

Министерство образования Республики Беларусь  
Белорусский национальный технический университет

Филиал БНТУ «Минский государственный машиностроительный колледж»

---

Цикловая комиссия металлорежущих станков  
и технологии материалов

**СОГЛАСОВАНО**

Зам. директора по учебной работе

[Подпись]

*Т.В. Плосковицкая*

14 сентября 2022 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор филиала БНТУ «МГМК»

[Подпись]

*Ю.А. Курсунович*

15 сентября 2022 г.

## **МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ**

Учебная программа, методические указания, домашние  
контрольные работы и экзаменационные вопросы  
для учащихся заочной формы обучения  
машиностроительных специальностей колледжа

Составил: преподаватель филиала БНТУ «Минский государственный машиностроительный колледж» В.В. Жданович.

Обсуждено и одобрено цикловой комиссией металлорежущих станков и технологии материалов филиала БНТУ «Минский государственный машиностроительный колледж». Протокол заседания 09.09.2022 № 2.

**Металлорежущие станки.** Программа, методические указания, домашние контрольные работы и экзаменационные вопросы для учащихся заочной формы обучения машиностроительных специальностей колледжа. – 7-я ред., исправленная и дополненная. – Минск: Филиал БНТУ «МГМК», 2022. – 34 с.

## ВВЕДЕНИЕ

Учебная программа предмета «Металлорежущие станки» — одного из основных дисциплин общетехнического цикла — предусматривает изучение учащимися назначения, устройства и принципа действия основных узлов и механизмов, основ кинематического расчета металлорежущих станков; методики их настройки, эксплуатации и технического обслуживания.

Изучение материала предмета базируется на знаниях и умениях, усвоенных учащимися при изучении физики, математики, прикладной информатики, черчения, технической механики, основ обработки материалов и инструмента, основ гидравлики, пневматики, общей электротехники с основами электроники и является базой для изучения дисциплин «Технология машиностроения», «Основы автоматизации производства», а также для выполнения курсовых проектов по проектированию технологической оснастки и по технологии машиностроения, для прохождения производственной технологической и преддипломной практик, выполнения дипломного проекта.

В результате изучения предмета учащиеся

### ***должны знать:***

---

- классификацию и обозначение моделей металлорежущих станков;
- назначение, принцип действия, конструктивные особенности типовых деталей и механизмов металлорежущих станков;
- передаточные отношения и перемещения в различных видах передач;
- органы кинематической настройки станков;
- для *станков каждой группы*:
  - область применения, классификацию, виды работ, выполняемых на станках (технологические возможности);
  - компоновочные схемы<sup>1</sup>, взаимодействие основных механизмов станка;
  - методику наладки станков данной группы;
- назначение и область применения станков с программным управлением;
- классификацию систем программного управления, общие принципы числового программного управления;
- конструктивные особенности станков с ЧПУ;
- принцип действия, общее устройство и схемы работы электроэрозионных станков, ультразвуковых и светолучевых (лазерных) установок;
- основные задачи и требования рациональной эксплуатации станков;
- требования безопасности при работе на станках.

### ***должны уметь:***

---

- читать кинематические, гидрокинематические схемы станков, выполнять необходимые расчеты по ним;
- по кинематической схеме станка пояснять принцип его работы;
- читать сборочные чертежи (принципиальные схемы) механизмов станков;
- производить расчеты по настройке станков;
- выполнять наладку и настройку станков (по которым выполнялись лабораторные работы) для обработки конкретной детали;
- выбирать оборудование, *оптимально* подходящее для обработки конкретной детали.

Для достижения этих целей следует иметь рекомендуемые учебники (см. список литературы), изучать станки не только в лаборатории колледжа (во время лабораторно-практических работ), но и на производстве, посещать различные выставки металлорежущих

---

<sup>1</sup> Компоновка станка — схема, поясняющая общее его устройство (основные узлы, их взаимное расположение), с названиями узлов, указанием основных движений.

станков, изучать новые проспекты на станки, получать консультации у высококвалифицированных рабочих, мастеров и инженеров своего предприятия.

Все знания и навыки, полученные учащимися при изучении металлорежущих станков, 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 курса «Металлорежущие станки» — самостоятельная работа учащегося с рекомендуемой литературой и в соответствии с настоящими методическими указаниями.

Учебный материал предмета следует изучать в последовательности, предусмотренной программой, систематически в течение установленного срока по учебному графику. Изучая по учебнику материал предмета, 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 уравнения (если они есть), ответить на контрольные вопросы, приведенные в конце каждого раздела программы.

Нельзя ничего оставлять непонятым при изучении предмета. 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 предмета, 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 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 предмета 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 (шифр) 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. Каждая контрольная работа выполняется в отдельной тетради в клетку (выбирая

тетрадь, обратите внимание, чтобы линии клеток были бледными).

Работа может быть оформлена на листах формата А4. При этом листы должны быть сброшюрованы в папку с обложкой. **Не допускается вкладывать листы в пластиковые файлы – контрольная работа должна быть удобна для ее проверки, записи замечаний и рекомендаций.**

2. На обложке тетради указывается: название колледжа и учебного предмета, порядковый номер контрольной работы (1 или 2), фамилия, имя и отчество учащегося, его шифр и полный почтовый адрес<sup>1</sup>.

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

4. Работа выполняется аккуратным и **разборчивым почерком**, обязательно чернилами или шариковой ручкой<sup>2</sup>, с интервалами между строчками (обычно через одну клетку). Для замечаний преподавателя *снаружи* каждого листа оставляется поле шириной не менее 25...30 мм, а в конце тетради одна-две страницы для рецензии.

**5. Страницы тетради обязательно должны быть пронумерованы вверху по центру.**

**6. Условия задач (исходные данные) следует записывать полностью, с указанием варианта задания в контрольной работе (а не шифра, который записывается на обложке).**

7. При любом расчете следует указывать его *наименование* (например, «Определение шага винтовой канавки»), 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*.

8. 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).

9. Допускается использовать ксерокопии рисунков — они должны быть **аккуратно и по всей своей площади наклеены. Нельзя использовать для этого скотч, скрепки, скобы.**

10. 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 сослаться при необходимости.

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

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

13. 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).

---

<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.

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

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

16. 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 свободном месте в тетради или 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 работ по всем разделам предмета. Наименование лабораторных 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 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 работ учащийся получает зачет по ним.

