

Министерство образования Республики Беларусь

Филиал БНТУ

«Минский государственный машиностроительный колледж»

---

Цикловая комиссия металлорежущих станков  
и информационных технологий

## **ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ, ИНСТРУМЕНТ И СТАНКИ**

Программа, методические указания,  
домашние контрольные работы  
и экзаменационные вопросы

для учащихся отделения заочного обучения  
по специальности 2-37 01 01  
«Двигатели внутреннего сгорания»

Минск  
2017

Разработали: Жданович В.В., Хрищанович А.В. – преподаватели филиала БНТУ «Минский государственный машиностроительный колледж».

Обсуждено и одобрено цикловой комиссией металлорежущих станков и информационных технологий филиала БНТУ «МГМК». Протокол заседания 12.09.2017 № 2.

## ВВЕДЕНИЕ

Программой дисциплины «Обработка материалов резанием, инструмент и станки» предусматривается изучение процессов обработки материалов резанием, конструкции используемого режущего инструмента и металлорежущих станков.

Изучение дисциплины основывается на знаниях полученных учащимися при изучении дисциплины физика, математика, техническая механика, инженерная графика, «материаловедения и технологии материалов», «нормирование точности и технические измерения» и является базой для изучения дисциплин «Технология машиностроения», «Основы автоматизации производства», а также для прохождения производственной технологической и преддипломной практик, выполнения дипломного проекта.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны

*знать на уровне представления:*

– особенности устройства и эксплуатации металлорежущих станков, режущих инструментов, используемых в двигателестроении.

– основные технико-экономические показатели металлорежущих станков и режущих инструментов, используемых при производстве, эксплуатации и ремонте двигателей внутреннего сгорания.

– вопросы эксплуатации металлорежущих станков и режущих инструментов, используемых при производстве, эксплуатации и ремонте двигателей внутреннего сгорания.

– основы и физическую сущность процесса резания.

*знать на уровне понимания*

– номенклатуру металлорежущих станков и режущих инструментов, их технологические возможности и область применения.

– типовые сборочные узлы, механизмы металлорежущих станков.

– особенности наладки, ремонта и эксплуатации металлорежущих станков различных типов.

– методику выбора режущего инструмента и оборудования при заданных условиях обработки.

– методы назначения режимов резания для различных видов обработки.

*должны уметь*

– читать кинематические схемы металлорежущего оборудования.

– рассчитывать режим резания для заданного вида обработки.

– производить настройку станочного оборудования.

– подбирать наиболее подходящие модели металлорежущих станков и режущего инструмента для различных видов обработки.

– затачивать различные типы режущего инструмента.

– подбирать марки инструментальных материалов с учетом обрабатываемых материалов и конкретного вида работ.

Для достижения этих целей следует иметь рекомендуемые учебники (см. список литературы), изучать режущие инструменты и станки не только в лаборатории колледжа (во время лабораторно-практических работ), но и на производстве, посещать различные выставки обработки металлов резанием и металлорежущих станков, изучать новые проспекты на инструменты и станки, получать консультации у высококвалифицированных рабочих, мастеров и инженеров своего предприятия.

Все знания и навыки, полученные учащимися при изучении дисциплины «Обработка материалов резанием инструмент и станки», найдут применение в процессе изучения специальных дисциплин, при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической работе на производстве.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Основная форма изучения дисциплины «Обработка материалов резанием инструмент и станки» — самостоятельная работа учащегося с рекомендуемой литературой и в соответствии с настоящими методическими указаниями.

Учебный материал дисциплины следует изучать в последовательности, предусмотренной программой, систематически в течение установленного срока по учебному графику. Изучая по учебнику материал дисциплины, следует вести конспект, в котором кратко записывается основное содержание темы. Рекомендуется при этом оставлять поля для дополнений и личных примечаний. После изучения темы необходимо *без помощи учебника* записать формулы, уравнения (если они есть), ответить на контрольные вопросы, приведенные в конце каждого раздела программы.

Нельзя ничего оставлять непонятым при изучении дисциплины. При затруднении в понимании какого-либо вопроса, нужно обратиться за консультацией к высококвалифицированным рабочим-станочникам, мастеру, инженеру своего предприятия или к преподавателю колледжа. Серьезное внимание должно быть уделено вопросам для самопроверки, а также анализу решений типовых примеров в учебнике или в методических рекомендациях.

Только в этом случае можно получить прочные знания и навыки расчетов по всем разделам дисциплины, успешно выполнить контрольные работы и сдать экзамен.

### **Работать с учебниками рекомендуется в такой последовательности:**

- ознакомиться с содержанием изучаемой темы по программе.
- изучить материал темы по рекомендуемым учебникам. Если тема имеет большой объем, надо разбить ее на отдельные логически завершенные части.
- выделить и *изучить ключевые вопросы*, записать в конспект *основные* определения, правила, формулы или уравнения, сопровождая выписки схемами и рисунками.
- в целях закрепления учебного материала и приобретения навыков использования расчетных формул, уравнений необходимо проанализировать примеры решений задач в учебнике или в методических рекомендациях.

## Выполнение домашней контрольной работы

В процессе изучения дисциплины каждый учащийся выполняет две домашние контрольные работы. К выполнению домашней контрольной работы следует приступать только после изучения соответствующей темы и получения навыка решения задач. Не следует откладывать выполнение контрольной работы, лучше всего выполнять ее по частям — по мере изучения материала. Направлять работу в колледж следует в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса.

Вариант домашней контрольной работы определяется по двум последним цифрам номера зачетной книжки учащегося. Например, учащийся, имеющий зачетку № 109485, получает шифр 85, имеющий зачетку № 109600 — шифр 00 и т.д.

Задания контрольной работы, которые должен выполнить учащийся в соответствии со своим шифром, указаны в приложении 1.

***Задания, выполненные не по своему шифру, не засчитываются и возвращаются учащемуся без рецензии.***

### ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы, сдаваемые на проверку, должны быть выполнены и оформлены в соответствии со следующими требованиями:

1. Контрольная работа должна выполняться на листах формата А4, которые подшиваются в папку-скоросшиватель. На обложке указывается: название колледжа и учебной дисциплины, порядковый номер контрольной работы (1 или 2), фамилия, имя и отчество учащегося, его шифр и полный почтовый адрес<sup>1</sup>.

2. Работа должна быть оформлена, как и любой технический документ, с максимальным соблюдением требований ГОСТ 2.105-96 «Общие требования к текстовым документам».

3. Работа выполняется аккуратным и ***разборчивым почерком***, обязательно чернилами или шариковой ручкой<sup>2</sup>. Контрольную работу можно выполнять на компьютере. Для замечаний преподавателя *снаружи* каждого листа оставляется поле шириной не менее 25...30 мм, а в конце тетради одна-две страницы для рецензии.

***4. Листы контрольной работы обязательно должны быть пронумерованы. Если работа, по разрешению преподавателя, выполнена в обычной школьной тетради, то номера страниц проставляются снизу по центру листа.***

***5. Условия задач следует записывать полностью, с указанием номера варианта.***

---

<sup>1</sup> Колледж обычно высылает (или выдает) этикетки установленной формы для наклеивания их на обложку тетради.

<sup>2</sup> Чертежи и схемы должны быть выполнены в карандаше и размещены в тексте там, где впервые упоминаются. Допускается использовать миллиметровку, которая аккуратно вклеивается в тетрадь. Она включается в сквозную нумерацию листов тетради.

6. При любом расчете следует указывать его *наименование* (например, «Определение скорости резания»), а также *исходные данные* для расчета, отделяя их от основного текста свободной строкой. Рисунки к задачам должны быть выполнены четко *в соответствии с требованиями к выполнению чертежей и только карандашом*.

7. Все рисунки, таблицы или приложения в работе должны иметь номера. Их номер состоит из номера задания и порядкового номера рисунка, таблицы или приложения, разделенных точкой (ГОСТ 2.105-95).

8. Допускается использовать ксерокопии рисунков — они должны быть *аккуратно и по всей своей площади наклеены*.

***Нельзя использовать для этого скотч, скрепки, скобы!***

9. Решение задачи делится на пункты. Каждый пункт должен иметь подзаголовок с указанием, что и как определяется, по каким формулам или на основе каких правил, методов. Пункты следует нумеровать (например, 6.1.10, 6.1.11 и т.д.), чтобы в рецензии можно было на них ссылаться при необходимости.

10. При использовании готовых формул, определений и т.п. следует в квадратных скобках давать ссылки на использованную литературу.

11. Все задачи и расчеты обязательно должны быть доведены до *окончательного числового результата*. ***Ответ должен быть полным по существу и кратким по форме***.

12. Преобразования формул, уравнений в ходе решения производится в общем виде и только в конце подставляются исходные данные. Числовые значения подставляют в порядке расположения буквенных обозначений этих величин в формуле. После подстановки числовых значений вычисляется результат. ***Окончательные результаты расчетов следует подчеркнуть***. Правильность всех вычислений надо тщательно проверить, обратить особое внимание на соблюдение единиц, подставляемых в формулу значений величин и ***оценить правдоподобность полученного результата***.

Вычисления должны быть выполнены с точностью, не превышающей погрешности метода: размеры — до 3 знаков (6,275 мм), передаточное отношение  $i$  — до 5 знаков, параметры режимов резания — до 2 знаков (подача) или округлены до целого (скорость резания).

13. При решении задач следует применять только Международную систему единиц (СИ) и стандартные символы для обозначения этих величин.

14. Закончив контрольную работу, учащийся должен составить список литературы, использованной им в *процессе изучения материала и выполнения работы, указать дату и расписаться*.

15. Контрольная работа после рецензирования возвращается учащемуся с отметкой «зачтено / не зачтено» и указаниями, что нужно сделать для исправления недостатков работы.

При этом следует исправить отмеченные ошибки (желательно другим цветом — зеленым, черным, но не красным), а также выполнить все указания рецензента и повторить недостаточно усвоенный материал.

После выполнения очередной контрольной работы следует *своевременно* сдать (выслать) ее в колледж.

Не зачтенную контрольную работу учащийся исправляет или выполняет вновь и предъявляет на повторную рецензию (во втором случае — с приложением текста *не зачтенной* работы). Для исправления недочетов на отдельном листе записывается заголовок «*Работа над ошибками*». Затем указывается, какое задание (№ ...) переделано и приводится решение, выполненное по-новому. После исправленного решения должен быть оставлен один чистый лист — для новой рецензии преподавателя.

В случае возникновения затруднений при выполнении контрольной работы учащийся должен обратиться в колледж для получения *письменной* или *устной консультации*.

После выполнения последнего контрольного задания необходимо вернуть методические рекомендации в исправном состоянии на заочное отделение для дальнейшего использования ее в учебном процессе.

По желанию учащегося остальные варианты контрольных работ могут быть проработаны как дополнительные задачи, не обязательные для рецензирования.

***Зачтенные контрольные работы предъявляются на экзамене и сдаются преподавателю; без предъявления зачтенных контрольных работ экзамен не принимается.***

Учебными планами заочного обучения предусмотрено выполнение лабораторных и практических работ по всем разделам дисциплины. Наименование лабораторных и практических работ и инструкции по их проведению учащиеся получают лично в колледже. Эти работы могут быть выполнены в периоды лабораторно-экзаменационных сессий или в течение учебных семестров.

**Лабораторные практические работы** выполняются по особой программе в период лабораторно-экзаменационной сессии в лабораториях колледжа или заводских лабораториях по индивидуальному заданию. ***К этим работам учащиеся допускаются после сдачи всех контрольных работ.*** После выполнения всех предусмотренных лабораторных и практических работ учащийся получает зачет по ним.

Сдача экзаменов разрешается учащимся, которые получили положительные оценки по всем контрольным работам и имеют зачет по лабораторным работам.

# **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ, ИНСТРУМЕНТ И СТАНКИ»**

## **Раздел 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ**

### **Тема 1.1. Материалы для изготовления режущих инструментов**

Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Основные группы инструментальных материалов, применяемых для изготовления режущего инструмента [2, с. 8...16].

Инструментальные стали, их классификация, механические свойства, маркировка и область применения [2, с. 8...16].

Твердые сплавы, их классификация, механические свойства, маркировка и область применения [2, с. 8..16].

Керамические инструментальные материалы, их свойства и область применения.

Алмазы, их свойства, маркировка и область применения.

Синтетические сверхтвердые материалы, их свойства и область применения.

### **Тема 1.2. Элементы режима резания**

Общие сведения об обработке резанием. Основные виды движений при обработке резанием. Поверхности на обрабатываемой заготовке. Основные элементы режима резания: глубина резания, подача, скорость резания. Геометрические параметры срезаемого слоя [2, с. 7..8].

### **Тема 1.3. Физические основы процесса резания**

Физические явления в процессе резания.

Стружкообразование при резании. Типы стружки. Усадка стружки [1, с. 35...47].

### **Тема 1.4. Назначение и расчет элементов режима резания**

Порядок назначения элементов режима резания табличным методом. Определение глубины резания, величины подачи. Расчет скорости резания. Факторы влияющие на скорость резания. Проверка выбранных элементов режима резания [2, с. 44...83].

### ***Методические указания***

Изучая программный материал темы необходимо усвоить основные требования, предъявляемые к инструментальным материалам, их классификацию, механические свойства, маркировку и область применения.

Усвоить основные понятия об обработке резанием, знать виды движений и поверхности на обрабатываемой заготовке.

Следует знать порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных элементов режима резания.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Поясните, какие требования, предъявляются к инструментальным материалам, классифицируйте инструментальные материалы, объясните их маркировку и область применения.
2. Дайте понятие об обработке резанием, о видах движений и поверхностях на обрабатываемой заготовке.
3. Дайте понятие о процессе стружкообразования, типах стружки, ее усадке.
4. Опишите порядок назначения режимов резания, определения глубины резания и подачи. Дайте понятие о проверке выбранных элементов режимов резания.

## **Раздел 2. ОБРАБОТКА ТОЧЕНИЕМ**

### **Тема 2.1. Токарные резцы**

Классификация токарных резцов. Конструктивные элементы токарного резца. Геометрические параметры режущей части токарного резца: передний угол, задний угол, угол заострения, угол резания. Углы токарного резца в плане: главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, угол при вершине. Угол наклона главной режущей кромки. Схемы токарных операций [2, с. 17...27, с. 38... 65].

### **Тема 2.2. Определение режимов резания при точении**

Порядок назначения режимов резания. Формулы для аналитического расчета режимов резания при токарной обработке.

### ***Методические указания***

Изучая программный материал темы необходимо усвоить классификацию токарных резцов. Изучить конструктивные элементы токарного резца, его углы, а также изучить схемы при токарной обработке. Следует знать порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных элементов режима резания при точении.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Классифицируйте токарные резцы.
2. Начертите резец и укажите его конструктивные элементы.
3. Назовите геометрические параметры режущей части токарного резца (передний угол, задний угол, угол заострения, угол резания, главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, угол при вершине. Угол наклона главной режущей кромки).
4. Расскажите порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных режимов резания при точении.

## Раздел 3. ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

### Тема 3.1. Обработка сверлением, зенкерованием, развертыванием и растачиванием

Методы обработки отверстий, их сущность и область применения. Движения резания, при обработке отверстий.

Особенности процесса сверления. Схемы сверления, зенкерования, развертывания и растачивания [2, с. 200...227].

Обработка отверстий выглаживанием и накатыванием. Отделочные виды обработки отверстий: притирка, доводка.

Силы резания при сверлении. Мощность, затрачиваемая на резание при сверлении [2, с. 200...217].

### Тема 3.2. Конструкции инструментов для обработки отверстий

Виды инструментов для обработки отверстий, область их применения. Классификация сверл.

Конструктивные и геометрические параметры сверл, зенкеров, разверток. Инструменты для расточных работ. Заточка инструментов для обработки отверстий [2, с. 225...227].

### Тема 3.3. Расчет режима резания при сверлении

Назначения элементов режима резания при сверлении, зенкерования, развертывании и растачивании отверстий табличным методом. Расчет элементов режима резания аналитическим методом, определение основного времени.

#### *Методические указания*

Изучая программный материал темы необходимо усвоить методы обработки отверстий. Изучить конструктивные элементы сверл, зенкеров, разверток, а также изучить схемы при обработке сверлением. Следует знать порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных элементов режима резания при сверлении.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Классифицируйте сверла.
2. Начертите сверло и укажите его конструктивные элементы.
3. Начертите зенкер, развертку и укажите его конструктивные элементы.
4. Расскажите порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных режимов резания при сверлении.

## Раздел 4. ОБРАБОТКА ФРЕЗЕРОВАНИЕМ

### Тема 4.1. Процесс резания при фрезеровании конструкции

Сущность процесса фрезерования, его особенности. Элементы срезаемого слоя при цилиндрическом и торцевом фрезеровании. Силы резания и мощность при фрезеровании. Схемы фрезерования, встречное и попутное фрезерование,

достоинства и недостатки этих методов равномерность фрезерования. Классификация фрез область их применения. Фрезы для обработки различных поверхностей. Конструктивные элементы и геометрические параметры торцовых и цилиндрических фрез.

