

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Металлорежущие станки»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

АННОТАЦИЯ

Методические указания предназначены для изучения устройства и настройки оборудования машиностроительных производств и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Металлорежущие станки». Содержат методику выполнения работ. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, направленность (профиль) подготовки: "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр

Составитель: к.т.н., доцент Сидоренко С. А.

Рецензент: к.т.н. Землянушнова Н.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	Error! Bookmark not defined.
1 Типовые механизмы металлорежущих станков	4
2 Настройка токарно-винторезного станка на нарезание резьбы	38
3 Изучение конструкции и настройки станка радиально-сверлильного модели 2К522-03	51
4 Изучение конструкции и настройки инструментального фрезерного станка модели JTM-1230W3	65
5 Широкоуниверсальный консольно -фрезерный станок модели 6Р82Ш	76
6. Универсальный круглошлифовальный станок 3У12РА.....	86

1 Типовые механизмы металлорежущих станков

Цель работы

Изучить устройство и области применения типовых механизмов металлорежущих станков.

Теоретическая часть

Типовые механизмы металлорежущих станков предназначены для обеспечения элементарных движений исполнительных органов станков.

Типовые механизмы подразделяются на:

- 1 Механизмы для ступенчатого изменения частоты вращения.
- 2 Приводы для бесступенчатого изменения частоты вращения.
- 3 Механизмы для реверсивного движения.
- 4 Механизмы для преобразования вращательного движения в прямолинейно-поступательное движение.
- 5 Механизмы для получения прерывистого движения.
- 6 Типовые механизмы самовыключения, обгона, планетарные.

2.1 Механизмы для ступенчатого изменения частоты вращения

2.1.1 Многоскоростной асинхронный двигатель (рисунок 2.1)

Применение скоростных электродвигателей значительно упрощает механическую часть привода, однако увеличивает стоимость привода. Поэтому целесообразность применения многоскоростного электродвигателя должна подтверждаться экономическим обоснованием.

Многоскоростной электродвигатель позволяет осуществлять переключение частот вращения на ходу, поэтому применяется, в основном, в комбинации с электронными муфтами.

Применяются электродвигатели со следующими частотами

вращения:

- двухскоростные: 3000/1500; 1500/150;
- трехскоростные: 3000/1500/1000;
- четырехскоростные: 3000/1500/1000/750;

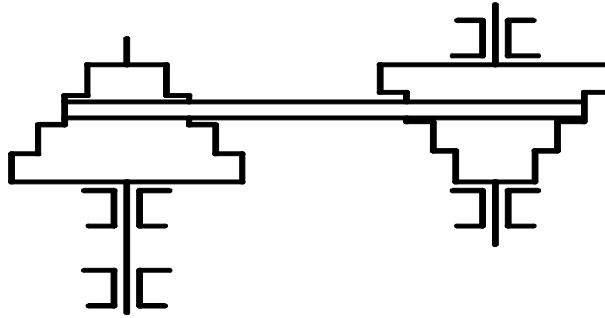


Рисунок 2.1 – Схема многоскоростного асинхронного двигателя

2.1.2 Ступенчато-шкивный привод (рисунок 2.2)

Изменение частоты вращения с помощью ступенчатых шкивов достигается перестановкой ремня с одной ступени на другую.

Для того чтобы ремень без натяжения устройства мог передать крутящий момент, сумму диаметров сопряженных шкивов делают постоянной на всех ступенях.

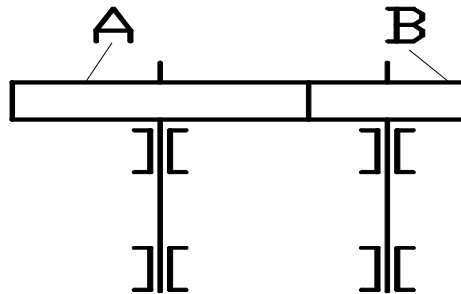


Рисунок 2.2 – Схема ступенчато-шкивного привода

2.1.3 Парноосменные колёса (рисунок 2.3)

В станках для массового и крупносерийного производства, а также в

специализированных станках для изменения частоты вращения используются парносменные зубчатые колеса А и В.

В зависимости от требуемого количества скоростей к станку прилагается комплект сменных зубчатых колес, пользуясь которым получают геометрический ряд частот вращения шпинделя. Количество скоростей равно количеству сменных зубчатых колес. Не рекомендуются принимать передаточное отношение шпинделя. Количество скоростей равно количеству сменных зубчатых колес. Не рекомендуются принимать передаточное отношение $i = 1,0$.

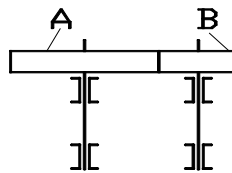


Рисунок 2.3 – Схема парносменных колёс

2.1.4 Шестеренные коробки скоростей (рисунок 2.4)

Изменение частоты вращения ведомого вала коробок достигается за счет включения в работу той или иной комбинации зубчатых колес.

Применяются различные способы включения зубчатых колес в работу:

а) Применение подвижных блоков шестерен (позиция 1, 2, 3). Передача проста по конструкции, колеса не находятся в постоянном зацеплении, но не возможно переключение на ходу, наблюдается износ торцов зубьев в результате ударов при переключении; зубья цельных блоков зубчатых колес невозможно шлифовать.

б) Использование кулачковых (позиция 4, 5), фрикционных (позиция 6), зубчатых, электромагнитных и т. п. муфт.

Работоспособность передачи определяется работоспособностью муфт. В ряде случаев появляется возможность переключения скоростей на ходу

(позиция 5,6). Однако, в большинстве случаев зубчатые колеса находятся в постоянном зацеплении, что увеличивает износ передач и тепловыделения.

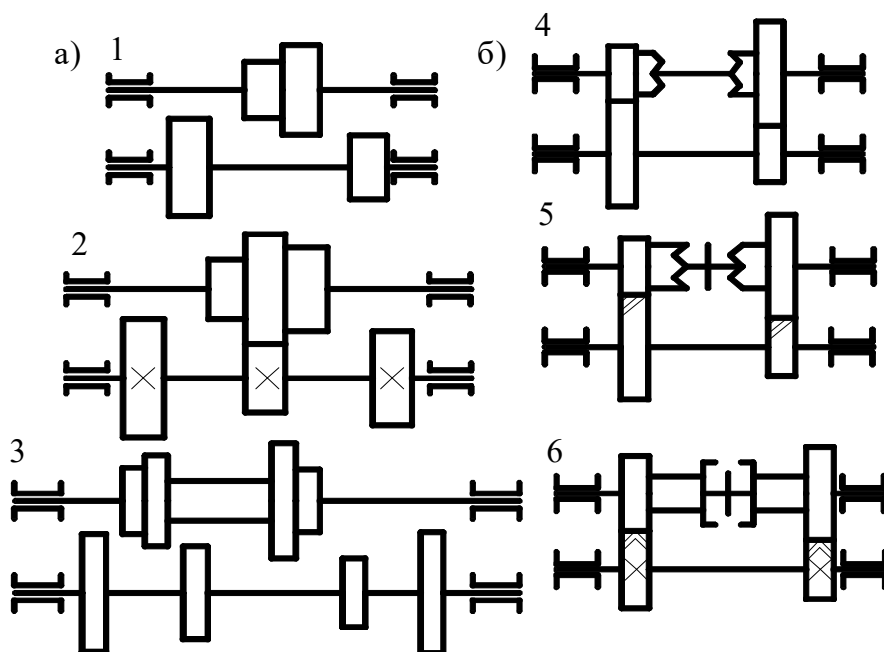


Рисунок 2.4 – Схема шестерённых коробок передач

2.1.5 Переборные устройства (рисунок 2.5)

В настоящее время вследствие повышения быстроходности станков и использования разделенных приводов (когда коробка скоростей монтируется отдельно от шпиндельного узла) переборные устройства находят достаточно широкое применение.

Передача работает следующим образом:

движение «напрямую» — при включении муфты влево, движение передается от ременной передачи непосредственно на шпиндель.

движение «через перебор» — при включении муфты вправо движение передается от ременной передачи через перебор на шпиндель.

Перебор позволяет вдвое увеличить количество частот вращения шпинделя и понизить его частоту вращения до 16 раз.

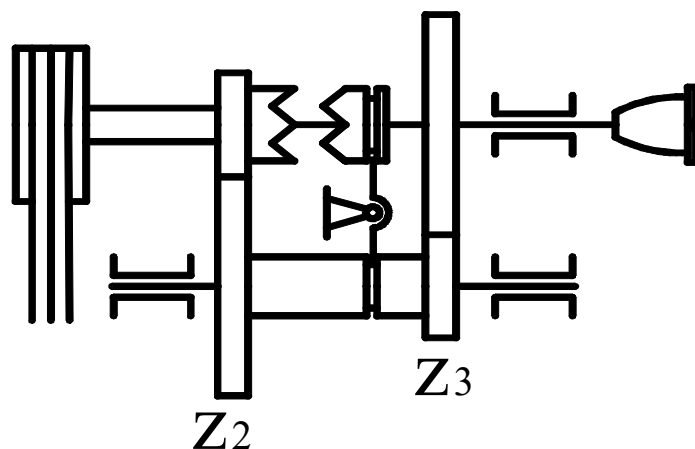


Рисунок 2.5 – Схема переборного устройства

2.1.6 Гитара сменных колес (рисунок 2.6)

В тех случаях, когда необходимо обеспечить изменение частоты вращения в широком диапазоне с большим количеством скоростей и при точном передаточном отношении, используют гитару сменных зубчатых колес.

Особенно широкое применение этот механизм нашел в приводах делительных цепей и обкатки, реже он встречается в приводах подачи.

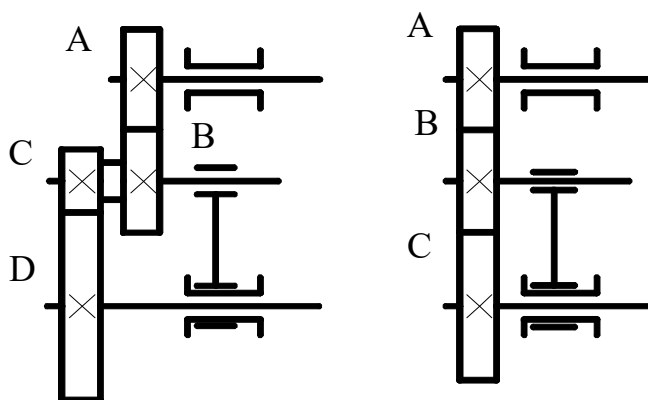


Рисунок 2.6 – Схема гитары сменных колёс

2.1.7 Механизм с вытяжной шпонкой (рисунок 2.7)

Механизм встречается в коробках подач, например, сверлильных станков. Однако передача обладает малой жесткостью, узкая шпонка передает малые крутящие моменты и все шестерни находятся в постоянном зацеплении.

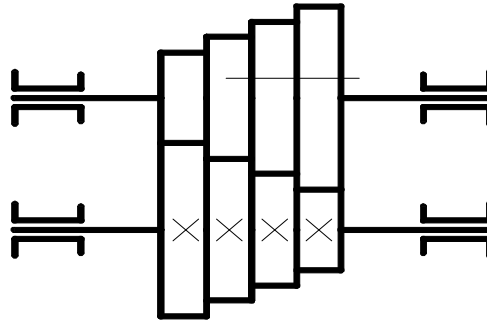


Рисунок 2.7 – Схема механизма с вытяжной шпонкой

2.1.8 Передача накидной шестерней (передача Нортон) (рисунок 2.8)

Передача применяется в коробках подач, применяемых для нарезания резьбы. В данном случае нет необходимости точно выдерживать сумму зубьев между валами, поэтому передаточное отношение передачи может быть выбрано произвольным.

Передача обладает малой жесткостью.

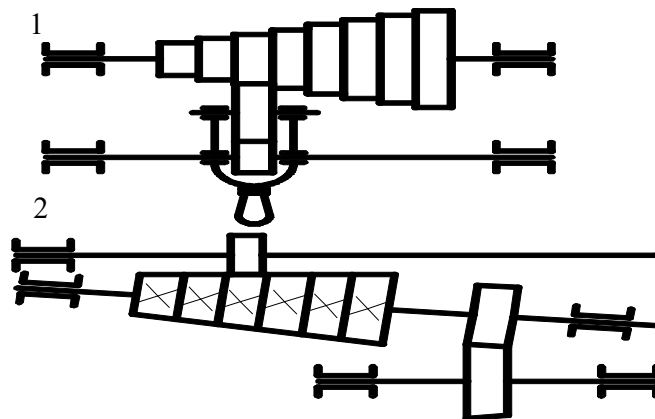


Рисунок 2.8 – Схема передачи накидной шестерней (передача Нортон)

2.1.9 Механизм Меандр (рисунок 2.9)

Механизм состоит из одинаковых блоков $Z_1 - Z_2$. Передача удобна тем, что может обеспечить передаточные отношения расположенные по геометрическому ряду с большим знаменателем прогрессии, например, $f = 2$.

Поэтому механизм используется как множительный, удваивающий полученную частоту вращения.

Передаточное отношение механизма при положении шестерни Z_0 , снимающей движение в ряду K , считая слева, определяется по зависимости:

$$I_K = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^{K-1} \cdot \frac{Z_2}{Z_0}.$$

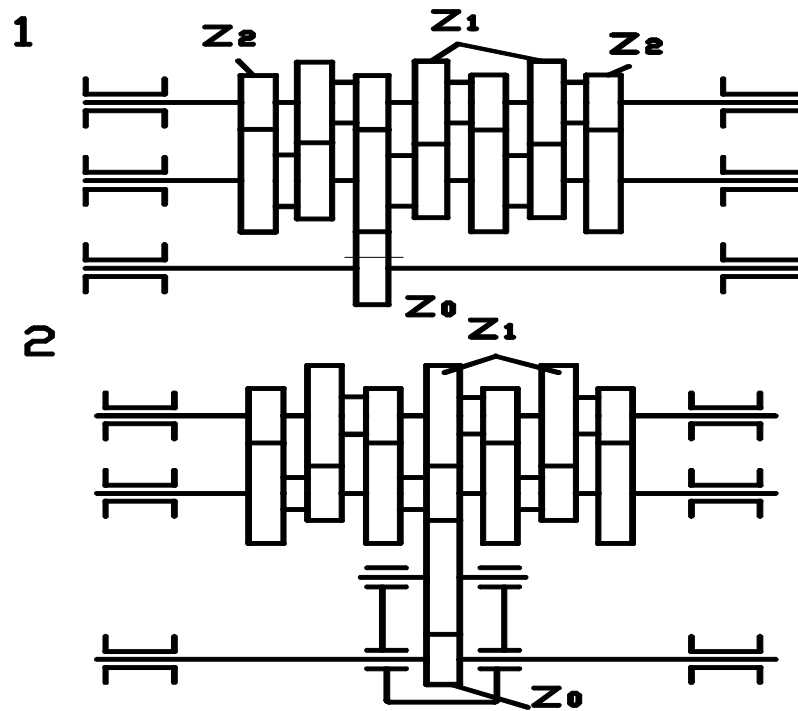


Рисунок 2.9 – Схема механизма Меандр

2.2 Приводы для бесступенчатого изменения частоты вращения

2.2.1 Вариатор с раздвижными конусами (рисунок 2.10)

В качестве связи C применяются стандартные или специальные клиновые ремни, специальная цепь или стальное кольцо трапецевидного сечения. Плавное изменение частоты вращения выходного шкива $Ш$ в

диапазоне 4 – 8 достигается путем одновременного раздвигания одной и сближения другой пары конусов. При этом изменяются радиусы рабочей части ведущих $\text{Ш}_{\text{к1}}$ и ведомых $\text{Ш}_{\text{к2}}$ конусов от $R_{\min}$ до $R_{\max}$.

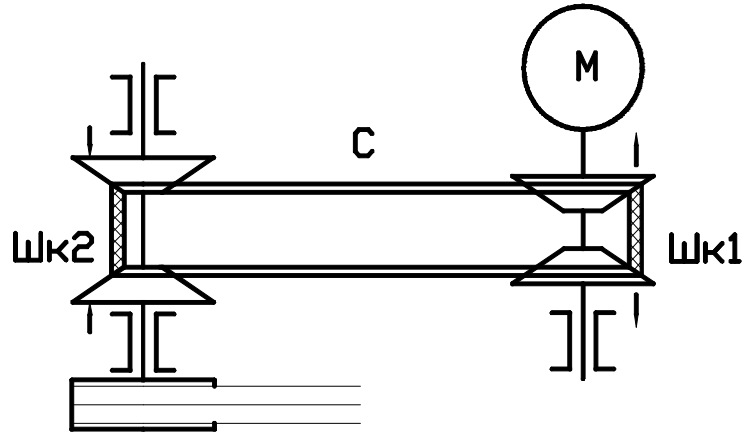


Рисунок 2.10 – Схема вариатора с раздвижными конусами

2.2.2 Сдвоенный торцовый вариатор (рисунок 2.11)

Движение от электродвигателя M и вала I через диск D_1 , подвижной ролик P_K с радиусом R и диск D_2 передается валу III . Бесступенчатое изменение частоты вращения вала III в диапазоне 20 – 25 и выше достигается за счет перемещения P_K вдоль вала II . При этом рабочие радиусы диска будут меняться от $R_{\min}$ до $R_{\max}$.

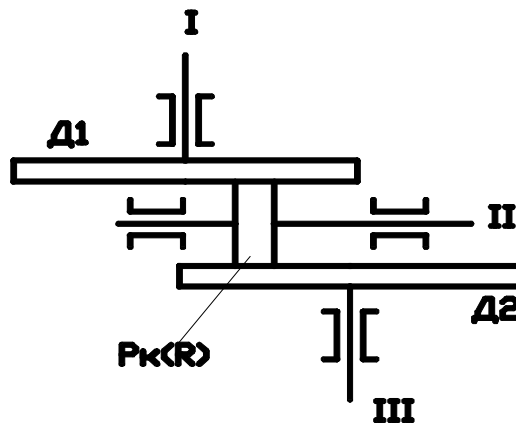


Рисунок 2.11 – Схема сдвоенного торцового вариатора

2.2.3 Торойдный вариатор (рисунок 2.12)

На валу свободно насажены торойдные шкивы – ведущий Ш_{Т1} и ведомый Ш_{Т2}, связанные между собой сферическими дисками Д_с. Последние свободно вращаются на поворотных цапфах. При указанном на схеме положении сферических дисков вращение от ведущего торойдного шкива на ведомый передается с большего диаметра $D_{\max}$ меньшему диаметру $D_{\min}$. При повороте цапф со сферическими дисками Д_с в положение, указанное на схеме штриховой линией, вращение будет передаваться с меньшего диаметра ведущего шкива большему диаметру ведомого шкива. Бесступенчатое изменение частоты вращения шкива Ш достигается поворотом цапф со сферическими дисками Д_с.

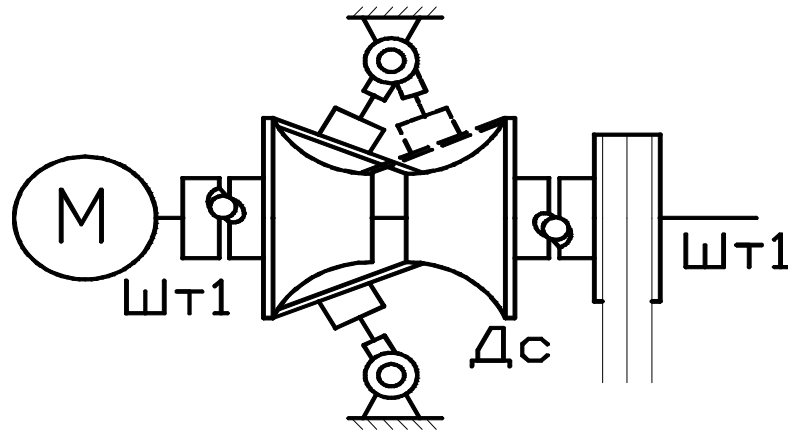


Рисунок 2.12 – Схема торойдного вариатора

2.2.4 Вариатор с наружным и внутренним коническими шкивами (рисунок 2.13)

От электродвигателя М и вала I движение через наружный конический шкив Ш_{к.н.} и шкив Ш_{к.в.} внутренней конической поверхностью передаются валу II и далее через передачу $Z_1 - Z_2$ – на валу III. Вал I совместно со шкивом Ш_{к.н.} может перемещаться вдоль образующей своего конуса, благодаря чему рабочий радиус шкива Ш_{к.н.} меняется от $R_{1\min}$ до $R_{1\max}$. При этом передаточное отношение вариатора изменяется в диапазоне 3 – 4.

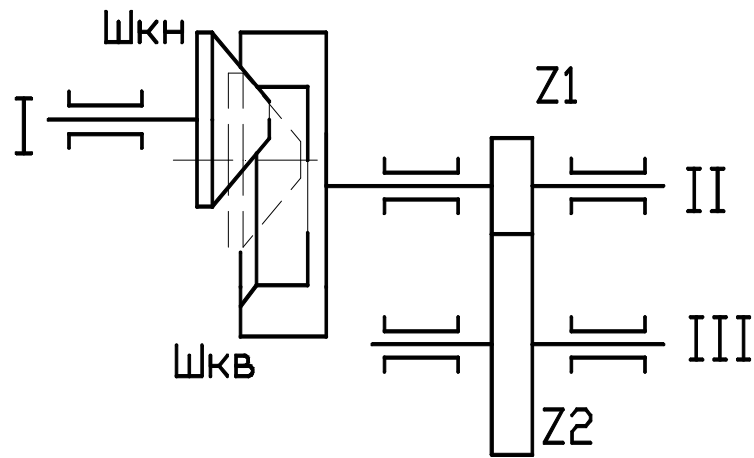


Рисунок 2.13 – Схема вариатора с наружным и внутренним коническими шкивами

2.2.5 Торцоконический вариатор (рисунок 2.14)

В этом вариаторе вал I с коническим шкивом Ш_к находится в постоянном контакте с торцовой поверхностью диска Д радиусом R_2 , который передает вращение валу II и через коническую передачу $Z_1 - Z_2$ – ведомому валу III. Для бесступенчатого изменения частоты вращения вала III предусмотрена возможность перемещения вала I с коническим шкивом Ш_к вдоль его образующей, что позволяет изменять рабочий радиус конического шкива от R_{Imin} до R_{Imax} .

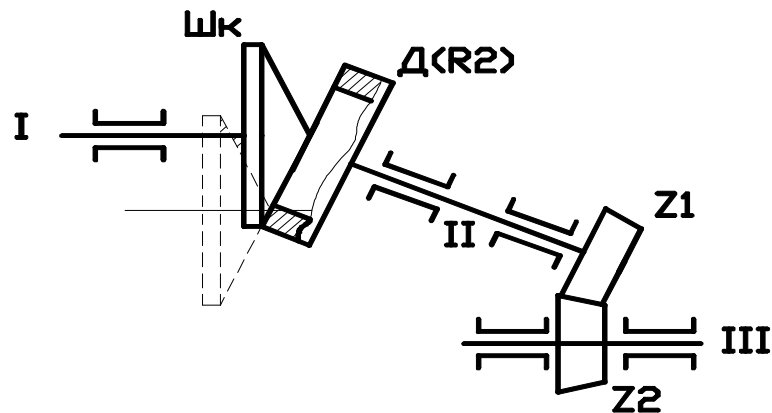


Рисунок 2.14 – Схема торцоконического вариатора

2.2.6 Сферический вариатор (рисунок 2.15)

Отличительным признаком этого вариатора является применение шкива $\text{Ш}_С$ со сферической поверхностью, которая имеет контакт с конической поверхностью шкива $\text{Ш}_К$. При изменении угла наклона оси электродвигателя M со сферическим шкивом $\text{Ш}_С$ изменяются рабочие радиусы как сферического (от R_{Imin} до R_{Imax}), так и конического шкивов (от $R_{2\text{min}}$ до $R_{2\text{max}}$), что обеспечивает более широкий диапазон передаточного отношения вариатора в пределах от 9 до 16.

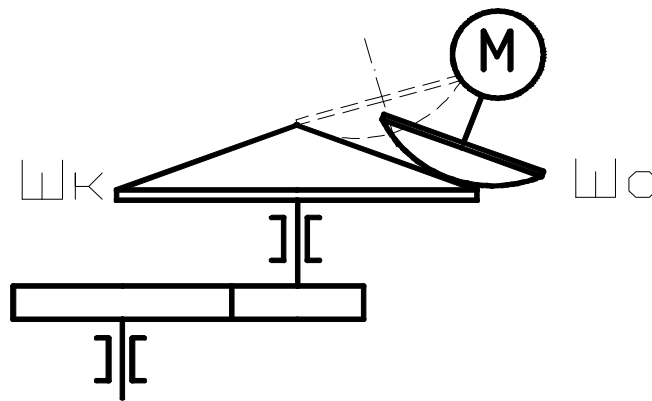


Рисунок 2.15 – Схема сферического вариатора

2.2.7 Генератор-двигатель (рисунок 2.16)

Система генератор-двигатель состоит из асинхронного двигателя M_1 , Генератора Γ , возбудителя B и рабочего двигателя M_2 постоянного тока. Возбудитель B представляет собой маломощный генератор с самовозбуждением, который предназначен для питания обмотки возбуждения ОВГ генератора Γ и обмотки возбуждения ОВД электродвигателя M_2 . Диапазон изменения частоты вращения равен 10 – 16.

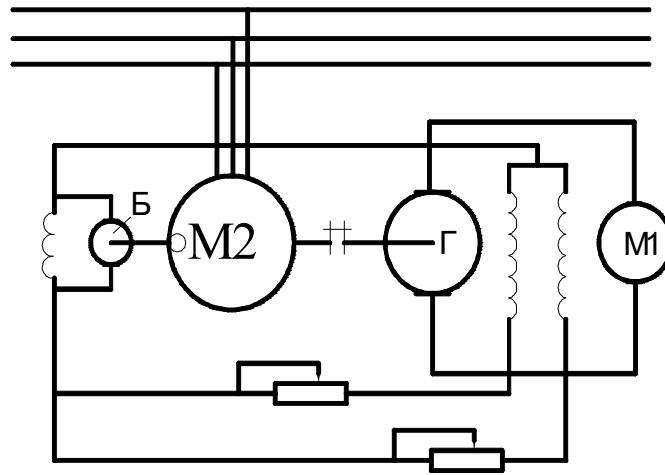


Рисунок 2.16 – Схема генератора-двигателя

2.2.8 Электромагнитный усилитель (рисунок 2.17)

За счет изменения сопротивления R_1 в обмотке 1ЭМУ можно менять величину и направление тока. На обмотку 2ЭМУ подается питание с тахогенератора Γ_T , установленного на валу электродвигателя M_2 . Таким образом, в цепи создается напряжение пропорциональное разности потоков в обмотках возбуждения 1ЭМУ и 2ЭМУ. Это напряжение подается на обмотку возбуждения ОВГ генератора. ЭМУ обеспечивает возможность бесступенчатого изменения скорости движения рабочих органов станков в широком диапазоне (400 – 1000).

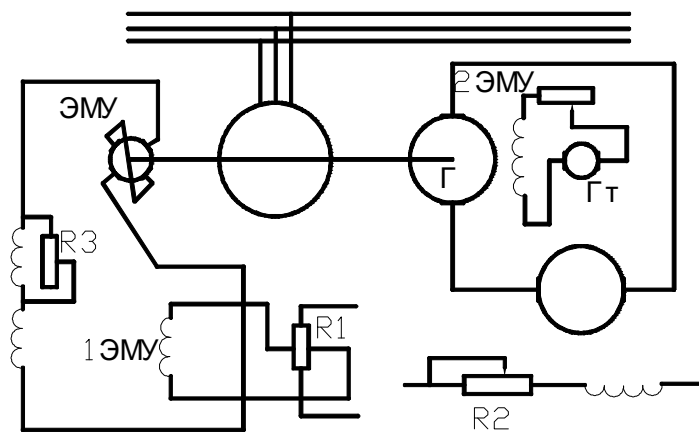


Рисунок 2.17 – Схема электромагнитного усилителя

2.2.9 Гидравлические приводы (рисунок 2.18)

Асинхронный электродвигатель переменного тока M соединен с гидравлическим насосом H_p . Последний подает масло через дроссель D в гидравлический двигатель M_p , соединенный с рабочими органами станка. Бесступенчатое изменение частоты вращения шкива $Ш$ осуществляется за счет изменения количества масла, как подаваемого насосом, так и потребляемого гидравлическим двигателем на каждый его оборот.

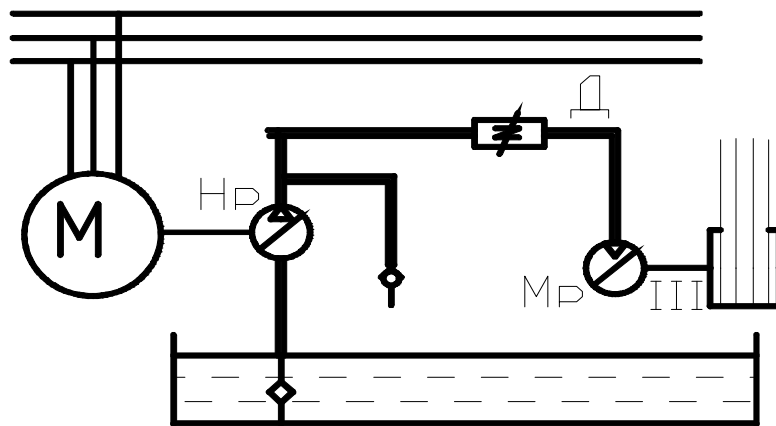


Рисунок 2.18 – Схема гидравлического привода

3.1 Механизмы для реверсивного движения.

3.1.1 Реверсированием электродвигателем (рисунок 3.1)

Если допускается реверсирование всей цепи, то изменение направления движения рабочего органа может быть осуществлено реверсированием вращения ротора электродвигателя. Для асинхронного электродвигателя трехфазного тока в этом случае достаточно поменять местами две фазы (поз. а), а для реверсирования электродвигателя постоянного тока изменить полярность тока (поз. б).

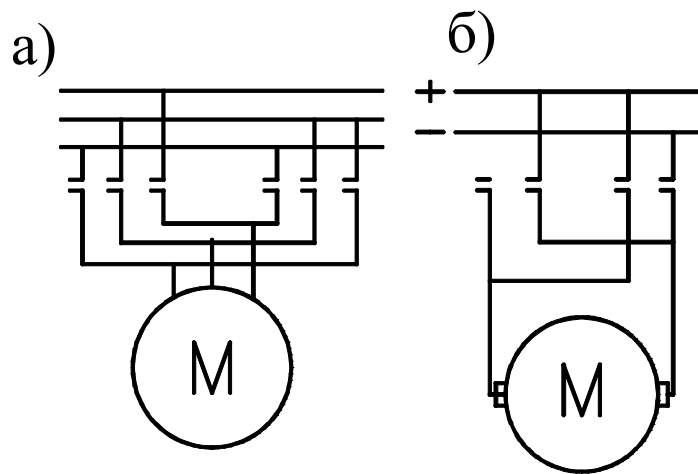


Рисунок 3.1 – Схема реверсирования электродвигателем

3.2 Реверс с двумя паразитными колесами (рисунок 3.2)

Этот реверс состоит из четырех цилиндрических зубчатых колес, смонтированных в подвижной рамке P , которая может находиться в трех положениях. В первом положении (позиция а) вращение от ведущего колеса Z_1 к ведомому колесу Z_4 передается через паразитные зубчатые колеса Z_2 и Z_3 и поэтому зубчатое колесо Z_4 вращается в направлении, противоположном направлению вращения зубчатого колеса Z_1 . Во втором положении (позиция б) ведущее зубчатое колесо Z_1 не зацепляется ни с одним из паразитных колес и поэтому ведомое колесо Z_3 непосредственно входит в зацепление с ведущим зубчатым колесом Z_1 , а зубчатое колесо Z_2 вращается вхолостую, не принимая участия в передаче движения. В этом случае ведущее и ведомое колеса вращаются в одну и ту же сторону. В нужное положение рама P устанавливается рукояткой P_K .

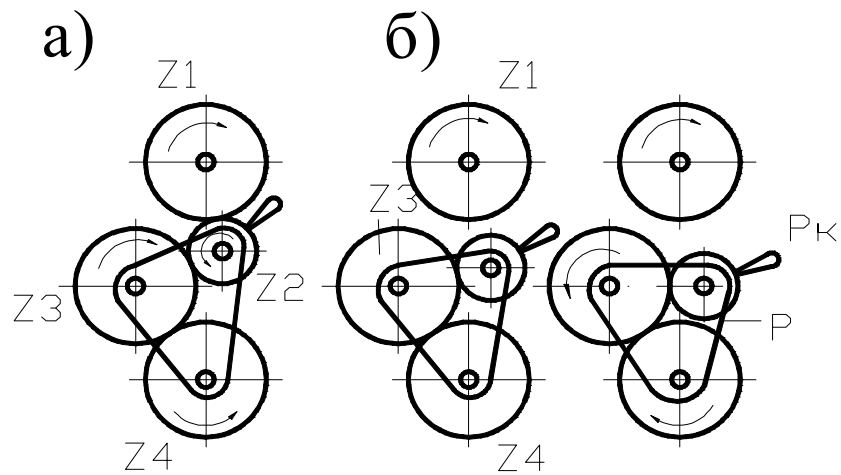


Рисунок 3.2 – Схема реверса с двумя паразитными колёсами

3.2.3 Реверс с составным зубчатым колесом (рисунок 3.3)

В зуборезных станках для нарезания конических колес с круговыми зубьями (модели 525, 5A525, 528 и др.) реверсирование обкатной люльки обеспечивается механизмом, имеющим составное зубчатое колесо. При вращении зубчатого колеса Z_1 в одном направлении движение посредством вала I и конической передачи $Z_2 - Z_3$ передается приводному зубчатому колесу Z_4 , которое также имеет постоянное направление вращения. При зацеплении зубчатого колеса Z_4 с сектором внутреннего зацепления составного колеса Z_5 последнее получает вращение в одном направлении; далее, при проходе зубчатого колеса Z_4 через зацепление с одним из соединяющих участков составного колеса происходит процесс реверсирования; при зацеплении зубчатого колеса Z_4 с сектором внешнего зацепления составного колеса последнее вращается в противоположную сторону.

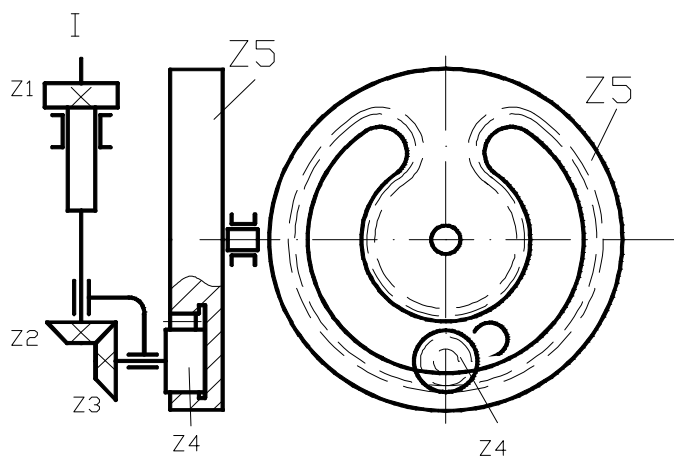


Рисунок 3.3 – Схема реверса с составным зубчатым колесом

3.2.4 Реверс с одним паразитным колесом (рисунок 3.4)

Этот механизм конструктивно выполняется в различных вариантах. Однако принцип его работы остается неизменным. В одном случае вращение от ведущего вала I к ведомому III передается зубчатыми колесами через паразитное зубчатое колесо и тогда направления вращения обоих валов совпадают или вращение передается непосредственно – без участия паразитного зубчатого колеса и тогда направление вращения ведущего и ведомого валов будет различным.

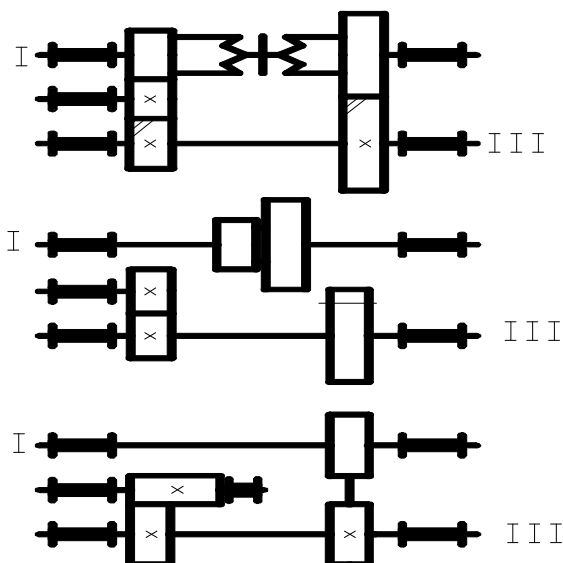


Рисунок 3.4 – Схема реверса с одним паразитным колесом

3.2.5 Конические реверсы (рисунок 3.5)

У конического реверса с подножным блоком конических колес (позиция 1) вал имеет постоянное направление вращения. Когда блок конических колес, связанный с валом I направляющей шпонкой, находится в крайнем положении, в зацеплении участвуют зубчатые колеса $Z_2 - Z_3$ и вал II вращается по стрелке «б». При перемещении блока конических колес вправо зацепляются колеса $Z_1 - Z_3$ и вал II, начиная вращение по стрелке «а». Конический реверс с двухсторонней кулачковой муфтой M_K (поз.2) работает по аналогичному принципу, только в этом механизме изменение направления вращения вала II достигается переключением муфты M_K .

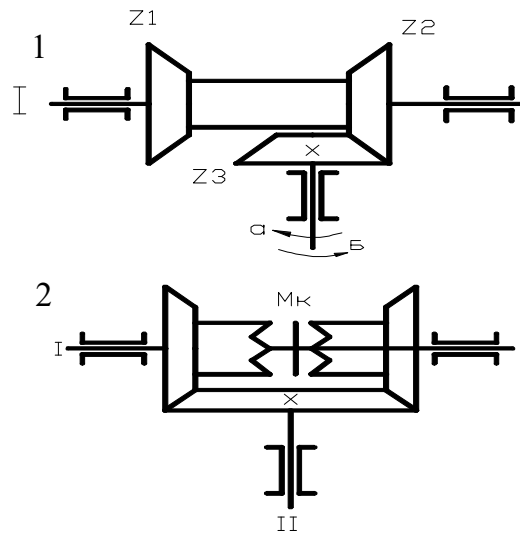


Рисунок 3.5 – Схема конических реверсов

3.2.6 Реверс с колесом внутреннего зацепления (рисунок 3.6)

Принципиальным отличием этого механизма является применение зубчатого колеса Z_3 с внутренним зацеплением. Вал I с зубчатым колесом Z_1 вращается в одном постоянном направлении, приводя в движение зубчатые колеса Z_2 и Z_3 , которые при этом вращаются в разных направлениях.

Перемещение двухсторонней кулачковой муфты M_K вправо или влево можно сообщить валу II вращение в ту или иную сторону.

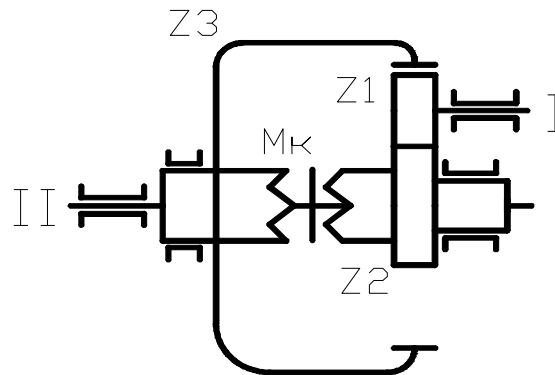


Рисунок 3.6 – Схема реверса с колесом внутреннего зацепления

4.1 Механизмы для преобразования вращательного движения в прямолинейно-поступательное движение

4.1.1 Винтовая передача (рисунок 4.1)

Наиболее распространенным механизмом для преобразования вращательного движения в поступательное являются винтовые передачи. При этом могут быть различные варианты преобразования движения: винт (с шагом t) вращается, а гайка Z совместно с рабочим органом P_0 движется поступательно – позиция Ia; винт неподвижный, гайка вращается и совместно с рабочим органом P_0 совершает поступательное движение – позиция Ib; гайка неподвижная, винт вращается и одновременно совместно с рабочим органом P_0 совершает поступательное движение – позиция Ib; гайка вращается, а винт совместно с рабочим органом P_0 имеет поступательное движение – позиция I г.

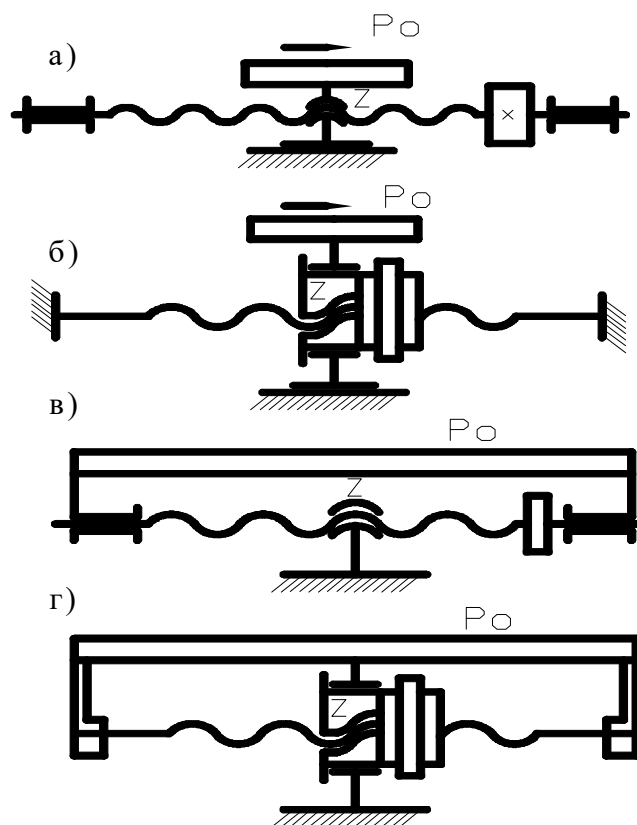


Рисунок 4.1 – Схема винтовой передачи

4.1.2 Реечная передача (рисунок 4.2)

По варианту (поз. а) реечная шестерня Z только вращается, а поступательное движение получает рейка (с шагом t) совместно с рабочим органом P_0 . По варианту (поз. б) рейка неподвижна, а реечная шестерня Z вращается и двигается поступательно совместно с рабочим органом P_0 .

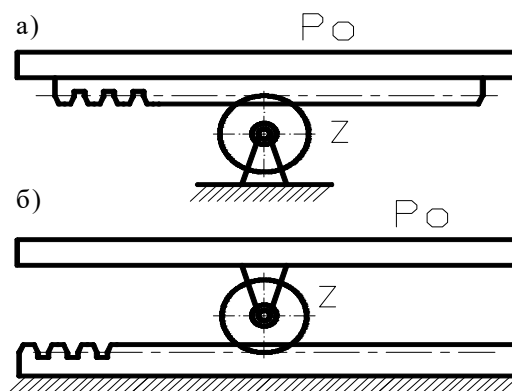


Рисунок 4.2 – Схема реечной передачи

4.1.3 Червячно-реечная передача (рисунок 4.3)

Среднее положение между винтовой и реечной передачей занимает червячно-реечная передача. Она обладает большой жесткостью и достаточно высоким к.п.д., что обеспечивает ей широкое применение в приводах движение резания современных продольно-строгальных станков (позиция а) и в приводе подачи тяжелых фрезерных и горизонтально-расточных станков (позиция б).

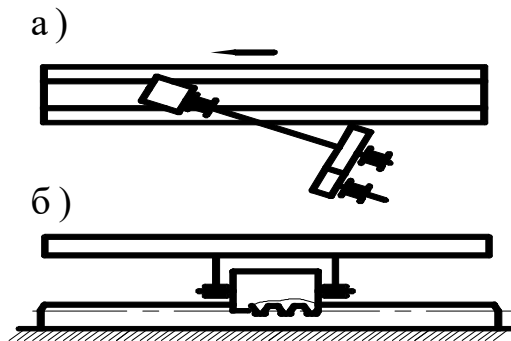


Рисунок 4.3 – Схема червячно-реечной передачи

4.1.4 Кривошипно-ползунный механизм (рисунок 4.4)

Этот механизм при равномерном вращении кривошипа O_1A обеспечивает прямолинейное движение ползуна Б, но с переменной скоростью. Причем скорость ползуна при прямом и обратном ходе для каждого его положения будет одинаковой.

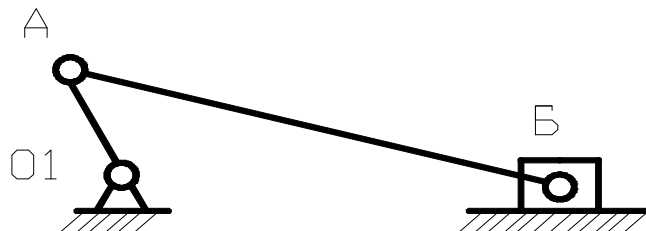


Рисунок 4.4 – Схема кривошипно-ползунного механизма

4.1.5 Кривошипно-реечный механизм (рисунок 4.5)

Этот механизм состоит из четырехзвенника с кривошипом O_1A шатуна AB , коромысла BO_2 с сектором Z_c и рейки, закрепленной на рабочем органе P_0 . При непрерывном вращении кривошипа O_1A рабочий орган P_0 будет совершать прямолинейное возвратно-поступательное движение.

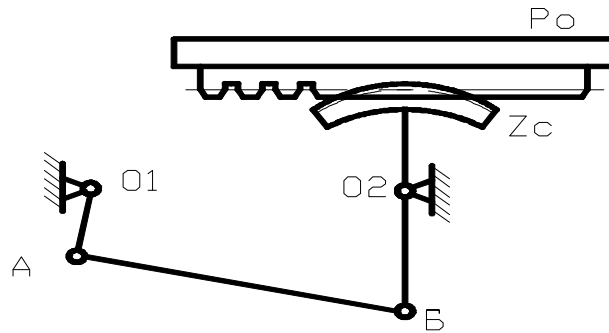


Рисунок 4.5 – Схема кривошипно-реечного механизма

4.1.6 Двойной кривошипно-реечный механизм (рисунок 4.6)

В зубодолбежном станке модели 514 для сообщения возвратно-поступательного движения штосселю с долбяком применен двойной кривошипно-реечный механизм. При вращении кривошипа КП шатун-рейка приводит в возвратно-поступательное движение зубчатое колесо Z_1 , вал II и зубчатое колесо Z_2 . Последняя сообщает прямолинейное возвратно-поступательное движение рабочему органу P_0 .

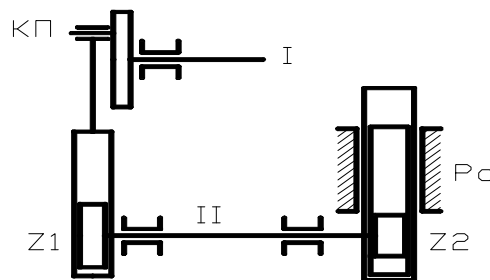


Рисунок 4.6 – Схема двойного кривошипно-реечного механизма

4.1.7 Кривошипно-кулисный механизм (рисунок 4.7)

При вращении кривошипа O_1A кулиса K_B совершает возвратно-поступательное движение относительно оси O_2 и через шатун B_C сообщает рабочему органу P_0 прямолинейное возвратно-поступательное движение.

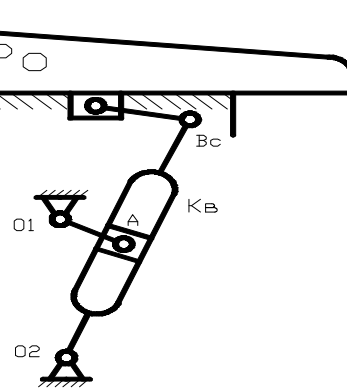


Рисунок 4.7 – Схема кривошипно-кулисного механизма

4.1.8 Механизм с вращающейся кулисой (рисунок 4.8)

Палец кривошипа $K_{п1}$ входит в паз вращающейся кулисы K_B , закрепленной на валу II. Кривошип $K_{п2}$ посредством шатуна соединен с рабочим органом P_0 . При равномерном вращении вала I вследствие смещения осей валов I и II получается неравномерное вращение, что обеспечивает более равномерную скорость движения рабочего органа P_0 на заднем участке его пути.

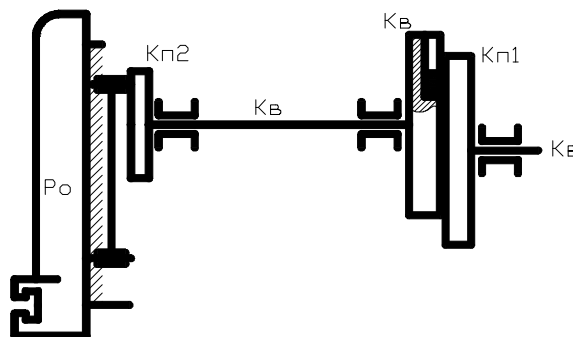


Рисунок 4.8 – Схема с вращающейся кулисой

4.1.9 Кулачковые механизмы (рисунок 4.9)

Эти механизмы позволяют обеспечить любой закон изменения скорости рабочего органа P_0 , получать необходимое соотношение скорости рабочего и обратного ходов и в отличие от других механизмов могут одновременно выполнять функции командно-распределительного устройства. Благодаря этим преимуществам кулачковые механизмы с дисковым K_d (позиция 1), торцевыми K_t (позиция 2) и цилиндрическим K_b барабанного типа (позиция 3) кулачками нашли широкое применение в станках автоматах и полуавтоматах для осуществления автоматического цикла работы.

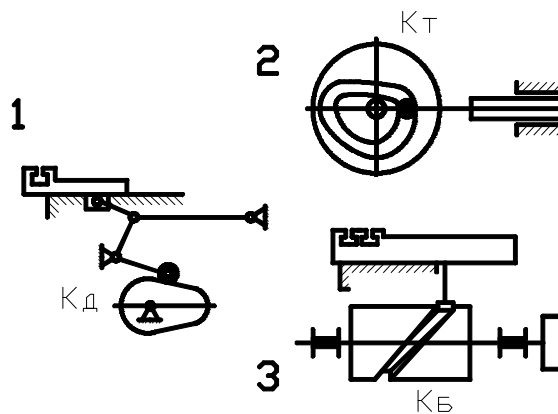


Рисунок 4.9 – Схема кулачковых механизмов

4.1.10 Гидропривод (рисунок 4.10)

Для преобразования вращательного движения в прямолинейно-поступательное движение в современных станках используется гидропривод. Принцип работы гидропривода заключается в следующем: масло из резервуара P подается насосом H под давлением через дроссель D к золотниковому крану K_3 . В зависимости от его положения масло подается по правому и левому маслопроводам в соответствующую полость цилиндра $Ц$ и

заставляет перемещаться поршень П со штоком Ш и связанный с ним рабочий орган P_0 . Сливной клапан Кс является предохранительным.

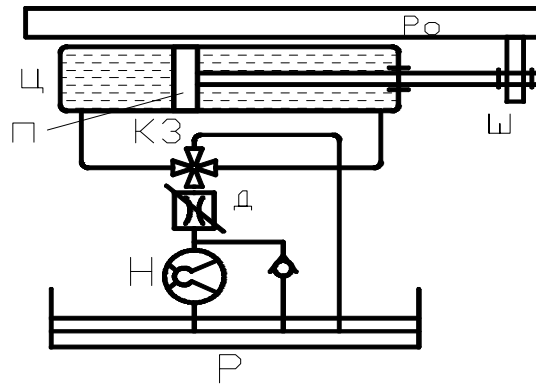


Рисунок 4.10 – Схема гидропривода

4.1.11 Пневмопривод (рисунок 4.11)

В современных станках для сообщения рабочим органам поступательных перемещений находят также широкое применение пневмоприводы. Для коротких перемещений используются пневмокамеры П, а для больших ходов – пневмоцилиндры. Перемещающиеся поршни П со штоками Ш связаны с рабочими органами P_0 .

