



Министерство образования Республики Беларусь
Филиал Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»
Политехнический колледж

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе

_____ С.В. Маркина

« ____ » _____ 2023

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И НАЛАДКА
СТАНКОВ С ПУ И РТК**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашних контрольных работ
для учащихся специальности

2-36 01 31 «Металлорежущие станки и инструменты (по направлениям)»
(код и название специальности)

_____ заочная _____
(форма обучения)

2023

Разработал: А.И. Миласердов, преподаватель Филиала Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» Политехнический колледж

Методические указания разработаны на основании учебной программы, утвержденной первым проректором Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» 14.07.2022 г.

Методические указания обсуждены и рекомендованы к использованию на заседании цикловой комиссии машиностроительных предметов

« _____ » _____ 20 ____ Протокол № _____

Председатель цикловой комиссии _____ Е.А. Василевская

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Требования к оформлению домашней контрольной работы	6
2. Тематический план	7
3. Содержание программы	9
4. Вопросы и задачи контрольной работы	30
5. Варианты заданий для выполнения контрольной работы	41
6. Образец титульного листа	42
7. Показатели оценки домашней контрольной работы	43
8. Список использованных источников	43
9. Приложение.....	44

Введение

Программой учебного предмета «Техническое обслуживание и наладка станков с программным управлением и робототехнических комплексов» предусматривается изучение учащимися методики настройки, наладки, эксплуатации и регулировки механизмов и узлов механических, гидравлических и пневматических приводов, автоматизированного технологического оборудования, станков с числовым программным управлением (ЧПУ), промышленных роботов (ПР), робототехнических комплексов (РТК), настройки инструмента вне станка, методики «привязки» инструмента на станке, особенностей наладки и эксплуатации гибких производственных модулей (ГПМ), гибких производственных систем (ГПС) и автоматизированных участков (АУ).

Учебный материал должен излагаться в соответствии с современным уровнем развития науки и техники в области станкостроения, производства режущего и вспомогательного инструмента. Преподаватель должен использовать справочную литературу, действующие стандарты, соблюдать единство терминологии и обозначений технических величин согласно Международной системе единиц (СИ), Единой системе технологической и конструкторской документации (ЕСТД, ЕСКД).

Для повышения эффективности усвоения учащимися теоретического материала необходимо широко использовать технические средства обучения, действующие модели станков с ЧПУ, ПР и РТК, приборы для настройки режущего инструмента вне станка, персональные компьютеры.

Изучение материала должно базироваться на знаниях, полученных учащимися при изучении учебных предметов: «Техническая механика», «Обработка материалов и инструмент», «Гидропривод и гидропневмоавтоматика», «Металлорежущие станки».

Для закрепления теоретических знаний и получения практических навыков рекомендуется выполнение учащимися лабораторных работ по отработке безопасных приемов наладки металлорежущего оборудования с ЧПУ, промышленных роботов и робототехнических комплексов, настройки режущего и вспомогательного инструмента на приборах настройки инструмента вне станка, контрольно-измерительных и координатно-измерительных машинах, регулировки и наладки отдельных узлов и механизмов технологического оборудования. При выполнении практических работ учащиеся приобретают навыки разработки и составления технологических процессов ремонта механизмов привода главного движения и привода подачи (ремонт передачи винт-гайка качения).

Программой предусмотрено проведение двух обязательных контрольных

работ, содержание которых определяется цикловой комиссией и выполнение курсового проекта.

В результате изучения предмета учащиеся должны

Знать на уровне представления:

устройство, назначение, конструктивные особенности и принцип работы основных узлов и механизмов технологического оборудования, ПР, РТК и ГПС;

методику наладки технологического оборудования с ЧПУ на обработку различных по назначению деталей;

методику настройки вне станка и «привязки» режущего и вспомогательного инструмента на станках для различных систем ЧПУ;

безопасные приемы эксплуатации и обслуживания автоматизированное с оборудования с ЧПУ;

методы восстановления отдельных деталей и ремонта основных механизмов станков с ЧПУ и РТК;

уметь:

самостоятельно производить регулировку узлов и механизмов технологического оборудования с ЧПУ, наладку, техническое обслуживание станков с ЧПУ, ПР и РТК;

вводить программу в систему ЧПУ станка, отрабатывать и корректировать управляющие программы по обработке деталей;

разрабатывать технологическую документацию, карты наладки по обработке деталей;

работать на оборудовании с различными системами числового программного управления.

В программе сформулированы цели изучения каждой темы на основе характеристики деятельности обучаемого и уровней усвоения содержания изучаемого материала, прогнозируются конкретные результаты достижения этих целей.

1 Требования к оформлению домашней контрольной работы

При изучении учебного предмета «Техническое обслуживание и наладка станков с ПУ и РТК» учащиеся выполняют одну контрольную работу.

Вариант контрольного задания определяется по двум последним цифрам шифра (номера зачётной книжки) учащегося. Например, учащийся, имеющий шифр 1234, выполняет вариант 34 (см. таблицу вариантов контрольной работы).

При оформлении работ следует придерживаться следующих требований:

1. Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А4 с пронумерованными страницами одним из следующих способов:

- машинописным; текст печатается на одной стороне листа через 1 (один) интервал, шрифт 14,

- рукописным чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм; следует писать чётко, чёрной пастой, тушью или чернилами;

- машинным, с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Текст печатается через один интервал, размер шрифта 14.

2. Контрольная работа включает:

- титульный лист;

- содержание;

- основную часть;

- список использованных источников.

3. Титульный лист является первым листом и оформляется в соответствии с приложением Д Стандарта предприятия СТО ТУПК 001-2017.

4. Текстовая часть домашней контрольной работы также оформляется в соответствии со Стандартом предприятия СТО ТУПК 001-2017.

5. Последовательность заполнения листов домашней контрольной работы должна выдерживаться в соответствии с заданием. Условие каждого задания должно быть приведено полностью.

6. Все рисунки и таблицы должны быть пронумерованы сквозной нумерацией.

7. После выполнения последнего задания должен быть приведен список использованных источников.

8. Домашняя контрольная работа помещается в папку с верхним прозрачным листом, либо в папку-скоросшиватель, либо листы работы могут быть скреплены с помощью степлера или ниток.

2 Тематический план

Наименование разделов и тем	Количество часов		
	Всего	В том числе	
		на лабораторные занятия	на практические занятия
1	2	3	4
Введение	2		
Раздел 1. Наладка станков с ЧПУ и РТК	24	2	
1.1. Общие сведения о наладке станков с ЧПУ и РТК	2		
1.2. Этапы наладки станков с ЧПУ и РТК	2		
1.3. Система инструментального обеспечения	4		
1.4. Наладка и установка режущего и вспомогательного инструмента	4		
1.5. Устройства для размерной настройки инструмента вне станка	6	2	
1.6. Наладка приспособлений	2		
1.7. Установка рабочих органов станков с ЧПУ в исходное положение	2		
1.8. Управление статической наладкой	2		
Раздел 2. Общие сведения об эксплуатации, техническом обслуживании и наладке станков с ЧПУ и РТК	20	2	
2.1. Основные задачи и правила эксплуатации, технического обслуживания и наладки станков с ЧПУ и РТК	8		
2.2. Точность обработки на станках с ЧПУ и РТК	8	2	
2.3. Повышение надежности станков с ЧПУ и РТК	4		
Раздел 3. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка станков с ЧПУ и РТК	74	24	
3.1. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка токарных станков с ЧПУ	12	4	
3.2. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка сверлильных, расточных и фрезерных станков с ЧПУ	15	8	
Обязательная контрольная работа № 1	1		
3.3. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка многоцелевых станков с ЧПУ	12	4	
3.4. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка шлифовальных станков с ЧПУ	4		
3.5. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка электрофизических и электрохимических станков с ЧПУ	2		
3.6. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка промышленных роботов и робототехнических комплексов	6	2	
3.7. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка гибких производственных модулей	6	2	
3.8. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка гибких производственных систем	6	2	
3.9. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка транспортных накопительных систем	6	2	
3.10. Эксплуатация и техническое обслуживание гидравлических систем и систем смазки в станках с ЧПУ и РТК	4		

1	2	3	4
Раздел 4. Организация работы на станках с ЧПУ и РТК	12		
4.1. Работы по освоению и эксплуатации станков с ЧПУ	2		
4.2. Подготовка технической документации	2		
4.3. Характерные неисправности в станках с ЧПУ и РТК	6		
4.4. Подготовка станков с ЧПУ и РТК к работе	2		
Раздел 5. Техническое обслуживание и ремонт узлов, механизмов станков с ЧПУ и РТК	48	4	4
5.1. Техническое обслуживание и ремонт приводов главного движения станков с ЧПУ и РТК	10	2	
5.2. Техническое обслуживание и ремонт шпиндельных узлов станков с ЧПУ и РТК	7		2
Обязательная контрольная работа № 2	1		
5.3. Техническое обслуживание и ремонт приводов подачи станков с ЧПУ и РТК	14	2	2
5.4. Техническое обслуживание и ремонт направляющих станков с ЧПУ и РТК	10		
5.5. Техническое обслуживание и ремонт механизмов смены инструмента и заготовок на станках с ЧПУ и РТК	2		
5.6. Техническое обслуживание и ремонт приводов промышленных роботов	2		
5.7. Модернизация станков с ЧПУ и РТК	2		
Курсовое проектирование	20		
Итого:	200	32	4

