



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТАГАНРОГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Методическое руководство

контрольные задания для студентов заочников
направления 15.03.05

«Конструкторско- технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Авторы
Марченко Ю.В.,
Анкудимов Ю.П.

Таганрог, 2015



Аннотация

Данное учебное пособие предназначено для студентов-заочников машиностроительных направлений и облегчения освоения курса «Оборудование машиностроительных производств».

Оформлением электронного ресурса занимался студент Э.В. Марченко.

Авторы:

К.т.н., доцент Ю.В. Марченко

К.т.н., доцент Ю.П. Анкудимов





Оглавление

Введение	4
Общие положения	4
1. Тематический план дисциплины	5
Лекционные занятия.....	5
Раздел 2. Основные узлы и механизмы станков, их проектирование и расчет	8
Раздел 3	11
Раздел 4. Оборудование ГПС	17
Раздел 5. Основы эксплуатации станков.....	17
Рекомендуемая литература	18
Задание на контрольную работу	19
Контрольные вопросы	19



ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Важнейшими видами технологического оборудования машиностроительных предприятий являются металлорежущие станки, станки с ЧПУ, автоматы и автоматические линии, гибкие станочные системы, ПР, оборудование для заготовительных операций. Поэтому количество и качество металлорежущих станков, их техническая оснащённость в значительной степени характеризует производственные возможности предприятий.

Целью курса является подробное изучение станков основных групп их устройства и эксплуатации; технико-экономических показатели и критерии работоспособности станков; формообразование поверхностей на станках; кинематической структуры станков и компоновки станков, а также средств контроля, диагностики и адаптивного управления станочным оборудованием.

Студенты должны знать устройство машин, станков и автоматов, а также их важнейших узлов. Основной задачей изучения курса является усвоение системного подхода при анализе и синтезе объектов металлорежущего оборудования, а также привитие умения кинематического анализа, формообразования и т.п. в рамках будущей специальности.

Для эффективного изучения настоящей дисциплины студент должен выполнить последовательно следующие основные этапы работы:

- изучить теоретический курс дисциплины путем самостоятельной работы над учебной литературой в соответствии с прилагаемой программой и рекомендуемой литературой:

- выполнить одну контрольную работу, охватывающую полный курс, с целью получения теоретических знаний и приобретения практических навыков разработки тем с использованием учебной и справочной литературы;

- выполнить практическую работу в условиях аудиторных занятий. Практические работы проводятся в период установочной сессии по методическим разработкам кафедры «Машиностроительные технологии и материалы» под руководством преподавателя.



1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия

Тема 1.1. Роль технологического оборудования в машиностроении

Металлорежущие станки являются основным видом заводского оборудования, предназначенным для производства современных машин, приборов, инструментов и других изделий, поэтому количество и качество металлорежущих станков, их техническая оснащенность в значительной степени характеризует производственные возможности предприятия.

Металлорежущий станок – машина для размерной обработки заготовок путем снятия стружки. Обработка производится преимущественно путем резания лезвийным или абразивным инструментом. Используются также электрофизические и электрохимические методы обработки, поверхностное пластическое деформирование, оптические лазеры.

Тема 1.2. Классификация станочного оборудования

Металлорежущие станки в соответствии со служебным назначением имеют разные технологические возможности и размеры. Совокупность всех типов и размеров станков, выпускаемых в определенный период времени, называются *типажом*.

Станки классифицируют по многим признакам:

1. В зависимости от вида обработки и применяемого режущего инструмента станки разделяют на *технологические группы*: токарные, сверлильные и расточные, фрезерные, шлифовальные и т.д.[1, стр. 8, табл. 1]

2. По *классу точности* различают станки нормальной (Н), повышенной (П), высокой (А), особо высокой (А) точностей и особо точные станки (С).

3. По *степени специализации* можно выделить: универсальные, широкого назначения, специализированные, специальные.

4. По *степени автоматизации* различают станки: автоматические, полуавтоматические, ручные.

5. По *массе* принято разделять станки на легкие (до 1 т), средние (1...10 т), тяжелые (более 10 т) и уникальные (более 100



т).

Конструкция станка каждого типоразмера, спроектированная для заданных условий обработки, называется моделью. Каждой модели присваивается свой шифр-номер, состоящий из нескольких цифр и букв. Первая цифра означает группу, вторая – подгруппу, третья или третья и четвертая – основной размер станка. Буква между цифрами означает определенную модернизацию базовой модели станка. В обозначение модели в конце может входить буква, характеризующая точность станка. Для обозначения станков с программным управлением в обозначение модели вводится буква Ц /цикловым/ или Ф /цифровым/ управлением. Цифра после буквы Ф обозначает особенность системы управления: Ф1 – станок с цифровой индикацией; Ф2 – станок с позиционной или прямоугольной системой; Ф3 – станок с контурной системой; Ф4 – комбинированной системой.

Например, 16К20П – токарно-винторезный станок повышенной точности, где основной характерный размер – расстояние от направляющих станины до оси центров 200 мм.

2Р135Ф2 – вертикально-сверлильный станок с позиционным ЧПУ и наибольшим условным диаметром сверления в сплошном материале 35 мм.

Тема 1.3. Методика структурного анализа кинематической схемы станка и расчета кинематической настройки

Для оценки качества станков пользуются системой технико-экономических показателей, наиболее важными из которых являются производительность, технологические возможности, точность, перенастраиваемость, безотказность и долговечность, экологические, эргономические показатели и технико-экономическая эффективность.