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

## **ПРОГРАММА ПРЕДМЕТА «МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ»**

Понятие о металлорежущих станках. История развития металлорежущих станков [4, с. 3...4], [13, с. 3...7]

### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ**

#### **1.1. 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], [13, с. 8...12]

## 1.2. 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.).

## 2. КИНЕМАТИКА СТАНКОВ

### 2.1. Классификация движений в станках

Классификация движений в станках: основные (главное и движение подачи; установочные, делительные) и вспомогательные. Движения управления [4, с. 8], [5, с. 11...14], [6, с. 29...30], [7, с. 6...8], [8, с. 54...55], [13, с. 12...15]

### 2.2. Кинематические схемы станков

Кинематические схемы станков и условные обозначения их элементов. Передаточное отношение. Определение передаточных отношений и перемещений в различных видах передач. [5, с. 14...22], [7, с. 8...15]

Передаточные отношения кинематических цепей. Расчет частоты вращения и перемещений.

*Лабораторная работа № 1.* Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей станка (2 учебных часа).

### 2.3. Кинематическая настройка станков

Цель и сущность кинематической настройки станка. Органы кинематической настройки: гитары сменных зубчатых колес, коробки скоростей и подач, ременные передачи со ступенчатыми шкивами, вариаторы, регулируемые электродвигатели. [13, с. 19...20]

Уравнение кинематического баланса (УКБ) [21, с. 13...15]. Вывод формулы настройки органа кинематической настройки: условие кинематического согласования перемещений конечных звеньев цепи, УКБ, формула настройки. [4, с. 9...11], [5, с. 22...24], [6, с. 35...36], [7, с. 101...103]

Расчет гитар сменных колес (методы подбора гитар сменных колес). Наборы сменных колес. [5, с. 42...45], [7, с. 40...41, 103...109], [13, с. 20...23]

### ***Методические указания***

Необходимо научиться для разных станков определять основные и вспомогательные движения, классифицировать их на главное, движение подачи и т.п. Уметь определять размерность этих движений.

Очень важно для дальнейшего изучения курса научиться читать кинематические схемы. Для этого нужно хорошо выучить условные обозначения их элементов, а также передаточные отношения и перемещения в различных передачах. Следует научиться по кинематической схеме рассчитывать частоту вращения или величину перемещения рабочих органов станка, определять ряд частот вращения шпинделя (число ступеней).

Нужно уметь выводить формулу настройки цепей станка (опять-таки по кинематической схеме), а затем рассчитывать гитары сменных колес станков (токарного, зубообрабатывающего и др.).

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Назовите виды движений и их размерности в станках различных групп и типов.
2. Цель, сущность и последовательность кинематической настройки станка.
3. В каких случаях для подбора сменных колес гитар применяют метод разложения на простые сомножители, а когда — приближенный способ?

## **3. ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

### **3.1. Корпусные детали и узлы**

Станины. Типовые конструкции станин. Направляющие станин. Подвижные корпусные детали: столы, суппорты, др. [5, с. 84...88], [7, с. 22...24], [8, с. 74...77], [13, с. 49...55], [21, с. 136...146]

### **3.2. Шпиндельные узлы и их опоры**

Шпиндели: назначение, основные требования к шпинделям. Конструкции концов шпинделей. [5, с. 317...319], [21, 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], [8, с. 82...88], [13, с. 41...47], [21, с. 152...162]

### **3.3. 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.) [21, с. 25...30].

Вариаторы: назначение, принцип действия, конструкции и краткая характеристика. [7, с. 41...42], [21, с. 30...31]

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], [13, с. 24...29], [21, с. 31...34]

Механизмы периодического (прерывистого) движения (кривошипные, храповые, мальтийские) [5, с. 49...50], [7, с. 45...47, 56], [21, с. 38...39]

Планетарные передачи (дифференциальные механизмы). [5, с. 50...51], [7, с. 52...55], [13, с. 18], [21, с. 35...36]

Механизмы управления движениями: муфты, реверсирующие, тормозные устройства [5, с. 52...55], [21, с. 34, 36...37, 163...169]. Элементы систем управления станками. [5, с. 39...40], [7, с. 47...52, 55...59], [13, с. 81...90], [21, с. 177...180]

Системы предохранительных устройств. Блокировочные устройства. [5, с. 56], [7, с. 59...61], [13, с. 85...90], [21, с. 170...176]



### 3.4. Приводы станков

Классификация приводов по различным признакам и их характеристика. [7, с. 25...29]

Привод главного движения. Понятие о множительных структурах. Графическое изображение множительной структуры [21, с. 40...47].

Ряды частот вращения шпинделей, подач. [5, с. 27...31], [7, с. 15...21], [13, с. 66...68], [21, с. 16...20]

#### *Методические указания*

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

## 4. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНКАХ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

### 4.1. 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], [23, с. 19].

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

### 4.2. 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], [23, 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], [23, с. 143...153].

### 4.3. Числовое программное управление (ЧПУ)

Сущность числового программного управления станками [4, с. 21...23], [7, с. 343...346], [23, с. 7]. Преобразование и кодирование информации. Программоносители [5, с. 61...62, 67...73], [7, с. 348...352], [23, с. 26...44]. Оси координат в станках с ЧПУ [4, с. 38], [23, 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], [23, с. 18...25].

### 4.4. Конструктивные особенности станков с ЧПУ

Технологические возможности станков с ЧПУ. [23, 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], [18, с. 110...144], [23, 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 обрабатывается 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 подачи станков с ЧПУ всегда применяется передача винт-гайка качения?
13. В чем сущность циклового программного управления станками?

14. Целесообразно ли применение станков с ЦПУ в единичном и мелкосерийном производстве? Почему?

15. Как задаются команды исполнительным органам станка при ЦПУ?

16. Что такое кулачковый командоаппарат, штекерная панель?

---

## 5. КОНСТРУКЦИЯ, КИНЕМАТИКА И НАСТРОЙКА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

### 5.1. Токарные станки

Токарно-винторезные станки: виды выполняемых работ, область применения. Обработка конических и фасонных поверхностей. [21, с. 191...194].

Токарно-винторезный станок 16К20. Компоновка 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], [21, с. 204...205].