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Дать понятие о целях и задачах предмета.</p> <p>Сформировать понимание об основных направлениях автоматизации технологического оборудования, достоинствах и недостатках станков с ЧПУ, ПР, РТК и ГПС.</p>	<p style="text-align: center;">Введение</p> <p>Цели и задачи учебного предмета.</p> <p>Краткая история развития комплексной автоматизации производственных процессов в машиностроении и совершенствования автоматизированного технологического оборудования, в том числе станков с ЧПУ, промышленных роботов, РТК и ГПС, автоматизированных транспортно-накопительных систем.</p> <p>Классификация технологического оборудования с программным управлением. Назначение станков с программным управлением, ПР, РТК и ГПС, их достоинства и недостатки, область применения.</p>	<p>Раскрывает цели и задачи предмета, ее значение в системе подготовки специалиста.</p> <p>Формулирует основные технико-экономические показатели автоматизированного оборудования, знает его назначение и классифицирует.</p>
	<p>Раздел 1 НАЛАДКА СТАНКОВ С ЧПУ И РТК</p> <p>Тема 1.1 Общие сведения о наладке станков с ЧПУ и РТК</p>	
<p>Дать понятие о наладке металлорежущего оборудования, критериях наладки, неблагоприятных условиях обработки и прогрессивных формах организации труда наладчика станков с ЧПУ и РТК.</p>	<p>Понятие «наладка металлорежущего оборудования». Основные критерии наладки оборудования: точность, производительность, параметры режимов резания, параметры работоспособности - коэффициент технического использования оборудования, коэффициент переналадок оборудования, коэффициент загрузки оборудования.</p>	<p>Определяет основные критерии наладки оборудования и прогрессивные методы организации труда наладчика.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	<p>Неблагоприятные условия обработки (вибрация, плохой сход стружки, неправильные режимы резания), борьба с ними. Рациональная организация рабочего места наладчика. Прогрессивные формы организации труда наладчика.</p>	
	Тема 1.2 Этапы наладки станков с ЧПУ и РТК	
<p>Дать понятие о последовательности наладки станков с ЧПУ и безопасных приемах работы при наладке.</p>	<p>Последовательность наладки станков с ЧПУ: подготовка рабочего места; ознакомление с технической документацией; проверка и подготовка оборудования к пуску; подбор, подготовка режущего, вспомогательного и мерительного инструмента и приспособлений; установка, наладка и закрепление режущего инструмента, базирование и закрепление заготовок, наладка крепежных приспособлений; установка рабочих органов станка в исходное положение; проверка управляющей программы; пробная обработка первой детали, проверка качества обработки; проверка стабильности и качества наладки; корректирование управляющей программы; обработка всей партии деталей. Безопасные приемы работы при наладке станков с ЧПУ. Затраты времени на наладку станков.</p>	<p>Излагает последовательность наладки станков с ЧПУ, безопасные приемы работы при наладке и нормативы времени на наладку станков с ЧПУ.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	Тема 1.3 Система инструментального обеспечения	
Сформировать понятие об основных элементах инструментального обеспечения; его привязке, подготовке и диагностике.	Основные элементы системы инструментального обеспечения: планирование потребности инструмента для полного производственного процесса; хранение инструмента; подготовка (сборка режущего и вспомогательного инструмента согласно ведомости оснастки); измерение инструмента (настройка вне станка) или «привязка» инструмента на станке; транспортирование инструмента к технологическому оборудованию; диагностика рабочего состояния инструмента; демонтаж режущего и вспомогательного инструмента; восстановление инструментальной оснастки.	Характеризует основные элементы инструментального обеспечения, владеет методикой «привязки» инструмента на станке, его диагностики, установки и демонтажа.
	Тема 1.4 Наладка и установка режущего и вспомогательного инструмента	
Сформировать понятие о методах базирования и крепления режущего и вспомогательного инструмента.	Методы базирования и крепления вспомогательного и режущего инструмента в шпинделе станка, revolverной головке, инструментальном магазине. Методы базирования и крепления режущего инструмента во вспомогательном инструменте.	Объясняет методы базирования и крепления инструмента в различных устройствах.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	Тема 1.5 Приборы для настройки инструмента на размер вне станка	
Сформировать знания о приборах для настройки инструмента вне станка, их классификации и методике настройки режущего и вспомогательного инструмента.	<p>Классификация приборов и устройств настройки инструмента вне станка. Правило единства баз при установке инструментальных блоков, оправок, державок на станке и на приборе.</p> <p>Механические, электрические и электронные приборы для настройки инструмента вне станка, их назначение, принцип действия.</p> <p>Контрольно-измерительные и координатно-измерительные машины для настройки инструмента вне станка.</p> <p>Методика размерной настройки режущего и вспомогательного инструмента.</p>	Характеризует назначение, конструкцию, основные параметры приборов для размерной настройки инструмента вне станка.
	Лабораторная работа № 1	
Обучить методике настройки инструмента на размер вне станка.	Настройка инструмента вне станка на механическом, электрическом или электронном приборе.	Выполняет размерную настройку инструмента на механическом, электрическом или электронном приборе.
	Тема 1.6 Наладка приспособлений	
Дать понятие о назначении и методах наладки приспособлений, применяемых на станках с ЧПУ.	<p>Системы универсально-безналадочных приспособлений (УБП), универсально-наладочных приспособлений (УНП), специализированных наладочных приспособлений (СНП), универсально-сборных приспособлений (УСП), сборно-разборных приспособлений (СРП).</p> <p>Методы наладки зажимных приспособлений на станках с ЧПУ.</p>	Описывает методику наладки, определяет назначение и область применения приспособлений.

	Тема 1.7 Установка рабочих органов станков с ЧПУ в исходное положение	
Изучить методику установки рабочих органов станка в исходное положение, установки «нуля» станка, «нуля» программы различными методами.	Методы установки рабочих органов станка в исходное положение. Предварительная наладка всех элементов станка, инструмента и приспособлений. Установка фиксированного, плавающего «нуля» станка, «нуля» программы. Установка положения детали (приспособления) с помощью съемного настроечного кубика. Методы установки «нуля» программы (детали): метод проб; по линейкам; по цифровой индикации.	Объясняет методику установки рабочих органов станка в исходное положение, в «нуль» станка и в «нуль» программы.
	Тема 1.8 Управление статической наладкой	
Изучить порядок управления статической наладкой станка и ее автоматической коррекции.	Принципиальная схема управления статической наладкой станка Система автоматической коррекции положения нулевой точки. Система автоматической коррекции точности статической наладки станка.	Раскрывает методику управления статической наладкой станка и ее коррекции.
	Раздел 2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ СТАНКОВ С ЧПУ И РТК Тема 2.1 Основные задачи и правила эксплуатации, технического обслуживания и ремонта станков с ЧПУ и РТК	
Сформировать знания о правилах эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте, установке и испытаниях станков с	Задачи эксплуатации станков. Эксплуатация станков с ЧПУ предусматривает: качественную упаковку и транспортировку оборудования; соответствующее устройство помещений; установку оборудования на фундамент или виброгасящие опоры, расчет фундамента; испытание станка на холостом ходу, в наладочном	Излагает основные правила эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, установки и испытаний станков с

ЧПУ и РТК.	режиме, под нагрузкой; проверку станка на точность и жесткость; первоначальный пуск станка; техническое обслуживание и ремонт станка	ЧПУ и РТК.
Сформировать знания о видах и причинах погрешностей, возникающих при обработке на станках с ЧПУ, методах их исследования, контроля и снижения.	<p align="center">Тема 2.2 Точность обработки на станках с ЧПУ и РТК</p> <p>Погрешности, возникающие при подготовке и преобразовании исходной информации (погрешности аппроксимации, интерполяции и т.д.). Погрешности, вносимые приводами подачи рабочих органов станка: статические, динамические. Скоростные ошибки привода.</p> <p>Погрешности системы «станок - приспособление - инструмент - заготовка»: погрешности, вызываемые неточностью изготовления и сборки</p>	Анализирует причины возникновения погрешностей при обработке на станках с ЧПУ, определяет методы их снижения.
Дать понятие о методах контроля и диагностики режущих инструментов.	<p>сборочных единиц станка (геометрическая точность станка); погрешности установки инструмента в исходную точку; погрешности обработки, вызываемые неточностью изготовления инструмента, его биением и износом; погрешности установки и закрепления заготовки; погрешности, возникающие в результате упругих деформаций системы; погрешности обработки, возникающие в результате температурных деформаций станка, детали и инструмента.</p> <p>Аппаратура для контроля режущих инструментов при обработке. Прямые и косвенные методы диагностики, их преимущества и недостатки. Классификация видов погрешностей при обработке деталей на станках с ЧПУ и методы их уменьшения.</p> <p>Точностные характеристики станков с ЧПУ. Способы повышения точности станков с ЧПУ.</p>	Описывает назначение приборов для контроля режущих инструментов, методику наладки для проведения контроля. Характеризует прямые и косвенные методы диагностики.

	Лабораторная работа №2	
Выработать навыки проведения проверки станка на геометрическую точность.	Проверка станка на геометрическую точность	Демонстрирует навыки проведения проверки станка на геометрическую точность.
	Тема 2.3 Надежность станков с ЧПУ и РТК	
Сформировать знания о показателях надежности станков с ЧПУ, методике обнаружения отказов и оценки надежности узлов и механизмов станков с ЧПУ и РТК. Дать понятие о рациональной системе технического обслуживания и ремонта станков с ЧПУ и РТК.	<p>Надежность, ее показатели: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и т. д.</p> <p>Оценка надежности работы узлов и механизмов станков с ЧПУ и РТК. Источники получения информации о надежности работы станков: статистические данные об отказах оборудования при эксплуатации и при проведении специальных стендовых испытаний.</p> <p>Методы обнаружения отказов. Эксплуатационный журнал-дневник.</p> <p>Пути повышения надежности станков с ЧПУ. Рациональная система технического обслуживания и ремонта станков с ЧПУ и РТК. Системы надзора и диагностики работы оборудования.</p>	Объясняет показатели и методы оценки надежности работы узлов и механизмов станков с ЧПУ и РТК. Излагает пути повышения надежности оборудования с ЧПУ, содержание работ по техническому обслуживанию и ремонту станков с ЧПУ и РТК.
	<p>РАЗДЕЛ 3 ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И НАЛАДКА СТАНКОВ С ЧПУ И РТК</p> <p>Тема 3.1 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка токарных станков с ЧПУ</p>	

<p>Дать понятие о методах повышения технологических возможностей токарных станков с ЧПУ, конструкции приспособлений; режущего и вспомогательного инструмента, методике их установки и регулировки.</p>	<p>Технологические возможности современных станков с ЧПУ. Конструкция приспособлений для крепления заготовок на токарных станках с ЧПУ. Особенность базирования и крепления приспособлений на шпинделе станка.</p> <p>Технические условия на инструментальную наладку. Вспомогательный и режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ. Методика установки, регулировки и крепления инструментальных сменных головок, блоков, державок.</p>	<p>Объясняет основные направления повышения технологических возможностей токарных станков с ЧПУ, применяемых на станках приспособлений; описывает методику наладки режущего и</p>
<p>Цели изучения темы</p>	<p>Содержание темы</p>	<p>Результат</p>
<p>Сформировать знания о последовательности наладки станка на обработку.</p>	<p>Последовательность наладки станка на обработку детали.</p>	<p>вспомогательного инструмента, последовательность наладки станка на обработку детали.</p>
<p>Обучить методике наладки токарного станка с ЧПУ на обработку детали.</p>	<p>Лабораторная работа № 3</p> <p>Наладка токарного станка с ЧПУ на обработку детали по предварительно составленной программе.</p> <p style="text-align: center;">\</p>	<p>Демонстрирует знание методики наладки токарного станка с ЧПУ на обработку детали по заранее составленной программе.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Дать понятие об особенностях конструкции узлов и механизмов сверлильных, расточных и фрезерных станков с ЧПУ, основных требованиях к ним. Ознакомить с методами базирования и закрепления заготовок, приспособлений, режущего и вспомогательного инструмента; особенностями наладки станков на обработку.</p>	<p align="center">Тема 3.2 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка сверлильных, расточных и фрезерных станков с ЧПУ</p> <p>Основные требования, предъявляемые к узлам и механизмам сверлильных, расточных и фрезерных станков с ЧПУ по точности, жесткости, прочности. Особенности проверки данной группы станков с ЧПУ на геометрическую точность. Рабочее пространство станка.</p> <p>Конструкции концов шпинделей станков с ЧПУ сверлильной, расточной и фрезерной групп. Присоединительные и установочные места режущего и вспомогательного инструмента, приспособлений.</p> <p>Методы установки, базирования и крепления заготовок. Базирование заготовок непосредственно на столе станка с помощью центроискателя. Базирование заготовок в приспособлениях. Типы приспособлений и основные требования, предъявляемые к ним. Методы «привязки» приспособления относительно осей координат станка при плавающей, фиксированной, нулевой точках: с помощью координатной плиты с базовыми отверстиями; с фиксацией по центральному отверстию стола (классному поперечному пазу) и классному продольному пазу; с базированием по центральному пазу стола с помощью штырей и шпонок.</p> <p>Вспомогательный инструмент для крепления режущего инструмента. Требования к точности, универсальности, долговечности вспомогательного инструмента. Технические условия инструментальной наладки. Размерная наладка инструмента. Установка инструмента в заданную исходную точку по линейкам, лимбам станка, по щупу и т. д. Порядок наладки станка на обработку детали.</p>	<p>Раскрывает особенности конструкции и наладки сверлильных, расточных и фрезерных станков, методов установки, базирования и закрепления заготовок и инструмента; объясняет особенности размерной наладки инструмента и приспособлений, регулировки специфических узлов станков; излагает особенности наладки станков с револьверной головкой.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	<p>Выявление ошибок на каждом этапе наладки и методы их корректирования. Особенности наладки станков с револьверной головкой. Регулировка положения шпинделей револьверной головки относительно рабочей поверхности стола и зажима револьверной головки на суппорте станка.</p> <p>Особенности наладки расточных станков с ЧПУ. Обработка основных отверстий. Обеспечение соосности отверстий. Порядок наладки расточных, координатно-расточных станков с ЧПУ.</p> <p>Обязательная контрольная работа № 1</p>	
<p>Обучить методике наладки сверлильного станка с ЧПУ на обработку детали.</p>	<p>Лабораторная работа № 4</p> <p>Наладка сверлильного станка с ЧПУ на обработку детали и ее обработка по предварительно составленной программе.</p>	<p>Демонстрирует знание методики наладки сверлильного станка с ЧПУ на обработку детали по заранее составленной программе.</p>
<p>Обучить методике наладки фрезерного станка с ЧПУ на обработку детали.</p>	<p>Лабораторная работа №5</p> <p>Наладка фрезерного станка с ЧПУ на обработку детали и ее обработка по предварительно составленной программе</p>	<p>Демонстрирует знание методики наладки фрезерного станка с ЧПУ на обработку детали по заранее составленной программе.</p>

