $K = 3 \div 8$ мм.

Толщины тела резца должны составлять $\sim 0,4D$.

Рассчитанный диаметр округляют до нормализованного значения. Обычно он в 6-8 раз больше глубины профиля детали.

2. **Ширина резца- L_p** – определяется аналогично призматическому резцу:

$$L_p = l_d + l_{\text{доп}}$$

3. Размеры крепежно-присоединительной части.

Резцы диаметром менее 30 мм выполняют с цилиндрическим хвостовиком, цельными или сварными.

Резцы диаметром более 30 мм выполняют с отверстием под оправку. Диаметр посадочного отверстия можно определить с учетом действующих на резец нагрузок, в зависимости от длины обрабатываемой поверхности детали (l_d) и главной составляющей силы резания:

- для резцов с односторонним креплением (шириной $B < 30$ мм) $d = 0,6 \cdot l_d^{0,33} \cdot P_z^{0,38}$

- для резцов с двусторонним креплением (шириной $B > 30$ мм) $d = 0,78 \cdot l_d^{0,33} \cdot P_z^{0,25}$

Рассчитанный диаметр округляют до стандартного значения.

Для закрепления резца на специальной оправке в конструкции могут быть предусмотрены:

- отверстия под штифт. Число и размеры отверстий нормализованы и принимаются в зависимости от уже принятых конструктивных размеров резца D, d . /4, с. 102. /
- рифления на правом торце, направленные радиально с углом профиля 90° . Число рифлений – зубцов чаще всего принимается равным $Z = 32 \div 34$. Вершины рифлений, для лучшего сопряжения боковых сторон, срезаны на $0,1 \div 0,2$ мм с оставлением площадки $0,5 \div 0,7$ мм. /4, с. 103. /

В отверстия резца выполняются:

- выточка под головку винта, диаметр которой зависит от диаметра посадочного отверстия, а длина зависит от ширины резца:
 $d_1 = 1,4d + 1, \quad l_1 = (0,25 \div 0,5)L_p$
- выточку на длине шлифуемой посадочной части – для отверстий длиной более 15 мм.

$$d_8 = d + (1 \div 2), \quad l_{2-3} = (0,2 \div 0,25)l$$

4. Выбор геометрических параметров фасонных резцов.

При проектировании фасонных резцов задают передний γ и задний α углы для точки профиля резца, обрабатывающей минимальный радиус заготовки в плоскости, перпендикулярной к оси заготовки.

Передний угол γ выбирается в зависимости от обрабатываемого материала: $c \uparrow \text{HB} \rightarrow \gamma \downarrow$.

Рекомендованные значения γ для резцов из быстрорежущей стали, приведены /4, с. 104. /Общепринятым является выбор угла из стандартного ряда: 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25°

Для твердосплавных резцов в большинстве случаев для облегчения заточки и контроля применяют $\gamma = 0^\circ$.

Принятый угол следует проверить по условию обеспечения прочности режущего клина, учитывая наибольший обрабатываемый радиус детали r_{\max} и наибольшую глубину профиля резца t_{\max} :

$$\gamma \leq 10 \frac{r_{\max}}{t_{\max}}$$

При невыполнении условия следует принять меньшее значение угла.

Задний угол α зависит от формы и типа фасонного резца. Рекомендуемые значения для резцов из быстрорежущей стали: круглых - $\alpha = 10 \div 15^\circ$, призматических больше - $\alpha = 12 \div 17^\circ$, в отдельных случаях даже $25 \div 30^\circ$.

Для резцов из твердых сплавов, меньше - $\alpha = 6 \div 12^\circ$.

После выбора α необходимо проверить величину боковых задних углов на режущих кромках с $\varphi < 90^\circ$.

$$\text{tg} \alpha_{\phi_i} = \text{tg} \alpha \cdot \text{Sin} \varphi_i$$

Чем меньше φ в данной точке лезвия, тем меньше боковой задний угол α_{ϕ} ,

что создает неблагоприятную геометрию для резания.

Необходимо контролировать, чтобы $\alpha_{\phi} \geq 3^\circ$.