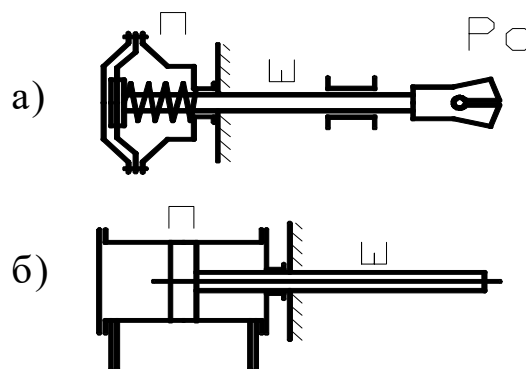


Рисунок 4.11 – Схема пневмопривода

5.1 Механизмы для получения прерывистого движения

5.1.1 Храповые механизмы (рисунок 5.1)

Эти механизмы позволяют весьма тонко и в широком диапазоне изменять величину периодических перемещений рабочих органов.

Механизм с наружным храповым колесом (позиция 1) находит применение в поперечно-строгальных станках. При равномерном вращении кривошипа K_{Π} радиуса R_X , связанный с ним шатуном Π_{Π} рычаг P_{Γ} получает непрерывное качательное движение относительно точки O_2 . С рычагом P_{Γ} связана собачка C , упирающаяся в зубья колеса Z . При качании рычага P_{Γ} в направлении стрелки «а» собачка, упираясь в один из зубьев колеса, увлекает его и поворачивает на некоторый угол. При качении коромысла по стрелке «б» собачка поднимается, скользит по спинкам зубьев и колесо не поворачивается.

Механизм с внутренним храповым колесом (позиция 2) отличается от предыдущего только тем, что храповое колесо Z выполнено с внутренними зубьями, а вместо рычага внутри храпового колеса установлен диск D . При вращении кривошипа K_{Π} диск D посредством шатуна Π_{Π} получает возвратно-поступательное движение и через собачку C сообщает колесу Z периодическое вращательное движение.

Механизм с торцевой храповой муфтой (позиция 3) нашел применение в приводе подач продольно-строгальных станков. При непрерывном и равномерном вращательном вращении вала I с кривошипом K_{Π} зубчатое колесо Z_1 вал Π получает через шатун-рейку P_a возвратно-поступательное движение. На валу Π на направляющей шпонке установлена храповая муфта M_X , пружиной P_a поджимается к зубчатому колесу Z_2 , имеющие храповые зубья на торце своей ступицы. При вращении вала Π по стрелке «б» храповая муфта M_X , преодолевая сопротивление пружины P_a , отходит влево и не передает вращение зубчатому колесу Z_2 . Во время вращении вала Π по стрелке «а» храповая муфта M_X находится в зацеплении со тупицей колеса Z_2 и передает ему вращение по стрелке «в».

В храповом механизме с поршневым приводом (позиция 4) собачка C ,

находящаяся в зацеплении с храповым колесом Z , установлена в ползун штока $\text{Ш}_\text{к}$. Последний связан с поршнем П . Когда в цилиндр Ц подается сжатый воздух или жидкость, то поршень П со штоком $\text{Ш}_\text{к}$ и собачка с перемещается по стрелке «б» до упора У , поворачивая храповое колесо на один или несколько зубьев по стрелке «в». При обратном ходе шток с собачкой по стрелке «а» храповое колесо Z вращение не получает.

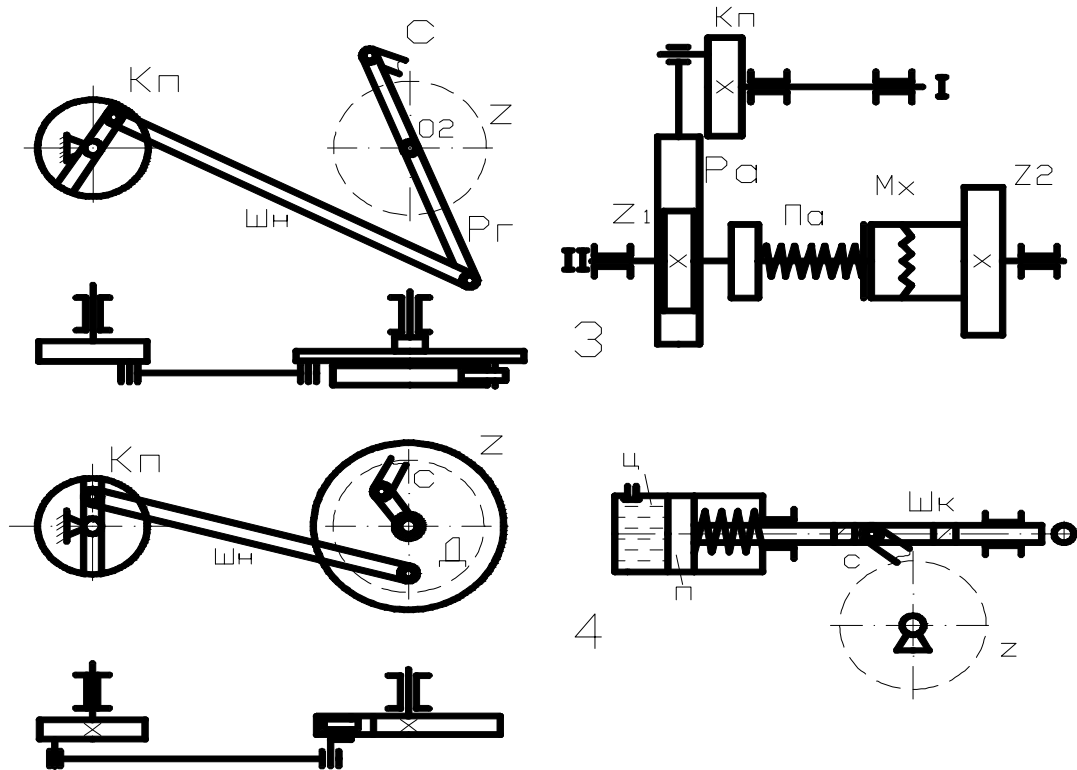


Рисунок 5.1 – Схема храповых механизмов

5.1.2 Мальтийские механизмы (рисунок 5.2)

Четырехпозиционный мальтийский механизм с одним кривошипом (позиция 1) используется для поворота шпиндельного блока в четырехшпиндельных токарных автоматах. При равномерном вращении кривошипа $\text{К}_\text{п}$ закрепленный на нем ролик $\text{Р}_\text{к}$ в определенный момент входит в один из четырех пазов мальтийского креста $\text{К}_\text{м}$ и поворачивает его на 90. Таким образом, за каждый полный поворот кривошипа $\text{К}_\text{п}$ вал, на котором

закреплен мальтийский крест, делает только $1/4$ оборота. Диск $Д$, жестко связанный с кривошипом $К_{\Pi}$, служит для фиксации положения мальтийского креста в каждом из его четырех позиций.

Шестипозиционный мальтийский механизм с одним или двумя роликами P_{K1} и P_{K2} (поз.2) используется, например, для поворота револьверной головки в одношпиндельных токарно-револьверных автоматах. Установка второго ролика на кривошипном диске $К_{\Pi}$ позволяет в случае необходимости увеличить угол поворота мальтийского креста $К_{\Pi}$ в два раза.

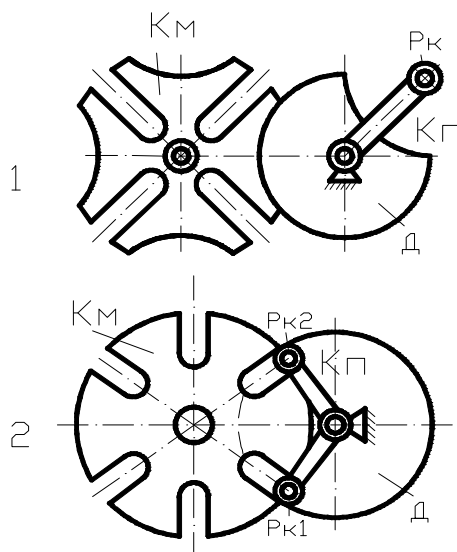


Рисунок 5.2 – Схема Мальтийских механизмов

5.1.3 Секторный механизм (рисунок 5.3)

Зубчатый сектор Z_C , закрепленный на валу I , периодически поворачивает зубчатое колесо Z , закрепленное на валу II , только в течение того времени, когда его зубья находятся в зацеплении с этим колесом. В этом механизме не представляется возможным регулировать величину угла поворота колеса Z , поэтому он, как и мальтийские механизмы, используется в основном в многопозиционных устройствах.

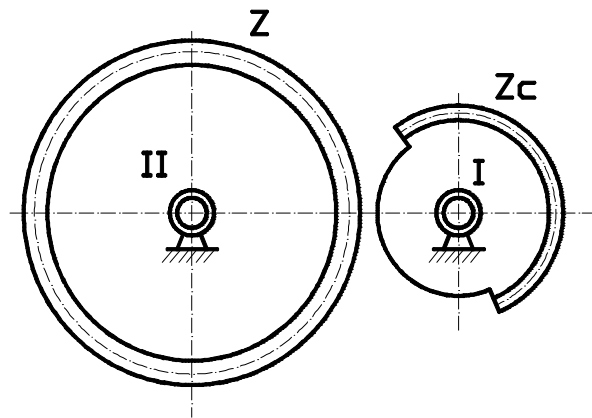


Рисунок 5.3 – Схема секторного механизма

5.1.4 Механизмы с однооборотной муфтой (рисунок 5.4)

Рабочий орган P_0 в нужный момент получает периодический поворот на определенный угол от непрерывно вращающегося вала I через колеса Z_1 – Z_2 , однооборотную муфту M_K , поджатую пружиной Π_a и червячную передачу a – Z_3 . Однооборотная муфта M_K срабатывает под действием соленоида C_d , который через рычаг P_r поднимает палец Π_d .

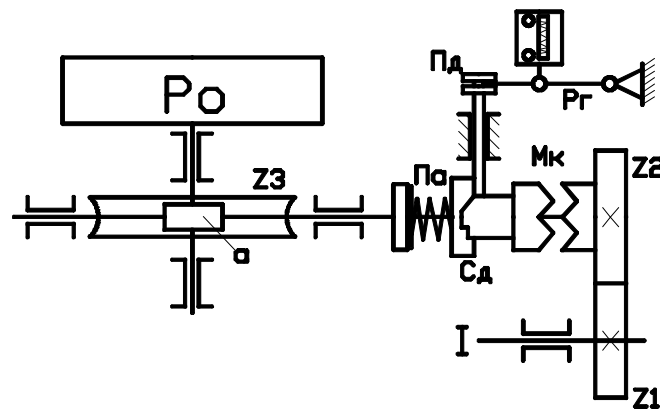


Рисунок 5.4 – Схема механизма с однооборотной муфтой

5.1.5 Шаговый электродвигатель (рисунок 5.5)

Ротор P_r имеет ряд плюсов, а статор состоит из трех независимых секций C_{c1} , C_{c2} , и C_{c3} , которые расположены так, что если одна из них совпадает с полюсами ротора P_r , то две другие секции оказываются

смещенными относительно полюсов, причем в разные стороны. При включении обмотки секции C_{C1} ротор повернется на некоторый угол по стрелке «а», а при включении обмотки секций C_{C2} он повернется на тот же угол, но по стрелке «б».

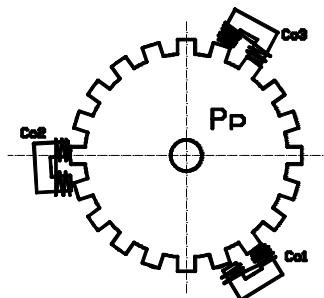


Рисунок 5.5 – Схема шагового электродвигателя

6.1 Типовые механизмы самовыключения, обгона, планетарные

6.1.1 Предохранительные устройства (рисунок 6.1)

Во избежание поломок деталей станков в приводах устанавливаются всевозможные предохранительные устройства.

Механизм падающего червяка (позиция 1) применяется для автоматического выключения подачи при перегрузках. Выключение осуществляется тогда, когда суппорт доходит до какого-нибудь препятствия, например, до неподвижного упора, установленного на станке, и дальше не может перемещаться. При этом приводной вал I продолжает передавать вращение червяка через кулачковую муфту M_K . Последняя благодаря скошенным зубьям отходит назад, преодолевая сопротивление пружины Pa и нажимает через упор $У$ на рычаг P , который при помощи выступа B на корпусе Kc поддерживает червяк «а» в зацеплении с червячным колесом Z . В определенный момент, когда муфта M_K отодвинется назад и выступ B не будет поддерживать червяк «а», последний под действием собственной массы упадет вниз и, поворачиваясь относительно оси O , выйдет из зацепления с

червячным колесом.

В другой конструкции падающего червяка (позиция 2) вращение от вала I через колеса $Z_1 - Z_2$, вал II и червячную передачу Z – а передается валу III и далее механизму подачи. Когда упор У нажмет на рычаг P_r , корпус Кс лишится опоры и упадет вниз вместе с валом II и червяком «а», расцепив его с колесом.

Самовыключающаяся кулачковая муфта служит тем же целям, что и падающий червяк. Рассмотрим работу муфты (позиция 3). Движение от вала I к валу III передается зубчатыми колесами $Z_1 - Z_2$, валом II, кулачковыми муфтами M_K и M_{II} и зубчатыми колесами $Z_3 - Z_4$. Когда в цепи подач возникает перегрузка, правая часть кулачковой муфты M_K благодаря наличию скошенных зубьев перемещается вправо совместно с кулачковой муфтой M_{II} и зубчатым колесом Z_3 . В определенный момент фиксатор Ф фиксирует ступицу с колесом Z_3 в крайнем правом положении. Далее, когда вал II совместно с левой частью муфты M_K повернется на один зуб, правая ее часть под действием пружины P_a переместиться влево в свое первоначальное положение, расцепив при этом кулачки муфты M_{II} . Передача движения прекратиться.

Несколько иначе работает самовыключающаяся кулачковая муфта (позиция 4). При соприкосновении суппорта с упором возрастает крутящий момент, передаваемый от ходового валика X_B через посредство муфты M_K червяку «а». Благодаря наличию скосов на кулачках муфты M_K осевое усилие, действующее на муфту, стремится переместить ее влево и разъединить с червяком «а». Этому препятствует двуплечий рычаг P_r , один конец которого упирается в скос плунжера P_r . При определенной, заранее отрегулированной нагрузке плунжерам P_r , преодолевая сопротивление пружины P_a , утапливается, рычаг P_r поворачивается и муфта M_K отходит влево, разрывая цепь механической передачи суппорта.

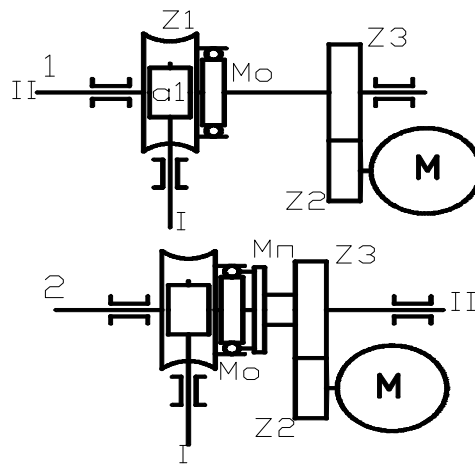


Рисунок 6.2 – Схема обгонных муфт

6.1.3 Планетарные механизмы (рисунок 6.3)

В металлорежущих станках находят применение различные типы планетарных механизмов. В планетарном механизме (позиция 1) рабочие перемещения осуществляются от вала I через червячную передачу $a_2 - Z_2$ и коническую передачу $Z_3 - Z_C - Z_4$. Быстрое перемещение производится электродвигателем М через червячную передачу $a_1 - Z_1$, Т-образный вал II и планетарную коническую передачу $Z_C - Z_4 - Z_3$. Несколько иной вариант привода быстрых перемещений с аналогичным планетарным механизмом показан на (позиция 2).

В планетарном механизме с центральным водилом B_0 и цилиндрическими колесами (позиция 3) рабочая подача сообщается от вала I через червячную передачу $a_2 - Z_2$ и червячную передачу $Z_3 - Z_4 - B_0$ и далее через вал II рабочему органу станка. Колесо Z_6 в это время неподвижно. При быстрых перемещениях от электродвигателя М передается валу II через червячную передачу $a_1 - Z_1$ и планетарную передачу $Z_6 - Z_5 - B_0$.

Вариант планетарного механизма с цилиндрическими колесами, но с вращающимся корпусом показан на рисунке 6.3 (позиция 4).

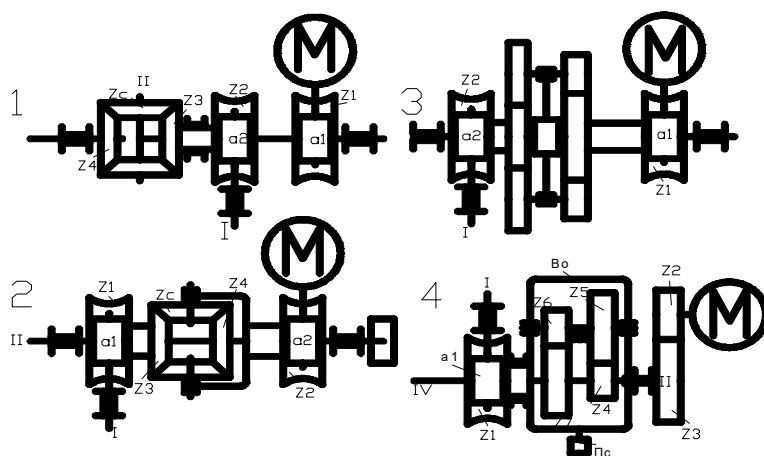


Рисунок 6.3 – Схема планетарных механизмов

1 Аппаратура и материалы

Макеты типовых механизмов.

2 Указания по технике безопасности

При выполнении работы студенты должны руководствоваться общими для учебных аудиторий правилами техники безопасности.

3 Методика и порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и области применения механизмов для ступенчатого изменения частоты вращения.
2. Изучить устройство и области применения приводов для бесступенчатого изменения частоты вращения.
3. Изучить устройство и области применения механизмов для реверсивного движения.
4. Изучить устройство и области применения механизмов для преобразования вращательного движения в прямолинейно-поступательное движение.

5. Изучить устройство и области применения механизмов для получения прерывистого движения.

6. Изучить устройство и области применения типовых механизмов самовыключения, обгона, планетарные.

4 Содержание отчета и его форма

Отчет по данной лабораторной работе проводится в форме тестирования.

5 Вопросы для защиты работы

1. Объяснить принцип работы механизмов для ступенчатого изменения частоты вращения.

2. Объяснить принцип работы приводов для бесступенчатого изменения частоты вращения.

3. Объяснить принцип работы механизмов для реверсивного движения.

4. Объяснить принцип работы механизмов для преобразования вращательного движения в прямолинейно-поступательное движение.

5. Объяснить принцип работы механизмов для получения прерывистого движения.

6. Объяснить принцип работы типовых механизмов самовыключения, обгона, планетарные.

2 Настройка токарно-винторезного станка на нарезание резьбы

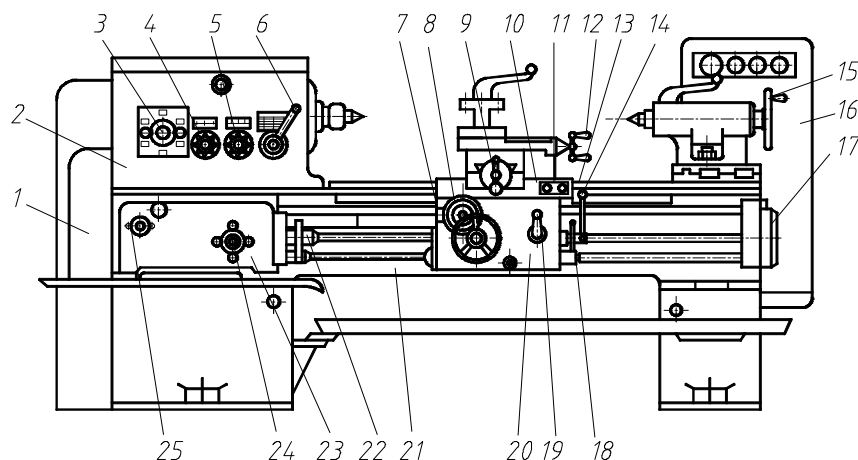
1 Цель работы

Цель лабораторной работы – изучить конструкцию, устройство и принцип работы токарно-винторезного станка при нарезании резьбы и точении конусов.

2 Теоретическая часть

Токарно-винторезный станок 1К62 (рисунок 1) предназначен для выполнения всевозможных токарных работ: обточки цилиндрических и конических поверхностей, расточки подрезки торцов, а также для нарезания метрических, дюймовых, модульных, питчевых и торцевых резьб.

Станок 1К62 имеет повышенные числа оборотов и подачи, по сравнению со станком 1А62. Для повышения жесткости станка в целом увеличена жесткость корпуса передней бабки (коробки скоростей), задней бабки и других частей. При обработке отверстий задняя бабка при помощи специального замка может соединяться с суппортом и получать механическую подачу. При нарезании многозаходной резьбы деление заготовки на требуемое число заходов осуществляется при помощи специального делительного диска, смонтированного на левом конце шпинделя. Имеется отдельный привод для механизированного быстрого перемещения суппорта.



1 – гитара сменных колес; 2 – передняя бабка с коробкой скоростей; 3 и 6 – рукоятки управления коробкой скоростей; 4 – рукоятка переключения звена увеличения шага; 5 – рукоятка управления реверсом для нарезания правых и левых резьб; 7 – маховичок ручного продольного перемещения суппорта; 8 – рычаг включения в выключения реечного колеса; 9 – рукоятка ручного поперечного перемещения суппорта; 10 – суппорт; 11 – кнопочная коробка; 12 – рукоятка ручного перемещения верхней части суппорта; 13 – кнопка включения быстрых перемещений суппорта; 14 – рукоятка включения, выключения и реверсирования продольной и поперечной подач суппорта; 15 – задняя бабка; 16 – шкаф с электрооборудованием; 17 – привод быстрых перемещений суппорта; 18 и 22 – рукоятки включения, выключения и реверсирования вращения шпинделя; 19 – рукоятка включения маточной гайки; 20 – фартук суппорта; 21 – станина; 23 – коробка подач; 24 и 25 – рукоятки управления коробкой подач

Рисунок 1 – Токарно-винторезный станок модели 1К62

Предусмотрена возможность оснащения станка гидрофицированными узлами: гидрокопировальным суппортом, гидравлическим зажимным патроном и гидрофицированной задней бабкой.

При обработке детали осуществляются два рабочих движения: главное движение, т.е. вращательное движение заготовки вместе со шпинделем, а также продольная или поперечная подача резца, закрепленного в резцедержателе суппорта.

Кинематическая схема станка представлена на рисунке 2.

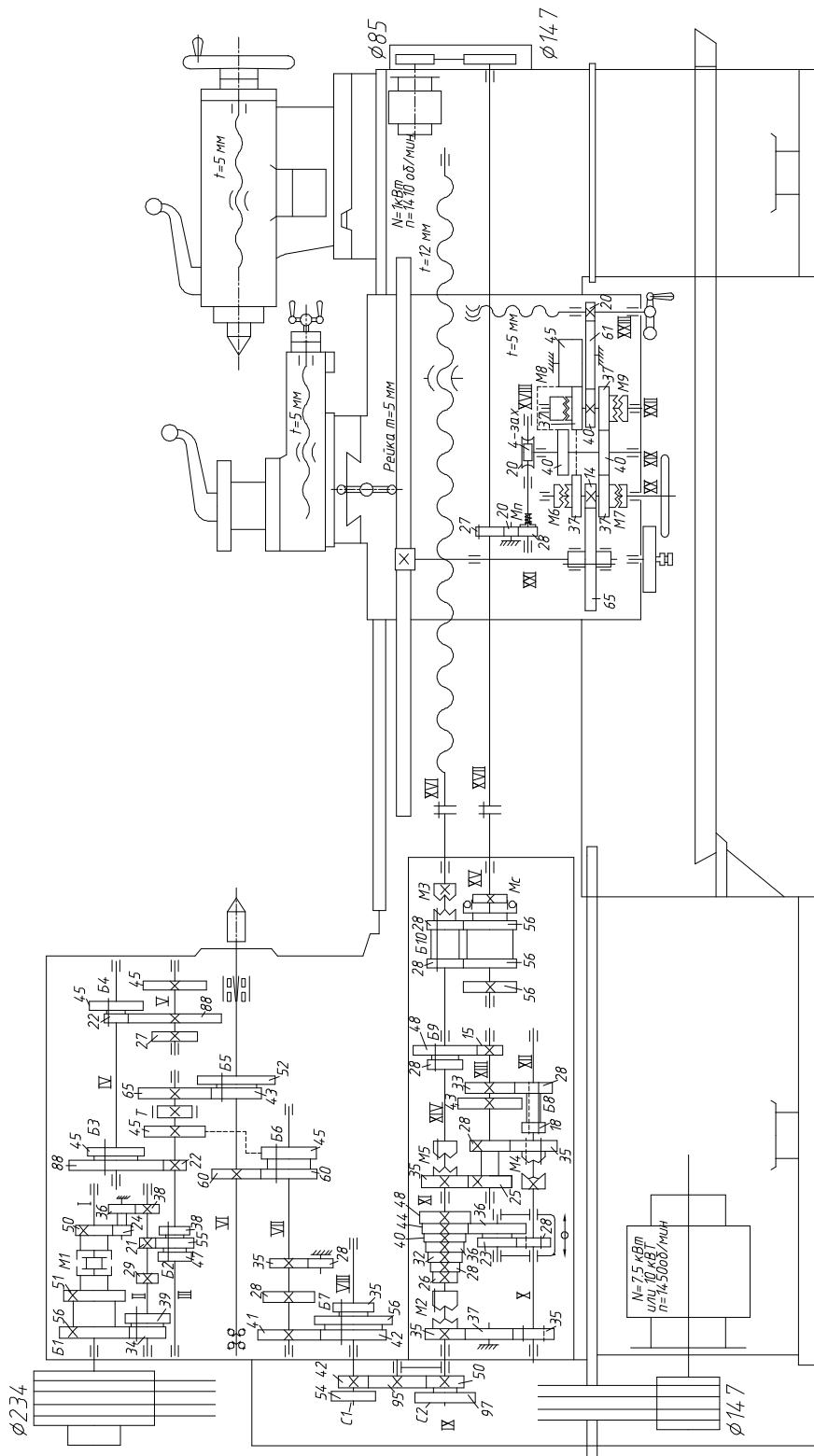


Рисунок 1- Кинематическая схема станка

Главное движение

Коробка скоростей приводится в движение от электродвигателя мощностью $N = 10$ кВт с числом оборотов $n = 1450$ об/мин через клиноременную передачу со шкивами $d_1 = 142$ мм, и $d_2 = 254$ мм. На валу I коробки скоростей свободно сидят двойной блок зубчатых колес 56 – 51 и зубчатое колесо 50, которые могут поочередно соединяться с валом I при помощи пластинчатой фрикционной муфты M_1 . Для передачи шпинделю правого (прямого) вращения с валом I соединяется двойной блок 56 – 51. При этом вал II получает два числа оборотов через зубчатые колеса 51 – 39 или 56 – 34. На шлицевом участке вала III сидит скользящий блок из трех зубчатых колес, который имеет три положения. При помощи этого блока валу III передается шесть чисел оборотов через зубчатые колеса 29 – 47, 21 – 55, 38 – 38. На шлицевых участках вала IV сидят два блока зубчатых колес 88 – 48 и 22 – 45, которые связаны между собой одним рычагом. Числа зубьев зубчатых колес этих блоков имеют такие значения, при которых они передают от вала III к валу V не 24, а 18 различных чисел оборотов, так как из четырех передаточных отношений от III вала к валу V два передаточных отношения имеют одинаковые значения ($1/4$).

$$i_1 = \frac{45}{45} \frac{45}{45} = 1, \quad i_2 = \frac{22}{88} \frac{45}{45} = \frac{1}{4},$$

$$i_3 = \frac{45}{45} \frac{22}{88} = \frac{1}{4}, \quad i_4 = \frac{22}{88} \frac{22}{88} = \frac{1}{16}.$$

С вала V шпиндель получает вращение через зубчатые колеса 27 – 54. При этом зубчатый скользящий блок 43 – 54 передвигается в правое положение. С вала III шпинделю сообщается через зубчатые колеса 65 – 43 еще шесть чисел оборотов, из которых одно число оборотов повторяется с ранее полученными.

Таким образом, шпиндель VI может получить 23 различных числа оборотов. Для передачи шпинделю обратного (левого) вращения с валом I при

помощи муфты M_1 соединяется зубчатое колесо 50 и движение на вал II передается через зубчатые колеса 50 – 24, 36 – 38. При этом вал II получает одно число оборотов. С вала II движение к шпинделю передается по тем же направлениям, что и при прямом вращении. В этом случае шпиндель получает 12 различных чисел оборотов.

Передняя конусная шейка вращается в специальном регулируемом двухрядном роликовом подшипнике, а задняя шейка – в двух радиально-упорных шариковых подшипниках. Осевая нагрузка на шпиндель воспринимается радиально упорными шариковыми подшипниками задней опоры шпинделя.

Для выполнения токарных работ и для нарезания различных резьб на данном станке необходимо произвести настройку двух кинематических цепей главного движения и движения подачи.

Кинематическая цепь главного движения служит для передачи движения от электродвигателя к шпинделю, поэтому уравнение кинематической цепи будет иметь следующий вид

$$n_{\text{шп}} = n_d \times i_1 \times 0,98 \times i_2, \quad (1)$$

где $n_{\text{шп}}$ – заданное число оборотов шпинделя в минуту;

n_d – число оборотов электродвигателя;

i_1 – передаточное отношение ременной передачи;

0,98 – коэффициент упругого проскальзывания ременной передачи;

i_2 – передаточное отношение коробки скоростей.

Заданное число оборотов достигается установкой рукояток коробки скоростей в соответствии с имеющейся на станке таблицей.

Наибольшее число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{шп. max}} = 1450 \frac{142}{254} \cdot 0,98 \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{3865}{3843} = 2000 \text{ об/мин},$$

а наименьшее число оборотов:

$$n_{\text{min}} = 1450 \frac{142}{254} \cdot 0,98 \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{22}{88} \cdot \frac{22}{88} \cdot \frac{27}{54} = 12,5 \text{ об/мин.}$$

На заднем конце шпинделя закреплено кольцо, на котором нанесено 60 делений, что обеспечивает поворот шпинделя (деление) на необходимый угол при нарезании многозаходной резьбы.

Движение подач

Вал IX коробки подач получает вращение от шпинделя через зубчатые колеса 60 – 60, реверсивный механизм (через зубчатые колеса 42 – 42 или 35 – 29 – 35) и сменные зубчатые колеса гитары 42 – 95 – 50. От вала VII можно передать вращение валу VIII через зубчатые колеса 28 – 56, т. е. с уменьшением передаточного отношения в два раза. В этом случае суппорт получит самые малые подачи.

С вала IX коробки подач движение передается по двум направлениям.

При передаче движения по первому направлению вращение от вала IX передается валу X через зубчатые колеса 35 – 37 – 35. С вала X передается валу XI семь чисел оборотов через зубчатые колеса 28 – 25 – 36 и семиступенчатый блок зубчатых колес. Зубчатые колеса 25 – 36 смонтированы в подвижной поворотной обойме, которая может перемещаться вдоль вала X. Таким образом, зубчатое колесо 26 может поочередно входить в зацепление с любым колесом ступенчатого блока зубчатых колес, закрепленного на валу XI. От вала XI передается семь чисел оборотов валу XII через колеса 35 – 28, 28 – 35. От вала XII через зубчатые колеса 18 – 45 и 28–35 получает 14 чисел оборотов вал XIII. Вал XIV может получить от вала XIII 28 чисел оборотов через зубчатые колеса 35 – 28 и 15 – 48.

При передаче движения по второму направлению включаются муфты М₂ и М₃. При включении муфты М₂ соединяются между собой валы IX и XI, а при включении муфты М₃ – валы X и XII. В этом случае от вала IX получит вращение вал XI, который через ступенчатый блок зубчатых колес и накидной блок передает семь чисел оборотов валу X. Вал X передает вращение валу XII через муфту М₃. От вала XII передается 14 чисел оборотов валу XIII, от

которого вал XIV получит 28 чисел оборотов.

От вала XIV движение передается или на ходовой вал, как показано на схеме, или на ходовой винт, если включить муфту M_5 .

При передаче движения по первому направлению производится нарезание дюймовой и питчевой резьбы, а при передаче движения по второму направлению нарезаются метрические и модульные резьбы. Причем при нарезании метрической и дюймовой резьб движение в гитаре передается через сменные колеса $42 - 95 - 50$, а при нарезании модульной и питчевой резьб сменные блоки C_1 и C_2 переворачиваются и тогда движение будет передаваться через колеса $64 - 95 - 97$.

Механизм коробки подач дает возможность получать все стандартные резьбы, а также необходимые подачи, величины которых указаны в технической характеристике станка.

Ходовой вал XVI получает вращение от вала XIV через двухвенцовую пару зубчатых колес $28 - 56$, а с ходового вала движение передается к валу XVIII через колеса $27 - 20 - 28$, предохранительную муфту M_6 в червячную пару $4 - 20$. Предохранительная муфта M_6 служит для предохранения механизма подач от перегрузки, а также используется для работы по упорам.

В фартуке суппорта расположены четыре муфты M_7, M_8, M_9, M_{10} . Для сообщения суппорту продольной подачи включается муфта M_8 , тогда от вала XVIII к реечному колесу движение будет передаваться через зубчатые колеса $40 - 37, 14 - 66$. Для сообщения суппорту продольной подачи в обратном направлении включается муфта M_7 . Тогда реечное колесо получает вращение от вала XVIII через зубчатые колеса $40 - 45 - 37, 14 - 66$. Для сообщения суппорту поперечной подачи включается муфта M_{10} ; тогда винт поперечной подачи получит вращение от вала XVIII через колеса $40 - 37, 49 - 61 - 20$. Если включить муфту M_9 , то винт получит вращение от вала XVIII через зубчатые колеса $40 - 45 - 37, 40 - 61 - 20$ и суппорт получит поперечную подачу в обратном направлении.

В фартуке предусмотрен блокировочный механизм, который препятствует одновременному включению подачи от ходового винта и ходового вала.

Проследим за кинематическими цепями подачи при выполнении различных токарных и винторезных работ. При выполнении токарных работ кинематическая цепь подачи согласовывает вращение шпинделя с перемещением суппорта в продольном или поперечном направлении; за один оборот шпинделя суппорт должен переместиться на величину s мм/об. Уравнение кинематической цепи продольной подачи будет иметь следующий вид:

$$s = I \times \pi \times m \times z \text{ мм/об}, \quad (2)$$

где I – передаточное отношение от шпинделя до реечного колеса,

$\pi \times m \times z$ – длина делительной окружности реечного колеса.

Так, например, для минимальной продольной подачи:

$$s_{\min} = 1 \times \frac{60}{60} \times \frac{28}{56} \times \frac{42}{50} \times \frac{26}{36} \times \frac{25}{28} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{28}{56} \times \frac{27}{28} \times \frac{4}{20} \times \frac{40}{37} \times \frac{14}{66} \times \pi \times 3 \times 10 = 0,07 \text{ мм/об}.$$

При нарезании резьбы за один оборот шпинделя суппорт должен переместиться на величину равную шагу резьбы t_p и уравнение кинематической цепи будет иметь следующий вид:

$$s = t_p = I \times i_1 t_x, \quad (3)$$

где t_x – шаг ходового винта.

Цепь подачи для нарезания метрической резьбы минимального шага:

$$t_{\min} = 1 \times \frac{60}{60} \times \frac{28}{56} \times \frac{42}{50} \times \frac{26}{36} \times \frac{25}{28} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times 12 = 1 \text{ мм}.$$

При нарезании дюймовой резьбы шаг:

$$t = \frac{25,4}{k}, \quad (4)$$

где k – число ниток на один резьбы.

Цепь подачи для нарезания дюймовой резьбы минимального шага.

$$t_{\min} = 1 \times \frac{60}{60} \times \frac{28}{56} \times \frac{42}{50} \times \frac{35}{35} \times \frac{28}{25} \times \frac{36}{48} \times \frac{35}{28} \times \frac{18}{35} \times \frac{15}{48} \times 12 = \frac{1''}{24}.$$

Шаг модульной резьбы выражается через модуль и имеет вид:

$$t_p = \pi m. \quad (5)$$

Питчевая резьба задается диаметральным питчем p . Тогда выражение для шага нарезаемой питчевой резьбы будет:

$$t_p = \frac{24,5 \times \pi}{p}. \quad (6)$$

При нарезании резьбы повышенной точности движение на ходовой винт передается напрямую, для этого включаются муфты M_2, M_4, M_5 , в результате чего соединяются между собой валы IX, XI, XIV и ходовой винт XV. В данном случае точность нарезаемой резьбы повышается за счет сокращения кинематической цепи подачи.

Уравнение кинематической цепи подача будет иметь следующий вид

$$t_p = 1 \times \frac{60}{60} \times \frac{42}{42} \times i_{cm} \times t_x \text{ мм/об}, \quad (7)$$

где i_{cm} – передаточное отношение сменных колес гитары.

Решая уравнение относительно сменных колес гитары, получим следующую формулу:

$$i_{cm} = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{t_p}{t_x}. \quad (8)$$

Данной формулой можно воспользоваться также при нарезании нестандартных резьб.

Нарезание резьбы с увеличенным шагом.

При нарезании резьбы с шагом $t_p = 12$ мм движение подачи передается валу VII непосредственно от шпинделя через колеса 60 – 60 с передаточным отношением 1. Для нарезания резьбы с увеличенным шагом ($t_p = 14 – 192$ мм)

зубчатое колесо 49 вала VII сцепляется с колесом 45 вала III. При этом вал VII, а следовательно, и ходовой винт, получают быстрое вращение. В зависимости от величины передаточных отношений от шпинделя до вала VII (в зависимости от положения блоков перебора), шаг нарезаемой резьбы будет увеличен в два раза.

$$(i = 1 \times \frac{54}{27} \frac{45}{45} \frac{45}{45} = 2);$$

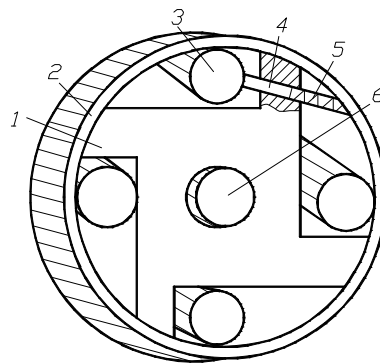
в 8 раз:

$$(i = \frac{54}{27} \frac{88}{22} \frac{45}{45} = 8);$$

и в 32 раза:

$$(i = \frac{54}{27} \frac{88}{22} \frac{88}{22} \frac{45}{45} = 32).$$

Быстрые (холостые) движения суппорт получает от отдельного электродвигателя ($N = 1$ кВт, $n = 1410$ об/мин) через ременную передачу со шкивами диаметром 85 и 147, ходовой вал и далее по ранее рассмотренным направлениям. Наличие на левом конце ходового вала обгонной муфты M_0 позволяет сообщать суппорту быстрые движения без выключения рабочей подачи.



1 – корпус муфты; 2 – втулка; 3 – ролик; 4 – штифт; 5 – пружина; 6 – ходовой вал

Рисунок 3 – Роликовая обгонная муфта

Обгонная муфта работает следующим образом: когда двухвенцовое зубчатое колесо 56, закрепленное на втулке 2 обгонной муфты (рисунок 3) получит от колеса 28 коробки подач медленное рабочее движение против часовой стрелки произойдет заклинивание роликов 3 между втулкой 2 и корпусом 1, закрепленном на ходовом валу 6, который также получит медленное вращение. Если сообщить ходовому валу вращение в том же направлении, но с большей угловой скоростью, чем скорость колеса 56 (от электродвигателя холостых ходов), то произойдет расклинивание роликов. При этом суппорт будет осуществлять быстрое перемещение.

Таблица 1 – Техническая характеристика токарно-винторезного станка модели 1К62

Высота центров	215 мм
Наибольший диаметр точения над станиной	400 мм
Расстояние между центрами	1400мм
Количество чисел оборотов шпинделя в минуту	23 (в пределах 12,5 – 2000)
Количество продольных и поперечных подач	56 (с пределами изменения продольных подач 0,070 – 4,16 мм/об и поперечных подач 0,035 – 2,08 мм/об)
Число метрических резьб	19 (с пределами изменения шага 1 – 12мм)
Число дюймовых резьб	20 (с пределами изменения шага 2 – 4 нитки на 1")
Число питчевых резьб	24 (с пределами изменения шага 7 – 96 питчей)
Число модульных резьб	9 (с пределами изменения модуля 0,5 – 3мм)

3 Аппаратура и материалы

Токарно-винторезный станок модели 1К62.

4 Указания по технике безопасности

Без разрешения преподавателя студентам категорически запрещается включать станок в сеть.

Перед включением станка в сеть мастер, работающий на станке, обязан проверить:

- 1 Исправность заземления.
- 2 Наличие масла в системе смазки.
- 3 Наличие кожуха защиты.

Студенты не должны находиться в зоне действия подвижных органов станка.

5 Методика и порядок выполнения работы

- 1 Изучить устройство станка и его кинематическую схему.
- 2 Изучить порядок наладки станка на выполнение различных токарных работ (нарезание резьбы с увеличенным шагом, резьбы повышенной точности и многозаходной резьбы).
- 3 Произвести настройку станка на выполнение токарных работ, указанных в таблице 2 (форма протокола).

6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе оформляется в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Токарно-винторезный станок модели 1К62
(форма протокола)

№ п/п	Содержание работы и этапы выполнения	Выполнение
1	Перечислить основные узлы и органы управления станка	
2	Составить уравнение кинематической цепи главного движения по заданному значению n	
3	Составит уравнение кинематической цепи подачи	

	по заданному значению s	
4	Произвести нарезание резьбы заданного шага	
5	Нарезать резьбу с увеличенным шагом	

Дата _____ Подпись студента _____
 Подпись преподавателя _____

7 Вопросы для защиты работы

1. Назначение и устройство станка.
2. Какие виды работ выполняются на станке?
3. Показать на кинематической схеме кинематическую цепь привода главного движения.
4. Порядок наладки станка на выполнение различных токарных работ (нарезание резьбы с увеличенным шагом, резьбы повышенной точности и многозаходной резьбы).
5. Настройка станка на выполнение токарных работ.

3 Изучение конструкции и настройки станка радиально-сверлильного модели 2K522-03

Цель работы

Изучить конструкцию и основные приемы настройки станка на выполнение типовых операций.

Теоретическая часть

Назначение станка

На станке (рисунок **Error! Reference source not found.**) можно выполнять сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы в стали, чугуна, и других металлах и сплавах, за исключением тех сплавов, обработка которых на станке может привести к пожароопасной ситуации.

Станок предназначен для обработки отверстий под различными углами в мелких, средних и крупных деталях.



Рисунок 3.1 – Общий вид станка

Технические характеристики станка приведены в таблице Таблица 3.1

Таблица 3.1 - Технические характеристики станка

Наименование параметра	Значение параметра
Наибольший диаметр сверления в стали 45 ГОСТ 1050, мм	3.1 32

Наименование параметра	Значение параметра
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы (Сталь 45)	M16
Вылет шпинделя (расстояние от оси шпинделя до образующей колонны, измеряемое в плоскости, параллельной направляющим рукава и проходящей через ось колонны), мм:	
Наибольший, не менее	800
Наименьший, не более	300
Радиус сверления (расстояние от оси шпинделя до оси колонны), мм:	
Наибольший, не менее	900
Наименьший, не более	430
Расстояние от нижнего торца шпинделя до зеркала основания, мм:	
Наибольшее, не менее	960
Наименьшее, не более (ниже зеркала плиты)	Минус 220
Расстояние от оси шпинделя в горизонтальном его положении до пола, мм:	
Наибольшее, не менее	1470
Наименьшее, не более	550
Число ступеней частоты вращения шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000
Число ступеней механических подач шпинделя	4
Механические подачи шпинделя, мм/об	0,056; 0,1; 0,18; 0,32
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н·м	120
Наибольшее усилие подачи, кН	7

Наименование параметра	Значение параметра
Мощность привода главного движения, кВт	1.5
Габаритные размеры станка, мм:	
Длина (с устройством подачи СОЖ)	1530 1720
Ширина	940
Высота	1990
Масса станка, без приспособлений, поставляемый за отдельную плату, кг, не более	1100
Колонна	
Диаметр колонны, мм	180
Рукав	
Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне, мм	930
Суммарный угол поворота рукава вокруг оси колонны (вертикальная ось).	360°
Суммарный угол поворота рукава вокруг горизонтальной оси.	360°
Зажим головки на направляющих рукава	ручной
Сверлильная головка	
Наибольший ход по направляющим рукава, мм	500
Суммарный угол поворота сверлильной головки вокруг горизонтальной оси.	360°
Зажим головки на направляющих рукава	ручной
Шпиндель	
Ход шпинделя, мм: Наибольший	250
На 1 оборот штурвала	100,48
На 1 деление лимба	1
На выбивку инструмента, не более	15
Конус шпинделя внутренний	Морзе 4 АТ6 ГОСТ 25557
Плита фундаментная	
Размер рабочей поверхности, мм	630±5

Наименование параметра	Значение параметра
Ширина	800
Длина (до фланца колонны)	180±3
Высота	
Количество пазов	3
Ширина паза по ГОСТ 1574, мм	18
Расстояние между пазами, мм	160
Присоединительные размеры плиты для фундамента, мм	548×1148
Стол прямоугольный съёмный	
Размер рабочей поверхности, мм:	360×50
Горизонтальной	0
вертикальной	400×50
	0
Ширина паза, мм	14Н12
Расстояние между пазами, мм	100
Количество пазов на поверхности:	3
Горизонтальной	3
Вертикальной	

Расположение основных узлов станка представлено на рисунке 3.2.

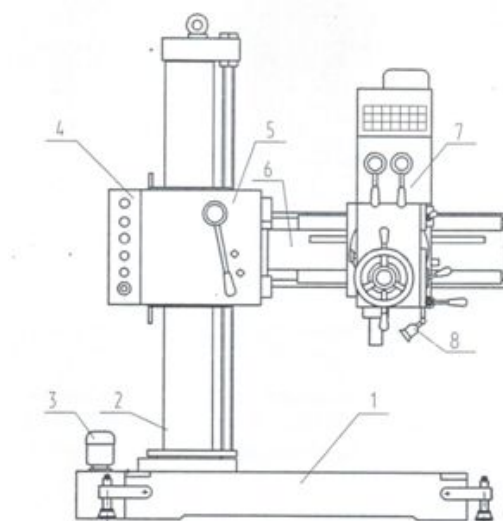


Рисунок 3.2 – Расположение основных узлов станка

Перечень составных частей станка приведён в таблице 2

1 Основание. 2 Колонна. 3 Охлаждение.

Электрооборудование. 5 Корпус. 6 Рукав. 7 Сверлильная
головка. 8 Светильник.

Анализ кинематической схемы станка

Кинематическая схема станка представлена на рисунке 3.3.

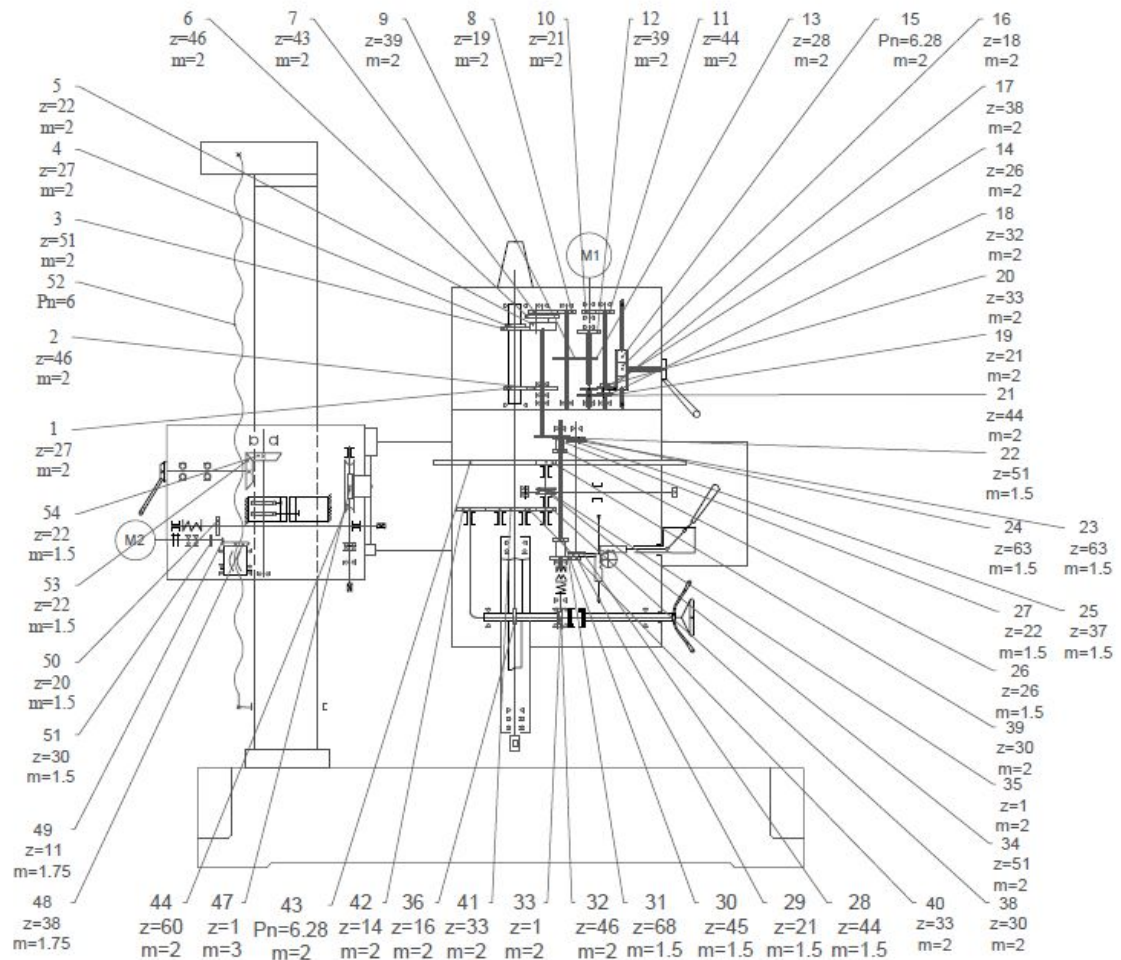


Рисунок 3.3 – Схема кинематическая

Цепь вращения шпинделя

Вращение шпинделя от электродвигателя M1 передаётся через коробку скоростей на вал VI привода шпинделя. Передвижные блоки 14-17-18-19 и 5-6-7 коробки скоростей обеспечивают 12 ступеней частоты вращения

шпинделя в диапазоне от 45 до 2000 об/мин.

$$(nM_1)1500 \cdot \frac{44}{21} \cdot \frac{33}{32} \cdot \frac{39}{28} \cdot \frac{43}{19} \cdot \frac{27}{51} \cdot \frac{46}{22} = n_{об/мин}$$

Цепь подач

Вращение от вала привода шпинделя VI через цилиндрические передачи 1-2 и 27-24, коробку подач, червячную передачу 33-32, зубчатое колесо 36 предаётся на рейку 37 пиноли шпинделя. Передвижные блоки коробки подач 22-23 и 28-29 обеспечивают четыре механические подачи 0,056; 0,18; 0,32.