Поверхности деталей, полученные на металлорежущих станках резанием, отличаются от идеальных геометрических поверхностей отклонениями от правильности формы, точностью размеров и величиной шероховатости.

Согласованные и функциональные относительные движения заготовки и режущего инструмента, которые непрерывно участвуют в создании формы производящих геометрических линий, а следовательно, и поверхности в целом, называются *формообразующими*.



В практике формообразования поверхностей на станках различают четыре метода образования формы производящих геометрических линий: *копирования, огибания, следа, касания*. [2, т.1, стр.43-68]

Любые движения в станках, в том числе и формообразующие, предназначены для исполнения конкретной функции и поэтому их называют *исполнительными*. По функциональному назначению все движения в станках можно классифицировать на движения *формообразования, деления, вспомогательные, управления*.

Любое исполнительное движение в станках создается и реализуется с помощью *кинематической группы*, включающей в себя один или несколько исполнительных органов, один или несколько исполнительных органов, один или несколько источников движения и пространственно-кинематические связи между ними, обеспечивающие требуемые параметры создаваемого группой движения. Под *пространственно-кинематической связью* в станках понимают такую связь между двумя любыми его звеньями, в том числе и исполнительными органами, которое накладывает на них определенные ограничения, не позволяющие им относительно друг друга занимать в пространстве произвольные положения и иметь произвольные скорости.

Структурно пространственно-кинематические связи кинематической группы подразделяют по функциональному назначению на внутреннюю и внешнюю структурные связи. [2, т.1, стр.69 – 83]

Для осуществления процесса резания на металлорежущем станке нужно произвести его наладку и настройку.

Наладка станка состоит в правильной установке режущего инструмента и соответствующих приспособлений на станке, в установке и закреплении обрабатываемой заготовки непосредственно на станке или в приспособлении, в смазке станка перед пуском, в подводе СОЖ и выполнении некоторых других операций.

Настройка станка состоит в его кинематической подготовке для выполнения обработки детали в соответствии с выбранным или заданным режимом резания, для этого производится настройка отдельных кинематических цепей станка с помощью установки в необходимое положение различных органов управления скоростями главного движения и движения подачи.

Формулу настройки конкретного органа настройки определяют из уравнения кинематического баланса.



Уравнением кинематического баланса называют уравнение, связывающее расчетные перемещения конечных звеньев кинематической цепи.[1, стр. 63 – 67]

Любой металлорежущий станок с механическими связями или участками имеет механические кинематические цепи, предназначенные для передачи движения и силы исполнительным органам станка. Механическая кинематическая цепь в общем виде представляет собой совокупность механических звеньев, передач, механизмов и устройств, соединяемых друг с другом и предназначенных для выполнения разнообразных функций в станках, связанных с регулированием, управлением и координацией всех исполнительных движений станка.

Раздел 2. Основные узлы и механизмы станков, их проектирование и расчет

Тема 2.1. Этапы проектирования станков. Определение основных технических характеристик проектируемого станка

Проектированию станка предшествует предварительная, так называемая предпроектная проработка, которая завершается составлением технического задания на проектирование отдельного станка или комплекса станочного оборудования. Обосновывается целесообразность проектирования нового станочного оборудования. Основными этапами проектирования станка является:

1. *Техническое предложение.* На базе исходных данных предпроектной проработки уточняют служебное назначение станка и выбирают его основные параметры, определяют технические характеристики;

2. *Эскизный проект* содержит предварительную конструктивную разработку всех основных узлов.

3. *Технический проект* включает окончательную конструктивную проработку всех систем станка.

4. *Рабочий проект* содержит разработку рабочей документации (рабочие чертежи, спецификации, заказ на заготовки, заказ на комплектующие).

На первом этапе проектирования станка определяются основные технические характеристики проектируемого станка.

Целью данного этапа является установление комплекса исходных данных, на основании которых ведётся дальнейшее про-



ектирование привода станка.

Этот комплекс включает в себя: диапазон регулирования частот вращения шпинделя; количество ступеней частот вращения шпинделя; мощность электродвигателя привода главного движения; знаменатель геометрического ряда; предельные частоты вращения.[1, стр.22 – 30]

Тема 2.2. Коробки скоростей. Кинематический расчет коробок скоростей

Для кинематических расчётов коробок скоростей в станкостроении применяют два метода: аналитический и графоаналитический. Оба метода позволяют находить величины передаточных отношений передач, входящих в коробку скоростей.

Наиболее простым является графоаналитический метод.

При этом методе последовательно строят структурную сетку и график частоты вращения.

Структурная сетка даёт ясное представление о структуре привода станка.

По структурной сетке легко проследить связи между передаточными отношениями групповых передач (*групповой передачи* называется совокупность передач между двумя последовательными валами коробки скоростей).

График частоты вращения позволяет определить конкретные величины передаточных отношений всех передач привода и частоты вращения всех его валов.

Его строят в соответствии с кинематической схемой привода. При разработке кинематической схемы коробки скоростей должны быть известны: число ступеней частоты вращения z шпинделя, знаменатель геометрического ряда ϕ , частоты вращения шпинделя от n_1 до n_z и частота вращения электродвигателя $n_{дв.}$.