Если $\alpha_{\phi} \leq 3^\circ$, необходимо увеличить основной задний угол.

Но это не поможет для участков, где $\varphi = 0^\circ$. В этом случае можно:

- использовать резцы с дополнительным поворотом,
- выполнить на режущих кромках с $\varphi = 0^\circ$ поднутрения - $\varphi = 1 \div 3^\circ$.

Для обеспечения принятых значений углов γ и α при работе резцов необходимо:

- Для призматического резца: задний угол обеспечить за счет установки резца в державке путем поворота, передний угол – путем заточки передней поверхности под углом $\varepsilon = \gamma + \alpha$

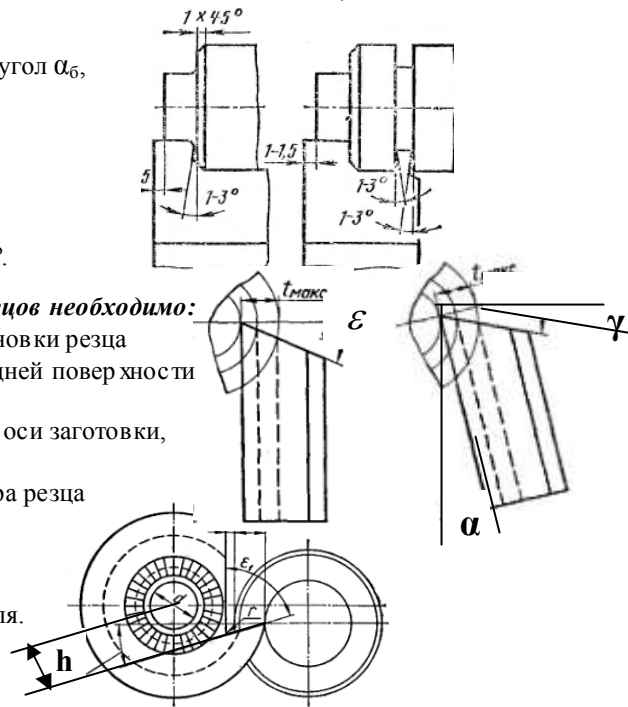
- Для круглого резца: Вершина резца должна находиться на уровне оси заготовки, а ось резца должна быть расположена выше оси заготовки.

При этом необходимо выдержать кратчайшее расстояние от центра резца до передней поверхности:

$$h = R \cdot \text{Sin} \varepsilon$$

При этом необходимо помнить, что принятые значения углов для фасонных резцов относятся только к наружным точкам профиля.

В любой другой точке режущей кромки, обрабатываемой большим диаметром задний угол α непрерывно возрастает, а передний угол γ уменьшается.



5. Профилирование фасонных резцов.

Основной задачей при проектировании фасонных резцов является профилирование – определение размеров профиля резца в нормальном сечении. Существуют 2 способа определения размеров профиля:

№	Способ	Сущность способа	Преимущества	Недостатки
1	Графический	Определение размеров положения контурных точек путем графического построения	Простота, наглядность	Невысокая точность
2	Аналитический	Определение размеров положения контурных точек расчетным путем	Высокая точность профилирования	Сложность в вычислениях, особенно для криволинейных профилей

6. Методика расчета и проектирования фасонного резца - выполнение практической работы № 2 Расчет и проектирование фасонного резца.

Раздел 3. Проектирование осевых инструментов

Краткий конспект лекции по теме 3.1. Расчет и проектирование сверл

Требования к уровню знаний и умений студента по теме:

Студент должен:

знать:

- общие подходы расчета и выбора конструктивных элементов и геометрических параметров спиральных сверл;
- методику расчета и проектирования спирального сверла;

уметь:

- рассчитывать, выбирать и проектировать конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла для заданных условий;
- назначать технические требования на изготовление сверла;
- выполнять рабочий чертеж спирального сверла в соответствии с требованиями ЕСКД, ЕСТД;
- пользоваться справочной литературой и ГОСТами при проектировании сверла.