#### *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 своем предприятии;
- научиться *по кинематической схеме* станка составлять уравнения кинематических цепей (наименьшей и наибольшей частот вращения шпинделя, подач 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 подачи суппорта (продольной, поперечной)  $S_{\min}$  и  $S_{\max}$ .
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  $n_{\max}$ .
8. По кинематической схеме станка 1512 записать уравнения подачи суппорта (продольной, поперечной)  $S_{\min}$  и  $S_{\max}$ .

## 5.2. 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], [21, с. 225...227]

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. 127...133], [7, с. 169...187], [13, с. 138...147], [21, с. 227...236].

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. Компоновка 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. Компоновка 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], [21, с. 236...259].

*Лабораторная работа № 2.* Наладка токарно-револьверного автомата (4 учебных часа).

### **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 многорезцового полуавтомата, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на многорезцовых 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.

9. Чем отличаются детали, обрабатываемые на многошпиндельных полуавтоматах *вертикальной* компоновки, от деталей, обрабатываемых на горизонтальных полуавтоматах?

### **5.3. 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?

### **5.4. Станки сверлильно-расточной группы**

Общие сведения о станках. [5, с. 141], [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  $n'_{\min}$ ,  $n'_{\max}$ .

### 5.5. Фрезерные станки и делительные головки

Общие сведения. Классификация. Компоновка различных станков, движения и их основные узлы. Применяемая оснастка. Особенности наладки станков для выполнения различных работ. [7, с. 220...222, 226...231]

Станок 6Р82Ш (6Р80, 6Р13). Назначение. Основные узлы. Кинематика [5, с. 159...166, 170...173], [7, с. 222...226]

Назначение, классификация, область применения фрезерных станков с ЧПУ. [3, с. 61...74]

Многооперационный фрезерный станок ГФ2171. Компоновка станка, движения и принцип действия его основных узлов. Кинематика. [3, с. 99...117].

Назначение и типы делительных головок: простые (для непосредственного деления), универсальные (лимбовые и безлимбовые), оптические [5, с. 166...170], [7, с. 231, 236...238], [21, с. 319...325]

Универсальная лимбовая делительная головка УДГ-Д-200. Непосредственное, простое и дифференциальное деление. Наладка делительной головки на фрезерование винтовых поверхностей или нарезание косозубых колес [5, с. 167...170], [7, с. 231...236]

*Лабораторная работа № 3.* Наладка фрезерного станка и УДГ на обработку цилиндрического косозубого колеса (2 учебных часа).

#### *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 подачи стола (продольной, поперечной и вертикальной)  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ . Сколько ступеней подачи обеспечивает привод подачи 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.
13. Назначение и область применения фрезерных станков с ЧПУ.
14. Нарисуйте компоновочную схему станка ГФ2171, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения.

### 5.6. Многоцелевые станки

Назначение, классификация, область применения многоцелевых станков<sup>1</sup>. Конструктивные особенности: устройства автоматической смены инструмента (УАСИ), приспособления-спутники и др. Применяемая оснастка. [4, с. 150...157], [5, с. 174...175], [7, с. 369...374]

Многоцелевые станки ИР500ПМФ4 и ИР800ПМФ4. Компоновка станков, движения и их основные узлы. Кинематика. [3, с. 167...180], [7, с. 374...377]

Направления развития многоцелевых станков. [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?

### 5.7. Строгальные, долбежные и протяжные станки

Виды выполняемых работ, область применения, классификация строгальных и долбежных станков. [7, с. 247...248], [13, с. 211]

---

<sup>1</sup> Они также называются многооперационными станками или обрабатывающими центрами.

Поперечно-строгальный станок 7Е35. Компонировка станка, движения и принцип действия его основных узлов. Кинематика [4, с. 178...180], [5, с. 180...183], [7, с. 248...250]

Продольно-строгальный станок 7212. Компонировка станка и движения. [4, с. 177...178], [5, с. 184...186], [7, с. 250...251]

Долбежный станок 7Д430. Назначение, область применения станка. Основные узлы и движения. [4, с. 180], [5, с. 187...189], [7, с. 252]

Протяжные станки. Виды выполняемых работ, область применения, классификация протяжных станков. Горизонтально-протяжной станок 7Б56. Назначение, область применения. Основные узлы и движения. [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 подачи (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.

6. Нарисуйте компоновочную схему вертикально-протяжного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Способы крепления протяжек.

## **5.8. Шлифовальные станки**

Общие сведения. Схемы шлифования. [4, с. 184], [7, с. 260], [8, с. 77...82], [13, с. 248...250]

Установка, балансировка и правка кругов. [5, с. 193...195] [8, с. 18...23, 47...54].

Круглошлифовальный станок 3М151. Виды выполняемых работ, область применения станка. Компонировка станка, движения и принцип действия его основных узлов. Кинематика. [4, с. 185], [5, с. 196...200], [7, с. 261...267], [13, с. 250...252]

Бесцентрово-шлифовальные станки. Схема бесцентрового наружного шлифования. Бесцентрово-шлифовальный станок 3М184. Виды выполняемых работ, область применения станка. Компонировка станка, движения и принцип действия его основных узлов. Кинематика. [4, с. 186...188], [5, с. 200...203], [7, с. 267...270], [13, с. 252...255]

Внутришлифовальные станки. Способы базирования заготовок при внутреннем шлифовании: в патроне, на башмаках (бесцентровое шлифование), неподвижная установка (с планетарным движением круга). Внутришлифовальный станок 3К227В. Компонировка. Основные узлы и движения [4, с. 188...191], [5, с. 203...205], [7, с. 270...274], [13, с. 255...257]



Плоскошлифовальные станки. Компоновка. Основные узлы и движения. [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.

## **5.9. Зубообрабатывающие станки**

Общие сведения о зубообрабатывающих станках. Методы нарезания зубчатых колес: копирования, обката. Классификация зубообрабатывающих станков [4, с. 209...210], [5, с. 211...213], [7, с. 283...284], [13, с. 219...224]

Зубодолбежный станок 5122. Виды выполняемых работ, область применения. Компоновка станка, движения и принцип действия его основных узлов. Цикл работы станка. Кинематика. Расчеты настройки станка [5, с. 214...219], [7, с. 284...289], [13, с. 224...228]

Зубофрезерный полуавтомат 53А50. Виды выполняемых работ, область применения. Компоновка станка, движения и принцип действия его основных узлов. Цикл работы станка. Кинематика. Нарезание косозубых колес. Расчеты настройки станка. [5, с. 219...227], [7, с. 289...297], [13, с. 230...236]

Зубообрабатывающие станки для конических колес. Принципы образования формы зуба. Компоновки, основные узлы и циклы работы станков. [5, с. 227...237], [7, с. 298...309], [13, с. 236...242]

Зубоотделочные станки: зубозакругляющие, обкатные, зубопритирочные, зубошевинговальные, зубошлифовальные, зубохонинговальные и др. Назначение, общий принцип действия. [7, с. 309...315], [13, с. 242...246]

*Лабораторная работа № 4.* Наладка зубодолбежного станка на нарезание цилиндрического прямозубого колеса (4 учебных часа).