Включение механической подачи осуществляется рукоятками штурвального устройства в направлении «От себя». Ручной подвод инструмента, а при необходимости и ручная подача, производится рукоятками штурвального устройства, при включённой муфте А.

$$1_{об.шп} \cdot \frac{46}{27} \cdot \frac{63}{22} \cdot \frac{51}{37} \cdot \frac{68}{21} \cdot \frac{1}{45} \cdot \frac{26}{44} \cdot 6,28 = S_{мм} / об.шп$$

Цепь вертикального перемещения рукава

Вертикальное перемещение рукава осуществляется от двигателя М2 через коническую пару 49-48 на винт подъёма 52.

Изменение направления перемещения рукава производится реверсом электродвигателя. Точная установка рукава по высоте осуществляется рукояткой, установленной на квадратный хвостовик подпружиненного вала XIV (нажатием на рукоятку вал предварительно утапливается).

Цепь перемещения сверлильной головки по рукаву - перемещение осуществляется с помощью маховика, установленного на вал XII.

Поворот рукава вокруг горизонтальной оси осуществляется

посредством червячной передачи 47-44 при помощи рукоятки, установленной на квадратный хвостовик вала XVI.

Поворот сверлильной головки вокруг горизонтальной оси осуществляется при нахождении сверлильной головки в крайне правом положении на рукаве посредством червячной передачи 35-34 при помощи рукоятки, установленной на квадратный хвостовик червяка VII.

Зажим корпуса на колонне осуществляется клеммой, сжатие-разжатие которой происходит тягой, соединённой с эксцентриковым валом XIX, приводимым в движение рукояткой через зубчатые колёса 54,53.

Описание и работа узлов станка

Механизм перемещения рукава по колонне

Механизм перемещения (рисунок 3.4) предназначен для механического подъема и опускания корпуса с рукавом по колонне. Привод осуществляется от электродвигателя 1 на коническую пару 2-3 Коническое зубчатое колесо 3 связано с гайкой 4, которая, вращаясь по неподвижному винту 8, осуществляет вертикальное перемещение корпуса вверх-вниз. Для точной выставки на заданную координату, при горизонтальном положении шпинделя, необходимо ввести в зацепление зубчатое колесо 7 с колесом 5 плавно утопив рукоятку, установленную на квадратный хвостовик 6.

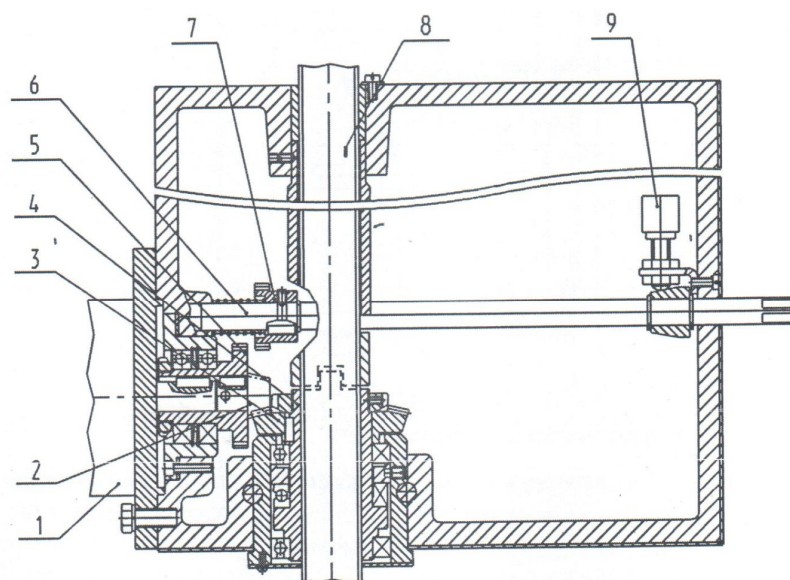


Рисунок 3.4 – Механизм перемещения рукава по колонне

Механизм поворота рукава вокруг горизонтальной оси

Механизм предназначен для поворота рукава, несущего сверлильную головку, вокруг горизонтальной оси. Поворот производится рукояткой, уставленной на квадратный хвостовик вала 1 (Рисунок 3.5) при предварительно отжатых четырёх прихватах, которыми рукав крепится к корпусу.

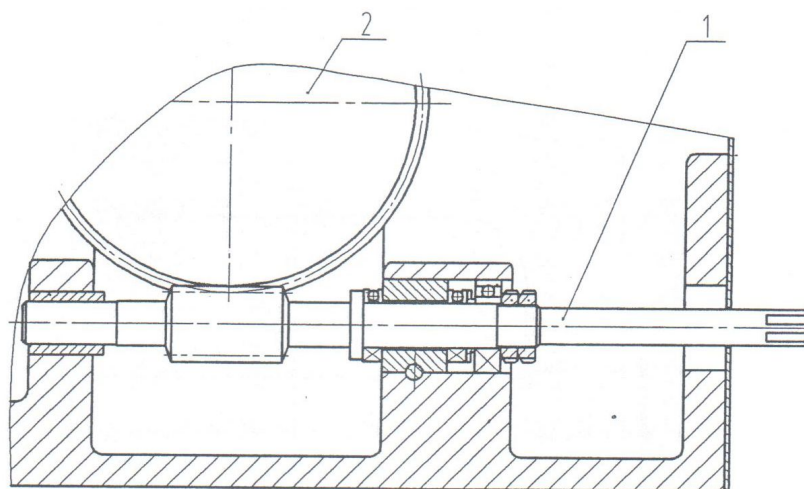


Рисунок 3.5 – Механизм поворота рукава

Механизм зажима корпуса на колонне

Зажим-разжим корпуса производится поворотом рукоятки 3 (рисунок 3.6) в одну или другую сторону. Рукоятка с помощью конических колес 2-1 поворачивает вал 4, имеющий двойной эксцентриситет, под действием которого и происходит затягивание двух клемм корпуса.

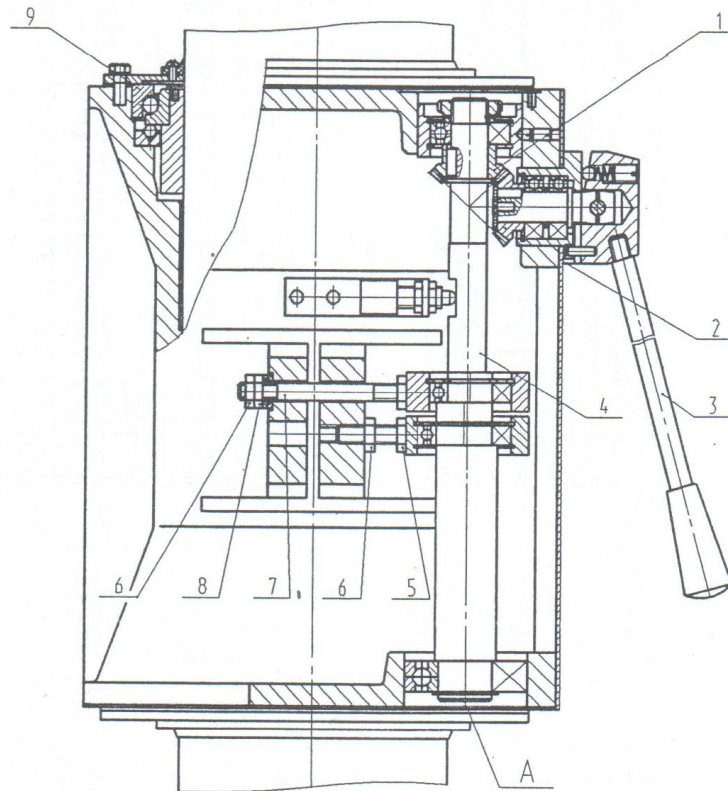


Рисунок 3.6 – Механизм зажима корпуса

Механизм поворота рукава вокруг колонны

Легкость поворота рукава, закрепленного на корпусе, вокруг колонны обеспечивают два спец. подшипника 9 (рисунок 6), расположенные сверху и снизу корпуса, а также комплект подшипников в верхней части колонны (рисунок 20).

Коробка скоростей

Вращение от электродвигателя М1 (рисунок 3.7) через зубчатые колёса 1,2 и четырехвенцовый блок 4-5-6-7 передаётся на вал III. С вала III через зубчатые колёса 3 и 9 передаётся на вал VI. Далее через трехвенцовый блок 10-11-12 вращение передаётся на полый вал VI, внутри которого проходит

шлицевый хвостовик шпинделя.

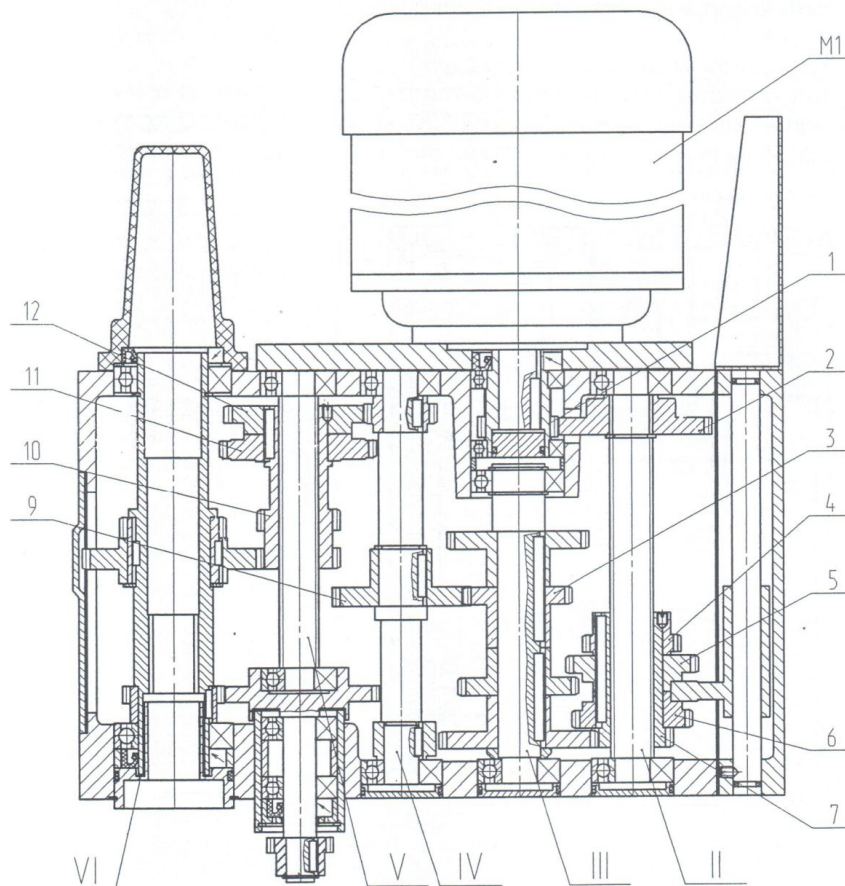


Рисунок 3.7 – Коробка скоростей

Коробка подач

Вращение от шпинделя через зубчатые колёса передаётся на коробку подач.

Механизм подач состоит из червяка 6 (рисунок 3.8), получающего механическое вращение от вала 4. Червяк входит в зацепление с червячным колесом вала штурвального устройства.

В цепи подач имеется предохранительное устройство от перегрузок по осевой силе 5, настроенное изготовителем на осевое усилие 7000 Н. При перегрузке устройство срабатывает, на что указывает прекращение отхода

стружки с инструмента.

Для обеспечения нормального режима обработки необходимо устранить перегрузку, заточить сверло.

Шпиндель 1 предназначен для передачи вращения инструменту, установленному в его конусе.

Шпиндель снабжён безударным выбивным устройством для удаления инструмента из конического отверстия. Инструмент удаляется под действием кулачка 2 на его хвостовик в крайнем верхнем положении шпинделя при вытянутой в крайнее положение и зафиксированной поворотом против часовой стрелки кнопке 3.

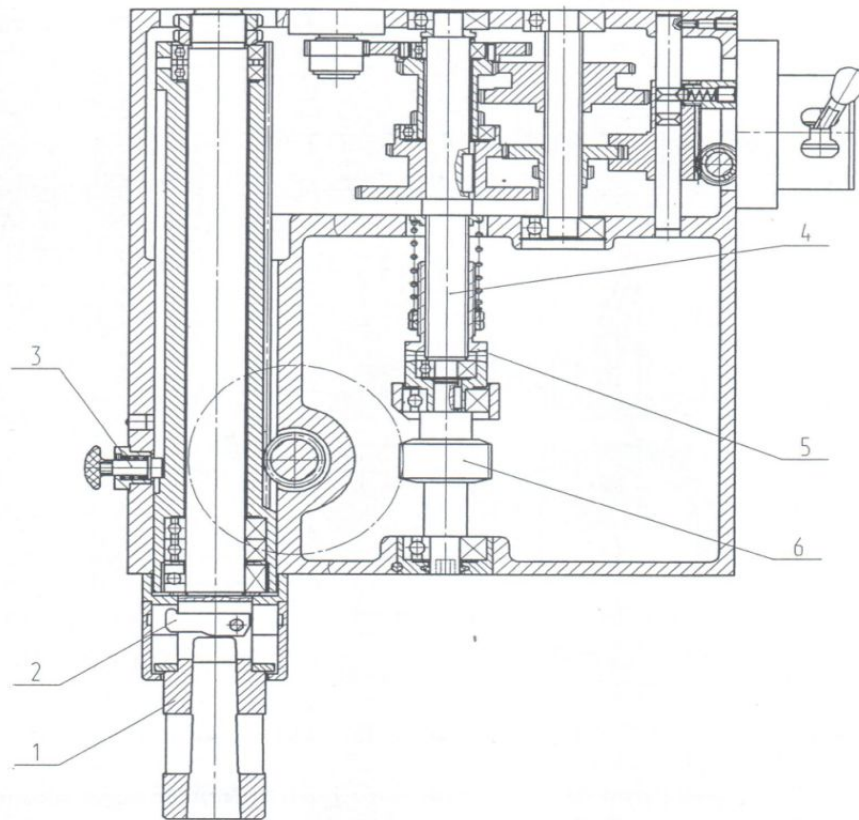


Рисунок 3.8 – Коробка подач

Оборудование и материалы

Станок радиально-сверлильный модели 2K522-03, набор сверл,

материал для обработки.

Указания по технике безопасности

При работе на станке необходимо выполнять следующие требования техники безопасности:

- работать на станке можно только в защитных очках, спец.одежде и спец. обуви;
- спец.одежда не должна быть свободной и должна быть не очень прочной, так как при попадании свободных краёв одежды на движущиеся элементы станка возможен ее захват ,наматывание и травмирование оператора;
- спец.ботинки должны быть прочными, с подошвами, препятствующими подскользыванию и защищающими ноги от повреждений;
- длинные волосы должны быть заправлены под головной убор для предотвращения захвата и наматывания на подвижные части станка; галстук, шейные украшения, кольца также представляют потенциальную опасность при работе на станке;
- не работать с открытой дверцей шкафа электрооборудования, так как при этом возможно возникновение всех электрических опасностей;
- не использовать станок во влажной окружающей среде, так как влажность может привести к коротким замыканиям в электрической системе;
- обеспечить достаточную освещенность рабочего места, так как при недостаточном освещении возможны ошибки оператора при исполнении задания и эксплуатация станка с возможной его поломкой;
- обеспечить надёжное закрепление заготовки, так как при ненадёжном закреплении заготовки при обработке она может быть вырвана из закрепления, может произойти поломка инструмента с последующим

нанесением травмы оператору вылетающими из зоны обработки частями;

- проверить надёжность поступления смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания, предварительно ознакомившись с инструкцией по использованию СОЖ; не допускать ее попадания на руки, на одежду и пол, так как имеется опасность подскользывания, а также поражения кожи и дыхательных путей;
- использовать индивидуальные средства защиты от повышенного шума, вызванного обработкой отдельных материалов.

Задания

Настроить станок на выполнение операции сверления по индивидуальному заданию.

Содержание отчета

В качестве отчета представляются:

- расчет скорости резания и подачи для индивидуального задания по обработке отверстия;
- записать уравнения кинематического баланса настройки цепи главного движения и движения подачи;
- выделить из общих уравнений конкретные уравнения для реализации рассчитанных скорости резания и подачи;
- сделать вывод о возможности реализации рассчитанных параметров режимов резания и необходимости их приближенной реализации.

Контрольные вопросы

- 1 По каким зависимостям рассчитываются параметры режимов резания при сверлении, фрезеровании, развертывании?
- 2 В каких единицах измеряются параметры режимов резания при сверлении?
- 3 Выполнить анализ уравнения кинематического баланса привода главного движения.
- 4 Выполнить анализ уравнения кинематического баланса привода подачи.

Список литературы

- 1 "Руководство по эксплуатации. Станок радиально-сверлильный модели 2K522-03". 007.0000.000 РЭ.
- 2 ООО Рубикон.http://stanki-katalog.ru/sprav_2k522.htm:Каталоги, справочники, базы данных по металлообрабатывающему оборудованию.- г.Ижевск:2015.
- 3 Технология обработки конструкционных материалов: Учеб. для машиностр. спец. вузов/П.Г. Петруха, А.И. Марков, П.Д. Беспехотный и др.; Под ред. П.Г. Петрухи. – М.: Высш. шк., 1991. 512с.

4 Изучение конструкции и настройки инструментального фрезерного станка модели JTM-1230W3

Цель работы

Изучить конструкцию и основные приемы настройки станка на выполнение типовых операций.

Теоретическая часть

Назначение станка

Станок (рисунок 1.1) предназначен для фрезерования плоскостей, наклонных поверхностей и канавок, для производства инструмента, зажимных приспособлений, а также производства деталей сложной формы в инструментальной промышленности и станкостроении.

При помощи дополнительно приспособлений, таких как делительная головка, поворотный стол и т.д., станок можно использовать при нарезании зубчатых колес и обработке криволинейных поверхностей. Также можно сверлить отверстия по заданным координатам при помощи концевых мер длины и цифровой индикации.



Рисунок 4.1 – Общий вид станка

Технические характеристики станка

Горизонтальный стол:

Рабочая поверхность (W×L) 320×750 мм

Кол-во Т-образных пазов 5

Ширина Т-образных пазов 14 мм

Расстояние между Т-образными пазами 63 мм

Вертикальный стол

Рабочая поверхность (W×L) 225×830 мм

Кол-во Т-образных пазов 2

Ширина Т-образных пазов 14 мм

Расстояние между Т-образными пазами .. 126 мм

Максимальное продольное перемещение

-ручное 405 мм

-автоматическое 395 мм

Максимальное вертикальное перемещение

-ручное 390 мм

-автоматическое 380 мм

Шаг ходового винта продольного
перемещения 4 мм

Шпиндельная бабка:

Конус шпинделя ISO40, 7:24, Ø44,45 мм

Диаметр внешнего шпинделя Ø88,882 мм

Максимальная поперечная подача

-ручная 200 мм

-автоматическая 200 мм

Вертикальная шпиндельная бабка:

Конус шпинделя ISO40, 7:24, Ø44,45 мм

Диаметр внешнего шпинделя Ø88,882 мм

Мах. перемещение салазок вертикальной
шпиндельной бабки 550 мм

Мах. угол поворота вертикальной
шпиндельной бабки $\pm 60^\circ$

Ход пиноли шпинделя 80 мм

Основные размеры между узлами станка:

Расстояние от оси горизонтального шпинделя до поверхности
горизонтального стола (со снятой крышкой)

минимум 35 мм

максимум 415 мм

Мах. диаметр инструмента при работе
без держателя Ø150 мм

Расстояние от вертикального стола
до направляющих 188 мм

Расстояние от оси вертикального шпинделя
до направляющих, максимум 682 мм

Расстояние от торца вертикального шпинделя
до плоскости горизонтального стола

минимум 65 мм

максимум 445 мм

Характеристики:

Число скоростей шпинделя
(горизонтального и вертикального) 12

Диапазон скоростей шпинделя
(горизонтального и вертикального) 40-1600 об/мин

Продольные и вертикальные подачи стола и
поперечная подача шпиндельной бабки

Число 12

Диапазон 8-310 мм/мин.

Ускоренный ход в продольном, вертикальном
и поперечном направлении 1000 мм/мин

Мощность, габаритные размеры и вес:

Двигатель главного привода: Мощность ... 2,2 кВт

Частота вращения 1430 об/мин

Двигатель ускоренного хода: Мощность 0,55 кВт

Частота вращения 1400 об/мин

Двигатель насоса подачи СОЖ: Мощность . 0,125 кВт

Частота вращения 2860 об/мин

Габаритные размеры (L×W×H) 1170×1210×1770мм

Масса 1100 кг

Анализ кинематической схемы

Главный шпиндель приводится в движение фланцевым электродвигателем мощностью 2,2 кВт, расположенным внутри основания и напрямую соединенным с валом III коробки скоростей через 4 поликлиновых ремня типа Q (рисунок **Error! Reference source not found.**). При переключении передвигжных зубчатых колес на валу III, возможен выбор 12 значений частоты вращения шпинделя.

Движение подачи передается от шкива, расположенного с внутренней стороны шкива шпинделя, через поликлиновый ремень типа А на вал IV в коробке подач. При переключении передвигжных зубчатых колес на валу IV, возможен выбор 12 значений скоростей соответственно в каждом из трех направлений (а именно вертикальном, продольном и поперечном):

Когда требуется ускоренный ход рабочего стола или шпиндельной бабки, нажимается кнопка на рычаге (Либо нажмите кнопку «Ускоренный ход»); тогда запустится двигатель ускоренного хода и одновременно отсоединится от коробки скоростей через обгонную муфту, и таким образом придет в движение подающий вал. Ускоренный ход в продольном и

поперечном направлении осуществляется с подачей 1000 мм/мин.

После включения электропитания двигатель ускоренного хода (0,55 кВт) должен вращаться в направлении, указанном стрелкой на опоре. Если он вращается в противоположном направлении, ускоренный ход будет не возможен, а также это может привести к повреждению обгонной муфты или привести к проскальзыванию ремня на шкиве.

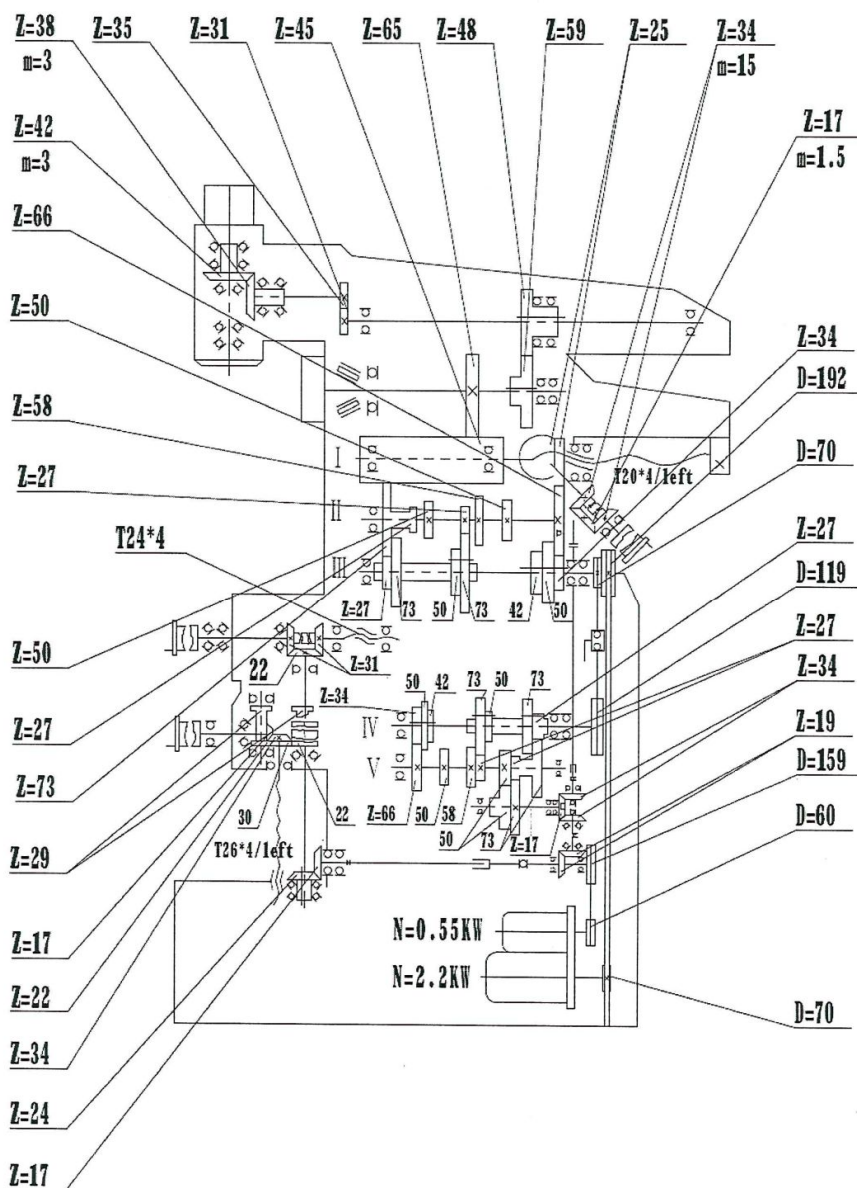


Рисунок 4.2 – Кинематическая схема станка

Описание конструкции

Станок состоит из следующих узлов: вертикальной шпиндельной бабки, шпиндельной бабки, стойки, главной коробки скоростей шпинделя, коробки подач, консоли и основания.

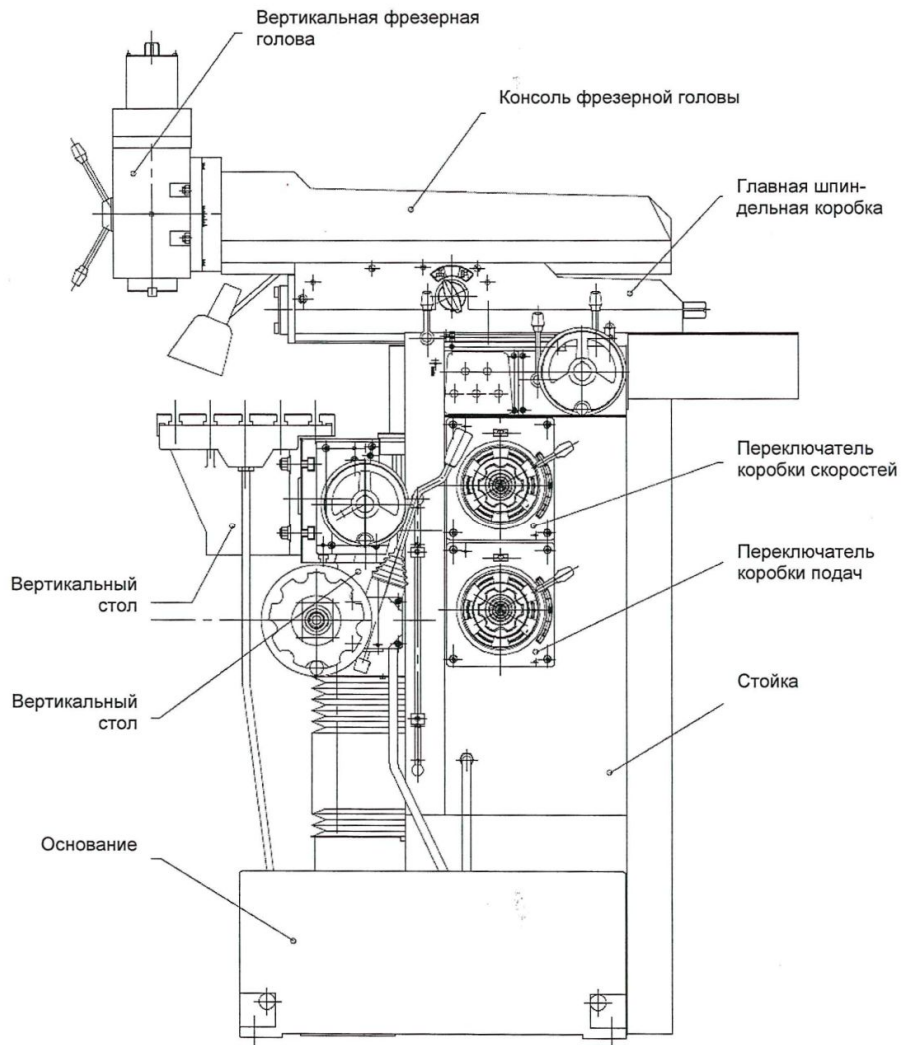


Рисунок 4.3 – Основные узлы станка

Колонна и стойка

Стойка и основание отлиты отдельно и надежно соединены болтами. Корпус стойки изнутри ребристый для обеспечения жесткости при различных условиях нагрузки. В стойке размещается коробка скоростей и коробка подач. На верхней правой стороне стойки находится панель с кнопками, коробка поперечной подачи, маховик поперечной подачи, шкала поперечной подачи,

фиксирующий рычаг поперечной подачи. Шкала вертикального перемещения, упор вертикального перемещения и рычаг переключения скоростей шпинделя установлены на средней части стойки. Лампа местного освещения находится с левой стороны стойки. Коробка скоростей установлена в верхней задней части стойки, а коробка подач располагается под коробкой скоростей. Двигатель ускоренного перемещения расположен в нижней левой части стойки, поликлиновые ремни, соединяющие двигатель с коробкой скоростей находятся на задней стороне стойки и закрыты крышкой.

Консоль и вертикальный рабочий стол

Консоль установлена на направляющих типа «ласточкин хвост» спереди стойки, вертикальный стол расположен на продольных направляющих «ласточкин хвост», которые отклоняются на 15° от консоли, таким образом, осуществляется вертикальное и продольное перемещение рабочего стола. Хорошо распределенные ребра на консоли и вертикальном столе, особенно наклонные (угол наклона 15°) направляющие «ласточкин хвост», значительно увеличивают жесткость рабочего стола. Перемещение стола можно осуществлять вручную, автоматически или ускоренным ходом.

Вертикальное устройство блокировки установлено слева от стола, продольное устройство блокировки, рычаг перемещения стола установлены на правой стороне стола, упор продольного перемещения, фиксирующий рычаг расположены снизу.

Зазор между направляющими можно регулировать при помощи клиновых планок.

Шпиндельная бабка

Главная шпиндельная бабка перемещается в поперечном направлении по направляющим «ласточкин хвост» на стойке, управляется либо вручную, либо автоматически, либо на ускоренном ходу. Всего имеется 12 частот вращения шпинделя. Фиксирующий рычаг и устройство перемещения ведущей шестерни пиноли вертикальной бабки установлены слева от коробки

скоростей, а рукоятка переключения вертикального/горизонтального режима и упоры поперечной подачи установлены с правой стороны Т-образного паза. Если требуется вертикальный режим обработки, переключите рычаг гориз./вертик. режима в позицию «Вертикальный». Горизонтальный шпиндель при этом тоже будет вращаться.

Вертикальная шпиндельная бабка и салазки

Вертикальная шпиндельная бабка установлена на салазках. Бабку можно наклонять вправо или влево на ± 60 . Движение вертикальной шпиндельной бабки осуществляется от горизонтального шпинделя через пару цилиндрических зубчатых колес на спиральнозубую коническую передачу, которая находится в вертикальной шпиндельной бабке, на шпиндель. Всего 12 скоростей вращения шпинделя. Для горизонтального фрезерования, переключите рычаг переключения вертикальный/горизонтальный в позицию горизонтального режима, таким образом, вертикальный шпиндель будет в нерабочем режиме, в то время как вертикальная шпиндельная бабка повернута на 90 и отведена назад вместе с салазками вертикальной бабки. Когда нужно использовать горизонтальный шпиндель, выдвиньте салазки вертикальной бабки. Установите опору оправки, и станок будет готов к работе в горизонтальном режиме.

Управление механизмов переключения скоростей

Механизм переключения скоростей и механизм переключения подач – это два независимых элемента станка с идентичной конструкцией. Они установлены отдельно на двух площадках, которые находятся вверху и внизу левой стороны стойки. Механизм переключения скоростей приводит в движение кулачок с помощью небольшого маховика, чтобы сдвинуть два зубчатых колеса: другой рычаг используется для движения другого зубчатого колеса при помощи зубчатой рейки и подвижного пальца. Таким образом, можно установить необходимые скорости системы привода.

Оборудование и материалы

Станок фрезерный модели JTM-1230W3, набор фрез, материал для обработки.

Указания по технике безопасности

При работе на станке необходимо выполнять следующие требования техники безопасности:

- работать на станке можно только в защитных очках, спец.одежде и спец. обуви;
- спец.одежда не должна быть свободной и должна быть не очень прочной, так как при попадании свободных краёв одежды на движущиеся элементы станка возможен ее захват ,наматывание и травмирование оператора;
- спец.ботинки должны быть прочными, с подошвами, препятствующими подскользыванию и защищающими ноги от повреждений;
- длинные волосы должны быть заправлены под головной убор для предотвращения захвата и наматывания на подвижные части станка; галстук, шейные украшения, кольца также представляют потенциальную опасность при работе на станке;
- не работать с открытой дверцей шкафа электрооборудования, так как при этом возможно возникновение всех электрических опасностей;
- не использовать станок во влажной окружающей среде, так как влажность может привести к коротким замыканиям в электрической системе;
- обеспечить достаточную освещенность рабочего места, так как при недостаточном освещении возможны ошибки оператора при исполнении задания и эксплуатация станка с возможной его поломкой;
- обеспечить надёжное закрепление заготовки, так как при ненадёжном закреплении заготовки при обработке она может быть вырвана из закрепления, может произойти поломка инструмента с последующим

нанесением травмы оператору вылетающими из зоны обработки частями;

- проверить надёжность поступления смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания, предварительно ознакомившись с инструкцией по использованию СОЖ; не допускать ее попадания на руки, на одежду и пол, так как имеется опасность подскользывания, а также поражения кожи и дыхательных путей;
- использовать индивидуальные средства защиты от повышенного шума, вызванного обработкой отдельных материалов.

Задания

Настроить станок на выполнение операции фрезерования по индивидуальному заданию.

Содержание отчета

В качестве отчета представляются:

- расчет скорости резания и подачи для индивидуального задания по обработке детали;
- записать уравнения кинематического баланса настройки цепи главного движения и движения подачи;
- выделить из общих уравнений конкретные уравнения для реализации рассчитанных скорости резания и подачи;
- сделать вывод о возможности реализации рассчитанных параметров режимов резания и необходимости их приближенной реализации.

Контрольные вопросы

- 5 По каким зависимостям рассчитываются параметры режимов резания при фрезеровании?
- 6 В каких единицах измеряются параметры режимов резания при фрезеровании?
- 7 Выполнить анализ уравнения кинематического баланса привода главного движения.
- 8 Выполнить анализ уравнения кинематического баланса привода подачи.

Список литературы

- 1 Ефремов В.Д. Горохов В.А. Коротков И.А. и др. Металлорежущие

станки, Старый Оскол, Издательство ООО "Тонкие наукоемкие технологии" 2016. — 696 с

5 Широкоуниверсальный консольно -фрезерный станок модели 6Р82Ш

Цель работы

Цель работы: изучить конструкцию и назначение широкоуниверсально-фрезерного станка модели 6Р82Ш и делительной головки, правила их настройки и процесс нарезания винтовой канавки.

Теоретическая часть

Общие сведения (таблица 1): станок мод. 6Р82Ш предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ цилиндрическими, дисковыми, фасонными, торцовыми и пальцевыми фрезами в условиях единичного и серийного производства. Благодаря наличию накладной поворотной головки станок является широкоуниверсальным.

Таблица 1 – Техническая характеристика станка

Рабочая поверхность стола	1250*320 мм
Мощность электропривода главного движения	7.5 кВт
Частота вращения электродвигателя	1460 об/мин
Число ступеней частот вращения шпинделя	18 (в пределах от 31.5 до 1600 об/мин)
Число ступеней подач	18 (в пределах: продольные и поперечные от 25 до 1250 мм/мин вертикальные от 8.3 до 400 мм/мин)
Наибольшее перемещение стола Продольное Поперечное Вертикальное	800 мм 250 мм 420 мм
Наибольший угол поворота фрезерной головки	$\pm 45^\circ$

Устройство станка

Общий вид станка представлен на рисунке 1.

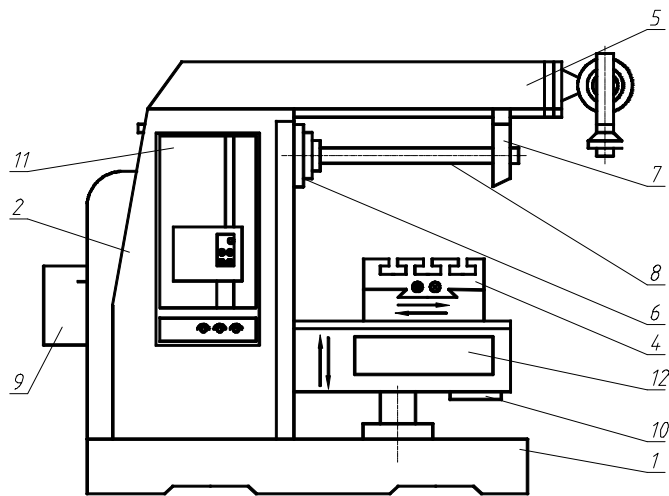


Рисунок 1 – Широкоуниверсально - фрезерный станок 6P82М

Основные части и узлы станка смонтированы на станине 2, которая установлена на фундаментной плите 1.

Обрабатываемая деталь закрепляется на столе 4, который расположен на консоли станка 3 и может получать продольное, поперечное и вертикальное перемещение (последнее осуществляется вместе с консолью).

Коробка подач 12 расположена в полости консоли стола. Коробка скоростей 11 и шпиндель 6 расположены внутри станины.

Сверху станины по направляющим перемещается хобот 5. Хобот зажимается зажимами.

Режущий инструмент (фреза) закрепляется либо в шпинделе 6, либо на оправке 8, жестко соединенной со шпинделем станка, либо во фрезерной головке 13, другой конец оправки поддерживается подшипником, закрепленным в подвеске 7, которая крепится на подвижном хоботе 5. Фреза получает непрерывное вращение, называемое ГЛАВНЫМ или ДВИЖЕНИЕМ РЕЗАНИЯ. Перемещение заготовки вместе со столом называется ДВИЖЕНИЕМ ПОДАЧИ.

Шпиндель получает вращение от асинхронного электродвигателя 9 и коробки скоростей с тремя подвижными блоками зубчатых колес. Стол станка

получает продольное, поперечное и вертикальное (вместе с консолью) перемещения через соответствующие ходовые винты стола и консоли от электродвигателя 10 и коробки подач.

На станке можно обрабатывать горизонтальные и вертикальные плоскости, пазы, фасонные поверхности, нарезать винтовые канавки и зубчатые колеса. В большинстве случаев заготовка закрепляется на столе при помощи тисков или специального приспособления. Фрезерование зубчатых колес, разверток, спирали и прочих деталей, требующих периодического и непрерывного поворота вокруг оси, производится на данном станке с применением делительной головки.

Кинематическая схема станка

Кинематическая схема станка приведена на рисунке 2.

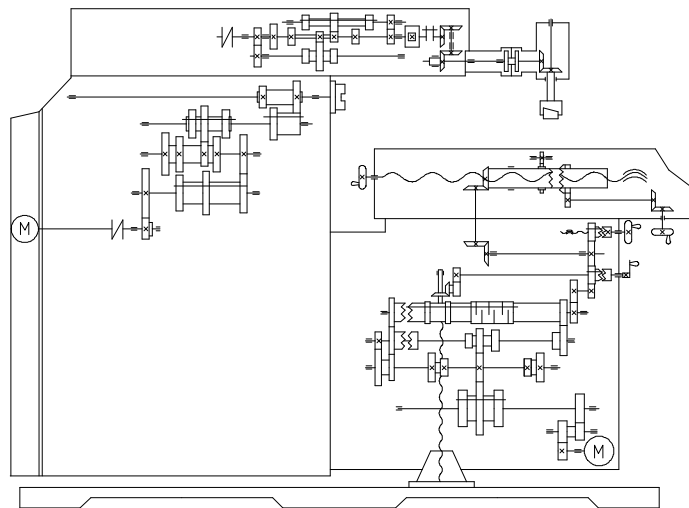


Рисунок 2 – Кинематическая схема широкоуниверсально – фрезерного станка

Привод главного движения

Асинхронный электродвигатель ($N = 7,5$ кВт, $n = 1460$ об/мин) сообщает вращение валу I.

Вал I передает вращение валу II через жестко закрепленные зубчатые колеса 27 – 53. От вала II на вал III вращение может быть передано через одну из трех пар зубчатых колес: 16 – 38, 22 – 32 или 19 – 35. При этом тройной блок зубчатых колес 16 – 22 – 19, установленный на шлицевом участке вала II, может перемещаться в осевом направлении и занимать одно из трех фиксированных положений.

Вал IV получает вращение от вала III также через одну из трех пар зубчатых колес: 27 – 37, 18 – 46 или 38 – 26. С вала IV вращение передается валу V (шпинделю) через колеса 82 – 38 или I9 – 69. Тройной блок зубчатых колес: 37 – 46 – 26 и двойной блок зубчатых колес 62 – 19 могут перемещаться в осевом направлении. Коробка скоростей позволяет сообщить шпинделю 18 различных частот вращения в пределах от 31,5 до 1600 об/мин.

Уравнение кинематической цепи для максимальной частоты вращения шпинделя имеет вид:

$$n_{\max} = 1460 \frac{27}{53} \frac{22}{32} \frac{38}{26} \frac{82}{38} = 1600 \text{ об/мин}$$

Привод главного движения фрезерной головки

Асинхронный электродвигатель ($N=2,2$ кВт, $n=1430$ об/мин) сообщает вращение валу XVII.

Через шестерни 19/53 движение передается на вал XVIII. От вала, XVII на блок вала XIX движение может быть передано через одну из трех пар зубчатых колес: 19 – 53, 53 – 19, 36 – 36. Движение с блока вала XIX на вал XX передается через одну из передач 42 – 30, 30 – 42, 36 – 36. С вала XX на вал XXI передается через передачи 30 – 42. Далее движение передается через пары постоянных передач 18 – 18, 30 – 30, 22 – 22.

Привод подач

Отдельный электродвигатель этого привода ($N=2,2$ кВт, $n=1430$ об/мин) передает вращение валу VI через зубчатые колеса 26 – 50 и 26 – 57.

На шлицевом участке вала VI установлен тройной блок цилиндрических зубчатых колес, который за счет осевого перемещения можно поставить в три фиксированных положения. При этом на вал VII вращение будет передаваться через колеса 36 – 18 или 27 – 27, 18 – 36.

Вращение с вала VII передается валу VIII через зубчатые колеса 18 – 40, 21 – 37 или 24 – 34.

Для осуществления этих трех передаточных отношений тройной блок зубчатых колес 34 – 40 – 37, посаженный на шлицевом участке вала VII осевым смещением устанавливается в одно из трех положений. Кроме этого блока, на валу VII жестко посажено колесо 13 и свободно установлено колесо 40, которое можно соединить с валом VIII при помощи кулачковой муфты M1 (Правое положение) или вводить в зацепление с зубчатым колесом 18 блока 45 – 18, сидящего свободно на валу VI (левое положение). Зубчатое колесо 40 вала VIII в правом и левом положении остается в постоянном зацеплении с широким колесом 40, свободно сидящем на валу IX. Следовательно, с вала VIII на вал IX можно передать вращение двумя путями: а) через колеса 40 – 40 (при включенной муфте M1) или б) через перебор, т. е. через колеса 13 – 45 и 18 – 40 – 40 (при включенной и кулачковой муфте M1).

Таким образом, при неизменном числе оборотов электродвигателя зубчатое колесо 40 вала IX за счет коробки подач может получить 18 различных частот вращения.

От вала IX вращение может передаваться на ходовые винты продольной, поперечной и вертикальной подач.

При продольной рабочей подаче стола вращение с вала IX на винт продольного перемещения стола передается через цилиндрические колеса 28 – 35 и 18 – 33 – 37 и далее через конические колеса 18 – 16 и 18 – 18 на муфту M5 и винт продольного хода стола. В этой цепи можно получить 18 различных продольных подач (25 – 1250 мм/мин)

При поперечной рабочей подаче стола вращение с вала IX передается через цилиндрические колеса 28 – 35, 18 – 33 – 37 – 33. При включенной кулачковой муфте вращение будет передаваться ходовому винту поперечной подачи. В поперечном направлении стол получает 18 различных подач (25 – 1250 мм/мин).

При вертикальном перемещении консоли по направляющим станины движение с вала IX на винт вертикальной подачи передается через цилиндрические колеса 28 – 35, 18 – 33, 22 – 33 и конические колеса 23 – 46 и на ходовой винт вертикальной подачи. При этой кулачковая муфта МЗ должна быть включена. Вертикальная подача изменяется в пределах от 8,3 до 416,6 мм/мин.

Для осуществления быстрых установочных перемещений стола в продольном, поперечном и вертикальном направлениях включается электромагнитная многодисковая фрикционная муфта М6 вала IX. При этом кулачковая муфта М2 рабочего хода автоматически выключается. Движение от электродвигателя на вал IX передается по укороченной кинематической цепи через зубчатые колеса 36 – 50 – 67 – 93. Колесо 33 при помощи муфты М6 жестко связывается с валом IX и далее вращение к винтам продольного, поперечного или вертикального перемещения передается ранее рассмотренными путями.

Реверсирование рабочих и установочных движений стола осуществляется реверсированием электродвигателя подачи.

Селективный механизм переключения подач

Для установки требуемой величины подачи на станке 6Р82Ш применен селективный механизм (рисунок 3). Он состоит из рукоятки 1, закрепленной на одном валу с дисками 3 и 4, на этом же валу размещен и лимб 2. В дисках имеются отверстия, в которые могут входить цилиндрические концы реек 6 и 7. Комбинации отверстий в дисках таковы, что в одном положении диска 5 против конца рейки 6 нет отверстия, в другом положении имеется отверстие в диске 5, но нет в диске 4 и т. д. В зависимости от положений отверстий рейки 6 и 7 занимают различные положения, как это наглядно видно на рисунке 4.

Для установки требуемой величины подачи рукоятку 1 перемещают вправо. При этом переместятся вправо и диски, сойдя с цилиндрических концов реек. Затем поворачивая рукоятку (и диски) вправо или влево до совпадения требуемой величины подачи (указанной на лимбе) со стрелкой-указателем, нанесенной на корпусе коробки подач 3. После установки требуемой величины подачи рукоятку перемещают влево. При этом и диски перемещаются влево. В зависимости от положения отверстий в дисках рейки 6 и 7 переместятся на различные величины. Рейки 6 и 7 связаны между собой через зубчатое колесо 8. Посредством вилки 9 переместится на соответствующую величину и подвижный блок 10, введя в зацепления зубчатые колеса, необходимые для обеспечения установленной подачи.

Число пар реек в селективном механизме коробки подач станка 6Р82Ш равняется трем (что соответствует продольной, поперечной и вертикальной подачам).

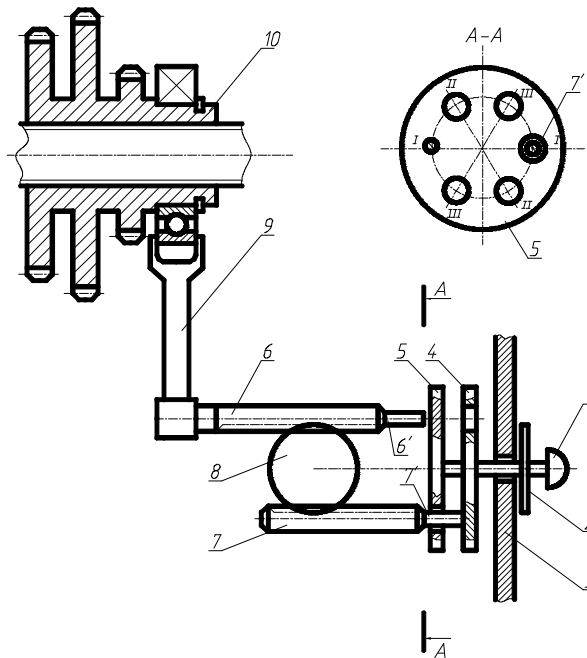


Рисунок 3 – Селективный механизм переключения подач

Характерная особенность данного механизма заключается в том, что установка и переключение подач осуществляется одной рукояткой.

Делительная головка

Делительная головка является одним из основных приспособлений фрезерного станка, она применяется для деления (т. е. точного периодического поворота на заданную часть окружности) заготовки на требуемое число частей, а также для сообщения вращательного движения заготовки при нарезании винтовых канавок.

При помощи делительной головки можно выполнить следующие фрезерные работы:

фрезерование канавок различной формы при изготовлении фрез,
сверл, разверток, зенкеров и т. д.,
нарезание зубчатых колес модульными фрезами,
фрезерование граней,
прорезание пазов, шлицев и т. д.

Методика настройки делительной головки изложена в разделе практических занятий.

Аппаратура и материалы

Широкоуниверсально-фрезерный станок модели 6Р82Ш,
кинематическая схема станка, делительная головка.

Указания по технике безопасности

Без разрешения преподавателя студентам категорически запрещается включать станок в сеть.

Перед включением станка в сеть мастер, работающий на станке, обязан проверить:

1. Исправность заземления.
2. Наличие масла в системе смазки.

3. Наличие кожуха защиты.

Студенты не должны находиться в зоне действия подвижных органов станка.

Методика и порядок выполнения работы

1. Настроить станок и делительную головку на выполнение операции в соответствии с индивидуальным заданием по вариантам
2. Назначение и область применения станка
3. Техническая характеристика станка 6Р83Ш
4. Перечень основных узлов станка 6Р82Ш
5. Уравнение кинематической цепи главного движения по заданной преподавателем частоте вращения шпинделя n об/мин
6. Назначение и область применения делительной головки.
7. Расчет угла поворота рукоятки делительного диска делительной головки при заданном числе делений z :

$$D = \frac{40 \cdot K}{z}.$$

Число K выбираем согласно таблице 2 из условия, что число шагов D должно быть целым.

8. Схема настройки делительной головки для нарезания винтовых канавок.
9. Уравнение кинематической цепи делительной головки для нарезания винтовой канавки с заданным шагом T .
10. Подбор сменных зубчатых колес $a - b - c - d$ гитары делительной головки:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot t}{T}.$$

Шаг винта продольного хода стола берется со схемы настройки делительной головки для нарезания винтовых канавок.

Подбор сменных зубчатых колес произвести согласно имеющемуся комплекту, прилагаемому к головке (см. таблицу 1).

11. Проверка выбранных зубчатых колес на сцепляемость:

$$a+b>c+15; c+d>b+15.$$

12. Определение угла наклона винтовой канавки:

$$\omega = \arctg\left(\frac{\pi D}{T}\right).$$

Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать: цель работы, краткое описание и назначение рассмотренного станка, принцип действия основных узлов, индивидуальное задание.

Индивидуальные задания

Нарезать зубья z равномерно расположенным винтовым канавкам с шагом T на заготовке диаметром D согласно варианту, приведенному в таблице 3. Номер варианта задается преподавателем.