	Тема 3.3 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка многоцелевых станков с ЧПУ	
<p>Дать понятие об особенностях конструкции узлов и механизмов многоцелевых станков с ЧПУ и гибких производственных модулей. Сформировать понятие о методах крепления режущего инструмента и заготовок, точности многоцелевых станков и методах ее повышения</p>	<p>Вспомогательная инструментальная оснастка для закрепления режущего инструмента на многоцелевых станках с ЧПУ. Способы затяжки инструмента в шпинделе станка.</p> <p>Требования, предъявляемые к технологическим базам обрабатываемых заготовок. Методы крепления заготовок на многоцелевых станках. Классификация применяемых на многоцелевых станках приспособлений</p> <p>Точность обработки деталей на многоцелевых станках, методы ее повышения. Ввод коррекции положения инструмента в пространстве, возможность коррекции температурных деформаций системы «станок-приспособление-инструмент-заготовка», компенсации размерного износа инструмента.</p> <p>Основные конструкции и наладка гибких производственных модулей.</p>	<p>Описывает назначение и типовые конструкции многоцелевых станков и гибких производственных модулей. Излагает предъявляемые к ним требования, методы крепления заготовок и коррекции режущего инструмента.</p>
<p>Сформировать знания о методике наладки многоцелевого станка с ЧПУ на обработку детали.</p>	<p>Лабораторная работа № 6</p> <p>Наладка многоцелевого станка с ЧПУ на обработку детали</p>	<p>Демонстрирует знание методики наладки многоцелевого станка с ЧПУ на обработку детали.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Дать понятие об особенностях конструкции узлов и наладки шлифовальных станков с ЧПУ, присоединительных элементов.</p> <p>Сформировать понимание способов крепления инструмента и заготовок; балансировки шлифовальных кругов.</p>	<p>Тема 3.4. Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка шлифовальных станков с ЧПУ</p> <p>Присоединительные и установочные элементы режущего инструмента, приспособлений шлифовальных станков с ЧПУ. Способы установки и крепления приспособлений и заготовок на шлифовальных станках с ЧПУ.</p> <p>Наладка шлифовального станка с ЧПУ на обработку детали.</p> <p>Принципы балансировки шлифовальных кругов. Особенности эксплуатации ГПМ на базе шлифовальных станков с ЧПУ.</p>	<p>Характеризует особенности конструкции и наладки шлифовальных станков с ЧПУ, способов установки и крепления заготовок и приспособлений.</p>
	<p>Тема 3.5 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка электрофизических и электрохимических станков с ЧПУ</p>	
<p>Сформировать понимание конструктивных особенностей электрофизических и электрохимических станков, способов установки и крепления приспособлений и заготовок на станках.</p>	<p>Конструкция присоединительных и установочных мест приспособлений и инструмента. Способы установки и крепления приспособлений и заготовок на станках. Наладка электрофизических и электрохимических станков с ЧПУ на обработку.</p>	<p>Характеризует особенности конструкции и наладки электрофизических и электрохимических станков с ЧПУ.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	Тема 3.6 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка промышленных роботов и робототехнических комплексов	
<p>Дать понятие о конструкции и методах регулировки основных узлов, порядке установки и испытания промышленных роботов. Сформировать понимание о наладке РТК и транспортных систем.</p>	<p>Установка и испытание промышленных роботов. Наладка промышленных роботов с электромеханическими, гидравлическими, пневматическими приводами. Особенности наладки промышленных роботов с автоматической схемой захватных устройств. Основные конструкции захватных устройств промышленных роботов, их наладка.</p> <p>Установка и испытание робототехнических комплексов. Наладка РТК. Испытание автоматизированных транспортных систем, входящих в состав РТК.</p>	<p>Объясняет конструктивные особенности, методы наладки, регулировки и испытаний промышленных роботов, робототехнических комплексов и транспортных систем.</p>
<p>Выработать понятие о методах наладки промышленного робота.</p>	<p>Лабораторная работа № 7</p> <p>Наладка промышленного робота</p>	<p>Демонстрирует знание методов наладки промышленного робота.</p>
	Тема 3.7 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка гибких производственных модулей	
<p>Сформировать понимание о конструктивных особенностях и методах наладки гибких производственных модулей. Дать понятие о точности обработки деталей на ГПМ и методах ее повышения; методах контроля и коррекции инструмента.</p>	<p>Конструктивные особенности гибких производственных модулей для обработки тел вращения и корпусных деталей. Наладка ГПМ. Вспомогательная инструментальная оснастка, применяемая при эксплуатации гибких производственных модулей.</p> <p>Требования к технологическим базам обрабатываемых заготовок. Методы крепления заготовок на паллетах ГМП.</p> <p>Точность обработки деталей на ГПМ, методы ее повышения. Методы контроля вылета режущего инструмента и состояния его режущей кромки при эксплуатации ГПМ. Ввод коррекции положения инструмента, возможность коррекции температурных деформаций, размерного износа режущего инструмента и т.д.</p>	<p>Объясняет конструктивные особенности и методы наладки ГПМ, определяет требования к точности обработки и методы ее повышения; описывает методы контроля и коррекции инструмента.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Выработать понятие о методах наладки гибкого производственного модуля.	<p style="text-align: center;">Лабораторная работа № 8</p> Ознакомление с наладкой гибкого производственного модуля	Демонстрирует знание методов наладки гибкого производственного модуля.
	Тема 3.8 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка гибких производственных систем	
Дать понятие о конструктивных особенностях и методах наладки гибких производственных систем; особенностях эксплуатации систем.	Конструктивные особенности гибких производственных систем. Наладка ГПС. Особенности эксплуатации инструментальных накопителей, участков по подготовке приспособлений, систем автоматизированного контроля деталей на станке и вне станка.	Характеризует конструктивные особенности и методику наладки ГПС.
Выработать понятие об особенностях наладки гибкой производственной системы.	<p style="text-align: center;">Лабораторная работа № 9</p> Ознакомление с наладкой гибкой производственной системы	Демонстрирует знание особенностей наладки гибкой производственной системы.
	Тема 3.9 Эксплуатация, техническое обслуживание и наладка транспортных накопительных систем	
Дать понятие о конструктивных особенностях, методах наладки и эксплуатации транспортно-накопительных систем.	Классификация транспортно-накопительных систем, применяемых в автоматизированном производстве: автоматизированные склады, кантователи, роботы-штабелеры, автоматизированные транспортные системы, автоматизированные системы контроля деталей (координатно-измерительные машины и комплексы). Особенности их наладки и эксплуатации.	Излагает назначение, свойства, устройство и наладку транспортно-накопительных систем. Объясняет особенности эксплуатации транспортно-накопительных систем.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Выработать понятие об особенностях наладки автоматизированного склада.	Лабораторная работа № 10 Ознакомление с наладкой автоматизированного склада	Демонстрирует знание особенностей наладки автоматизированного склада.
	Тема 3.10 Эксплуатация и техническое обслуживание гидравлических систем и систем смазки в станках с ЧПУ и РТК	
Сформировать понимание об устройстве и назначении гидроприводов станков с ЧПУ и РТК. Дать понятие о разновидностях конструкций смазочных систем станков с ЧПУ и РТК, применяемых смазочных материалах, и правилах безопасной эксплуатации гидравлических и смазочных систем.	Первоначальный запуск гидропривода. Устройства для обслуживания гидроприводов. Классификация смазочных систем. Разновидности конструкций и эксплуатация смазочных систем. Последовательные смазочные системы. Импульсные смазочные системы. Новые марки смазочных материалов. Безопасные приемы труда при эксплуатации пневматических и гидравлических приводов станков с ЧПУ и РТК .	Описывает устройство, назначение и особенности эксплуатации гидроприводов станков с ЧПУ и РТК. Описывает разновидности конструкций и особенности эксплуатации смазочных систем станков с ЧПУ и РТК, применяемые смазочные материалы. Определяет безопасные приемы эксплуатации гидравлических и смазочных систем.

