

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ.....	3
1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ С НАТУРЫ .	4
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. НАСТРОЙКА ТОКАРНО- ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ.....	13
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ПРОВЕРКА ТОКАРНО- ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА НА ТОЧНОСТЬ	25
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. НАСТРОЙКА ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА МОД. 5А308П НА НАРЕЗАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	45
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	48

ВВЕДЕНИЕ

Цель выполнения лабораторных работ – закрепить теоретические знания по курсу «Металлорежущие станки» и получить практические навыки и умения по наладке станков.

После успешного выполнения всех лабораторных работ по курсу «Металлорежущие станки», вы будете уметь решать следующие задачи профессиональной деятельности:

1. Организация рабочих мест, их техническое оснащение с размещением технологического оборудования;
2. Обслуживание технологического оборудования для реализации производственных процессов;
3. Наладка, настройка, регулирование и опытная проверка технологического оборудования и программных средств;
4. Составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний;
5. Организация работы малых коллективов исполнителей.

Лабораторный практикум включает в себя 4 лабораторных работы:

1. Составление кинематической схемы коробки скоростей с натуры;
2. Настройка токарно-винторезного станка на нарезание резьб;
3. Проверка токарно-винторезного станка на точность;
4. Настройка зубофрезерного станка на нарезание цилиндрических зубчатых колес.

Перед тем, как приступить к выполнению лабораторных работ, необходимо ознакомиться с правилами техники безопасности и запомнить их.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Выполнять лабораторную работу без ознакомления с правилами техники безопасности.
2. Выполнять пуск станка без разрешения и присутствия преподавателя.
3. Находиться рядом с включенным станком с распущенными волосами, расстегнутым халатом и рукавами.
4. Удалять стружку руками. Для этого следует пользоваться крючком, скребком, веником и совком. Стружка удаляется только при выключенном станке, после выполнения лабораторной работы.

ПЕРЕД ВЫПОЛНЕНИЕМ РАБОТЫ НЕОБХОДИМО

1. Убрать волосы под головной убор. Одеть и застегнуть халат, застегнуть рукава. При работе в костюме – застегнуть костюм, рукава и убрать галстук.
2. Убрать все лишние предметы. На рабочем месте должны находиться только те вещи, которые необходимы для работы на данном станке.
3. Проверить, надежно ли закреплен инструмент и заготовка.
4. Проверить работу механизмов станка вручную. При обнаружении неисправностей станок не включать и сообщить об этом преподавателю.
5. Проверить, не оставлен ли ключ в патроне.
6. Проверить работу станка на холостом ходу под наблюдением преподавателя.

ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ СТАНКЕ СТРОГО ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Вводить руки и посторонние предметы в зону обработки.
2. Трогать руками вращающиеся,двигающиеся детали станка, инструмент и заготовку.
3. Измерять обрабатываемую деталь.
4. Удалять или трогать руками стружку.
5. Облокачиваться на станок.
6. Производить чистку смазки станка.
7. Снимать и открывать ограждения.
8. Стоять напротив патрона.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ С НАТУРЫ

ГЛОССАРИЙ

Вал – деталь механизма, предназначенная для передачи крутящего момента и восприятия действующих сил со стороны расположенных на нём деталей и опор.

Винтовая передача – механическая передача, преобразующая вращательное движение в поступательное (редко наоборот). Состоит из винта и гайки.

Зубчатая передача – часть механизма, в состав которой входят зубчатые колёса. Служит для передачи вращательного движения между валами, которые могут иметь параллельные, пересекающиеся или скрещивающиеся оси.

Зубчатое колесо (шестерня) – основная деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями на цилиндрической или конической поверхности, входящими в зацепление с зубьями другого зубчатого колеса. В машиностроении принято называть малое зубчатое колесо с меньшим числом зубьев шестерней, а большое – колесом.

Кулачок – подвижное звено кулачкового механизма, совершающее вращательное движение и имеющее поверхность переменной кривизны или форму эксцентрика.

Мальтийский механизм – механизм создания прерывистого движения, преобразующий равномерное вращательное движение в прерывистое вращательное движение.

Модуль – основной параметр зубчатой передачи, который определяется из прочностного расчёта зубчатых передач. Чем больше нагружена передача, тем выше значение модуля. Выражается в миллиметрах.

Муфта – устройство, предназначенное для соединения друг с другом концов валов и свободно сидящих на них деталей и передачи крутящего момента. Служат для соединения двух валов, расположенных на одной оси или под углом друг к другу.

Ось – деталь машины, предназначенная для соединения и закрепления деталей между собой. Оси бывают вращающиеся и неподвижные. В отличие от вала, ось не предназначена для передачи крутящего момента.

Передача рейка-шестерня – один из видов механических передач, преобразующий поступательное движение во вращательное и наоборот. Состоит из рейки и шестерни.