Таблица 3

I подгруппа				II подгруппа				Примечание
Номер Варианта	T	D	Z	Номер Варианта	T	D	Z	
	мм				мм			
1	100	30	3	1	105	30	3	
2	125			2	135			
3	140			3	150			
4	180			4	200			
5	135	40	6	5	140	40	6	
6	150			6	164			
7	160			7	200			
8	240			8	245			
9	200	50	7	9	180	60	7	
10	220			10	220			
11	280			11	260			
12	320			12	320			

Вопросы для защиты работы

1. Объяснить полное название станка и назвать его основные узлы.
2. Какие виды работ выполняются на станке?
3. На какой максимальный угол может быть повернут вокруг своей вертикальной оси стол станка?
4. Показать на кинематической схеме кинематическую цепь привода главного движения.
5. Какую информацию несет график частот вращения шпинделя, как им пользоваться?
6. Показать на кинематической схеме кинематические цепи привода продольной, поперечной, вертикальной подач.
7. Чем осуществляется реверсирование рабочих и установочных движений стола?
8. Объяснить работу селективного механизма переключения подач.
9. Характерная особенность селективного механизма переключения подач.
10. Какие виды работ выполняются с помощью делительной головки?
11. В чем заключается смысл метода простого деления?
12. В чем заключается смысл метода дифференциального деления?
13. В чем заключается смысл настройки делительной головки для нарезания винтовых канавок?
14. Привести расчетные перемещения кинематической цепи, связывающей ходовой винт стола и шпиндель делительной головки при нарезании винтовой канавки.

Лабораторная работа 6

Универсальный круглошлифовальный станок 3U12RA (3У12РА)

Цель работы: изучить конструкцию и назначение круглошлифовального станка.

Теоретическая часть



Станок модели 3U12RA (3У12РА) относится к шлифовальной группе станков круглошлифовального типа особо высокой точности с ручным управлением.

Круглошлифовальный станок 3U12RA предназначен для наружного и внутреннего шлифования цилиндрических, конических и торцовых поверхностей металлических деталей методом *врезного и продольного шлифования*.

На шлифовальном станке 3U12RA обрабатываемые детали устанавливаются в центрах, кулачковом патроне, на планшайбе или цангах.

Технические характеристики

Наименование параметра	Модель 3U12RA
Наименование параметра	Модель 3U12RA
Максимальный диаметр обрабатываемой заготовки, мм	200
Максимальная длина обрабатываемой заготовки, мм	500
Рекомендуемый диапазон диаметров шлифуемых отверстий, мм	13...50
Наибольшие размеры шлифовального круга (диаметр x ширина), мм	125+2
1. Длина шлифования, мм	2. 450
Диапазон регулирования скорости стола, м/мин	0,03...5,0
Размеры шлифовального круга, мм	400x50x203
Угол поворота верхнего стола, градусов	±8,5
Угол поворота салазок шлифовальной бабки, градусов	±30
Величина ручной толчковой подачи, мм	0,001
Перемещение шлифовальной бабки на одно деление лимба, мм	0,004
Перемещение шлифовальной бабки на одно оборот маховика, мм/мин	0,5
Частота вращения изделия, об/мин	55...900
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	9,2
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	4
Габаритные размеры, мм:	
- длина	3640
- ширина	2260
- высота	1680
Масса, кг	4400
Точность обработки:	
Постоянство диаметра цилиндрических поверхностей в продольном сечении, мм	0,002
Отклонение от круглости, мм	0,0006

Станки универсальные круглошлифовальные 3У12УВ11 и 3УТ2ВФ11 (рис. 1) предназначены для шлифования наружных и внутренних цилиндрических, конических и торцевых поверхностей при установке деталей в центрах, кулачковых патронах, цангах, на планшайбе или иных приспособлениях (торцевые поверхности обрабатываются левым торцом круга при ручной подаче столом). Диапазон обрабатываемых изделий должен соответствовать технической характеристике станка.

Область применения - мелкосерийное и серийное производство деталей общего назначения.

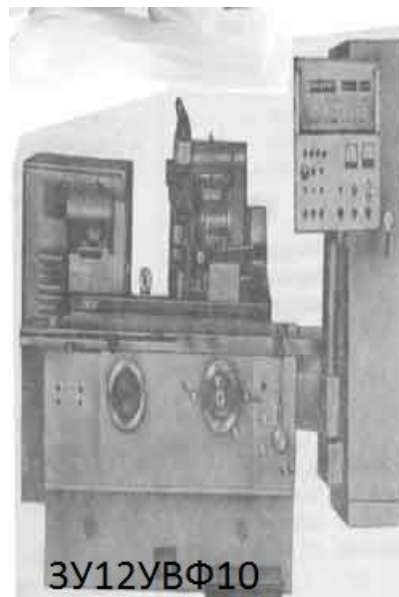


Рисунок 1 – Станок универсальный круглошлифовальный

Кинематическая схема

Привод шлифовального (рис. 2) круга наружного шлифования осуществляется от электродвигателя переменного тока М7 через клиноременную (или поликлиноременную) передачу со шкивами 1,2 на шпиндель круга.

Привод внутришлифовального круга осуществляется от электродвигателя переменного тока М12 через плоскоременную передачу со шкивами 35 и 38 на внутришлифовальный шпиндель.

Привод изделия

Вращение от электродвигателя М10 передается на поводковую планшайбу через одноступенчатую поликлиноременную передачу со шкивами 30-31. Изменение частоты вращения планшайбы производится регулировкой скорости электродвигателя М10.

При обработке в неподвижных центрах вращение изделию передается либо от поводка планшайбы через хомутик или иное приспособление, закрепленное на обрабатываемом изделии, либо через конструктивный элемент самого изделия. При этом шпиндель изделия зафиксирован от вращения.

При работе с вращающимся шпинделем вращение передается от планшайбы на шпиндель с помощью соединительной шпонки, устанавливаемой оператором в требуемом положении.

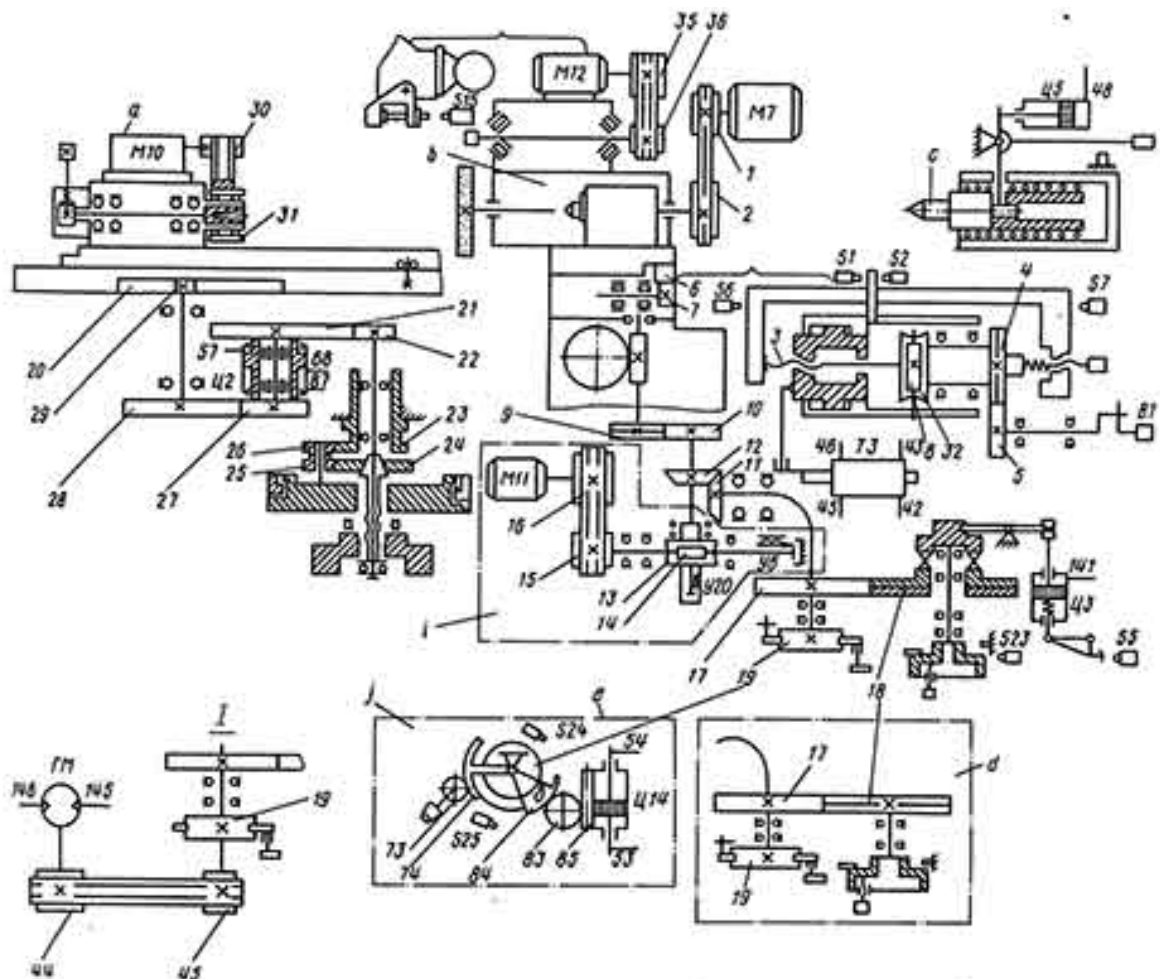


Рис. 13. Схема кинематическая:

а - бабка изделия; б - илформальная бабка; с - за-
вля бабка; д - только для станка ЗИ27В010 (без

перехода); е - привод подачи; ж - только для стан-
ка ЗИ27В010; з - только для станка ЗИ27В011;
и - привод перехода илформальной бабки

Рисунок 2 – Кинематическая схема станка

Станина

Станина представляет собой основной несущий элемент, определяющий взаимное расположение сборочных единиц станка. Поэтому отливка станины изготавливается из высококачественного чугуна» проходит старение и тщательно обрабатывается по базовым и присоединительным поверхностям. Конструкция станины обладает высокой жесткостью и виброустойчивостью. Сверху станина имеет V-образную и плоскую чугунные направляющие с системой каналов для подачи и сбора утечек смазки. Сзади направляющих стола имеется пластик, на который через промежуточную плиту - компенсатор устанавливаются салазки шлифовальной бабки.

По контуру станина имеет литую окантовку, совместно с верхней плоскостью станины образующую корыто, по которому стекает СОЖ. На окантовке станины устанавливается ограждение, состоящее из отдельных щитов и служащее для защиты от разбрызгивания СОЖ. Конструкция внутренних перегородок станины предусматривает сбор и отвод утечек системы гидравлики и смазки самотеком в бак.

С боковых сторон станина имеет четыре крюка для транспортировки станка. В нижней части станины находятся карманы для установки виброопор. С лицевой стороны в нижней части станины размещается педаль отвода задней бабки. Для обслуживания механизмов и систем станка станина имеет с боковых сторон крышки, а также съемный фартук с лицевой стороны.

Стол

Основными элементами стола являются две жесткие чугунные плиты: нижний стол 2 (рис. 3) с v-образной и плоской направляющими и верхний стол 3, поворачивающийся на нижнем вокруг оси 12 в горизонтальной плоскости. Для грубой установки поворота стола с правой стороны имеется пружиненный фиксатор 8 и рейка 7. Для точного поворота стола на заданный угол имеется винт 9, кинематически связанный с рейкой 7. Отсчет поворота стола при точной установке производится по индикатору, закрепленному в кронштейне 4. На планке 5 нанесена шкала разворота стола в

градусах и соответствующая ей конусность обрабатываемого изделия. После поворота верхний стол 3 зажимается плавками 5 и 6.

Для установки передней и задней бабок, а также различных приспособлений верхний стол 3 имеет две базовые поверхности: широкую, наклоненную под углом 10° к горизонтальной плоскости, и узкую, перпендикулярную к широкой.

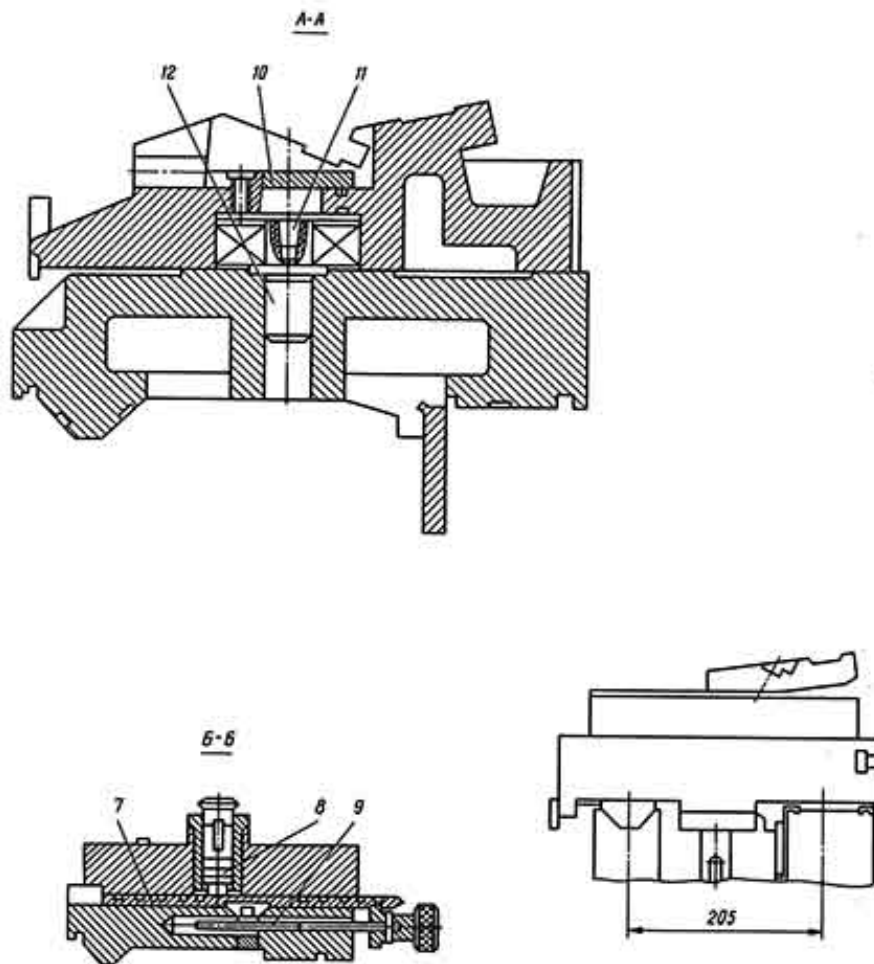


Рисунок 3 – Основные элементы стола станка

Сверху вдоль стола проходит паз, который служит для крепления съемных сборочных единиц с помощью Г-образных прихватов. На лицевой стороне нижнего стола расположен Т-образный паз для крепления упоров, воздействующих на гидروпанель реверса стола. Снизу, у плоской

направляющей, к нижнему столу 2 крепится продольная рейка I, связанная с механизмом ручного перемещения стола.

Механизм ручного перемещения стола

Механизм представляет собой двухскоростной переключаемый редуктор, причем большая скорость перемещения стола обеспечивается при расцепленном коническом фрикционе между деталями 8 и 7 (рис.4), когда движение передается от маховика 9, связанного со ступицей 10, через деталь 8 и далее через вал 4 зубчатому колесу 3 и т.д.

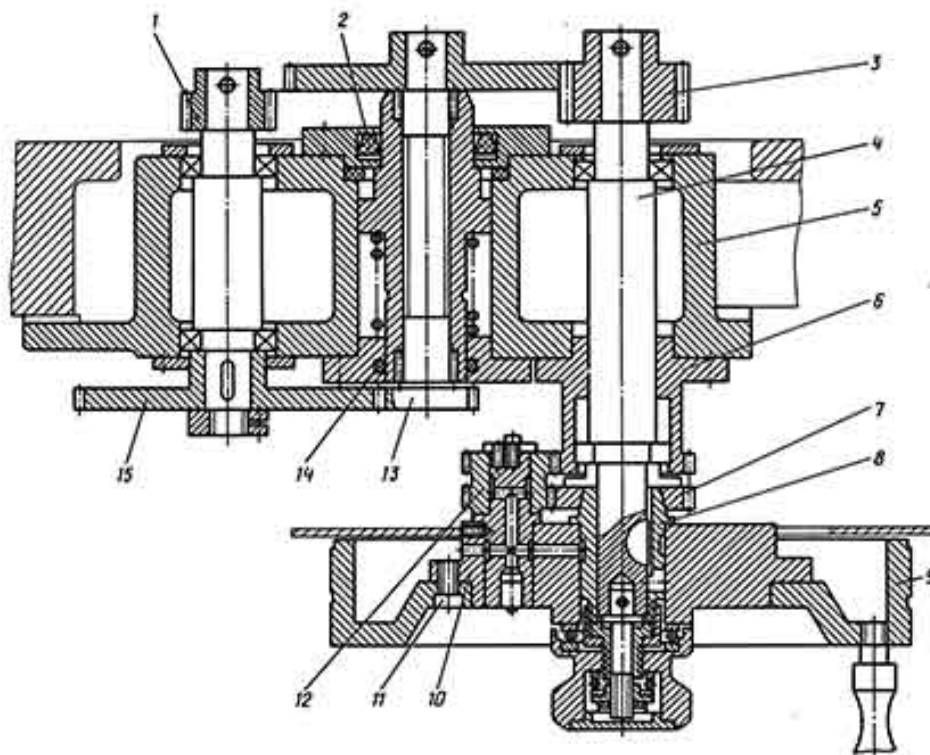


Рис. 15. Механизм ручного перемещения стола

Рисунок 4 – Механизм ручного перемещения стола

Малая скорость обеспечивается, когда в работу вступает планетарная передача, состоящая из неподвижного зубчатого колеса 6, блока сателлитов 12

и свободного зубчатого колеса 7, связываемого при этом коническим фрикционом с деталью 8 (отжатой от ступицы 10).

Механизм монтируется в литом корпусе 5 на лицевой стороне станины под фартуком. Чтобы снять лицевой лист фартука, закрывающий механизм, достаточно отвернуть болты II, связывающие маховик 9 со ступицей 10 и снять маховик.

Гидроцилиндр служит для расцепления зубчатых колес 15 и 13 при включении гидропривода стола. При этом зубчатое колесо I постоянно остается в зацеплении с рейкой стола. Поз. 2, 14 - уплотнение.

Бабка шлифовальная

Основными элементами шлифовальной бабки являются литой чугунный корпус 14 (рис. 16) и шпиндель 9, который монтируется в корпусе 14 на трех вкладышных самоустанавливающихся гидродинамических подшипниках скольжения 7 с вкладышами-сегментами 18, опирающимися на сферические головки винтов 17. Осевые опоры 8 и 10 шпинделя 9 - также подшипники скольжения, натягиваемые пружинами 15. Смазка подшипников - последовательная проточная циркуляционная. За смазкой можно наблюдать через глазок.

Шпиндель 9 имеет конические концы одного размера. Шлифовальный друг устанавливается на фланцах на левом или правом конце шпинделя (приводной шкив 12 -соответственно на противоположном конце).

Сзади шпинделя на корпусе 14 шлифовальной бабки размещается электродвигатель главного привода и винт 5, с помощью которого шлифовальная бабка крепится на верхних салазках. Корпус 14 шлифовальной бабки может перемещаться по верхним салазкам с помощью рейки 6, установленной снизу корпуса, и шестерни, смонтированной в верхних салазках.

Для привода шлифовального круга служит электродвигатель 3 переменного тока, установленный на подmotorной плите 2 на корпусе шлифовальной бабки. С помощью винта I подmotorная плита может перемещаться, обеспечивая натяг клиноременной (или поликлиноременной) передачи от электродвигателя к шпинделю. Приводные ремни закрываются съемным кожухом 4.

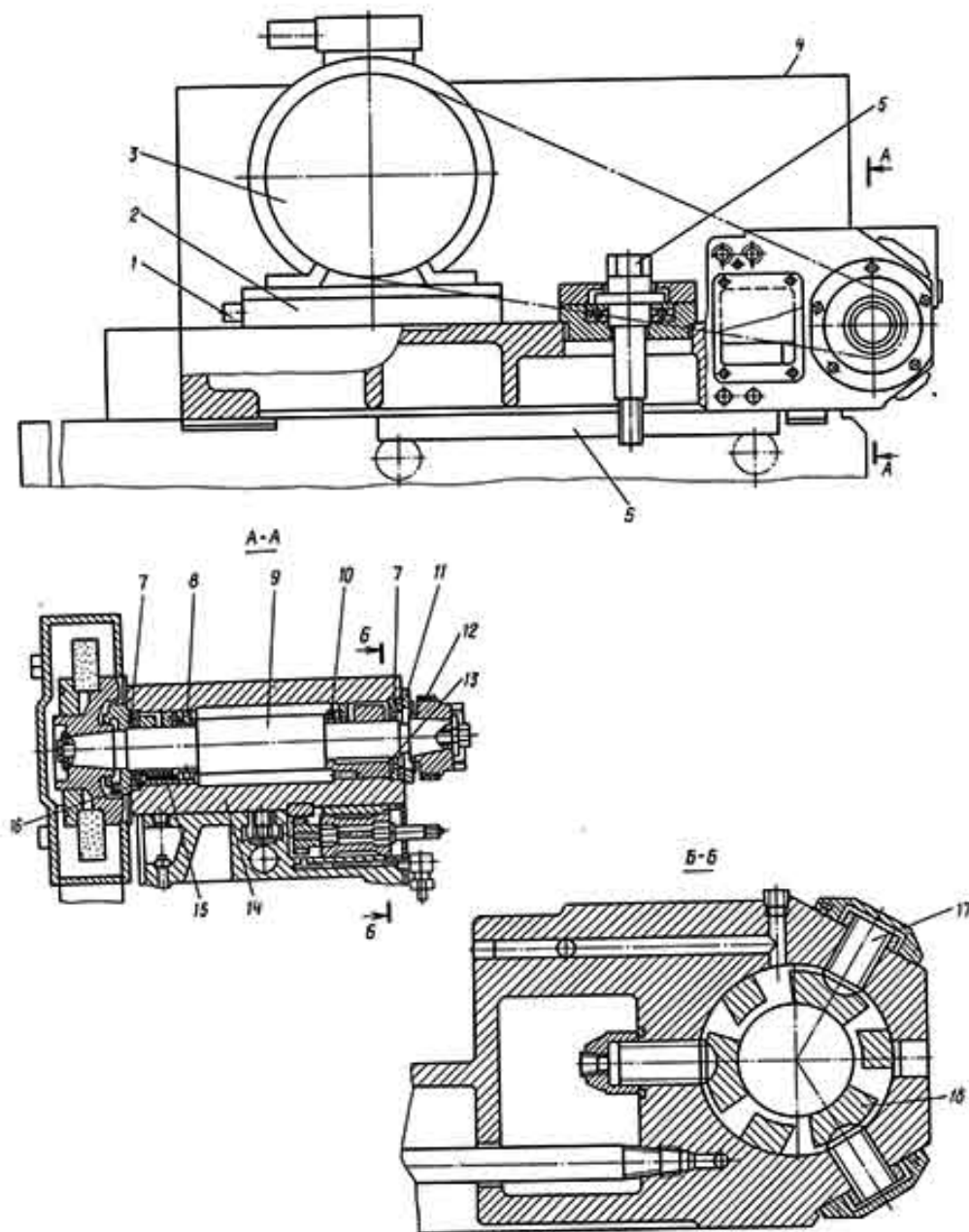


Рис. 16. Шлифовальная бабка и привод шлифовального круга

Рисунок 5 – Шлифовальная бабка станка

Салазки верхние

Основной деталью салазок является литой корпус I (рис 6), на верхней плоскости которого монтируется шлифовальная бабка. Снизу к корпусу крепится две пары стальных закаленных планок-направляющих 10, 11. Направляющие левой стороны (если смотреть от лицевой плоскости станка) закрепляются неподвижно» а направляющие правой стороны имеют небольшую регулировку положения с помощью винтов 9 для обеспечения требуемого предварительного натяга.

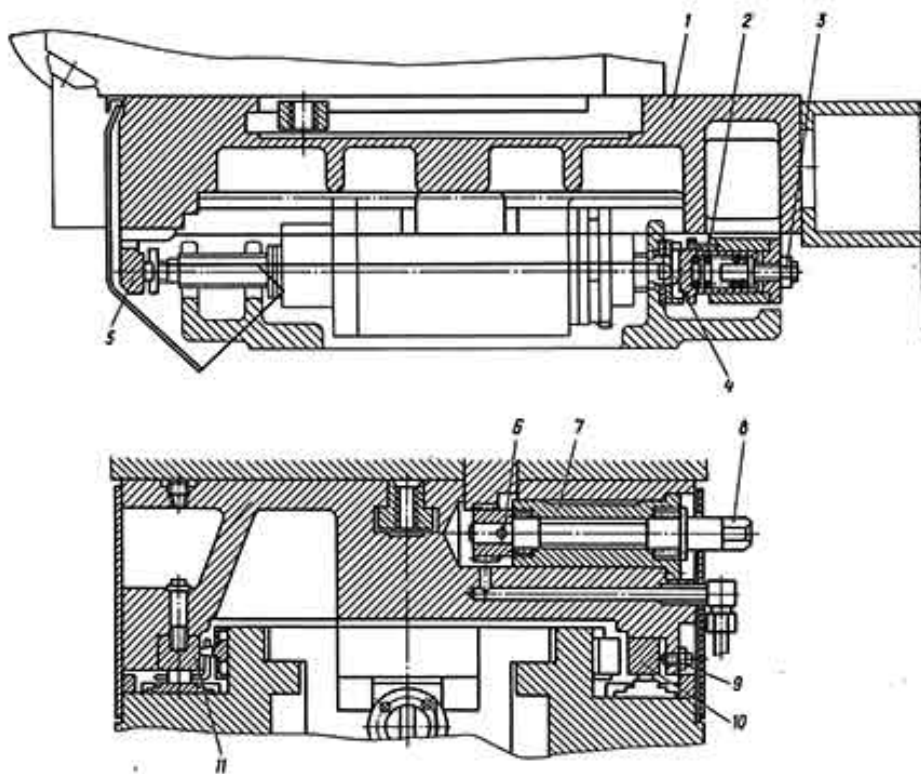


Рис. 17. Салазки верхние

Рисунок 6 – Салазки верхние

В корпусе I монтируется стакан 7 с валом 8 и зубчатым колесом 6, служащим для облегчения перемещения шлифовальной бабки по верхним

салазкам. Снизу на корпусе I размещены упоры 4 и 5, при общем монтаже упирающиеся в сферические концы ходового винта подачи. Для натяжения стыков между упорами 4,5 и ходовым винтом служит винт 3 и дружина 2. Для повышения контактной жесткости упоры салазок контактирующие с ходовым винтом, выполнены из твердого сплава.

По периметру салазки имеют ограждение» состоящее из системы щитков и служащее для защиты направляющих и механизмов» размещенных в салазках» от загрязнения. С боковых сторон в корпусе I встроены масленки для смазки направляющих.

Салазки нижние

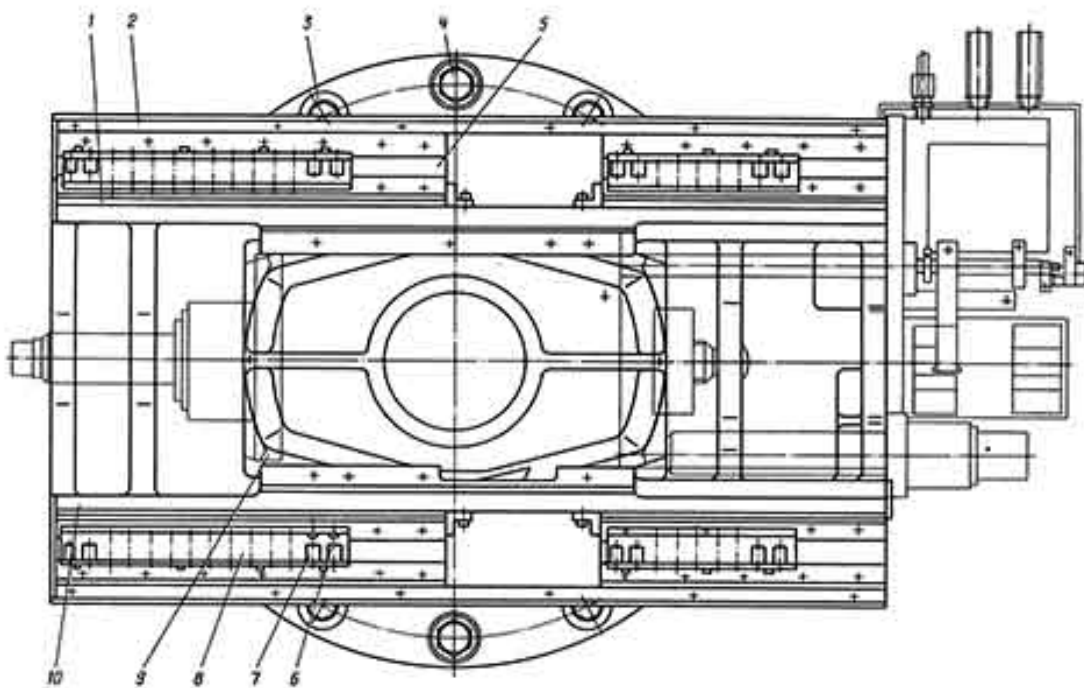


Рис. 18. Салазки нижние

Рисунок 7 – Салазки нижние

Корпус 10 (рис. 7) салазок монтируется через переходную (компенсаторную) плиту на верхней плоскости станины и крепится после разворота салазок со шлифовальной бабкой в требуемое положение двумя болтами 4 в Т-образном

кольцевом пазу на верхней плоскости компенсаторной плиты. Для облегчения поворота часть массы салазок и шлифовальной бабки воспринимается четырьмя пакетами тарельчатых пружин» размещенных в стаканах 3 и катками» находящимися в этих же стаканах и катящимися по дну Т-образного паза.

Сверху на корпусе 10 с помощью прижимных планок 2 крепятся стальные закаленные планки-направляющие I и 5» по которым в сепараторах 8 перемещаются ролики 6 и 7 при движении верхних салазок. В полости салазок монтируется механизм подвода-отвода шлифовальной бабки. С поршнем механизма связана штанга» на которой установлены упоры» воздействующие на путевые выключатели и тормозной золотник, размещенные на заднем торце салазок.

Снизу к корпусу салазок крепится литая деталь 9, которая служит поддоном для сбора утечек гидравлики и смазки из механизма подвода-отвода шлифовальной бабки. Центральное отверстие 6 детали 9 служит базой для центрирования механизма подвода-отвода относительно редуктора подачи.

Бабка изделия

Основными несущими элементами бабки являются плита 10 (рис.8), укрепляемая на столе станка с помощью двух Г-образных костылей, и корпус 12, который может разворачиваться по верхней плоскости плиты 10 вокруг оси 14 и в требуемом положении закрепляться затягиванием центрального винта 16.

Для установки поворотного корпуса 12 в нулевое положение (когда ось шпинделя II приблизительно параллельна базовым поверхностям стола) служит фиксатор 15.

На корпусе 12 на подmotorной плите 2 устанавливается электродвигатель I привода изделия, передающий вращение на планшайбу 4 через поликлиноремennую передачу 3.

При обработке в неподвижных центрах шпиндель II фиксируется от вращения западающим фиксатором 13 в хвостовой части. В гнездо передней части шпинделя II вставляется при этом переходная втулка и упорный центр 7, и заготовка приводится во вращение с помощью поводка 6 и пальца 5.

При обработке деталей в патронах, цанговых зажимах или иных приспособлениях, устанавливаемых на шпинделе II вместо упорного центра 7, в пазу планшайбы 4 закрепляется шпонка 9, которая переворачивается и фиксируется так, чтобы ее выступ вошел в паз гайки 8 на шпинделе II. Фиксатор 13 при этом вытягивают, чем снимается фиксация шпинделя II от вращения.

Хотя поводок 6 и не препятствует вращению шпинделя, обычно он также снимается, чтобы не мешать установке в гнездо шпинделя различных приспособлений. Шпиндель базируется на прецизионных сдвоенных радиально-упорных шариковых подшипниках.

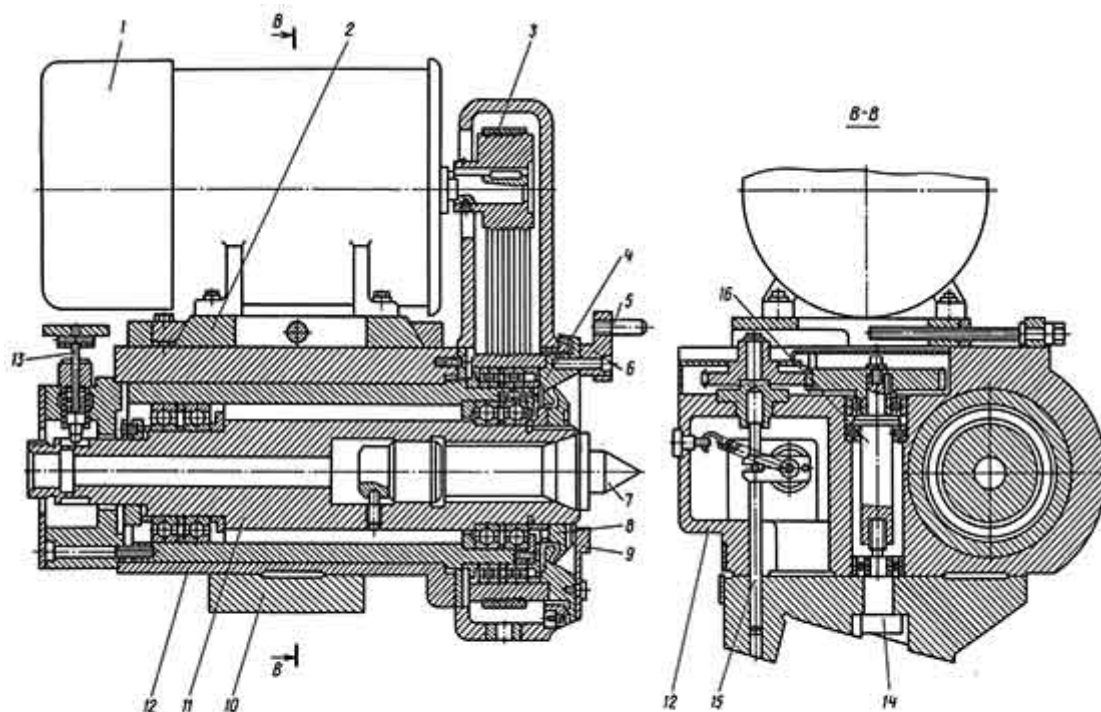


Рис. 20. Бабка изделия

Рисунок 8 – Бабка изделия

Бабка задняя

В корпусе 1 (рис. 9) монтируется гильза 8, в которой на предварительно натянутых шариковых направляющих качения перемещается пиноль 7 с центром 6. Влево (на поджим изделия) пиноль 7 подается пружиной 9, усилие которой может регулироваться винтом 10. Отводится пиноль 7 либо поворотом рукоятки через рычаг 3, либо плунжером II при подаче давления в гидроцилиндр 12.

Направляющие пиноли защищены от загрязнения резиновым колпачком 5, который в свою очередь, защищен от повреждения металлическим стаканом 4. Задняя бабка крепится на верхней плоскости стола затягом одного Г-образного костыля 2.

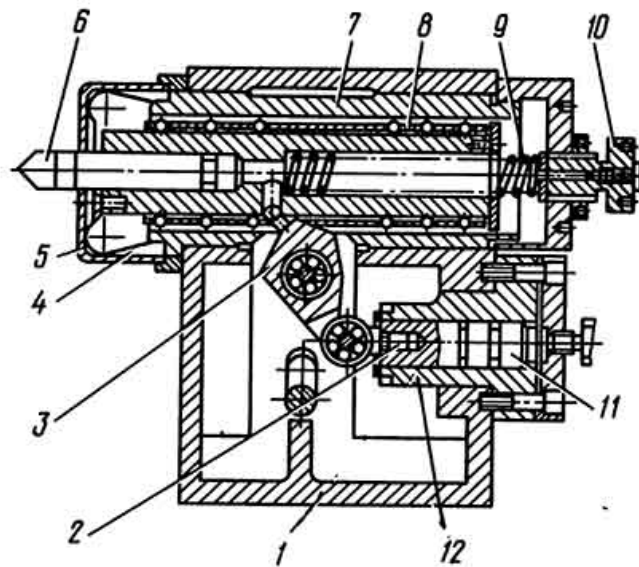


Рис. 24. Бабка задняя

Рисунок 9 – Бабка задняя

ВНИМАНИЕ! ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОПАДАНИЯ ВЛАГИ ИЛИ ГРЯЗИ В ПОЛОСТЬ ШАРИКОВЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ КОНИЧЕСКОЕ ОТВЕРСТИЕ ПИНОЛИ ВСЕГДА ДОЛЖНО БЫТЬ ЗАКРЫТО (ЦЕНТРОМ ИЛИ ЗАГЛУШКОЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА).

Внутришлифовальное приспособление

Внутришлифовальное приспособление устанавливается на корпусе шлифовальной бабки над шпинделем. На неподвижном основании 3 (рис .10) в приспособлении имеется блокировочный конечный выключатель 2, дающий сигнал при рабочем допущенном положении кронштейна 7 с внутришлифовальным шпинделем 5.

Откидной кронштейн 7 имеет зажим 4, с помощью которого он фиксируется в рабочем положении. В откинутом положении кронштейн 7 фиксируется подпружиненной защелкой. Пружины 8 служат для облегчения подъема и опускания кронштейна 7 со шпинделем.

Для натяжения ремня 9 двигатель может перемещаться вместе со своей подмоторной плитой I по плоскости откидного кронштейна. Шлифовальный круг защищен кожухом 6, который может передвигаться вдоль осп шпинделя и фиксироваться в требуемом положении. Приводной ремень защищен съемным кожухом.

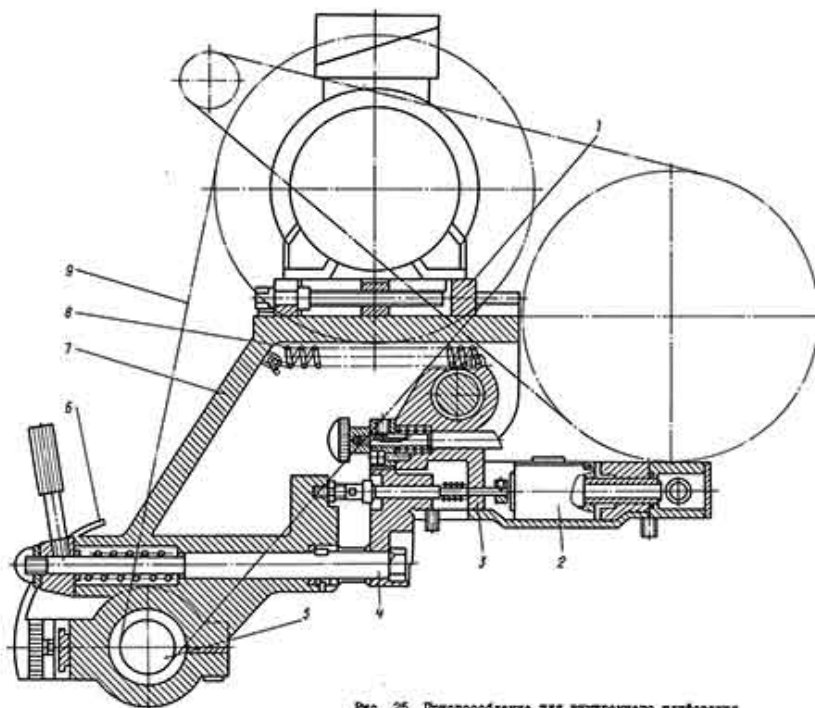


Рис. 25. Приспособление для внутреннего шлифования

ВНИМАНИЕ! РАБОТА БЕЗ КОЖУХОВ, ЗАКРЫВАЮЩИХ КРУГ И РЕМЕНЬ, НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ.

Рисунок 10 – Внутришлифовальное приспособление

Электрическая схема

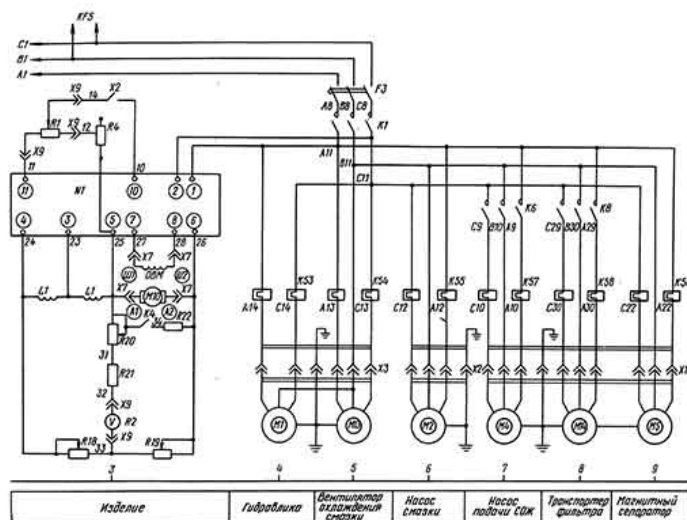


Рис. 36. Продолжение

Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать: цель работы, краткое описание и назначение рассмотренного станка, принцип действия основных узлов, индивидуальное задание.

Индивидуальные задания

Изучить конструкцию внутришлифовального станка. Ответить на контрольные вопросы. Под руководством инженера кафедры выполнить шлифование детали (внутреннее, наружное) на кругло-шлифовальном универсальном станке модели 3У12РА.

Вопросы для защиты работы

1. Назначение универсальных круглошлифовальных станков.
2. Кинематическая схема круглошлифовального станка.
3. Основные узлы станка. Назначение и принцип действия.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических занятий
по дисциплине «Металлорежущие станки»
для студентов направления подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

АННОТАЦИЯ

Методические указания предназначены для изучения устройства и настройки оборудования машиностроительных производств и выполнения лабораторных и практических занятий по дисциплине «Металлорежущие станки». Содержат методику выполнения работ. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, направленность (профиль) подготовки: "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр

Составитель: к.т.н., доцент Сидоренко С. А.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Практическое занятие № 1 Классификация металлорежущих станков	4
2 Практическое занятие № 2 Способы подбора сменных зубчатых колес металлорежущих станков.....	9
3 Практическое занятие № 3 Методика кинематического анализа станков токарной группы	25
4 Практическое занятие № 4 Кинематический анализ станков сверлильной группы.....	29
5 Практическое занятие № 5 Настройка делительной головки ...	34
6 Практическое занятие № 6 Разработка управляющих кулачков токарно-револьверного автомата 1Б140	43
7 Практическое занятие № 7 Кинематический анализ токарно-затыловочного станка	59
8 Практическое занятие № 8 Кинематический анализ зубодолбежного станка.....	66
9 Практическое занятие № 9. Особенности станков с электрофизическими и электрохимическими методами обработки	71

1 Практическое занятие № 1 Классификация металлорежущих станков

Цель

Практическое занятие посвящено изучению системы классификации металлорежущих станков.

Теоретическая часть

Металлорежущий станок – это машина, на которой заготовке с помощью режущего инструмента придается определенная форма, размеры и качество обрабатываемой поверхности.

Детали, обрабатываемые на станках, весьма разнообразны. От деталей для часов до гигантских турбин. Диаметр планшайбы токарно-карусельного станка равен 20 м и более.

Для систематизации упорядочения этого многообразия станки классифицируют по различным признакам:

1. Группа – совокупность станков, сходных по назначению.
2. Тип – станки, сходные по назначению, принципу действия, методу выполнения технологических процессов, конструктивной схеме.
3. Гамма – последовательный ряд станков, имеющий одинаковое назначение, но различные по своим параметрам (размерам и т. д.).
4. Типоразмер – один из представителей гаммы станков.
5. Модель – конкретное конструктивное исполнение станка.
6. Базовая модель – основа для создания гаммы станков.
7. Типаж станков – совокупность типов и размеров станков, выпускаемых или намеченных к выпуску.
8. Модернизация – изменение отдельных узлов станка. Модернизация – обозначается буквой после первой цифры в обозначении модели станка.

2150 – вертикально-сверлильный станок;

2AI50 – модернизированный вертикально-сверлильный станок;

9. Модификация – приспособление одной и той же модели станка к различным условиям обработки. Модификация модели – обозначается буквой в конце обозначения модели станка, например,

6H12 – вертикально-фрезерный станок;

6H12K – копировально-фрезерный станок;

6H12ФЗ – станок с программным управлением.

В 1936 году была принята всесоюзная классификация станков, предложенная ЭНИНСОМ, представленная в таблице 1.

В зависимости от характера выполняемой работы станки делятся на группы и типы.

Первая и вторая цифры принимаются из таблицы 1, остальные свидетельствуют о характерном размере оборудования, например:

Примеры обозначения моделей станка:

1284 – токарно-многошпиндельный полуавтомат;

1П365 – токарно-револьверный станок;

IB52 – токарно-карусельный (2м – диаметр планшайбы, ось вращения вертикально);

IK62H – токарно-винторезный универсальный (200 мм – высота центров);

1730 – токарно-многорезцовый станок;

1722 – токарно-многорезцовый с гидрокопировальным суппортом;

2B56 – радиально-сверлильный станок;

316М – круглошлифовальный;
 5Д32 – зубофрезерный станок;
 514 – зубодолбежный станок;
 6Н82 – горизонтально-фрезерный;
 6Н12 – вертикально-фрезерный;
 7Б36 – поперечно-строгальный: 600 мм наибольшая длина хода ползуна;
 7420 – протяжной (20 т – тяговое усилие);

В зависимости от разнообразия работ, которые могут быть выполнены, станки разделяются:

По степени универсальности на универсальные широкого назначения – когда выполняется несколько операций на многих деталях; специализированные и специальные (специализированные – для однотипных деталей, специальные – одинаковые, но разного размера).

По своему устройству станки делятся на автоматы и полуавтоматы. Автомат – станок, где все рабочие и вспомогательные операции механизированы полностью, а для возобновления цикла работы станка не требуется вмешательства оператора.

Полуавтомат – станок, где автоматизирована только часть операций, а для возобновления цикла работы требуется вмешательство оператора.

По степени точности:

Н – нормальной (не обозначается);
 П – повышенной;
 В – высокой;
 А – особовысокой;
 С – особоточные (мастер станки).

По массе

Легкие – до 1,0 т; средние – до 10 т; – тяжелые – свыше 10 т.

Станки с ЧПУ

Ф2 – позиционное управление (по координатам);

Ф3 – контурное;

Ф4 – комбинированное (позиционно-контурное);

М – станки с устройством автоматической смены инструмента, и инструментальным магазином.

Задание

Расшифровать следующие модели станков: 1К62, 1А616, 165, 16Б20П, 1А730, 1531Б, 1П365, 1341, 2А150, 2А55, 2620А, 2А450, 6М80, 6Н82, 7212, 7Б35. 7М36, 7М430, 5327, 5Д32, 5В12, 514,5А250, 5832,3А151, 3Г182, 3А227, 3740, 3756, 1140, 1240 – 6, ВТ – 10М, КТ61, 621М,3659М, 37652, 5933, 5А935, 103, 5822, 3Б642, 5М – 5Б62, 1811, 3662, 5893.

Вопросы к практическому занятию

- 1 В каком году принята классификация станков?
- 2 По какому принципу построена классификационная таблица?
- 3 Если станок не попадает под признаки классификационной таблицы, как осуществляется его кодировка?
- 4 Как указывается точность станка в его модели?

2 Практическое занятие № 2 Способы подбора сменных зубчатых колес металлорежущих станков

Цель

Практические занятия посвящены важной теме в настройке металлорежущих станков – подбору колес в гитары сменных шестерен металлорежущих станков.

Теоретическая часть

Общие сведения о гитарах сменных колес

Сменные зубчатые колеса применяют для изменения передаточных отношений различных кинематических цепей. Устройства со сменными зубчатыми колесами называют гитарами. В зависимости от числа пар сменных колес, устанавливаемых в гитаре, различают однопарные, двухпарные и трехпарные гитары. Колеса устанавливают на концы валов, оси которых неподвижны в пространстве или могут переставляться. Использование гитар с переставным валом или осью дает возможность подбирать сменные зубчатые колеса независимо от межосевого расстояния (в определенных пределах), при этом количество колес с различными числами зубьев, которые можно установить в гитаре, возрастает, точность подбора требуемого передаточного отношения повышается.

Однопарные гитары

Схема однопарной гитары представлена на рисунке 1.

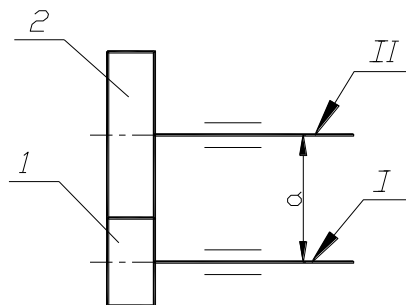


Рисунок 1 – Схема однопарной гитары

Числа зубьев колес 1 и 2 однопарной гитары определяется по уравнениям:

$$i_{2,1} = \frac{n_{II}}{n_I} = \frac{z_1}{z_2}; \quad (1)$$

$$z_1 + z_2 = \frac{a}{m} = Z_c, \quad (2)$$

где a – делительное межосевое расстояние, мм,

m – модуль, мм.

При конструировании однопарных гитар суммарное число зубьев Z_c обычно устанавливают из ряда 60, 72, 90, 120.

Так как число неизвестных Z_1 и Z_2 равно числу уравнений, то искомые числа зубьев однозначно определяются из этих уравнений. Числа зубьев колес могут быть только целыми числами. Однако, при решении указанных уравнений в зависимости от величин $i_{2,1}$ и Z_c величины Z_1 и Z_2 могут быть получены в виде целых или смешанных чисел. Последние округляют до целых чисел. Поэтому получить точно заданное передаточное отношение при использовании однопарной гитары в большинстве случаев затруднительно.

Пример 1. Определить числа зубьев сменных колес однопарной гитары с $Z_c = 72$ при $i_{2,1} = 1/3$.

Решение. Из уравнений :

$$i_{2,1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{3} \quad \text{и} \quad z_1 + z_2 = Z_c = 72,$$

получим:

$$z_1 + 3z_2 = 72, \quad z_1 = \frac{72}{4} = 18, \quad \text{а} \quad z_2 = 72 - 18 = 54,$$

Проверка

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{18}{54} = \frac{1}{3}.$$

В данном случае числа зубьев Z_1 и Z_2 получены в виде целых чисел, так как величина $Z_c=72$ делится без остатка на сумму числителя и знаменателя $(1+3)$ требуемого передаточного отношения.

Пример 2. Определить числа зубьев сменных колес однопарной гитары с $Z_c=72$ при $i_{2,1}=0,329$.

Решение. Из уравнений

$$i_{2,1} = \frac{z_1}{z_2} = 0,329 \quad \text{и} \quad z_1 + z_2 = Z_c = 72,$$

имеем:

$$0,329 Z_2 + Z_2 = 72 \quad \text{и}$$

$$z_2 = \frac{72}{1 + 0,329} = 54,2 \quad \text{а} \quad z_1 = 72 - 4,2 = 17,8.$$

Принимаем $Z_1=18$ и $Z_2=54$.

Проверка

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{18}{54} = \frac{1}{3} = 0,333.$$

Подобранными колесами передаточное отношение воспроизводится приближенно.

Однопарные гитары применяются, когда число необходимых передаточных отношений невелико и когда к точности осуществления заданного передаточного отношения не предъявляются высоких требований. Они используются в приводах главного движения станков-автоматов, полуавтоматов и специальных станков, а также в приводах подачи некоторых станков, например, зубофрезерных.

Двухпарные гитары с переставным валом

Схема двухпарной гитары представлена на рисунке 2.