По найденным передаточным отношениям определяют число зубьев зубчатых колес. Следует иметь в виду, что в станкостроении межосевые расстояния, суммы чисел зубьев сопряженных колес, числа зубьев червячных колес и модули нормализованы. При постоянном расстоянии между осями ведущего и ведомого валов при одинаковом модуле группы передач, сумма чисел зубьев каждой пары колес является постоянной величиной, т.е.

$$\sum z = z_1 + z_2 = z_3 + z_4 = z_5 + z_6 = \dots = \text{const},$$

где z_1 и z_2 , z_3 и z_4 , z_5 и z_6 – передаточные отношения пар



зубчатых колес, находящихся в зацеплении.

Основные требования, предъявляемые к коробкам скоростей (обеспечение требуемых диапазона регулирования, мощности и крутящего момента и т.д.) [2, т.1, стр. 184 – 186]. Типы коробок скоростей, их достоинства и их недостатки. Бесступенчатое регулирование чисел оборотов. Способы регулирования. Достоинства и их недостатки.[2, т.1, стр. 188 –200].

Тема 2.3. Шпиндели и их опоры

Шпиндели и их опоры. Требования, предъявляемые к шпинделям станков. Материалы и конструкции шпинделей. Расчет шпинделей на жесткость и виброустойчивость. Опоры шпинделей. Требования, предъявляемые к опорам шпинделей.[2, т.1, стр. 221 –239]

Тема 2.4. Приводы подач

В станках движение подачи предназначено для распространения процесса снятия припуска на всю подлежащую обработке поверхность заготовки и происходит со скоростью S , меньшей, чем скорость главного движения. Большинство типов станков (токарные, фрезерные, сверлильные, расточные, некоторые шлифовальные) имеют прямолинейное движение подачи; некоторые – круговое (например, резьбофрезерный, ряд зубообрабатывающих и шлифовальных); в редких случаях (строгальные, некоторые шлифовальные) движение подачи носит прерывистый (периодический) характер. С помощью привода подачи могут осуществляться также установочные и делительные перемещения рабочих органов.

Требования, предъявляемые к приводу подач. Структура электромеханического привода подачи со ступенчатым регулированием. Типы коробок подач, их достоинства и недостатки. [2, т.1., стр.201 – 206]

Тема 2.5. Базовые узлы станков

Назначения базовых узлов и предъявляемые к ним требования. Материалы для базовых деталей.[1, стр. 32 –36]

Тема 2.6. Системы управления станками

Понятие об управлении станками. Средства для кон-



троля, диагностики и адаптивного управления станочным оборудованием. [2, т. стр. 193 – 200], [1, стр. 44 – 49]

Раздел 3

Тема 3.1. Станки токарной группы

Токарные станки предназначены для обработки резцами наружных и внутренних цилиндрических, конических, фасонными торцовых поверхностей тел вращения, для нарезания резьб резцами, метчиками, плашками и другими инструментами; для сверления, зенкерования и развертывания отверстий. На них можно производить также накатывание рифлений на поверхностях, выглаживание и раскатку поверхностей. Главным движением в токарных станках является вращение заготовки, движением подачи является прямолинейное продольное или поперечное перемещение инструмента.

Способы крепления изделий. [2, т.2, стр. 10 – 15].

Компоновка токарных станков общего назначения. [1, стр. 132 – 154]. Кинематическая схема токарно-винторезного станка общего назначения. Наладка станка на нарезание метрической, дюймовой, модульной резьбы. [1, стр. 141 – 142].

Особенности конструкций токарных станков с ЧПУ. Особенности компоновки привода главного, привода координатных перемещений (рабочих подач и быстрых ходов), механизмов смены инструментов. [1, стр. 166 – 180].

Токарно-карусельные станки. Особенности их компоновки. Одностоечные и двухстоечные карусельные станки. [1, стр. 145 – 149].

Токарно-револьверные станки. Конструктивные особенности привода главного движения и привода подач токарно-револьверных станков. Автоматизация зажима и подачи пруткового материала. [1, стр. 149 – 154].

Токарные автоматы и полуавтоматы. Классификация токарных автоматов: по количеству шпинделей, по расположению шпинделей. Токарно-револьверные автоматы, фасонные автоматы, автоматы продольного точения, многошпиндельные горизонтальные и вертикальные автоматы. Полуавтоматы: многорезцовые, копировальные, многорезцово-копировальные, многошпиндельные вертикально и горизонтальные. [1, стр. 154 – 166].



Тема 3.2. Станки для обработки отверстий

Сверлильные станки предназначены для обработки сквозных и глухих отверстий и других поверхностей концевым мерным инструментом (сверла, зенкера, развертки, метчики). Применяя специальные инструменты и приспособления на сверлильных станках, можно растачивать отверстия, вырезать отверстия большого диаметра в листовом материале (трепанирование), притирать точные отверстия и т.д.

Наиболее распространены следующие типы сверлильных станков:

1) вертикально-сверлильные одношпиндельные станки (совмещение оси просверливаемого отверстия с осью инструмента осуществляется путем перемещения заготовки по столу станка);

2) радиально-сверлильные станки;

3) настольные одношпиндельные сверлильные станки вертикальной компоновки. Движение подачи в большинстве случаев осуществляется вручную;

4) многошпиндельные сверлильные станки, в которых предусмотрено шарнирное крепление шпинделя и регулирование расстояния между осями шпинделей. Это позволяет производить обработку нескольких отверстий одновременно;

5) станки для глубокого сверления (горизонтальной компоновки), в которых длина отверстия значительно больше диаметра. Станки оснащаются устройствами для отвода стружки;

6) агрегатные сверлильные станки, которые состоят из нормализованных узлов и применяются в крупносерийном производстве для обработки корпусных деталей.