Заточка фрез [1, с. 288...292].

#### **Тема 4.2. Расчет режимов резания при фрезерной обработке**

Назначение элементов режима резания при фрезеровании табличным методом. Расчет элементов режима резания аналитическим методом. Определение основного времени [2, с. 244..264].

#### ***Методические указания***

Изучая программный материал темы необходимо усвоить процесс фрезерования. Изучить схемы фрезерования (встречное и попутное). Изучить классификацию фрез. Следует знать порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных элементов режима резания при фрезеровании.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Классифицируйте фрезы по различным признакам.
2. Начертите фрезу и покажите на чертеже фрезы конструктивные и геометрические параметры.
3. Расскажите порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных режимов резания при сверлении.

### **Раздел 5. ОБРАБОТКА СТРОГАНИЕМ И ДОЛБЛЕНИЕМ**

#### **Тема 5.1. Процессы строгания и долбления**

Сущность и особенности процессов строгания и долбления. Схемы строгания и долбления. Элементы режима резания при строгании и долблении. Определение основного времени

Виды строгальных и долбежных резцов, область их применения. Особенности конструкции строгальных и долбежных резцов, их геометрические параметры [2, с. 175...184].

### **Раздел 6. ОБРАБОТКА ПРОТЯГИВАНИЕМ**

#### **Тема 6.1. Процесс протягивания и протяжной инструмент**

Сущность процесса протягивания, его особенности Виды протягивания. Схемы резания при протягивании. Сила резания при протягивании. Типы протяжек, их конструктивные элементы и геометрические параметры.

#### **Тема 6.2. Определение режимов резания при протягивании**

Назначение элементов режимов резания при протягивании табличным методом. Расчет элементов режимов резания аналитическим методом. Определение основного времени [2, с. 185..187].

### *Методические указания*

Изучая программный материал темы необходимо усвоить процесс строгания и долбления, схемы строгания и долбления. Изучить особенности строгальных и долбежных резцов. Изучить сущность процесса протягивания, виды протягивания. Следует знать конструктивные и геометрические элементы протяжки. Научиться производить выбор режимов резания при протягивании.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Объясните сущность процесса строгания и долбления. Начертите схемы строгания и долбления.
2. Поясните особенности конструкций строгальных и долбежных резцов.
3. Объясните сущность процесса протягивания.
4. Объясните с эскизом конструкцию протяжки и ее геометрические параметры.
5. Расскажите порядок назначения, методику расчета и проверки выбранных режимов резания при протягивании.

## **Раздел 7. РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЕ**

### **Тема 7.1. Нарезание резьб и резьбонарезной инструмент**

Сущность процесса резьбонарезания. Методы нарезания наружных и внутренних резьб. Схемы нарезания резьбы резцами резьбовыми гребенками. Классификация резьбонарезного инструмента. Конструктивные элементы и геометрические параметры резьбовых резцов и гребенок. Нарезание резьбы метчиками и плашками. Конструктивные элементы и геометрические параметры метчиков и плашек [2, с. 340..366].

### **Тема 7.2. Высокопроизводительные методы нарезания резьб**

Нарезание резьб резьбонарезными головками, резьбовыми фрезами, шлифовальными кругами. Вихревое нарезание резьбы. Получение резьбовых поверхностей способом накатывания [2, с. 340...366].

### **Тема 7.3. Определение режима резания при нарезании резьб**

Назначение элементов режима резания при нарезании резьб резцами, метчиками, плашками табличным методом. Расчет элементов режима резания аналитическим методом. Определение основного времени.

### *Методические указания*

Изучая программный материал темы необходимо усвоить процесс нарезания резьб резьбонарезными головками, резьбовыми фрезами, шлифовальными кругами, вихревым методом, способом накатывания. Изучить порядок назначения и расчетов режима резания при нарезании резьб резцами, метчиками, плашками, методику расчета основного времени.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Дать понятие о нарезании резьб резьбонарезными головками, резьбовыми фрезами, шлифовальными кругами, вихревым методом, способом накачивания.

2. Объяснить порядок назначения и расчетов режимов резания при нарезании резьб резцами, метчиками, плашками, методику расчета основного времени.

## **Раздел 8. ОБРАБОТКА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

### **Тема 8.1. Нарезание зубьев зубчатых колес и зуборезный инструмент**

Сущность процесса зубонарезания. Методы нарезания зубьев зубчатых колес.

Сущность метода копирования, его достоинства и недостатки, применяемый инструмент. Схемы нарезания зубьев. Особенности нарезания косозубых и шевронных колес. Применение многорезцовых зубодолбежных головок для нарезания зубчатых колес [1, с. 295...297].

Сущность метода обкатки, его достоинства и недостатки, применяемый инструмент. Схемы зубофрезерования и зубодолбления [2, с. 284...288].

Отделочные методы обработки зубьев зубчатых колес: шевингование, обкатка, притирка, шлифование, хонингование [2, с. 316].

### **Тема 8.2. Определение режимов резания при нарезании зубьев зубчатых колес**

Назначение элементов режимов резания при нарезании зубьев зубчатых колес долблением, фрезерованием, табличным методом. Расчет элементов режима резания аналитическим методом. Определение основного времени

### ***Методические указания***

Изучая программный материал темы необходимо усвоить сущность процесса зубонарезания. Методы нарезания зубьев зубчатых колес (метод копирования и метод обката). Изучить порядок назначения и расчетов режима резания при нарезании зубьев при зубодолблении и зубофрезеровании, методику расчета основного времени.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Дать понятие о процессе зубонарезания, о методах нарезания зубьев колес, их достоинствах и недостатках, применяемом инструменте.

2. Объяснить порядок назначения и расчетов режимов резания при нарезании зубьев зубчатых колес долбяками и червячными фрезами, методику расчета основного времени.

## **Раздел 9. ОБРАБОТКА ШЛИФОВАНИЕМ И ОБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ**

### **Тема 9.1. Процесс шлифования и абразивный инструмент**

Сущность процесса шлифования, его особенности. Классификация абразивного инструмента. Абразивные материалы, их физико-механические свойства, маркировке. Характеристика абразивного инструмента: форма профиля, размер, материал, твердость, связка, зернистость, структура, класс точности и класс неуравновешенности. Маркировка абразивного инструмента. Методы шлифования различных поверхностей. Схемы обработки при шлифовании. Износ и балансировка шлифовальных кругов.

Отделочные методы обработки поверхностей [2, с. 408...420].

### **Тема 9.2. Определение режимов резания при шлифовании**

Выбор абразивного инструмента и метода шлифования. Назначение и расчет элементов режимов резания при шлифовании. Определение основного времени.

## **Раздел 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

### **Тема 10.1. Комбинированный инструмент**

Назначение, классификация и область применения комбинированных инструментов. Особенности изготовления комбинированных инструментов.

### **Тема 10.2. Методы повышения стойкости инструментов**

Факторы, влияющие на стойкость инструментов. Методы повышения стойкости инструментов, их сущность. Методы восстановления инструментов.

### ***Методические указания***

Изучая программный материал темы необходимо усвоить сущность процесса шлифования, схемы шлифования. Сформировать понятие о классификации абразивного инструмента, его характеристике, маркировке, методах шлифования различных поверхностей обработки при шлифовании, об износе, правке и балансировке шлифовальных кругов, об отделочных методах обработки поверхностей.

Изучить критерии выбора абразивного инструмента и методы шлифования, порядок назначения и расчет элементов режимов резания при шлифовании, методику расчета основного времени.

Ознакомиться с классификацией, областью применения и особенностью изготовления комбинированных инструментов, а также с факторами повышения стойкости инструмента.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Раскрыть сущность процесса шлифования, его особенности, классифицировать абразивный инструмент, объяснить его характеристику, методы шли-

фования различных поверхностей, схемы обработки при шлифовании, виды износа, сущность процессов правки балансировки шлифовальных кругов.

2. Объяснить критерии выбора абразивного инструмента и метода шлифования, порядок назначения и расчет элементов режима резания при шлифовании, определение основного времени.

3. Описать назначение, классификацию, область применения и особенности изготовления комбинированных инструментов.

## **Раздел 11. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ**

### **Тема 11.1. Классификация металлорежущих станков**

Классификация металлорежущих станков по группам и типам (ЭНИМС), категориям (по массе), по степени автоматизации, классам точности, уровню специализации [5, с. 5...7], [7, с. 5...6].

Обозначение моделей станков [4, с. 5...8].

### **Тема 11.2. Структура металлорежущего станка**

Структура металлорежущего станка: несущая система, приводы главного движения и подачи, рабочие органы, манипулирующие устройства, устройство управления, контрольные и измерительные устройства.

Основные размеры, характеризующие станки каждого типа. Размерные ряды однотипных станков.

### ***Методические указания***

Изучая программный материал темы, необходимо усвоить классификацию станков по различным признакам. Следует научиться (с классификационной таблицей ЭНИМС) расшифровывать модели серийно выпускаемых станков.

Следует знать, какие основные размеры характеризуют станки каждого типа. По этим параметрам технолог подбирает соответствующий типоразмер станка. Например, сверлильный станок — по наибольшему диаметру сверления, токарный — по наибольшему диаметру обрабатываемой заготовки и т.д.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Опишите, по каким признакам и как классифицируются металлорежущие станки?
2. Назовите правила обозначения моделей серийно выпускаемых станков.
3. Назовите элементы, входящие в структуру станка, укажите их назначение.
4. Назовите, что такое основной размер станка. Укажите основной размер наиболее распространенных станков (токарных, сверлильных, фрезерных и др.).

## **РАЗДЕЛ 12. ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

### **Тема 12.1. Корпусные детали и узлы**

Станины. Типовые конструкции станин. Направляющие станин. Подвижные корпусные детали: столы, суппорты, др. [5, с. 84...88], [7, с. 22...24], [17, с. 136...146].

### **Тема 12.2. Шпиндельные узлы и их опоры**

Шпиндели: назначение, основные требования к шпинделям. Конструкции концов шпинделей [5, с. 317...319], [17, с. 147...148].

Опоры шпинделей и валов: назначение, основные требования. Подшипники качения и скольжения. Особенности конструкций, применения и эксплуатации. Гидростатические и гидродинамические подшипники [5, с. 320...329], [7, с. 35...38], [17, с. 152...162].

### **Тема 12.3. Типовые механизмы и передачи станков**

Элементарные механизмы для ступенчатого регулирования скорости исполнительных органов: назначение, принцип действия, конструкции и краткая характеристика (передвижные зубчатые колеса, механизмы с муфтами, сменные зубчатые колеса и др.) [17, с. 25...30].

Типовые механизмы прямолинейного движения: передачи винт-гайка, зубчато- и червячно-реечные, кулачковые и другие механизмы [5, с. 46...48, 337...342], [7, с. 42...45], [17, с. 31...34].

Механизмы периодического (прерывистого) движения (кривошипные, храповые, мальтийские) [5, с. 49...50], [7, с. 45...47, 56], [17, с. 38...39].

Планетарные передачи (дифференциальные механизмы) [5, с. 50...51], [7, с. 52...55], [17, с. 35...36].

Механизмы управления движениями: муфты, реверсирующие, тормозные устройства [5, с. 52...55], [17, с. 34, 36...37, 163...169]. Элементы систем управления станками [5, с. 39...40], [7, с. 47...52, 55...59], [17, с. 177...180].

Системы предохранительных устройств. Блокировочные устройства [5, с. 56], [7, с. 59...61], [17, с. 170...176].

### **Тема 12.4. Приводы станков**

Классификация приводов по различным признакам и их характеристика [7, с. 2...29].

Привод главного движения. Понятие о множительных структурах. Графическое изображение множительной структуры [17, с. 40...47].

Ряды частот вращения шпинделей, подачи [5, с. 27...31], [7, с. 15...21], [11, с. 66...68], [17, с. 16...20].

### ***Методические указания***

Необходимо знать назначение, принцип действия, конструктивные особенности и краткую характеристику (преимущества и недостатки) типовых де-

талей и механизмов металлорежущих станков, указанных в программе. Уметь настраивать типовые механизмы станков (после выполнения лабораторных работ). По значениям  $n_{\min}$  и  $n_{\max}$  и числу ступеней определять знаменатель геометрического ряда частот вращения шпинделя и принимать стандартный ряд (со справочными таблицами).

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Назначение и типовые конструкции станин станков. Требования к станинам.
2. Особенности установки шпинделей станков на переднюю опору.
3. С какой целью конструкции концов шпинделей стандартизированы? Нарисуйте основные типы концов шпинделей токарных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных станков.
4. Принцип действия, особенности конструкции и отличия гидростатических и гидродинамических подшипников.
5. Назначение, принцип действия, конструктивные особенности (классификация), краткая характеристика (преимущества и недостатки), условное обозначение на кинематических схемах и передаточное отношение (ход): вариаторов; передач винт-гайка, зубчато- и червячно-реечных, планетарных передач; кулачковых, кривошипных, храповых, мальтийских, реверсирующих механизмов; муфт; тормозных и блокировочных устройств.
6. Классификация приводов по различным признакам и их характеристика.
7. По какой закономерности и почему строятся ряды частот вращения шпинделей и подач?

## **РАЗДЕЛ 13. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНКАХ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

### **Тема 13.1. Общие сведения. Управление станками**

Основные понятия и определения: металлорежущий станок с ЧПУ, программное управление, цикл обработки, управляющая программа, многоцелевой станок [5, с. 59], [7, с. 342...343].

Назначение станков с программным управлением, область их применения [4, с. 15...16], [16, с. 19].

Классификация систем ПУ (аналоговые, ЦПУ, ЧПУ). Особенности систем управления механического типа [6, с. 433...460].

### **Тема 13.2. Цикловое программное управление (ЦПУ)**

Основные определения: система ЦПУ, цикл работы оборудования, этап цикла.

Назначение ЦПУ. Функциональная схема системы ЦПУ, принцип действия [5, с. 59...61], [16, с. 139...143].

Конструкции основных узлов системы ЦПУ. Блоки задания и ввода программы (штекерные наборные панели, декадные переключатели, кулачковые

командоаппараты (барабаны), программируемые контроллеры).

Блоки задания перемещений узлов станка (узлы путевых переключателей и панели (барабаны) с кулачками). Настройка блока задания перемещений [4, с. 16...21], [7, с. 346...347], [16, с. 143...153].

### **Тема 13.3. Числовое программное управление (ЧПУ)**

Сущность числового программного управления станками [4, с. 21...23], [7, с. 343...346], [16, с. 7]. Преобразование и кодирование информации. Программоносители [5, с. 61...62, 67...73], [7, с. 348...352], [16, с. 26...44]. Оси координат в станках с ЧПУ [4, с. 38], [16, с. 10, 11, 18...26].

Основные сведения о системах ЧПУ. Классификация систем ЧПУ: позиционные, контурные, замкнутые, разомкнутые, адаптивные и др. [4, с. 32...38], [5, с. 62...66], [16, с. 18...25].

### **Тема 13.3. Конструктивные особенности станков с ЧПУ**

Технологические возможности станков с ЧПУ [16, с. 246...249].

Приводы главного движения и подачи. Классификация приводов по назначению, принципу работы, типам двигателя, видам схем управления, месту установки и другим признакам [3, с. 6...7], [16, с. 153...191].

Направляющие качения. Роликовые опоры. Передача винт-гайка качения (ВГК). Электромагнитные муфты. Конические кольца для передачи крутящего момента [4, с. 24...32]. Упругие (сильфонные) муфты [3, с. 8...15].

### ***Методические указания***

Необходимо хорошо знать назначение и области рационального применения станков с ЧПУ и ЦПУ. Следует уяснить, почему станки с ПУ играют решающую роль в повышении производительности мелкосерийного и серийного производства.

Уяснить *общие принципы* программного управления (ЧПУ и ЦПУ): как задается управляющая информация, как она отрабатывается на станке (преобразуется в команды, перемещения). Необходимо изучить и уметь объяснять общие принципы действия основных механизмов станков с ЧПУ и ЦПУ (приводов главного движения и подачи, устройств автоматической смены инструмента и др.).

При изучении темы следует *ознакомиться* с разновидностями систем ЧПУ, их особенностями (технологическими возможностями). Следует знать, на каких группах станков применяются позиционные, контурные, комбинированные СЧПУ.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Почему возникло программное управление металлорежущими станками?
2. Чем объясняется значительное повышение производительности обработки на станках с ПУ по сравнению со станками с ручным управлением.

3. Какие факторы обуславливают целесообразность применения станков с ЧПУ?
4. Целесообразно ли применение станков с ЧПУ в массовом производстве? Почему?
5. В чем сущность ЧПУ станками?
6. Как располагаются оси координат в станках с ЧПУ?
7. Какая информация записывается в управляющей программе? Что такое программоноситель? Их разновидности.
8. Как команды управления преобразуются в движение исполнительных органов станка?
9. По каким признакам классифицируются устройства ЧПУ? Что такое система ЧПУ?
10. В чем заключается отличие между системами ЧПУ позиционными, контурными, универсальными?
11. Чем в основном отличается конструкция станка с ЧПУ от конструкции универсального станка?
12. Почему в приводах подач станков с ЧПУ всегда применяется передача винт-гайка качения?
13. В чем сущность циклового программного управления станками?
14. Целесообразно ли применение станков с ЧПУ в единичном и мелкосерийном производстве? Почему?
15. Как задаются команды исполнительным органам станка при ЧПУ?
16. Что такое кулачковый командоаппарат, штекерная панель?