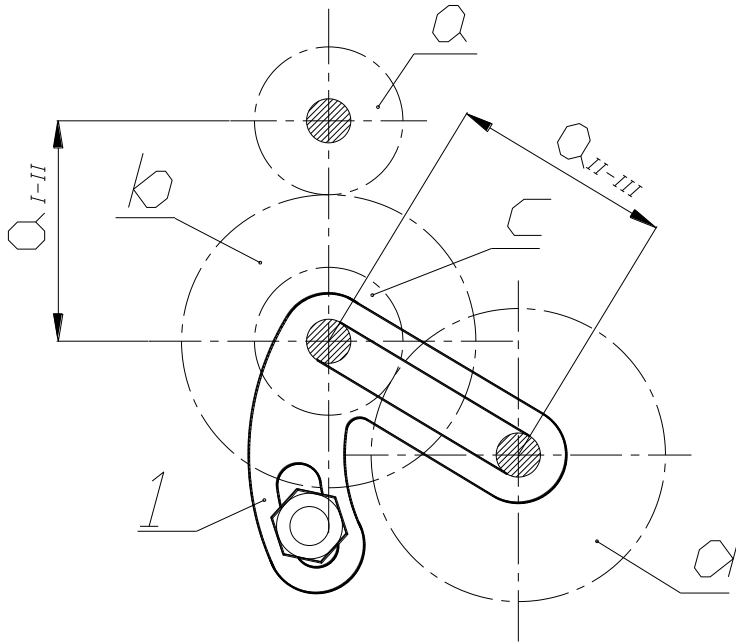


Рисунок 2 – Схема двухпарной гитары

Двухпарная гитара содержит сменные a , b , c , d , установленные на концы валов I, II, III. Средний вал II переставной и закрепляется в пазу приклona 1. Приклон может поворачиваться относительно вала III. Путем перемещения вала II по приклону и поворотом приклona достигается сцепление подобранных сменных колес. Таким образом, делительные межосевые расстояния a_{I-II} и a_{II-III} переменны.

Передаточное отношение гитары сменных зубчатых колес равно :

$$i_{III-I} = \frac{n_{III}}{n_I} = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d}, \quad (3)$$

где a , b , c , d – числа зубьев сменных колес.

Так как уравнение содержит четыре неизвестных величины a , b , c , d , то решить его можно, только задавшись значениями трех неизвестных величин. Обычно для решения этого уравнения используются специальные методы подбора, рассматриваемые ниже.

Величина передаточного отношения для одной пары сменных зубчатых колес ограничивается условием: $0,2 \leq i \leq 2,8$.

Условие сцепляемости. Подобранные числа зубьев колес должны быть такими, чтобы колесо *b* не касалось вала III, а колесо *c* не касалось вала I. Диаметр валов гитары обычно равен $D_b = 13m$, где *m* – модуль колес, мм.

Математически указанные условия выражаются в виде неравенства:

$$a_{I-II} \succ \frac{d_{ac}}{2} + \frac{D_b}{2} \quad \text{или} \quad \frac{m \times (a+b)}{2} \succ \frac{m(c+2)}{2} + \frac{13m}{2},$$

$$a_{II-III} > \frac{d_{ab}}{2} + \frac{D_c}{2} \quad \text{или} \quad \frac{m(c+d)}{2} > \frac{m(b+2)}{2} + \frac{13m}{2},$$

где d_{ac} и d_{ab} – диаметры вершин зубьев колес *c* и *b*. После сокращений получаем неравенства, выражающие условия сцепляемости:

$$a+b > c+15; \quad c+d > b+15.$$

Подобранные колеса проверяются по этим неравенствам на сцепляемость.

Сумма чисел зубьев каждой пары должна быть достаточно большой (ориентировочно, равна 80 и более) для осуществления нормального зацепления.

У конкретных станков могут быть специальные условия, зависящие от размеров и конструкции гитары, которые необходимо учитывать при подборе колес.

Точность подбора чисел зубьев сменных зубчатых колёс

Точность подбора чисел зубьев сменных колёс определяется требуемой точностью расчётных перемещений рабочего органа станка и зависит, в первую очередь, от допускаемых отклонений на положение обра-

батываемых поверхностей (от допусков на шаг резьбы, от допускаемой накопленной погрешности шага резьбы, зубьев и т. п.).

Различают абсолютную погрешность передаточного отношения сменных зубчатых колёс Δ , равную:

$$\Delta = i' - i; \quad (4)$$

и относительную погрешность, равную:

$$\delta i = \frac{\Delta}{i} = \frac{i' - i}{i}. \quad (5)$$

Здесь i и i' – требуемое и подобранное передаточные отношения.

Согласно работе [1] для станков нормальной точности рекомендуется подбирать колёса таким образом, чтобы абсолютная погрешность передаточного отношения была не более $\pm 0,00002$.

Пример 3. Определить накопленную погрешность шага нарезаемой резьбы на токарно-винторезном станке, если уравнением кинематической цепи подачи этого станка является выражение:

$$t_n = 1 \text{ об.шпинделя} \cdot i \cdot t_{xв},$$

где t_n – шаг нарезаемой резьбы;

$t_{xв}$ – шаг ходового винта;

i – передаточное отношение кинематической цепи подачи, включающей сменные зубчатые колёса.

Если величина передаточного отношения подобрана приближённо и равна i' , то шаг нарезаемой резьбы будет равен:

$$t'_n = 1 \text{ об.шпинделя} \cdot i' \cdot t_{xв}.$$

Относительная погрешность шага нарезаемой резьбы будет равна:

$$\delta t = \frac{t'_n - t_n}{t_n} = \frac{i' t_{xв} - i t_{xв}}{i t_{xв}} = \frac{i' - i}{i} = \delta i. \quad (6)$$

Накопленная погрешность шага нарезаемой резьбы будет равна:

$$\delta t_{\Sigma} = (t'_n - t_n) \cdot z = (t'_n - t_n) \frac{L}{t_n} = \delta i \cdot L, \quad (7)$$

где z – число шагов на длине L ;

t'_n – погрешность одного шага.

Необходимо учитывать, что погрешности шага резьб возникают не только вследствие неточного подбора передаточных отношений передач, а являются также результатом кинематических погрешностей отдельных передач, накопленной погрешности шага и других ошибок ходового винта станка.

Способы определения чисел зубьев сменных зубчатых колёс для двухпарных гитар с переставным валом

Способ разложения на сомножители

Этот способ основной и простейший. Он применяется тогда, когда:

1) числитель и знаменатель заданного передаточного отношения разлагается на сомножители; 2) полученные сомножители равны числам зубьев сменных колёс станка.

Для разложения на сомножители заданное передаточное отношение преобразуют в простую дробь, затем определяют, нет ли в комплекте сменных колёс станка колёс с числами зубьев, равными числителю и знаменателю. Если они есть, то число зубьев колеса **a** будет равно числителю, а число зубьев колеса **b** будет равно знаменателю дроби. На средний вал гитары, в этом случае, устанавливают промежуточное колесо или два одинаковых колеса. Если в комплекте сменных колёс не имеется колёс с числами зубьев, соответствующими числителю и знаменателю дроби, тогда полученную дробь, если возможно, сокращают и разлагают на простые множители. Далее составляют комбинацию из этих множителей, чтобы в числителе и знаменателе было по два множителя. Группировать эти множители нужно так, чтобы множители в числителе и знаменателе по своим значениям были ближе друг к другу. Затем числитель и знаменатель каждой дроби умножают на такое целое число (или числа), чтобы получить числа зубьев, имеющиеся в комплекте сменных колёс.

Этот способ даёт точную настройку $\Delta = 0$, $\delta i = 0$.

Пример 4. Подобрать сменные колёса двухпарной гитары при $i = \frac{24}{85}$.

В комплекте сменных колёс станка с числом зубьев 85 не имеется. Разлагаем заданное передаточного отношения на простые множители:

$$i = \frac{24}{85} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}{5 \cdot 17}.$$

Составляем комбинацию из этих множителей, чтобы в числителе и знаменателе было по два множителя:

$$i = \frac{3 \cdot 8}{5 \cdot 17}.$$

Умножаем числитель и знаменатель на целые числа 15 и 4, чтобы получить числа зубьев, соответствующие числам зубьев колёс комплекта станка:

$$i = \frac{3 \cdot 8}{5 \cdot 17} \cdot \frac{8 \cdot 4}{17 \cdot 4} = \frac{45 \cdot 32}{75 \cdot 68}.$$

В результате получаем.

$$a=45, b=75, c=32 \text{ и } d=68.$$

Проверяем на сцепляемость.

$$a+b > c+15 \text{ или } 45+75 > 32+15,$$

$$c+d > b+15 \text{ или } 32+68 > 75+15.$$

Условия сцепляемости удовлетворены.

Пример 5. Подобрать сменные колёса двухпарной гитары при $i=1,35$.

Превращаем заданное передаточное отношение в простую дробь

$$i = 1,35 = \frac{135}{100}.$$

Разлагаем полученную дробь на простые множители:

$$i = \frac{135}{100} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3}{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5}.$$

Составляем комбинацию этих множителей, чтобы в числителе и знаменателе было по два множителя

$$i = \frac{5}{4} \cdot \frac{27}{25}.$$

Умножаем числитель и знаменатель на целые числа 12 и 2

$$i = \frac{5 \cdot 12}{4 \cdot 12} \cdot \frac{27 \cdot 2}{25 \cdot 2} = \frac{60}{48} \cdot \frac{54}{50}.$$

Проверяем сцепляемость

$$60+46 > 54+15 \text{ и } 54+50 > 48+15.$$

Так как этот способ абсолютно точный, то его предпочтительно использовать, в особенности, при настройке гитар деления, обкатки, шага резьбы.

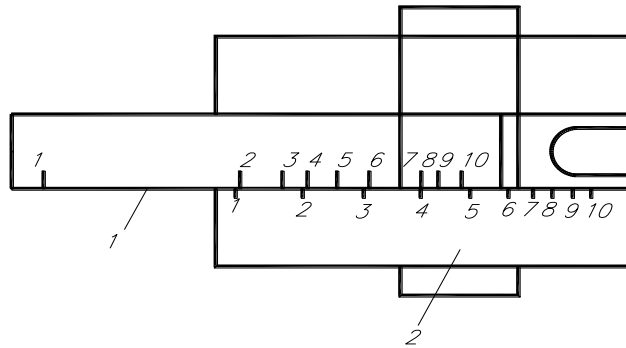
Способ подбора удобных отношений на логарифмической линейке

Часто передаточное отношение разложить на множители не удаётся. В таком случае применяют приближённые методы подбора, изложенные ниже.

Этот способ основан на том, что заданное передаточное отношение представляется как результат деления на логарифмической линейке двух чисел, соответствующие риски которых на шкалах линейки совпадают наиболее точно (рисунок 3).

Пример 6. Подобрать сменные колёса двухпарной гитары при $i = 0,491$.

Схема применения логарифмической линейки:



1 – движок, 2 – риска визира

Рисунок – 3 Схема разложения на простые сомножители посредством логарифмической линейки

Ставим движок линейки так, чтобы риска, соответствующая 10 или 1, расположилась над числом 0,491 основной шкалы линейки. Оставив движок в этом положении, передвигаем визир влево или вправо и ищем риски, соответствующие целым двузначным числам, совпадающие или близко расположенные друг от друга на шкале движка и основной шкале линейки. Таким образом, находим:

$$t = 0,491 \cdot \frac{25}{51} \cdot \frac{26}{53} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{25}{57} \cdot \frac{29}{59} \cdot \frac{49}{100}.$$

Используем комбинацию $\frac{28}{57}$, при которой риски шкал совпадают весьма точно, тогда

$$t = \frac{28}{57} = \frac{4 \cdot 7}{3 \cdot 19} = \frac{60}{45} \cdot \frac{35}{95} \quad \text{и}$$

$$\delta t = \frac{t' - t}{t} = \frac{0,491228 - 0,491000}{0,491000} = 0,00046.$$

При использовании комбинации $\frac{49}{100}$ имеем:

$$t' = \frac{49}{100} = \frac{7 \cdot 7}{10 \cdot 10} = \frac{42}{60} \cdot \frac{70}{100} \quad \text{и}$$

$$\delta i = \frac{i' - i}{i} = \frac{0,490 - 0,491}{0,491} = 0,002.$$

Комбинация чисел 28/57 более точно соответствует заданному передаточному отношению, чем комбинация чисел 49/100, что видно из сравнения относительных погрешностей. Сравнения можно также производить и по абсолютным погрешностям.

Этот способ не обеспечивает высокую точность подбора и требует обязательной проверки погрешности подобранного передаточного отношения, но он является одним из самых простых и удобных.

Способ расчёта чисел зубьев сменных колёс с применением произвольного множителя

В этом случае заданное передаточное отношение (не разлагающееся на множители) умножают и делят на число, выбираемое из ряда чисел зубьев сменных колёс, приложенных к станку. Это выполняют для того, чтобы преобразовывать заданное передаточное отношение для разложения на сомножители.

Пример 7. Подобрать сменные колёса двухпарной гитары при $i = 0,2203$. Число 2203 на множители не разлагается. Умножаем и делим заданное число на 30, тогда

$$i = 0,2203 \cdot \frac{30}{30} = \frac{6,609}{30}.$$

Дробную часть числителя 0,609 заменяем простой дробью, используя логарифмическую линейку или специальные таблицы. При помощи логарифмической линейки получаем:

$$0,609 \approx \frac{14}{23} \approx \frac{25}{41}.$$

Подставляя дробь $\frac{14}{23}$, получаем приближенное передаточное от-

ношение.

$$t' = (6 + \frac{14}{23}) \cdot \frac{1}{30} = \frac{138 + 14}{23 \cdot 30} = \frac{8 \cdot 19}{23 \cdot 30} = \frac{32}{92} \cdot \frac{38}{60}.$$

Для обеспечения условия сцепляемости множители в знаменателе меняем местами. Тогда:

$$t' = \frac{32}{60} \cdot \frac{38}{92}.$$

Относительная погрешность равна:

$$\delta t = \frac{t' - t}{t} = \frac{\frac{152}{23 \cdot 30} - 0,2203}{0,2203} = \frac{0,22029 - 0,22030}{0,22030} = \frac{-0,00001}{0,22030} = -0,000045.$$

При использовании дроби $\frac{25}{41}$ имеем:

$$t' = (6 + \frac{25}{41}) \cdot \frac{1}{30} = \frac{246 + 25}{41 \cdot 30} = \frac{271}{30 \cdot 41},$$

Число 271 не разлагается на множители, следовательно, использовать дробь $25/41$ невозможно.

Точность этого способа достаточно высокая, так как приближённой дробью заменяется не всё число, а только его дробная часть.

Известен ряд других математических приёмов для замены заданного передаточного отношения, не разлагающегося на множители, приближённым числом или дробью, разлагающейся на множители (способ Кнаппе, метод непрерывных дробей). Эти приёмы описаны в работах [2], [3].

В работе [2] приведены таблицы для разложения на множители чисел ряда от 1 до 6009. При помощи этих таблиц можно определить, разлагается ли заданное число на множители (и какие) или же является простым числом.

Подбор сменных зубчатых колёс по таблицам Петрика М.И. и Шишкова В.А. «Таблицы для подбора зубчатых колёс», 1973г.

В этих таблицах приведено около 65000 передаточных отношений

от 0,0460000 до 1,000000. Таблицы семизначные.

Они охватывают передаточные отношения, полученные в результате комбинирования следующих 29-ти чисел, соответствующих числам зубьев сменных колёс: 23, 25, 30, 33, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 50, 53, 55, 58, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 73, 79, 83, 85, 89, 92, 95, 98, 100.

Отдельные интервалы в таблицах для получения точных настроек заполнены передаточными отношениями, образованными с использованием дополнительных чисел: 34, 59, 71, 80, 97.

В таблицах в порядке возрастания приведены передаточные отношения, а рядом указаны числа зубьев колёс, при этом два первых числа являются числами зубьев ведущих колёс $a \cdot c$, а третье и четвёртое числа являются числами зубьев ведомых колёс $b \cdot d$.

Пример 8. Определить числа зубьев колёс двухпарной гитары при $i = 0,2475586$.

По таблицам работы [4] на с.82 находим ближайшее к требуемому передаточное отношение и соответствующие числа зубьев колёс:

0,2475595; 23·43; 47·85.

Передаточное отношение будет равным:

$$i' = \frac{23 \cdot 43}{47 \cdot 85} = 0,2475595$$

Абсолютная и относительная погрешности будут равны:

$$i' - i = 0,2475595 - 0,2475586 = 0,0000009,$$

$$\delta i = \frac{\Delta}{i} = \frac{0,0000009}{0,247} = 0,0000037.$$

Если передаточное отношение больше 1, то для подбора чисел зубьев колёс по таблицам используют обратную величину.

Пример 9. Определить числа зубьев колёс двухпарной гитары при $i = 1,884000$.

Находим обратную величину передаточного отношения:

$$\frac{1}{i} = \frac{1}{1,884000} = 0,5307856.$$

Для полученного числа по таблицам работы [4] находим числа зубьев колёс

$$\frac{1}{i} = 0,5307951 = \frac{30 \cdot 79}{47 \cdot 95} \quad \text{и} \quad i' = \frac{47 \cdot 95}{30 \cdot 79}.$$

Относительная погрешность равна

$$\delta i = \frac{1}{1,884000} (1,884000 - \frac{47 \cdot 95}{30 \cdot 79}) = 0,000018.$$

Точность настройки определяется, главным образом, относительной погрешностью. При использовании основных таблиц работы [4] подбор колёс осуществляется с различной относительной погрешностью: ориентировочно до 0,00001 в области малых передаточных отношений и до 0,000005 в области передаточных отношений, близких к 1.

При необходимости более высокой точности настройки необходимо применять методы и вспомогательные таблицы, приведённые в этой же работе. Кроме таблиц Петрика М. И. и Шишкова В. А., имеются другие аналогичные таблицы в работах [5], [6].

В общем случае точность настройки повышается с увеличением числа колёс в комплекте.

Применяются следующие комплекты зубчатых колес:

пятковый, который содержит колеса со следующим числом зубьев: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 115, 120, 125, 127, 154.

чётный, который содержит колеса со следующим числом зубьев: 20, 20, 22, 24 и т. д. через 2 до 124; кроме того – шестерни с числом зубьев 47, 97, 127, 154.

Специальные шестерни предназначены для реализации значений числа «1 дюйм» и числа π с минимальной погрешностью. Возможные варианты реализации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты реализации числа π и размера в один дюйм

Реализуемая величина	Вариант реализации	Относительная погрешность
1 дюйм	$\frac{127}{5}$	0
1 дюйм	$\frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9}$	– 0,013
1 дюйм	$\frac{18 \cdot 24}{17}$	+ 0,046
π	$\frac{12 \cdot 127}{97 \cdot 5}$	+ 0,021
π	$\frac{47 \cdot 127}{4 \cdot 5 \cdot 95}$	– 0,0005
π	$\frac{22}{7}$	+ 0,04

Подбор чисел зубьев на ЭВМ

С целью автоматизации подбора чисел зубьев гитар сменных шестерен на кафедре разработана программа автоматического подбора чисел зубьев на ЭВМ. Программа работает в диалоговом режиме.

Задания

Подобрать числа зубьев колес из пяткового набора для реализации следующих передаточных отношений:

0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,1; 2,2; 2,3, и.т.д.

Вопросы к практическому занятию

1. Какое назначение имеют сменные зубчатые колёса в металлорежущих станках?

2. Какие виды гитар сменных зубчатых колёс применяют в стан-

ках?

3. Какие особенности однопарная гитара сменных зубчатых колёс как орган кинематической настройки?

4. Чем объясняется возможность точного подбора заданного передаточного отношения при использовании двухпарной гитары с переставным валом?

5. Что такое условие сцепляемости, чем оно определяется?

6. Что такое абсолютная и относительная погрешность передаточного отношения?

7. В чём заключаются достоинства способа разложения на сомножители?

8. В чём заключается основное преимущество подбора чисел зубьев сменных зубчатых колёс при помощи таблиц?

Список рекомендуемой литературы

1 Федотенок А. А. Кинематическая структура металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1970.

2 Шавлюга Н. И., Выгодер М. И. Расчёт и примеры наладок зубофрезерных и шлицефрезерных станков. – М.: Машгиз, 1958.

3 Савенко Г. Г. Егерман Е. Г. Станки, автоматы, автоматические линии. – М.: Высшая школа, 1967.

4 Петрик М. И., Шишков В. А. Таблицы для подбора зубчатых колес. – М.: Машиностроение, 1973.

5 Сандаков М. В. Таблицы для подбора шестерен. – М.: Машгиз. 1980.

6 Левашов Н. Д. Универсальные таблицы подбора зубчатых колёс металлорежущих станков. – Киев : Техника, 1979.

3 Практическое занятие № 3 Методика кинематического анализа станков токарной группы

Цель

Практическое занятие посвящено одному из главных вопросов в кинематическом анализе станков – методике кинематического анализа. Методика алгоритмизирована и может использоваться независимо от конкретной модели станка.

Теоретическая часть

Для реализации движений в станках используются приводы.

Привод выполняется в виде источника движения, кинематической связи и исполнительного органа станка.

В качестве источника движения может быть использован любой источник энергии (электродвигатель асинхронный, электродвигатель постоянного тока, высокомоментный двигатель, гидро-пневмодвигатели, и даже пружина, которая аккумулирует энергию, а затем в нужный момент отдает её в кинематическую цепь). Источник движения может быть регулируемый и нерегулируемый.

Исполнительный орган станка и источник движения связываются между собой кинематической связью. Кинематическая связь реализуется посредством кинематических цепей, выполненных из типовых кинематических звеньев (типовых механизмов).

Условное изображение приводов станка, обеспечивающих получение движений формообразования, называется структурной схемой станка, представленной на рисунке 1 в качестве примера для токарно-винторезного станка.

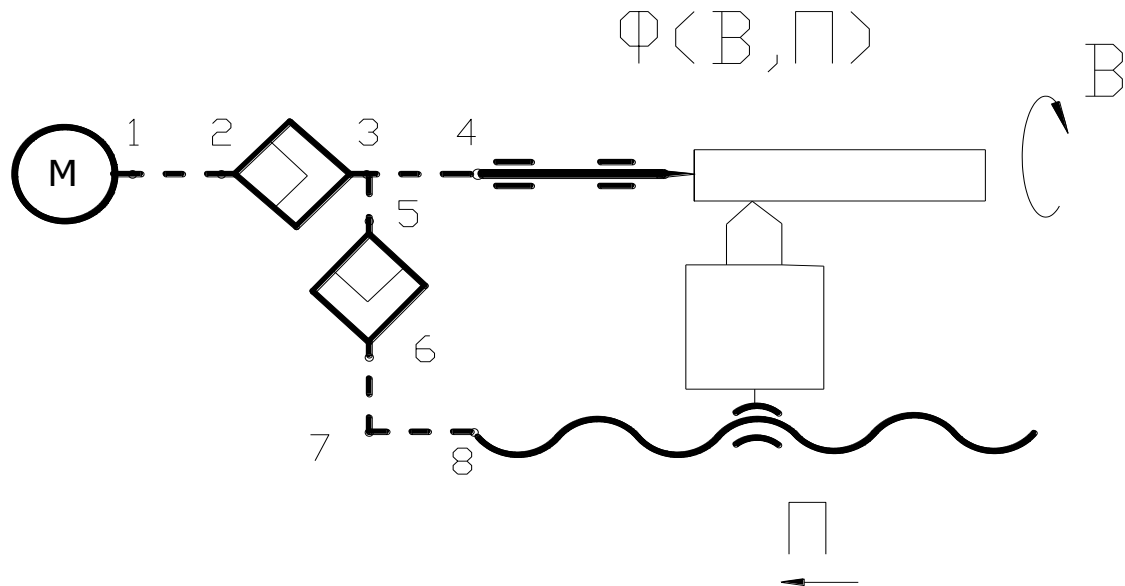


Рисунок 1 – Структурная схема токарно-винторезного станка

Данная структурная схема обеспечивает реализацию двух движений формообразования – главного движения и движения подачи.

В данной структуре содержится два исполнительных органа станка – это суппорт и шпиндель.

Вращение суппорта обеспечивается от электродвигателя через кинематическую цепь, которая содержит орган настройки или регулирования, в данном случае изменяющий передаточное отношение кинематической цепи.

Такая кинематическая цепь называется внешней кинематической цепью. Признаком, позволяющим отнести данную кинематическую цепь к внешней, является наличие времени в знаменателе для обозначения данного движения (в данном случае это движение обеспечивает скорость резания, которая измеряется в м/мин).

Вторая кинематическая цепь связывает два исполнительных органа станка между собой (шпиндель и суппорт). Такая кинематическая цепь называется внутренней. Признаком внутренней кинематической цепи является наличие обозначения одного из исполнительных органов

станка в знаменателе. Движение подачи токарного станка измеряется в мм/оборот (на 1 оборот шпинделя).

Таким образом, на структурной схеме станка представлены две кинематические цепи:

1 – 2 – 3 – 4 – внешняя кинематическая цепь привода главного движения;

4 – 5 – 6 – 7 – 8 – внутренняя кинематическая цепь привода подачи.

Кинематический анализ станка выполняется с целью настройки его кинематических цепей для движения исполнительных органов станка по траектории, которая обеспечивает получение движения формообразования или изменение скорости одного конечного звена (исполнительного) относительно другого (например, двигателя).

Методика кинематического анализа включает выполнение следующих действий:

1. Определяется начало и окончание кинематической цепи;
2. Определяется расчетная кинематическая цепь;
3. Определяются расчетные перемещения концов цепи;
4. Составляется уравнение кинематического баланса кинематической цепи и решается относительно неизвестного параметра органа настройки.

В результате получается формула настройки кинематической цепи.

Задания

Произвести анализ кинематической схемы станка по заданию преподавателя.

Вопросы к практическому занятию

1. Что является признаком внешней кинематической цепи?
2. Что является признаком внутренней кинематической цепи?

3. Для чего выполняется структурная схема станка?
4. Что такое исполнительный орган станка?

Рекомендуемая литература

- 1 Колев Н. С. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1998. – 499 с.

4 Практическое занятие № 4 Кинематический анализ станков сверлильной группы

Цель

Цель работы – ознакомление с конструкцией станков сверлильной группы и методикой кинематической настройки для выполнения типовых приемов работ.

Теоретическая часть

Сверлильные станки предназначены для сверления глухих и сквозных отверстий, рассверливания, зенкерования, развертывания, растачивания и нарезания резьбы. Основными формообразующими движениями являются главное движение (вращательное) и движение подачи шпинделя станка. Эти станки подразделяются на вертикально-сверлильные настольные и наклонные, радиально-сверлильные, для глубокого сверления, центровальные и многошпиндельные. Настольные станки строят для сверления отверстий в стальных деталях наибольшего условного диаметра 3; 6; 12 и 16мм, вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные – для сверления отверстий диаметром 18; 25; 35; 50 и 75мм.

Расточные станки предназначены для обработки деталей в условиях единичного и серийного производства. Это широкоуниверсальные станки, на которых можно производить черновое и чистовое растачивание отверстий, обтачивание наружных цилиндрических поверхностей и торцов отверстий, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, фрезерование плоскостей, нарезание резьбы и другие операции. Большое разнообразие видов обработки позволяет проводить полную обработку детали без перестановки ее на другие станки, что важно для тяжелого машиностроения. Особенностью расточных станков являются наличие горизонтального (или вертикального) шпинделя, который совершает движение осевой подачи. В шпинделе крепится режущий инструмент –

борштанга с резцами, сверло, фреза и др. В зависимости от характера выполняемых операций, назначения и конструктивных особенностей расточные станки подразделяют на универсальные и специализированные. Универсальные станки разделяются на горизонтально-расточные и алмазно-расточные.

Формообразующими движениями в расточных станках являются вращение шпинделя и движение подачи. Подача сообщается либо инструменту, либо заготовке. Вспомогательные движения – установочные перемещения шпиндельной бабки в вертикальном направлении, установочное перемещение стола и т. д.

Пример кинематического анализа станка модели 2А135.

Станок предназначен для сверления, рассверливания, зенкерования и развертывания отверстий в различных деталях, а также для торцевания и нарезания резьб машинными метчиками в условиях индивидуального и серийного производства. На станке модели 2А135 обрабатываются детали сравнительно небольших размеров и веса.

Движение резания. Шпиндель V (рисунок 1, а) приводится в движение электродвигателем мощностью 4,5 кВт через клиноременную передачу 140 - 178 и коробку скоростей.

На валу I коробки скоростей находится тройной подвижной блок шестерен Б1, обеспечивающий валу II три скорости вращения. От вала II через шестерни 34-48 вращение передается валу III, на котором расположен тройной подвижной блок шестерен Б2, приводящий в движение полый вал IV, связанный шлицевым соединением со шпинделем V. Шпиндель V имеет девять скоростей вращения. Наибольшее число оборотов шпинделя $n_{\max}$ с учетом упругого скольжения ремня определяется из выражения

$$n_{\max} = 1440 \frac{140}{178} \cdot 0.985 \cdot \frac{34 \cdot 34 \cdot 65}{48 \cdot 48 \cdot 34} = 1070 \text{ об / мин.}$$

Движение подачи. Движение подачи заимствуется от шпинделя V. Движение передается через шестерни 27-50 и 27-50, коробку подач с выдвигными шпонками, предохранительную муфту М1, вал IX, червячную передачу 1-47, зубчатую муфту М2, вал X и реечную передачу гильзе шпинделя.

В коробке подач расположены трех- и четырехступенчатый механизмы с выдвигными шпонками.

От вала VI три скорости вращения сообщаются валу VII, на котором жестко закреплены шестерни 60, 56, 51, 35 и 21. От вала VII четыре скорости вращения передаются валу VIII.

Теоретически коробка подач обеспечивает 12 скоростей вращения, однако одна из них повторяющаяся, поэтому станок модели 2А135 имеет только 11 различных величин подач.

От вала VIII через кулачковую муфту М1 движение сообщается валу IX, на котором закреплен червяк. Червячное колесо 41 расположено на одном валу с реечной шестерней 14, находящейся в зацеплении с рейкой, нарезанной на гильзе шпинделя. Муфта М1 служит для предохранения механизма подач от поломок при перегрузках, а также для автоматического выключения подачи при работе по упорам. Наибольшая величина подачи $S_{\max}$ определяется из выражения

$$S_{\max} = 1 \cdot \frac{27 \cdot 27 \cdot 30 \cdot 60 \cdot 1}{50 \cdot 50 \cdot 51 \cdot 21 \cdot 47} \cdot 3.14 \cdot 3.5 \cdot 14 = 1.6 \text{ мм / об.}$$

Индивидуальные задания

Произвести настройку станка на обработку отверстий сверлением, зенкерованием, развертыванием и нарезание резьбы по индивидуальному заданию

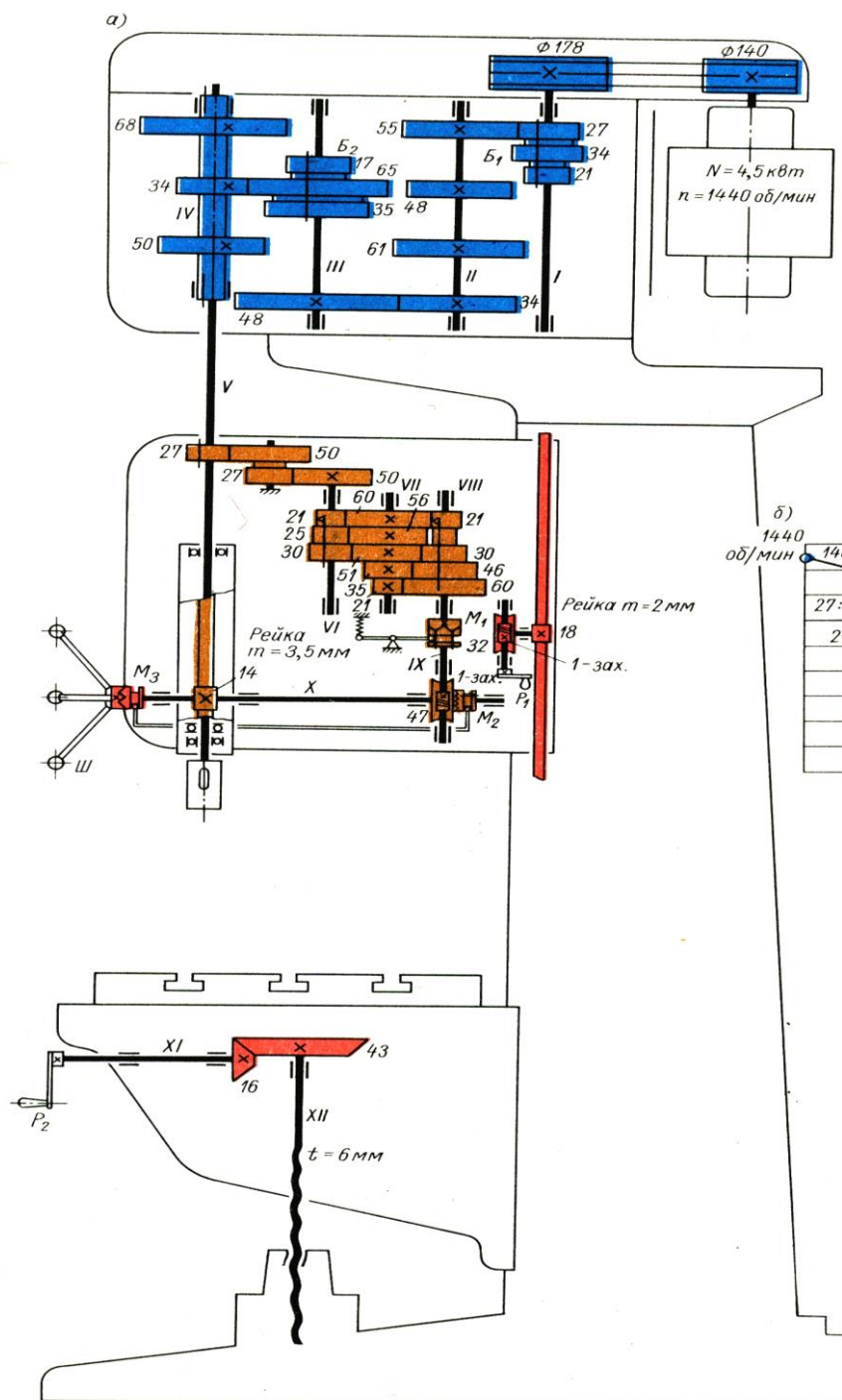


Рисунок 1 - Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка модели 2А135

Вопросы к практическому занятию

- 1 Что является признаком внешней кинематической цепи? Какая кинематическая цепь сверлильного станка относится к внешней кинематической цепи?

- 2 Что является признаком внутренней кинематической цепи?
Какая кинематическая цепь сверлильного станка относится к внутренней кинематической цепи?
- 3 Как обеспечивается нарезание резьбы на сверлильном станке?

Рекомендуемая литература

- 1 Колев Н. С. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1998. – 499 с.

5 Практическое занятие № 5 Настройка делительной головки

Цель

Цель работы – ознакомление с конструкцией делительной головки и принципами её настройки для работы.

Индивидуальное задание – произвести расчет настройки делительной головки по заданию, выданному преподавателем.

Теоретическая часть

Делительная головка применяется для деления (т. е. точного периодического поворота на заданную часть окружности) заготовки на требуемое число частей, а также для сообщения вращательного движения заготовке при нарезании винтовых канавок. Внешний вид универсальной делительной головки представлен на рисунке 1.

Делительная головка состоит из следующих основных частей: корпуса 1, поворотной части 5 со шпинделем 3, диска непосредственного деления 2, поводка 4, делительного диска 8 с раздвижным сектором 6, рукоятки 9 с защелкой 7, валика 10.

В комплект гитары делительной головки (зубчатые колеса $a - b - c - d$) входят следующие сменные зубчатые колеса пяткового набора с числами зубьев (таблица 1)

Таблица 1 – Комплект гитары делительной головки

Z см	25	30	35	40	50	55	60	70	80	90	100
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Делительную головку располагают на столе станка, а заготовку устанавливают в центрах между задней бабкой и шпинделем головки, от которого заготовке сообщается поворот.

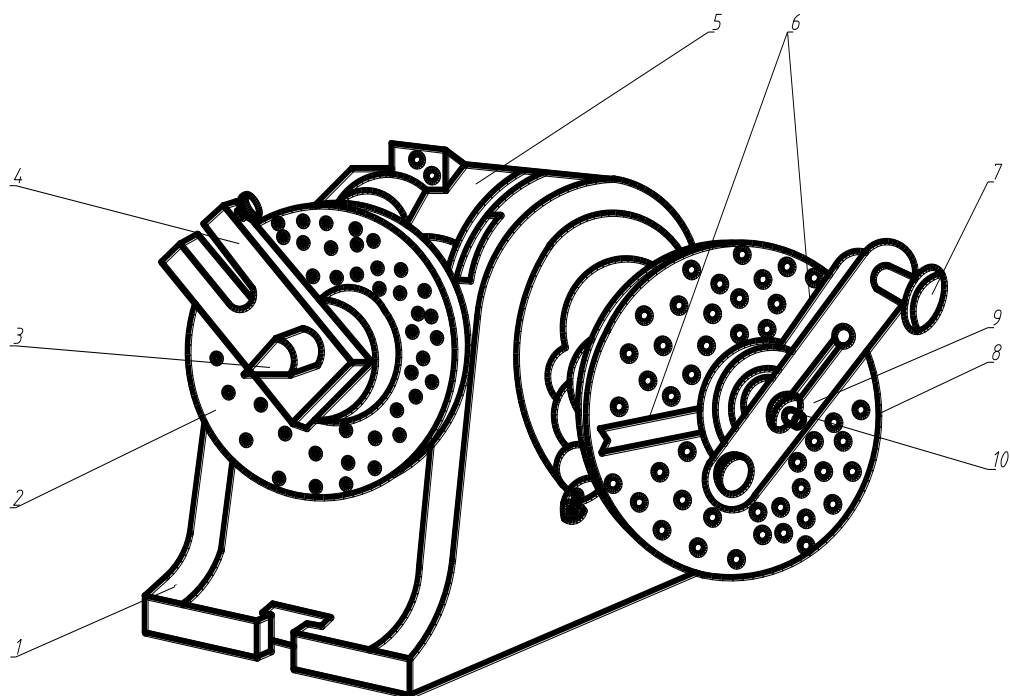


Рисунок 1 – Универсальная делительная головка

Настройка для случаев простого деления (рисунок 2а):

$$n_{об.рук} = \frac{40}{Z},$$

где $n_{об.рук}$ – число оборотов (целое или дробное) рукоятки, отсчитываемое по делительному диску;

Z – задаваемое число зубьев (канавок) на заготовке;

40 – коэффициент, зависящий от передаточного отношения головки, называется характеристикой делительной головки.

Таблица 2 – Число отверстий K на различных окружностях делительного диска

K	24	25	28	30	34	37	38	39	41	42	43
	46	17	49	51	53	54	57	58	59	62	66

Настройка для случаев дифференциального деления

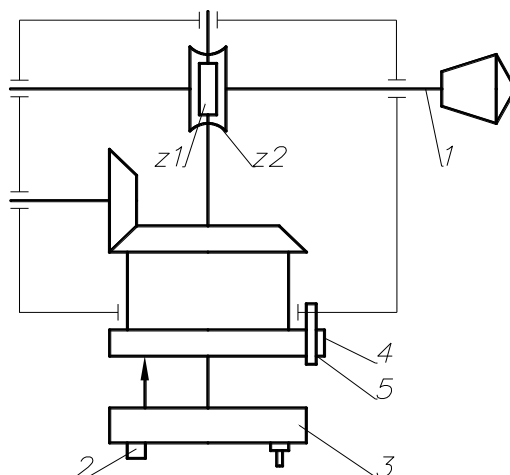
В том случае, если при заданном Z нельзя подобрать число отверстий K , применяют дифференциальный метод делений (рисунок 2б):

$$n_{об.рук} = \frac{40}{Z_0}, \quad (1)$$

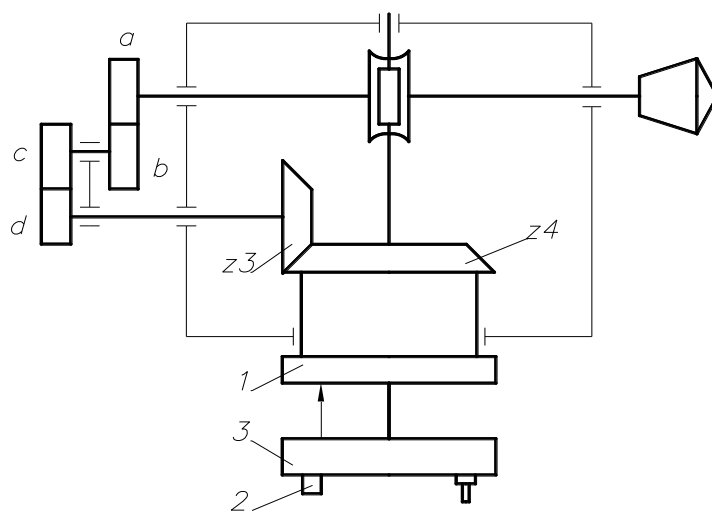
$$x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40}{Z_0} (Z_0 - Z), \quad (2)$$

где Z_0 – фиктивное число зубьев (им необходимо задаваться);

x – передаточное отношение сменных зубчатых колес гитары.



а) при настройке на простое деление;



б) при настройке на дифференциальное деление

Рисунок 2 – Принципиальная схема делительной головки

Настройка делительной головки на фрезерование винтовых канавок

а) для колес с косыми (винтовыми) зубьями:

$$T = \frac{\pi \cdot z \cdot m}{\sin \alpha}, \quad (4)$$

б) для червяков:

$$T = \pi \cdot z_1 \cdot m, \quad (5)$$

в) для цилиндрических и дисковых кулачков:

$$T = \frac{h \cdot 360^0}{\alpha}, \quad (6)$$

где z – число заходов многозаходных винтов и червяков;

z_1 – число заходов червяка;

m – модуль зацепления в мм;

α – угол наклона зубьев;

h – подъём кривой на участке дуги окружности α .

Настройка для случая неравного деления:

$$n_{об.рук} = \frac{\alpha^0}{9}, \quad (7)$$

$$n_{об.рук} = \frac{\beta'}{540}, \quad (8)$$

где α и β – углы дуг окружности в градусах или минутах.

Установка стола и фрезерной поворотной головки:

$$\varphi = \alpha, \quad \varphi = 900 - \beta, \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{t_p z}{\pi \cdot d_{cp}} = \frac{m z_1}{D_0}, \quad (10)$$

где D_0 – диаметр начальной окружности в мм;

d_{cp} – средний диаметр резьбы;

t_p – шаг резьбы в мм;

φ – угол установка стола;

β – угол подъёма винтовой линии резьбы.

Пример 1: Настроить делительную головку для получения 77 равномерно расположенных на заготовке канавок.

Решение: по формуле:

$$n_{об.рук} = \frac{40}{Z},$$

$$n_{об.рук} = \frac{40}{77}.$$

Диска с числом отверстий 77 нет, поэтому простое деление неприемлемо; задаемся $z_0=80$.

$$n_{об.рук} = \frac{40}{Z_0} = \frac{40}{80} = \frac{1}{2} = \frac{27}{54}.$$

Диск с числом отверстий 54; поворот рукоятки на 27 шагов.

Сменные колеса:

$$x = \frac{40}{Z_0} (Z_0 - Z) = \frac{40}{80} \cdot 3 = \frac{60}{40} = \frac{a}{b}.$$

Диск вращается в ту же сторону, что и рукоятка.

Пример 2: Настроить делительную головку для фрезерования трехзаходного червяка ($m=10$, мм) при шаге ходового винта стола $t=6$, мм.

Решение.

Шаг винтовой канавки:

$$T = \pi \cdot z_1 \cdot m = 3,14 \cdot 10 \cdot 3 = 94,2, \text{ мм.}$$

Сменные колеса:

$$x = \frac{40 \cdot t}{T} = \frac{6 \cdot 40}{94,2} = 2,54988;$$

$$x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{85}{30} \cdot \frac{45}{50}.$$

Ошибка $\Delta X=0,00012$.

$$n_{об.рук} = \frac{40}{Z} = \frac{40}{3} = 13 \frac{1}{3} = 13 \frac{18}{54}.$$

Диск с числом отверстий 54; поворот рукоятки на 13 полных обо-

ротов и на 18 шагов.

Пример 3: Определить угол установка поворотной части делительной головки при фрезеровании прямозубого конического колеса с числом зубьев $z_1=45$, зацепленного с колесом $z_2=50$.

Решение.

По формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{45}{50} = 0,9; \quad \alpha_1 = 42^\circ;$$

по формуле:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{2,4 \sin \alpha_1}{z_1} = \frac{2,4 \cdot \sin 42^\circ}{45} = \frac{2,4 \cdot 0,67}{45} = 0,03576 ;$$

$$\gamma = 2^\circ 3'$$

Угол установка шпинделя:

$$\omega_1 = \alpha_1 - \gamma = 42^\circ - 2^\circ 3' = 39^\circ 57'.$$

Задания

Задача 1. Произвести настройку делительной головки с характеристикой $p=40$ и наладку фрезерного станка с ходовым винтом $t=6$, мм для фрезерования архимедовой спирали на плоском кулачке или винтовой линии на цилиндрической поверхности по данным, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Задания для самостоятельной работы

Вариант	Подъем h на участке дуги	Угол участка дуги
1	25	30°
2	30	$45^\circ 30'$
3	35	40°
4	70	60°
5	75	$55^\circ 20'$
6	80	58°
7	115	$50^\circ 30'$
8	120	$45^\circ 30'$
9	125	$50^\circ 15'$

Задача 2. Произвести настройку делительной головки с характеристикой $p=40$ для фрезерования прямозубых конических колес по данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Задания для самостоятельной работы

Вариант	Число зубьев		Модуль в m , мм
	Z_1	Z_2	
1	31	34	2,0
2	19	32	2,5
3	30	75	2,0
4	40	45	2,75
5	44	50	2,5
6	35	65	3,0
7	35	75	5,0
8	22	45	5,5
9	28	40	6,0

Задача 3. Произвести полную настройку и наладку фрезерного станка с шагом ходового винта $t=6$, мм и делительной головки $p = 40$ для фрезерования червяков по данным, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Задания для самостоятельной работы

Вариант	Модуль m , в мм	Число захо- дов Z_1	Диаметр начальной окружности D_0 , в мм
1	2	1	26
2	2	2	26
3	2,5	1	30
4	2,5	2	30
5	3	1	36
6	3	2	36
7	3	3	36
8	3,5	1	42
9	3,5	2	42
10	3,5	3	42
11	4	1	44
12	4	2	44
13	4	3	44
14	5	1	50

Вариант	Модуль m , в мм	Число захо- дов Z_1	Диаметр начальной окружности D_0 , в мм
15	5	2	50
16	5	3	50
17	6	1	66
18	6	2	66
19	8	1	88
20	8	2	88

Вопросы к практическому занятию

1. В каком случае применяется простое деление?
2. В каком случае применяется дифференциальное деление?
3. В каком случае применяется непосредственное деление?

Рекомендуемая литература

1. Колев Н. С. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1998.– 499 с.

6 Практическое занятие № 6 Разработка управляющих кулачков токарно-револьверного автомата 1Б140

Введение

Ознакомление с работой подсистемы САПР проектирования кулачков токарно-револьверных автоматов и построение управляющих кулачков по индивидуальному заданию.

Теоретическая часть

В данной работе рассматривается подсистема САПР токарно-револьверных операций. Она включает в себя программу проектирования управляющих кулачков токарно-револьверных автоматов типа 1Б140. В программу вошли такие этапы проектирования как: выбор типа заготовки, ввод геометрических параметров детали, выбор типа державок, выбор режущего инструмента, заполнение технологической документации. Подсистема включает в себя следующие информационные базы данных: база данных материалов прутковых заготовок, база данных типов державок, база данных режущих инструментов и база условий и расчетов. Программа разработана на языке программирования VisualBasic фирмы Microsoft для операционной среды Windows и Visual LISP – интегрированная среда разработки программ на языке программирования AutoLISP в системе AutoCAD 14/2000 фирмы Autodesk

Запуск программы

Для запуска программы необходимо запустить пусковой файл «САПР ТРО.exe» из каталога программы. Программа работает на 32-х разрядной платформе Windows 95, 98, 2000, NT4. Также для корректной работы программы необходимы: Microsoft Office 2000, AutoCAD 14, 2000.

При запуске исполняемого файла загружается программа и первой формой, которую увидит пользователь, будет стартовая (титульная) форма, показанная на рисунке 1.

Проект подсистемы САПР токарно-револьверных операций

Рисунок 1 – Стартовая (титульная) форма

На стартовой форме имеется титульная информация, меню пользователя и кнопка мастера.

Начать работу с программой можно двумя способами:

1. Поэтапно выбирать необходимые пункты меню в определенном порядке:

- а) ввод параметров заготовки;
- б) ввод параметров детали;
- в) выбор типа державок;
- г) выбор режущего инструмента;
- д) заполнение технологической документации;
- е) запуск системы AutoCAD

2. Запустить мастера. Мастер в автоматическом режиме будет выдавать все необходимые формы в нужном порядке и в конце проектирования запустит систему AutoCAD.

Ввод параметров заготовки

Первым этапом проектирования является ввод параметров заготовки. Здесь предлагается выбрать из имеющейся базы данных заготовок параметры заготовки: материал заготовки; тип проката и геометрические размеры прутка. Ввод параметров заготовки может производиться в любой последовательности, но пока не будут выбраны все необходимые данные и пользователь не сможет нажать кнопку «ОК» и перейти к следующей стадии проектирования.

Выбор типа проката

☐ Сталь

- Сталь 20
- Сталь 30
- Сталь 45
- Автоматная сталь 12**
- Автоматная сталь 30
- Нержавеющая сталь

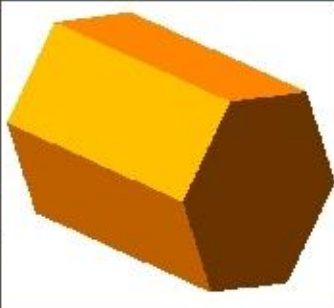
☐ Алюминий
☐ Латунь

Тип проката

☐ Круглый прокат
☐ Квадратный прокат
☒ Шестигранный прокат

Значение d, мм:

☒ Рисунок



Обозначения:
d - диаметр вписанной окружности

Примечание:
Данные для круглой и квадратной горячекатаной и шестигранной калиброванной стали взяты по ГОСТ 2590-71, 2591-71, 8560-78

Данные по заготовке:

Материал: Автоматная сталь 12

Тип проката: Шестигранный прокат

Размер проката: 40.0 мм

Ok Отмена

При нажатии кнопки «ОК» база условий и расчетов получает данные о параметрах заготовки, формируются и записываются в LISP программы данных о заготовке.

Ввод параметров детали

Началом ввода параметров детали является создание системы координат, которая имеет нулевую точку на крайнем левом участке, по оси симметрии предполагаемой детали. Ввод параметров детали производится по оси X, поэтапно для каждого участка детали. На рисунках 2, 3, 4, 5 представлены этапы ввода параметров элементарной детали типа штуцер.

Завершением ввода каждого участка служит кнопка «Ввод данных». При нажатии этой кнопки информационно-аналитическая база проверяет правильность ввода данных. Это проверка на ввод не числовых значений, замена разделителя дробной части числа с запятой на точки, проверка на различные допустимые параметры (например: на превышение значения диаметра участка детали, диаметра проката выбранного в предыдущей форме и т. д.).