Рекомендуемые источники информации:

7. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. / глава 5, § 1-6 /
8. *Сахаров Г.Н., Арбузов О.Б., Боровой Ю.Л. и др. Металлорежущие инструменты. – М.: Машиностроение, 1989.
9. *Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – Киев, Высшая школа, 1986.
10. Нефедов Н. А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 1984. / глава 4, § 2 /
11. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987.
12. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986.
13. Суворов А.А., Зайдлин Г.С., Стикисин Г.М. Металлорежущие инструменты: Альбом. – М.: Машиностроение, 1979. /с. 18 – 21 /
14. ГОСТы на сверла

Учебный материал темы:

7. Основные положения по конструкции спирального сверла.
8. Расчет и проектирование рабочей части спирального сверла.
9. Расчет и проектирование крепежно-присоединительной части.
10. Методика расчета и проектирования спирального сверла.

1. Основные положения по конструкции спирального сверла

Сверло – осевой режущий инструмент для образования отверстия в сплошном материале или увеличения диаметра имеющего отверстия.

Спиральные сверла можно классифицировать по признакам:

1. По способу крепления:

- Хвостовые с цилиндрическим хвостовиком,
- Хвостовые с коническим хвостовиком.

2. По направлению стружечных канавок:

- Правые,
- Левые.

3. По длине (общей и рабочей части):

- Длинной серии – применяются, как правило, для работы с использованием кондуктора,
- Средней серии – применяются на станках общего назначения,
- Короткой серии – применяются для сверления отверстий на автоматах, станках с ЧПУ, автоматических линиях без предварительной зацентровки отверстий.

4. По точности - изготавливаются 3 классов:

- А1 – повышенной точности – предназначены для сверления отверстий 10 – 13 квалитета точности,
- В1 – нормальной точности - предназначены для сверления отверстий 14 квалитета точности,
- В - нормальной точности - предназначены для сверления отверстий 15 квалитета точности.

6. По роду инструментального материала:

- Из легированной стали 9ХС,
- Из быстрорежущей стали,

(Твердость стального инструмента задается исходя из материала и диаметра)

/ 5, с.

364; ГОСТ/

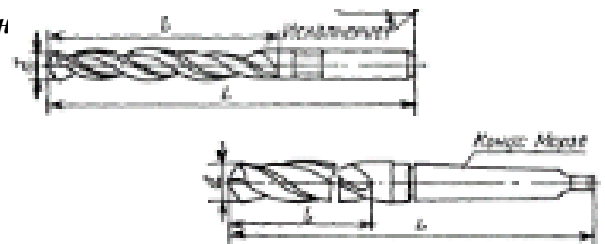
- Из твердого сплава (монолитные, рабочая часть или пластина)

7. По конструкции:

- Цельные
- Составные.

Рабочая часть быстрорежущих сверл $d > 8$ мм с цилиндрическим хвостовиком и $d > 6$ мм с коническим хвостовиком должна быть приварена к хвостовику из стали 45, 40Х. Сверла меньших размеров выполняются цельными.

Материал корпуса сверл с монолитной рабочей частью и с пластинами твердого сплава – стали марок Р6М5, Р9, 9ХС, 40Х, 45Х. Соединение корпуса с пластиной или монолитной рабочей частью из твердого

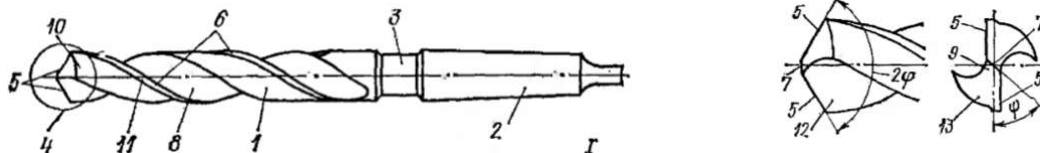


сплава осуществляется пайкой. (Твердость материал корпуса задается исходя из принятой марки) /5, с. 364; ГОСТ/

Спиральное сверло состоит из рабочей части **1** и крепежно-присоединительной в виде хвостовика **2** и шейки **3**. Цилиндрический хвостовик может быть выполнен с поводком или без. Конический хвостовик выполняют с лапкой.