## **РАЗДЕЛ 14. КОНСТРУКЦИЯ, КИНЕМАТИКА И НАСТРОЙКА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

### **Тема 14.1. Токарные станки**

Токарно-винторезные станки: виды выполняемых работ, область применения. Обработка конических и фасонных поверхностей.

Токарно-винторезный станок 16К20. Компонировка станка и основные движения. Основные узлы. Расчеты кинематической настройки [4, с. 40...49], [5, с. 88...100], [7, с. 110...131].

Лобовые и карусельные токарные станки. Виды выполняемых работ. Область применения. Станок мод. 1512 [4, с. 49...50], [5, с. 105...109], [7, с. 143...148].

Токарно-револьверные станки. Область применения, классификация. Станок мод. 1Г340 [5, с. 109...113], [7, с. 149...158].

### ***Методические указания***

При изучении всего раздела следует хорошо усвоить методику наладки (необходимые расчеты) станков *каждой группы*.

При изучении этой темы необходимо:

– уяснить назначение, виды выполняемых работ, общее устройство и компоновку токарного станка 16К20 или аналогичного; изучить этот станок на сво-

ем предприятию.

– научиться по кинематической схеме станка составлять уравнения кинематических цепей (наименьшей и наибольшей частот вращения шпинделя, подачи и др.).

– уметь производить настройку станка для выполнения различных работ (для этого выполняется лабораторная работа).

При изучении лобовых и карусельных станков необходимо уяснить: эти станки предназначены для обработки деталей большого диаметра ( $\varnothing 1 \dots 12$  м) и сравнительно небольшой длины; на станках данного типа производят почти все токарные работы, за исключением нарезания резьбы.

При изучении токарно-револьверных станков следует обратить внимание на особенности их компоновки. Уяснить, что на токарно-револьверных станках ведется многоинструментная обработка с совмещением переходов и автоматическим выдерживанием размеров. Знать преимущества этих станков по сравнению с токарно-винторезными и область применения станков этой группы.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Какие работы можно выполнять на токарно-винторезных станках?
2. Какие существуют методы точения конических поверхностей?
3. По кинематической схеме станка 16К20 записать уравнения частоты вращения шпинделя  $n_{\min}$  и  $n_{\max}$ .
4. По кинематической схеме станка 16К20 записать уравнения кинематического баланса для нарезания резьб.
5. Каковы различия в конструкции токарно-винторезных и лобовых, карусельных станков? Чем отличаются токарные лобовые и карусельные станки между собой?
6. Какого типа детали и с какими габаритами обрабатываются на лобовых и карусельных станках?
7. По кинематической схеме станка 1512 записать уравнения частоты вращения шпинделя  $n_{\min}$  и  $n_{\max}$ .

### **Тема 14.2. Токарные полуавтоматы и автоматы**

Основные понятия (полуавтомат, автомат, цикл обработки и др.). Классификация полуавтоматов и автоматов. Способы управления циклом работы автомата [13, с. 135...138].

Одношпиндельные полуавтоматы и автоматы.

Токарно-револьверный автомат мод. 1Б140 (1Е140П). Общий принцип действия (компоновка и движения), устройство основных узлов: распределительный вал, однооборотная самовыключающаяся муфта, механизм подачи прутка, револьверный суппорт. Кинематика автомата [4, с. 53...58], [5, с. 27...133], [7, с. 169...187], [13, с. 138...147].

Многорезцовый токарный полуавтомат мод. 1Н713 [7, с. 159...163], [13, с. 155...157]. Компоновка станка, движения и принцип действия его основных узлов.

Гидрокопировальные токарные станки. Компонировка станков, движения и принцип действия их основных узлов. Полуавтомат мод. 1713 [5, с. 117...120], [7, с. 163...168].

Автоматы продольно-фасонного точения и фасонно-отрезные [7, с. 168...169].

Многошпиндельные токарные полуавтоматы и автоматы. Область применения, виды выполняемых работ, классификация. Компонировка станков, движения и принцип действия их основных узлов [4, с. 58...66], [5, с. 122...127, 133...135], [7, с. 187...200], [13, с. 147...153].

### ***Методические указания***

При изучении темы необходимо:

- уяснить, что автоматы и полуавтоматы — это высокопроизводительные станки, которые применяются в *крупносерийном и массовом* производствах.
- усвоить компоновку, общий принцип действия, уметь читать кинематические схемы станков.
- уметь рационально применять их в технологических процессах (в курсовом, дипломном проектировании).

Рекомендуется изучить названные (или аналогичные) модели станков на своем предприятии.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что такое полуавтомат, автомат, цикл обработки? Назначение, область применения токарных полуавтоматов и автоматов.

2. Классификация токарных полуавтоматов и автоматов. Способы управления циклом работы автомата.

3. Нарисуйте компоновочную схему токарно-револьверного автомата, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на токарно-револьверных автоматах.

4. Назначение, принцип действия однооборотной самовыключающейся муфты, механизма подачи прутка, револьверного суппорта (по черт. общего вида названных механизмов).

5. Нарисуйте компоновочную схему токарного многолезцового полуавтомата, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на многолезцовых автоматах.

6. Нарисуйте компоновочную схему токарного гидрокопировального полуавтомата, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на токарных гидрокопировальных полуавтоматах.

7. Нарисуйте компоновочные схемы автоматов продольно-фасонного точения и фасонно-отрезных, назовите их основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на этих автоматах.

8. Нарисуйте компоновочные схемы многошпиндельных токарных полуавтоматов и автоматов, назовите их основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на этих автоматах.

## **Тема 14.2. Токарные станки с программным управлением**

Общие сведения о токарных станках с ПУ. Конструктивные особенности токарных станков с ПУ [4, с. 66...104].

Токарные станки 16К20Ф3 и 16К20Т1. Область применения, виды выполняемых работ, технические характеристики. Основные узлы и движения. Кинематика. Устройства ЧПУ [3, с. 16...35].

Токарные многооперационные полуавтоматы. Назначение, область применения. Компоновки многооперационных токарных станков с ЧПУ [3, с. 35...39].

### ***Методические указания***

При изучении темы следует установить, какие разновидности токарных станков с ЧПУ применяются на производстве в настоящее время, область их применения. Особое внимание следует уделить изучению общего устройства многооперационных токарных станков.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Нарисуйте компоновочную схему станка 16К20Ф3 (16К20Т1), назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на станке.

2. Чем отличается конструкция токарных станков с ЧПУ от токарных многооперационных полуавтоматов?

## **Тема 14.3. Станки сверлильно-расточной группы**

Общие сведения о станках [5, с. 11], [7, с. 201, 207].

Вертикально-сверлильный станок 2Н135. Компоновка станка, движения и его основные узлы. Применяемая оснастка. Кинематика [4, с. 104...106], [5, с. 142...145], [7, с. 201...204].

Радиально-сверлильный станок 2554 (2М55). Компоновка станка, движения и его основные узлы. Кинематика [5, с. 145...149], [7, с. 204].

Общие сведения о горизонтально- и координатно-расточных станках. Компоновка, движения и принцип действия их основных узлов. Применяемая оснастка [5, с. 150...159], [7, с. 207...219].

### ***Методические указания***

Особенностью кинематики сверлильных станков является то, что шпиндель имеет два движения: вращательное (главное) и продольное перемещение (движение подачи). Изучите конструкции сверлильных головок, особенности установки инструментов на сверлильных и расточных станках.

Обратите внимание, что на горизонтально- и координатно-расточных станках можно выполнять разнообразные виды работ в корпусных деталях с *высокой точностью*.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие существуют типы сверлильных станков? Назначение и область применения каждого названного типа станков.
2. Нарисуйте компоновочную схему вертикально-сверлильного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на вертикально-сверлильных станках.
3. По кинематической схеме станка 2Н135 запишите уравнения наибольшей и наименьшей частот вращения шпинделя  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$ . Сколько ступеней частот вращения обеспечивает привод главного движения станка?
4. По кинематической схеме станка 2Н135 запишите уравнения наибольшей и наименьшей подач шпинделя  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ . Сколько ступеней подач обеспечивает привод подач станка?
5. По кинематической схеме станка 2554 [5, с. 147] запишите уравнения наибольшей и наименьшей частот вращения шпинделя  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$ . Сколько ступеней частот вращения обеспечивает привод главного движения станка?
6. По кинематической схеме станка 2554 запишите уравнения наибольшей и наименьшей подач шпинделя  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ . Сколько ступеней подач обеспечивает привод подач станка?
7. Особенности установки режущего инструмента на сверлильных станках. Особенности его установки при многоинструментной обработке (например, сверло–зенкер–метчик).
8. Назовите типы расточных станков. Виды выполняемых работ и область применения каждого типа расточных станков.
9. Нарисуйте компоновочную схему горизонтально-расточного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения.
10. Какие движения совершаются при выполнении различных работ на горизонтально-расточных станках (с планшайбой).
11. По кинематической схеме станка 2А620Ф2 [5, с. 151] запишите уравнения наибольшей и наименьшей частот вращения шпинделя  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$  и планшайбы  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$ .

#### **Тема 14.5. Фрезерные станки**

Назначение, классификация, конструктивные особенности фрезерных станков, применяемая оснастка. Особенности наладки станков для выполнения различных операций.

Универсальный консольно-фрезерный станок 6Р82 (6Р82Ш), его назначение, область применения, компоновочная и кинематическая схемы [5, с. 159...166, 170...173], [7, с. 222...226].

#### **Тема 14.6. Делительные головки**

Назначение и классификация делительных головок.

Общее устройство лимбовой универсальной делительной головки. Способы наладки универсальных делительных головок: для простого деления, для комбинированного деления, для дифференциального деления. Наладка дели-

тельной головки на фрезерование винтовых канавок или нарезание косозубых зубчатых колес [5, с. 166...170], [7, с. 231, 236...238].

### ***Методические указания***

Промышленность выпускает широкую номенклатуру этих станков. Внимательно изучите назначение каждого типа данных станков, виды выполняемых работ, общее устройство и их компоновку. Изучите названные станки или аналогичные им на своем предприятии. Это будет необходимо для Вас не только на производстве, но и при работе над курсовым и дипломным проектами.

При изучении делительных головок необходимо ознакомиться с их различными типами и способами настройки в сочетании с фрезерными станками. Необходимо научиться решать задачи по настройке УДГ для простого и дифференциального деления, а также для фрезерования винтовых канавок.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Классификация фрезерных станков по различным признакам.
2. Нарисуйте компоновочную схему консольно-фрезерного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения.
3. По кинематической схеме станка 6Р82Ш [5, с. 161] запишите уравнения наибольшей и наименьшей частот вращения шпинделей (горизонтального и вертикального)  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$ . Сколько ступеней частот вращения обеспечивает привод главного движения станка?
4. По кинематической схеме станка 6Р82Ш запишите уравнения наибольшей и наименьшей подач стола (продольной, поперечной и вертикальной)  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ . Сколько ступеней подач обеспечивает привод подач станка?
5. По кинематической схеме станка 6Р82Ш запишите уравнения *ускоренной* подачи стола (продольной, поперечной и вертикальной)  $S_{\text{уск}_{\min}}$ ,  $S_{\text{уск}_{\max}}$ .
6. Нарисуйте компоновочные схемы продольно-фрезерных и станков непрерывного действия, назовите их основные узлы, обозначьте основные движения. Область их применения.
7. Классификация, общее устройство и область применения различных делительных головок.
8. Назначение и конструкция универсальной делительной головки (УДГ), виды выполняемых работ. Особенности наладки УДГ на выполнение различных работ.
9. Способы настройки УДГ: их сущность, условия применения, основные расчетные формулы.
10. Особенности наладки УДГ на обработку винтовых поверхностей: сущность, расчетные формулы.
11. Для заданного числа поверхностей  $z$  или угла их расположения  $\gamma$  рассчитать настройку УДГ (простое и дифференциальное деление).
12. Рассчитать настройку УДГ на обработку винтовой канавки с заданными параметрами.

## **Тема 14.7. Фрезерные станки с числовым программным управлением**

Назначение, классификация и конструктивные особенности фрезерных станков с числовым программным управлением.

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6P13Ф3, выполняемые операции, компоновочная и кинематическая схемы, движения в станке, область применения.

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ ГФ2171, его конструктивные особенности [3, с. 99...117].

## **Тема 14.8. Многоцелевые станки**

Классификация многоцелевых станков, область их применения, конструктивные особенности. Назначение и принцип работы устройств автоматической смены инструмента, применяемая оснастка.

Многоцелевые станки ИР500ПМФ4, ИР800ПМФ4, ИР320ПМФ4: компоновочная схема, движения, выполняемые операции, основные сборочные единицы, кинематические схемы. Перспективы технического развития многоцелевых станков [3, с. 167...180], [7, с. 374...377] [7, с. 378...379].

### *Методические указания*

Следует обратить внимание, что многоцелевые станки, в силу своей универсальности и высокой концентрации операций, позволяют вести обработку детали (в основном корпусной) за один установ. Они относятся к сверлильно-фрезерно-расточной группе станков, обладая всеми возможностями этой группы. Конструкции МС очень разнообразны и постоянно совершенствуются. При их изучении следует ознакомиться с новыми проспектами, периодическими изданиями, поскольку учебники уже не отражают современное состояние вопроса.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Назначение, область применения, особенности компоновок многоцелевых станков.
2. Какие станки называются многоцелевыми? Почему? Какие характерные особенности конструкций присущи этим станкам?
3. Какие конструкции инструментальных магазинов используются в многоцелевых станках?

## **Тема 14.9. Строгальные, долбежные и протяжные станки**

Классификация строгальных и долбежных станков, их назначение.

Компоновочная схема, движения, кинематическая схема поперечно-строгального станка 7Е35, и долбежного станка 7Д420 [4, с. 178...180], [5, с. 180...183], [7, с. 248...250].

Классификация протяжных станков, их назначение. Компоновочная схема горизонтально-протяжного станка 7Б56 [4, с. 181...184], [5, с. 189...192], [7, с. 253...259], [13, с. 214...218].

### ***Методические указания***

При изучении строгальных станков внимание следует сосредоточить на приводах главного движения (возвратно-поступательного) и подач (периодического). Уяснить, что, несмотря на наличие холостых ходов, они являются весьма эффективными в условиях индивидуального и мелкосерийного производства.

При изучении протяжных станков необходимо уяснить преимущества и недостатки вертикальной и горизонтальной компоновок. Разобраться в особенностях конструкций патронов для закрепления протяжек. Знать автоматический цикл работы станков, их технологические возможности. Благодаря особенностям процесса протягивания станки обеспечивают наивысшую производительность, но их применение рационально только в массовом (крупносерийном) производстве (подумайте — почему).

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Какие существуют типы строгальных и долбежных станков? Назначение и область применения каждого названного типа станков.
2. Нарисуйте компоновочную схему поперечно-строгального станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на поперечно-строгальных станках.
3. По кинематической схеме станка 7Е35 запишите уравнения наибольшей и наименьшей частот двойных ходов ползуна  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$ . Сколько ступеней частот двойных ходов обеспечивает привод главного движения станка?
4. Устройство и работа механизма главного движения поперечно-строгального станка 7Е35. Как осуществляется прерывистое движение стола?
5. Назначение, область применения, классификация протяжных станков.

### **Тема 14.10. Шлифовальные станки**

Назначение, классификация шлифовальных станков.

Основные движения, компоновочная и кинематическая схемы круглошлифовального станка 3М151 [4, с. 185], [5, с. 196...200], [7, с. 261...267], [13, с. 250...252].

Основные движения, схемы базирования заготовок в бесцентровошлифовальных станках [4, с. 186...188], [5, с. 200...203], [7, с. 267...270], [13, с. 252...255].

Внутришлифовальные станки: схемы внутреннего шлифования, основные движения. Компоновочная схема станка 3К227В [4, с. 188...191], [5, с. 203...205], [7, с. 270...274], [13, с. 255...257].

Основные движения, способы крепления заготовок в плоскошлифовальных станках [4, с. 191...195], [5, с. 206...211], [7, с. 274...277], [13, с. 257...260].

### ***Методические указания***

Необходимо знать, что шлифовальные станки работают при высоких скоростях резания и обычно используются для чистовой и окончательной обработки деталей. Станки обладают высокой точностью, жесткостью и виброустойчивостью.

У них основные движения разнообразны и достаточно сложны. Изучая каждый станок, разберитесь с основными и вспомогательными движениями, уясните принцип работы станка: составьте эскиз обработки, на котором покажите главное движение и все направления подачи. Выясните их размерности. Далее изучайте кинематическую или гидрокинематическую схему станка.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Как осуществляется правка шлифовальных кругов? Для чего и как производят балансировку шлифовальных кругов?