	РАЗДЕЛ 4 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ НА СТАНКАХ С ЧПУ И РТК	
	Тема 4.1 Работы по освоению и эксплуатации станков с ЧПУ	
Дать понятие об этапах развития, внедрения и области применения оборудования с ЧПУ.	Основные этапы внедрения технологического оборудования с ЧПУ. Исходная информация. Содержание выполняемых работ.	Классифицирует этапы внедрения; определяет содержание работ по внедрению оборудования с ЧПУ.
	Тема 4.2 Подготовка технологической документации	
Сформировать понятие о структуре, назначении и порядке оформления технологической документации, необходимой для обработки деталей на станках с ЧПУ.	Технологическая документация, необходимая для обработки деталей на станках с ЧПУ согласно ГОСТ 3.1404-86: карта технологического процесса (КТП) - формы 1 и 1б; операционная карта (ОК) - формы 2, 2а и 3, карта обработки на металлорежущих станках с ЧПУ (КН/П) - формы 4 и 4а; карта кодирования информации (ККИ) - формы 5 и 5 а. Порядок составления комплекта технологической документации.	Объясняет назначение, порядок подготовки и оформления комплекта технологической документации, необходимой для обработки деталей на станках с ЧПУ.
	Тема 4.3 Характерные неисправности в станках с ЧПУ и РТК	
Дать понятие о возможных неисправностях станков с ЧПУ и РТК в механической, гидравлической и пневматической части и методах их устранения.	Возможные неисправности в механической части станка: привода главного движения, автоматической коробки скоростей, приводов подач, электропривода станка; в гидравлической части: насосов, гидромоторов, гидроусилителей, гидроцилиндров; в пневматической части: пневмоаппаратуры, пневмоавтоматики. Характерные причины неисправности и методы их устранения.	Формулирует характерные неисправности и методы устранения в механической, гидравлической и пневматической части станков с ЧПУ и РТК.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	Тема 4.4 Подготовка станков с ЧПУ и РТК к работе	
<p>Сформировать понимание поэтапной подготовки станка к работе. Обучить правилам пользования технической документацией станка и системы ЧПУ; понятие особенностей наладки станков с различными системами ЧПУ, требований охраны труда при работе на станках с ЧПУ и РТК.</p>	<p>Этапы подготовки станка к работе: проверка наличия заземления станка, определение сопротивления заземляющего контура; монтаж станка; проверка работоспособности гидравлической системы и системы смазки станка; проверка работоспособности станка и системы ЧПУ в различных режимах; проверка станка на геометрическую и кинематическую точность.</p> <p>Ознакомление с документацией: технической документацией станка и системы ЧПУ; инструкцией по программированию; чертежами заготовки и детали; технологической документацией по обработке детали.</p> <p>Особенности наладки станков с системами ЧПУ класса NC, HNC, CNC.</p> <p>Требования охраны труда при работе на станках с ЧПУ и РТК.</p>	<p>Характеризует этапы подготовки, особенности наладки станков с системами ЧПУ класса NC, HNC, CNC и требования охраны труда при работе на станках с ЧПУ и РТК. Использует техническую и технологическую документацию по обработке детали.</p>
	<p>РАЗДЕЛ 5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ СТАНКОВ С ЧПУ И РТК</p> <p>Тема 5.1 Техническое обслуживание и ремонт приводов главного движения станков с ЧПУ и РТК</p>	
<p>Дать понятие о конструкции, назначении и характеристиках основных элементов приводов главного движения станков с ЧПУ и РТК, их техническом обслуживании и ремонте.</p>	<p>Приводы главного движения станков с ЧПУ. Основные элементы и характеристики привода главного движения. Автоматические коробки скоростей: конструкция, техническое обслуживание и ремонт. Цилиндрические зубчатые передачи, электромагнитные муфты, ременные передачи, безззорные соединения: техническое обслуживание и ремонт.</p>	<p>Объясняет назначение и устройство основных элементов приводов главного движения станков с ЧПУ и РТК, особенности их технического обслуживания и ремонта.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	Лабораторная работа № 11	
Сформировать умения выполнять кинематические схемы коробок скоростей станков с ЧПУ.	Снятие кинематической схемы коробки скоростей станка с ЧПУ.	Выполняет кинематические схемы коробки скоростей станка с ЧПУ.
	Тема 5.2 Техническое обслуживание и ремонт шпиндельных узлов станков с ЧПУ и РТК	
Сформировать понимание об устройстве, регулировке, правилах технического обслуживания и ремонта шпиндельных узлов и шпиндельных опор; приводах и подшипниках шпинделей; уплотнениях и способах смазки шпиндельных опор.	Классификация шпиндельных узлов, требования, предъявляемые к ним. Приводы шпинделей. Опоры шпиндельных узлов, их классификация, назначение. Подшипники качения, скольжения в качестве опор шпинделей, основные их конструкции, регулировка. Способы смазки шпиндельных опор. Смазочные материалы. Уплотнения шпиндельных узлов. Техническое обслуживание и ремонт шпиндельных узлов.	Объясняет устройство, назначение и требования к основным элементам шпиндельных узлов. Излагает правила регулировки, смазки, технического обслуживания и ремонта шпиндельных узлов.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	Практическая работа № 1	
Выработать умение по разрабатыванию технологического процесса ремонта шпинделя станка с ЧПУ	Разработка технологического процесса ремонта шпинделя станка с ЧПУ.	Разрабатывает технологический процесс ремонта шпинделя станка с ЧПУ.
	Тема 5.3 Техническое обслуживание и ремонт приводов подачи станков с ЧПУ и РТК	
Сформировать понятие о назначении, конструкции, методах регулировки, технического обслуживания и ремонта типовых механизмов приводов подачи станков с ЧПУ и РТК.	Типовые схемы привода подачи. Конструкция передач винт-гайка скольжения, винт-гайка качения, винт-гайка гидростатическая, червяк-рейка гидростатическая, червяк-рейка качения, их регулировка, техническое обслуживание и ремонт. Способы смазки передач. Смазочные материалы. Обеспечение герметизации передач.	Характеризует назначение, особенности конструкции, регулировки, технического обслуживания и ремонта механизмов приводов подачи станков с ЧПУ и РТК.
	Практическая работа № 2	
Выработать умение по разрабатыванию технологического процесса ремонта передачи винт-гайка качения.	Разработка технологического процесса ремонта передачи винт-гайка качения.	Разрабатывает технологический процесс ремонта передачи винт-гайка качения.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Сформировать умения выполнять регулировку передачи винт-гайка качения.	Лабораторная работа № 12 Регулировка передачи винт-гайка качения.	Выполняет регулировку передачи винт-гайка качения.
	Тема 5.4 Техническое обслуживание и ремонт направляющих станков с ЧПУ и РТК	
Сформировать понимание причин износа направляющих, условий их эксплуатации и методов определения величины и устранения износа и других дефектов направляющих различных типов, прижимных планок и клиньев. Дать понятие о методах ремонта направляющих, контроля их геометрической точности и качества ремонта.	<p>Условия эксплуатации и износа направляющих.</p> <p>Износ направляющих и технические требования на их ремонт.</p> <p>Определение величины износа направляющих.</p> <p>Способы устранения износа и других дефектов направляющих.</p> <p>Выбор способа ремонта, исходя из экономической целесообразности.</p> <p>Оборудование, приспособления и инструмент, применяемые при ремонте направляющих станков с ЧПУ.</p> <p>Способы повышения износостойкости направляющих. Методы контроля геометрической точности и качества ремонта. Ремонт сопряжений типа «ласточкин хвост». Ремонт направляющих станин механической обработкой. Восстановление прижимных планок и клиньев. Взаимная пригонка сопряжений деталей по направляющим.</p>	Характеризует условия эксплуатации и износа направляющих, определяет величину и метод устранения износа и других дефектов. Выбирает оборудование, приспособление и инструмент для контроля и ремонта направляющих различных типов.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	Тема 5.5 Техническое обслуживание и ремонт механизмов смены инструмента и заготовок на станках с ЧПУ и РТК	
<p>Дать понятие о типовых конструкциях, регулировке и ремонте механизмов смены инструментов и заготовок.</p>	<p>Типовые конструкции механизмов смены инструмента (шпиндельные системы, револьверные головки, инструментальные магазины, автооператоры и т.д.) и заготовок (столы, палеты, магазин палет, поворотные столы). Регулировка и ремонт данных механизмов.</p>	<p>Описывает особенности конструкции, регулировки и ремонта механизмов смены инструментов и заготовок.</p>
	Тема 5.6 Техническое обслуживание и ремонт приводов промышленных роботов	
<p>Дать понятие о типовых конструкциях промышленных роботов и захватных устройств, методах ремонта и регулировки основных узлов промышленных роботов.</p>	<p>Типовые конструкции промышленных роботов. Особенности приводов промышленных роботов: электромеханических, гидравлических, пневматических. Классификация захватных устройств промышленных роботов, основные их конструкции. Ремонт и регулировка основных узлов промышленных роботов.</p>	<p>Описывает типовые конструкции, особенности регулировки и ремонта основных элементов промышленных роботов.</p>
	Тема 5.7 Модернизация станков с ЧПУ и РТК	
<p>Сформировать понимание об основных направлениях и принципах модернизации станков с ЧПУ и РТК.</p>	<p>Основные направления и принципы модернизации станков с ЧПУ и РТК.</p>	<p>Излагает основные направления и принципы модернизации станков с ЧПУ и РТК.</p>

4 ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Задания 1 - 30

1. Конструктивные особенности токарных станков с ЧПУ.
2. Режущий и вспомогательный инструмент токарных станков с ЧПУ.
3. Зажимные устройства крепления заготовок на токарных станках с ЧПУ.
4. Режимы токарной обработки на станках с ЧПУ.
5. Технологическая документация, применяемая при наладке станков с ЧПУ.
6. Последовательность настройки токарного станка с ЧПУ на обработку.
7. Особенности конструкции токарных станков 16К20Ф3, 16А20Ф3 и 16К20РФ3.
8. Управление станками 16К20Ф3, 16А20Ф3.
9. Настройка станков 6А20Ф3С32, 16К20Ф3С32 и 16К20РФ3С32.
10. Неисправности станков 16К20Ф3, 16А20Ф3 и методы их устранения.
11. Конструктивные особенности токарного станка 16К20Т1.
12. Перспективы развития конструкций токарных станков с ЧПУ и расширение их технологических возможностей.
13. Конструктивные особенности фрезерных станков с ЧПУ.
14. Точность фрезерных станков с ЧПУ.
15. Режущий и вспомогательный инструмент для фрезерных станков с ЧПУ.
16. Приспособления для закрепления заготовок на фрезерных станках с ЧПУ.
17. Наладка фрезерных станков с ЧПУ.
18. Особенности конструкции вертикально-фрезерных станков ЛФ-260МФ3 и 6520Ф3-36.
19. Наладка вертикально-фрезерных станков ЛФ-260МФ3 и 6520Ф3-36 на обработку, регулировка станков и устранение неисправностей.
20. Особенности конструкции вертикально-фрезерного станка 6Р13Ф3-37.
21. Особенности конструкции вертикально-сверлильного станка 2Р135Ф2-1.
22. Наладка вертикально-сверлильного станка 2Р135Ф2-1 на обработку детали.
23. Особенности конструкции и наладки горизонтально-расточного станка 2А622Ф4.
24. Особенности конструкции и наладки координатно-расточного станка 2Е450АМФ4.
25. Конструктивные особенности многоцелевых станков с ЧПУ.
26. Особенности обработки на многоцелевых станках с ЧПУ.
27. Особенности конструкции многоцелевого станка ИР-320ПМФ4.
28. Наладка многоцелевого станка ИР-320ПМФ4 на обработку.
29. Особенности конструкции и наладка многоцелевых станков ИР500МФ4 и ИР800МФ4.
30. Особенности конструкции и наладки шлифовальных станков с ЧПУ.

Задания 31 – 60

Рассчитать передачу винт-гайка качения для привода суппорта токарного станка с ЧПУ. Движение осуществляется от регулируемого электродвигателя с вращающим моментом M_d через редуктор с передаточным отношением i и КПД η . Подача изменяется в пределах от S_{\min} до S_{\max} , наибольшее перемещение суппорта L_{\max} , зона нечувствительности Δ .

Таблица 2- Исходные данные для выполнения заданий 31-60

Задание №	M_d , Нм	i	η	S_{\min} , мм/мин	S_{\max} , мм/мин	L_{\max} , мм	Δ , мм
31	13	2	0,98	10	2000	800	0,05
32	14	2,5					
33	15	1,5					
34	16	1					
35	12	1,5					
36	11	2,5					
37	10	2					
38	17	2,5					
39	18	1,5					
40	19	2,5					
41	20	1					
42	13	1,25					
43	14	1,4					
44	15	1,2					
45	16	2					
46	12	1,6					
47	11	1,1					
48	10	1,5					
49	17	2,0					
50	18	2,2					
51	19	2,3					
52	20	2,4					
53	10	2,6					
54	11	2,8					
55	12	2,1					
56	13	1,8					
57	14	1,5					
58	15	1,2					
59	16	1,4					
60	17	2,2					

Методические указания по выполнению заданий

Нагрузки на винтовую пару качения, работающую в приводе подачи станка, зависят от сил, необходимые на преодоление составляющей силы резания, сил трения и массы подвижных частей (особенно при вертикальных перемещениях рабочих органов) Диапазон частот вращения винтов при работе передач чрезвычайно широк: от долей оборотов в мин в момент позиционирования до 1200—2000 мин⁻¹ в режиме быстрых перемещений исполнительных устройств.

Расчет передачи выполняется по следующей схеме:

1. Выбирают передачу из условий статической прочности, конструктивных соображений и технологических возможностей изготовления (табл 2.1).
2. Проверяют выбранную передачу по критериям осевой жесткости передачи и долговечности рабочих поверхностей винта и гайки (по усталости).

Для предварительного выбора передачи сравнивают возможную максимальную осевую нагрузку на винте Q_0 со статической грузоподъемностью $[Q_0]$. (В табл.2.1 приведено значение $[Q_0]$ для передач с гайкой, имеющей три рабочих витка.)

Таблица 2.1- Характеристика винтовых передач качения

Номинальный диаметр d_0 , мм	Шаг резьбы P , мм	Осевая жесткость J , Н/мм, не менее	Момент холостого хода $M_{\text{ж.х.}}$, Н·м	Колебания момента холостого хода в пределах оборота винта, Н·м	Статическая грузоподъемность $[Q_0]$, Н	Динамическая грузоподъемность $[Q_d]$, Н
20	5	300	0,08—0,16	0,05	21 700	11 160
25	5	420	0,10—0,26	0,10	28 100	16 580
32	5	500	0,20—0,50	0,20	37 500	17 710
40	5	740	0,33—0,82	0,28	49 400	19 170
40	10	620	0,25—0,63	0,20	85 900	34 700
50	5	960	0,52—1,30	0,30	62 800	20 640
50	10	840	0,46—1,14	0,30	112 500	57 750
63	10	1090	0,78—1,95	0,40	149 700	62 030
80	10	1430	1,28—3,21	0,50	197 700	66 880
80	20	1240	1,04—2,61	0,50	297 600	143 400
100	10	1860	2,08—5,20	0,60	251 100	71 840
100	20	1780	2,10—5,24	0,70	386 400	151 800

Максимальная осевая нагрузка на витке, равная силе тяги привода подачи, может возникнуть, когда подвижный рабочий узел упрется в жесткий упор.