Рабочая часть сверла содержит два лезвия (пера) **10** и разделяется на режущую и калибрующую. Каждое перо образовано передней поверхностью **12**, главной задней поверхностью **13**, вспомогательной задней поверхностью

(ленточка) **11**. Режущая часть **4** имеет две главные режущие кромки **5** и поперечную кромку **7**, калибрующая часть – две вспомогательные режущие кромки **6**. Отвод стружки осуществляется по винтовым стружечным канавкам **8**, разделенным сердцевиной **9**.



Исходными данными для проектирования спирального сверла являются: размеры и точность получаемого отверстия; вид и состояние поверхности заготовки; свойства обрабатываемого материала; силовые факторы, действующие на сверло в процессе резания – осевая сила, момент сопротивления резанию.

2. Расчет и проектирование рабочей части спирального сверла.

При проектировании рабочей части определяют ее конструктивные размеры и выбирают геометрические параметры.

Основными конструктивными размерами рабочей части сверла являются: диаметр, длина, размеры профиля поперечного сечения.

1. **Диаметр сверла D** выбирают в зависимости от назначения и технических требований на изготовление отверстия.

При обработке отверстий диаметр сверла должен быть меньше диаметра отверстия на величину разбивки, которая зависит от биения шпинделя станка, биения сверла в шпинделе, от свойств обрабатываемого материала, от заточки режущей части. Величина разбивки определяется экспериментально и имеет определенные установленные практикой значения.

Поэтому диаметр рабочей части выбирают в соответствии с диаметром отверстия, учитывая градацию диаметров сверл по ГОСТ, с допуском в сторону уменьшения. /5, с. 362; ГОСТ/

Для сверл предназначенных для получения отверстий под резьбу необходимо иметь в виду, что при нарезании резьбы метчиком в результате пластических деформаций металла происходит уменьшение внутреннего диаметра резьбы. Поэтому диаметр сверла под резьбу выбирают несколько больше внутреннего диаметра резьбы. Стандарт предусматривает две группы диаметров сверл – для вязких и хрупких материалов.

Диаметр сверла по длине рабочей части неодинаков. С целью уменьшения трения, тепловыделения и разбивки отверстия его уменьшают по направлению к хвостовику, создавая обратную конусность 0,01 – 0,12 мм, исходя из диаметра. /5, с. 361; ГОСТ/

2. **Длина рабочей части l** – выбирается с учетом глубины сверления и необходимого запаса на переточку сверла из

стандартных значений для соответствующего диаметра. /5, с. 370-372; ГОСТ/

Длина рабочей части должна быть не менее: $l = l_0 + 3D$, мм.

Необходимо отметить, что:

- для сверл оснащенных пластинами твердого сплава, учитывая ограниченный запас на переточку пластины, рабо-

чую часть выполняют меньше, чем для сверл из быстрорежущей стали;

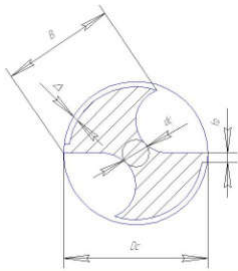
- если обрабатываемое отверстие не глубокое, то сточки зрения обеспечения жесткости конструкции применяют

укороченные сверла.

3. Размеры профиля поперечного сечения

Профиль поперечного сечения сверла должен обеспечить: прочность сверла, рациональное распределение металла по всему сечению для предотвращения трещин при ТО, достаточное пространство для правильного образования стружки, ее размещения и легкого отвода.

Основными размерами профиля являются: ширина пера и ширина канавки, диаметр сердцевины, высота и ширина ленточки.

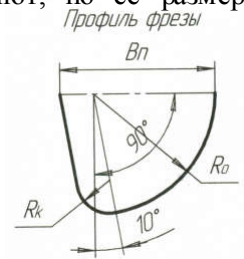


3.1. Ширина пера B – выбирается из условия прочности. **Ширина канавки** – выбирается из условия обеспечения достаточного пространства для размещения стружки.