Подшипник – изделие, являющееся частью опоры или упора, которое поддерживает вал, ось или иную подвижную конструкцию с заданной жёсткостью. Фиксирует положение в пространстве, обеспечивает вращение, качение или линейное перемещение (для линейных подшипников) с наименьшим сопротивлением, воспринимает и передаёт нагрузку от подвижного узла на другие части конструкции

Рейка – стержень (планка) прямоугольной или цилиндрической формы с нарезанными зубьями. Используется в паре с шестерней для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот.

Ременная передача – это передача механической энергии при помощи гибкого элемента – приводного ремня, за счёт сил трения или сил зацепления (зубчатые ремни). Может иметь как постоянное, так и переменное передаточное число (вариатор), валы которого могут быть параллельными, пересекающимися или со скрещивающимися осями.

Храповик – зубчатый механизм прерывистого движения, предназначенный для преобразования возвратно-вращательного движения в прерывистое вращательное движение в одном направлении. Чаще всего используется как предохранительный механизм.

Цепная передача – это передача механической энергии при помощи гибкого элемента – цепи, за счёт сил зацепления. Может иметь как постоянное, так и переменное передаточное число (напр. цепной вариатор).

Шатун – деталь кривошипно-шатунного механизма, соединяющая поршень, совершающий возвратно-поступательное движение с коленчатым валом (или кривошипом) совершающим вращательное движение.

Шкив – фрикционное колесо с ободом или канавкой по окружности, которое передаёт движение приводному ремню или канату. Часть ременной передачи.

Эксцентрик – диск, насаженный на вращающийся вал так, что ось вращения диска не совпадает с осью вращения вала. Используется для преобразования вращательного движения в поступательное.

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Умение самостоятельно разбираться в назначении механизмов и определять их взаимосвязь при работе, способность выполнять необходимые замеры технических параметров, умение выполнять математические расчеты и строить графики, знание внутреннего устройства коробок скоростей.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить условные обозначения элементов кинематических цепей и их функциональные назначения.
2. Изучить пример кинематической схемы коробки скоростей станка
3. Изучить методики расчета частот вращения валов и построения графика частот вращения шпинделя.
4. Составить с натуры кинематическую схему коробки скоростей.
5. Определить основные элементы кинематических пар (диаметры шкивов, числа зубьев и модули зубчатых колес).
6. Определить ряд частот вращения выходного вала.
7. Построить график частот вращения выходного звена.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Под кинематической схемой станка понимают условное обозначение кинематических цепей, построенных в одной плоскости чертежа.

На кинематической схеме изображают совокупность элементов и их соединений, все кинематические связи между парами (ременными, зубчатыми и др.) и с источником движения. При этом допускается перенос элементов на поле схемы вниз от их истинного расположения или поворот в удобные для изображения положения. В этих случаях сопряженные звенья пары соединяются штриховой линией. Геометрические оси элемента не изображаются.

Расположенные на валу детали могут быть закреплены на нем неподвижно, вращаться или перемещаться вдоль оси. Примеры условного изображения передачи движения от вала к валу показаны в таблице 1.1. Подшипники на валу следует изображать в соответствии с таблицей 1.2.

Для настройки кинематической цепи необходимо составить уравнение кинематического баланса и определить передаточные отношения кинематических пар. Передаточным отношением называется отношение угловых скоростей ведомого $\omega_{\text{вм}}$ и ведущего $\omega_{\text{вщ}}$ валов

$$i = \omega_{\text{вм}} / \omega_{\text{вщ}} .$$

Передаточное отношение зубчатой цилиндрической или конической пары, а также цепной передачи определяется по формуле:

$$i = n_2 / n_1 = z_1 / z_2 = d_{\text{д1}} / d_{\text{д2}} .$$

где n_1, n_2 – частота вращения ведомого и ведущего валов соответственно, об/мин; z_1, z_2 – число зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес соответственно, $d_{\text{д1}}, d_{\text{д2}}$ – делительные диаметры зубчатых колес, мм.

Для червячной пары передаточное отношение определяется по формуле:

$$i = n_1/n_2 = k/z,$$

где k – число заходов червяка; z – число зубьев червячного колеса.

Для реечной передачи передаточное отношение рассчитывается как длина прямолинейного перемещения рейки за один оборот зубчатого колеса

$$i = P \cdot z = \pi \cdot m \cdot z,$$

где $P = \pi \cdot m$ – шаг зуба рейки, мм; z, m – число зубьев и модуль реечного колеса соответственно, мм.

В станках применяют ступенчатый и бесступенчатый приводы, эксплуатационные возможности которых характеризуются диапазоном регулирования.

При конструировании станка должна быть обеспечена требуемая условиями резания частота вращения шпинделя в диапазоне от n_{\min} до n_{\max} и любая подача от S_{\min} до S_{\max} .