*Лабораторная работа № 5.* Наладка зубофрезерного станка на нарезание цилиндрического косозубого колеса (4 учебных часа).

### ***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.

### **5.10. Агрегатные станки**

Принцип агрегатирования станков. Виды выполняемых работ и область применения. Классификация. Основные преимущества по сравнению со специальными станками. [5, с. 241...243], [7, с. 316...323]

Основные унифицированные узлы: силовые столы, шпиндельные бабки, поворотные и делительные столы, станины, станции гидропривода, узлы и детали приспособлений и др. [4, с. 241...247], [5, с. 244...246], [7, с. 323...331]

#### ***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?
2. Какое значение в станкостроении имеет нормализация узлов при изготовлении агрегатных станков?
3. Перечислите основные унифицированные узлы агрегатных станков, укажите их конструктивные особенности (классификацию).

### **5.11. Автоматические линии станков**

Определение автоматической линии (АЛ). Назначение и область применения станочных АЛ.

Классификация автоматических станочных линий: по виду обрабатываемых деталей, по типу применяемых станков, виду связи между станками (с жесткой, гибкой связью, однопоточные и многопоточные, замкнутые и незамкнутые), по расположению и виду транспортных устройств и др. [5, с. 246...248], [7, с. 380]

Оборудование АЛ: устройства для перемещения заготовок (конвейеры, автооператоры, лотки, трубы и т.п.), приспособления для установки и закрепления заготовок; накопительные устройства, системы контроля и др. [4, с. 292...301], [5, с. 73...80, 248...250], [7, с. 380...384],

Виды АЛ: АЛ из агрегатных станков, роторные [4, с. 250...253], [5, с. 250...254], [6, с. 384...385], [7, с. 384...385]

#### ***Методические указания***

Рекомендуется по месту работы ознакомиться с устройством АЛ. При этом обратите внимание: из каких станков состоит АЛ (специальных, агрегатных и т.д.), какие устройства

транспортировки заготовок между станками применяются, как организована замена инструментов.

В случае необходимости колледж может выслать ходатайство о посещении предприятия учащимися.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Дайте определение автоматической линии (АЛ). Назначение и область применения станочных АЛ. Классификация станочных АЛ. Оборудование АЛ.

## **6. СТАНКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Назначение и область применения станков для электрофизической и электрохимической обработки. Направления развития станков. [7, с. 332...341], [11], [13, с. 292...298]

Электроэрозионные станки. Классификация. Конструктивные особенности. Компоненты. Особенности наладки [4, с. 234...239], [10], [22].

Ультразвуковые станки. Назначение, общий принцип действия станков. [4, с. 239]

Лазерные технологические установки. Основные типы технологических лазеров. Состав установок: лазер, оптическая система для формирования излучения, устройство для перемещения обрабатываемого объекта, система управления лазером и координатным столом [4, с. 240], [11, с. 10...28]

### ***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.

## **7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ**

### **7.1. Основы рациональной эксплуатации станков**

Основные элементы эксплуатации станков: транспортирование и монтаж станков, наладка станков, контроль геометрической и технологической точности, уход и обслуживание [5, с. 258...264], [13, с. 299...309]

Общие правила упаковки и транспортирования станков. Оборудование помещений для станков. Методы установки и закрепления станков на фундаменте. Виды фундаментов [7, с. 398...407]

### **7.2. Пуск станков**

Подготовка станка к пуску (соединение механических узлов, подключение элементов гидравлики и пневматики, заземление и подключение станка к электросети и др.).

Первоначальный пуск станка. Приемочные испытания станка: на холостом ходу, проверка работы узлов и паспортных данных; испытание станка в работе под нагрузкой; проверка станка на геометрическую точность, жесткость и виброустойчивость. [4, с. 302...310]

Техника безопасности при работе на станках [7, с. 407...409], [13, с. 309...310]

### **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.

## **ОБЩИЙ СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (экзаменационные вопросы)**

1. По каким признакам и как классифицируются металлорежущие станки?
2. Правила обозначения моделей серийно выпускаемых станков.
3. Назовите, какие элементы входят в структуру станка, укажите их назначение.
4. Что называется основным размером станка, укажите основной размер наиболее распространенных станков (токарных, сверлильных, фрезерных и др.).

---

5. Назовите виды движений и их размерности в станках различных групп и типов.
6. Цель сущность и последовательность кинематической настройки станка.
7. В каких случаях для подбора сменных колес гитар применяют метод разложения на простые сомножители, а когда — приближенный способ?

---

8. Назначение и типовые конструкции станин станков. Требования к станинам.
9. Особенности установки шпинделей станков на переднюю опору.
10. С какой целью конструкции концов шпинделей стандартизованы? Нарисуйте основные типы концов шпинделей токарных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных станков.
11. Принцип действия, особенности конструкции и отличия гидростатических и гидродинамических подшипников.
12. 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.
13. Классификация приводов по различным признакам и их характеристика.
14. По какой закономерности и почему строятся ряды частот вращения шпинделей и подач?

---

15. Почему возникло программное управление металлорежущими станками?
16. Чем объясняется значительное повышение производительности обработки на станках с ПУ по сравнению со станками с ручным управлением.
17. Какие факторы обуславливают целесообразность применения станков с ЧПУ?
18. Целесообразно ли применение станков с ЧПУ в массовом производстве? Почему?
19. В чем сущность ЧПУ станками?
20. Как располагаются оси координат в станках с ЧПУ?
21. Какая информация записывается в управляющей программе? Что такое программно-носитель? Их разновидности.
22. Как команды управления преобразуются в движение исполнительных органов станка?
23. По каким признакам классифицируются устройства ЧПУ? Что такое система ЧПУ?