Методы образования поверхностей на сверлильных станках. Основные и вспомогательные движения в сверлильных станках. Основные узлы станков. Приспособления, применяемые на сверлильных станках.[1, стр. 181-186].

Вертикально-сверлильные станки с ЧПУ, в отличие от аналогичных с ручным управлением, оснащены крестовыми столами, автоматически перемещающими заготовку по координатным осям X и Y , в результате чего отпадает необходимость в кондукторах или в предварительной разметке деталей. Кроме операций, связанных с обработкой отверстий, на сверлильных станках с ЧПУ выполняют и фрезерные операции. Некоторые сверлильные стан-



ки, в частности мод. 2Д132МФ2, оснащены инструментальным магазином и механизмом автоматической смены инструмента. [1, т.2, стр. 193 – 204].

Расточные станки общего назначения.

Расточные станки предназначены для обработки корпусных деталей. На них можно производить растачивание, сверление, фрезерование, зенкерование, нарезание резьб и т.п.

Расточные станки делят на следующие типы:

- а) горизонтально-расточные;
- б) координатно-расточные;
- в) алмазно-расточные.

Основные движения в расточных станках. Компонировка расточных станков. Кинематические схемы горизонтально-расточного и координатно-расточного станков.

Алмазно-расточные станки. Основные узлы. Особенности конструкций алмазно-расточных станков. [1, стр. 186 – 192].

Тема 3.3. Станки фрезерной группы

Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних плоских, цилиндрических и фасонных поверхностей, прямых и винтовых канавок, резьб, зубчатых колес и т.п. Инструментом являются фрезы: цилиндрические, торцовые, концевые, угловые, шпоночные, фасонные и пр. Основными формообразующими движениями являются вращение фрезы (главное движение) и движение подачи, которое сообщают заготовке или фрезе. Основным параметром, характеризующим фрезерные станки общего назначения, является размер рабочей поверхности стола.

Консольно-фрезерные станки (универсальные, широкоуниверсальные, горизонтальные, вертикальные). Бесконсольные фрезерные станки. Продольно-фрезерные станки. Основные узлы фрезерных станков. Продольно-фрезерные станки. Основные узлы фрезерных станков. Станки, стойки, шпиндельные бабки, механизмы подач, столы.

Приспособления, применяемые на фрезерных станках общего назначения. Накладные поворотные столы, делительные головки, тиски. Способы крепления фрез в шпинделях станков. Кинематическая схема консольно-фрезерного станка общего назначения. [1, стр. 205 – 221].

Делительная головка ее устройство и способы ее настройки



(на непосредственное, простое, дифференциальное деление и на нарезание винтовых канавок). [1, стр. 221 – 224].

Особенности конструкций фрезерных станков с ЧПУ. Особенности привода главного движения и подачи. [1, т.2, стр. 225 – 232].

Тема 3.4. Зубообрабатывающие станки

В зависимости от обработки и применяемого инструмента различают следующие станки: зубофрезерные, зубодолбежные, зубострогальные, зубопротяжные, зубошевинговальные, зубошлифовальные, зубопритирочные, зубохонинговальные и зубозакругляющие.

По назначению зубообрабатывающие станки подразделяют на станки для нарезания цилиндрических колес с прямыми, косыми и шевронными зубьями, для нарезания червячных колес, зубчатых реек, конических колес (прямозубых и с криволинейными зубьями), шлицевых валов.

Зубчатые колеса нарезают в основном методом копирования или обкатывания (огибания).

Копирование основано на формообразовании режущим инструментом (резцом, пальцевой или дисковой фрезой, протяжкой, шлифовальным кругом), имеющим профиль режущих кромок, одинаковый с профилем впадины зуба обрабатываемого колеса.

Точность нарезания зубчатых колес методом копирования невысока, что объясняется погрешностями работы делительного механизма и изготовления инструмента.

При обкатывании (огибании) заготовка и зуборезный инструмент воспроизводят движение пары сопряженных элементов зубчатой или червячной передачи. Для этого инструменту придается форма зубчатого колеса, рейки или червяка. В процессе взаимного обкатывания заготовки и инструмента ему также сообщается движение резания. Режущие кромки инструмента, постепенно удаляя материал из впадины, образуют на ней зубья, профиль которых представляет огибающую последовательных положений режущей кромки инструмента. Это достигается с помощью кинематической связи между инструментом и заготовкой, выполняемой в большинстве случаев в виде кинематической цепи. Инструменты, работающие по методу обката, более универсальны, так как позволяют нарезать одним инструментом данного модуля колеса практически с любым числом зубьев.



Зубофрезерные станки. Способы формообразования на этих станках и структурные схемы. Основные узлы зубофрезерных станков. Кинематическая схема зубофрезерного станка, ее анализ и настройка цепей станка. [1, стр. 282 – 287].

Зубодолбежные станки. Формообразование на этих станках. Основные узлы зубодолбежных станков. Кинематическая схема зубодолбежного станка, ее анализ и настройка цепей станка. [2, т.2, стр. 422 – 429].

Станки для обработки конических колес с прямым и дуговым зубом. Формообразование на станках этого типа. Понятие о плоском коническом колесе и его конструктивном исполнении. Кинематические схемы станков для обработки конических колес, их анализ и настройка основных цепей. [1, стр. 288 – 294].