Для всех видов приводов крутящий момент на ходовом винте

$$M_{\text{кр}} = M_0 i \eta, \quad (1)$$

где M_0 — крутящий момент двигателя привода, Нм; i , η — соответственно передаточное отношение и КПД кинематической цепи от двигателя к винту.

Окружная сила на радиусе резьбы

$$T_0 = 2M_{\text{кр}} \times 10^3 / d_0, \quad (2)$$

где d_o —номинальный диаметр винта, мм

Сила тяги Q_o связана с окружной силой следующей зависимостью:

$$Q_o = \frac{T_o}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}; Q_o = \frac{T_o(1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\rho)}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\rho}, \quad (3)$$

где $\operatorname{tg}\alpha = \frac{P}{\pi d_o}$; $\operatorname{tg}\rho = f_k$; α – угол подъема резьбы; ρ - угол трения; P – шаг резьбы

винта, мм;

f_k - коэффициент трения качения.

По экспериментальным данным $f_k = (57 \dots 85) \times 10^5$, т. е. гораздо меньше, чем

$\operatorname{tg}\alpha$. С большей степенью точности можно принять $Q_o = \frac{T_o}{\operatorname{tg}\alpha}$. Отсюда

$$Q_o = 2 \times 10^3 \pi \frac{M_{кр}}{P} \quad (4)$$

Формула (1.4) позволяет подсчитать для различных шагов резьбы P отношение $Q_o/M_{кр}$:

Шаг P , мм	...	5	10	20
$Q_o/M_{кр}$, Н/(Н м)	1256	628	314

Эти соотношения облегчают расчет силы тяги и фактических осевых сил в зависимости от действующих крутящих моментов.

Таблица 2.2- Размеры передачи винт-гайка качения, мм

Номинальный диаметр винта d_o	Шаг P	Диаметр шарика $d_{ш}$	Число рабочих шариков в витке z_i	Условное число циклов нагружения s_i	Максимальная длина винта L_{max}
16	5	3	12	6,8	400
20	5	3	16	9,2	500
25	5	3	21	11,4	710
32	5	3	28	14,9	1000
40	5	3	37	19,4	1200
	10	6	16	14,9	
50	5	3	47	24,5	1500
	10	6	21	11,4	
63	10	6	28	14,9	2500
80	10	6	37	19,4	4000
	20	10	20	10,9	
100	10	6	47	24,5	5000
	20	10	26	13,9	

Максимальная длина винта ограничена (см. табл. 1.3) Основная трудность в изготовлении винтов большой длины заключается в сложности получить малое радиальное биение на нежесткой детали. Однако следует предостеречь от другой крайности: использования в конструкции станков винтов большого диаметра и малой длины, жесткость которых в поперечном

направлении чрезвычайно велика. Такие винты, имеющие с обоих концов жесткие опоры и работающие с безззорно соединенными гайками, становятся дополнительными, зачастую нежелательными, направляющими для подвижных рабочих узлов, прямолинейность перемещения которых начинает определяться не только точностью направляющих, но и качеством исполнения и монтажа винтовых пар качения.

Подобранную по статической грузоподъемности, конструктивным и технологическим соображениям винтовую пару необходимо проверить на осевую жесткость. Осевая податливость пары $\delta_{\text{общ}}$ складывается из деформации $\delta_{\text{общ}}$ растяжения (сжатия) самого винта, осевой податливости опор $\delta_{\text{оп}}$ и контактной деформации $\delta_{\text{п}}$ пары винт— гайка:

$$\delta_{\text{общ}} = \delta_{\text{в}} + \delta_{\text{оп}} + \delta_{\text{п}}. \quad (5)$$

Деформация растяжения или сжатия винта, мкм,

$$\delta_{\text{в}} = 10^2 \frac{l}{EF} Q_0, \quad (6)$$

где l — наибольшее расстояние от осевой опоры винта до середины гайки, см;
 $E = 2,1 \times 10^6$ МПа — модуль упругости материала винта, Q_0 — осевая сила, Н, F — площадь сечения винта, см^2 , $F = \pi d_{\text{кв}}^2 / 4$; $d_{\text{кв}}$ — рабочий диаметр винта, см;
 $d_{\text{кв}} = d_o - d_{\text{ш}} \cos \beta = d_o - 0,707 d_{\text{ш}}$ $\beta = 45^\circ$ — угол контакта шарика с профилем резьбы.

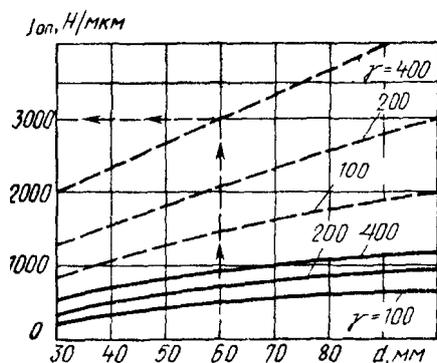


Рисунок 2.1- Экспериментальные кривые для определения осевой жесткости опор винтов:

сплошные линии — шарикоподшипники; штриховые линии — роликоподшипники.

Осевая податливость опоры, мкм,

$$\delta_{\text{оп}} = Q_0 / j_{\text{оп}}, \quad (7)$$

где $j_{\text{оп}}$ — осевая жесткость опор, Н/мкм.

Для опор с шариковыми и роликовыми подшипниками жесткость $j_{\text{оп}}$ можно найти по экспериментальным кривым (рис. 2.1), где жесткость выражена как функция внутреннего диаметра d , подшипника. Переменным параметром

является также сила натяга подшипников A_o , которая на графиках выражена отношением $\gamma = A_o/d$. Например, упорный роликовый подшипник с внутренним диаметром $d = 60$ мм смонтирован с силой натяга $A_o = 24\,000$ Н, что дает значения $\gamma = 400$ и $j_{оп} = 3000$ Н/мкм. Увеличение натяга в подшипнике способствует увеличению жесткости, однако не следует увеличивать натяг выше $\gamma = 400$, так как это может снизить долговечность подшипника.

Контактная деформация пары винт—гайка, мкм,

$$\delta_n = Q_o/j, \quad (8)$$

где j — осевая жесткость пары, Н/мкм (см. табл. 1.2).

Предварительный натяг в паре выбирают равным $0,25 [Q_o]$. Практически такой натяг обеспечивает высокую жесткость при условии полного использования нагрузочной способности U отрегулированной с таким натягом пары при осевой нагрузке, равной максимальной статической, одна из гаек окажется предельно нагруженной, а во второй предварительный натяг станет равным нулю, так как начнет образовываться зазор. Сумму деформаций $\delta_v + \delta_{оп} + \delta_n$ необходимо сравнить с допустимой деформацией передачи, равной значению зоны нечувствительности по данной координате.

Проверочный расчет на долговечность (по выносливости поверхностных слоев) сводится к вычислению коэффициента долговечности D исходя из расчетного срока службы в 5000 ч:

$$D = 0,28 \sqrt[3]{nc_i}, \quad (9)$$

где n — расчетная частота вращения винта, мин⁻¹, $n = (n_{\min} + n_{\max})/2$ (n_{\max} и n_{\min} — соответственно максимальная и минимальная частоты вращения винта; c_i — условное число циклов нагружения за один оборот винта, c_i

$$= 0,52 z_i \left(1 + \frac{d_w}{d_o} \cos \beta\right),$$

здесь z_i — число рабочих шариков в одном витке гайки (z_i и c_i приведены в табл. 1.3); β — угол контакта шарика с профилем резьбы, $\beta = 45^\circ$.

Если получим $D < 1$, то нагрузка, вычисленная из условия статического нагружения, допустима и из условий долговечности. При $D > 1$ допустимая осевая нагрузка по долговечности $[Q_d]$ соответственно уменьшается $[Q_d] = [Q_o]/D$.

Предельную частоту вращения винта определяют два фактора: максимальная линейная скорость движения шарика и критическая частота, при которой наступает резонанс.

Предельную частоту (мин⁻¹), определяемую максимальной скоростью движения шарика, следует подсчитывать по формуле

$$n_{пр1} = 70\,000/d_o, \quad (10)$$

а критическую резонансную частоту — по формуле

$$n_{\text{пр}2} = 3,25 \times 10^7 \frac{d}{l^2} \mu, \quad (11)$$

где d — внутренний диаметр резьбы винта, мм; l — расстояние между опорами, мм, μ — коэффициент, зависящий от способа заделки винта в опорах. При жесткой заделке одного конца винта и свободном втором конце $\mu = 0,7$, а при опорном втором конце $\mu = 3,4$. Если оба конца заделаны жестко, то $\mu = 4,9$.

Предельную частоту вращения определяют наименьшим из двух значений $n_{\text{пр}1}$ и $n_{\text{пр}2}$.

Задачи 61 – 90

Произвести расчет шпиндельного узла на жесткость. Определите радиальное перемещение переднего конца шпинделя и оптимальное отношение $b_{\text{опт}}$ между опорами к вылету a .

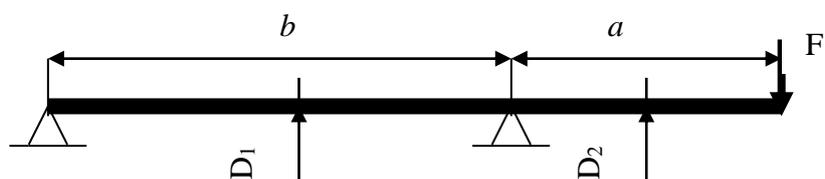


Рисунок 3.1- Расчетная схема шпиндельного узла

Таблица 3- Данные для выполнения задач 61 – 90

Задача	b, мм	a, мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D _o , мм	F, кН	j ₁ , Н/мкм	j ₂ , Н/мкм
61	500	60	70	75	30	8,0	200	150
62	600	70	75	85	3405	4,5	250	200
63	700	80	75	90	45	8,0	200	100
64	600	80	80	100	30	10,0	200	150
65	500	40	60	70	35	9,0	250	200
66	600	50	80	90	30	7,0	350	250
67	500	60	70	80	40	10,0	250	150
68	700	70	80	95	35	5,0	150	100
69	600	60	70	90	30	7,0	250	150
70	500	50	65	75	35	6,0	200	100
71	550	50	65	85	40	7,0	300	200
72	650	60	75	90	35	6,0	260	200
73	750	65	80	100	40	12,5	250	150
74	800	70	90	110	45	7,5	200	100
75	850	75	100	120	50	15,0	300	150
76	600	65	65	80	35	9,5	250	150
77	400	50	65	75	30	4,0	200	100
78	450	45	50	70	25	5,0	350	200
79	350	45	60	70	30	4,5	150	100
80	700	60	95	110	45	10,0	200	150

81	600	50	100	120	50	15,0	250	200
82	550	60	80	100	30	12,5	250	200
83	400	100	90	120	45	14,5	300	250
84	350	50	80	90	35	8,5	300	250
85	450	150	120	125	60	18,0	300	250
86	700	120	120	120	70	14,0	350	300
87	800	150	100	110	60	15,0	280	220
88	650	80	80	90	30	8,0	350	200
89	450	70	75	90	30	8,5	250	150
90	500	100	80	100	45	7,5	250	180

Примечание. D_1 – диаметр шпинделя между опорами; D_2 – диаметр шпинделя на консольной части; D_0 – внутренний диаметр шпинделя; материал шпинделя – сталь 45; j_1 – жесткость передней опоры; j_2 – жесткость задней опоры.