2. Нарисуйте компоновочную схему круглошлифовального (внутришлифовального) станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на круглошлифовальных (внутришлифовальных) станках.

3. Нарисуйте схему обработки на бесцентрово-шлифовальном станке, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на бесцентрово-шлифовальных станках.

### **Тема 14.11. Зубообрабатывающие станки**

Классификация зубообрабатывающих станков [4, с. 209...210], [5, с. 211...213], [7, с. 283...284].

Зубодолбежные станки, их назначение, выполняемые операции, основные движения. Компоновочная и кинематическая схемы станка 5122 [5, с. 214...219], [7, с. 284...289].

Зубофрезерный полуавтомат 53А50, его назначение, компоновочная и кинематическая схемы [5, с. 219...227], [7, с. 289...297].

Станки для отделочной обработки зубьев зубчатых колес [7, с. 309...315], [13, с. 242...246].

### ***Методические указания***

По сравнению с ранее изученными станками движения и кинематика зубообрабатывающих станков сложнее. Изучая различные типы зубообрабатывающих станков, следует выяснить основные и вспомогательные движения станка, понять принцип его работы. Значительно облегчат задачу структурные схемы станков, приведенные в [6, с. 47, 50, 55, 59].

При изучении темы необходимо:

- усвоить назначение, область применения, виды выполняемых работ.
- общее устройство и компоновку различных зубообрабатывающих станков.
- уяснить кинематические связи между различными видами движений в процессе обработки зубьев.
- знать сущность обработки зубчатых колес методами обкатки и копирования.
- изучить названные станки или аналогичные на своем предприятии.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Классификация зубообрабатывающих станков. Методы нарезания зубчатых колес и реек.
2. Какие движения совершаются при нарезании зубчатых колес на зубодолбежном станке? Назовите виды работ, выполняемых на зубодолбежных полуавтоматах.
3. По кинематической схеме станка 5122 [5, с. 214] выведите формулу настройки гитары цепи обката ( $i_{\text{гит}} = \dots$ ). По этой формуле рассчитайте  $i_{\text{гит}}$  и подберите сменные колеса для заданного числа зубьев долбяка и нарезаемой шестерни.
4. Какие движения совершаются при нарезании зубчатых колес на зубофрезерном станке? Наладка станка на нарезание прямозубых, косозубых и червячных колес.

### **Тема 14.12. Агрегатные станки**

Общие сведения об агрегатных станках. Основные унифицированные сборочные единицы агрегатных станков. Компоновочные схемы агрегатных станков [4, с. 241...247], [5, с. 244...246], [7, с. 323...331].

### **Тема 14.13. Автоматические линии станков**

Определение автоматической линии. Назначение, область применения и классификация автоматических станочных линий.

Оборудование автоматических линий: устройства для перемещения заготовок, накопительные устройства, системы контроля и др. [5, с. 246...248], [7, с. 380].

### ***Методические указания***

Рекомендуется обратить внимание на область применения агрегатных станков (АС), их преимущества перед другими станками по производительности, срокам проектирования и изготовления. Уяснить, что АС высокопроизводительны, поэтому широко применяются в крупносерийном и массовом производствах. Изучить типовые компоновки АС и их основные унифицированные узлы.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Почему агрегатные станки высокопроизводительные? Какое значение в станкостроении имеет нормализация узлов при изготовлении агрегатных станков?
2. Перечислите основные унифицированные узлы агрегатных станков, укажите их конструктивные особенности (классификацию).
3. Дайте определение автоматической линии (АЛ). Назначение и область применения станочных АЛ. Классификация станочных АЛ. Оборудование АЛ.

## **РАЗДЕЛ 15. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

### **Тема 15.1. Основы эксплуатации станков**

Требования к эксплуатации станков. Требования к упаковке и транспортировке станков способы установки станков на фундаменте. Производственная эксплуатация, техническое обслуживание, и ремонт станков.

Обеспечение энергосбережения в процессе эксплуатации станка.

### **Тема 15.2. Пуск и испытания станков**

Подготовка станков к пуску. Заземление и подключение станка к электросети. Соединение механических узлов, подключение элементов гидравлики и пневматики, коммутация электрошкафов и электронных устройств [5, с. 258...264], [7, с. 398...407].

Первоначальный пуск станков. Испытания станков, их содержание и порядок проведения. Требования безопасности при пуске и испытании станков [4, с. 302...310], [7, с. 407...409].

#### ***Методические указания***

При изучении темы следует уяснить, что для обеспечения надежной работы станков, качественной обработки на них деталей (точность, шероховатость) требуется их рациональная эксплуатация. Необходимо знать основные требования к эксплуатации: правила упаковки, транспортирования, установки в цехе, испытания.

Необходимо обратить внимание на следующее: неправильное зачаливание приводит к поломке деталей и механизмов станка и небезопасно для рабочих при его перемещении; неправильно выбранный способ крепления станка на фундаменте приводит не только к браку в деталях, но и к преждевременному износу некоторых деталей и механизмов станка.

Особое внимание следует обратить на правила эксплуатации станков с ЧПУ.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Основные элементы эксплуатации станков и краткий их комментарий.
2. Методы установки и закрепления станков на фундаменте. Виды фундаментов.
3. Элементы испытания станков.

## **РАЗДЕЛ 16. СТАНКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

### **Тема 16.1. Станки для электрофизической обработки**

Сущность электрофизических методов обработки.

Назначение и область применения станков для электрофизической обработки. Электроискровые и электроимпульсные станки, их конструктивные особенности, технические характеристики [7, с. 332...341].

Станки для ультразвуковой обработки их назначение, принцип работы.

Компоновочная схема ультразвукового станка 4770. Сущность электронно-лучевой и лазерной обработки. Перспективы технического развития станков для электрофизической обработки [4, с. 239], [4, с. 240].

## **Тема 16.2. Станки для электрохимической обработки**

Назначение и область применения электрохимических методов обработки.

Назначение, принцип работы, анодно-механических станков. Перспективы технического развития станков для электрохимической обработки [4, с. 234...239].

### ***Методические указания***

Применение в машиностроении труднообрабатываемых материалов, твердых сталей, необходимость обработки деталей сложной формы (штампов, пресс-форм и др.) вызвало применение принципиально новых методов обработки — электрофизической, электрохимической, лазерной. Для этих видов обработки современные электрофизические и электрохимические станки оснащаются устройствами ЧПУ.

Для успешного изучения станков необходимо понять их принцип действия.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. В чем заключается сущность электрофизической и электрохимической обработки? Где и для каких работ применяются станки для указанных видов обработки?

2. Каковы конструктивные особенности и принцип работы станков для электроэрозионной обработки?

3. Основные конструктивные узлы и принцип работы станков для ультразвуковой обработки.

## **ПЕРЕЧЕНЬ**

### **теоретических вопросов к экзамену по учебной дисциплине «Обработка материалов резанием, инструмент и станки»**

1. Объясните маркировку, свойства и область применения сталей используемых для изготовления режущего инструмента [2, с. 8...16].

2. Объяснить маркировку, свойства и область применения твердосплавных материалов, используемых для изготовления режущего инструмента [2, с. 8...16].

3. Объясните маркировку, свойства и область применения минералокерамических материалов и алмазов, используемых для изготовления режущего инструмента [2, с. 8...16].

4. Объясните сущность процесса резания (сформулируйте основные определения). Назовите элементы режима резания [2, с. 7...8].

5. Объясните процесс образования нароста, наклёпа и опишите их влияние на процесс резания [2, с. 44...83].

6. Назовите причины тепловыделения в процессе резания. Сформулируйте уравнение теплового баланса [2, с. 35...55].
7. Назовите причины возникновения вибрации в процессе резания. Опишите виды вибрации [2, с. 44...83].
8. Объясните причины возникновения сил, действующих при резании, и раскройте их влияние на процесс резания. Сформулируйте условия протекания процесса резания [2, с. 84...98].
9. Объясните сущность процесса токарной обработки. Выполните эскиз резца и укажите его конструктивные элементы [2, с. 17...27], [2, с. 38...165].
10. Выполните на эскизе необходимые сечения и укажите геометрические параметры токарного резца. Объясните влияние углов на процесс резания [2, с. 17...27].
11. Объясните сущность процесса сверления. Выполните эскиз сверла и укажите его конструктивные элементы [2, с. 200...217].
12. Объясните сущность процесса зенкерование, развертывание. Выполните эскиз зенкера и развертки, укажите их конструктивные элементы [2, с. 200...217].
13. Выполните на эскизе необходимые сечения и укажите геометрические параметры спирального сверла. Объясните влияние углов на процесс резания [2, с. 225...227].
14. Укажите на эскизе силы, действующие при сверлении, и раскройте их влияние. Сформулируйте условия протекания процесса сверления (по осевой силе и вращающему моменту) [2, с. 200...217].
15. Раскройте сущность процессов строгания и долбления, выполните схемы резания, опишите применяемый инструмент [2, с. 175...184].
16. Объясните сущность процесса фрезерования. Опишите классификацию фрез и их назначения. Выполните схемы цилиндрического фрезерования, и охарактеризуйте их [2, с. 244...264].
17. Раскройте сущность процесса нарезания резьбы метчиком. Укажите на эскизе конструктивные элементы метчика [2, с. 340...366].
18. Раскройте сущность нарезания резьбы плашками. Укажите на эскизе конструктивные элементы плашки [2, с. 340...366].
19. Объясните сущность процесса нарезания резьбы резцами, гребёнками, выполните схемы нарезания резьбы резцом. Изложите конструктивные особенности инструментов [2, с. 340...366].
20. Раскройте назначение и особенности процесса шлифования. Выполните схемы шлифования [2, с. 408...420].
21. Назовите основные характеристики шлифовальных кругов и опишите их маркировку [2, с. 408...420].
22. Сформулируйте основные понятия: технологическое оборудование, технологическая оснастка, металлорежущий станок. Классифицировать металлорежущие станки и написать принцип обозначения моделей станков [2, с. 5...6]., [3, с. 5...7]., [4, с. 5...6].
23. Опишите основные размеры, характеризующие станки каждого типа. Размерные ряды однотипных станков [конспект].
24. Объясните процесс формообразования на станках. Дайте определение движений на станках [9, с. 5...8].

25. Опишите структуру металлорежущего станка (основные узлы, их назначение и характеристика) [9, с. 22...24].
26. Изложите критерии выбора станков для обработки конкретной детали [конспект].
27. Укажите ряды частот вращения и подач в станках. Методы бесступенчатого регулирования скоростей главного движения и подачи [3, с. 24...31], [7, с. 27...31].
28. Дайте определение шпинделей станков. Запишите их назначения, и требования, предъявляемые к ним. Сделайте эскизы конструкции присоединительных поверхностей шпинделей (концов шпинделей) [7, с. 317...318].
29. Дайте понятия, какие существуют опоры шпинделей и валов. Запишите их назначение, требования к ним, особенности конструкций [7, с. 320...329].
30. Дайте понятие механизмов привода прямолинейного движения. Запишите принцип действия, особенности конструкции, дайте краткую характеристику, кинематический расчет [7, с. 46...48], [9, с. 42...44].
31. Объясните классификацию и назначение передач вращательного движения применяемых в металлорежущих станках. Запишите их передаточные отношения и укажите условные обозначения на кинематических схемах [конспект].
32. Объясните сущность кинематической настройки станков. Запишите уравнение кинематического баланса и объясните их назначение. Выведите формулу настройки кинематической цепи станка [9, с. 8...14].
33. Дайте понятие программного управления оборудованием. Классифицируйте станки с ПУ. Обоснуйте обозначение моделей станков с ЧПУ [2, с. 13...16, 21...23], [3, с. 59...66], [4, с. 342...343].
34. Объясните особенности ЧПУ станком (виды информации, кодирование информации в управляющей программе (структура), программноносители) [9, с. 343...346]. Сформулируйте правила поведения осей координат в станках с ЧПУ [9, с. 348...354].
35. Объясните область применения и назначение токарно-винторезного станка 16К20, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях (кинематическая схема) [9, с. 110...117].
36. Объясните область применения и назначения лоботокарных и карусельных станков, выполните их компоновочные схемы и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях [9, с. 143...149].
37. Объясните область применения и назначение токарно-револьверного автомата 1Б140, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов (механизмов), расскажите об основных движениях [9, с. 169...187].
38. Объясните область применения и назначение токарного многолезцового полуавтомата 1Н713, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях (кинематическая схема, траектория движения продольного суппорта) [9, с. 161...163].
39. Объясните область применения и назначение токарного станка 16К20Ф3, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях по кинематической схеме (приводы главного движения и подачи, УГ, задняя бабка и др.) [9, с. 354...361].

40. Объясните область применения и назначение вертикально-сверлильного станка 2Н135, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях (кинематическая схема) [9, с. 201...204].

41. Объясните область применения и назначение радиально-сверлильного станка 2554 (2М55), выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях (кинематическая схема) [9, с. 204...206].

42. Объясните область применения и назначение горизонтально-расточного станка 2620В, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях [9, с. 208...214].

43. Расскажите о назначении, классификации, области применения, видах выполняемых работ станков фрезерной группы. Объясните обозначение моделей станков. Опишите оснастку фрезерных станков [9, с. 220...222].

44. Объясните область применения и назначение горизонтально фрезерного станка 6Р82 (6Р82Ш), выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов, расскажите об основных движениях (кинематическая схема) [9, с. 222...226].

45. Объясните область применения и назначение делительных головок. Выполните компоновочную схему У.Д.Г.-Д-200 и раскройте назначение её элементов. Раскройте сущность непосредственного, простого и дифференциального делений с помощью У.Д.Г. [9, с. 231...238].

46. Объясните область применения и назначение фрезерного станка с Ч.П.У. 6Р13Ф3 (ГФ2171), выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов [6, с. 141...144].

47. Объясните область применения и назначение многоцелевых станков. Выполните компоновочную схему и раскройте назначение элементов станка ИР500МФ4. Расскажите об основных движениях [9, с. 374...379].

48. Сформулируйте определение многоцелевого станка. Опишите устройства автоматической смены инструмента и способы кодирования инструментов [9, с. 374...379].

49. Объясните область применения и назначение станков строгально-протяжной группы. Выполните компоновочную схему и раскройте назначение элементов станка 7Е35. Расскажите об основных движениях на станке по кинематической схеме [9, с. 247...252].

50. Объясните назначение шлифовальных станков. Укажите область применения шлифовальных станков и виды выполняемых работ на них. Классифицируйте станки. Выполните эскизы схем движений в шлифовальных станках и опишите их. Расскажите о правке и балансировке кругов [9, с. 260...270].

51. Объясните область применения и назначение бесцентрово-шлифовального станка 3М184. Раскройте его технологические возможности, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение основных элементов. Расскажите об основных движениях на станке по кинематической схеме [9, с. 260...270].

52. Объясните область применения и назначение круглошлифовального станка 3М151, выполните его компоновочную схему и раскройте назначение

основных элементов. Расскажите об основных движениях на станке по кинематической схеме [9, с. 260...270].

53. Объясните назначение протяжных станков. Укажите область применения и виды выполняемых работ. Выполните компоновочную схему станка 7Б55, раскройте назначение основных элементов [9, с. 253...259].

54. Объясните назначение и область применения зубодолбежных станков. Раскройте сущность методов нарезания зубчатых колес (копирование, обкатка). Выполните компоновочную схему и раскройте назначение элементов станка 5122. Расскажите об основных движениях на станке по кинематической схеме [9, с. 283...289].

55. Объясните назначение и область применения зубострогальных станков. Опишите принцип образования зуба на зубострогальном станке [7, с. 227...233].

56. Объясните область применения и назначение зубофрезерного станка 53А50. Выполните компоновочную схему и раскройте назначение элементов станка. Расскажите об основных движениях на станке по его кинематической схеме [9, с. 289...297].

57. Объясните назначение и область применения агрегатных станков, их компоновочных схемы. Раскройте основные преимущества агрегатных станков. Объясните назначение основных унифицированных узлов агрегатных станков: силовых столов, шпиндельных бабок, поворотных столов, шпиндельных коробок [9, с. 316...331].

58. Объясните назначение и область применения автоматических линий станков. Классифицируйте автоматические линии [6, с. 279, 292...297].

59. Раскройте основы правильной эксплуатации станков (транспортировка, монтаж, установка, приемочные испытания, обслуживание) [9, с. 398...404].

60. Объясните назначение, область применения, сущность методов обработки на ультразвуковых и электроэрозионных станках [9, с. 332...341].