Тема 3.5. Станки для абразивной обработки

Шлифовальные станки предназначены для обработки наружных и внутренних цилиндрических, фасонных поверхностей и плоскостей деталей абразивным инструментом (шлифовальными кругами, брусками и шкуркой, пастами и пр.), обеспечивающие высокую точность размеров и геометрической формы и малую шероховатость поверхности деталей. На шлифовальные станки поступают главным образом заготовки после предварительной механической и термической обработки с минимальными припусками под обработку. В зависимости от назначения станки по классификации ЭНИМСа делят на девять типов [1, стр. 8, табл. 1]. Вид и конструкция шлифовального станка определяется схемой шлифования, учитывающей форму обрабатываемой поверхности и ее расположение относительно рабочей поверхности шлифовального круга (станки для шлифования периферией или торцом круга) при обработке, а также направлением движения подачи (продольно-шлифовальные и врезные станки), положением главного шпинделя (станки с горизонтальным и вертикальным шпинделями) и способу установки заготовки (центровые, патронные и бесцентровые). [1, стр. 251 – 279]

Плоскошлифовальные станки. Формообразование на этих станках. Основные и вспомогательные движения. Компонировка плоскошлифовальных станков: станины, стойки, столы, шпиндельные бабки, приборы правки. Приспособления, применяемые на плоскошлифовальных станках: магнитные столы и плиты с постоянными магнитами и электромагнитами. Кинематическая схема



плоскошлифовального станка. [1, стр. 278]

Круглошлифовальные станки. Формообразование на этих станках. Основные и вспомогательные движения. Компоновка круглошлифовальных станков. Кинематическая схема круглошлифовального станка. [1, стр. 274]

Внутришлифовальные станки. Формообразование на этих станках. Основные и вспомогательные движения. Конструктивные особенности узлов внутришлифовального станка, высокоскоростные головки и их опоры. Приспособления, применяемые на внутришлифовальных станках. [2, т.2, стр. 396 – 402]

Бесцентровошлифовальные станки. Формообразование. Основные и вспомогательные движения в бесцентровошлифовальных станках. [2, т.2, стр. 388 – 396]

Тема 3.6. Станки строгальные, долбежные, протяжные

Классификация строгальных станков. Движения формообразования в строгальных станках. Кинематическая схема поперечно-строгального станка. [1, стр. 241-248]

Долбежные станки. [3, стр. 199 – 200]

Классификация протяжных станков. Основные узлы горизонтально-протяжного станка. Кинематическая схема горизонтально-протяжного станка. Особенности протяжных станков для наружного протягивания. Станки непрерывного действия. [2, т.2, стр. 292 – 304]

Тема 3.7. Многоцелевые станки

Назначения станков. Операции, выполняемые на МС. Основные и вспомогательные движения в МС. Классификация МС. Особенности конструкций основных узлов МС. Устройства для накопления и смены инструмента. [1, стр. 319 – 332]

Тема 3.8. Агрегатные станки.

Назначение. Преимущества принципа агрегатирования. Операции, выполняемые на агрегатных станках. Компоновки агрегатных станков. [1, стр. 302 - 319]

Тема 3.9. Станки с электрофизическими и электрохимическими методами обработки

Станки для обработки ультразвуком, электроэрозионные



станки, станки для лазерной обработки. Назначение и принцип действия. [1, т.2, стр. 333 - 343]

Раздел 4. Оборудование ГПС

Тема 4.1 Автоматические линии. Гибкие производственные системы.

Назначение. Составляющие АЛ. Классификация АЛ по степени совмещения времени обработки, по количеству потоков, по числу типов одновременно обрабатываемых заготовок, по характеру транспортировки заготовок, по виду обрабатываемых заготовок. Автоматические линии для изготовления валов электродвигателей. Системы автоматических линий для изготовления подшипников качения.

ГПС как способ комплексной автоматизации изготовления деталей. Основные составляющие ГПС. Типовые компоновочные схемы расположения оборудования ГПС.

ГПМ. Назначение. Структура. Основные типы компоновок станков, входящих в ГПМ, предназначенных для обработки корпусных деталей.

РТК. Области применения. Типовые компоновки. Условия создания линий. [1, стр.344 - 388]

Раздел 5. Основы эксплуатации станков

Транспортирование и установка станков. Испытания станков. Паспортизация.

[1, стр.388 - 399]



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Схиртладзе А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств. Учебное пособие для студентов машиностроительных спец. вузов. /Схиртладзе А.Г., Новиков В.Ю.; Под. Ред Ю.М. Соломенцева.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2001.- ил. 407 с: ил.

Дополнительная:

2. Станочное оборудование автоматизированного производства. Т1 и Т2. Под ред. В.В. Бушуева – М.:Издательство «Станкин», 1994,- 656 с.

3. Власов С.Н., Годович Г.М, Черпаков Б.И. Устройство, наладка и обслуживание металлообрабатывающих станков и автоматических линий. Учебник для техникумов. – 2-е изд; перераб. И доп. –М.:Машиностроение, 1995.- 464 с.:ил.

4. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем.: Справочник –учебник. В 3-х т. Под общей редакцией А.С. Проникина.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение,1994.

5. Бушуев ВВ. Основы конструирования станков. – М: «Станкин», 1992 –226 с.



ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Для выполнения контрольной работы студенты должны ответить на два вопроса, которые выбираются по таблице №1 «Выбор номера вопроса» по двум последним цифрам зачетной книжки и решить пять задач.

Контрольная работа должна быть представлена в тетради в объеме до 24 стр., выполнена чисто и аккуратно, написана от руки с полями для замечаний рецензента. Страницы должны быть пронумерованы. В конце контрольной работы необходимо дать перечень использованной литературы (5-7 названий), указать дату выполнения работы.