Методические указания по выполнению заданий

При расчете на жесткость определяют диаметр D передней шейки шпинделя и расстояние b между опорами (рис. 2.1). Величину a консоли шпинделя регламентируют стандартные размеры его переднего конца и применяемые уплотнения, величина a должна быть возможно малой. В приближенных расчетах шпиндель заменяют балкой на двух опорах, нагруженной на консоли внешней силой F и силой F_{np} со стороны привода. Радиальное смещение переднего конца шпинделя

$$y_{\Sigma} = y_{оп} + y_{шп} + y_{\tau} \quad (12)$$

где $y_{шп}$ — смещение от прогиба тела шпинделя; $y_{оп}$ — смещение от податливости опор;

y_{τ} — смещение, вызванное сдвигом от действия поперечных сил, этой составляющей можно пренебречь, так как ее значение для реальных размеров шпинделей с центральным отверстием не превышает 3—6% от Тогда суммарное смещение

$$y_{\Sigma} = \frac{Fa^2}{3E} \left[\frac{a}{J_b} + \frac{b(1-\xi)}{J_a} \right] + F \left\langle \frac{1}{j_1} \left[\frac{a(1-\xi)+b}{b} \right]^2 + \frac{1}{j_2} (1-\xi) \frac{a^2}{b^2} \right\rangle, \quad (13)$$

где E — модуль упругости материала шпинделя, МПа; J_a и J_b - осевые моменты инерции сечения шпинделя соответственно на консольной части и между опорами, мм⁴; j_1 и j_2 — жесткость передней и задней опор шпинделя, Н/мм; ξ — коэффициент, учитывающий наличие заземляющего момента в передней опоре.

Общая податливость ШУ $C_{\Sigma}=1/j_{\Sigma}= y_{\Sigma}/F$, где j_{Σ} — суммарная жесткость ШУ, она может быть представлена в виде:

$$C_{\Sigma}=1/j_{\Sigma}=\frac{a^2}{3E}\left[\frac{a}{J_b}+\frac{b(1-\xi)}{J_a}\right]+\left\langle\frac{1}{j_1}\left[\frac{a(1-\xi)+b}{b}\right]^2+\frac{1}{j_2}(1-\xi)\frac{a^2}{b^2}\right\rangle, \quad (14)$$

Выражение (14) дает возможность при заданной жесткости выбрать основные размеры шпинделя D , a и b ; суммарную податливость рассчитывают по известным значениям F (определяемым режимами нагружения) и регламентированным значениям смещения y_{Σ} переднего конца шпинделя (определяемым нормами точности); величины J_a и J_b зависят только от диаметральных размеров шпинделя; величины ξ , j_1 и j_2 — от выбранного типа и конструкции опор.

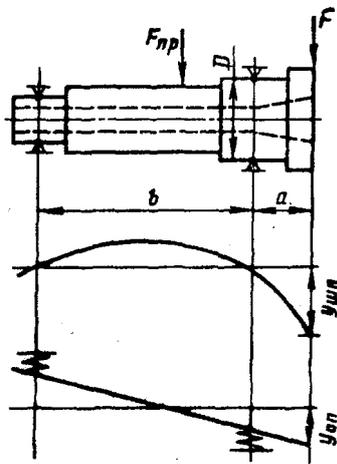


Рисунок 3.1- Расчетная схема шпиндельного узла

Выбрав величины D передней шейки и a консоли с учетом имеющихся место конструкционных и критериальных ограничений, определяют величину $b_{\text{опт}}$ межопорного расстояния исходя из условия обеспечения максимальной жесткости (минимума суммарной податливости):

$$dC_{\Sigma}/d(b/a)=0.$$

Это соответствует решению выражения (14) без учета защемления в опорах ($\xi=0$):

$$b^3 \cdot \left[\frac{6EJ_b}{j_1} \times \frac{b}{a} + 6EJb \left(\frac{1}{j_1} + \frac{1}{j_2} \right) \right] = 0$$

Задачи 91 - 120

По распечатке, представленной в таблице расшифровать один кадр управляющей программы для станка с ЧПУ. Изобразить содержание кадра на перфоленде в коде ISO-7bit.

Таблица 4- Исходные данные для задач 91 - 120

Варианты	Кадры программы
91	N001G01G90X+008240Z-028000F0600T101LF
92	N002G02G92X-000160Z-000360F0170M03LF
93	N003G01G90X+005790Z-003325F0200T012LF
94	N004G02X+008040Z-014000I+008014K000323F0160LF
95	N005G01X+016000Y+000500F0690M04LF
96	N006G01G90X+003282Y+001261S1600LF
97	N007G01X-003283Y+001281F0550LF
98	N008G02X+0008040Z-014000I+007868K+00827S 1200LF
99	N009G01G90X-016000Y+0002000F0690LF
100	N010G01G91X+006000Z-0363020T018LF
101	N011G01G90X+007880Z-0279000F0160LF
102	N012G02X+005540Z-002000I+005098K+001092F0200LF
103	N013G03X+001852Y-000721I+001852J+002019F0550LF
104	N014G01G90X-1807686Z-020462T001F0200LF
105	N015G01G90X+007177Z-020430S1600M03LF
106	N016G02X+005298Z-0011801+004612K+001540S 1600M03LF
107	N017G01X+005400Z-000651F0315LF
108	N018G01G90X+005434Z-000811S1200M03LF
109	N019G02G17X-000074Y-000029I+000074J+000081 F0160LF
110	N020G01G90X+002400Z+009900S1600F0200LF
111	N021G02X+004812Z-000621I4-004126K+001853F0160LF
112	N022G01X+002920Z+009975F0160LF
113	N023G01G90X+001960Z+00963F0200LF
114	N024G01 X+003264Z+009800T010LF
115	N025G02X+004326Z-000265I+003622K+002100F0200LF
116	N026G01G90X+002150Z+000156T008LF
117	N027G01G90X+005810Z-001950F0160LF
118	N028G01G90X+005190Z-001640F0250LF
119	N065G01G90X+1005641Z-007048F0200LF
120	N066G03X+00440Z-023934I+000587K+000062F0200LF
121	N067G01G90X+005795Z-00693S0120T010LF

5 Варианты заданий для выполнения контрольной работы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	23 36 81 115	27 39 82 117	10 38 83 106	11 57 79 116	18 35 75 113	19 34 76 91	20 33 77 94	21 32 78 108	22 60 69 109	23 51 68 110
1	27 46 61 94	28 56 62 97	29 37 63 120	25 47 64 100	16 45 65 111	7 44 66 99	8 43 67 105	9 42 88 98	10 62 72 102	11 59 70 104
2	10 53 87 119	1 52 72 100	8 58 73 118	19 60 74 112	12 40 75 117	13 50 76 113	3 41 57 116	4 49 78 114	30 51 79 120	27 50 80 115
3	19 56 75 120	20 55 89 114	21 61 88 106	22 53 87 111	23 32 86 113	24 54 85 119	27 40 84 118	28 39 83 91	29 38 82 92	15 37 81 93
4	12 44 80 116	23 43 82 99	17 42 63 114	27 36 88 91	28 55 85 102	29 49 86 104	25 34 77 106	26 52 78 94	7 41 79 111	8 40 90 120
5	9 39 61 96	10 38 89 98	11 57 83 107	18 34 84 108	19 33 65 105	20 30 66 109	21 31 81 110	22 30 68 115	23 26 69 101	24 56 80 93
6	7 40 64 91	8 39 63 92	9 38 62 93	10 37 61 94	11 45 70 95	18 33 69 96	19 32 68 97	20 31 67 98	21 35 66 99	22 46 71 100
7	28 31 70 101	29 59 69 102	1 33 68 119	25 36 77 102	7 41 66 103	8 47 65 91	9 45 64 104	10 44 63 118	11 43 62 105	18 42 61 115
8	16 34 90 94	7 33 68 95	8 30 78 96	9 31 67 109	10 39 76 117	11 36 75 97	18 35 74 107	19 46 73 108	20 32 72 110	21 45 71 112
9	23 35 82 101	24 48 81 102	27 47 89 103	28 45 79 104	29 44 88 105	25 43 83 106	26 42 87 107	7 36 84 108	8 55 86 109	9 54 85 120

6 Пример оформления титульного листа к ДКР

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Брестский государственный технический
университет»
Филиал Учреждения образования «Брестский государственный
технический университет» Политехнический колледж
Машиностроительное отделение

ДОМАШНЯЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №

Техническое обслуживание и наладка станков с ПУ и РТК
(наименование предмета)

Вариант № _____

Преподаватель

(инициалы, фамилия)

Выполнил учащийся

(инициалы, фамилия)

4 курса учебной группы _____

специальности

2-36 01 31 «Металлорежущие станки
и инструменты (по направлениям)»

Шифр учащегося _____

2023

7 Показатели оценки ДКР по учебной дисциплине «Техническое обслуживание и наладка станков с ПУ и РТК»

Отметка	Показатели оценки
Не зачтено	Несоответствие варианту ДКР, воспроизведение отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), наличие грубых существенных ошибок, нарушение методических указаний в оформлении ДКР, отсутствие списка использованных источников.
Зачтено	Раскрытие сущности вопросов, обоснование и доказательство, подтверждение аргументами и фактами, формулирование выводов, отсутствие существенных ошибок и нарушений методических указаний в оформлении ДКР. Описание и объяснение объектов изучения, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики.

Список использованных источников

- [1] **Аверченков, А.В.** Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка / А.В. Аверченков М., 2018.
- [2] **Гаврилин, А.М.** Металлорежущие станки / А.М. Гаврилин М., 2012г.
- [3] **Каштальян, И.А.** Программирование и наладка станков с числовым программным управлением / И.А. Каштальян Мн., 2015г.
- [4] **Мещерякова, В.Б.** Металлорежущие станки с ЧПУ / В.Б. Мещерякова. М., 2020.
- [5] **Сибикин, М.Ю.** Современное металлообрабатывающее оборудование / М.Ю. Сибикин. М., 2013.
- [6] **Чернов, Н.Н.** Технологическое оборудование (металлорежущие станки) / Н.Н. Чернов М., 2018.
- [7] **Черпаков, Б.И.** Автоматизация и механизация производства / Б.И. Черпаков М., 2020.
- [8] **Шандров, Б.В.** Технические средства автоматизации / Под ред. В.И. Анурьева М., 2007.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Вопросы

к семестровому экзамену по учебному предмету «Техническое обслуживание и наладка станков с программным управлением и робототехнических комплексов»

1. Дайте определения понятиям наладки и настройки станка с ЧПУ. Перечислите и опишите содержание операций по наладке и настройке станка с ЧПУ. Приведите основные требования по настройке станка к работе
2. Охарактеризуйте основные правила по управлению станками с ЧПУ. Перечислите и приведите безопасные приемы при наладке и работе на станках с ЧПУ. Приведите требования к наладчикам, производящим наладку станка
3. Перечислите основные критерии наладки станков с ЧПУ. Приведите и опишите возможные пути повышения производительности обработки на станках с ЧПУ. Поясните методы повышения точности станка с ЧПУ
4. Перечислите системы координат программы и инструмента станка с ЧПУ. Приведите и опишите систему координат станков с ЧПУ. Поясните правила определения осей координат на станках с ЧПУ
5. Назовите прямые методы диагностики режущего инструмента на станках с ЧПУ. Приведите и опишите схему, принцип действия прямого метода диагностики, поясните его назначение
6. Перечислите косвенные методы диагностики режущего инструмента на станках с ЧПУ. Приведите и опишите схему, принцип действия косвенного метода диагностики, поясните его назначение
7. Охарактеризуйте связь системы координат станка, программы и инструмента. Приведите и опишите понятия «нуль программы», «нуль станка». Поясните правила определения «плавающего нуля»
8. Охарактеризуйте режущие и вспомогательные инструменты станков с ЧПУ. Приведите и объясните конструкции быстросменного режущего инструмента. Поясните схему установки режущего инструмента во вспомогательном
9. Охарактеризуйте необходимость размерной привязки инструмента на станках с ЧПУ. Опишите методику размерной привязки инструмента. Приведите и опишите порядок пробной обработки детали
10. Перечислите порядок настройки приспособлений на станках с ЧПУ. Приведите и опишите требования к приспособлениям для станков с ЧПУ. Разъясните правила базирования и закрепления заготовок на станках с ЧПУ