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

*Перед оформлением контрольной работы внимательно ознакомьтесь с требованиями к ее оформлению (с. 5). Варианты контрольной работы для заданий 1-5 смотрите в приложении 1.*

### Задание № 1

(варианты см. в приложении 1)

1. Основные требования, предъявляемые к инструментальным материалам: твердость, прочность, теплостойкость, теплопроводность.
2. Инструментальные стали: углеродистые, легированные, быстрорежущие; их марки, хим. состав, мех. свойства, область применения.
3. Металлокерамические инструментальные твердые сплавы; их марки, хим. состав, мех. свойства, область применения. Безвольфрамовые твердые сплавы.
4. Минералокерамические инструментальные материалы; их марки, хим. состав, область применения.
5. Естественные и искусственные алмазы; их марки, физико-химические свойства, область применения. Сверхтвердые инструментальные материалы на основе кубического нитрида бора; их марки, физико-химические свойства, область применения.
6. Инструментальные материалы с износостойким покрытием, их особенности и область применения. Основные направления экономии инструментальных материалов при изготовлении и эксплуатации режущих инструментов.
7. Определение конструктивных элементов резца по ГОСТ 25751-83: рабочая часть, крепежная часть, лезвие, главная и вспомогательная задние поверхности лезвия, режущая кромка, вершина лезвия, радиус вершины.
8. Определение исходных плоскостей для изучения геометрии резца: рабочая плоскость, основная плоскость, плоскость резания, главная секущая плоскость.
9. Углы лезвия резца в главной секущей плоскости. Угол наклона главной режущей кромки. Углы лезвия резца в плане.
10. Влияние углов резца на процесс резания. Числовые значения углов типовых резцов. Влияние установки резца относительно заготовки на углы резца. Особенности геометрии отрезного (прорезного) резца.
11. Основные типы токарных резцов.
12. Элементы режимов резания при токарной обработке: глубина, подача, скорость резания. Элементы и геометрия срезаемого слоя, его площадь. Основное (машинное) время обработки.
13. Явление образования нароста и его влияние на процесс резания. Причины образования нароста. Способы борьбы с наростообразованием.
14. Наклеп обработанной поверхности. Физическая сущность наклепа. Отрицательное влияние наклепа на процесс резания. Пути борьбы с наклепом.
15. Вибрации, возникающие в процессе стружкообразования. Причины возникновения вибрации, их отрицательное влияние на процесс резания и безопасность работы. Пути борьбы с вибрациями.

16. Теплота, выделяемая в зоне резания в процессе стружкообразования. Источники образования теплоты и ее распределение. Факторы, влияющие на теплоту резания.

17. Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), применяемые при резании материалов. Способы подвода СОТС в зону резания. Охлаждение через тело инструмента, распыленной эмульсией и охлажденной жидкостью.

18. Общая классификация сверл. Сверла с внутренними канавками для подвода СОТС, твердосплавные сверла, сверла с механическим креплением многогранных режущих пластин, сверла для глубокого сверления, кольцевые сверла, трубчатые алмазные сверла.

19. Общая классификация зенкеров и разверток.

20. Конструкции цековок и зенковок. Центровочные сверла. Регулируемые развертки. Однозубые развертки с механическим креплением ножей. Комбинированные осевые инструменты: ступенчатое сверло, сверло-зенковка, зенкер-развертка, ступенчатый зенкер.

## Задание № 2

(варианты см. в приложении 1)

21. Сила сопротивления резанию, разложение ее на составляющие:  $P_z$ ,  $P_x$ ,  $P_y$ , соотношение между составляющими силы резания. Действие составляющих силы резания на заготовку, инструмент и станок.

22. Влияние различных факторов на силы  $P_z$ ,  $P_x$ ,  $P_y$ : состояние поверхности заготовки, глубины резания и подачи, переднего угла, главного угла в плане, состава СОТС, скорости резания, износа резца.

23. Упрощенная формула для определения силы резания в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала и площади сечения среза. Понятие о коэффициенте резания. Развернутые формулы для определения сил  $P_z$ ,  $P_x$ ,  $P_y$  в зависимости от различных факторов. Формула определения мощности, затрачиваемой на резание.

24. Процесс стружкообразования. Пластические и упругие деформации, возникающие в процессе складывания элементов стружки. Плоскость скалывания и плоскость скольжения.

25. Типы стружек. Влияние различных факторов на тип образующейся стружки. Усадка стружки. Коэффициенты утолщения и уширения стружки, способы определения коэффициентов. Практическое значение изучения усадки стружки.

26. Факторы, влияющие на стойкость резца. Зависимость между стойкостью резца и скоростью резания.

27. Влияние различных факторов на скорость резания, допускаемую резцом: материала заготовки и режущей части резца, глубины резания и подачи, геометрии лезвия резца, сечения державки, СОТС, вида токарной обработки. Развернутая формула для определения скорости резания.

28. Понятие о скоростном и сверхскоростном резании. Скорость резания при обработке материалов резцами, оснащенными различными инструментальными материалами. Вопросы ТБ при работе на токарных станках.

29. Силы, действующие на сверло, момент и мощность при сверлении.

30. Влияние различных факторов на скорость резания. Износ и стойкость сверл. Особенности сверления на сверлильных станках с ЧПУ.

31. Процессы строгания и долбления. Особенности конструкции и геометрия строгальных и долбежных резцов.

32. Расчет режимов резания при строгании и долблении. Основное (машинное) время. ТБ при строгании и долблении.

33. Процесс сверления, область применения. Конструкция и геометрия спирального сверла. Особенности процесса сверления. Элементы режимов резания и поперечного сечения среза.

34. Процессы зенкерования и развертывания, область применения. Элементы и геометрия зенкера и развертки. Элементы режимов резания при зенкерования и развертывании.

35. Силы резания, вращающий момент, осевая сила при зенкерования и развертывании. Скорость резания. Анализ формулы. Износ и стойкость зенкеров и разверток. Особенности зенкерования и развертывания на станках с ЧПУ.

36. Порядок расчета режимов резания при сверлении, зенкерования и развертывании. Расчет основного времени. Особенности расчета режимов резания при многоинструментальной обработке и на станках с ЧПУ.

37. Современные тенденции конструирования режущих инструментов. Выбор конструкции и геометрии резцов. Расчет резцов на жесткость и прочность. Выбор формы передней поверхности резца. Способы завивания и дробления стружки.

38. Сборные токарные резцы. Способы крепления режущих пластин. Резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинами (МНП), алмазные резцы и резцы из композита. Резцы со сменными рабочими головками.

39. Классификация фасонных резцов и их конструкция. Способы определения профиля фасонных резцов.

40. Износ лезвия резца, причины износа. Критерии износа. Период стойкости режущего инструмента. Понятие об экономической стойкости и стойкости максимальной производительности.

### Задание № 3

(варианты см. в приложении 1)

На токарно-винторезном станке 16К20 обрабатывают заготовку диаметром  $D$  до диаметра  $d$ . Длина обрабатываемой поверхности  $l$ , длина заготовки  $L$ . Шероховатость обработанной поверхности  $Ra$ . Сечение державки резца  $B \times H = 16 \times 25$  мм.

Необходимо:

1. Привести схему обработки с указанием заданных размеров.
2. Выбрать режущий инструмент.
3. Назначить режимы резания.
4. Определить основное время.

**Таблица 3.1 — Исходные данные к заданию № 3**

№ вар.	Материал заготовки	Заготовка	Обработка и шероховатость, мкм	$D$ , мм	$d$ , мм	$l$ , мм	$L$ , мм
41	Сталь Ст5 $\sigma_b=600$ МПа	Поковка	Точение напроход черновое, $Ra=12,5$	90	83	290	450
42	Серый чугун СЧ10 170 НВ	Отливка с коркой	Точение в упор черновое, $Ra=12,5$	100	92	40	65
43	Сталь 45 $\sigma_b=680$ МПа	Прокат предв. обр.	Точение напроход получистовое, $Ra=6,3$	53	50	550	740
44	Серый чугун СЧ20 229 НВ	Отливка с коркой	Точение в упор черновое, $Ra=12,5$	90	82	140	400
45	Сталь 45Х $\sigma_b=680$ МПа	Штамповка предв. обр.	Точение напроход чистовое, $Ra=3,2$	122	120	195	250
46	Серый чугун СЧ20 229 НВ	Отливка с коркой	Точение в упор черновое, $Ra=12,5$	110	102	40	350
47	Серый чугун СЧ15 190 НВ	Отливка без корки	Точение напроход чистовое, $Ra=3,2$	152	150	50	80
48	Сталь 40ХН $\sigma_b=750$ МПа	Поковка	Точение в упор получистовое, $Ra=6,3$	64	57	140	382
49	Серый чугун СЧ10 170 НВ	Отливка без корки	Точение напроход черновое $Ra=12,5$	160	152	75	105
50	Сталь 20 $\sigma_b=500$ МПа	Штамповка	Точение в упор черновое $Ra=12,5$	72	67	225	390
51	Сталь Ст5 $\sigma_b=600$ МПа	Штамповка предв. обр.	Точение напроход чистовое, $Ra=3,2$	122	120	95	150
52	Серый чугун СЧ10 170 НВ	Отливка с коркой	Точение в упор черновое $Ra=12,5$	110	102	440	500
53	Сталь 45 $\sigma_b=680$ МПа	Поковка предв. обр.	Точение напроход чистовое, $Ra=3,2$	152	150	50	80
54	Серый чугун СЧ20 229 НВ	Отливка без корки	Точение в упор получистовое, $Ra=6,3$	64	57	40	282
55	Сталь 45Х $\sigma_b=750$ МПа	Штамповка	Точение напроход черновое, $Ra=12,5$	160	152	75	105



Принимается ближайшее меньшее значение по паспорту станка. Можно принять ближайшее большее, но, не превышая 5% от расчетной величины.

2.5. Определение стойкости инструмента  $T_p$  мин,  $T_p = T_m \cdot \lambda$  [9, с.17], [10, с. 26...27].

Коэффициент  $\lambda = L_{рез} / L_{рх}$ . При  $\lambda \geq 0,7$  можно принять  $T_p = T_m$ .

2.6. Определение скорости резания  $V$  м/мин,  $V = V_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ , где  $V_{таб}$  - табличное значение скорости [9, с.19...24], [10, с. 29...31];  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  – коэффициенты, учитывающие материал заготовки, стойкость и марку твердого сплава, вид обработки [9, с. 20...23], [10, с. 32...34].

2.7. Определение частоты вращения шпинделя  $n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D)$  мин<sup>-1</sup>.

2.8. Уточнение частоты вращения шпинделя по паспорту станка  $n_{п}$  мин<sup>-1</sup> [12, с. 421].

Принимается ближайшее меньшее значение по паспорту станка. Можно принять ближайшее большее, но, не превышая 5% от расчетной величины.

2.9. Определение действительной скорости резания  $V_d = \pi \cdot D \cdot n_{п} / 1000$  м/мин.

3. Силы резания  $P_Z$ , кН [9, с. 26...27],  $P_Z$ , кГ [10, с. 35...36].

4. Определение мощности резания: если  $P_Z$  в кН, то  $N_{рез} = P_Z \cdot V_d / 60$  кВт; если  $P_Z$  в кГ, то  $N_{рез} = P_Z \cdot V_d / (102 \cdot 60)$  кВт.

4.1. Проверка по мощности станка  $N_{рез} < N_{дв} \cdot \eta$ , где  $N_{дв}$  – мощность двигателя, кВт [12, с. 421];  $\eta$  – КПД станка [12, с. 421].

Мощность резания не должна превышать мощности двигателя станка с учетом его КПД. Если условие не соблюдается необходимо уменьшить подачу и произвести перерасчет п.п. 2.4. - 4.1.

5. Определение основного технологического времени  $T_o = L_{рх} / (S_{оп} \cdot n_{п})$  мин.

#### Задание № 4

(варианты см. в приложении 1)

*(предварительно по таблице 2 необходимо определить вид обработки: сверление или рассверливание)*

На вертикально-сверлильном станке производят сверление отверстия диаметром  $D$  и глубиной  $l$ . Толщина заготовки  $L$ . Обработка с охлаждением. Шероховатость обработанной поверхности  $Ra=12,5$  мкм.

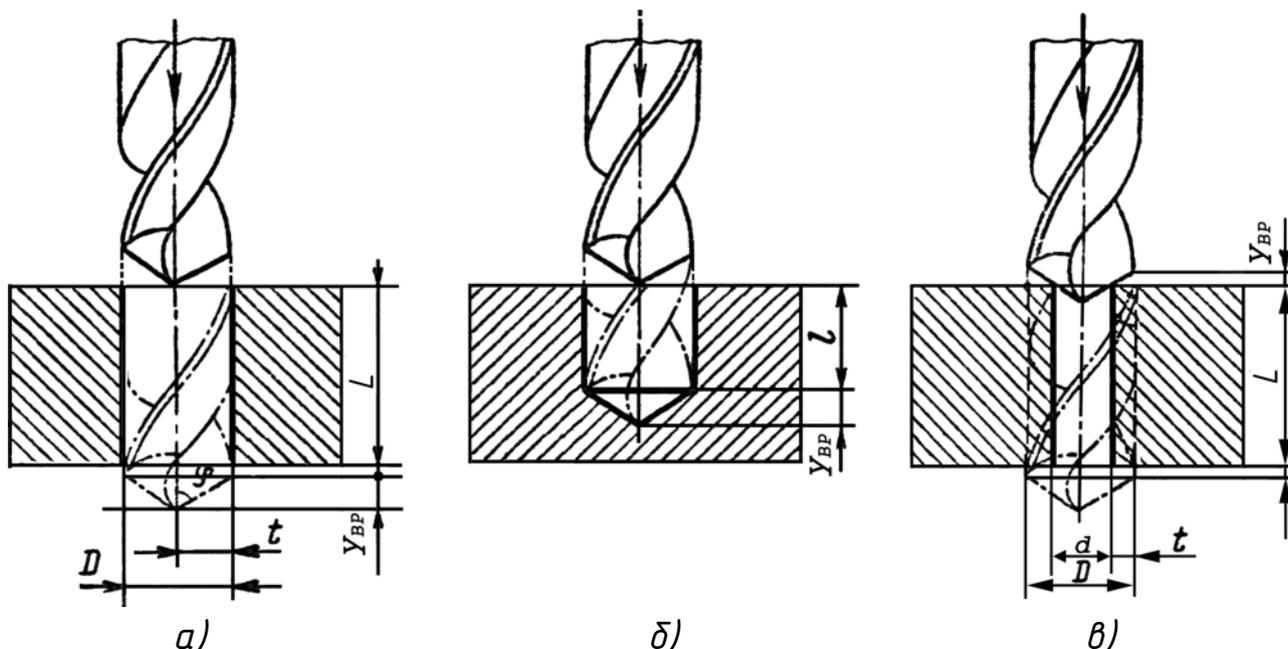
На вертикально-сверлильном станке 2Н135 производят рассверливание отверстия с диаметра  $d$  до диаметра  $D$  глубиной  $l$ . Толщина заготовки  $L$ . Обработка с охлаждением. Шероховатость обработанной поверхности  $Ra=12,5$  мкм.

Необходимо:

1. Привести схему обработки с указанием заданных размеров.
2. Выбрать режущий инструмент.
3. Назначить режимы резания.
4. Произвести проверочный расчет по осевой силе.
5. Произвести проверочный расчет по мощности резания.
6. Определить основное время.

Таблица 4.1 — Исходные данные к заданию № 4

№ вар.	Материал заготовки	Обработка, отверстие	$D$	$d$	Глубина сверления $l$	Толщина заготовки $L$	Модель стан-ка
61	Сталь Ст5 $\sigma_B=600$ МПа	Сверление сквозное	19	—	59	59	2Н125
62	Серый чугун, СЧ10 170 НВ	Сверление глухое	15	—	40	65	2Н125
63	Сталь 45, $\sigma_B=680$ МПа	Рассверливание глухое	30	10	85	100	2Н135
64	Серый чугун, СЧ20 229 НВ	Сверление сквозное	10	—	40	40	2Н125
65	Сталь 45Х, $\sigma_B=680$ МПа	Сверление глухое	12	—	43	60	2Н125
66	Серый чугун, СЧ20 229 НВ	Рассверливание сквозное	25	12	70	70	2Н135
67	Серый чугун, СЧ15 190 НВ	Сверление сквозное	16	—	50	50	2Н125
68	Сталь 40ХН, $\sigma_B=750$ МПа	Сверление глухое	18	—	67	82	2Н125
69	Серый чугун, СЧ10 170 НВ	Рассверливание глухое	45	16	75	105	2Н135
70	Сталь 20, $\sigma_B=500$ МПа	Сверление сквозное	22	—	45	45	2Н125
71	Сталь Ст5, $\sigma_B=600$ МПа	Сверление глухое	22	—	63	100	2Н125
72	Серый чугун СЧ10, 170 НВ	Рассверливание сквозное	28	15	35	35	2Н135
73	Сталь 45, $\sigma_B=680$ МПа	Сверление сквозное	24	—	50	80	2Н125
74	Серый чугун СЧ20, 229 НВ	Сверление глухое	8	—	30	52	2Н125
75	Сталь 45Х, $\sigma_B=750$ МПа	Рассверливание глухое	32	18	35	60	2Н135
76	Серый чугун, СЧ20 229 НВ	Сверление сквозное	18	—	59	59	2Н125
77	Серый чугун, СЧ15 190 НВ	Сверление глухое	25	—	40	65	2Н135
78	Сталь 40ХН, $\sigma_B=750$ МПа	Рассверливание сквозное	22	10	100	100	2Н125
79	Серый чугун, СЧ10 170 НВ	Сверление сквозное	22	—	40	40	2Н125
80	Сталь 20, $\sigma_B=500$ МПа	Сверление глухое	28	—	43	60	2Н125



*a* – сквозное; *б* – глухое; *в* – рассверливание отверстия.