Выбор номера вопроса

Таблица 1

После дня цифра	Предпоследняя цифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,7	2,8	3,9	4,10	5,11	6,12	7,35	8,40	9,45	10,50
1	11,2	12,1	13,33	14,35	15,37	16,39	17,42	18,44	19,46	20,49
2	21,3	22,32	23,34	24,36	25,38	26,40	27,43	28,45	29,47	30,48
3	31,4	32,5	33,6	34,13	35,14	36,15	37,16	38,17	39,18	40,19
4	41,20	42,21	43,22	44,23	45,24	46,25	47,25	48,27	49,27	50,29
5	50,30	49,31	48,32	47,33	46,7	45,8	44,9	43,10	42,11	41,12
6	40,13	39,14	38,15	37,16	36,17	35,18	34,19	33,1	32,2	31,3
7	30,4	29,5	28,6	27,50	26,49	25,48	24,47	23,46	22,45	21,44
8	20,43	19,42	18,41	17,40	16,39	15,38	14,37	13,37	12,35	11,34
9	10,33	9,32	8,31	7,2	6,20	5,21	4,22	3,23	2,24	1,25

Контрольные вопросы

1. Классификация оборудования по технологическому назначению и видам обработки.
2. Классификация по степени специализации и автоматизации, по точности.
3. Движения в металлорежущих станках. Уравнение кинематического баланса. Привести примеры уравнений.
4. Параметры движения в пространстве и времени. Структурные схемы.



5. Образование поверхности.
6. Методы нарезания зубчатых колёс.
7. Зубодолбёжные станки. Движения формообразования на этих станках. Основные узлы зубодолбёжного станка. Кинематическая схема зубодолбёжного станка, её анализ и настройка цепей станка.
8. Зубофрезерные станки. Способы формообразования на этих станках и структурные схемы. Основные узлы зубофрезерных станков. Кинематическая схема зубофрезерного станка, её анализ и настройка цепей станка.
9. Станки для обработки конических колёс. Формообразование зубострогальных станков.
10. Токарные станки. Методы образования поверхности на токарных станках. Основные и вспомогательные движения в токарных станках. Основные узлы станков. Приспособления для закрепления заготовок на токарных станках.
11. Кинематическая схема токарно-винторезного станка общего назначения. Наладка станка на нарезание метрической, дюймовой и модульной резьбы. Наладка станка на обработку конических поверхностей. Привести примеры
12. Токарные автоматы и полуавтоматы. Классификация токарных автоматов. Одношпиндельные токарные автоматы (фасонно-отрезные, автоматы продольного точения, токарно-револьверные автоматы). Многошпиндельные токарные автоматы (параллельного и последовательного действия).
13. Кинематическая схема токарно-револьверного автомата.
14. Одношпиндельные токарные полуавтоматы (многорезцовые, копировальные, многорезцово-копировальные).
15. Токарно-револьверные станки Конструктивные особенности привода главного движения и привода подач токарно-револьверных станков, средства автоматизации переключения частот вращения шпинделя и выбора величин подач. Автоматизация зажима и подач пруткового материала.
16. Карусельные станки. Особенности их компоновки. Одностоечные и двухстоечные карусельные станки. Особенности привода главного движения карусельных станков.
17. Сверлильные станки. Классификация. Основные и вспомогательные движения в сверлильных станках. Основные узлы сверлильных станков. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка.



18. Радиально-сверлильные станки. Кинематическая схема радиально-сверлильного станка.

19. Расточные станки общего назначения. Основные и вспомогательные движения в расточных станках. Основные узлы расточных станков. Кинематическая схема горизонтально-расточного станка.

20. Координатно-расточные станки. Их компоновка и основные узлы.

21. Алмазно-расточные станки. Основные узлы. Особенности конструкций алмазно-расточных станков.

22. Станки строгально-протяжной группы. Классификация строгальных станков. Движения формообразования в строгальных станках. Кинематическая схема поперечно-строгального станка. Долбежные станки.

23. Классификация протяжных станков: основные узлы горизонтально-протяжного станка. Кинематическая схема горизонтально-протяжного станка. Особенности протяжных станков для наружного протягивания и непрерывного действия.

24. Фрезерные станки. Основные и вспомогательные движения во фрезерных станках. Компоновка фрезерных станков. Консольно-фрезерные станки (универсальные, широкоуниверсальные, горизонтальные, вертикальные). Бесконсольно-фрезерные станки. Продольно-фрезерные станки. Карусельно-фрезерные станки. Барабанно-фрезерные станки.

25. Основные узлы фрезерных станков. Кинематическая схема консольно-фрезерного станка общего назначения. Приспособления, применяемые на фрезерных станках общего назначения. Накладные поворотные столы, тиски, делительные головки. Способы крепления фрез в шпинделях станков. Делительная головка её устройство и способы её настройки (на непосредственное деление, простое, дифференциальное деление).

26. Шлифовальные станки. Особенности обработки абразивным инструментом. Классификация шлифовальных станков по назначению. Формообразование на этих станках. Основные и вспомогательные движения.

27. Круглошлифовальные станки. Основные узлы. Приспособления, применяемые на круглошлифовальных станках: поводковые устройства, оправки, патроны. Устройства для балансировки шлифовального круга.