Для обычных сверл их принимают равными и определяют в зависимости от диаметра сверла: - для $D \leq 8 \text{ мм}$ - $B = 0,62D$; - для $8 < D \leq 20 \text{ мм}$ - $B = 0,59D$; - для $D > 20 \text{ мм}$ - $B = 0,58D$.

На чертеже сверла указывают только размер ширины пера перпендикулярно винтовой канавке. Ширину канавки на чертеже сверла не проставляют, но ее размеры определяют для построения профиля канавочной фрезы.

Пример расчета размеров профиля фрезы для фрезерования стружечных канавок приведен /4, с. 158/

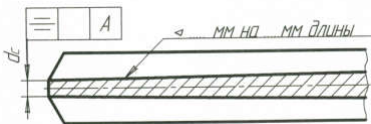


3.2. Диаметр сердцевины d_c выбирают учитывая, что при уменьшении сердцевины:

- уменьшается поперечная кромка, в результате уменьшается осевая сила и облегчается процесс резания (+);
- снижается жесткость конструкции, а значит сверло будет выдерживать меньшие крутящие моменты (-).

Поэтому диаметр сердцевины в начале режущей части выполняют минимально допустимым с точки зрения прочности и жесткости. Размер определяют в зависимости от диаметра сверла:

- для $D \leq 3 \text{ мм}$ - $d_c = (0,2 - 0,3) D$; для $3 < D \leq 18 \text{ мм}$ - $d_c = (0,15 - 0,2) D$; - $D > 18 \text{ мм}$ - $d_c = (0,125 - 0,2) D$.



Для сверл с пластинами из твердого сплава сердцевину выполняют больше, так как при врезании пластины конструкция сильно ослабляется:

- для $D \leq 10 \text{ мм}$ - $d_c = 0,27D$; - $D > 10 \text{ мм}$ - $d_c = (0,25 - 0,26) D$

Для повышения прочности и жесткости конструкции сверла диаметр сердцевины увеличивают по направлению к хвостовику на 1,4 – 1,7 мм на 100 мм длины. /5, с. 361/

3.3. Ширина f и высота ленточки A

Ширину ленточки выбирают учитывая ее влияние на: трение сверла о стенки обработанного отверстия; направление сверла вдоль отверстия; качество обработанной поверхности.

Размер определяют в зависимости от диаметра сверла: $f = (0,32 \div 0,45) \sqrt{D}$,

Высота ленточки зависит от технологии изготовления сверла:

- для сверл с фрезерованным профилем – $A = 0,2 - 0,3 \text{ мм}$,
- для сверл со шлифованным профилем – $A = 0,1 - 0,15 \text{ мм}$.

/5, с. 361/

3.4. Выбор геометрических параметров рабочей части сверла

включает выбор формы заточки и углов заточки.

Выбор формы заточки режущей части сверла зависит от его диаметра и свойств обрабатываемого материала. Рекомендации по выбору формы, эскизы и размеры форм приведены /6, с. 150 – 152; 5, с. 381 – 384/.

Выбор углов заточки включает выбор: угла режущей части, угла наклона стружечной канавки, заднего угла, угла наклона поперечной кромки.

1. **Угол наклона режущей части 2ϕ** – определяет производительность, стойкость сверла и влияет на величину переднего и заднего угла. При выборе угла учитывают, что при его уменьшении:

- снижается осевая сила резания, сверло легче проникает в материал и легче работает (+);
- увеличивается длина режущей кромки, в результате улучшается теплоотвод, повышается стойкость сверла (+);
- снижается прочность сверла у перемычки (-).

Поэтому угол выбирают в зависимости от обрабатываемого материала. Рекомендуемые значения /4, с. 153/.

2. **Угол наклона стружечной канавки ω** – выбирается с учетом, что при его увеличении:

- увеличивается передний угол, в результате облегчается процесс резания, улучшаются условия отвода стружки (+);
- уменьшается осевая сила и крутящий момент на сверле (+);
- уменьшается жесткость сверла (-);
- уменьшается угол заострения режущей кромки, что приводит к ее ослаблению и ухудшению условий отвода тепла (-).