11. Назовите системы координат и характерные точки, присущие обработке деталей на станке с ЧПУ. Приведите и опишите методы установки рабочих органов станка с ЧПУ в исходное для работы положение (ноль программы). Поясните схему установки
12. Перечислите правила подготовки новой управляющей программы для станка с ЧПУ. Приведите характерные ошибки в управляющих программах. Опишите и разъясните особенности выявления ошибок в управляющей программе
13. Охарактеризуйте оптимизацию схемы обработки на станках с ЧПУ. Приведите и опишите порядок обработки поверхностей детали. Разъясните выбор режимов резания для станков с ЧПУ
14. Охарактеризуйте причины появления сливной стружки при обработке деталей. Приведите и опишите способы дробления стружки. Поясните необходимость дробления стружки на станках с ЧПУ
15. Назовите устройства и приспособления для настройки инструментов на размер вне станка, приведите их классификацию. Укажите и поясните требования, предъявляемые к приспособлениям
16. Приведите и охарактеризуйте методику размерной настройки режущего и вспомогательного инструмента на устройствах и приспособлениях, приведите и опишите примеры и схемы настройки
17. Дайте понятие о техническом обслуживании станков с ЧПУ. Приведите и опишите виды работ по техническому обслуживанию станков с ЧПУ. Поясните важность технического обслуживания для долговечности станка
18. Назовите виды ремонтов станков с ЧПУ. Приведите понятие о ремонте станков с ЧПУ. Поясните и опишите понятие ремонтного цикла, единицы ремонтосложности, структуры ремонтного цикла
19. Назовите требования к оборудованию помещений для установки станков с ЧПУ. Приведите правила приемки станков с ЧПУ. Опишите и разъясните правила установки станка с ЧПУ на фундамент
20. Назовите техническую документацию, поставляемую со станком. Приведите и опишите порядок распаковки и транспортировки станков с ЧПУ. Поясните необходимость проведения проверки геометрической точности станка
21. Назовите этапы подготовки станка к работе. Приведите и опишите особенности подготовки станка с ЧПУ к пуску. Поясните правила первоначального пуска станка с ЧПУ
22. Дайте понятие геометрической точности станка. Приведите и опишите виды испытаний и проверки станка с ЧПУ. Поясните понятие надежности станков с ЧПУ и ее показатели

23. Назовите классы точности металлорежущих станков. Приведите и опишите пути повышения надежности станков с ЧПУ. Поясните понятие точности станков с ЧПУ
24. Назовите виды погрешностей на станках с ЧПУ. Приведите и опишите классификацию погрешностей обработки на станках с ЧПУ. Поясните погрешности режима интерполяции при обработке на станках с ЧПУ
25. Охарактеризуйте погрешности аппроксимации при обработке на станках с ЧПУ. Приведите и опишите причины, вызывающие погрешность. Поясните пути устранения погрешности аппроксимации
26. Охарактеризуйте погрешности настройки станка с ЧПУ на размер, приведите и опишите погрешности обработки, связанные с неточностью позиционирования станка. Поясните пути устранения погрешности
27. Охарактеризуйте погрешности установки, базирования и закрепления заготовки на станке. Приведите и опишите погрешности систематические и случайные. Поясните пути устранения систематических погрешностей
28. Охарактеризуйте погрешности обработки, вызванные неточностью инструмента. Приведите и опишите погрешности обработки, вызванные неточностью настройки инструмента на размер вне станка. Поясните пути устранения неточностей инструмента
29. Дайте понятие надежности станков с ЧПУ. Приведите и опишите показатели надежности станков с ЧПУ. Поясните пути повышения надежности станков с ЧПУ
30. Назовите типы токарных станков с ЧПУ. Приведите назначение, опишите классификацию токарных станков с ЧПУ. Поясните компоновочные схемы токарных станков с ЧПУ
31. Охарактеризуйте конструктивные особенности токарных станков с ЧПУ. Приведите и опишите компоновочные схемы токарных станков с ЧПУ. Поясните область применения токарных станков с ЧПУ
32. Назовите приспособления, применяемые на токарных станках. Приведите и опишите трехкулачковые механизированные переналаживаемые патроны. Поясните принцип работы и конструктивные особенности патронов
33. Назовите приспособления для обработки валов на токарных станках с ЧПУ. Приведите схему, опишите устройство люнетов. Поясните особенности центров, применяемых при обработке на токарных станках
34. Назовите типы поводковых патронов. Приведите назначение поводковых патронов, особенности их конструкции. Опишите назначение кулачков патронов, поясните порядок их подготовку
35. Назовите, приведите и опишите режущий и вспомогательный инструмент, применяемый на токарных станках с ЧПУ. Поясните особенности быстросменных инструментов

36. Назовите этапы наладки токарного станка с ЧПУ на обработку детали. Приведите и опишите методы наладки. Поясните особенности наладки токарных станков с ЧПУ
37. Охарактеризуйте основные механизмы токарного станка 16К20Ф3. Приведите и опишите основные неисправности станка и методы их устранения. Поясните назначение основных механизмов токарного станка 16К20Ф3
38. Охарактеризуйте основные режимы работы устройства ЧПУ «Электроника НЦ-31». Приведите и опишите устройство ЧПУ «Электроника НЦ-31». Поясните принцип работы устройства ЧПУ «Электроника НЦ-31»
39. Назовите основные типы фрезерных станков с ЧПУ. Приведите и опишите конструктивные особенности фрезерных станков с ЧПУ. Поясните компоновочные схемы фрезерных станков с ЧПУ
40. Назовите основные типы сверлильных станков с ЧПУ. Приведите и опишите конструктивные особенности сверлильных станков с ЧПУ. Поясните назначение режущего и вспомогательного инструмента
41. Назовите основные типы расточных станков с ЧПУ. Приведите и опишите конструктивные особенности расточных станков с ЧПУ. Поясните конструкцию приспособлений для закрепления заготовок на станке
42. Охарактеризуйте назначение устройств смены и зажима инструмента на станках с ЧПУ. Приведите и опишите конструкцию устройств смены и зажима инструмента на станках фрезерно-сверлильно-расточной группы с ЧПУ, поясните принцип работы
43. Назовите основные механизмы вертикально-сверлильного станка 2Р135Ф2. Приведите и опишите назначение основных механизмов. Поясните особенности наладки станка 2Р135Ф2 на обработку детали
44. Назовите основные механизмы вертикально-фрезерного станка 6Р13Ф3. Приведите и опишите назначение основных механизмов станка 6Р13Ф3. Поясните особенности наладки станка на обработку детали
45. Назовите основные механизмы горизонтально-расточного станка 2611Ф2. Приведите и опишите назначение основных механизмов станка 2611Ф2. Поясните особенности наладки станка на обработку детали
46. Назовите основные типы многоцелевых станков с ЧПУ. Приведите и опишите конструктивные особенности многоцелевых станков с ЧПУ. Поясните компоновочные схемы многоцелевых станков с ЧПУ
47. Охарактеризуйте назначение устройств инструмента автоматической смены инструментов на многоцелевых станках с ЧПУ. Приведите и опишите конструкцию и классификацию устройств. Поясните порядок смены инструментов

48. Приведите методы кодирования инструментов на многоцелевых станках с ЧПУ. Приведите и опишите системы кодирования инструментов с помощью малогабаритных микросхем. Поясните правила кодирования инструментов на многоцелевых станках с ЧПУ
49. Дайте классификацию обрабатываемых поверхностей. Приведите и опишите особенности построения технологических процессов обработки на многоцелевых станках с ЧПУ. Поясните последовательность обработки поверхностей на многоцелевых станках с ЧПУ
50. Назовите режущий и вспомогательный инструмент для многоцелевых станков с ЧПУ. Приведите и опишите особенности конструкции инструмента. Разъясните возможности контурной обработки на многоцелевых станках с ЧПУ
51. Назовите основные механизмы многоцелевого станка ИР-800. Приведите и опишите назначение основных механизмов многоцелевого станка ИР-800. Поясните особенности наладки станка на обработку детали
52. Дайте классификацию шлифовальных станков с ЧПУ. Приведите и опишите конструктивные особенности шлифовальных станков с ЧПУ. Поясните порядок наладки шлифовального станка 3М163Ф2Н1В
53. Дайте понятие определения «промышленный робот». Приведите и опишите назначение и структурную схему промышленных роботов. Поясните особенности системы координат промышленных роботов
54. Дайте классификацию промышленных роботов. Приведите и опишите конструкцию манипуляторов. Разъясните технические характеристики промышленных роботов
55. Дайте классификацию захватных устройств промышленных роботов, приведите и опишите их устройство. Поясните назначение захватных устройств различных типов
56. Дайте понятие определения «робототехнический комплекс» (РТК). Приведите и опишите общие сведения о робототехнических комплексах. Поясните требования к станкам, встраиваемым в РТК
57. Дайте понятие определения «гибкий производственный модуль (ГПМ)». Приведите и опишите назначение и классификацию гибких производственных модулей. Поясните компоновочные схемы ГПМ
58. Дайте понятие определения «гибкие производственные системы» (ГПС). Приведите и опишите назначение и классификацию гибких производственных систем. Поясните примеры ГПС для обработки деталей различного типа
59. Дайте понятие определения «автоматизированная транспортно-складская система (АТСС)». Приведите и опишите конструктивные особенности

- автоматизированных транспортно-складских систем ГПС. Поясните конструкцию и назначение штабелеров
60. Дайте классификацию гидравлические и смазочные системы станков с ЧПУ. Приведите и опишите особенности гидравлических и смазочных систем станков с ЧПУ. Поясните причины основных неисправностей гидравлических и смазочных систем станков
 61. Назовите рабочие жидкости гидросистем станков с ЧПУ и смазочные материалы. Приведите и опишите характеристики смазочных материалов. Поясните особенности наладки и технического обслуживания гидравлических и смазочных систем станков с ЧПУ
 62. Назовите основные элементы пневматические системы станков с ЧПУ. Приведите и опишите конструкцию пневматических систем. Поясните причины основных неисправностей пневматических систем станков с ЧПУ
 63. Охарактеризуйте область применения промышленных роботов на сборочных операциях, приведите и опишите особенности промышленных роботов на сборочных операциях. Поясните методы организации роботизированных сборочных ГПС
 64. Дайте классификацию транспортных потоков в ГПС. Приведите и опишите область применения и организационную структуру ГПС. Поясните организацию и управление транспортными потоками в ГПС
 65. Дайте классификацию автоматических линий (АЛ). Приведите и опишите компоновочные схемы АЛ. Поясните назначение и особенности конструкции гибких автоматизированных участков и автоматических линий
 66. Охарактеризуйте понятие «робототехнический комплекс» (РТК). Приведите и опишите компоновку типовых РТК "станок—робот". Поясните правила наладки и обслуживания ПР и РТК
 67. Дайте классификацию приводов станков с ЧПУ. Приведите и опишите компоновочные схемы приводов. Поясните назначение и особенности конструкции автоматических коробок скоростей станков с ЧПУ
 68. Охарактеризуйте понятие «беззазорные зубчатые соединения». Приведите схему, опишите беззазорные зубчатые соединения. Поясните способы устранения зазоров в зубчатых передачах станков с ЧПУ
 69. Охарактеризуйте понятие «безшпоночные соединения». Приведите схему, опишите область применения, поясните особенности конструкции безшпоночных соединений, применяемых в станках с ЧПУ
 70. Дайте классификацию электромагнитных муфт, применяемых на станках с ЧПУ. Приведите назначение, опишите особенности конструкции контактных и бесконтактных электромагнитных муфт. Поясните особенности тормозных электромагнитных муфт