28. Плоскошлифовальные станки. Формообразование на этих станках. Основные и вспомога-



новка плоскошлифовальных станков: станины, стойки, столы, шпиндельные бабки, приборы правки. Приспособления, применяемые на плоскошлифовальных станках: магнитные столы и плиты с постоянными магнитами и электромагнитами. Кинематическая схема плоскошлифовального станка.

29. Внутришлифовальные станки. Формообразование на этих станках. Основные и вспомогательные движения. Конструктивные особенности узлов внутришлифовального станка, высокоскоростные головки и их опоры. Приспособления, применяемые на внутришлифовальных станках.

30. Бесцентровошлифовальные станки. Формообразование. Основные и вспомогательные движения в бесцентровошлифовальных станках.

31. Многоцелевые станки. Назначение станков. Операции, выполняемые на станках. Основные и вспомогательные движения. Устройства для накопления и автоматической смены инструментов. Устройства для автоматизированной загрузки заготовок на стол станка.

32. Агрегатные станки. Назначение. Преимущества принципа агрегатирования. Операции, выполняемые на агрегатных станках. Основные узлы агрегатных станков.

33. Станки для обработки ультразвуком, электроэрозионные станки, станки для лазерной обработки. Назначение и принцип действия.

34. Критерии качества станков. Требования, обеспечиваемые при проектировании станков.

35. Этапы проектирования станков.

36. Определение основных технических характеристик проектируемого станка. Ряды чисел оборотов шпинделей станков.

37. Стандартные значения знаменателя. Стандартные ряды чисел оборотов шпинделей. Выбор значений знаменателей рядов чисел оборотов шпинделя. Определение мощности двигателя.

38. Основные кинематические зависимости для привода шпинделя (число ступеней скорости, диапазон регулирования, уравнение настройки привода).

39. Кинематический расчёт коробок скоростей. Структурные сетки, графики чисел оборотов. Графоаналитический метод.

40. Определение чисел зубьев зубчатых колёс (методом наименьшего кратного и табличным методом).

41. Требования, предъявляемые к коробкам скоростей. Конструктивное оформление коробок скоростей.



42. Механизмы коробок скоростей. Типы коробок скоростей, их достоинства и недостатки.
43. Бесступенчатое регулирование чисел оборотов. Способы регулирования. Достоинства и недостатки.
44. Шпиндели и их опоры. Требования, предъявляемые к шпинделям станков. Материалы и конструкции шпинделей. Опоры шпинделей. Требования, предъявляемые к опорам шпинделей.
45. Расчет шпинделей на жесткость и виброустойчивость.
46. Приводы подач. Назначение и требования, предъявляемые к приводу подач.
47. Структура электромеханического привода подачи со ступенчатым регулированием.
48. Типы коробок подач. Достоинства и недостатки.
49. Базовые узлы станков. Назначения базовых узлов и предъявляемые к ним требования. Материалы для базовых деталей.
50. Системы управления станками. Понятие об управлении станками. Средства для контроля, диагностики и адаптивного управления станочным оборудованием.

Задача 1

Расчитать наладку специализированного токарно-винторезного станка для обтачивания заготовки диаметром d , мм, со скоростью резания V , м/мин. Приводной электродвигатель имеет частоту вращения $n_{э\text{ дв}}$, мин⁻¹, передаточное отношение постоянных (зубчатых и ременных) передач главного привода $i_{\text{пост}}$. Чтобы станок был налажен в соответствии с условием задачи, необходимо, подобрать сменные зубчатые колеса коробки скоростей.

Исходные данные задачи 1

Таблица 2

Исходные данные	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	90	100	150	200	250	300	350	400	95	120
V , м/мин	150	160	170	180	90	100	110	96	140	150
	Последняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n_{э\text{ дв}}$, мин ⁻¹	1500	3000	1450	1440	2990	1480	1500	3000	1450	1480
$i_{\text{пост}}$	1/5	1/6	1/3	1/4	1/7	1/4	1/5	1/4	1/2	1/3



Комплекты сменных колес для токарных станков: 20, 24, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 44, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 68, 70, 71, 72, 75, 76, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 113, 120, 127.

Задача 2

Подсчитать сменные зубчатые колеса на нарезание точной метрической резьбы на токарно-винторезном станке с шагом ходового винта $P_{ХВ} = 12$ мм и постоянным передаточным отношением $i_{пост}$.

Исходные данные задачи 2

Таблица 3

Исходные данные	Последняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Шаг резьбы	2,25	3,2	2,4	3,5	4,2	2,2	2,7	3,9	2,7	4,6
	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$i_{пост}$	0,5	0,7	0,4	0,2	0,3	0,6	0,3	0,1	0,8	0,9

При нарезании точной (по шагу) резьбы коробка подач из кинематической цепи отключается. Настройка станка на необходимый шаг нарезаемой резьбы производится методом подбора сменных зубчатых колес гитары из имеющегося или заранее заказанного (изготовленного) набора.

Конечные звенья кинематической цепи: *шпиндель с заготовкой* — *ходовой винт* (1 оборот шпинделя $\rightarrow P_p$): $1 \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot 12 = p_p$.

Формула настройки гитары сменных зубчатых колес имеет вид:

$$i_{см} = \frac{K}{L} \frac{M}{N} = \frac{P_p}{8}$$

Задача 3

Наладить гитару сменных зубчатых колес деления и обката зубодолбежного станка мод. 5140. Проверить условия сцепляемости. Гитара сменных зубчатых колес настраивается из условия, что при повороте долбяка на $1/z_d$ — часть оборота заготовка повернется на $1/z_{заг}$ — оборота, где z_d и $z_{заг}$ — числа зубьев долбяка и нарезаемого зубчатого колеса.