Поэтому угол выбирают в зависимости от обрабатываемого материала. Рекомендуемые значения /4, с.153; 5, с.362/.

Угол принимается по наружному диаметру, при этом необходимо учитывать, что в любой другой точке режущей кромки, расположенной ближе к центру он будет уменьшаться.

3. **Задний угол α** – задают в осевой плоскости на периферии в зависимости от диаметра сверла, формы его заточки и материала. Рекомендуемые значения /4, с.190; 6, с.351 - 352/.

Так как передний угол в зависимости от угла наклона стружечной канавки и угла режущей части получается переменным вдоль режущей кромки, то для обеспечения постоянного угла заострения на длине режущей кромки задний угол также выполняют переменным, с увеличением к поперечной кромке. Для сверл из быстрорежущей стали угол назначается больше, чем для сверл оснащенных пластинами твердого сплава.

11. **Угол наклона поперечной кромки ψ** - принимается в зависимости от диаметра сверла:

- для $D \leq 12 \text{ мм}$ - $\psi = 50^\circ$; - для $D > 12 \text{ мм}$ - $\psi = 55^\circ$. /4, с.188; 6, с.351 - 352/.

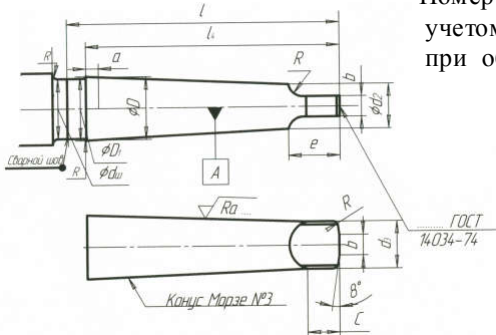
3. Расчет и проектирование крепежно-присоединительной части.

Форма хвостовика зависит от метода крепления и размера сверла.

Мелкоразмерные сверла диаметром до 10 мм и даже до 20 мм изготавливают с цилиндрическим хвостовиком.

Сверла диаметром от 12 мм выполняют с коническим хвостовиком, учитывая его преимущества.

Номер конуса Морзе и его размеры определяют из расчета среднего диаметра с учетом осевой силы и момента сопротивления резанию, действующих на сверло при обработке.



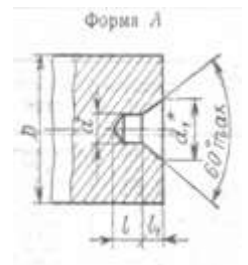
$$d_{cp} = \frac{6 \times M_{cp} \times \sin \theta}{\mu \times P_x (1 - 0,04 \Delta \theta)}$$

Пример расчета среднего диаметра приведен /4, с. 156 /

По полученному значению выбирают ближайший больший диаметр, соответствующий ему номер конуса и все его размеры. /5, с. 189/

На торце со стороны хвостовика выполняют центровое отверстие формы А.

Размер центрального отверстия выбирается по ГОСТ, в зависимости от ширины лапки. /5, с. 195/



4. Методика расчета и проектирования спирального сверла

Учитывая подходы к проектированию частей спирального сверла можно использовать следующий порядок его расчета и конструирования:

1. Выбрать тип сверла
2. Определить основные габаритные размеры сверла
 - 2.1. Определить наружный диаметр
 - 2.2. Выбрать длину рабочей части и общую длину
3. Рассчитать и спроектировать конструктивные элементы рабочей части сверла
 - 3.1. Определить размеры профиля поперечного сечения
 - 3.2. Выбрать геометрические параметры рабочей части
 - 3.3. Определить размеры профиля фрезы для получения стружечных канавок
4. Рассчитать и спроектировать крепежно-присоединительную часть сверла
 - 4.1. Определить средний диаметр конуса хвостовика
 - 4.2. Выбрать конус Морзе и конструктивные размеры хвостовика
 - 4.3. Выбрать форму и размеры центрального отверстия со стороны хвостовика
5. Назначить технические требования на изготовление сверла
6. Выполнить рабочий чертеж сверла

Пример расчета - выполнение Практической работы № 3 Расчет и конструирование спирального сверла