24. В чем заключается отличие между системами ЧПУ позиционными, контурными, универсальными?
25. Чем в основном отличается конструкция станка с ЧПУ от конструкции универсального станка?
26. Почему в приводах подач станков с ЧПУ всегда применяется передача винт-гайка качения?
27. В чем сущность циклового программного управления станками?
28. Целесообразно ли применение станков с ЧПУ в единичном и мелкосерийном производстве? Почему?
29. Как задаются команды исполнительным органам станка при ЧПУ?
30. Что такое кулачковый командоаппарат, штекерная панель?
- 
31. Какие работы можно выполнять на токарно-винторезных станках?
32. Какие существуют методы точения конических поверхностей?
33. По кинематической схеме станка 16К20 записать уравнения частоты вращения шпинделя  $n_{\min}$  и  $n_{\max}$ .
34. По кинематической схеме станка 16К20 записать уравнения подачи суппорта (продольной, поперечной)  $S_{\min}$  и  $S_{\max}$ .
35. Каковы различия в конструкции токарно-винторезных и лобовых, карусельных станков? Чем отличаются токарные лобовые и карусельные станки между собой?
36. Какого типа детали и с какими габаритами обрабатываются на лобовых и карусельных станках?
37. По кинематической схеме станка 1512 записать уравнения частоты вращения шпинделя  $n_{\min}$  и  $n_{\max}$ .
38. По кинематической схеме станка 1512 записать уравнения подачи суппорта (продольной, поперечной)  $S_{\min}$  и  $S_{\max}$ .
- 
39. Что такое полуавтомат, автомат, цикл обработки? Назначение, область применения токарных полуавтоматов и автоматов.
40. Классификация токарных полуавтоматов и автоматов. Способы управления циклом работы автомата.
41. Нарисуйте компоновочную схему токарно-револьверного автомата, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на токарно-револьверных автоматах.
42. Назначение, принцип действия однооборотной самовыключающейся муфты, механизма подачи прутка, револьверного суппорта (по черт. общего вида названных механизмов).
43. Нарисуйте компоновочную схему токарного многолезцового полуавтомата, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на многолезцовых автоматах.
44. Нарисуйте компоновочную схему токарного гидроконтролируемого полуавтомата, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на токарных гидроконтролируемых полуавтоматах.
45. Нарисуйте компоновочные схемы автоматов продольно-фасонного точения и фасонно-отрезных, назовите их основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на этих автоматах.
46. Нарисуйте компоновочные схемы многошпиндельных токарных полуавтоматов и автоматов, назовите их основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на этих автоматах.
47. Чем отличаются детали, обрабатываемые на многошпиндельных полуавтоматах *вертикальной* компоновки, от деталей, обрабатываемых на горизонтальных полуавтоматах?
- 
48. Нарисуйте компоновочную схему станка 16К20Ф3 (16К20Т1), назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на станке.
49. Чем отличается конструкция токарных станков с ЧПУ от токарных многооперационных полуавтоматов?
- 
50. Какие существуют типы сверлильных станков? Назначение и область применения каждого названного типа станков.

51. Нарисуйте компоновочную схему вертикально-сверлильного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на вертикально-сверлильных станках.
52. 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?
53. По кинематической схеме станка 2Н135 запишите уравнения наибольшей и наименьшей подач шпинделя  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ . Сколько ступеней подач обеспечивает привод подач станка?
54. 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?
55. По кинематической схеме станка 2554 запишите уравнения наибольшей и наименьшей подач шпинделя  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ . Сколько ступеней подач обеспечивает привод подач станка?
56. Особенности установки режущего инструмента на сверлильных станках. Особенности его установки при многоинструментной обработке (например, сверло–зенкер–метчик).
57. Назовите типы расточных станков. Виды выполняемых работ и область применения каждого типа расточных станков.
58. Нарисуйте компоновочную схему горизонтально-расточного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения.
59. Какие движения совершаются при выполнении различных работ на горизонтально-расточных станках (с планшайбой).
60. По кинематической схеме станка 2А620Ф2 [5, с. 151] запишите уравнения наибольшей и наименьшей частот вращения шпинделя  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$  и планшайбы  $n'_{\min}$ ,  $n'_{\max}$ .
- 
61. Классификация фрезерных станков по различным признакам.
62. Нарисуйте компоновочную схему консольно-фрезерного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения.
63. 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?
64. 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?
65. По кинематической схеме станка 6Р82Ш запишите уравнения *ускоренной* подачи стола (продольной, поперечной и вертикальной)  $S_{\text{уск}_{\min}}$ ,  $S_{\text{уск}_{\max}}$ .
66. Нарисуйте компоновочные схемы продольно-фрезерных и станков непрерывного действия, назовите их основные узлы, обозначьте основные движения. Область их применения.
- 
67. Классификация, общее устройство и область применения различных делительных головок.
68. Назначение и конструкция универсальной делительной головки (УДГ), виды выполняемых работ. Особенности наладки УДГ на выполнение различных работ.
69. Способы настройки УДГ: их сущность, условия применения, основные расчетные формулы.
70. Особенности наладки УДГ на обработку винтовых поверхностей: сущность, расчетные формулы.
71. Для заданного числа поверхностей  $z$  рассчитать настройку УДГ (простое и дифференциальное деление).
72. Рассчитать настройку УДГ на обработку винтовой канавки с заданными параметрами.
- 
73. Назначение и область применения фрезерных станков с ЧПУ.
74. Нарисуйте компоновочную схему станка ГФ2171, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения.
75. Назначение, область применения, особенности компоновок многоцелевых станков.