**Рисунок 4.1 – Схемы обработки при сверлении**

**Последовательность расчета:**

1. Выбор режущего инструмента:

- 1.1. Материал режущей части [8, с. 90...91].
- 1.2. Геометрические характеристики  $2\varphi = 116...118^\circ$ .

2. Расчет режимов резания:

2.1. Определение глубины резания  $t$  мм,  $t = D / 2$  – при сверлении и  $t = (D - d) / 2$  – при рассверливании.

2.2. Определение длины рабочего хода  $L_{рх}$  мм,  $L_{рх} = L_{рез} + y$ .

Длина резания ( $L_{рез}$ ) принимается равной длине обработанной поверхности в направлении подачи. При сверлении напроход  $L_{рез}$  равна толщине заготовки.

Величина  $y$  учитывает длину подвода, врезания и перебега. Длина подвода и перебега принимается по 2 мм при чистовой обработке и по 3 мм при черновой. Дина врезания рассчитывается по формуле:  $y_{вр} = t \cdot ctg \varphi$  мм. Величина  $y$  можно принять по таблице [9, с. 419], [10, с. 303].

2.3. Определение группы подач [9, с. 69...70], [10, с. 110].

2.4. Определение подачи  $S_0$  мм/об [9, с. 70...72], [10, с. 111...112].

2.5. Уточнение подачи по паспорту станка  $S_{оп}$  мм/об [12, с. 422].

Принимается ближайшее меньшее значение по паспорту станка. Можно принять ближайшее большее, но, не превышая 5% от расчетной величины.

2.6. Определение стойкости инструмента  $T_p$  мин,  $T_p = T_m \cdot \lambda$  [9, с. 68...69], [10, с. 114].

Коэффициент  $\lambda = L_{рез} / L_{рх}$ . При  $\lambda \geq 0,7$  можно принять  $T_p = T_m$ .

2.7. Определение скорости резания  $V$  м/мин,  $V = V_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ , где  $V_{таб}$  – табличное значение скорости;  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  – коэффициенты, учитывающие материал заготовки, стойкость инструмента, отношение длины резания к диаметру [9, с. 72...76], [10, с. 115...119].

2.8. Определение частоты вращения шпинделя  $n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ мин}^{-1}$ .

Уточнение частоты вращения шпинделя по паспорту станка  $n_{\text{п}} \text{ мин}^{-1}$  [12, с. 422].

Принимается ближайшее меньшее значение по паспорту станка. Можно принять ближайшее большее, но, не превышая 5% от расчетной величины.

2.9. Определение действительной скорости резания  $V_d = \pi \cdot D \cdot n_{\text{п}} / 1000$  м/мин.

3. Определение осевой силы резания  $P_o = P_{o \text{ таб}} \cdot K_p$  [9, с. 81], [10, с. 124...125].

Если отверстие рассверливают, то значения  $P_{o \text{ таб}}$  и  $K_p$  берут как для цекования.

Силу  $P_o$  полученную в **кГс** [10], необходимо перевести в **Н** ( $1 \text{ кГс} \approx 10 \text{ Н}$ ).

3.1. Проверка по максимальной осевой силе, допускаемой механизмом подачи станка  $P_o < P_{\text{max}}$  (если условие не соблюдается, то необходимо уменьшить подачу).

4. Определение мощности резания  $N_{\text{рез}} = N_{\text{таб}} \cdot K_N \cdot n_{\text{п}} / 1000$  кВт [9, с. 82], [10, с. 126...127].

Если отверстие рассверливают, то значения  $N_{\text{таб}}$  и  $K_N$  берут как для цекования.

4.1. Проверка по мощности станка  $N_{\text{рез}} < N_{\text{дв}} \cdot \eta$  [12, с. 422].

Мощность резания не должна превышать мощности двигателя станка с учетом его КПД. Если условие не соблюдается необходимо уменьшить подачу.

5. Определение основного технологического времени  $T_o = L_{\text{рх}} / (S_{\text{оп}} \cdot n_{\text{п}})$  мин.

### Задание № 5

(варианты см. в приложении 1)

На вертикально-фрезерном станке 6Т13 производят торцевое фрезерование плоской поверхности шириной  $B$  и длиной  $L$ , припуск на обработку  $h$ .

Необходимо:

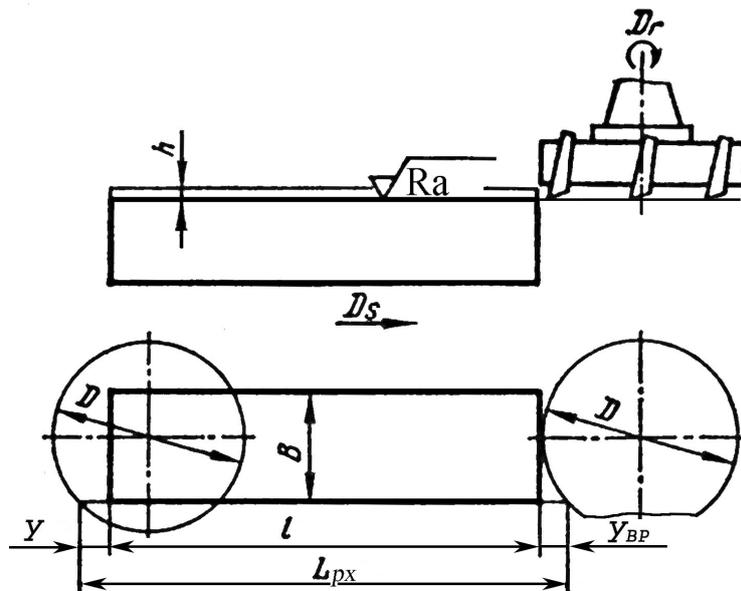
1. Привести схему обработки с указанием заданных размеров.
2. Выбрать режущий инструмент.
3. Назначить режимы резания.
4. Произвести проверочный расчет по мощности.
5. Определить основное время.

**Таблица 5.1 — Исходные данные к заданию № 5**

№ вар.	Материал заготовки	Вид заготовки	Вид обработки, шероховатость $Ra$ , мкм	$B$ , мм	$l$ , мм	$h$ , мм
81	Серый чугун, СЧ10 170 НВ	Отливка без корки	Чистовая, $Ra=3,2$	60	200	1,5
82	Сталь 45, $\sigma_B=680$ МПа	Прокат	Черновая $Ra=12,5$	72	250	3

№ вар.	Материал заготовки	Вид заготовки	Вид обработки, шероховатость $Ra$ , мкм	$B$ , мм	$l$ , мм	$h$ , мм
83	Ковкий чугун, КЧ 30-6 120 НВ	Отливка с коркой	Черновая $Ra=12,5$	84	400	4
84	Сталь 45Х, $\sigma_B=680$ МПа	Поковка	Получистовая, $Ra=6,3$	90	280	2
85	Серый чугун, СЧ20 229 НВ	Отливка без корки	Получистовая, $Ra=6,3$	102	600	2
86	Сталь 40ХН, $\sigma_B=750$ МПа	Штамповка	Черновая $Ra=12,5$	110	450	3,5
87	Ковкий чугун, КЧ 65-3 210 НВ	Отливка без корки	Получистовая, $Ra=6,3$	125	360	4
88	Сталь 50, $\sigma_B=600$ МПа	Прокат	Чистовая, $Ra=3,2$	138	300	1,2
89	Серый чугун СЧ 24, 210 НВ	Отливка с коркой	Черновая $Ra=12,5$	64	230	3,5
90	Сталь 15, $\sigma_B=500$ МПа	Прокат	Получистовая, $Ra=6,3$	78	320	2
91	Сталь 18 ХГТ, $\sigma_B=680$ МПа	Штамповка	Получистовая, $Ra=6,3$	96	190	2,5
92	Ковкий чугун, КЧ 33-8 160 НВ	Отливка без корки	Чистовая, $Ra=3,2$	113	380	1,4
93	Сталь 30 ХГТ, $\sigma_B=750$ МПа	Штамповка	Чистовая, $Ra=3,2$	127	456	1,2
94	Серый чугун, СЧ15 190 НВ	Отливка с коркой	Черновая $Ra=12,5$	140	278	4
95	Сталь 20 $\sigma_B=600$ МПа	Прокат	Получистовая, $Ra=6,3$	77	345	1,8
96	Серый чугун, СЧ10 170 НВ	Отливка без корки	Чистовая, $Ra=3,2$	60	200	1,5
97	Сталь 45, $\sigma_B=680$ МПа	Штамповка	Чистовая, $Ra=3,2$	72	250	1,4
98	Ковкий чугун, КЧ 30-6 120 НВ	Отливка с коркой	Черновая $Ra=12,5$	84	400	2,2
99	Сталь 45Х, $\sigma_B=680$ МПа	Прокат	Получистовая, $Ra=6,3$	90	280	2
100	Серый чугун, СЧ20 229 НВ	Отливка без корки	Чистовая, $Ra=3,2$	102	600	1,8

**Схема обработки:**



**Рисунок 5.1 – Торцовое фрезерование плоскости**

**Последовательность расчета:**

**1. Выбор режущего инструмента:**

1.1. Материал режущей части [8, с. 94...99].

1.2. Наружный диаметр фрезы  $D \approx 1,6 \cdot B$  мм. По стандартному ряду [8, с. 323] принимается ближайшее значение диаметра фрезы.

1.3. Определение числа зубьев сборных фрез [8, с. 342].

**2. Расчет режимов резания:**

2.1. Определение глубины резания  $t$  мм. При обработке за один проход  $t = h$  ( $h$  – припуск на обработку).

2.2. Определение длины рабочего хода  $L_{px}$  мм,  $L_{px} = L_{рез} + y$ .

Длина резания ( $L_{рез}$ ) принимается равной длине обработанной поверхности в направлении подачи.

Величину  $y$  можно принять по таблице [9, с. 418], [10, с. 301].

2.3. Определение подачи на зуб  $S_z$  мм/зуб [9, с. 48...49], [10, с. 83, 85].

2.4. Определение стойкости инструмента  $T_p$  мин,  $T_p = T_m \cdot \lambda$  [9, с. 51...52], [10, с. 87].

Коэффициент  $\lambda = L_{рез} / L_{px}$ . При  $\lambda \geq 0,7$  можно принять  $T_p = T_m$ .

2.5. Определение скорости резания  $V$  м/мин,  $V = V_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ , где  $V_{таб}$  – табличное значение скорости;  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  – коэффициенты, учитывающие материал заготовки, материал инструмента и стойкость инструмента [9, с. 55...61], [10, с. 88...101].

2.6. Определение частоты вращения шпинделя  $n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D)$  мин<sup>-1</sup>.

2.7. Уточнение частоты вращения шпинделя по паспорту станка  $n_{п}$  мин<sup>-1</sup> [12, с.422].

Принимается ближайшее меньшее значение по паспорту станка. Можно принять ближайшее большее, но, не превышая 5% от расчетной величины.

2.8. Определение действительной скорости резания  $V_d = \pi \cdot D \cdot n_{п} / 1000$

м/мин.

2.9. Определение минутной подачи  $S_M$  (скорости продольного движения стола  $V_s$ );  $S_M = V_s = S_z \cdot z \cdot n_{\Pi}$  мм/мин.

2.10. Уточнение подачи по паспорту станка  $S_M = V_s$  мм/мин [12, с. 422].

Принимается ближайшее меньшее значение по паспорту станка. Можно принять ближайшее большее, но, не превышая 5% от расчетной величины.

3. Определение мощности резания:

3.1.  $N_{рез} = N_r \cdot K$ , где  $N_r$  – мощность резания по данным графика, определяемая в зависимости от объема срезаемого слоя в единицу времени  $Q$  [9, с. 64...65];  $K$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и его твердости [9, с. 65].

**Или**  $N_{рез} = E \cdot V_d \cdot t \cdot z \cdot K_1 \cdot K_2 / 1000$  кВт [10, с. 101...102].

3.2. Проверка по мощности станка  $N_{рез} < N_{дв} \cdot \eta$  [12, с. 422].

Мощность резания не должна превышать мощности двигателя станка с учетом его КПД. Если условие не соблюдается необходимо уменьшить подачу.

4. Определение основного технологического времени  $T_o = L_{рх} / S_M$  мин.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

*Варианты контрольной работы № 2 смотреть в приложении 1*

### Задание 1

**Варианты 1...20.** Для станка, указанного в таблице 1.1 изучить и выполнить следующее:

1. расшифровать обозначение модели станка.
2. описать его назначение и область применения.
3. указать основные параметры технической характеристики (наибольшие габариты обрабатываемой заготовки, диапазоны регулирования приводов главного движения и подач, число частот вращения шпинделя; а также число ступеней подач<sup>1</sup>).
4. нарисовать схему компоновки станка, указать под ней название основных узлов, обозначить основные движения в станке.
5. **вычислить** знаменатель геометрической прогрессии  $\varphi$  и принять стандартный  $\varphi_{ст}$  для приводов главного движения и а также — подач<sup>1</sup>. По паспортным минимальной и максимальной частоте вращения (подачам) и принятому  $\varphi_{ст}$  записать ряд частот вращения станка (а также ряд подач<sup>1</sup>).

**Таблица 1.1**

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
Модель станка	6550	2Н135*	1К282	6Р81	1Б240П-6К	2204ВМФ4	1Б225П-6К
Вариант	8	9	10	11	12	13	14
Модель станка	6605	1512	2М55*	6Р80Ш	1Б265П-6К	2А622Ф2	6Г608
Вариант	15	16	17	18	19	20	
Модель станка	2Н125*	2М57*	1Б284	6Р11	1Б290П-6К	1А286-8	—

Примечание: Если станок нормального и ускоренного исполнения, следует принимать нормальное исполнение.

### **Методические указания**

Хорошее усвоение содержания этого задания закладывает основу успешного самостоятельного изучения последующих тем.

При подготовке пп. 1, 2, 4 задания следует по учебникам изучить станок заданной по варианту модели. Если заданная модель станка в учебнике не рассматривается, нужно изучить станок другой модели (аналогичной), но такого же типа. Например, вместо заданного станка 2М57 (радиально-сверлильного) изучить станок 2М55 или 2554 (тоже радиально-сверлильный).

Основные параметры технической характеристики станка (п. 3) рекомендуется выписать из [11, с. 7...58].

Вычисление знаменателя геометрической прогрессии  $\varphi$  (п. 5) выполняется по следующей методике. Так как в станкостроении приняты геометрические

<sup>1</sup> В моделях станков, отмеченных «звездочкой».

ряды частот вращения и подач (при этом каждый член ряда получается умножением предыдущего на  $\varphi$ ), то они имеют вид  $n_1, n_2, n_3, n_4, \dots, n_c$ , где  $n_1 = n_{\min}$ ;  $n_2 = n_1\varphi$ ;  $n_3 = n_2\varphi = (n_1\varphi)\varphi = n_1\varphi^2$ ;  $n_4 = n_3\varphi = (n_1\varphi^2)\varphi = n_1\varphi^3$ ; ...;  $n_c = n_1\varphi^{c-1}$ . Приняв  $n_1 = n_{\min}$ , а  $n_c = n_{\max}$ , получим формулу  $n_{\max} = n_{\min}\varphi^{c-1}$ . Откуда:

$$\varphi = c^{-1} \sqrt[c]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}} \quad (1.1)$$

где  $c$  – число частот вращения шпинделя (ступеней подач).

Значения знаменателей рядов стандартизованы ОСТ 2 Н11–1-72, поэтому по вычисленному  $\varphi$  следует принять **ближайший** стандартный  $\varphi_{\text{ст}}$  (приложение 2). Для принятого  $\varphi_{\text{ст}}$  выписать стандартный ряд частот вращения станка, начиная от  $n_{\min}$  и заканчивая  $n_{\max}$  (также ближайшие числа по характеристике станка). Если Вы правильно выполнили расчет, то от минимальной до максимальной частоты вращения вместится  $c$  ступеней.

Те же правила распространяются для рядов подач.

## Задание 2

**Варианты 21...40.** Для станка 16К20 начертить фрагмент кинематической схемы — кинематическую цепь нарезания резьбы с отключенной коробкой подач.

Записать: условие согласования движений конечных звеньев этой цепи, уравнение кинематического баланса. Вывести формулу настройки гитары колес

$$i_{\text{гит}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \dots \text{ для нарезания резьбы с шагом } P_{\text{д}} \text{ (и обвести ее рамкой).}$$

Для условий, заданных в таблице 2.1, определить передаточное отношение гитары колес  $i_{\text{гит}}$ , подобрать сменные колеса (с проверкой условия их зацепляемости). Определить погрешность шага (если она имеется) и ошибку на 1000 мм длины нарезаемого винта [7, с. 106].