71. Охарактеризуйте назначение шпинделей металлорежущих станков с ЧПУ. Приведите и опишите материал и особенности конструкции. Поясните конструкцию мотор-шпинделей
72. Дайте назначение привода подачи станков с ЧПУ. Приведите и опишите типы электродвигателей, применяемых в приводах подачи. Поясните особенности конструкции приводов подачи станков с ЧПУ
73. Охарактеризуйте типы приводов шпинделей станков. Приведите и опишите типы передних концов шпинделей. Поясните требования к материалам для изготовления шпинделей
74. Назовите типы подшипников качения, применяемых в шпиндельных узлах станков с ЧПУ. Приведите и опишите схему расположения подшипников в типовых шпиндельных узлах. Поясните конструкцию гидростатического подшипника
75. Назовите виды технологической документации при обработке на станках с ЧПУ. Приведите и опишите комплектность документации. Поясните требования к оформлению технологической документации
76. Назовите основные неисправности станков 16A20Ф3 и 16K20Ф3. Приведите и опишите оборудование, приспособление, инструмент для выполнения ремонта. Поясните методы устранения неисправностей
77. Перечислите возможные неисправности шпинделей станков с ЧПУ. Приведите и опишите оборудование, приспособление, инструмент для выполнения ремонта шпинделей. Поясните особенности ремонта шпинделей
78. Охарактеризуйте область применения различных типов гидродинамических подшипников. Приведите схему, опишите особенности конструкции и назначение гидродинамических подшипников. Поясните особенности работы подшипников
79. Назовите типы тяговых устройств станков. Приведите и опишите назначение тяговых устройств приводов подачи станков с ЧПУ. Поясните требования, предъявляемые к тяговым устройствам
80. Назовите основные узлы винт-гайка скольжения. Приведите и опишите схему передачи винт-гайка скольжения. Поясните назначение, особенности конструкции и материал передачи
81. Назовите основные узлы винт-гайка качения (ВГК). Приведите и опишите схему, поясните назначение, особенности конструкции и материал передачи ВГК. Поясните преимущества механизмов ВГК
82. Охарактеризуйте виды износа ходовых винтов. Приведите причины износа ходовых винтов, опишите методы ремонта, поясните особенности работы
83. Охарактеризуйте виды износа гаек ходовых винтов. Приведите особенности работы гаек ходовых винтов, опишите причины износа, поясните особенности ремонта гаек

84. Назовите основные формы направляющих скольжения. Приведите и опишите материал для изготовления направляющих скольжения. Поясните требования к материалам для направляющих станков
85. Охарактеризуйте особенности работы направляющих станков с ЧПУ. Приведите и опишите требования, предъявляемые к направляющим для станков с ЧПУ. Поясните особенности конструкции направляющих станков с ЧПУ
86. Назовите виды износа направляющих. Приведите и опишите их характер. Поясните методы определения износа направляющих
87. Охарактеризуйте особенности конструкции направляющих качения станков с ЧПУ. Приведите и опишите их конструктивные формы. Поясните конструкцию роликовых опор, их назначение
88. Охарактеризуйте особенности конструкции комбинированных направляющих. Приведите и опишите область применения комбинированных направляющих, поясните требования к ним
89. Назовите основные способы ремонта направляющих станков. Приведите и опишите оборудование, приспособление, инструмент для выполнения ремонта направляющих. Поясните способы повышения износостойкости направляющих
90. Назовите основные направления модернизации станков с ЧПУ. Приведите и опишите последовательность работ при выполнении модернизации станков с ЧПУ. Поясните необходимость проведения модернизации
91. Назовите приспособления для закрепления на многоцелевых станках с ЧПУ. Приведите методы крепления заготовок, опишите конструкцию и принцип действия. Поясните требования к приспособлениям
92. Назовите типы приводов приспособлений на токарных станках с ЧПУ. Приведите основные схемы, опишите конструкцию и принцип действия. Поясните требования к приспособлениям токарных станков с ЧПУ
93. Дайте понятие определению «гидростатические направляющие». Приведите схему, область применения, опишите конструкцию гидростатических направляющих. Поясните принцип работы направляющих
94. Назовите базовые детали металлорежущих станков. Приведите материал для изготовления базовых деталей, опишите конструкцию. Поясните требования, предъявляемые к базовым деталям станков
95. Назовите типы станков для электрохимических и электрофизических методов обработки. Приведите схему, опишите принцип работы. Поясните особенности конструкции станков для электрохимических и электрофизических методов обработки

96. Назовите причины возникновения отказов на станках с ЧПУ. Приведите и опишите формы организации ремонтных служб заводов. Поясните пути сокращения отказов в работе станков с ЧПУ

Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся на экзамене по учебному предмету «Техническое обслуживание и наладка станков с ПУ и РТК»

Отметка в баллах	Показатели оценки
1 (один)	<p>Учащийся перечислил содержание наладки и настройки станка с ЧПУ неверно. Различает отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (типов металлорежущих станков с ЧПУ, инструментальной наладки станков с ЧПУ, отдельных терминов и т. д.); наличие многочисленных существенных ошибок</p> <p>Узнает отдельные объекты теоретического материала билета (основные термины, понятия в области технического обслуживания и наладки станков с ЧПУ и т.д.); наличие многочисленных существенных ошибок, исправляемых с непосредственной помощью преподавателя.</p>
2 (два)	<p>Учащийся назвал неверно содержание операций по настройке станка с ЧПУ к работе. Воспроизведение части программного учебного материала по памяти (перечисление и фрагментарный пересказ порядка наладки станков с ЧПУ и РТК, инструментальной наладки станков с ЧПУ, промышленных роботов, их конструкции и настройки и т. д.); осуществление умственных и практических действий по образцу (составление карты наладки инструментов и приспособлений, настройка металлорежущих станков на механическую обработку определенных деталей и т. д.); наличие отдельных существенных ошибок.</p> <p>Различает объекты теоретического материала билета, предъявленные в готовом виде (основные термины, понятия в области технического обслуживания и наладки станков с ЧПУ и т. д.)</p>
3 (три)	<p>Учащийся перечислил содержание операций по настройке станка с ЧПУ к работе с существенными ошибками. Воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с элементами объяснения порядка наладки станков с ЧПУ и РТК, промышленных роботов, технологической оснастки, инструментальной наладки, мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту станков с ЧПУ и РТК и т. д.); применение знаний по образцу (настройка металлорежущих станков на механическую обработку определенных деталей, разработка циклов технического обслуживания и ремонта станков с ЧПУ и РТК и т. д.); наличие единичных существенных ошибок</p>

4 (четыре)	Учащийся привел содержание операций по наладке станка с ЧПУ к работе в полном объеме с единичными несущественными ошибками. Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с объяснением порядка наладки станков с ЧПУ и РТК, промышленных роботов, инструментальной наладки, мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту станков с ЧПУ и РТК, сущности технического обслуживания и эксплуатации автоматизированного производства и т. д.); применение знаний по образцу (разработка циклов технического обслуживания и ремонта станков с ЧПУ и РТК и составление карты наладки инструментов и приспособлений, настройка металлорежущих станков на механическую обработку определенных деталей т. д.); наличие несущественных ошибок
5 (пять)	Учащийся привел содержание операций по наладке станка с ЧПУ к работе в полном объеме с несущественными ошибками. Полное знание и осознанное воспроизведение всего программного учебного материала: владение учебным программным материалом (описание с объяснением конструктивных особенностей и порядка наладки станков с ЧПУ и РТК, промышленных роботов, инструментальной наладки, мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту станков с ЧПУ и РТК, сущности технического обслуживания и эксплуатации автоматизированного производства, транспортно-накопительных и складских систем, модернизации оборудования с ЧПУ, оформления технологической документации и т. д.); наличие несущественных ошибок
6 (шесть)	Учащийся привел содержание операций по наладке станка с ЧПУ определенной группы к работе в полном объеме с единичными несущественными ошибками. Полное, прочное знание и воспроизведение программного учебного материала: владение программным учебным материалом (развернутое описание и объяснение конструктивных особенностей и порядка наладки станков с ЧПУ и РТК, промышленных роботов, инструментальной наладки, мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту станков с ЧПУ и РТК, сущности технического обслуживания и эксплуатации автоматизированного производства, транспортно-накопительных и складских систем, модернизации оборудования с ЧПУ, оформления технологической документации, разработки управляющих программ для станков с ЧПУ отдельных групп, раскрытие сущности механической обработки деталей на станках с ЧПУ, формулирование выводов); недостаточно самостоятельное выполнение заданий по разработке и редактировании управляющих программ и т. д.; наличие единичных несущественных ошибок

7 (семь)	Учащийся прояснил содержание операций по наладке заданного станка с ЧПУ к работе в полном объёме с единичными несущественными ошибками. Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом (развернутое описание и объяснение конструктивных особенностей и порядка наладки станков с ЧПУ и РТК, промышленных роботов, технологической оснастки, инструментальной наладки, мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту станков с ЧПУ и РТК, назначения и особенностей наладки станков для электрофизической и электрохимической обработки, сущности технического обслуживания и эксплуатации автоматизированного производства, транспортно-накопительных и складских систем, модернизации оборудования с ЧПУ, оформления технологической документации, разработка и редактирование управляющих программ для станков с ЧПУ отдельных групп, раскрытие сущности механической обработки деталей на станках с ЧПУ, формулирование выводов и т. д.); самостоятельное выполнение заданий по разработке управляющих программ; наличие единичных несущественных ошибок
8 (восемь)	Учащийся разъяснил содержание операций по наладке заданного станка с ЧПУ к работе в полном объёме с единичными несущественными ошибками. Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом (развернутое описание и объяснение конструктивных особенностей и порядка наладки станков с ЧПУ и РТК, промышленных роботов, технологической оснастки, инструментальной наладки, мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту станков с ЧПУ и РТК, назначения и особенностей наладки станков для электрофизической и электрохимической обработки, сущности технического обслуживания и эксплуатации автоматизированного производства, транспортно-накопительных и складских систем, модернизации оборудования с ЧПУ, оформления технологической документации, разработка и редактирование управляющих программ для станков с ЧПУ отдельных групп, раскрытие сущности механической обработки деталей на станках с ЧПУ, обоснование и доказательство роли металлорежущих станков с ЧПУ в повышении качества машиностроительной продукции и эффективности производства, формулирование выводов и т. д.); самостоятельное выполнение заданий по разработке управляющих программ; наличие единичных несущественных ошибок.
9 (девять)	Наладка и настройка заданного станка с ЧПУ на обработку детали приведена и объяснена в полном объёме. Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала, оперирование

	<p>программным учебным материалом на практике (применение знаний при выполнении наладки и эксплуатации металлорежущих станков, выдвижение предположений и гипотез по модернизации металлорежущих станков и т. д., самостоятельное выполнение заданий по разработке и редактированию управляющих программ; наличие действий и операций творческого характера для выполнения заданий по самостоятельному изучению отдельных узлов металлорежущих станков и т. д.).</p> <p>Обоснование и доказательство роли металлорежущих станков с ЧПУ, РТК и ПР в повышении качества машиностроительной продукции и эффективности производства</p>
<p>10 (десять)</p>	<p>Наладка и настройка заданного станка с ЧПУ на обработку детали приведена и объяснена в полном объеме. Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений на практике (самостоятельные действия по описанию и объяснению конструктивных особенностей всех видов и типов станков с ЧПУ, демонстрация наладки станков с ЧПУ, РТК и приспособлений, выполнение творческих работ по самостоятельному изучению металлорежущих станков); предложение новых подходов к организации процессов, наличие элементов творческого характера при выполнении заданий.</p> <p>Обоснование и доказательство роли металлорежущих станков с ЧПУ, РТК и ПР в повышении качества машиностроительной продукции и эффективности производства, формулирование выводов</p>