76. Какие станки называются многоцелевыми? Почему? Какие характерные особенности конструкций присущи этим станкам?
77. Какие конструкции инструментальных магазинов используются в многоцелевых станках?
- 
78. Какие существуют типы строгальных и долбежных станков? Назначение и область применения каждого названного типа станков.
79. Нарисуйте компоновочную схему поперечно-строгального станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на поперечно-строгальных станках.
80. 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?
81. Устройство и работа механизма главного движения поперечно-строгального станка 7Е35. Как осуществляется прерывистое движение стола?
82. Назначение, область применения, классификация протяжных станков.
83. Нарисуйте компоновочную схему вертикально-протяжного станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Способы крепления протяжек.
- 
84. Как осуществляется правка шлифовальных кругов? Для чего и как производят балансировку шлифовальных кругов?
85. Нарисуйте компоновочную схему круглошлифовального (внутришлифовального) станка, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на круглошлифовальных (внутришлифовальных) станках.
86. Нарисуйте схему обработки на бесцентрово-шлифовальном станке, назовите его основные узлы, обозначьте основные движения. Назовите виды работ, выполняемых на бесцентрово-шлифовальных станках.
87. Классификация зубообрабатывающих станков. Методы нарезания зубчатых колес и реек.
88. Какие движения совершаются при нарезании зубчатых колес на зубодолбежном станке? Назовите виды работ, выполняемых на зубодолбежных полуавтоматах.
89. 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.
90. Какие движения совершаются при нарезании зубчатых колес на зубофрезерном станке? Наладка станка на нарезание прямозубых, косозубых и червячных колес.
- 
91. Какое значение в станкостроении имеет нормализация узлов при изготовлении агрегатных станков?
92. Перечислите основные унифицированные узлы агрегатных станков, укажите их конструктивные особенности (классификацию).
93. Дайте определение автоматической линии (АЛ). Назначение и область применения станочных АЛ. Классификация станочных АЛ. Оборудование АЛ.
- 
94. В чем заключается сущность электрофизической и электрохимической обработки? Где и для каких работ применяются станки для указанных видов обработки?
95. Каковы конструктивные особенности и принцип работы станков для электроэрозионной обработки?
96. Основные конструктивные узлы и принцип работы станков для ультразвуковой обработки.
- 
97. Основные элементы эксплуатации станков и краткий их комментарий.
98. Методы установки и закрепления станков на фундаменте. Виды фундаментов.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

*Перед оформлением контрольной работы внимательно ознакомьтесь с требованиями к ее оформлению (с. 4...6).*

### 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 подачи, 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) по заданному диапазону регулирования и числу частот вращения шпинделя (см. техническую характеристику станка) **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>).

Т а б л и ц а 1.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
Модель станка	6550	2Н135*	1К282	1Б240П-6К	6Р81	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	1Б290П-6К	2М57*	1Б284	6Р11	2Н125*	1А286-8	—

П р и м е ч а н и е : 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, Интернет-ресурсам 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 [24, с. 7...58].

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

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

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

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



Значения знаменателей рядов стандартизованы ОСТ 2 Н11–1-72, поэтому по вычисленному  $\varphi$  следует принять **ближайший** стандартный  $\varphi_{ст}$  (приложение 2). Для принятого  $\varphi_{ст}$  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.

## З а д а н и е 2

**Варианты 21...40.** Для станка 16К20 начертить *фрагмент* кинематической схемы — кинематическую цепь нарезания резьбы с отключенной коробкой подач (от шпинделя до ходового винта для нарезания резьбы).

Записать: условие согласования движений конечных звеньев этой цепи, уравнение кинематического баланса. Вывести формулу настройки гитары колес  $i_{гит} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \dots$  для нарезания резьбы с шагом  $P_d$  (и обвести ее рамкой).

Для условий, заданных в таблице 2.1, определить передаточное отношение гитары колес  $i_{гит}$ , 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].

Т а б л и ц а 2.1

Параметры нарезаемой резьбы	Вариант									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Шаг резьбы $P_d$ , 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 $P_d$ , 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  $i_{гит}$  следует четко различать понятия: **шаг резьбы**  $P_d$  (расстояние между двумя смежными витками, измеренное вдоль оси) и **ход резьбы**  $H_d$  (расстояние, на которое перемещается вдоль своей оси нарезаемый винт *за один оборот*). Для однозаходных резьб ход равен шагу винта ( $H_d = P_d$ ); для многозаходных — шагу, умноженному на число заходов  $k$  ( $H_d = kP_d$ ). Т.е., для многозаходных резьб в формулу настройки гитары вместо шага  $P_d$  подставляют ход нарезаемой резьбы  $H_d$ .

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 69...88.** Изучить основные способы обработки конусов на универсальных токарных станках [5, с. 99...100], [7, с. 126...127]. Для заданного ниже способа обработки конуса записать формулу (при необходимости вывести ее) и вычислить необходимый параметр настройки соответствующего механизма станка (угол поворота верхних салазков  $\alpha$  или величину смещения задней бабки  $h$ , в зависимости от задания). Точность расчета — три знака после запятой.

Начертить соответствующую схему обработки (не рисунок 3.1, желательно [5, с. 99, рисунок 74, б или в, в зависимости от задания]). Исходные данные приведены на рисунке 3.1 и в таблице 3.1.

Т а б л и ц а 3.1

Вариант	Определяемая величина	Размеры детали, мм				
		$D$	$d$	$l$	$L$	$\alpha$ , град
41	Угол поворота верхних салазков $\alpha$ , град.	30	25	20	—	—
42		40	25	22	—	—
43		50	30	55	—	—
44		60	30	50	—	—
45		70	50	45	—	—
46		80	50	35	—	—
47		90	70	40	—	—
48		100	70	25	—	—
49		110	90	35	—	—
50		120	90	15	—	—
51	Величина смещения задней бабки $h$ , мм	75	70	200	250	—
52		70	65	220	250	—
53		65	60	225	230	—
54		60	55	240	400	—
55		45	40	260	300	—
56		40	35	200	400	—
57		35	30	220	250	—
58		—	—	—	200	2,000
59		—	—	—	150	1,500
60		—	—	—	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  $\alpha$  (с десятичной запятой) в градусы и минуты, чтобы станочник мог измерить его угломером.

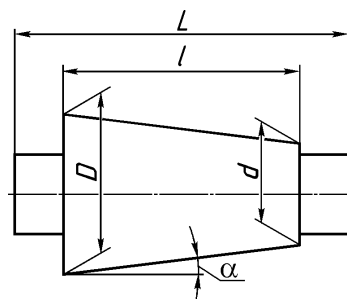


Рисунок 3.1

## Задание 4

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

- 1) для обработки  $z$  поверхностей (канавок, зубьев или т.п.) простым делением;
- 2) для обработки  $z$  поверхностей дифференциальным делением;
- 3) 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 4.1).

Исходные данные приведены в таблице 4.1. Их следует записать в начале расчета.