**Таблица 2.1**

Параметры нарезаемой резьбы	Вариант									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Шаг резьбы $P_{\text{д}}$ , мм	2,5	4,5	2	2	2	3	3	4,5	4	5
Число заходов $k$	1	1	1	2	3	1	2	2	3	1

**Продолжение таблицы 2.1**

Параметры нарезаемой резьбы	Вариант									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Шаг резьбы $P_{\text{д}}$ , мм	5	5	6	6	10	10	12	3,5	3,5	4,5
Число заходов $k$	2	3	2	3	1	2	1	1	2	1

## Методические указания

По [5, с. 91] следует начертить *фрагмент* кинематической схемы, на которой начальным звеном кинематической цепи является шпиндель, а конечным —

передача винт-гайка. Определите: за один оборот шпинделя на сколько (мм) должен переместиться суппорт (от ходового винта)? На основании этого соотношения (условия согласования) запишите уравнение кинематического баланса цепи, связывающей шпиндель и ходовой винт. А из уравнения выведите формулу настройки гитары колес. Общая методика такого расчета приведена в [5, с. 23], [7, с. 101...103].

При расчете  $i_{\text{гит}}$  следует четко различать понятия: *шаг резьбы*  $P_d$  (расстояние между двумя смежными витками, измеренное вдоль оси) и *ход резьбы*  $H$  (расстояние, на которое перемещается вдоль своей оси нарезаемый винт за один оборот). Для однозаходных резьб ход равен шагу винта ( $H = P_d$ ); для многозаходных — шагу, умноженному на число заходов  $k$  ( $H = kP_d$ ). Т.е., для многозаходных резьб в формулу настройки гитары вместо шага  $P_d$  подставляют ход нарезаемой резьбы  $H$ .

Подбор колес производится по методике, приведенной в [7, с. 103...109]. Колеса следует подбирать из соответствующего комплекта, прилагаемого к станку [там же, с. 105].

Подобрав колеса гитары, не забудьте проверить условие их зацепляемости:  $a + b \geq c + 15$ ;  $c + d \geq b + 15$ . Если это условие не выполняется, попробуйте поменять местами колеса, стоящие в знаменателе (числителе). Например, в дроби  $\frac{127}{120} \cdot \frac{20}{70}$  условие зацепляемости не выполняется. Но при перестановке  $\frac{127}{70} \cdot \frac{20}{120}$  значение дроби остается прежним, а условие зацепляемости выполняется.

### Задание 3

#### Варианты 41...68.

41.Классификация металлорежущих станков по различным признакам, краткое пояснение этой классификации. Основные размеры, характеризующие станки каждого типа (желательно оформить в виде таблицы).

42.Структура металлорежущего станка и назначение его структурных элементов. Основные конструкции (классификация) названных структурных элементов.

43.Классификация направляющих станков: особенности их конструкций, краткая характеристика (нарисуйте схемы).

44.Шпиндели: назначение, основные требования к шпинделям. Особенности конструкций концов шпинделей различных станков (нарисуйте схемы, назовите станки, которые оснащают такими концами шпинделей).

45.Зубчатые передачи: назначение, классификация, условные обозначения на кинематических схемах и их передаточное отношение.

46.Передачи прямолинейного движения: назначение, классификация, условные обозначения на кинематических схемах и их расчетные перемещения.

47.Назначение, принцип действия, конструктивные особенности (классификация), условные обозначения на кинематических схемах и краткая характеристика муфт.

48. Назначение и особенности конструкций реверсирующих механизмов. Нарисуйте их кинематические схемы, поясните принцип их действия.
49. Назначение и особенности конструкций кривошипных механизмов. Нарисуйте их кинематические схемы и назовите детали этих механизмов. Как в кривошипных механизмах регулируется величина перемещения выходного звена?
50. Назначение, принцип действия, конструктивные особенности и краткая характеристика кулачковых механизмов (нарисуйте схемы).
51. Назначение и особенности конструкций (классификация) тормозных устройств. Нарисуйте их условные обозначения на кинематических схемах. Опишите особенности регулирования тормозных устройств.
52. Органы кинематической настройки станков: их устройство и характеристика (нарисуйте схемы).
53. Общая методика кинематического расчета настройки станка (нарисуйте простую кинематическую цепь с гитарой сменных колес и на ее примере приведите порядок расчета настройки гитары).
54. Методы расчета гитар сменных колес: назовите, опишите сущность каждого метода, приведите пример расчета (не совпадающий цифрами с учебником).
55. Классификация приводов по назначению, расположению, источнику движения, характеру изменения скорости и их характеристика. Область применения названных приводов (в каких станках и для каких движений?).
56. Сущность числового программного управления станками. Классификация систем ЧПУ. Оси координат в станках с ЧПУ (правила выбора, расположения).
57. Дайте определения станка-полуавтомата и автомата. Классификация токарных автоматов и полуавтоматов по различным признакам. Кратко укажите область применения каждого типа названных станков и основные виды выполняемых работ (желательно оформить в виде таблицы — три колонки).
58. Назначение и принцип действия однооборотной самовыключающейся муфты (нарисуйте схему).
59. Назначение, область применения, особенности конструкции (классификация, схемы компоновок) многошпиндельных полуавтоматов и автоматов. Виды выполняемых работ. Особенности установки режущего инструмента и заготовок.
60. Назначение, область применения, особенности конструкции токарных многолезцовых полуавтоматов (нарисуйте схему). Особенности установки режущего инструмента и заготовок.
61. Назначение, область применения, особенности конструкции токарных гидрокопировальных полуавтоматов (нарисуйте схему).
62. Назначение, область применения, классификация сверлильных станков (нарисуйте их компоновочные схемы). Особенности установки режущего инструмента и заготовок (нарисуйте схемы).
63. Назначение, область применения, особенности конструкции (классификация) расточных станков (нарисуйте их компоновочные схемы). Особенно-

сти установки режущего инструмента и заготовок (нарисуйте схемы).

64. Назначение, область применения, особенности конструкции (классификация) фрезерных станков (нарисуйте их компоновочные схемы). Особенности установки режущего инструмента и заготовок (нарисуйте схемы).

65. Назначение, типы и область применения делительных головок. Способы деления с помощью универсальной делительной головки (УДГ): сущность каждого способа, примеры расчета настройки на простое и дифференциальное деление.

66. Фрезерные станки с ЧПУ (6Р13Ф3, 6Р13РФ3, ГФ2171): назначение, область применения, их различия. Многооперационный фрезерный станок ГФ2171: компоновка, основные узлы и движения.

67. Назначение и классификация *современных* многооперационных станков. Их технологические возможности и конструктивные особенности. Перечислите модели станков, используемых на производстве.

68. Особенности конструкций устройств автоматической смены инструмента (УАСИ) многооперационных станков (нарисуйте схемы). Общие алгоритмы (автоматические циклы) смены инструмента.

### **Методические указания**

Все вопросы относятся к разделам 11-14 программы курса. Прочтите методические указания по изучению этих разделов и тем. Пояснения следует *иллюстрировать* соответствующими схемами и эскизами.

Дать характеристику — значит указать преимущества и недостатки характеризуемого объекта. При описании принципа действия, конструктивных особенностей следует нарисовать схему механизма (допускается вклеивать ксерокопию). Компоновка станка — схема, поясняющая общее его устройство (основные узлы, их взаимное расположение), с названиями узлов, указанием основных движений.

### **Задание 4**

**Варианты 69...88.** Для обработки конуса на токарном станке записать формулу (при необходимости вывести ее) и вычислить необходимый параметр настройки соответствующего механизма станка (угол поворота верхних салазок  $\alpha$  или величину смещения задней бабки  $h$ ). Точность расчета — три знака после запятой. Начертить соответствующую схему для расчета. Исходные данные приведены на рисунке 4.1 и в таблице 4.1.

**Таблица 4.1**

Вариант	Определяемая величина	Размеры детали, мм				
		$D$	$d$	$l$	$L$	$\alpha$ , град
69	Угол поворота верхних салазок $\alpha$	30	25	20	—	—
70		40	25	22	—	—
71		50	30	55	—	—
72		60	30	50	—	—

**Таблица 4.1**

Вариант	Определяемая величина	Размеры детали, мм				
		$D$	$d$	$l$	$L$	$\alpha$ , град
73	Угол поворота верхних салазок $\alpha$	70	50	45	–	–
74		80	50	35	–	–
75		90	70	40	–	–
76		100	70	25	–	–
77		110	90	35	–	–
78		120	90	15	–	–
79	Величина смещения задней бабки $h$ , мм	75	70	200	250	–
80		70	65	220	250	–
81		65	60	225	230	–
82		60	55	240	400	–
83		45	40	260	300	–
84		40	35	200	400	–
85		35	30	220	250	–
86		–	–	–	200	2,000
87		–	–	–	150	1,500
88		–	–	–	170	2,500

**Методические указания**

Рекомендуется следующий порядок решения задачи:

– по соответствующей формуле определить требуемую величину.

– нарисовать схему обработки, на которой указать соответствующее положение механизмов станка, основные движения и величину, полученную в результате расчетов [5, с. 99...100], [7, с. 126...127].

– перевести угол  $\alpha$  в градусы и минуты (чтобы его можно было измерить угломером).

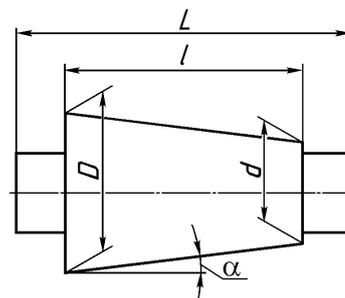


Рисунок 4.1

**Задание 5**

**Варианты 89...108.** Рассчитать настройку универсальной делительной головки (УДГ-Д-200) для выполнения следующих работ:

1, 2) для обработки  $z$  поверхностей (канавок, зубьев или т.п.).

3) для обработки поверхностей, расположенных через угол  $\gamma$  (градусов).

4) для фрезерования на станке 6Р82 дисковой фрезой винтовой канавки с заданными углом наклона  $\beta$  и средним диаметром  $D$  (нарисовать схему обработки винтовой канавки — по рисунку 2).

Исходные данные приведены в таблице 5.1. Их следует записать в начале расчета.

**Таблица 5.1**

Вариант	Заданные параметры настройки:				
	$z$ (простое деление)	$z$ (дифф. деление)	$\gamma$ , град.	$\beta$ , град.	$D$ , мм
	пункт 1	пункт 2	пункт 3	пункт 4	
89	7	131	45°36'	60	137,83
90	25	61	18°36'	55	136,38
91	172	83	27°54'	50	132,77
92	11	123	54°36'	45	111,41
93	115	99	63°54'	40	106,84
94	22	43	108°54'	35	89,15
95	56	375	18°54'	30	82,70
96	15	53	63°36'	25	66,79
97	140	137	9°54'	55	218,21
98	36	93	126°54'	50	189,67
99	116	59	54°18'	45	190,99
100	32	142	36°54'	40	186,97
101	28	57	63°18'	35	178,31
102	42	73	81°18'	30	165,40
103	128	71	99°54'	25	148,43
104	92	162	33°54'	20	139,03
105	50	117	57°18'	15	119,41
106	144	125	42°36'	10	89,80
107	78	112	135°18'	7	70,35
108	26	143	144°18'	20	55,61

**Методические указания**

По учебнику [5, с. 166...170] или [7, с. 231...238] изучить назначение и устройство основных узлов и механизмов фрезерного станка и УДГ. Ознакомиться с содержанием и последовательностью расчетов и наладки станка и УДГ для выполнения различных видов работ. По индивидуальному заданию выполнить необходимые расчеты в соответствии с методикой. В начале каждого расчета обязательно укажите свои исходные данные:  $z$ ,  $m$ ,  $\beta$ ,  $D$ ,  $i$ .

При выполнении пункта 1 следует рассчитать настройку УДГ для **простого деления**.

При этом число оборотов рукоятки-фиксатора УДГ по делительному диску

$$n = \frac{N}{z} \quad (5.1)$$

где  $N$  – характеристика УДГ,  $N = 40$ ;  $z$  – число обрабатываемых поверхностей.

Затем подбирается окружность на делительном диске головки. Делительный диск УДГ имеет с двух сторон 16 окружностей с числом отверстий:

**16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31 и 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54**

Например, задано  $z = 132$ . Тогда  $n = \frac{40}{z} = \frac{40}{132}$  оборота. Чтобы повернуть

рукоятку на столько оборотов, дробь следует упростить таким образом, чтобы в знаменателе было число, соответствующее отверстиям в делительном диске головки. Т.е.,  $n = \frac{40}{132} = \frac{20}{66} = \frac{10}{33}$  оборота. Это значит, что фиксатор рукоятки на-

страивают на окружность с 33 отверстиями и после обработки очередной поверхности поворачивают рукоятку на 10 отверстий по этой окружности в выбранную сторону, т.е. на  $10/33$  оборота. Если в числителе при решении окажется число большее, чем в знаменателе, тогда надо выделить целое число из дроби.

Например,  $\frac{109}{33} = 3\frac{10}{33}$  оборота, т.е. 3 полных оборота и  $10/33$  по окружности диска.

При оформлении пункта 1 следует привести только расчет и его результат, не нужно описывать методику расчета и объяснять принцип действия УДГ — это задача.

При выполнении пункта 2 следует рассчитать настройку УДГ для *дифференциального деления*. Этим методом деления пользуются в тех случаях, когда число делений  $z$  задано таким, что на него нельзя разделить окружность методом простого деления, т.е. нельзя подобрать число отверстий на делительном диске УДГ.

Например, при  $z = 67$  простое деление произвести невозможно, так как 67 (и кратных ему) отверстий в рядах окружностей диска нет.

Дифференциальный метод деления заключается в том, что настройку производят не на заранее заданное число делений  $z$ , а на искусственно выбранное (фиктивное) число  $z_{\phi}$ , близкое к заданному, но *обеспечивающее возможность осуществлять простое деление*. Этот способ заранее допускает определенную ошибку в делении ( $z_{\phi}$ ), которая компенсируется в процессе самого деления (до  $z$ ) поворотом делительного диска. Особенность расчета для дифференциального деления заключается в том, что сначала по формуле (5.1) рассчитывается число оборотов  $n$  рукоятки УДГ для поворота заготовки на  $z_{\phi}$  делений. Затем рассчитывается передаточное отношение  $i_{\text{диф}}$  для колес  $a_1-b_1-c_1-d_1-e_1-f_1$  (рисунок 5.1) по формуле

$$i_{\text{диф}} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{40(z_{\phi} - z)}{z_{\phi}} \quad (5.2)$$

Для рассчитанного  $i_{\text{диф}}$  подбираются колеса дифференциальной гитары  $a_1-b_1-c_1-d_1-e_1-f_1$ . Число зубьев сменных шестерен гитары в комплекте УДГ:

**25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100**

Пример. Задано  $z = 67$ . Принимаем  $z_{\phi} = 70$ . Тогда  $n = \frac{40}{70} = \frac{4}{7} = \frac{28}{49}$  оборота (49 отв. в диске есть). Для компенсации ошибки (ведь задано  $z = 67$ ) следует настроить гитару колес  $a-b$ ,  $c-d$  [5, с. 168], которая будет вместе с поворотом рукоятки поворачивать и делительный диск. Это приведет к его повороту не на  $\frac{28}{49}$  оборота, а на  $\frac{28}{49} + \left(\frac{40}{67} - \frac{40}{70}\right)$  оборота<sup>1</sup>, что позволит обработать не 70, а 67 элементов.

Тогда, по формуле (5.2)

$$i_{\text{диф}} = \frac{a_1 \cdot c_1 \cdot e_1}{b_1 \cdot d_1 \cdot f_1} = 40 \frac{70-67}{70} = \frac{40 \cdot 3}{70} = \frac{40 \cdot 3}{35 \cdot 2} = \frac{40 \cdot 60}{35 \cdot 40} = \frac{40 \cdot 60 \cdot 60}{40 \cdot 35 \cdot 60}.$$

Чтобы выполнялось условие зацепляемости колес, мы переставили множители  $i_{\text{диф}} = \frac{40 \cdot 60}{40 \cdot 35}$ , также добавили пару колес  $\frac{60}{60}$ , т.к. в гитаре должно быть три пары колес. Условие зацепляемости выполняется:  $40+40 > 60+15$ ;  $60+35 > 40+15$  и  $60+35 > 60+15$ ;  $60+60 > 35+15$ .

При выполнении пункта 3 следует рассчитать настройку УДГ для **простого деления**, но заданного в угловой мере.