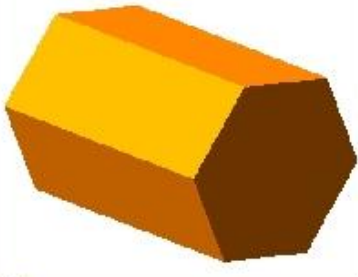
Ввод геометрических параметров детали		
Ввод параметров для 1-го слева участка детали		
Участок проката ▼ Участок проката, введите параметры		
Общие параметры Длина участка: 15 Диаметр проката: 40.0	Параметры отверстия ☐ Имеется отверстие	Фаска ☐ Есть Если имеется фаска, то поставьте галочку !
	Выход Ввод данных	Внимание!!! Ввод параметров детали следует производить слева направо по оси "х" детали, начиная с крайнего левого участка детали.
	Подсказка Если на данном участке детали имеется фаска, то поставьте галочку возле слова Есть. Выберите расположение фаски, а ее размер определяется автоматически, исходя из диаметра поверхности.	

Рисунок 2 – Первый участок детали

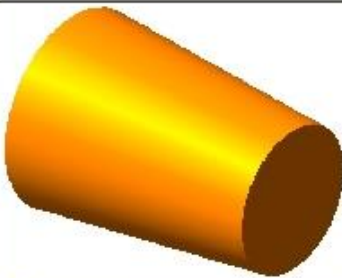
Ввод геометрических параметров детали		
Ввод параметров для 2-го слева участка детали		
Конусная поверхность ▼ Конусная поверхность, введите параметры		
Общие параметры Длина участка: 5.00 Max диаметр участка: 30.00 Min диаметр участка: 22.00	Параметры отверстия ☐ Имеется отверстие	Фаска ☐ Есть
	Выход Ввод данных	Внимание!!! Ввод параметров детали следует производить слева направо по оси "х" детали, начиная с крайнего левого участка детали.
	Подсказка Если Вы ввели все данные и параметры по данному участку, то смело жмите эту кнопку!!!	

Рисунок 3 – Второй участок детали

Ввод геометрических параметров детали

Ввод параметров для 3-го слева участка детали

Цилиндрическая поверхность ▾ Цилиндрическая поверхность, введите параметры

Общие параметры		Параметры отверстия	Фаска
Длина участка	15.00	☐ Имеется отверстие	☐ Есть
Диаметр участка	22		
☐ Рифление			

Выход
Ввод данных

Внимание!!!

Ввод параметров детали следует производить слева направо по оси "х" детали, начиная с крайнего левого участка детали.

Подсказка

Если в Вашей детали имеется отверстие, то поставьте флажок, в появившемся списке типов отверстий выберите необходимый Вам тип отверстия и заполните появившиеся поля.

Рисунок 4 – Третий участок детали

Ввод геометрических параметров детали

Ввод параметров для 4-го слева участка детали

Резьбовой участок ▾ Резьбовой участок, введите параметры

Общие параметры		Параметры отверстия	Фаска
Длина участка	20.00	☐ Имеется отверстие	☒ Нет
Диаметр резьбы	22.0 ▾		☒ Снаружи
Шаг резьбы	2 ▾		Слева ☐ Справа ☒
			Значение 0.40 0.50 0.60 0.80 1.00 1.20 1.60 2.00

Выход
Ввод данных

Внимание!!!

Ввод параметров детали следует производить слева направо по оси "х" детали, начиная с крайнего левого участка детали.

Подсказка

Если на данном участке детали имеется фаска, то поставьте галочку возле слова Есть. Выберите расположение фаски, а ее размер определяется автоматически, исходя из диаметра поверхности.

Рисунок 5 – Четвертый участок детали

Окончанием ввода параметров детали служит кнопка «Выход», которая становится активной только после нажатия кнопки «Ввод данных». При нажатии этой кнопки база условий и расчетов получает данные об общей длине детали, определяется ширина отрезного резца в зависимости от диаметра под отрезку и другое. Также формируется LISP программа параметризованного чертежа детали.

Заполнение технологической документации

Заполнение технологической документации является итоговым этапом в работе данной программы (рисунок 6). База условий и расчетов и информационно-аналитическая база с полученными ранее заполненными данными являются исходными данными для заполнения технологической документации.

Для начала необходимо ввести количество строк переходов для последовательного их заполнения. После ввода приблизительного количества строк переходов формируются поля для заполнения их данными.

Первая строка заполняется автоматически с содержанием перехода «Подача материала до упора». Далее в этой строке нет нужды что-либо заполнять.

Заполнение последующих строк производится в следующем порядке:

1. Выбираем содержание перехода из предлагаемого списка. Список можно редактировать, добавлять или убирать какие-либо фразы или полностью очистить и записать содержание перехода, которого нет в предлагаемом списке. Следует учесть, что при редактировании содержания перехода символ “#” обозначает знак диаметра. Например, содержание перехода может быть следующим: «Обточить #12 и центровать до # 8», что в системе AutoCAD будет означать «Обточить Ø12 и центровать до Ø8».

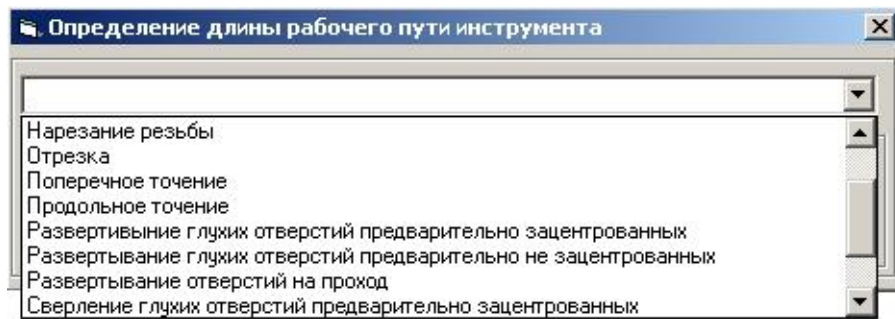
2. В зависимости от выбранного пользователем содержания перехода остальные поля в данной строке могут заполняться в автоматическом режиме, например, если выбран холостой переход если выбран рабочий переход, то

далее следует определить длину рабочего хода инструмента.

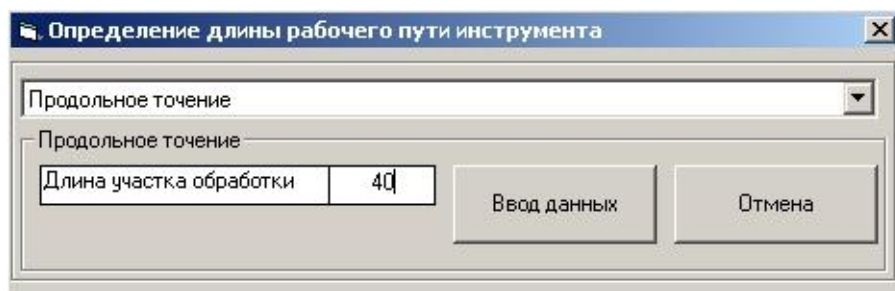
3. Определение длины рабочего хода инструмента производится следующим образом: при нажатии курсором «мышки» на данное поле появляется новая форма (рисунок 7а и рисунок 7б). В предлагаемом списке операций пользователю необходимо выбрать тип операции, в зависимости от которой пользователю предлагается заполнить необходимые данные или они будут внесены автоматически (например, диаметр под отрезку берется из базы условий и расчетов).

N	Содержание перехода	L. раб. хода	S	Vрез.	Nшп.	Количество оборотов		КУЛАЧКИ				радиус	
						расч.	прин.	число сотых долей		радиус			
								раб. ход	хол. ход	от	до	наим.	наиб.
6	Обточить #22	36.	0.2	58.43	620	183	183.	10.43	-	21.36	31.79		
7	Пауза	-	-	-	-	-	-	-	0.5	31.79	-		
8	Поворот revolverной головки	-	-	-	-	-	-	-	3	-	35.29		
9	Обточить #30 и обточить фаску 2x45	41.	0.2	58.43	620	208	208.	11.86	-	35.29	47.15		
10	Поворот revolverной головки	-	-	-	-	-	-	-	3	47.15	50.15		
11	Переключ. частоту вращения шпинделя	-	-	-	-	-	-	-	0.5	50.15	50.65		
12	Нарезать резьбу M22	26.	2	8.64	125	16	79.36	4.52	-	50.65	55.17		
13	Переключ. направления вращения шп.	-	-	-	-	-	-	-	1	55.17	56.17		
14	Сбег плашки	22.	2	-	312.5	14	27.78	1.58	-	56.17	57.75		
15	Поворот revolverной головки	-	-	-	-	-	-	-	3	57.75	60.75		

Рисунок 6 – Форма заполнения технологической документации



а) список с возможными операциями;



б) заполнение необходимых данных;

Рисунок 7 – Определение длины рабочего хода инструмента

4. Заполнение поля «Подача» осуществляется пользователем. Данные берутся из информационного окна, в котором появляется необходимая информация в зависимости от заполняемого поля и которые берутся из базы условий и расчета.

5. Заполнение полей «Скорость резания», «Число оборотов шпинделя» и «Расчетное количество оборотов на переход». При определении скорости резания возникает новая форма – расчет скорости резания.

Работа в этой форме осуществляется следующим образом: пользователю необходимо ввести диаметр обрабатываемого участка детали или инструмента, затем из предлагаемых скоростей резания выбрать подходящую и нажать клавишу «Enter». После чего появляются окно, в котором показывается рассчитанное число оборотов шпинделя, данное значение сравнивается с имеющимся на станке (см. в окне «Справочные данные»). Имеющееся число оборотов шпинделя на станке заносится в текстовое поле, расположенное в верхней, правой части формы, и нажимается клавиша «Enter». В результате

чего появляется поле со значением рассчитанной скорости резания,

Расчет скорости резания

Диаметр	35	Полученное число оборотов сравните с имеющимся на станке (см. текстовое поле). Если на станке нет нужного числа оборотов, принимают ближайшее меньшее, имеющееся на станке.	620	Расчетное значение скорости резания
Скорость резания	70		68.17	
Расчитанное число оборотов шпинделя	636.62		Ввод данных	

Справочные данные

Число оборотов шпинделя в минуту автомата модели 1B140

Положение кнопки	Направление вращения	Сменные шестерни коробки скоростей (модуль m=8.5 мм)							
		50	45	39	34	39	25	31	
		--	--	--	--	--	--	--	
		45	50	56	81	66	70	74	
A	Левое	2500	2000	1600	1250	1000	800	880	
B	(точение)	620	500	400	815	250	200	160	
B		1250	1000	800	880	600	400	315	
A	Правое	1000	800	680	500	400	815	250	

Рисунок 8 – Определение скорости резания

если все устраивает пользователя, то остается нажать кнопку «Ввод данных» и полученные значения занесутся в соответствующие поля формы заполнения технологической документации.

6. Далее выполнить описанные ранее операции для всех строк переходов, в результате чего у пользователя получается наполовину заполненная технологическая документация.

7. Автоматический расчет оставшихся данных осуществляется путем нажатия кнопки «Расчет», оставшиеся данные будут просчитаны и занесены в соответствующие графы формы.

Если не хватает строк или наоборот их слишком много, то их можно добавить или удалить. Удаляется или прибавляется самая последняя строка.

Выбор типа державок (рисунок 9)

При заполнении технологической документации выбираются содержания текстов переходов, рассчитываются некоторые данные, но расчет таких данных как наименьший и наибольший радиус кулачка для данного перехода

без параметров державок рассчитать нельзя, поэтому при нажатии кнопки «Расчет» появляются формы выбора режущего инструмента и форма выбора типа державки.

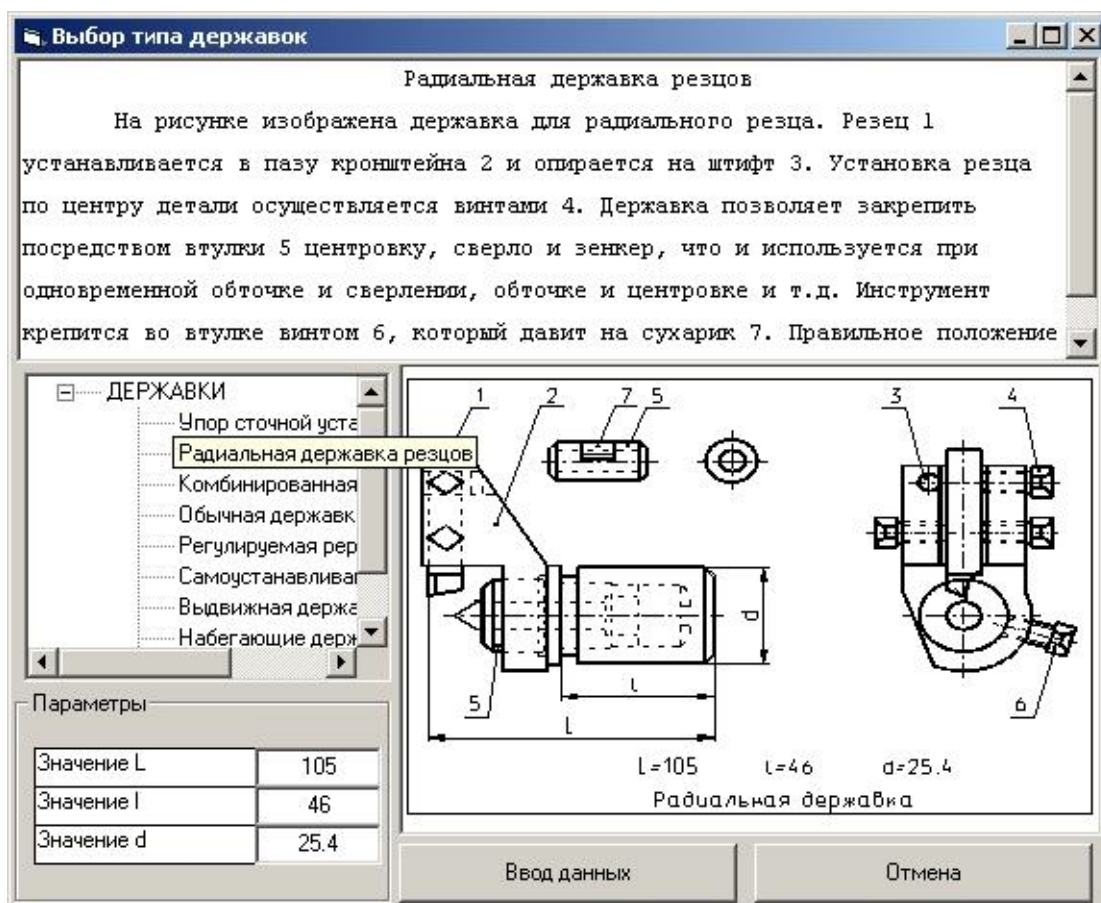


Рисунок 9 – Форма выбора типа державок

Выбор державок предоставляется из базы данных державок, которая насчитывает 9 видов державок. При выборе державки на форме можно видеть чертеж державки, краткое описание и геометрические размеры. При выборе определенного типа державки от пользователя может потребоваться ввод значения длины L державки, правильность ввода которой контролируется информационно-аналитической базой и в случае ошибки, пользователю будет указан допустимый диапазон значений. Окончание выбора державок является нажатие кнопки «Ввод данных», в результате чего в базу условий и расчетов передаются геометрические параметры державок.

Выбор инструмента

Выбор инструмента осуществляется из базы данных инструментов, насчитывающая 24385 инструментов различной конфигурации, профиля и размеров, в том числе: зенкеров – 370, зенковок – 63, метчиков – 3709, плашек – 893, разверток - 4058, резцов – 2823, сверл – 12469 штук. Для удобства пользователя все инструменты разбиты на группы, подгруппы и т. д. и представлены в виде дерева (Рисунок 10).

Выбор инструмента осуществляется следующим образом, из дерева инструментов выбирается необходимый тип инструмента, его группы, подгруппы и т. д. пока в правой части формы не появится список инструментов. Из предлагаемого списка пользователь ищет необходимый инструмент, найдя его пользователь должен навести курсор «мышки» на необходимый инструмент и нажать сперва левую, а затем правую кнопку «мышки». В результате этих действий появляется контекстное меню с перечнем суппортов станка. Выбрав необходимый суппорт пользователь на несколько секунд увидит форму с перечнем суппортов и имеющихся в нем инструментов (рисунок 11).

Выбор следующего инструмента осуществляется в том же порядке. Пользователь в любой момент может посмотреть, сколько и в каком суппорте имеется инструментов, для этого необходимо нажать кнопку «Показать инструменты по суппортам». В появившейся форме пользователь может удалить инструмент или полностью очистить список инструментов имеющихся в суппорте, выделив соответственно инструмент в списке и нажав соответствующую кнопку.

Окончанием выбора инструментов является нажатие на форме выбора инструментов кнопки «Запись данных». В результате формируется LISP программа со списком инструментов, которая в дальнейшем заносится в технологическую документацию.

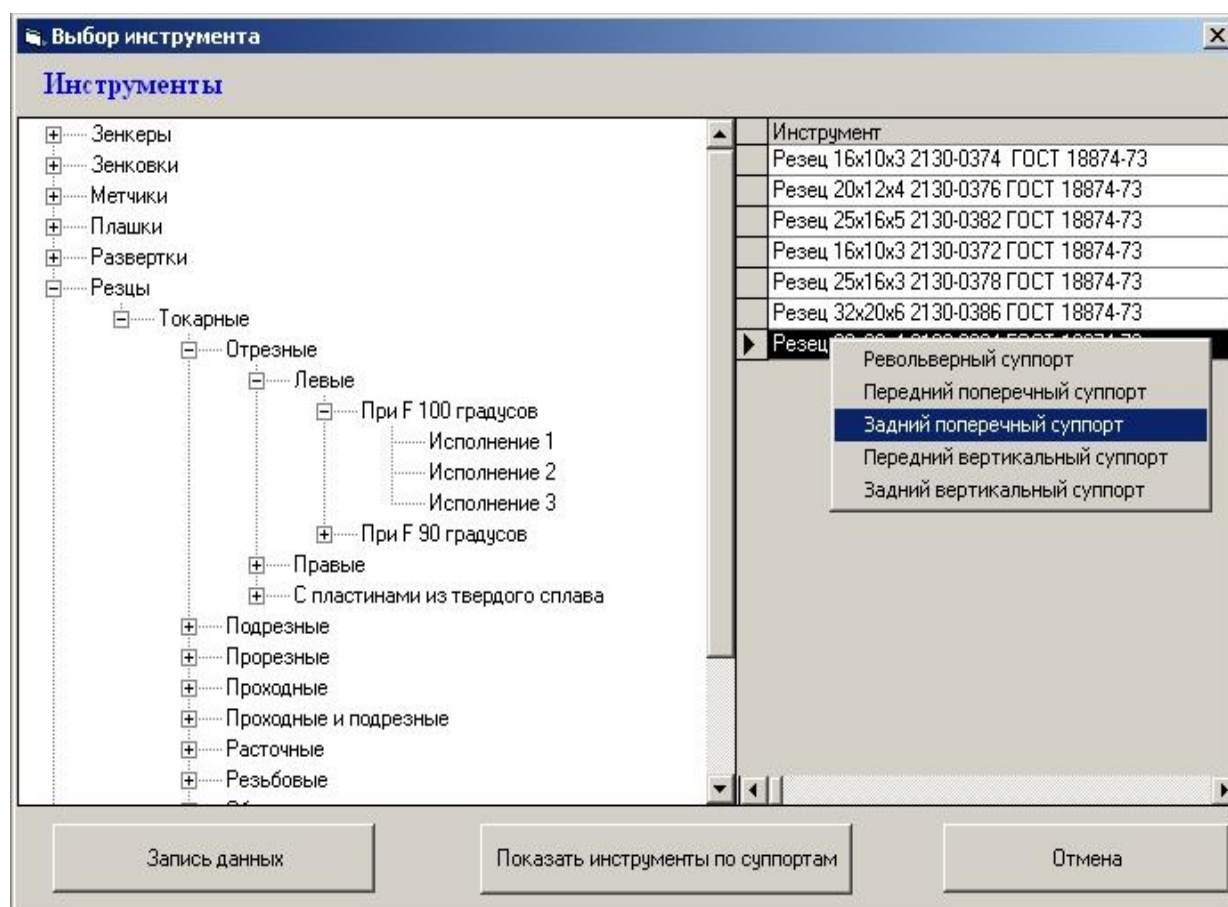


Рисунок 10 – Выбор режущих инструментов

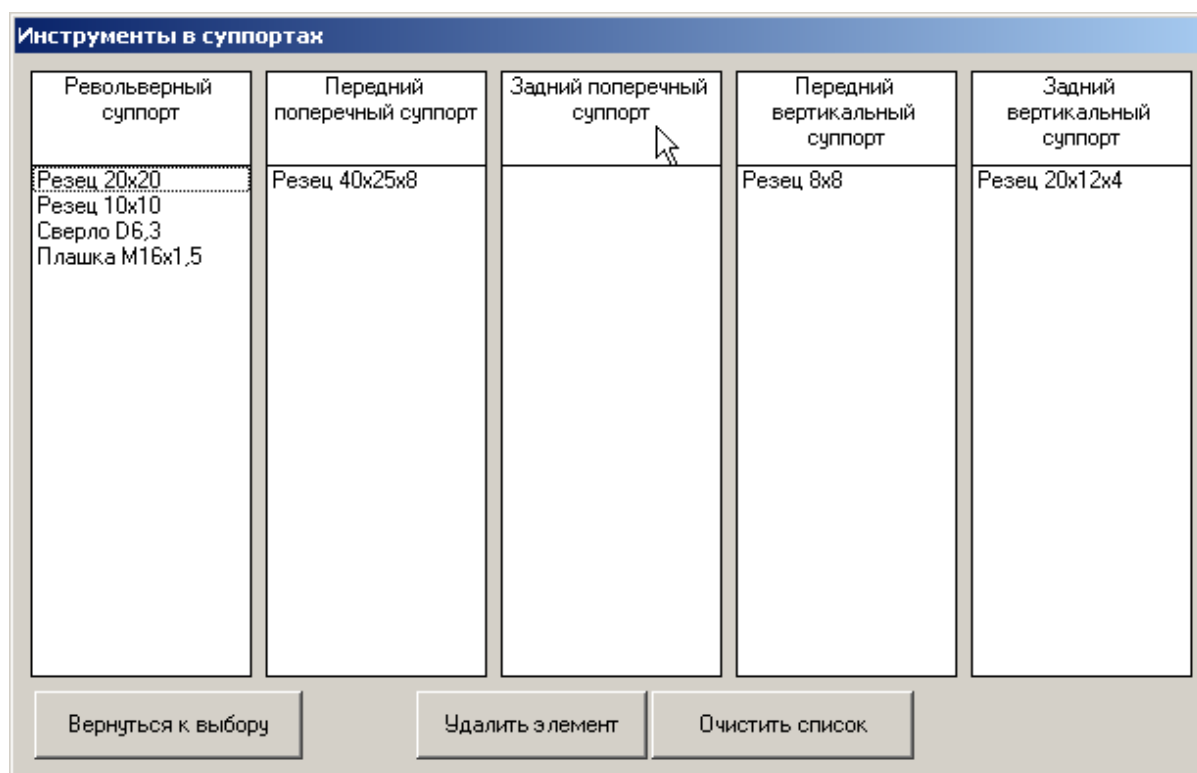
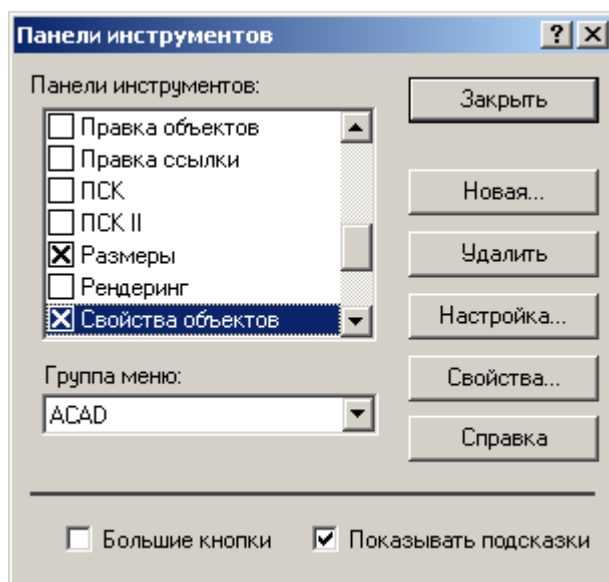


Рисунок 11 – Списки инструментов в суппортах

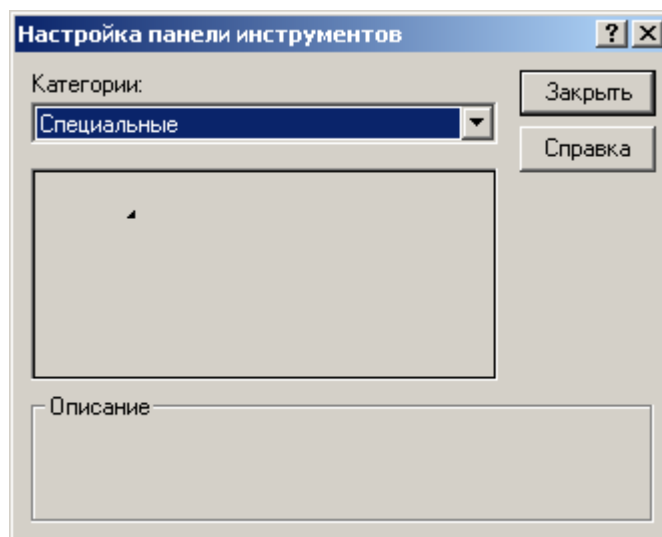
Подготовка к работе в среде AutoCAD

После завершения работы в основной программе загружается AutoCAD. Для удобства можно создать кнопку запуска подсистемы. Для этого необходимо:

1. В системе AutoCAD правой кнопкой мышки нажать на панели инструментов, появится диалоговое окно панели инструментов.

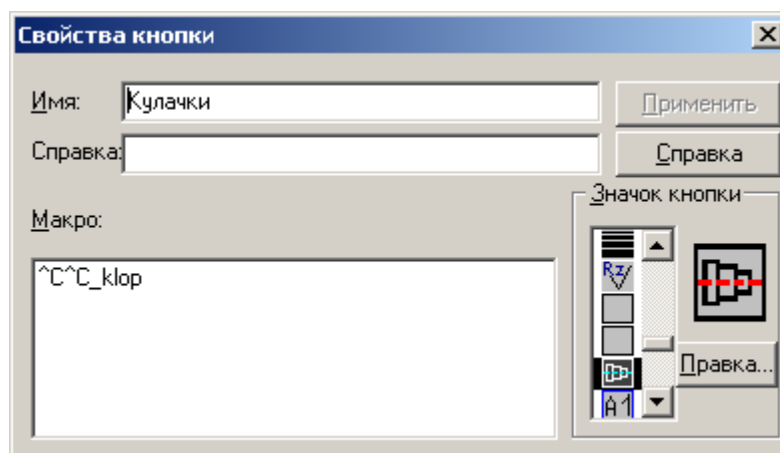


2. Нажать на кнопку настройка, в результате чего появиться диалоговое окно настройки панели инструментов.



3. В списке «Категории», выбрать пункт «Специальные». В окне предлагаемых кнопок выбрать пустую и перетянуть ее на панель инструментов, после чего окно настройки панели инструментов можно закрыть.

4. Нажать правой кнопкой мышки на вытянутую кнопку, появится окно свойств кнопки. В данном окне необходимо заполнить следующие поля:

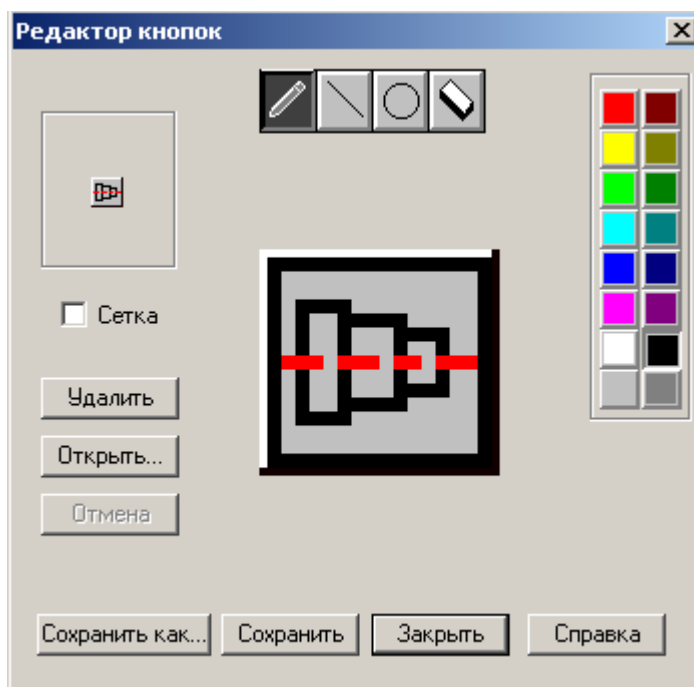


4.1 Поле «Имя» написать любое сочетание букв.

4.2 Поле «Макро» после символов «^C^C» поставить знак нижнего подчеркивания и написать слово «_klop». Данная фраза является командой запуска подсистемы для работы в AutoCAD-е.

5. Изображение кнопки. Для этого необходимо нажать на кнопку «Правка» и в появившемся диалоговом окне «Редактор кнопок» нарисовать любую фигуру, нажать

кнопку «Сохранить», а затем на кнопку «Заккрыть».

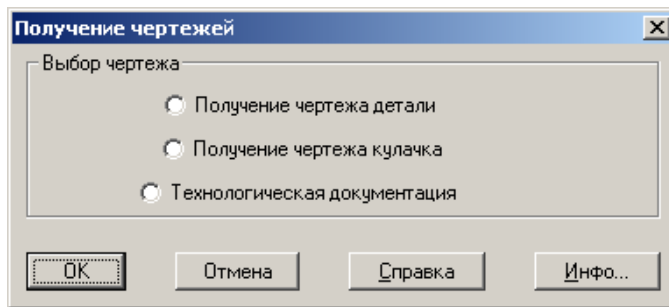


В диалоговом окне «Свойства кнопки» нажать на кнопку «Применить» и закрыть данное диалоговое окно.

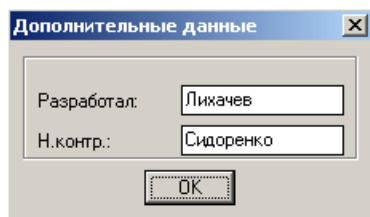
Работа в системе AutoCAD

Нажмите на созданную кнопку и начинайте работать.

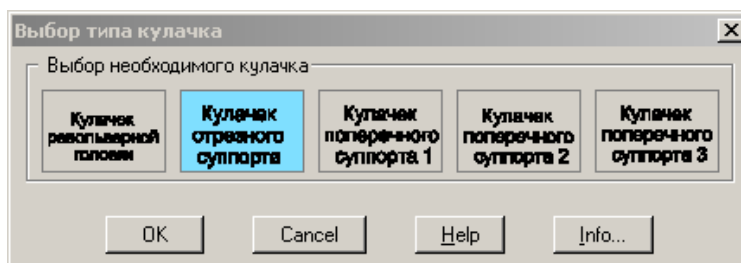
В появившемся диалоговом окне представлен перечень получаемых результатов.



Выберите необходимый пункт и нажмите кнопку «ОК». При выборе пункта «Получение чертежа детали» AutoCAD вычертит чертеж детали, при выборе пункта «Технологическая документация» начинается вычерчивание технологических карт, но перед тем как они начнут вычерчиваться появится диалоговое окно «Дополнительные данные» с запросом «Разработал» и «Н.контр.», заполните эти поля и нажмите кнопку «ОК».



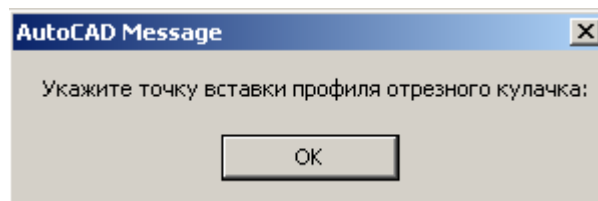
При выборе пункта «Получения чертежа кулачка» появляется форма выбора типа кулачка.



На этой форме необходимо выбрать тип кулачка, путем нажатия на

соответствующую надпись, при этом поле с надписью поменяет свой цвет, после чего следует нажать на кнопку «ОК».

При выборе любого типа кулачка появляется запрос на ввод точки вставки профиля кулачка. Этот запрос на указание координат точки «0» начала отсчета для вычерчивания профиля кулачка.



Для выполнения этого запроса нажмите на «ОК» и в графическом поле AutoCAD-а нажмите левой кнопкой мышки на любом пустом месте. Тем самым Вы укажете начало координат для вычерчивания профиля отрезного кулачка. Далее выполняется алгоритм подпрограммы.

Задания

Произвести профилирование управляющих кулачков токарно-револьверного автомата с использованием подсистемы САПР для обработки детали, эскиз которой выдан преподавателем.

Вопросы к практическому занятию

1. В каком типе производства используются токарно-револьверные автоматы?
2. Чем отличается методика ручного проектирования кулачков от автоматизированной?
3. Как определить цикл работы станка?
4. Как настроить станок на выполнение цикла работы?

Список рекомендуемой литературы

1. Колев Н. С. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1998. – 499 с.

7 Практическое занятие № 7 Кинематический анализ токарно-затыловочного станка

Цель

Цель работы – ознакомление с конструкцией затыловочных станков и методикой кинематической настройки для выполнения типовых схем затылования.

Индивидуальное задание – произвести расчет настройки станка по заданию, выданному преподавателем.

Теоретическая часть

Рассмотрим кинематику станка представлена на рисунке 1.

Движение резания. Шпиндель V станка приводится в движение фланцевым двухскоростным электродвигателем мощностью 2,5 кВт, причем низшая скорость (700 об/мин) используется только для прямого вращения шпинделя, а высшая (1400 об/мин) – только для его обратного вращения.

От электродвигателя движение передается через шестерни 26-73 валу I коробки скоростей и далее посредством одного из двух двойных подвижных блоков шестерен Б1 и Б2 валу II. Полый вал III получает вращение от вала II через шестерни 50-65. Когда, как показано на схеме, муфта М3 перебора выключена, а шестерня 65 введена в зацепление с шестерней 65, закрепленной на валу III, последний сообщает вращение шпинделю V через зубчатую передачу 65-65, вал IV и шестерни 20-80. При включенной муфте М3 шпиндель V получает вращение от вала III через шестерни 26-104, вал IV и шестерни 20-80.

Движение подачи. Это движение заимствуется от шпинделя V, когда включена кулачковая муфта М1. Ходовой винт VIII, связанный с разъемной маточной гайкой Гм, получает вращение от шпинделя через

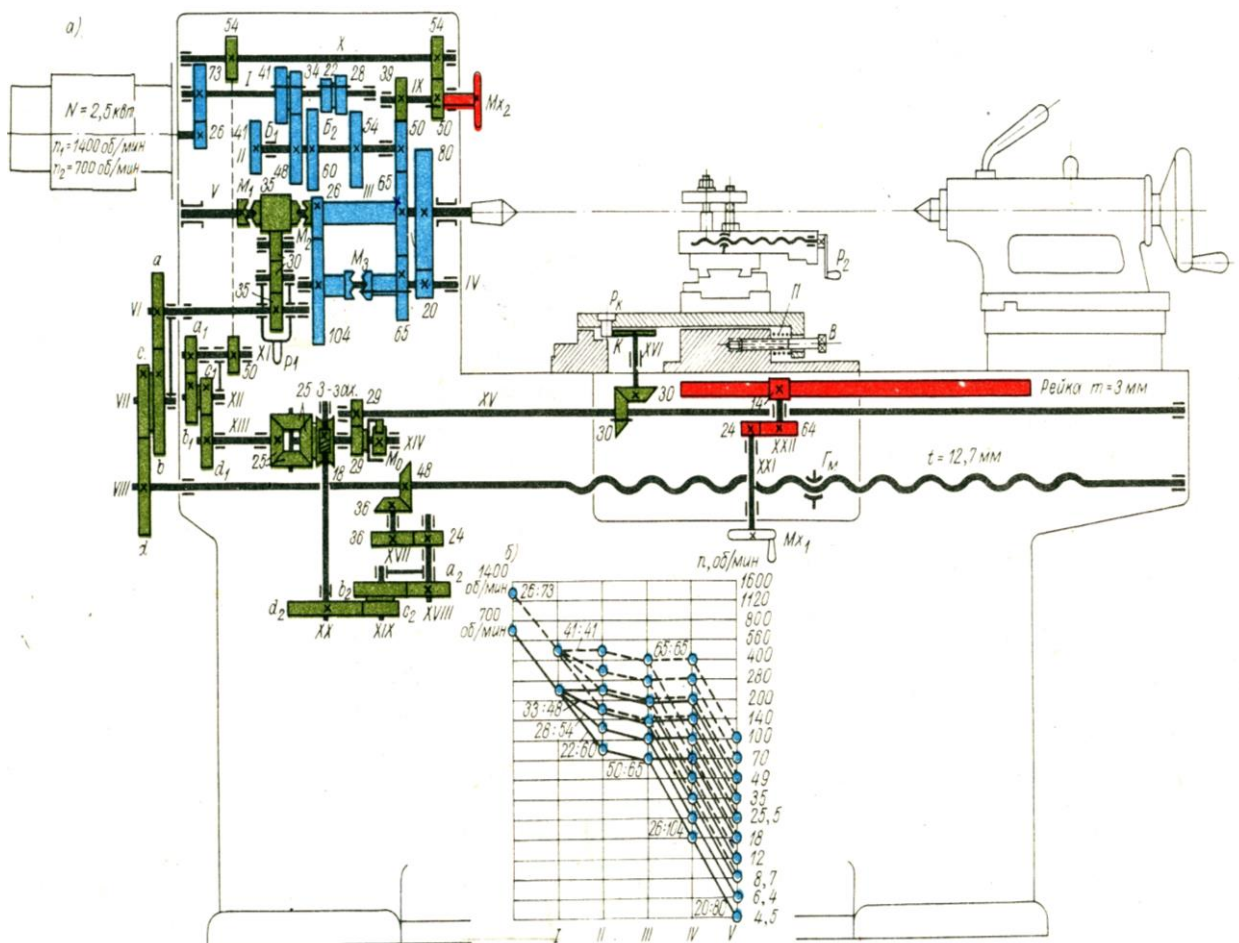
$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t}{12,7}.$$


Рисунок 2 - Кинематическая схема токарно-затыловочного станка модели К96

При затыловании режущих инструментов с крупным шагом включается кулачковая муфта М2; тогда движение образования винтовой поверхности заимствуется от шпинделя через переборные шестерни, и в расчетную формулу по подбору сменных колес необходимо ввести передаточное число перебора.

Затыловочно-делительное движение. Это движение также заимствуется от шпинделя и через перебор, шестерни 65-50-39, вал IX, шестерни 50-54, вал X, шестерни 54-50, вал XI, гитару сменных колес a_1 - b_1 и c_1 - d_1 , вал XIII, конический дифференциал, Т-образный вал XIV, обгонную муфту М0, шестерни 29-29, ходовой вал XV, коническую передачу 30-30 и вал XVI сообщается кулачку К. Пружина П прижимает ролик Рк, закрепленный в поперечных салазках суппорта, к кулачку К, благодаря чему вращательное движение кулачка К преобразуется в прямолинейное возвратно-поступательное движение поперечных салазок суппорта. Сменные колеса делительной гитары подбираются из условия, чтобы при повороте шпинделя на один оборот кулачок К совершил z оборотов (z – число зубьев затылуемой фрезы). Уравнение кинематической цепи для определения сменных колес имеет вид

$$1 \frac{1 \cdot 65 \cdot 50 \cdot 54}{i_n \cdot 39 \cdot 54 \cdot 50} \frac{a_1 \cdot c_1}{b_1 \cdot d_1} i_{\text{диф}} \frac{29 \cdot 30}{29 \cdot 30} = \frac{z}{N},$$

где i_n - передаточное отношение перебора (1/4 или 1/16);

$i_{\text{диф}}$ - передаточное отношение дифференциала равное 1/2;

N - число подъемов кулачка.

Подбор сменных колес гитары деления производится по формуле

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{6}{5} \frac{z}{N} i_n.$$

Для затылования режущих инструментов с винтовыми канавками дополнительное приращение скорости вращения кулачка К сообщается

от ходового винта VIII через коническую передачу 48-36, вал XVII, шестерни 56-24, вал XVIII, сменные колеса a_2 - b_2 и c_2 - d_2 гитары дифференциала, вал XX, червячную передачу 3-18, конический дифференциал, Т-образный вал XIV, муфту обгона M0, шестерни 29-29, ходовой вал XV, коническую передачу 30 – 30 и вал XVI.

Сменные колеса гитары дифференциала подбираются из условия, чтобы при продольном перемещении суппорта на величину шага винтовой канавки Т кулачок К совершил дополнительно z оборотов. Уравнение кинематической цепи приращения движения кулачка К имеет вид

$$\frac{T}{12,7} \frac{48 \cdot 36}{36 \cdot 24} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} \frac{3}{18} i_{\text{диф}} \frac{29 \cdot 30}{29 \cdot 30} = \frac{z}{N}.$$

Отсюда можно определить формулу для подбора сменных колес гитары дифференциала

$$\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{6 \cdot 12,7}{T} \frac{z}{N}.$$

Вспомогательные движения. Ручное продольное перемещение суппорта осуществляется маховичком Mx1 через вал XXI, шестерни 24-64, вал XXII и реечную передачу 14 - рейка $t=3$ мм. Маховичок M x2 служит для ручного проворачивания привода при настройке станка.

Пример 1. Настройка на затылование дисковых модульных фрез.

Настроить станок для затылования модульной дисковой фрезы диаметром 75 мм с числом зубьев, равным 7. Кулачок К однопрофильный.

Необходимое число оборотов шпинделя станка n определится по формуле

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3,14}{3,14 \cdot 75} = 13,4 \text{ об/мин},$$

где D - диаметр затылуемого инструмента в мм;

v - оптимальная скорость резания в м/мин. Для удобства расчетов принимаем $v = 3,14$ м/мин.

Ближайшее меньшее число оборотов из имеющихся на станке равно 12 об/мин; оно получится при зацеплении шестерен 41 - 41 подвижного блока Б1 и колес 26 - 104 переборов.

Подбор сменных колес гитары деления производится по формуле

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{6z}{5N} i_n = \frac{6}{5} \frac{7}{1} \frac{1}{16} = \frac{60}{50} \frac{35}{80}.$$

Для данного случая $z=7$, $N=1$ и $i_n = 1/16$.

Пример 2. Затылование резбовых фрез или метчиков с прямыми канавками.

Настроить станок для затылования метчика М27×3 с четырьмя прямыми канавками при двухпрофильном кулачке.

Определим число оборотов n шпинделя

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3,14}{3,14 \cdot 27} = 37 \text{ об/мин},$$

Принимаем ближайшее меньшее число оборотов шпинделя из имеющихся на станке, равное 35. В этом случае вводятся в зацепление шестерни 34 - 48 (блок Б1) и выключается муфта М3 перебора.

Подбор сменных колес гитары деления производим по формуле

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{6z}{5N} i_n = \frac{6}{5} \frac{4}{2} \frac{1}{4} = \frac{30}{50}.$$

Для данного случая $z=4$, $N=2$ и $i_n = 1/4$.

При включенной кулачковой муфте М1 подбор сменных колес винторезной гитары следует производить по формуле

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t}{12,7} = \frac{3}{12,7} = \frac{30}{127}.$$

Пример 3. Затылование червячных модульных фрез и метчиков с винтовыми канавками

Настроить станок для затылования червячной фрезы диаметром 190 мм с модулем равным 15 мм. Число канавок равно 9. Диаметр начальной окружности составляет 150 мм. Левые винтовые канавки имеют угол наклона $5^{\circ}43'$ и соответственно шаг винтовой линии $T=4712$ мм.

Число оборотов шпинделя определим по формуле

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3,14}{3,14 \cdot 190} = 5,3 \text{ об/мин.}$$

Принимаем минимальное число оборотов шпинделя равное 4,5 об/мин. Для этого вводим в зацепление шестерни 22-60 блока Б2 и колеса 26-104 перебора.

Сменные колеса гитары деления подбираем по формуле

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{6 z}{5 N} i_n = \frac{6}{5} \frac{9}{1} \frac{1}{16} = \frac{60}{50} \frac{45}{80}.$$

В данном случае $z=9$, $N=1$ и $i_n=1/16$.

Так как в этом случае шаг винтовой линии большой, следует работать со звеном увеличения шага, т. е. включить кулачковую муфту М2. Тогда подбор сменных колес винторезной гитары следует производить по формуле

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \frac{\pi m i_n}{12,7} = \frac{22 \cdot 10 \cdot 15}{7 \cdot 127 \cdot 16} = \frac{55 \cdot 30}{56 \cdot 127}.$$

Подбор сменных колес гитары дифференциала для приращения возвратно-поступательных движений суппорта в соответствии с шагом винтовых канавок следует производить по формуле

$$\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{6 \cdot 12,7 z}{T N} = \frac{6 \cdot 12,7 \cdot 9}{4712 \cdot 1} = \frac{45 \cdot 30}{80 \cdot 115}.$$

Во всех рассмотренных случаях подача осуществляется вручную перемещением поперечного суппорта в радиальном направлении.

Пример 4. Затылование цилиндрических участков фрез.

В некоторых случаях затылование цилиндрических участков фа-

сонных фрез осуществляется проходным резцом методом продольной подачи. Тогда винторезная цепь используется как цепь подачи и подбор сменных колес производят исходя из заданной величины подачи на один оборот шпинделя.

Индивидуальные задания

Произвести настройку станка на обработку затылованием по индивидуальному заданию.

Вопросы к практическому занятию

1 Что является признаком внешней кинематической цепи? Какая кинематическая цепь затыловочного станка относится к внешней кинематической цепи?

2 Что является признаком внутренней кинематической цепи? Какая кинематическая цепь затыловочного станка относится к внутренней кинематической цепи?

8 Практическое занятие № 8 Кинематический анализ зубодолбежного станка

Цель

Цель работы – ознакомление с конструкцией зубодолбежного станков и методикой кинематической настройки для выполнения типовых схем зубодолбления.

Индивидуальное задание – произвести расчет настройки станка по заданию, выданному преподавателем.

Теоретическая часть

Движение резания. Привод движения резания (рисунок 1) состоит из клиноременной передачи, четырехступенчатой коробки скоростей, кривошипно-шатунного и реечного механизмов. Вращение от электродвигателя мощностью 2,2 кВт передается валу I коробки скоростей клиноременной передачей 100-280. На валу I расположены два двойных подвижных блока шестерен Б1 и Б2, благодаря которым вал II может иметь четыре различные скорости вращения. На левом конце вала II закреплен кривошипный диск с радиальным пазом. В нем закрепляется переставной кривошипный палец, который посредством шатуна связан с рейкой, находящейся в постоянном зацеплении с шестерней 26. Последняя закреплена на приводном валу III. При вращении вала II кривошипно-шатунно-реечный механизм сообщает возвратно-вращательное движение валу III, которое с помощью реечной шестерни 26 и рейки, закрепленной на гильзе шпинделя, преобразуется в прямолинейное возвратно-поступательное движение шпинделя.

Максимальное число двойных ходов шпинделя в минуту $n_{дв. max}$ можно определить из выражения

$$n_{дв. max} = 1410 \cdot \frac{100}{280} \cdot 0.985 \cdot \frac{46}{64} = 359 \text{ дв. ход/мин.}$$

Движения подач. Эти движения заимствуются от вала II коробки

скоростей и передаются цепной передачей 28-28 валу IV распределительной коробки. Далее кинематические цепи подач разветвляются.

Круговая подача шпинделю XII с долбяком сообщается от вала IV через червячную передачу 2-23, вал V, конический реверс 28-42-42, вал VI, сменные колеса А-В гитары круговых подач, вал VII, вал XI и червячную передачу 1-100. Величина круговых подач $S_{кр}$ в мм/дв. ход может быть определена из выражения

$$S_{кр} = 1 \cdot \frac{28 \cdot 3 \cdot 28 \cdot A \cdot 1}{28 \cdot 23 \cdot 42 \cdot B \cdot 100} \cdot 3,14 \cdot m \cdot z_o \text{ мм/дв. ход,}$$

где m и z_o - соответственно модуль и число зубьев долбяка.

Вращение кулачку K1, сообщающему радиальную подачу шпиндельной головке, передается от вала IV валом XIII, сменными колесами a1-b1 -и c1-d1 гитары радиальных подач, валом XIV, коническими шестернями 24-48, валом XV, червячной передачей 1-40, муфтой M2, валом XVI, червячной передачей 2-40 и валом XVII. Кулачок K1 через ролик P1 сообщает поступательное, движение ходовому винту XVIII, связанному со шпиндельной головкой маточной гайкой, выполненной совместно с коническим колесом 30.

Величина радиальной подачи S_p определяется выражением

$$S_p = 1 \cdot \frac{28 \cdot a1 \cdot c1 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 2}{28 \cdot b1 \cdot d1 \cdot 48 \cdot 40 \cdot 40} H \text{ мм/дв.ход,}$$

где H - шаг подъема архимедовой спирали кулачка K1 в мм.