Т а б л и ц а 4.1

Вариант	Заданные параметры настройки:			
	$z$ (простое деление)	$z$ (дифф. деление)	$\beta$ , град.	$D$ , мм
	пункт 1	пункт 2	пункт 3	
61	7	131	60	137,83
62	25	61	55	136,38
63	172	83	50	132,77
64	11	123	45	111,41
65	115	99	40	106,84
66	22	43	35	89,15
67	56	375	30	82,70
68	15	53	25	66,79
69	26	143	20	55,61
70	140	137	55	218,21
71	36	93	50	189,67
72	116	59	45	190,99
73	32	142	40	186,97
74	28	57	35	178,31
75	42	73	30	165,40
76	128	71	25	148,43
77	92	162	20	139,03
78	50	117	15	119,41
79	144	125	10	89,80
80	78	112	7	70,35

### 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

$$n = \frac{N}{z} \quad (4.1)$$

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 настраивают 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 подобранное (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 (4.1) 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 4.1) по формуле

$$i_{\text{диф}} = \frac{a_1 \cdot c_1 \cdot e_1}{b_1 \cdot d_1 \cdot f_1} = \frac{40(z_\phi - z)}{z_\phi} \quad (4.2)$$

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  $28/49$  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 (4.2)

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

<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.

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  $60+35 > 60+15$ ;  $60+60 > 35+15$ .

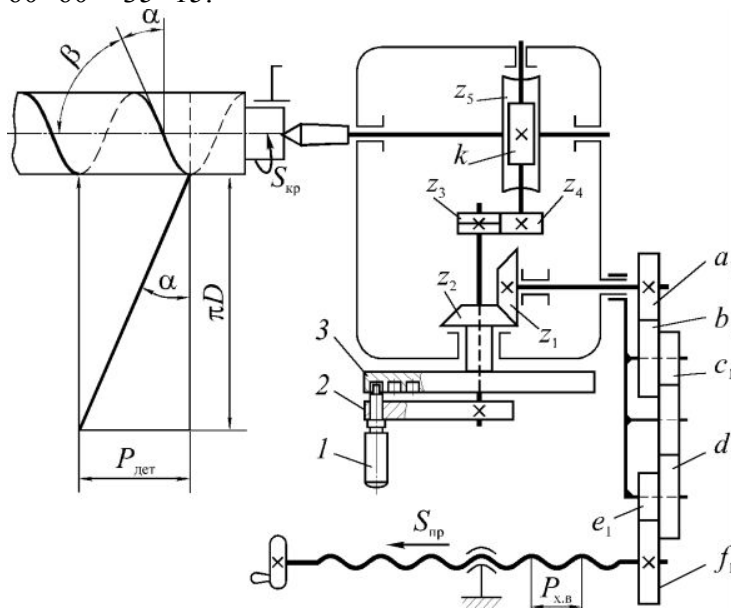


Рисунок 4.1 — Схема нарезания винтовой канавки с помощью УДГ

На делительном диске есть окружность с 30 отверстиями.

При выполнении пункта 3 следует рассчитать настройку УДГ для фрезерования винтовой канавки. Для этого необходимо нарисовать схему наладки УДГ и фрезерного станка (рисунок 4.1).

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  $P_{\text{д}}$ . Это условие обеспечивается подбором соответствующего передаточного отношения

$i_{\text{см}}$  гитары сменных колес  $a_1 \dots f_1$ .

Расчетные перемещения цепи образования винтовой канавки:

1 оборот детали  $\rightarrow$  её перемещение на шаг винтовой канавки  $P_{\text{дет}}$ .

Тогда уравнение кинематического баланса цепи (см. рисунок 4.1)

$$1 \cdot \frac{z_5}{k} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} \cdot P_{\text{х.в.}} = P_{\text{д}}, \quad (4.4)$$

учитывая, что  $z_1 = z_2$ ;  $z_3 = z_4$ ;  $z_5 = 40$ ;  $k = 1$ , можно записать  $1 \cdot \frac{40}{1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} \cdot P_{\text{х.в.}} = P_{\text{д}}$

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

$$i_{\text{см}} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{P_{\text{д}}}{40 P_{\text{х.в.}}} \quad (4.5)$$

где  $P_{\text{д}}$  — шаг нарезаемой винтовой канавки, мм;  $P_{\text{х.в.}}$  — шаг ходового винта стола станка, мм;  $i_{\text{см}}$  — передаточное отношение гитары сменных колес.

Учитывая, что у большинства станков  $P_{\text{х.в.}} = 6$  мм формула (4.5) имеет вид

$$i_{\text{см}} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{P_{\text{д}}}{240} \quad (4.6)$$

Шаг винтовой канавки нарезаемого зубчатого колеса, мм

$$P_{\text{д}} = \pi D \cdot \text{tg}(90^\circ - \beta), \quad (4.7)$$

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 (4.5) известные значения, получим следующее уравнение настройки цепи образования винтовой канавки

$$i_{\text{см}} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{\pi D \cdot \text{tg}(90^\circ - \beta)}{240} \quad (4.8)$$

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 деление, так как делительный диск вращается, а сменные зубчатые колеса делительной головки используются для передачи ей вращения от винта стола станка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Детали и механизмы металлорежущих станков. В 2-х т. Т.1 / Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1972. – 664 с.
2. Детали и механизмы металлорежущих станков. В 2-х т. Т.2 / Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1972. – 520 с.
3. Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов: Учеб. пособие для СПТУ / Л.Н. Грачев и др. – М.: Высшая школа, 1986. – 228 с.
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.