Конечные звенья данной кинематической цепи: шпиндель с долбяком — стол с заготовкой.

Расчетные перемещения конечных звеньев имеют вид

$$\frac{1}{Z_D} \rightarrow \frac{1}{Z_{заг}}$$

Расчетные перемещения конечных звеньев связывают уравнением кинематического баланса данной цепи; движение деления и обката

$$\frac{1}{Z_D} \frac{90}{1} \frac{56}{46} \frac{54}{54} \frac{a}{c} \frac{33}{33} \frac{32}{32} \frac{38}{56} \frac{1}{190} = \frac{1}{Z_{заг}}$$

Неизвестным в данном уравнении является механизм наладки — гитара сменных зубчатых колес $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$, передаточное отношение которой определяется по формуле

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{2Z_D}{Z_{заг}}$$

При наладке гитары следует учесть, что

$$a + b = 40 + 80 = 120;$$

$$c = k \cdot 2z_{\partial},$$

где $k = 1; 2$.

Набор сменных зубчатых колес гитары деления и обката: 24, 30, 30, 32, 36, 38, 40, 40, 44, 45, 46, 48, 50, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 70, 72, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 120.

Межцентровое расстояние L между ведущим валом зубчатого колеса a и ведомым валом зубчатого колеса d на станке модели 5149 находится в пределах: $220 > L \geq 160$.

Модуль сменных зубчатых колес станка $m = 1,5$ мм.

Определяется межцентровое расстояние L , которое обеспечивают подобранные сменные зубчатые колеса:



$$L = \left[\left(\frac{a+b}{2} \right) + \left(\frac{c+d}{2} \right) \right] m.$$

Исходные данные задачи 3

Таблица 4

Исходные данные	Последняя цифра зачетной книжки									
	1	1	2	1	1	19	15	1	20	2
Z_d	7	8	0	5	7			9		1
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль m , мм	2	3	4	5	6	3,5	4,5	6	2,5	3
Предпоследняя цифра зачетной книжки										
Z_3	4	4	4	5	6	72	70	6	66	5
	0	2	4	2	0			8		6
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Задача 4

Наладить гитары деления и дифференциала на станке модели 53А30. Определить угол наклона фрезерного суппорта.

Исходные данные задачи 4

Таблица 5

Исходные данные	Последняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число заходов фрезы Z	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2
Модуль m , мм	2,5	3	4	2	3,5	4	5	1,5	2	3
Угол наклона зуба колеса β , °	0	15	30	15	0	15	30	15	15	30
Предпоследняя цифра зачетной книжки										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9



Z_3	80	90	82	100	60	72	70	68	70	56
Диаметр фрезы $d_{a0}, \text{мм}$	80		90		100		112		140	
Угол подъема винтовой линии фрезы $\psi, ^\circ$	0°50'		1°22'		1°33'		2°10'		2°17'	

Наладка гитары обката и деления производится в зависимости от числа нарезаемых зубьев по формуле

$$\frac{a c}{b d} = \frac{24Z}{z},$$

где Z – число заходов фрезы; z – число зубьев нарезаемого колеса.

Проверка условий сцепляемости

$$a + b \geq c + (20...24);$$

$$c + d \geq b + (20...24);$$

$$a + b = 96$$

$$A \geq 190.$$

Наладка гитары дифференциала производится по формуле

$$\frac{k r}{l s} = \frac{6 \sin \beta}{m_n Z},$$

где β – угол спирали нарезаемого колеса, град; m_n – нормальный модуль нарезаемого колеса, мм; Z – число заходов червячной фрезы.

Проверка условий сцепляемости



$$k + l \geq r + 25;$$

$$300 > k + l + r + s > 226;$$

$$r + s > l + 25;$$

$$k + l > 96$$

$$r + s > 100.$$

Набор сменных зубчатых колес, поставляемых со станком ($m=2$ мм):

$z = 24, 25, 27, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 48$ (4 шт.), $49, 50, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62$ (3 шт.), $63, 64, 65, 67, 69, 70, 71, 72$ (2 шт.), $73, 74, 75, 77, 79, 82, 83, 85, 86, 87, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 100$.

Угол наклона фрезерного суппорта определяется по формуле

$$\lambda = \beta \pm \nu,$$

где λ - угол наклона фрезерного суппорта, град; β – угол спирали нарезаемого колеса, град; ν - угол подъема винтовой линии фрезы, град.

Задача 5

Произвести кинематический расчет коробки скоростей. При этом требуется: произвести расчет структуры привода; построить графики чисел оборотов; рассчитать передаточные отношения привода; определить числа зубьев зубчатых колес (табличным методом), определить действительные частоты привода и построить кинематическую схему привода.



Исходные данные

Таблица 6

Исходные данные	Последняя цифра зачетной книжки									
Число частот вращения шпинделя Z	9		12			8			16	
Знаменатель геометрического ряда φ	1,12	1,26	1,12	1,26	1,41	1,26	1,12	1,41	1,12	1,06
n_{max} , об/мин	1600	2500	1250	1000	2000	2000	1800	1000	1400	1320
	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полезная мощность привода $N_{эф}$, кВт	3,2	1,2	5,2	3,3	4,6	5,6	7,1	1,1	1,3	1,7
Тип станка	Токарно-винторезный			Горизонтально-фрезерный			Вертикально-сверлильный			