Подбор сменных колес гитары радиальной подачи производится по формуле

$$\frac{a1 \cdot c1}{b1 \cdot d1} = \frac{1600 \cdot S_p}{H}.$$

Движение деления и обкатки. Это движение заимствуется от вала VII и через конические шестерни 30-30, вал VIII, конические шестерни 30-30, вал IX, сменные колеса a-b и c-d делительной гитары, вал X и червячную передачу 1-240 передается столу с заготовкой. Для осуществле-

ния правильного процесса деления и обкатки необходимо, чтобы числа оборотов пд шпинделя с долбяком и пк стола с нарезаемым колесом были обратно пропорциональны их числам зубьев z_0 и z_k , т. е.

$$\frac{n_k}{n_0} = \frac{z_0}{z_k}$$

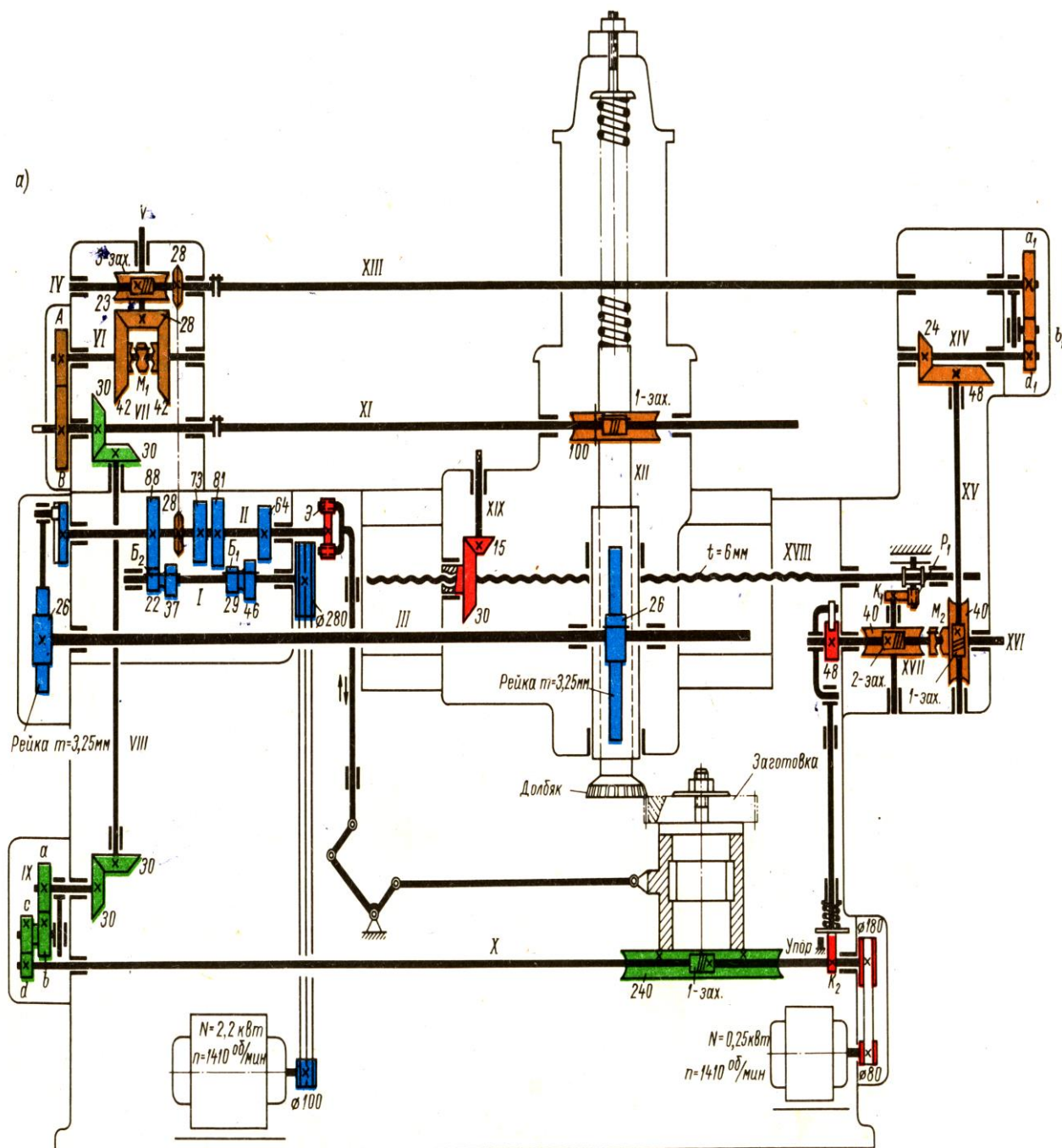


Рисунок 1 - Кинематическая схема зубодолбежного станка модели 514

Кинематическая цепь, связывающая вращение шпинделя с вращением стола, имеет вид

$$n_k = n_o \frac{100 \cdot 30 \cdot 3 \cdot a \cdot c \cdot 1}{1 \cdot 30 \cdot 30 \cdot b \cdot d \cdot 240} \text{ об/мин.}$$

Отсюда находим формулу для подбора сменных колес делительной гитары

$$\frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{24 \cdot z \cdot o}{z \cdot k}.$$

Вспомогательные движения. Отвод стола с заготовкой при обратном ходе долбяка производится кулачково-рычажным механизмом. На правом конце вала II закреплен эксцентрик Э, который через два взаимосвязанных ролика и систему рычагов перемещает стол с заготовкой.

Быстрое установочное вращение стола с заготовкой производится от отдельного электродвигателя мощностью 0,25 кВт, движение от которого через плоскоремennую передачу 80-180, вал X и червячную передачу 1-240 передается столу.

Счетно-выключающее устройство приводится в движение от вала X через кулачок К2 и рычажно-храповой механизм с регулируемым упором.

Вал XIX и конические шестерни 15-30 служат для ручного установочного перемещения шпиндельной головки.

Для нарезания косозубого зацепления используется специальный копир, который устанавливается на штоссель долбяка и обеспечивает закручивание долбяка в процессе нарезания

Индивидуальные задания

Произвести настройку станка на обработку зубодолблением по индивидуальному заданию

Вопросы к практическому занятию

1 Что является признаком внешней кинематической цепи? Ка-

какая кинематическая цепь зубодолбежного станка относится к внешней кинематической цепи?

- 2 Что является признаком внутренней кинематической цепи?
Какая кинематическая цепь зубодолбежного станка относится к внутренней кинематической цепи?

9 Практическое занятие № 9. Особенности станков с электрофизическими и электрохимическими методами обработки

Цель

Цель работы – ознакомление с конструкциями станков с электрофизическими и электрохимическими методами обработки.

Индивидуальное задание – произвести расчет настройки станка по заданию, выданному преподавателем.

Теоретическая часть

Электрофизические методы обработки деталей, основанные на различных процессах энергетического воздействия на твердое тело, получают большое распространение. Они позволяют обрабатывать заготовки из твердых сплавов, жаропрочных и других материалов, не поддающихся резанию. Характерными свойствами этих методов являются возможность обработки независимо от твердости, возможность копирования по всей поверхности заготовки при простом поступательном перемещении. Обработка детали производится практически без силового воздействия, а автоматизация процесса не вызывает трудностей. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки представляют собой совокупность электрических, электромагнитных и электрохимических процессов и методов непосредственного одновременного или в различных сочетаниях теплового, механического или химического воздействия на твердое тело с целью придания ему заданных формы и размеров.

Технологические возможности станков

В отличие от обработки заготовок резанием (со снятием стружки) станки с физико-химическими методами обладают многими достоинствами (преимуществами):

1. Позволяют изготавливать детали из материалов с самыми высокими физико-механическими свойствами (вплоть до алмазов) обработка которых обычными методами затруднена или невозможна.

2. Изготавливать поверхности любой сложной формы (вплоть до спиралеобразных отверстий) отверстия десятых и сотых долей мм и. т. д.

3. Процессы легко механизуются и автоматизируются.

4. Обработка без силового воздействия на заготовку.

5. Возможность копирования форм инструмента по всей обрабатываемой поверхности заготовки при простом поступательном перемещении.

Все это ведет к экономическим преимуществам.

Электрофизические и электрохимические способы обработки применяются там, где это целесообразно, они расширяют возможности формообразования заготовок в изделия. При этом механическая обработка резанием является основой производства.

Электроэрозионные станки

Электроэрозионная обработка основана на тепловом воздействии импульсных электрических разрядов, возбуждаемых между электрод-инструментом и обрабатываемой заготовкой. Метод основан на разрушении материала обрабатываемой детали при помощи прерывистых дуговых разрядов. При искровом разряде сфокусированный поток электронов, двигаясь с большой скоростью от одного электрода к другому, создает на поверхности электродов ударные волны сжатия. Возникшее в металле механическое напряжение распространяется по всем направлениям. Достигнув первоначальной поверхности, ударная волна отражается от нее и меняет знак на обратный, вследствие чего происходит выброс частиц металла в направлении, встречном направлению ударной волны сжатия. Электрод постепенно погружается в заготовку, копируя в ней свою форму.

В зависимости от вида применяемых разрядов эрозионные станки делятся на: электроискровые, электроимпульсные, электроконтактные и анодно-механические.

Работа всех этих станков основана на непрерывном процессе снятия металла с механических участков обрабатываемой поверхности (эрозия) под действием разрядов между двумя электродами – катод (-) обычно инструмент, анод (+) – обычно изделие.

Температура в зоне до 10000°C , что приводит не только к плавлению, но даже к испарению обрабатываемой поверхности, а гидродинамические силы способствуют выбросу продуктов эрозии из зоны обработки.

Электроискровой – (1943г. сов. учение Б.Р. и Н.И. Лазаренко) – о кратковременных искровых разрядах непрерывно подводимых в виде импульсов (при чистовом 1000-10000 имп/с) электрического тока к участкам заготовки. Генератор 8-10 кВт, с $V=220\text{В}$. Инструмент (катод(-)) обычно из меди заданного профиля. Обрабатываются отверстия мельчайшие (например, в жаропрочном сплаве $d=0.15\text{мм}$ и $h=0.7\text{мм}$ за 15 сек., а $d=20\text{мм}$ $h=10\text{мм}$ в твердом сплаве за 15 мин). Точность отверстия порядка 002мм. Шероховатость 6-7мкм.

Электроимпульсный – основан на импульсном подводе в зону обработки дуговых электрических разрядов малой (1,3-5) скважности (скважность – отношение периода повторяемости разряда к длительности импульса). Для черновой обработки – импульсные разряды большой длительности и энергии, для чистовой – импульсы малой энергии и высокой частоты. Оборудование – генератор. Жидкостная среда – диэлектрическая (обычно минеральное масло). Инструмент – анод(+), заготовка – катод(-) – т.е. основное воздействие на обрабатываемую поверхность оказывают не электроны а ионы, зазор 0,1-0,12мм между электродами (инструмент – заготовка). Применение – объемное копирование, обработ-

ка резцов, фрез из жаропрочных и твердых сплавов. Температура дугового разряда $5000-4000^{\circ}\text{C}$ – это ниже электроискровой, что уменьшает износ инструмента, испарение металла и расход электроэнергии.

Электроконтактная – (1925г.) осуществляется в воздушной среде вращающимся диском со скоростью 30-40м/сек. И под воздействием создаваемого давления ($P=0$) происходит периодический разрыв этих контактов с возникновением электрических разрядов вследствие чего и осуществляется съём металла с обрабатываемой поверхности (до 500кг. в час, 3-4 класс частоты). Применяется резка заготовок, обдирка отливок или слитков, заточка инструмента, плоское шлифование и др. Съём слоя металла за один проход глубиной до 20-30мм и шириной до 35мм (по сравнению с токарной обработкой в 20 раз производительнее) плоских, криволинейных и круглых заготовок.

Анодно-механический – (1943г. Н.Н.Гусев) использование комбинированного процесса, т.е. анодного растворения и эрозии поверхностного слоя заготовки с механическим удалением продуктов съема. Вращение диска (-) $V=15-30\text{м/с}$, заготовки (+) (питание 22-26В, мощность неск. кВт). В зазоре электролит (или в ванне) – вязкий раствор жидкого стекла (силикаты натрия). При анодно-механической обработке направленное разрушение металла происходит при совместном электрохимическом и электротермическом действии тока на заготовку. Увеличение удельной мощности – процесс приближается к эрозионному (при черновых операциях), уменьшение – к электротехническому (чистовые операции).

Основными элементами электроэрозионных станков являются станина 1 коробчатой или иной формы со стойкой (рисунок 1), стол 2, ванна 3, инструмент 4, связанный с инструментальной головкой 5, устройства 6 - 9 перемещения инструментальной головки в трех взаимно перпендикулярных направлениях, пульт управления 10, трубопроводы подачи рабочей жидко-

сти в ванну 11 и на слив 12, насос 13.

На некоторых, станках стол и ванну можно перемещать в относительных вертикальных направлениях. Точные станки снабжают оптической системой отсчета координат, выполняют с цифровой индикацией, с программным управлением, с управлением от ЭВМ. В крупных станках шкафы с аппаратурой устанавливают отдельно. Станки снабжают фильтрами рабочей жидкости, холодильниками для ее охлаждения и т. д. В качестве основных размеров универсальных электроэрозионных станков приняты размеры стола и наибольшее расстояние от торца шпинделя инструментальной головки до поверхности стола. Длина столов установлена по геометрическому ряду с показателем $\phi=1,8$ (ГОСТ 15954 - 70), ширина - по геометрическому ряду с показателем $\phi=2$, а ряд расстояний от торца шпинделя до поверхности стола - с $\phi=1,6$.

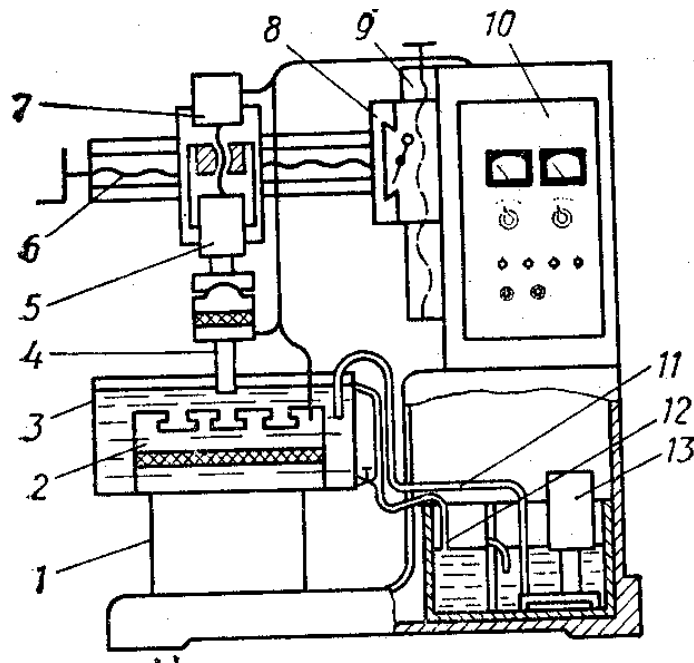


Рисунок 1 - Устройство станка для электроэрозионной обработки

Ультразвуковые станки

В настоящее время создано большое количество установок и станков для размерной ультразвуковой обработки. Ультразвуковые станки

основаны на ультразвуковом методе, который применяется для обработки деталей из твердых и хрупких материалов, таких как стекло, керамика, кремний, германий, твердый сплав, алмаз и др. Он основан на разрушении материала детали при ударе ее поверхности о зерна абразива, получающих энергию от инструмента, вибрирующего с высокой частотой (ультразвуковые колебания). Зерна абразива вводятся в зону обработки в виде суспензии, которая содействует также удалению из рабочего зазора продуктов разрушения обрабатываемого материала и инструмента. Станки данной группы можно разделить по мощности: малой, средней и большой.

Абразивный порошок – карбид кремния или бора 30-100мкм. Инструмент совершает продольные колебания с ультразвуковой частотой (16-25кГц), амплитудой $2A=0,4-0,12\text{мм}$ с некоторой статической силой P .

Производительность современных ультразвуковых установок до $5000\text{мм}^3/\text{мин.}$ (при обработке стекла). Обрабатывать можно не только электропроводные (металлы и сплавы) но и диэлектрики, как твердые так и хрупкие материалы.

Для ультразвуковой размерной обработки разработана новая гамма копировально-прошивочных станков. В основу гаммы положены две универсальные базовые модели, имеющие соответственно мощность генератора 0,1 - 0,4 и 1,6 - 2,5 кВт. На основе первой модели гаммы настольного исполнения разработан станок модели 4А771П повышенной точности, рассчитанный на работу с абразивной суспензией и алмазным инструментом. Он имеет вращающийся шпиндель и стол, перемещающийся по координатам. Станок предназначен для обработки отверстий, щелей и фасонных полостей. Станок оснащен устройством для правки, микроскопом для контроля размеров инструмента и амплитуды его колебаний. На базе второй модели разработаны и серийно выпускаются станки модели 4Д772, 4Д772Э, 4Д772К. Станки с индексом Э оснащены источниками технологического тока, что

позволяет вести электрохимическую ультразвуковую обработку. Техническая характеристика станков модели 4А771П и 4Д772 приведена в таблице 1. Ультразвуковой копировально-прошивочный станок модели 4Д772К показан на рисунке 2.

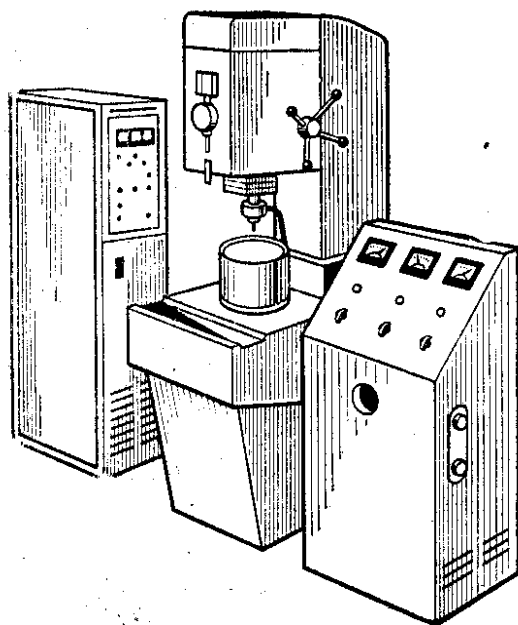


Рисунок 2 – Ультразвуковой копировально-прошивочный станок модели 4Д772К

Таблица 1 – Техническая характеристика ультразвуковых станков

Параметры	4А771П	4Д7 72
Диаметр рабочей поверхности стола, мм	160	320
Площадь обработки, мм ² :		
наибольшая	300	1250
оптимальная	180	50
Перемещение стола, мм, не более:		
продольное	120	160
поперечное	100	160
Точность отсчета перемещений, мм	0,01	0,02
Частота вращения, об/мин:		
стола	-	3; 7

шпинделя	350; 2500	-
Глубина обработки, мм, не более	40	40
Сила прижима инструмента, Н	1-80	0- 300
Скорость подачи инструмента, мм/мин	-	0,02 -12
Производительность (мм ³ /мин) при обработке, не более:		
стекла абразивонесущей суспензией	1500	5000
стекла алмазным инструментом	3000	-
твердого сплава	20	50
Шероховатость обработанной поверхности Ra, мкм	1,25	3
Потребляемая мощность, кВт	1,7	4,5
Рабочая частота, кГц	18±7, 5%	22± 7,5%
Габаритные размеры станка с оборудованием, мм	1400 X700	4260 X1950
Масса, кг	670	1850

Кроме универсальных станков, разработан ряд ультразвуковых станков специального назначения для сверления алмазных и твердосплавных фильер, отверстий в камнях-самоцветах, резки полупроводниковых материалов. Для обработки алмазных фильер серийно выпускается станок модели МЭ-76, техническая характеристика которого приведена ниже.

Техническая характеристика ультразвукового станка модели МЭ-76

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм 0,12-1,6

Диаметр стола, мм 15

Перемещение головки, мм, не более 120

Частота вращения шпинделя, об/мин 1000

Рабочий ход стола, мм 6

Сила подачи, Н	0,2-40
Резонансная частота, кГц	22±7,5%
Акустическая мощность, кВт	0,1
Амплитуда колебаний инструмента, мкм	20-30
Габаритные размеры станка (длина х ширина х х высота), мм	1180 х 650 х 1450
Масса, кг.....	250

На базе станка модели МЭ-76 разработан станок модели МЭ-322 для сверления алмазным инструментом отверстий диаметром 1 – 2 мм и глубиной до 30 мм в изделиях из камней-самоцветов со скоростью до 25 мм/мин.

Электрохимическая размерная обработка

Электрохимическая обработка подразделяется: электрохимическое полирование, прошивание и фрезерование, электрогидравлическая, электроабразивная, электроалмазная обработка поверхностей. Все методы пригодны для формообразования только токопроводящих материалов и основаны на использовании электролита.

Полирование – обработка в проточной ванне заполненной электролитом, через который пропускают постоянный ток: анод (+) к заготовке, катод (-) к металлической пластине-электроду (свинец, медь, спец сталь и др.).

Электролиты – водные растворы кислот. Физическая сущность сглаживания поверхности в том, что полупроводящая электроток вязкая пленка солей образуется на полирующей вследствие анодного растворения. Толщина пленки в микровпадинах больше, а на микровыступах – меньше. Сопротивление пленки на выступах меньше, а плотность больше, поверхность сглаживается и приобретает блеск. Полировать можно детали любой формы по одной штуке или пакетом. Качество не уступает

механическому полированию. Полируют инструменты, калибры, зубья шестерен, клапаны и т.д. Прошивание – инструмент латунная трубка, по которой подается электролит (водный раствор кислоты) в электролизную ванну. Трубка – катод (-), изделие анод (+). Происходит анодное растворение металла с образованием пленки. Высокая плотность тока, большая скорость электролиза интенсивно и непрерывно растворяют металл, формируется отверстие. Скорость углубления инструмента 8-83 мкм/сек. Качество на уровне зенкерования.

Фрезерование – направленное разрушение металла – производят травление в крепких растворах кислот или щелочей подогреваемых до 80 градусов. Заготовку помещают в ванну с подведенным напряжением. Участки, не подлежащие обработке защищают химически стойкими покрытиями (окрашивание, покрытие резиной и т.д.). Фрезерование электрохимическое – для местных удалений на тонких заготовках, ребер жесткости, углублений и т.д. не требующих высокой точности.

Электрогидравлическая обработка – анодное растворение поверхности металла заготовки в электролите, прогоняется мощной струей между анодом (+) – заготовкой и катодом (-) – инструментом. Электролит – раствор поваренной соли в воде. Точность и чистота – на уровне токарных и фрезерных работ.

Электроалмазная и электроабразивная обработка – основана на использовании явления анодного растворения при одновременном механическом удалении химических продуктов из зоны обработки. Удаление анодной пленки производят электропроводными алмазными кругами. Круг – катод (-) режущий инструмент, обрабатываемый материал – анод (+). Отделка твердых сплавов и труднообрабатываемых сталей, весьма чистая поверхность с зеркальным блеском.

Эффективность применения электрофизических и электрохимических методов перед другими методами – любой твердости, формы, без

силового воздействия.

Техника безопасности – персонал должен обеспечить меры против поражения током, хорошая вентиляция, защитные средства от световозлучения и химикатов.

Лучевая обработка

Лучевые методы используются для обработки деталей из токопроводящих и нетокопроводящих материалов. Лучевая обработка делится на: электроннолучевую и светолучевую обработки.

Электроннолучевая – основана на использовании сфокусированного пучка (луча) ускоренных электронов.

Оборудование – электронная пушка с камерой для заготовки.

Источником электронного луча является термоэлектронная эмиссия (т.е. выход электронов из металла при его нагревании).

Огромное количество электронов сфокусированных в луч диаметром 0.1-10мкм падая на обрабатываемый материал, проникают на определенную глубину, кинетическая энергия превращения в тепловую (с КПД 97-99.9%), металл мгновенно нагревается (свыше) плавится и испаряется образуя канавки, отверстия до 10мкм и т.д. Можно заделывать трещины и др.

Светолучевая – (Басов Н.Г. и Прохоров А.М. СССР) – фокусирование светового луча оптической системой на обрабатываемую поверхность. Температура при этом в течение 0,5мсек мгновенно испаряет материал. Источником такого мощного светового луча служат оптические квантовые генераторы на рубине лазера.

Пучок света фокусируется на площадь $d=0,01\text{мм}$, импульсный режим с частотой до 1Гц при длительности его в тысячные доли секунды ((0,0002-0,05мм/сек) 0,2-50мксек). При обработке световым лучом съём металла до

50 мм³/мин.

Работа может осуществляться в любой атмосфере. Недостаток лазеров – низкий КПД (около 1%).

Плазменная – плазму в виде ярко светящейся струи с температурой 10000-15000°С направляют на обрабатываемую заготовку. В результате поверхностные слои любого материала, проводящего, полупроводящего и непроводящего электрический ток, мгновенно испаряются (можно образовать требуемую форму).

Для получения плазменной струи созданы горелки в которых газ (обычно аргон) поступает в электрически нейтральный канал между электродами, ионизируется под действием дугового разряда и выходит через сопло одного из электродов в виде ярко светящейся струи.

Индивидуальные задания

Произвести выбор метода обработки и настройку станка на обработку поверхности по индивидуальному заданию

Вопросы к практическому занятию

- 1 Принцип лучевой обработки
- 2 Принцип электрохимической размерной обработки
- 3 Принцип ультразвуковой обработки
- 4 Принцип электроэрозионной обработки

Список литературы

1. Колев Н. С. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1998. – 499 с.
2. Калашников С. Н и Калашников А. С. Зубчатые колеса и их изготовления. – М.: Машиностроение, 1983 – 263 с.
3. Металлорежущие станки и автоматы / Под ред. А . С. Пронникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
4. Металлорежущие станки, в 2-х томах / Под ред. Н. С. Ачеркана. М.: – Машиностроение, 1965. – 628 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «Металлорежущие станки»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения по направленности (профилю) подготовки 15.03.05- Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и отражают основные этапы самостоятельной работы и требования к ее организации. Методические указания составлены в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, рабочим учебным планом и программой дисциплины «Металлорежущие станки».

Составитель к.т.н., доцент С.А. Сидоренко

Содержание

Введение.....	4
1. Общая характеристика самостоятельной работы при изучении дисциплины «Металлорежущие станки»	5
2. План-график выполнения самостоятельной работы	9
3. Промежуточная аттестация.....	10
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	12
5. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	15
6. Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам	18
7 Вопросы к экзамену.....	21

Введение

Самостоятельная работа представляет собой вид к планируемой учебной и учебно-исследовательской деятельности студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основным принципом организации СРС является перевод всех студентов на индивидуальную работу с переходом от формального выполнения определенных заданий при пассивной роли студента к познавательной активности с формированием собственного мнения при решении поставленных проблемных вопросов и задач.

Целями самостоятельной работы студентов является:

- научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией,
- заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию;
- развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем;
- самостоятельное овладение знаниями, умениями и навыками из области профессиональными деятельности.

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

- систематизация, углубление и закрепление полученных знаний и умений;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление плана работы, подготовка методического обеспечения);
- основной (реализация плана, поиск необходимой информации, переработка и усвоение материала, применение приобретенных знаний и навыков);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация).

1. Общая характеристика самостоятельной работы при изучении дисциплины «Металлорежущие станки»

Цель: Целью изучения дисциплины «Металлорежущие станки» является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Задачи дисциплины:

- изучение конструкции металлорежущего оборудования, методов его кинематической настройки и наладки на выполнение технологических операций;
- изучение основ эксплуатации, настройки и наладки, модернизации систем машиностроительного производства;
- изучение основ диагностики, регламентного обслуживания, эксплуатации и ремонта оборудования машиностроительного производства.

Цели и задачи самостоятельной работы: Самостоятельная работа направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;

- развитие познавательных способностей и активности студентов:
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Виды самостоятельной работы

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено самостоятельное изучение материалов по темам практических работ.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта по заданным темам на базе рекомендованной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам, оформление отчета, поиск необходимой справочной информации.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций и результатов обучения по дисциплине, представленных ниже:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-3. Способен обеспечивать качество изделий средней сложности в механосборочном производстве.	ИД-1 _{ПК-3} Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности	Знает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности на металлорежущих станках
ПК-9. Способен осуществлять пусконаладочные работы простого технологического оборудования механосборочного производства.	ИД-1 _{ПК-9} Анализирует конструкцию технологического оборудования механосборочного производства, его механизмов и систем с целью выявления специфики эксплуатации	Умеет анализировать кинематические схемы металлорежущих станков с целью настройки на обработку изделия

	ИД-2 _{ПК-9} Проводит индивидуальные испытания простого технологического оборудования механосборочного производства	Умеет проводить индивидуальные испытания результатов настройки и наладки металлорежущего оборудования механосборочного производства
--	---	---

Для успешного выполнения данного вида работ, необходимо самостоятельно детально изучить материалы по представленным темам по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Самостоятельное изучение материала по темам 1- 18	1, 2, 3, 4	1,2	1,2	1–4
2	Подготовка к лекциям	1, 2, 3, 4	1,2	1,2	1–4
3	Подготовка к практическим занятиям	1, 2, 3, 4	1,2	1,2	1–4
4	Подготовка к лабораторным занятиям	1, 2, 3, 4	1,2	1,2	1–4
5	Выполнение контрольной работы	1, 2, 3, 4	1,2	1, 2, 3	1–4
6	Подготовка к экзамену	1, 2, 3, 4	1,2	1,2	1–4

Перечень основной литературы:

1. Скиба, В. Ю. Оборудование машиностроительного производства. Металлорежущие станки : учебное пособие / В. Ю. Скиба, В. В. Иванцовский. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-7782-4739-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126509.html>
2. Балла, О. М. Технологии и оборудование современного машиностроения / О. М. Балла. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 392 с. — ISBN 978-5-507-45842-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/288815>
3. Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраамова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 1 — 2023. — 608 с. — ISBN 978-5-907523-30-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307280>
4. Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / В. В. Бушуев, А. В. Ерёмин, А. А. Какойло [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 2 — 2023. — 586 с. — ISBN 978-5-907523-31-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307283>

Перечень дополнительной литературы:

1. Попов, П. Е. Оборудование машиностроительных производств : учебное пособие / П. Е. Попов, Д. А. Блохин, А. Г. Кисель. — Омск : ОмГТУ, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8149-3433-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343598>
2. Скиба, В. Ю. Оборудование машиностроительного производства. Структурно-кинематический анализ, настройка и наладка металлорежущих станков : учебное пособие / В. Ю. Скиба, В. В. Иванцовский. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 167 с. — ISBN 978-5-7782-4740-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306194>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Металлорежущие станки» для направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 2026 - рукопись.

2 Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Металлорежущие станки» для направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 2026 - рукопись..

2 Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Металлорежущие станки» для направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 2026 - рукопись.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. 1. <https://www.chipmaker.ru> Chipmaker.ru Все о работе с металлом
2. 2. <http://cccp3d.ru/> Форум CAD/CAM/CAE/PLM
3. 3. <https://cad.ru/ru/> Русская промышленная компания
4. 4. <http://sapr.ru/> Журнал САПР и графика

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе студентов относится подготовка к практическим занятиям по результатам которой студент представляет отчет преподавателю и проходит собеседование.

При самостоятельной подготовке к практическому или лабораторному занятию студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;
- изучает информационные материалы;

- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.

Также в качестве самостоятельной работы студента предусмотрено выполнение контрольной работы задачи, календарный план, формируемые компетенции и рекомендации по выполнению которой представлены в соответствующих методических указаниях.

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Студентам при самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Тема 1. Современное состояние и перспективы развития станкостроения. Классификация металлорежущих станков. Классификация по технологическому назначению. Классификация по степени универсальности. Классификация по весу, по точности, по основному размеру, по степени автоматизации. Обозначение металлорежущих станков.	1 неделя
2	Тема 2. Показатели надежности станков. Основные движения станков. Основные узлы и механизмы станков. Показатели технического уровня и надежности станков. Основные движения станков. Дополнительные движения. Основные узлы и механизмы станков: станина, направляющие, шпиндель, коробка скоростей. Назначение и типы коробок подач.	2 неделя
3	Тема 3. Основы кинематического анализа станков. Классификация движений в станках. Понятие о кинематических схемах станков. Условные обозначения основных элементов на кинематических схемах станков. Кинематические структуры станков. Методика структурного анализа.	3 неделя

4	Тема 4. Станки токарной группы. Работы, выполняемые на токарном оборудовании. Типы и разновидности токарного оборудования. Маркировка токарных станков. Устройство токарного станка. Кинематическая настройка токарно-винторезного станка.	4 неделя
5	Тема 5. Сверлильные станки. Классификация и типы сверлильных станков. Устройство и основные узлы. Принцип работы сверлильного станка. Требования техники безопасности.	5 неделя
6	Тема 6. Расточные станки. Назначение. Схемы обработки на горизонтально-расточных станках. Классификация расточных станков. Устройство и основные узлы. Схема и принцип действия.	6 неделя
7	Тема 7. Фрезерные станки. Движения в фрезерных станках. Виды фрезерных станков. Основные узлы, общее устройство. Кинематическая схема фрезерного станка.	7 неделя
8	Тема 8. Многоцелевые станки. Назначение, особенности. Инструментальный механизм станка - типы, устройство. Общее устройство многоцелевых станков.	8 неделя
9	Тема 9. Автоматы продольного точения. Фасонно-отрезные автоматы. Классификация. Схема работы фасонно-отрезного автомата. Кинематическая схема. Устройство и схема работы автомата продольного точения. Кинематическая схема. Преимущества токарных автоматов.	9 неделя
10	Тема 10. Токарно-револьверные автоматы. Назначение. Устройство. Принцип работы. Кинематическая схема. Пример плана обработки.	10 неделя
11	Тема 11. Токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые станки автоматы и полуавтоматы. Назначение. Автоматы параллельного и последовательного действия. Компоновка многошпиндельного автомата. Схемы работы многошпиндельного токарного автомата параллельного и последовательного действия. Устройство горизонтального многошпиндельного токарного автомата.	11неделя
12	Тема 12 Специализированные станки. Назначение специальных станков. Определение специализированных станков. Виды специализированных станков. Преимущества специализированных станков. Мето-	12 неделя

	ды повышения точности станков. Повышение виброустойчивости станков. Уменьшение тепловых деформаций.	
13	Тема 13 Затыловочные станки. Основные методы затылования. Устройство токарно-затыловочного станка. Принцип работы. Движения в затыловочных станках. Циклограмма затылования червячных фрез по полуавтоматическому циклу. Управление станком.	13 неделя
14	Тема 14. Зубодолбежные станки. Обработка зубчатых колес долбяками. Структурная схема станка. Общая компоновка станка. Принцип работы и особенности конструкции станка 5122.	14 неделя
15	Тема 15 Станки для нарезания прямозубых и косозубых конических колес. Два основных метода нарезания зубьев зубчатых колёс. Структурная схема станка. Общая компоновка станка. Принцип работы и особенности конструкции станка.	15 неделя
16	Тема 16. Шлифовальные станки. Устройство. Принцип работы, основные узлы и механизмы. Кинематическая схема.	16 неделя
17	Тема 17. Станки с электрофизическими и электрохимическими методами обработки. Устройство. Принцип работы, основные узлы и механизмы. Кинематическая схема.	17 неделя
18	Тема 18. Диагностика, испытания, регламентное обслуживание, ремонт и эксплуатация оборудования. Виды и методы ремонта. Текущий ремонт. Капитальный ремонт. Агрегатный ремонт. Обменный фонд предприятия.	18 неделя
19	Контрольная работа	1-18 недели

3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине, в форме собеседования проводимого по результатам выполнения практических работ. Допуск к защите практических работ происходит при наличии у студентов выполненного задания. Защита отчета проходит в форме собеседования по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если задание соот-

ветствует установленным требованиям, а ответы на задаваемые вопросы полностью раскрывает суть работы.

Основанием для снижением оценки являются:

- небрежное оформление отчета;

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- неверные результаты расчетов или измерений;
- ошибки в выводах;
- неспособность защиты материала практической работы;
- не согласие студента с оценкой.

Критерии оценивания компетенций указаны после каждого вида самостоятельной работы

4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений,

наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ КОНСПЕКТА:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

5. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Основная цель таких занятий – помочь студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести навыки творческой работы над документами и первоисточниками. Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях и в методических указаниях по данной дисциплине.

При подготовке к занятию студенту необходимо, прежде всего, найти страницы в конспекте лекций, разделы в учебниках и учебных пособиях, чтобы получить общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Подготовка к занятию включает 2 этапа:

1й – организационный;

2й - закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна.

Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В начале занятия студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения публичного выступления. В процессе творческого обсуждения и дискуссии вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Большое значение имеет совершенствование навыков

конспектирования у студентов.

Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.
- Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

При подготовке к практическому занятию в качестве альтернативной замены конспекту преподаватель может предложить студентам составление презентаций.

Защита практической работы проводится в виде беседы со студентом по анализу полученных результатов, выводов и теоретическим основам материала по вопросам для собеседования.

6. Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам

Выполнение лабораторного практикума, как и другие виды учебной деятельности, содержит много возможностей применения активных методов обучения и организации СРС на основе индивидуального подхода. При проведении лабораторного практикума создаются условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ. Поэтому при выполнении работы осуществляется:

1. Устный экспресс-опрос по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы. Результаты опроса являются допуском к выполнению лабораторной работы.

2. Проверка порядка выполнения лабораторной работы, оформленного на отчете, подготовленном студентом дома.

3. Оценка работы студента в лаборатории и полученных им данных. В случае получения студентом не достоверных результатов, эксперимент необходимо повторить.

4. Проверка качества выполнения отчета по лабораторной работе и логичности сделанных выводов.

5. Защита лабораторной работы в виде беседы со студентом по анализу полученных результатов, выводов и теоретическим основам материала.

Любая лабораторная работа включает глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. В ряд работ включены разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

При подготовке к лабораторной работе необходимо изучить теоретический материал, представленный в методических указаниях и в рекомендуемой литературе, ознакомиться с техникой безопасности и методикой проведения работы, подготовить отчет, содержащий лабораторный журнал с пустыми таб-

лицами для заполнения полученными экспериментальными данными.

Содержание отчета к лабораторной работе и его форма

В отчете к лабораторной работе должны содержаться: название работы, цель, аппаратура и материалы, методика выполнения работы в соответствии с полученным заданием, приведены необходимые справочные данные по исследуемой нефти. В отчете должны быть представлены данные, полученные в процессе проведения исследования, схемы приборов для проведения соответствующих испытаний, формулы, расчеты и вывод. В лабораторных работах, содержащих типовые задачи, необходимо представить решение задачи согласно указанному преподавателем варианту.

Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Защита работы

Защита работы заключается:

- в выполнении задания и оформлении отчета по лабораторной работе;
- в ответах на контрольные и дополнительные вопросы по лабораторной работе.

Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Комплект заданий для контрольной работы

Тема контрольной работы «Анализ и проектирование кинематической схемы станка» – задания индивидуальные.

Целью контрольной работы является практическое освоение этапов анализа и проектирования кинематической схемы привода станка для выполнения механической обработки.

Объём контрольной работы

Контрольная работа состоит из 1 листа чертежа формата А1, выполненных с использованием одного из графических пакетов и пояснительной записки, содержащей до 10 листов, выполненных с использованием ЭВМ.

Содержание контрольной работы

Пояснительная записка состоит из следующих разделов: 1_Обоснование технических характеристик привода станка. 2 Кинематический расчет и оптимизация привода станка. 3 Определение чисел зубьев передач 4 Построение кинематической схемы. Заключение. Список использованных источников.

Тема 1. Обоснование технических характеристик привода станка

Задание 1 Анализ исходных данных и обоснование режимов обработки на станке.

Тема 2 Кинематический расчет и оптимизация привода станка.

Задание 2 Определение полной структурной формулы привода.

Задание 3 Построение структурной сетки.

Задание 4 Построение графика частот вращения.

Тема 3. Определение чисел зубьев передач

Задание 5 Аналитический и табличный метод определения чисел зубьев передач.

Тема 3. Построение кинематической схемы

Задание 6 Компоновка кинематической схемы привода.

1. Критерии оценивания компетенций.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий проектирования и анализа, при анализе привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о высоком уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о среднем уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых

ситуаций с ошибками, что свидетельствует о минимальном уровне усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций, минимальный уровень не достигнут.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: защиту контрольной работы.

Предлагаемые студенту задания по контрольной работе позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-3}; ИД-1_{ПК-9}; ИД-2_{ПК-9}

.При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке заданий, оцениваются: соответствие содержания заданию на контрольной работу, последовательность и рациональность выполнения заданий, самостоятельность выполнения работы, правильность и точность расчётов, правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-9} ИД-2 _{ПК-9}	степень усвоения программного материала	
	соответствие содержания заданию на контрольной работе	
	последовательность и рациональность выполнения заданий	
	самостоятельность выполнения работы	
	правильность и точность расчетов	
	правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам и другим нормативным документам	

Вопросы к экзамену

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

1. Современное состояние и перспективы развития отечественного станкостроения.
2. Классификация станков.
3. Методы образования поверхностей и движения в станках.
4. Токарно-винторезные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
5. Токарно-винторезные станки. Настройка станка на точение конусов и на нарезание резьбы с помощью гитары сменных шестерен.
6. Гидрокопировальный суппорт и его использование на токарных станках.
7. Токарно-карусельные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
8. Вертикально-сверлильные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
9. Радиально-сверлильные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.

10. Горизонтально-расточные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
11. Координатно-расточные станки и алмазно-расточные станки. Особенности конструкции и кинематики.
12. Шлифовальные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы. Контроль шлифовальных кругов перед эксплуатацией. Правка шлифовальных кругов.
13. Кругло-шлифовальные станки. Основные узлы. Анализ кинематической схемы. Техника безопасности при работе на шлифовальных станках.
14. Внутришлифовальные станки. Назначение. Основные узлы. Защитные приспособления шлифовальных станков.
15. Горизонтально-фрезерные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
16. Вертикально-фрезерные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
17. Продольно-фрезерные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
18. Делительные головки. Назначение и принципы настройки.
19. Поперечно-строгальные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
20. Продольно-строгальные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
21. Долбежные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
22. Токарно-затыловочные станки. Настройка станка на затылование дисковых фрез.
23. Токарно-затыловочные станки. Настройка станка на затылование дисковых фрез и метчиков с прямыми канавками.
24. Токарно-затыловочные станки. Настройка станка на затылование червячных модульных фрез с винтовыми канавками.
25. Зубодолбежные станки. Настройка станка на обработку прямозубых колес.
26. Зубодолбежные станки. Настройка станка на обработку колес с винтовым зубом.
27. Зубострогальные станки. Назначение. Настройка станка на нарезание конических колес с прямым зубом.
28. Зубострогальные станки. Назначение. Настройка станка на нарезание конических колес с круговым зубом.
29. Резьбообрабатывающие станки. Нарезание точных резьб на токарно-винторезных станках. Способы компенсации погрешностей ходовых винтов.
30. Резьбообрабатывающие станки. Настройка резьбофрезерного станка на обработку резьб.
31. Зубофрезерные станки. Настройка станка на обработку прямозубых колес.
32. Зубофрезерные станки. Настройка станка на обработку колес с винтовым зубом.
33. Токарный многошпиндельный автомат мод. 1А240-6. Анализ кинематической схемы.
34. Токарный револьверный автомат мод. 1Б140. Анализ кинематической схемы.
35. Вертикальный многошпиндельный п/а мод. 1284. Анализ кинематической схемы.
36. Токарный многорезцовый п/а мод. 1А730. Анализ кинематической схемы.
37. Токарный гидрокопировальный автомат п/а мод. 1722. Анализ кинематической схемы.
38. Копировально-фрезерный п/а мод. 6441Б. Анализ кинематической схемы.
39. Агрегатные станки. Агрегатирование как метод автоматизации и повышения мобильности производства.
40. Силовые головки агрегатных станков.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных ситуаций, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о высоком уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о среднем уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых

ситуаций с ошибками, что свидетельствует о минимальном уровне усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций, минимальный уровень не достигнут.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 2 вопроса. Ответ повышенного уровня отличается от ответа базового уровня многовариантностью рассматриваемых ситуаций и необходимостью выполнить качественный и количественный анализ при обосновании принятых решений. При ответе повышенного уровня, как правило, должна быть использована информация из специальной и научной литературы.

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования справочниками и калькулятором.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-9} ИД-1 _{ПК-9}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Вопросы для собеседования

Тема 1.	Современное состояние и перспективы развития станкостроения
1	Классификация станков.
2	Методы образования поверхностей и движения в станках.

Тема 2.	Основы кинематического анализа станков
1	Методика кинематического анализа
2	Вспомогательные движения в станках

Тема 3.	Станки токарной группы
1	Токарно-винторезные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
2	Токарно-винторезные станки. Настройка станка на точение конусов и на нарезание резьбы с помощью гитары сменных шестерен.

Тема 4.	Сверлильные станки
1	Вертикально-сверлильные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
2	Радиально-сверлильные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.

Тема 5.	Расточные станки
1	Горизонтально-расточные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
2	Координатно-расточные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.

Тема 6.	Фрезерные станки
1	Горизонтально-фрезерные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
2	Вертикально-фрезерные станки. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.

Тема 7.	Многоцелевые станки
1	Многоцелевые станки с ЧПУ. Назначение. Основные узлы. Анализ кинематической схемы.
2	Магазины сменных инструментов. Назначение.

Тема 8.	Автоматы продольного точения
1	Автоматы продольного точения. Назначение. Основные узлы.
2	Анализ кинематической схемы.

Тема 9.	Токарно-револьверные автоматы
1	Понятие автомата и полуавтомата
2	Токарный револьверный автомат мод. 1Б140. Анализ кинематической схемы.

Тема 10.	Токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые станки автоматы и полуавтоматы
1	Понятие автомата и полуавтомата
2	Токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые станки - автоматы

Тема 11.	. Специализированные станки
1	Многорезцовые станки
2	Шлицефрезерные станки

Тема 12.	Затыловочные станки
1	Токарно-затыловочные станки. Настройка станка на затылование дисковых фрез.
2	Токарно-затыловочные станки. Настройка станка на затылование дисковых фрез и метчиков с прямыми канавками.

Тема 13.	Зубодолбежные станки.
1	Токарно-затыловочные станки. Настройка станка на затылование дисковых фрез.
2	Токарно-затыловочные станки. Настройка станка на затылование дисковых фрез и метчиков с прямыми канавками.
Тема 14.	Зубофрезерные станки
1	Зубофрезерные станки. Назначение. Настройка станка на нарезание цилиндрических колес с прямым зубом
2	Зубофрезерные станки. Назначение. Настройка станка на нарезание цилиндрических колес с с косым зубом зубом
Тема 15.	Станки для нарезания прямозубых конических колес
1	Зубострогальные станки. Назначение.
2	Настройка станка на нарезание конических колес с прямым зубом.
Тема 16.	Станки для нарезания косозубых конических колес
1	Зуборезные станки. Назначение.
2	Настройка станка на нарезание конических колес с круговым зубом
Тема 17	Станки с электрофизическими и электрохимическими методами обработки.
1	Виды электрофизических методов обработки
2	Виды электрохимических методов обработки
Тема 18	Диагностика, регламентное обслуживание, ремонт и эксплуатация оборудования
1	Диагностика и регламентное обслуживание оборудования
2	Ремонт и эксплуатация оборудования

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о высоком уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о среднем уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о минимальном уровне усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций, минимальный уровень не достигнут.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические и лабораторные работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-9}, ИД-2_{ПК-9}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-9} ИД-1 _{ПК-9}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению контрольной работы по дисциплине
«Металлорежущие станки»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Методические указания предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, направленность (профиль) «Технология машиностроения».

Предназначены для выполнения контрольной работы по дисциплине «Металлорежущие станки».

Составитель: С. А. Сидоренко

СОДЕРЖАНИЕ

1	Обоснование технических характеристик металлорежущих станков	5
1.1	Обоснование технических характеристик токарных и токарно-винторезных станков.....	5
1.2	Обоснование технических характеристик токарно-револьверных станков и токарно-револьверных автоматов	8
1.3	Обоснование технических характеристик карусельных станков	11
1.4	Обоснование технических характеристик расточных станков	13
1.5	Обоснование технических характеристик станков сверлильной группы	13
1.6	Обоснование технических характеристик станков фрезерной группы	16
2	Кинематический расчет коробки скоростей.....	20
2.1	Определение структурной формулы привода	20
2.2	Знаменатель ряда геометрической прогрессии ϕ	20
2.3	Определение передаточных отношений.....	22
2.4	Методика построения структурной сетки.....	22
2.5	Методика построения графика частот вращения	23
2.6	Определение чисел зубьев колес групповых передач	25
2.7	Определение точности кинематических расчетов	27
2.8	Построение кинематической схемы	29
3	Общие требования к контрольной работе	31
4	Рекомендации по организации работ над контрольной работой, примерный календарный план её выполнения	32
5	Порядок защиты и ответственность студента за выполнение задания по курсовому проекту	33
	Список литературы	35
5.1.1	Перечень основной литературы:	35
5.1.2	Перечень дополнительной литературы:	35
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	36

Цели и задачи контрольной работы

Выполнение контрольной работы ставит своей целью анализ и оптимизацию кинематической схемы коробки скоростей или подач металлорежущего станка для обеспечения заданных технических параметров привода.

Формулировка задания и его объем

Контрольная работа выполняется на тему: «Анализ и проектирование кинематической схемы станка (по индивидуальному заданию)».

Контрольная работа состоит из 1 листа чертежа формата А1, выполненных с использованием одного из графических пакетов и пояснительной записки, содержащей до 10 листов, выполненных с использованием ЭВМ.

1 Обоснование технических характеристик металлорежущих станков

Проектирование кинематической схемы станка начинается с обоснования технической характеристики [1]. С этой целью в задании указываются размеры обрабатываемой детали и другие величины, характеризующие параметры обработки (материал обрабатываемой детали, материал режущей части инструмента, характеристика производства (единичное, серийное или массовое)).

В результате обоснования технических характеристик должны быть определены: максимальные и минимальные размеры обрабатываемых изделий; максимальное или минимальное значение частот вращения шпинделя (максимальное и минимальное значения подач для коробок подач); необходимая мощность электродвигателя.

1.1 Обоснование технических характеристик токарных и токарно-винторезных станков

При проектировании станков токарной группы должны быть известны: наибольший наружный диаметр $D_{\text{наиб}}$ (мм) изделия, обрабатываемого на станке; материал обрабатываемых изделий; материал режущей части инструментов (принимается в соответствии с обрабатываемым материалом); характер производства, в котором намечается использование станка. Для токарно-винторезных станков могут быть заданы типы и диапазон нарезаемых резьб. План обоснования технических характеристик коробки скоростей токарного станка.

По заданному наибольшему диаметру $D_{\text{наиб}}$ определяется максимальный наружный диаметр изделия, обрабатываемый над суппортом:

$$D_{\text{max}} = C_n D_{\text{наиб}}. \quad (1.1)$$

где $C_H = 0,52-0,55$ – коэффициент высоты каретки суппорта. Определяется минимальный диаметр обрабатываемого изделия

$$D_{\min} = 0,25 D_{\max} \quad (1.2)$$

По справочным данным [9] определяются максимальная $t_{\max}$ и минимальная $t_{\min}$ глубины резания для заданных условий обработки.

По справочным данным [9] определяются значения максимальной $V_{\max}$ и минимальной $V_{\min}$ скоростей резания для конкретно заданных условий обработки. Максимальная скорость резания $V_{\max}$ определяется для чистовых операций (при $t_{\min}$ и $S_{\min}$) при обработке самого мягкого из заданных материалов наиболее производительным инструментом. Минимальная скорость резания $V_{\min}$ определяется для черновых операций (при $t_{\max}$ и $S_{\max}$) при обработке самого труднообрабатываемого из заданных материалов при условии, что его твердость имеет верхний допустимый предел и наименее производительным (из указанного в задании или выбранного) инструментом (при условии обработки литых заготовок по корке). Найденное значение наименьшей скорости резания при точении сравнивается со скоростями при нарезании резьбы резцами. Если при точении наименьшая скорость резания окажется выше, чем скорость резания при нарезании резьбы, последняя принимается в качестве минимальной для проектируемого станка.

По значениям $V_{\max}$ и $V_{\min}$ определяются максимальная $n_{\max}$ и минимальная $n_{\min}$ частоты вращения шпинделя. Предполагая, что с наибольшей скоростью резания обрабатываются изделия наименьших диаметров, а с наименьшей – наибольших, получаем:

$$n_{\max} = \frac{1000V_{\max}}{\pi D_{\min}}, \quad (1.3)$$

$$n_{\min} = \frac{1000V_{\min}}{\pi D_{\max}}. \quad (1.4)$$

Определяется [9] максимальное усилие резания $P_{z\max}$ (тангенциальная составляющая усилия резания) при отделении стружки наибольшего сечения ($S_{\max}, t_{\max}$) в процессе обработки самого труднообрабатываемого материала.

Определяется или рассчитывается максимальная эффективная мощность резания $N_{\text{эф}}$ [9], необходимая при отделении стружки наибольшего сечения в процессе обработки наиболее производительным инструментом самого мягкого материала. Если, согласно заданию, обрабатываются различные материалы (сталь, чугун, цветные сплавы и т.д.), то в расчет принимают самую мягкую из обрабатываемых сталей, а не самый мягкий материал вообще

$$N_{\text{эф}} = \frac{P_{z\max} V}{60 \cdot 102}. \quad (1.5)$$

Определяется максимальная потребная мощность электродвигателя:

$$N_{\text{эл max}} = \frac{N_{\text{эф}}}{k\eta}, \quad (1.6)$$

где $k = 1,2 - 1,3$ – коэффициент повторно кратковременной перегрузки электродвигателя ; при длительной равномерной нагрузке $k = 1$;

η – коэффициент полезного действия привода станка. КПД всех передач привода по наиболее длинной кинематической цепи, например, для кинематической схемы, представленной на рисунке 3, будет равен:

$$\eta = \eta_{\text{рп}} \eta_{\text{эк}}^3 \eta_{\text{п}}^8, \quad (1.7)$$

где $\eta_{\text{рп}}$ – КПД ременной передачи;

$\eta_{\text{эк}}$ – КПД зубчатой передачи;

$\eta_{\text{п}}$ – КПД подшипников.