### Дополнительная

8. Альперович, Т.А. и др. Конструкция шлифовальных станков: Учеб. для ПТУ. – М.: Высшая школа, 1989. – 288 с.
9. Альперович, Т.А. и др. Наладка и эксплуатация шлифовальных станков: Учеб. для ПТУ. – М.: Высшая школа, 1989. – 240 с.
10. Байсупов, И.А. Электрохимическая обработка металлов: Учеб. для СПТУ. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1988. – 184 с.
11. Григорьянц, А.Г., Шиганов, И.Н. Оборудование и технология лазерной обработки материалов: Учеб. для ПТУ. – М.: Высшая школа, 1990. – 159 с.
12. Гулячкин, К.Н. Лабораторные работы по курсу «Металлорежущие станки». – М.: Машгиз, 1963. – 232 с.
13. Ермаков, Ю.М., Фролов, Б.А. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
14. Захаров, Б.В. и др. Толковый словарь по машиностроению. Основные термины. – М.: Русский язык, 1987. – 304 с.
15. Кочергин, А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Вышэйшая школа, 1991. – 382 с.
16. Кузнецов, Ю.Н. Станки с ЧПУ: Учеб. пособие. – К.: Выща школа, 1991. – 278 с.
17. Лабораторный практикум по курсу «Металлорежущие станки» для студентов специальности 0501 – «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». – Мн.: Б.и. (БПИ), 1982. – 134 с.
18. Лабораторный практикум по металлорежущим станкам / Под ред. А.И. Кочергина. – Мн.: Вышэйшая школа, 1986. – 134 с.
19. Марголит, Р.Б. Эксплуатация и наладка станков с программным управлением и промышленных роботов: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1991. – 272 с.
20. Машиностроение. Терминология: Справ. пособие. – Вып.2.- М.: Изд-во стандартов, 1989. – 432 с.
21. Металлорежущие станки / Тепинкичиев, В.К. и др. – М.: Машиностроение, 1970. – 464 с.
22. Немилов, Е.Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов. – Л.: Машиностроение, 1989. – 164 с.
23. 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.
24. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
25. Схиртладзе, А.Г., Новиков, В.Ю. Станочник широкого профиля: Учебник для ПТУ. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

**Варианты заданий на контрольные работы по металлорежущим станкам**

Шифр учащегося *	Номер задания			
	1	2	3	4
	Варианты (от 1 до 80)			
00	8	24	45	63
01	11	31	49	80
02	19	21	51	67
03	2	29	57	72
04	10	35	46	63
05	14	25	42	76
06	5	37	56	71
07	17	22	43	62
08	3	39	45	61
09	16	30	60	75
10	9	26	42	77
11	13	36	48	66
12	1	23	48	63
13	20	40	54	70
14	15	32	46	78
15	5	38	52	68
16	6	33	58	73
17	18	27	51	68
18	7	28	41	61
19	12	34	56	69
20	4	24	44	63
21	9	30	57	72
22	14	22	52	69
23	6	33	49	66
24	19	26	49	66
25	10	36	42	62
26	16	28	46	78
27	2	39	59	74
28	13	23	55	70
29	18	34	51	69
30	11	40	47	65
31	3	25	43	77
32	15	31	56	72
33	7	37	51	68
34	12	29	46	61
35	4	35	58	73
36	17	27	49	80
37	8	38	41	75
38	1	32	46	62
39	20	21	42	76
40	7	22	41	61
41	3	31	44	77
42	10	26	49	66
43	4	23	49	65
44	12	32	55	70
45	5	28	47	79
46	8	36	53	69
47	13	25	59	74

Шифр учащегося *	Номер задания			
	1	2	3	4
	Варианты (от 1 до 80)			
48	18	35	55	69
49	11	30	41	61
50	16	37	57	66
51	1	24	45	63
52	15	39	57	72
53	6	33	53	69
54	19	38	50	66
55	17	27	50	67
56	2	40	43	62
57	14	29	47	79
58	9	34	59	74
59	20	21	55	71
60	6	40	55	71
61	3	32	47	65
62	15	25	45	77
63	13	34	57	65
64	1	22	51	68
65	7	37	47	62
66	4	29	58	73
67	16	28	50	80
68	2	33	41	75
69	8	23	47	63
70	5	35	43	76
71	19	26	42	61
72	12	38	44	78
73	18	30	50	67
74	10	24	50	67
75	20	39	56	71
76	14	36	48	79
77	11	27	54	69
78	17	31	59	74
79	9	21	55	71
80	15	23	42	62
81	5	34	57	66
82	2	22	46	66
83	11	32	57	72
84	4	25	54	70
85	8	31	50	67
86	14	28	50	68
87	1	24	44	62
88	12	36	48	79
89	6	33	60	75
90	16	40	56	71
91	3	21	56	72
92	13	35	48	65
93	7	29	45	78
94	10	38	57	66
95	9	26	52	68
96	18	39	48	62
97	5	30	58	73
98	20	27	44	80
99	17	37	41	76

\* Шифр домашней контрольной работы определяется по двум последним цифрам номера зачетной книжки учащегося



*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*

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

Знаменатель ряда $\varphi$						
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  $\varphi = 1,41$ ) получают делением или умножением табличных значений на 10 (за исключением ряда с  $\varphi = 2$ ).

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

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ</b> .....	4
<b>ПРОГРАММА ПРЕДМЕТА «МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ»</b> .....	6
<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ</b> .....	6
1.1. Классификация металлорежущих станков .....	6
1.2. Структура металлорежущего станка .....	7
<b>2. КИНЕМАТИКА СТАНКОВ</b> .....	7
2.1. Классификация движений в станках .....	7
2.2. Кинематические схемы станков.....	7
2.3. Кинематическая настройка станков .....	7
<b>3. ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ</b> .....	8
3.1. Корпусные детали и узлы .....	8
3.2. Шпиндельные узлы и их опоры.....	8
3.3. Типовые механизмы и передачи станков.....	8
3.4. Приводы станков .....	9
<b>4. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНКАХ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ</b> .....	9
4.1. Общие сведения. Управление станками .....	9
4.2. Цикловое программное управление (ЦПУ).....	9
4.3. Числовое программное управление (ЧПУ).....	10
4.4. Конструктивные особенности станков с ЧПУ .....	10
<b>5. КОНСТРУКЦИЯ, КИНЕМАТИКА И НАСТРОЙКА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ</b> .....	11
5.1. Токарные станки.....	11
5.2. Токарные полуавтоматы и автоматы.....	12
5.3. Токарные станки с программным управлением.....	13
5.4. Станки сверлильно-расточной группы .....	13
5.5. Фрезерные станки и делительные головки.....	14
5.6. Многоцелевые станки .....	15
5.7. Строгальные, долбежные и протяжные станки.....	15
5.8. Шлифовальные станки.....	16
5.9. Зубообрабатывающие станки.....	17
5.10. Агрегатные станки .....	18
5.11. Автоматические линии станков .....	18
<b>6. СТАНКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ</b> .....	19
<b>7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ</b> .....	19
7.1. Основы рациональной эксплуатации станков.....	19
7.2. Пуск станков .....	19
<b>Общий список вопросов для самопроверки (экзаменационные вопросы)</b> .....	20
<b>КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА</b> .....	24
Задание 1 .....	24
Задание 2 .....	25
Задание 3 .....	26
Задание 4 .....	27