Чтобы воспользоваться формулой (5.1), следует представить заданный угол деления  $\gamma$  в частях окружности, т.е.  $z = 360^\circ/\gamma$  (например,  $360^\circ/90^\circ = 4$  части). Тогда формула (5.1) выглядит так  $n = \frac{40}{z} = \frac{40 \cdot \Gamma}{360}$  или после сокращения

$$n = \frac{\Gamma}{9} \quad (5.3)$$

Пример. Задано  $\gamma = 30^\circ 54'$ . Преобразуем значение угла в простую дробь:  $30^\circ 54' = \left(30 \frac{54}{60}\right)^\circ = \left(30 \frac{9}{10}\right)^\circ = \left(\frac{309}{10}\right)^\circ$ .

По формуле (5.3)  $n = \frac{\Gamma}{9} = \frac{309}{9 \cdot 10} = \frac{103}{3 \cdot 10} = \frac{103}{30} = 3 \frac{13}{30}$  оборота.

На делительном диске есть окружность с 30 отверстиями.

При выполнении пункта 4 следует рассчитать настройку УДГ для **фрезерования винтовой канавки**. Для этого необходимо нарисовать схему наладки УДГ и фрезерного станка (рисунок 5.1).

<sup>1</sup> Чтобы на окружности разместилось элементов на  $(z_{\phi} - z)$  меньше, нужно ее поворачивать на  $\frac{1}{z} - \frac{1}{z_{\phi}}$  оборота больше, а рукоятку УДГ, с учетом передаточного отношения, соответственно на  $\frac{40}{z} - \frac{40}{z_{\phi}}$  оборота.

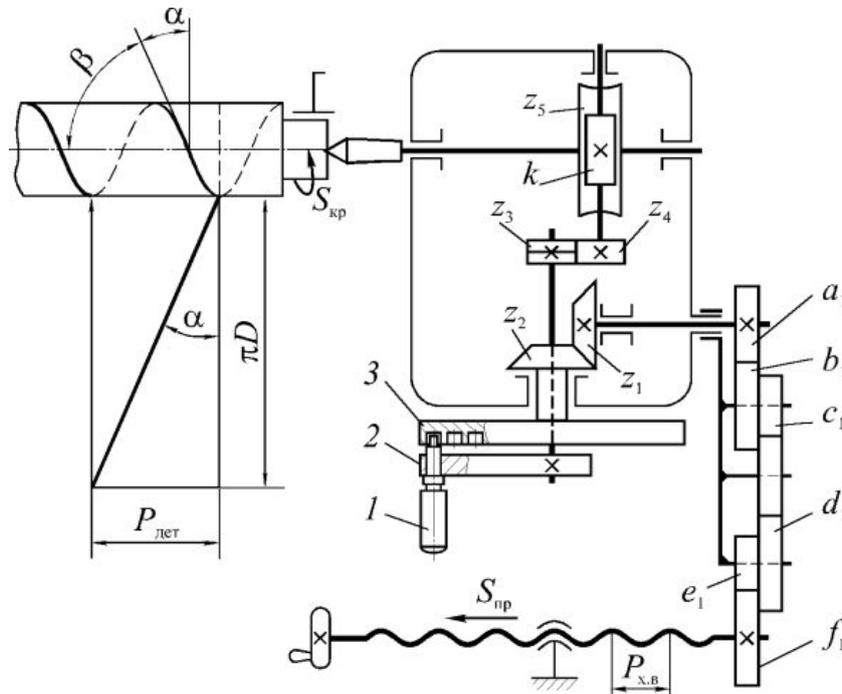


Рисунок 5.1 — Схема нарезания винтовой канавки с помощью УДГ

Поступательное движение заготовка получает вместе со столом, а вращательное — от ходового винта стола станка, который соединен с делительной головкой сменными зубчатыми колесами. Для нарезания винтовой канавки с заданными параметрами необходимо за один оборот заготовки переместить стол станка на шаг канавки  $P_d$ . Это условие обеспечивается подбором соответствующего передаточного отношения  $i_{см}$  гитары сменных колес  $a_1 \dots f_1$ .

Расчетные перемещения цепи образования винтовой канавки:

1 оборот заготовки  $\rightarrow$  перемещение заготовки на шаг винтовой канавки  $P_d$

Тогда уравнение кинематического баланса цепи (см. рисунок 5.1)

$$1 \cdot \frac{z_5}{k} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} \cdot P_{x.B} = P_d \quad (5.4)$$

учитывая, что  $z_1 = z_2$ ;  $z_3 = z_4$ ;  $z_5 = 40$ ;  $k = 1$ , можно записать

$$1 \cdot \frac{40}{1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} \cdot P_{x.B} = P_d$$

Решая это уравнение относительно передаточного отношения гитары  $i_{см}$ , получим

$$i_{см} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{P_d}{40P_{x.B}} \quad (5.5)$$

где  $P_d$  — шаг нарезаемой винтовой канавки, мм;  $P_{x.B}$  — шаг ходового винта стола станка, мм;  $i_{см}$  — передаточное отношение гитары сменных колес.

Учитывая, что у большинства станков  $P_{x.B} = 6$  мм формула (5.5) имеет вид

$$i_{см} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{P_d}{240} \quad (5.6)$$

Шаг винтовой канавки нарезаемого зубчатого колеса, мм

$$P_d = \pi D \cdot \operatorname{tg}(90^\circ - \beta), \quad (5.7)$$

где  $\beta$  – угол наклона винтовой линии канавки, град.;  $D$  – средний диаметр цилиндрической образующей поверхности, мм.

После расчета  $P_d$  следует **округлить полученное значение до ближайшего целого**.

Подставив в формулу (5.5) известные значения, получим следующее уравнение настройки цепи образования винтовой канавки

$$i_{\text{см}} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{\pi D \cdot \operatorname{tg}(90^\circ - \beta)}{240} \quad (5.8)$$

Определив передаточное отношение гитары сменных шестерен  $i_{\text{см}}$ , подбирают сменные шестерни из комплекта делительной головки (см. выше).

При нарезании правых винтовых канавок между шестернями гитары  $c_1$  и  $d_1$  устанавливается паразитная шестерня.

При фрезеровании винтовых канавок УДГ может быть настроена только на непосредственное или простое делание, так как делительный диск вращается, а сменные зубчатые колеса делительной головки используются для передачи ей вращения от винта стола станка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аршинов, В.А., Алексеев, Г.Н. Резание металлов и режущий инструмент. Изд. 3-е, перераб. и доп. Учебник машиностроительных техникумов. – М.: Машиностроение, 1976.
2. Гапонкин, В.А., др. Обработка резанием, инструмент и станки: Учебник для средних специальных учебных заведений по машиностроительным специальностям. – М.: Машиностроение, 1990.
3. Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов: Учеб. пособие для СПТУ / Л.Н. Грачев и др. – М.: Высшая школа, 1986.
4. Локтева, С.Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы: Учебник для машиностроительных техникумов. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
5. Маеров, А.Г. Устройство, основы конструирования и расчет металлообрабатывающих станков и автоматических линий: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1986. – 368 с.
6. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
7. Чернов, Н.Н. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1988. – 416 с.
8. Справочник инструментальщика / Под ред. А.А. Ординарцева – Л.: Машиностроение, 1990.
9. Режимы резания металлов. Справочник. /Под ред. А.Д. Корчемкина – М.: НИИТавтопром, 1995.
10. Режимы резания металлов. Справочник. / Под ред. Ю.В. Барановского – М.: Машиностроение, 1972.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.– М.: Машиностроение, 1986.
12. Нефедов, Н.А., Осипов, К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1990.
13. Ермаков, Ю.М., Фролов Б.А. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
14. Кузнецов, Ю.В. Станки с числовым программным управлением / Ю.В.Кузнецов. К., 1991.
15. Лабораторный практикум по металлорежущим станкам / Под ред. А.И. Кочергина. Минск, 1986.
16. Программное управление станками и промышленными роботами: Учеб. для ПТУ / В.Л. Косовский, Ю.Г. Козырев, А.Н. Ковшов и др. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1989. – 272 с.
17. Металлорежущие станки / Тепинкичиев В.К. и др. – М.: Машиностроение, 1970. – 464 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Варианты заданий на контрольные работы**  
**по дисциплине « Обработка материалов резанием, инструмент и станки»**  
 (шифр учащегося выбирается по двум последним цифрам номера зачетной книжки  
 и обязательно указывается на титульном листе контрольной работы)

Шифр уч-ся	Контр. работа № 1					Контр. работа № 2				
	Номера заданий:									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Варианты:									
00	8	24	41	61	100	8	24	41, 56, 63	71	101
01	11	31	50	64	92	11	31	50, 61, 65	84	92
02	19	21	45	74	81	19	21	45, 63, 68	74	106
03	2	29	51	78	94	2	29	51, 62, 67	78	94
04	10	35	46	72	100	10	35	46, 53, 66	72	100
05	14	25	53	80	91	14	25	53, 64, 68	81	91
06	5	37	43	77	94	5	37	43, 53, 67	77	104
07	17	22	48	70	98	17	22	48, 57, 64	70	98
08	3	39	52	78	95	3	39	52, 59, 65	85	95
09	16	30	44	80	93	16	30	44, 56, 61	80	93
10	9	26	49	62	87	9	26	49, 62, 66	82	102
11	13	36	47	73	100	13	36	47, 56, 68	73	107
12	1	23	42	66	97	1	23	42, 54, 60	86	97
13	20	40	55	76	91	20	40	55, 58, 63	76	105
14	15	32	54	63	99	15	32	50, 57, 65	83	103
15	5	38	55	75	89	5	38	54, 60, 68	75	89
16	6	33	53	79	99	6	33	46, 53, 66	79	99
17	18	27	57	80	96	18	27	53, 64, 68	87	96
18	7	28	43	69	100	7	28	43, 53, 67	69	108
19	12	34	59	78	90	12	34	48, 57, 64	88	90
20	4	24	58	71	95	4	24	52, 59, 65	71	101
21	9	30	49	77	93	9	30	44, 56, 61	77	93
22	14	22	60	75	91	14	22	49, 62, 66	75	91
23	6	33	47	73	100	6	33	47, 56, 68	73	103
24	19	26	42	80	99	19	26	42, 54, 60	86	99
25	10	36	55	70	94	10	36	55, 58, 63	70	94
26	16	28	50	63	90	16	28	50, 57, 65	83	90
27	2	39	49	79	96	2	39	49, 62, 66	79	106
28	13	23	47	76	98	13	23	47, 56, 68	76	98
29	18	34	42	77	96	18	34	42, 54, 60	87	96
30	11	40	55	72	81	11	40	55, 58, 63	72	102
31	3	25	50	62	92	3	25	50, 57, 65	82	92
32	15	31	54	68	85	15	31	54, 60, 68	88	105
33	7	37	46	74	100	7	37	46, 53, 66	74	100
34	12	29	53	80	87	12	29	53, 64, 68	85	107
35	4	35	43	78	97	4	35	43, 53, 67	78	97
36	17	27	48	64	95	17	27	48, 57, 64	84	95
37	8	38	50	80	98	8	38	50, 54, 65	80	108
38	1	32	54	75	84	1	32	54, 60, 68	85	104
39	20	21	46	71	89	20	21	46, 53, 66	81	89

Шифр уч-ся	Контр. работа № 1					Контр. работа № 2				
	Номера заданий:									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Варианты:									
40	7	22	53	69	100	7	22	53, 64, 68	69	101
41	3	31	43	72	92	3	31	43, 53, 67	82	92
42	10	26	48	73	96	10	26	48, 57, 64	73	106
43	4	23	52	80	94	4	23	52, 59, 65	86	94
44	12	32	41	76	84	12	32	44, 56, 61	76	100
45	5	28	49	68	91	5	28	49, 62, 66	83	91
46	8	36	47	75	94	8	36	47, 56, 68	75	104
47	13	25	42	79	98	13	25	42, 54, 60	79	98
48	18	35	55	80	95	18	35	55, 58, 63	87	95
49	11	30	57	69	93	11	30	50, 57, 65	69	93
50	16	37	49	78	100	16	37	49, 62, 66	88	102
51	1	24	44	71	91	1	24	44, 56, 61	71	107
52	15	39	41	77	97	15	39	49, 62, 66	77	97
53	6	33	47	75	100	6	33	47, 56, 68	75	105
54	19	38	42	73	88	19	38	42, 54, 60	73	103
55	17	27	55	68	89	17	27	55, 58, 63	86	89
56	2	40	50	70	99	2	40	50, 57, 65	70	99
57	14	29	49	80	96	14	29	49, 62, 66	83	96
58	9	34	41	79	100	9	34	47, 56, 68	79	108
59	20	21	42	76	87	20	21	42, 54, 60	76	107
60	6	40	55	77	97	6	40	55, 58, 63	87	97
61	3	32	50	72	93	3	32	50, 57, 65	72	95
62	15	25	54	80	95	15	25	54, 60, 68	82	108
63	13	34	46	78	100	13	34	46, 53, 66	88	104
64	1	22	53	74	89	1	22	53, 64, 68	74	89
65	7	37	43	65	91	7	37	43, 53, 67	85	101
66	4	29	48	78	92	4	29	48, 57, 64	78	92
67	16	28	44	74	96	16	28	44, 56, 61	84	106
68	2	33	49	80	94	2	33	49, 62, 66	80	94
69	8	23	47	65	100	8	23	47, 56, 68	85	100
70	5	35	42	62	91	5	35	42, 54, 60	81	91
71	19	26	55	69	100	19	26	55, 58, 63	69	104
72	12	38	50	80	98	12	38	50, 57, 65	82	98
73	18	30	49	73	95	18	30	49, 62, 66	73	95
74	10	24	44	67	89	10	24	44, 56, 61	86	89
75	20	39	49	76	93	20	39	49, 62, 66	76	93
76	14	36	47	80	82	14	36	47, 56, 68	83	102
77	11	27	42	75	87	11	27	42, 54, 60	75	107
78	17	31	55	79	97	17	31	55, 58, 63	79	97
79	9	21	50	67	95	9	21	50, 57, 65	87	105
80	15	23	49	69	100	15	23	49, 62, 66	69	103
81	5	34	49	66	89	5	34	49, 62, 63	88	89
82	2	22	47	71	99	2	22	47, 56, 68	71	99
83	11	32	42	77	96	11	32	42, 54, 60	77	96
84	4	25	55	75	88	4	25	55, 58, 63	75	108
85	8	31	50	70	97	8	31	50, 57, 65	73	107

Шифр уч-ся	Контр. работа № 1					Контр. работа № 2				
	Номера заданий:									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Варианты:										
86	14	28	49	66	97	14	28	49, 62, 66	86	97
87	1	24	47	70	95	1	24	47, 56, 68	70	95
88	12	36	42	80	88	12	36	42, 54, 60	83	108
89	6	33	55	79	100	6	33	55, 58, 63	79	104
90	16	40	50	76	89	16	40	50, 57, 65	76	89
91	3	21	42	77	89	3	21	42, 54, 60	87	89
92	13	35	55	72	99	13	35	55, 58, 63	72	99
93	7	29	50	61	96	7	29	50, 57, 65	82	96
94	10	38	49	80	88	10	38	49, 62, 66	88	108
95	9	26	47	74	87	9	26	47, 56, 68	74	107
96	18	39	42	80	97	18	39	42, 54, 60	85	97
97	5	30	55	78	95	5	30	55, 58, 63	78	95
98	20	27	50	74	96	20	27	50, 57, 65	84	96
99	17	37	49	80	100	17	37	49, 62, 63	80	108
100	18	21	60	77	99					

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**Нормальные ряды частот вращения (ОСТ 2 Н11-1-72)**

Знаменатель ряда $\phi$						
1,06	1,12	1,26	(1,41)	1,58	(1,78)	(2)
10,0	10,0	10,0	1,00	10,0	10,0	1,00
10,6			1,40			2,00
11,2	11,2		2,00			4,00
11,8			2,80			8,00
12,5	12,5	12,5	4,00			
13,2			5,60			
14,0	14,0		8,00			
15,0			11,2			
16,0	16,0	16,0	16,0	16,0		16,0
17,0						
18,0	18,0				18,0	
19,0						
20,0	20,0	20,0				
21,2						
22,4	22,4		22,4			
23,6						
25,0	25,0	25,0		25,0		
26,5						
28,0	28,0					
30,0						
31,5	31,5	31,5	31,5		31,5	31,5
33,5						
35,5	35,5					
37,5						
40,0	40,0	40,0		40,0		
42,5						
45,0	45,0		45,0			
47,5						
50,0	50,0	50,0				
53,0						
56,0	56,0				56,0	
60,0						
63,0	63,0	63,0	63,0	63,0		63,0
67,0			90,0			
71,0	71,0		125			
75,0			180			
80,0	80,0	80,0	250			
85,0			355			
90,0	90,0		500			
95,0			710			
100	100	100	1000	100	100	

Примечания:

1. ОСТ распространяется на ряды частот вращения, подач, мощностей и других параметров станков.

2. Ряды чисел менее 10 или более 100 (менее 1 или более 1000 для ряда с  $\phi = 1,41$ ) получают делением или умножением табличных значений на 10 (за исключением ряда с  $\phi = 2$ ).

3. Ряды со знаменателями  $\phi$ , заключенными в скобки, применяют в основном только для частот вращения и подач.