Значения КПД приведены в приложении 1. При ориентировочных расчетах принимается $\eta = 0,75...0,85$.

По каталогу [10] подбирается электродвигатель, ближайший к расчетному, с округлением в меньшую сторону.

Так как средняя загруженность универсальных станков по мощности значительно меньше максимальной, то мощность устанавливаемого электро-

двигателя по сравнению с максимально требуемой можно уменьшить умножением ее на коэффициент 0,6 – 0,7:

$$N_{\text{уст эл}} = (0,6 - 0,7) N_{\text{эл max}}. \quad (1.8)$$

При расчете коробок подач отличие состоит в следующем:

а) определяется по [9] максимальная S_{max} и минимальная S_{min} величины подач. Минимальная подача S_{min} рассчитывается, исходя из требований к шероховатости поверхности, достигаемой после чистовой обработки;

б) находится максимальное усилие $P_{x \text{ max}}$, действующее вдоль оси заготовки:

$$P_{x \text{ max}} = 0,5 P_{z \text{ max}}, \quad (1.9)$$

в) определяется тяговая сила Q , необходимая для осуществления продольной подачи суппорта:

$$Q = k_1 P_{x \text{ max}} + f (P_{z \text{ max}} + G_{\text{пер}}), \quad (1.10)$$

где $G_{\text{пер}}$ – вес перемещающихся частей, даН; если вес перемещающихся частей неизвестен, то принимают $G_{\text{пер}} = 0,15 G_{\text{ст}}$;

$G_{\text{ст}}$ – вес станка, который ориентировочно принимается из каталога или из паспорта для станка такого же типоразмера;

$k_1 = 1,15$ – коэффициент, учитывающий влияние опрокидывающего момента;

$f = 0,15$ – приведенный коэффициент трения на направляющих.

1.2 Обоснование технических характеристик токарно-револьверных станков и токарно-револьверных автоматов

При проектировании токарно-револьверных станков и токарно-револьверных автоматов в задании указываются следующие исходные данные:

а) наибольший диаметр $D_{\text{наиб}}$, обрабатываемой в патроне заготовки, мм (задается, когда обрабатывается не только прутковый материал, но и заготовка в патроне);

- б) наибольший диаметр обрабатываемого прутка $d_{\text{наиб}}$, мм;
- в) материал обрабатываемых изделий;
- г) материал режущей части инструментов;
- д) характер производства, в котором намечается использование станка.

Обоснование технических характеристик токарно-револьверного станка и токарно-револьверного автомата производится также, как и токарного станка, но с учетом возможности работы одновременно несколькими инструментами. Особенности расчета заключаются в следующем:

Если, согласно заданию, на проектируемом станке предполагается обработка заготовок из пруткового материала, закрепляемых в патроне, то $D_{\text{наиб}}$ – наибольший наружный диаметр обрабатываемого изделия, ограничиваемый станиной. Как и у токарного станка, расчетный максимальный диаметр D_{max} меньше $D_{\text{наиб}}$ и определяется по формуле (1.1). При обработке деталей только из пруткового материала D_{max} принимается равным наибольшему диаметру прутка $d_{\text{наиб}}$. D_{min} определяется как $0,5d_{\text{наиб}}$ прутка для любого из этих случаев.

Величины наибольших и наименьших значений глубины резания и подачи определяются по справочным данным [9].

Наибольшая и наименьшая скорости резания определяются по справочным данным [9] в соответствии с методикой, изложенной выше.

Минимальные значения требуемых скоростей резания получаются иногда не при точении, а при других видах обработки. Поэтому минимальные скорости резания при обработке наиболее твердых материалов инструментами с наименьшей стойкостью для таких технологических процессов, как наружное нарезание резьбы, сверление и развертывание, подсчитываются по формулам и таблицам, приведенным для токарных станков (нарезание резьбы) или для сверлильных (сверление и развертывание). Диаметр обрабатываемого отверстия равен $0,5d_{\text{наиб}}$ прутка [9].

Максимальная и минимальная частоты вращения шпинделя станка находятся по формулам (1.3) и (1.4). Для определения минимальной частоты вращения шпинделя подсчитываются и сравниваются числа оборотов, рассчитанные для перечисленных ранее других технологических операций. Условно $d_{св} = d_{разв} = 0,5d_{max}$ при обработке инструментом, изготовленным из быстрорежущей стали. Если одно из подсчитанных значений частот вращения оказывается меньше, чем n_{min} при точении, то оно и принимается как n_{min} станка.

Так как работа на револьверных станках многоинструментальная, а замена инструмента связана со значительной затратой времени, значения скорости резания и частоты вращения шпинделя станка следует несколько уменьшить, умножив подсчитанные значения n_{max} и n_{min} на коэффициент 0,9.

При расчете мощности, потребляемой станком, необходимо учитывать возможность одновременной обработки детали несколькими инструментами. Эффективная мощность, получаемая при одновременной обработке резцом и сверлом, подсчитывается отдельно для каждой составляющей.

Суммарная эффективная мощность:

$$N_{сум} = N_{резания} + N_{сверления}, \quad (1.11)$$

Мощность электродвигателя рассчитывается по формулам (1.6) и (1.8).

Тяговая сила Q , необходимая для осуществления продольной подачи револьверного суппорта, определяется при одновременной работе резца и сверла с учетом осевой силы $P_o \max$, возникающей при сверлении, по зависимости:

$$Q = \kappa_1 (P_{x \max} + P_{o \max}) + f (P_{z \max} + G_{пер}), \quad (1.12)$$

где все значения величин те же, что и в формуле (1.10), $P_{z \max}$ и $P_{x \max}$ определяются предварительно для обработки резцом [9].

1.3 Обоснование технических характеристик карусельных станков

При проектировании карусельного станка исходными данными являются:

- максимальный диаметр обработки $D_{\max}$, мм;
- материал обрабатываемых изделий;
- материал режущей части инструментов;
- характер производства, в котором намечается использование станка.

План обоснования технических характеристик карусельного станка следующий:

Определяется диаметр планшайбы $D_{\text{пл}}$:

$$D_{\text{пл}} = \frac{D_{\max}}{1.12}. \quad (1.13)$$

Рассчитывается наименьший диаметр обрабатываемого изделия:

$$D_{\min} = (0,25 \dots 0,3) D_{\max}. \quad (1.14)$$

Определяется максимальная $t_{\max}$ и минимальная $t_{\min}$ глубины резания по справочным данным [9].

Определяются максимальная $S_{\max}$ и минимальная $S_{\min}$ подачи [9].

Определяется максимальная скорость резания $V_{\max}$ при обработке наиболее производительным инструментом самого мягкого материала (по заданию) при снятии стружки минимального сечения.

Рассчитывается минимальная скорость резания $V_{\min}$ при обработке наименее производительным инструментом самого твердого материала и при снятии стружки наибольшего сечения, используя $t_{\max}$ и $S_{\min}$.

Определяются предельные значения частот вращения планшайбы (формулы 1.3 и 1.4).

Определяются наибольшее усилие резания $P_{z \max}$ и сила P_x по данным [9].

Определяется максимальная эффективная мощность $N_{\text{эф} \max}$, необходимая на резание при отделении наиболее производительным инструментом

стружки максимального сечения на заготовке из самого мягкого материала (формула 1.6).

На карусельных станках, как правило, обрабатываются заготовки крупных габаритов, имеющие большой вес. Поэтому рассчитывается и мощность $N_{тр}$, расходуемая на трение в направляющих планшайбы, учитываемая через момент трения $M_{тр}$:

$$M_{тр} = \left(\sum G + 0.4 P'_{z \max} \right) f \frac{D_{н ср}}{2}, \quad (1.15)$$

где $\sum G = G_{заг} + 0,15 G_{стан}$ – вес всех вращающихся частей (обрабатываемой заготовки, планшайбы, колес привода, шпинделя и т.д.);

$G_{заг}$ – наибольший вес обрабатываемой заготовки (даН);

$G_{стан}$ – вес станка (эти значения ориентировочно принимаются из каталога или из паспорта для станка такого же типоразмера) (даН);

$0,4 P'_{z \max}$ – составляющая силы резания, прижимающая планшайбу к направляющим станка (даН). Сила $P_{z \max}$ определяется по данным [9];

f – коэффициент трения на направляющих, принимаемый для чугунных направляющих, равным 0,035; для направляющих с накладками из текстолита – 0,025;

$D_{н ср}$ – средний диаметр поверхности трения направляющих, мм;

$$D_{н ср} = 0,55 D_{пл}. \quad (1.16)$$

Определяется максимально потребная мощность $N_{эл}$ электродвигателя главного привода:

$$N_{эл} = \frac{N_{эф \max}}{k \eta} + \frac{M_{тр} n_{расч}}{975 \eta}, \quad (1.17)$$

где $k = 1 - 1,3$ – коэффициент перегрузки электродвигателя.

$n_{расч} = n_{\min} \sqrt[4]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}$ – расчетное число оборотов планшайбы,

$\eta = 0,8$ – коэффициент полезного действия цепи от электродвигателя до шпинделя.

Так как средняя загруженность универсальных станков по мощности значительно меньше максимальной, подсчитанная величина умножается, как и для токарного станка, на коэффициент $0,6 - 0,7$.

Тяговая сила Q , необходимая для осуществления подачи одного суппорта, определяется по формуле 1.10.

1.4 Обоснование технических характеристик расточных станков

Обоснование технических характеристик расточных станков проводится так же, как и токарных, с использованием соотношений:

$$D_{\max} = 4d_{\text{раст}}; D_{\min} = (0,3...0,35) D_{\max}, \quad (1.18)$$

где $d_{\text{раст}}$ – диаметр расточного шпинделя;

$D_{\max}$, $D_{\min}$ – максимальный и минимальный диаметры растачиваемых отверстий.

При растачивании скорость резания по сравнению со скоростью резания при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей понижается, что учитывается умножением подсчитанной для точения скорости (как максимальной, так и всех других) на коэффициент $0,9$.

1.5 Обоснование технических характеристик станков сверлильной группы

В задании на проектирование сверлильных станков обычно указываются следующие исходные данные:

- максимальный диаметр сверления $D_{\max}$, мм;
- материал обрабатываемых изделий;
- материал режущей части инструментов;
- характер производства, в котором намечается использование станков.

План обоснования технической характеристики коробки скоростей сверлильного станка следующий:

По заданному максимальному диаметру $D_{\max}$ определяется минимальный диаметр $D_{\min}$ сверления:

$$D_{\min} = (0,25 \dots 0,3) D_{\max} \quad (1.19)$$

Определяется максимальная $V_{\max}$ и минимальная $V_{\min}$ скорости резания при заданных условиях обработки для всех видов обработки (сверления, развёртывания, зенкерования и т.д.) [9].

Если, согласно заданию, обрабатываются различные материалы (сталь, чугун и т.д.), то при определении $V_{\max}$ расчет производится для обработки самой мягкой из обрабатываемых сталей, а не самого мягкого материала вообще.

Выбирается значение минимальной скорости резания $V_{\min}$ для развёртывания отверстия наибольшего диаметра в заготовке из самого твердого обрабатываемого материала [9].

Сопоставляя абсолютные значения скоростей резания для различных обрабатываемых материалов различными инструментами, выбираем из них максимальную $V_{\max}$ и минимальную $V_{\min}$ скорости резания для проектируемого станка.

Определяют максимальную $n_{\max}$ и минимальную $n_{\min}$ частоты вращения шпинделя:

$$n_{\max} = \frac{1000V_{\max}}{\pi D_{\min}}, \quad (1.20)$$

$$n_{\min} = \frac{1000V_{\min}}{\pi D_{\max}}. \quad (1.21)$$

Определяется по [9] максимальное осевое усилие $P_{o \max}$, действующее при сверлении самого труднообрабатываемого материала.

По величине $P_{o \max}$ рассчитывается на прочность механизм подач сверлильного станка.

Определяется максимальная мощность $N_{эф}$ на резание [9].

Мощность электродвигателя $N_{эл}$ рассчитывается по формулам (1.7) и (1.8).

При расчете механизмов подачи сверлильных станков имеются следующие особенности:

а) определяются минимальная S_{max} и максимальная S_{min} подачи на один оборот сверла для самого мягкого обрабатываемого материала при работе сверлами наибольшего и наименьшего диаметров [9];

б) определяется максимальная S_{max} и минимальная S_{min} подачи на один оборот сверла для самого твердого обрабатываемого материала при работе сверлами наибольшего и наименьшего диаметров [9];

в) выбирается подача при развертывании отверстий наибольшего и наименьшего диаметров [9].

На сверлильном станке возможны и такие операции, как рассверливание, зенкерование, нарезание резьбы и др. Однако по сравнению с ними при развертывании обработка производится с более высокими подачами и малыми скоростями резания. При назначении предельных подач необходимо учитывать возможность обработки деталей режущими инструментами из различных материалов (быстрорежущей стали, твердого сплава и др.);

г) из сравнения величин подач, выбранных для различных обрабатываемых материалов при сверлении и развертывании различными режущими инструментами (из числа заданных), принимаются максимальная S_{max} и минимальная S_{min} подачи, которые и будут предельными значениями для проектируемого станка;

д) определяется тяговая сила Q , необходимая для осуществления подачи шпинделя:

$$Q = (1 + 0,5f) P_o \max + f \frac{N_{эф}}{\pi n d_{un}}, \quad (1.22)$$

где $f = 0,15$ – коэффициент трения между пинолью и корпусом и на шлицах шпинделя;

$d_{ин}$ – диаметр шпинделя, мм: приблизительно равен наибольшему диаметру сверления.

1.6 Обоснование технических характеристик станков фрезерной группы

При проектировании фрезерного станка в задании обычно приводятся следующие данные:

- максимальная ширина B_{max} (мм) обрабатываемой заготовки;
- материал обрабатываемых изделий;
- материал режущей части инструментов;
- характер производства, в котором будет использован проектируемый станок.

План обоснования технической характеристики коробки скоростей фрезерного станка следующий:

Определяется минимальная ширина B_{min} фрезерования:

$$B_{min} = (0,2 \dots 0,25) B_{max}. \quad (1.23)$$

Максимальный D_{max} и минимальный D_{min} диаметр фрез, применяемых при обработке, находятся по формулам:

$$D_{max} = (1 - 1,25) B_{max}; \quad (1.24)$$

$$D_{min} = (1 - 1,25) B_{min}; \quad (1.25)$$

$$B_c = (2,5 - 3) B_{max}. \quad (1.26)$$

Размеры столов фрезерных станков должны соответствовать имеющемуся стандартному ряду $B_c L_c$: 200×800; 250×1000; 320×11250; 400×1600 и т.д.

Приняв ближайшее стандартное значение ширины B_c , найдем и соответствующее ей значение стола L_c .

Максимальная длина заготовки:

$$L_{заг\ max} = 0,5 L_c. \quad (1.27)$$

Выбирается глубина фрезерования. Максимальная глубина $t_{\max}$ при черновом фрезеровании, равная величине припуска, принимается по таблице приложения 2. Вид заготовки (литье, поковку и т.д.) студент принимает самостоятельно, оговорив это в расчетно-пояснительной записке.

Минимальная глубина фрезерования $t_{\min}$ при чистовой обработке может быть принята равной 0,75 – 1,0 мм.

В дальнейших расчетах за основу берется обработка только одними наиболее распространенными для данного станка видами фрез: для горизонтально-фрезерных станков – цилиндрическими, для вертикально-фрезерных – торцовыми.

Определяется [9] максимальная $V_{\max}$ и минимальная $V_{\min}$ скорости резания при фрезеровании для всех возможных видов обработки.

Рассчитываются максимальная $n_{\max}$ и минимальная $n_{\min}$ частоты вращения шпинделя:

$$n_{\max} = \frac{1000V_{\max}}{\pi D_{\min}}; \quad (1.28)$$

$$n_{\min} = \frac{1000V_{\min}}{\pi D_{\max}}. \quad (1.29)$$

Определяется [9] максимальная эффективная мощность резания $N_{\text{эф}}$ при фрезеровании наиболее мягкого материала фрезой наибольшего диаметра с наибольшим сечением срезаемой стружки и при наиболее производительном материале инструмента.

Определяется мощность $N_{\text{уст}}$ электродвигателя главного движения, исходя из эффективной мощности резания $N_{\text{эф}}$ (формула 1.6).

$$N_{\text{уст}} = k_{\text{и}} \cdot N_{\text{эф}}, \quad (1.30)$$

где $k_{\text{и}}$ – коэффициент использования;

$$k_{\text{и}} = 0,6 - 0,7.$$

При определении технических характеристик коробок подач имеются следующие особенности:

а) определяется максимальная $S_{\max}$ и минимальная $S_{\min}$ величины подач для всех видов обработки [9].

Число зубьев фрезы, шероховатость обработанной поверхности принимаются ориентировочно после соответствующего обоснования;

б) рассчитывается тяговая сила Q , необходимая для осуществления подачи стола при фрезеровании:

$$Q = k \cdot P_n + f(P_v + P_o + G), \quad (1.31)$$

где P_n – сила, действующая в направлении подачи, даН;

P_o – сила, действующая вдоль оси фрезы, даН;

P_v – сила, действующая перпендикулярно силе P_n , даН;

$k = 1,4$ – коэффициент, учитывающий влияние опрокидывающего момента;

$f = 0,2$ – приведенный коэффициент трения на направляющих;

G – вес движущихся частей стола и заготовки, даН, приближенно определяется по формуле:

$$G = 0,05 G_{\text{ст}} + G_{\text{заг}}, \quad (1.32)$$

где $G_{\text{ст}}$ – вес станка, ориентировочно определяется по каталогу или паспорту для станка такого же типоразмера;

$G_{\text{заг}}$ – максимальный вес заготовки, даН;

$$G_{\text{заг}} = 7,85 V_{\max}^2 \cdot L_{\text{заг max}}. \quad (1.33)$$

Действующие силы рассчитываются:

– при обработке цилиндрическими фрезами:

$$P_n \approx 1,1 P_{z\max}; P_o \approx P_{z\max}; P_v = 0,3 P_{z\max};$$

– при обработке торцевыми фрезами:

$$P_n = 0,6 P_{z\max}; P_o \approx 0,55 P_{z\max}; P_v = 0,9 P_{z\max},$$

– мощность $N_{\text{под}}$, необходимая для подачи, определяется по формуле:

$$N_{\text{под}} = \frac{Q \cdot S_{\min \max}}{102 \, 60 \, 1000}, \quad (1.34)$$

– рассчитывается мощность электродвигателя $N_{\text{эл}}$ под механизм подачи:

$$N_{\text{эл под}} = (0,6 - 0,7) \frac{N_{\text{под}}}{k * \eta}, \quad (1.35)$$

где $k = 1,2 - 1,3$ – коэффициент повторно-кратковременной перегрузки электродвигателя;

$\eta = 0,75 - 0,85$ – КПД цепи подач.

Для проверки следует иметь в виду, что мощность электродвигателя механизма подач равна 15 – 20% мощности электродвигателя привода главного движения.

Результаты выбора и расчета технических характеристик станка оформляются в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Обоснование технических характеристик станка

Наименование операции	Обрабатываемый материал	Режимы Обработки	Скорость резания V , м/мин	Частота вращения шпинделя n , мин ⁻¹	Крутящий момент или мощность резания, Н м, кВт
		$t \mid S \mid D$, мм мм/об мм			
1	2	3 4 5	6	7	8

2 Кинематический расчет коробки скоростей

2.1 Определение структурной формулы привода

Исходными данными для кинематического расчета коробок скоростей являются [1]:

Диапазон D регулирования частот вращения шпинделя. Диапазон определяется как отношение максимальной частоты вращения шпинделя к минимальной $n_{\min}$ частоте вращения шпинделя:

$$D = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{V_{\max} \cdot d_{\max}}{V_{\min} \cdot d_{\min}} = D_v \cdot D_d, \quad (2.1)$$

где D_v – диапазон изменения скоростей;

D_d – диапазон изменений диаметров.

Значения $n_{\max}$ и $n_{\min}$ выбираются из таблицы 1.

Учитывая совершенствование режущего инструмента за время эксплуатации станка, диапазон D увеличивается на 15 – 20%.

2.2 Знаменатель ряда геометрической прогрессии ϕ

Значения знаменателя ряда геометрической прогрессии ϕ выбирается в соответствии со стандартом ОСТ 2Н11 – 172 из следующего ряда значений:

1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2.

При проектировании коробок скоростей (подач) значение ϕ выбирается в соответствии со следующими рекомендациями:

- а) для средних и крупных станков общего назначения $\phi = 1,26; 1,41;$
- б) для станков автоматов и полуавтоматов, в которых настройка производится сменными зубчатыми колесами $\phi = 1,12; 1,26;$
- в) для небольших станков с малыми диаметрами обработки $\phi = 1,58; 1,78.$

Число ступеней частот вращения Z при заданном φ определяется по формуле:

$$Z = 1 + \frac{1gD}{1g\varphi}. \quad (2.2)$$

Полученное по формуле (2.2) значение Z округляется до целого с учетом рекомендаций о равенстве его произведению сомножителей 2 и 3.

$Z = 2; 3; 4; 6; 8; 9; 12; 16; 18; 24; 27; 32$ и т.д.

Значение минимальной частоты вращения $n_{\min}$, определяемое по таблице 1, округляется до ближайшего стандартного и принимается в качестве n_1 . Затем определяются все остальные члены ряда по зависимости:

$$n_z = n_1 \varphi^{z-1}. \quad (2.3)$$

Определяется количество передач в группах. Число частот вращения (или подач) разбиваются на количество передач P_i в группах:

$$Z = P_1 P_2 P_3 \dots P_i. \quad (2.4)$$

Для уменьшения веса привода выгодно применять такой вариант структуры, при котором число передач в группах P_i уменьшается вдоль цепи передач от электродвигателя к шпинделю, т.е.

$$P_1 > P_2 > P_3 > \dots P_i.$$

При этом получится больше передач с малым габаритом и меньше передач с большим габаритом деталей, т.к. расчетные крутящие моменты на валах увеличиваются вдоль цепи передач от электродвигателя к шпинделю.

Например, при $Z = 12$ целесообразно принимать $P_1 P_2 P_3 = 3 \times 2 \times 2$. Одиночные передачи следует располагать ближе к электродвигателю.

Определяется характеристика группы передач X . Характеристика группы равна числу ступеней скорости совокупности групповых передач Z_k , кинематически предшествующих данной группе.

Основная группа, первая в кинематическом порядке распределения, является множительной для совокупности одиночных передач, дающих $Z_k = 1$ и соответственно $X_1 = Z_k = 1$.

Для второй группы передач (первой переборной):

$$Z_k = P_1 \text{ и } X_2 = P_1,$$

где P_1 – число передач в основной группе;

Для третьей группы:

$$Z_k = X_3 = P_1 P_2,$$

где P_2 – число передач во второй группе.

Для четвертой группы:

$$Z_k = X_4 = P_1 P_2 P_3 \text{ и т.д.}$$

Например, для $Z = 12 = 3 \times 2 \times 2$ имеем $X_1 = 1$; $X_2 = 3$; $X_3 = 3 \times 2 = 6$.

$$Z = 12 = 3_1 \times 2_3 \times 2_6,$$

2.3 Определение передаточных отношений

Для определения передаточных отношений используется графоаналитический метод расчета. [2] Графоаналитический метод расчета основан на построении структурной сетки и графика частот вращения (подач).

2.4 Методика построения структурной сетки

1. На равных произвольных расстояниях проводятся горизонтальные линии в количестве, равном количеству частот вращения (подач) Z шпинделя. Расстояние между двумя горизонталями соответствует $\lg f$.

2. На равных произвольных расстояниях проводятся вертикальные линии в количестве, равном числу валов коробки скоростей (подач). Число валов коробки скоростей (подач) на 1 больше числа групповых передач P .

Например, для варианта $Z = 12 = 3 \times 2 \times 2$; $P = 3$; $K_v = 3 + 1 = 4$.

Для каждой группы передач отводится поле между смежными вертикалями в порядке конструктивного расположения группы вдоль цепи передач. По структурной формуле вычисляют характеристики X всех групп и записывают их над полем.

3. Посередине левой вертикали наносят точку «0». Против этой отметки на правой вертикали поля группы располагают симметрично столько отметок, сколько передач (P) имеет группа, с расстояниями, равными характеристике (X_1) этой группы, выраженной в $\lg\phi$. Полученные точки соединяют лучами с точкой «0» и т.д. из каждой отметки на левой вертикали поля проводят столько лучей, сколько передач в группе с расстоянием между концами лучей, равными X_2 с интервалом $\lg\phi$.

Структурная сетка всегда симметрична.

Структурная сетка содержит следующие данные о приводе: количество групп передач; число передач в каждой из групп; относительный порядок конструктивного расположения групп вдоль цепи передач; число ступеней скорости вращения всех валов; диапазон регулирования каждой группы; связь между передаточными отношениями.

САПР коробок скоростей позволяет перебрать все возможные варианты структурных сеток и выбрать оптимальную.

В качестве примера для $Z = 12$ и $\phi = 1,26$ на рис.1 представлены структурные сетки с различными значениями характеристик групп X .

Исходя из условия минимального веса и габаритов коробки скоростей (подач), наиболее рациональной является веерообразная структурная сетка, представленная на схеме а) рис. 1.

2.5 Методика построения графика частот вращения

1. На равных произвольных расстояниях проводятся горизонтальные линии в количестве, равном количеству частот вращения (или подач) Z шпинделя.

2. На равных произвольных расстояниях проводятся вертикальные прямые в количестве, равном количеству валов в коробке, начиная от электродвигателя и заканчивая шпинделем.

3. На правой крайней вертикали откладывают по логарифмической шкале, начиная с n_1 , все возможные значения частот вращения передач, в том числе и частоту вращения электродвигателя привода.

Частота вращения на графике изображается в логарифмическом масштабе, поэтому геометрический ряд частот вращения изображается в виде точек, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга.

Точки, расположенные выше, соответствуют более высоким частотам вращения.

4. Передаточные отношения изображаются в виде линий, соединяющих точки соответствующих частот вращения соседних валов. Наклон линии характеризует величину передаточного отношения. Наклон вверх означает ускорение, т.е. $i > 1$. Наклон вниз - $i < 1$. Горизонтальное расположение линии соответствует $i = 1$. Параллельные линии означают одинаковые передаточные отношения.

Величина передаточного отношения определяется значением φ^x . Значение X равно числу промежутков между горизонтальными линиями на графике частот вращения, которые пересекает линия, изображающая данное передаточное отношение.

5. При построении графика частот вращения необходимо учитывать ограничения, накладываемые на величину передаточных отношений:

– для коробок скоростей:

$$1/4 < i < 2;$$

– для коробок подач:

$$1/5 < i < 2,5.$$

Графики частот вращения начинают строить от n_1 с использованием структурной сетки. Поле каждой группы структурной сетки совмещают с соответствующим полем графика частоты вращения так, чтобы нижние лучи сетки совпадали с лучами цепи передач от $n_{\min}$. При этом расстояния между концами лучей должны сохраняться такими же, как на структурной сетке, а

передаточные отношения не выходить за допустимые пределы. В качестве примера на рис. 2 приведен график частот вращения для привода:

$$Z = 3_1 \times 2_3 \times 2_6; \quad \varphi = 1,26; \quad n_{э.д.} = 3000 \text{ мин}^{-1}.$$

По одной структурной сетке может быть построено несколько вариантов графиков частот вращения. Наиболее оптимальным является график, имеющий выпуклый вид, представленный на рисунке 2, который обеспечивает минимальные передаточные отношения в области высоких частот вращения.

САПР коробок скоростей обеспечивает выбор оптимального графика частот вращения.

2.6 Определение чисел зубьев колес групповых передач

Расчет можно производить при условии, что модули всех передач группы одинаковы или различны.

2.3.1 Модули всех передач группы одинаковы. При неизменном межосевом расстоянии A и одинаковом модуле зубчатых колес выполняется следующее условие для всех передач группы:

$$Z_j + Z'_j = S_z,$$

где Z_j, Z'_j – число зубьев соответственно ведущего и ведомого колес пары;

S_z – сумма чисел зубьев обоих колес. Передаточное отношение этой пары:

$$i_j = \frac{Z_j}{Z'_j}, \quad (2.5)$$

$$\text{где } Z_j = \frac{i_j}{i'_j + 1} \cdot S_z; \quad Z'_j = \frac{1}{i'_j + 1} \cdot S_z,$$

Пользуясь этой формулой определяют числа зубьев всех колес группы по заданной сумме зубьев S_z .

Определение S_z производится обычно методом наименьшего кратного.

Если принять, что: $i_j = Z_j / Z'_j = a_j / b_j$,

где и a_j и b_j – взаимно простые числа, то соотношения (2.7) можно написать в следующем виде:

$$Z_j = \frac{a_j \cdot S_z}{a_j + b_j}; Z'_j = \frac{b_j \cdot S_z}{a_j + b_j}. \quad (2.6)$$

Следовательно, чтобы Z_j Z'_j и были целыми числами, необходимо, чтобы число S_z было кратным $(a_j + b_j)$.

Если при значении, найденном таким образом, число зубьев малого колеса передачи получится недопустимо малым, то число зубьев этого колеса увеличивается в целое число E раз до приемлемой величины:

$$E \geq \frac{Z_{\min \text{ доп}}}{Z_{\min}}, \quad (2.7)$$

где $Z_{\min \text{ доп}}$ – минимальное допустимое число зубьев колес.

В соответствии с рекомендациями [1] минимальное допустимое число зубьев принимается равным:

18 – 20 – для коробки скоростей;

15 – в механизмах подачи;

14 – в механизмах управления;

10 – в реечных механизмах.

Соответственно с принятым значением E принимают сумму зубьев, равной:

$$S_z = S_{z\min} E. \quad (2.8)$$

Рекомендуется при одинаковом модуле передач и неизменном межосевом расстоянии производить подбор чисел зубьев по таблице.

Фрагмент таблицы для выбора зубьев представлен в приложении

САПР коробок скоростей выполняет эту операцию в диалоговом режиме с пользователем.

Модули передач одной группы различны. В этом случае число зубьев ведущего колеса выражается через межосевое расстояние A следующим образом:

$$Z_j = \frac{2A}{m_j} \frac{a_j}{(a_j + b_j)}, \quad (2.9)$$

Число Z_i будет целым только в том случае, если:

$$2A = E_{mj}(a_j + b_j),$$

где E – символ целого числа.

Следовательно, наименьшее удвоение расстояния $2A$ равно наименьшему кратному произведений $m_j \cdot (a_j + b_j)$. Если оно чрезмерно большое, то принимают наименьшее общее кратное по модулям, но тогда число зубьев не получается целым и его приходится округлять.

2.7 Определение точности кинематических расчетов

Точность кинематических расчетов в любом случае должна гарантировать отклонение расчетных частот вращения в пределах допуска.

Для этого необходимо, чтобы относительная величина отклонения общего передаточного отношения кинематической цепи не выходила за пределы:

$$D_j = \Delta_{ja} + \Delta_{jb} \dots + \Delta_{jp} = \pm 10(\varphi - 1)\%. \quad (2.10)$$

Например, если расчетное значение частоты вращения шпинделя равно 630 об/мин, а реально полученная частота равна 610 об/мин, то относительная погрешность будет равна:

$$\Delta = \frac{630 - 610}{630} \approx 0,16.$$

При $\varphi = 1,26$ допускаемое отклонение равно:

$$\Delta = \pm(1,26 - 1) = 2,6\%.$$

Таким образом, реальная погрешность укладывается в пределы допуска.

2.3.4 Пример расчета чисел зубьев аналитически

Дано: $z = 12$, $\varphi = 1,26$, $m = \text{const}$, $A = \text{const}$. Определить числа зубьев колес передачи группы, характеризуемой полем первой группы (см. график частот вращения, рисунок 2. Расчетный метод:

Вычисляем $i_j = a_j / b_j$	$a_j + b_j$	
$i_1 = n_1 / n_3 = 1 / \varphi^2 = 1 / 1,26^2 = 1 / 1,58 \approx 7 / 11$	$7 + 11 = 18$	Наименьшее
$i_2 = 1 / \varphi' = 1 / 1,26 \approx 4 / 5$	8	
$i_3 = 1 / \varphi^0 = 1 / 1,26^0 = 1 / 1$	$4 + 5 = 9$	Кратное
	$1 + 1 = 2$	$K = 18$

При $S_{z\min} = 18$ по формуле (2.8) получаем:

$$Z_{\min} = Z_1 = 18 \cdot 7 / (7 + 11) = 7,$$

При условии исключения подрезания зубьев при нарезании необходимо, чтобы число зубьев у каждого из колес проектируемой коробки было не меньше 20. В таком случае $E \geq 2\frac{6}{7}$, т.е. следует принять $E = 3$.

Следовательно,

$$S_z = E \cdot S_{z\min} = 3 \cdot 18 = 54.$$

По формуле (2.8) по этой сумме зубьев находим:

$$Z_1 = \frac{7}{7+11} \cdot 54 = 21; \quad Z_1' = \frac{11}{7+11} \cdot 54 = 33;$$

$$Z_2 = \frac{4}{4+5} \cdot 54 = 24; \quad Z_2' = \frac{5}{4+5} \cdot 54 = 30;$$

$$Z_3 = \frac{1}{1+1} \cdot 54 = 27; \quad Z_3' = \frac{1}{1+1} \cdot 54 = 27.$$

Таким образом получили числа зубьев группы Р.

Следующая группа рассчитывается аналогичным образом.

Табличный метод.

При определении чисел зубьев групповых передач табличным методом поступают следующим образом:

1. Определяют передаточные отношения всех передач группы.

Для рассматриваемого примера:

$$i_1 = 1/1,58; i_2 = 1/1,26; i_3 = 3.$$

В связи с тем, что таблицы имеют значения передаточного отношения больше 1, то для расчета принимают значения, обратные передаточным. После определения чисел зубьев шестерни меняются местами. Поэтому будем иметь $i'_1 = 1,58; i'_2 = 1,26; i'_3 = 1$.

2. Находят в левой колонке таблицы принятые передаточные отношения.

3. Двигаясь слева направо, определяют первую колонку, в которой имеются числа зубьев всех трех передаточных отношений. Для рассматриваемого случая такой колонкой будет колонка, имеющая сумму зубьев $S_z = 52$. Числа, стоящие в этой колонке напротив выбранных передаточных отношений, есть числа зубьев шестерен:

$$Z_1 = 20; Z_2 = 23; Z_3 = 26.$$

4. Числа зубьев сопряженных колес определяют как разность между суммой зубьев S_z и полученными числами зубьев:

$$Z'_1 = 42; Z'_2 = 22; Z'_3 = 26.$$

2.8 Построение кинематической схемы

По построенному графику частот вращения строится кинематическая схема коробки скоростей или подач с учетом количества передач в каждой группе (рисунок 3). Кинематические схемы вычерчиваются, как правило, в ортогональных проекциях. При вычерчивании схем необходимо пользоваться условными изображениями по ГОСТ 2.703 – 2013. Рекомендуется кинематическую схему вписывать в контур наиболее показательной проекции узла. Допускается переносить отдельные механизмы вверх и вниз, поворачивать их на 90^0 , выносить за контур станка. Последний наносится тонкой сплошной линией. На кинематических схемах указываются следующие данные [3]:

- 1) мощность и частота вращения электродвигателей;
- 2) диаметры шкивов;
- 3) число зубьев и модули зубчатых колес;
- 4) число зубьев и шаг для звездочек;
- 5) число заходов, шаг и направление нарезки винтов и червяков.

Гидравлические и пневматические схемы необходимо выполнять в соответствии с принятыми обозначениями по ГОСТ 2.704 – 95; 2.780 – 95 и указывать на них основные характеристики:

- 1) мощность и частоту вращения гидромоторов;
- 2) производительность и давление гидромоторов;
- 3) диаметры поршня и штока;
- 4) наибольшее усилие и ход штока.

САПР коробок скоростей позволяет строить кинематическую схему в диалоговом режиме с пользователем.

3 Общие требования к контрольной работе

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД, ГОСТ 2.001– 83; ГОСТ 2.121 – 83 и выполняется с помощью САПР коробок скоростей в системе AUTOCAD или другом графическом пакете.

Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105 – 2019.

Брошюрование пояснительной записки выполняется в следующем порядке

- титульный лист;
- задание на контрольную работу;
- содержание;
- введение;
- разделы с соответствующим иллюстративным материалом;
- заключение (основные выводы по работе);
- приложения (графическая часть, отпечатанная на формате А4).

4 Рекомендации по организации работ над контрольной работой,
примерный календарный план её выполнения

Примерный календарный план выполнения контрольной работы:

2 неделя – получение задания;

2 – 3 недели семестра – анализ исходной технической документации;

4 – 14 недели семестра – выполнение основного объема контрольной
работы;

15 – 17 недели семестра – защита контрольной работы.

5 Порядок защиты и ответственность студента за выполнение задания по курсовому проекту

Консультации по контрольной работе проводятся по установленному графику. Выполненная контрольная работа, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляется руководителю проекта. В случае, если работа выполнена технически грамотно, оформлена в соответствии с требованиями, и студент при собеседовании проявляет достаточные знания, работа подписывается и студент допускается к защите. Контрольная работа защищается в процессе собеседования с преподавателем-руководителем контрольной работы.

При защите работы студент должен сделать доклад на 3-5 минут, в котором должен отразить обоснование принятого технического решения, работу спроектированного узла и особенности разработанной конструкции. При этом не рекомендуется останавливаться на общественных положениях, а сообщить об отличиях спроектированного узла от базового.

По окончании доклада на собеседовании обсуждаются вопросы оптимизации кинематической схемы.

Работа и защита оценивается по четырехбальной системе: отлично, хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно.

При определении дифференцированной оценки за контрольную работу комиссия учитывает:

1. Правильное обоснование выбора технических характеристик привода станка.
2. Умение разбираться в кинематических схемах.
3. Содержание и характер оригинальной (самостоятельной) части работы.
5. Получение задания и выполнение его в срок.

6. Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части работы в соответствии с изложенными выше требованиями ГОСТов и отраслевых стандартов.

Список литературы

5.1.1 . Перечень основной литературы:

1. Скиба, В. Ю. Оборудование машиностроительного производства. Металлорежущие станки : учебное пособие / В. Ю. Скиба, В. В. Иванцовский. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-7782-4739-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126509.html>
2. Балла, О. М. Технологии и оборудование современного машиностроения / О. М. Балла. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 392 с. — ISBN 978-5-507-45842-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/288815>
3. Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраамова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 1 — 2023. — 608 с. — ISBN 978-5-907523-30-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307280>
4. Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / В. В. Бушуев, А. В. Ерёмин, А. А. Какойло [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 2 — 2023. — 586 с. — ISBN 978-5-907523-31-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307283>

5.1.2 Перечень дополнительной литературы:

1. Попов, П. Е. Оборудование машиностроительных производств : учебное пособие / П. Е. Попов, Д. А. Блохин, А. Г. Кисель. — Омск : ОмГТУ, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8149-3433-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343598>
2. Скиба, В. Ю. Оборудование машиностроительного производства. Структурно-кинематический анализ, настройка и наладка металлорежущих станков : учебное пособие / В. Ю. Скиба, В. В. Иванцовский. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 167 с. — ISBN 978-5-7782-4740-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306194>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Значение КПД механических передач (без учета потерь в подшипниках)

Тип передачи		5.1.2.1.1.1.1.1	
		Закрытая	Открытая
Зубчатая передача цилиндрическими коле-сами		0,96...0,98	0,93...0,9
		0,96...0,97	0,92...0,94
То же коническими прямозубыми колесами		0,30...0,40	0,20...0,30
		0,65...0,70	-
Червячная передача: самотормозящая несамотормозящая при числе заходов червяка: Z = 1 Z = 2 Z = 3 Z = 4		0,70...0,75	-
		0,80...0,85	-
		0,85...0,90	-
		0,95...0,97	0,90...0,92
		0,90...0,95	0,70...0,80
		-	0,95...0,96
Цепная передача			
Фрикционная передача			
Ременная передача			

Примечание. Потери на трение в подшипниках оцениваются следующими коэффициентами: для одной пары подшипников качения $\eta = 0,99...0,995$, для одной пары подшипников скольжения $\eta = 0,98...0,99$ в зависимости от условий смазки.

В механизмах лебедок и кранов учитываются дополнительные потери в блоках, обусловленные трением в подшипниках и жесткостью каната; они оцениваются следующими коэффициентами: неподвижный блок – $\eta = 0,94...0,96$; подвижный блок $\eta = 0,97...0,98$.

Приложение Б – Припуск при фрезеровании

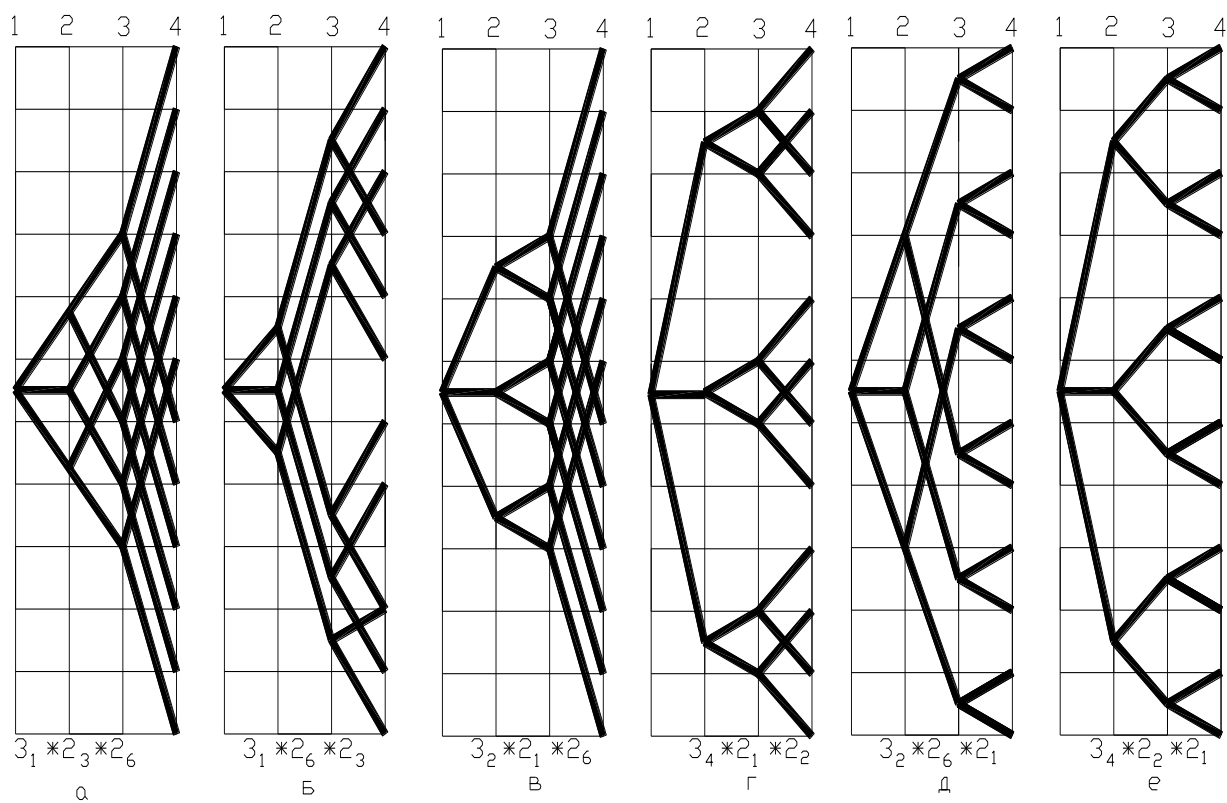
Обрабатываемый материал	Максимальная длина	Максимальная ширина заготовки					Вид заготовки	Максимальная длина заготовки	Максимальная ширина заготовки, В _{заг} , мм				
		В _{заг} , мм							до 40	40–60	60–80	80–100	100–125
		до 75	75–100	150 – 200	250 – 750	Свыше 750							
		Величина припуска, мм							величина пропуска, мм				
Сталь	50 – 100	4,5	4,5	-	-	-	Поковки	До 250	5–7	5–7	6–8	-	-
	100 – 250	4,5	5	-	-	-		250 – 400	5–7	6–8	7–10	-	-
	250 – 500	5	5,5	5,5	6	-0		400 – 650	6–8	6–9	7–10	-	-
	500 – 750	5,5	6	6	6,5	7		650 – 1000	6–8	7–10	8–11	-	-
	750 – 1000	6	6,5	6,5	7	7,5						-	-
Бронза,	до 75	2	-	-	-	-	Штампов- ки	До 150	1,75	2,0	2,25	-	-
латунь	75 – 150	2,5	2,5	-	-	-		150 – 200	2,0	2,25	2,5	-	-
	150 – 50	3	3	3	-	-		250 – 300	2,25	2,5	2,75	-	-
	250 – 500	3,5	3,5	4	4	-		300 – 500	2,55	2,75	3,0	-	-
	500 – 1000	4	4	4,5	5	5,5		500 – 800	2,75	3,0	3,25	-	-
Алюми- ниевые сплавы	до 75	2,5	-	-	-	-	Чугунное литье	До 200	-	4	-	-	-
	75 – 150	3	3	-	-	-		200 – 300	-	5	-	-	-
	150 – 250	3,5	3,5	3,5	-	-		300 – 500	-	6	-	-	-
	250 – 500	4	4	4,5	4,5	-		500 – 600	-	7	-	-	-
	500 – 1000	4,5	4,5	5	5,5	6		500 – 1200	-	8	-	-	-

Приложение В – Значение чисел зубьев

$\frac{S_z}{i}$	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,00	20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32
1,06		20		21		22		23									27		28		29		30		31
1,12	19	37						22		23		24		25		26		27		28			29		30
1,19					20			22		23						25		26		27		28		29	29
1,26		18		19		20					22		23		24		25			26		27		28	
1,33	17		18		19			20		21		22			23		24		25			26		27	
1,41			17				19		20			21		22		23			24		25			26	
1,50	16					18		19			20		21			22		23			24				
1,58		16			17					19			20		21			22		23	23		24		
1,68	15			16					18			19			20		21			22			23		24
1,78			15					17			18			19			20		21			22			23
1,88	14			15			16			17			18			19			20		21	21		22	22
2,00			14			15			16			17			18			19			20			21	
2,11					14			15			16			17			18			19			20		
2,24			13			14				15			16			17			18			19	19		
2,37					13			14				15			16			17				18			19
2,51			12				13			14				15			16				17			18	

Продолжение приложения В

$\begin{matrix} S_z \\ i \end{matrix}$	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2,66					12				13				14		15			16	16			17			
2,82																					16				
2,99								12						13		14				15					16
3,16																									
3,35																									



Ременная передача

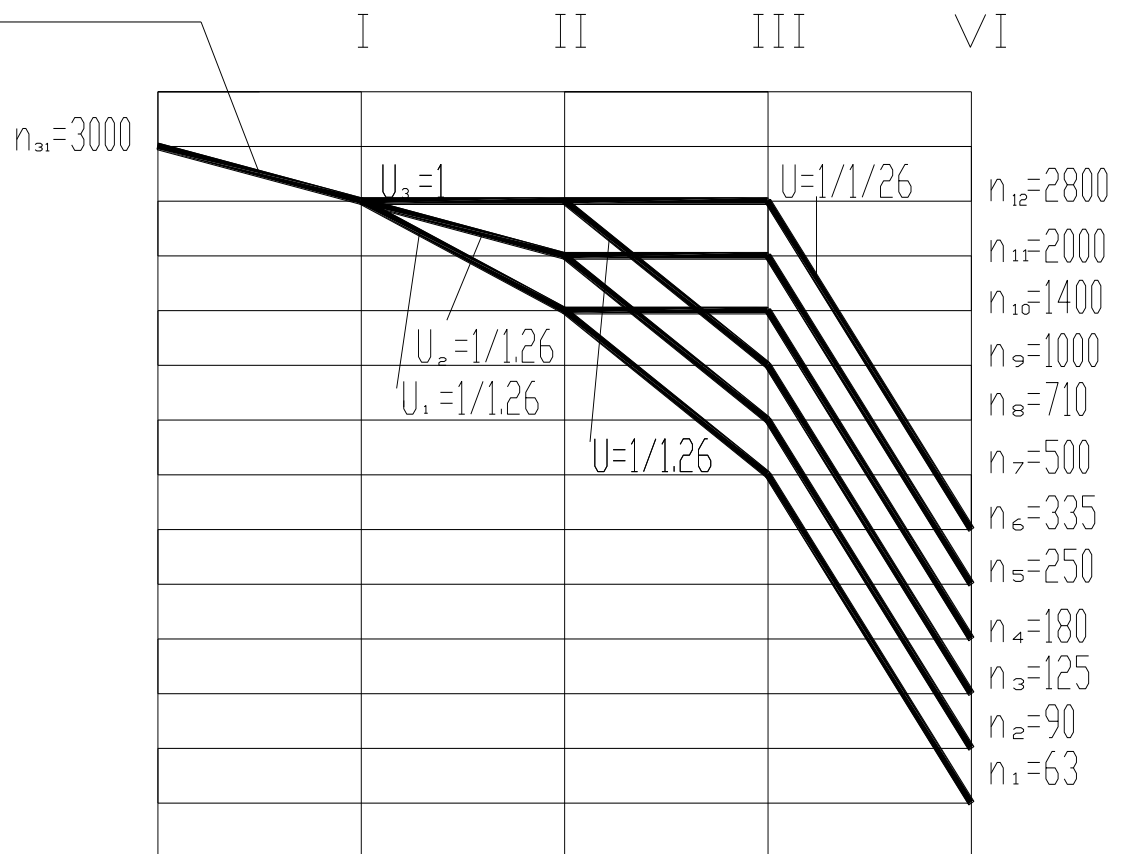


Рисунок 2 – График частот вращения

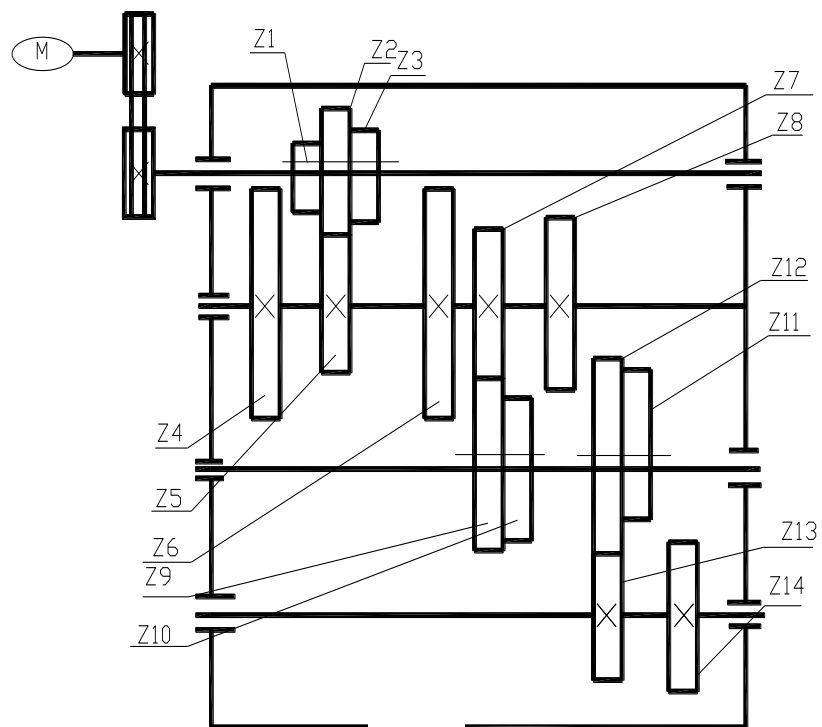


Рисунок 3 – Кинематическая схема