Этим требованиям наиболее полно отвечают механизмы бесступенчатого регулирования, позволяющие получать любую частоту вращения и любую подачу в пределах диапазона регулирования. Однако бесступенчатые приводы значительно усложняют конструкцию и условия эксплуатации станка, а поэтому их применение ограничено.

подавляющее большинство станков имеет ступенчатые ряды частот вращения и подач, изменяющихся по геометрической прогрессии.

Знаменатель геометрической прогрессии φ при известном количестве частот вращения или подач z и диапазоне регулирования D находится по формуле

$$\varphi = \sqrt[z]{D}.$$

Диапазон регулирования D определяется по формуле:

$$D = n_{\max} / n_{\min},$$

Значение φ округляют до стандартного значения: 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2,0.

Если известны $\varphi, z, n_{\max}, n_{\min}$, то можно определить любые промежуточные значения частот по общей формуле:

$$n_i = n_{i-1} \cdot \varphi,$$

где n_i, n_{i-1} – последующая и предшествующая частоты вращения в геометрическом ряду.

Таким образом, получаем формулу расчета максимальной частоты вращения:

$$n_{\max} = n_{\min} \cdot \varphi^{z-1}.$$

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ

Таблица 1.1

Условные обозначения различных типов передач

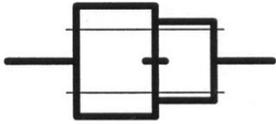
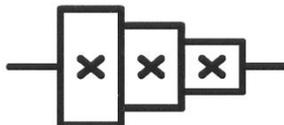
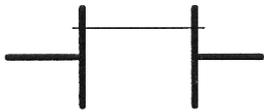
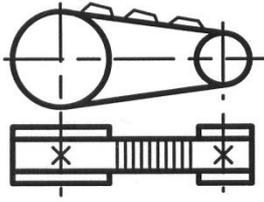
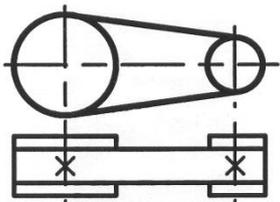
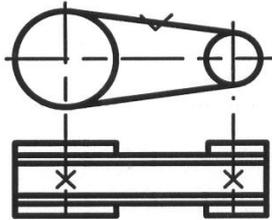
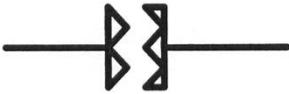
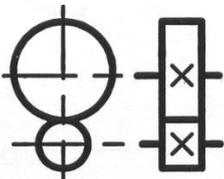
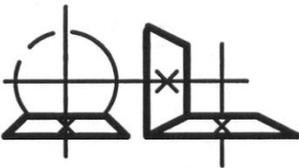
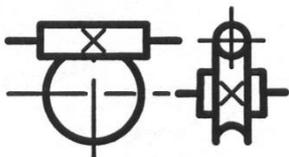
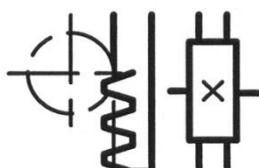
Блоки зубчатых колес		
<p>Подвижные</p> 	<p>Неподвижные</p> 	
Соединения валов		
<p>Глухое</p> 	<p>Предохранительной муфтой</p> 	<p>Шарнирное</p> 
Ременные передачи		
<p>С зубчатым ремнем</p> 	<p>С плоским ремнем</p> 	<p>С клиновым ремнем</p> 
Муфты		
<p>Кулачковая</p> 	<p>Односторонняя электромагнитная</p> 	<p>Фрикционная</p> 
Зубчатые передачи		
<p>Цилиндрическая</p> 	<p>Коническая</p> 	
<p>Червячная</p> 	<p>Ресечная</p> 	

Таблица 1.2

Условные обозначения различных типов подшипниковых опор

Тип подшипника	Радиальный	Радиально-упорный односторонний	Радиально-упорный двухсторонний	Упорный двухсторонний
Без уточнения типа				
Скольжения				
Качения шариковый				
Качения роликовый				

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ

1. Ознакомьтесь с устройством коробки скоростей и определить назначение и принцип действия каждого механизма.
2. Проследить пути передачи движения от электродвигателя к шпинделю коробки скоростей.
3. Определить механизмы, с помощью которых изменяются частоты вращения шпинделя; изучить устройство этих механизмов и способы управления ими.
4. Внимательно осмотреть и определить тип, устройство и расположение опор всех валов.
5. Пользуясь условными обозначениями, последовательно (по пути передачи движения от электродвигателя к шпинделю) составить эскизную кинематическую схему коробки скоростей, выдерживая соотношение размеров деталей в приблизительном масштабе, т. е. сохраняя пропорцию деталей, соблюдая толщину линий элементов кинематических цепей.
6. Указать характер посадок на валы шкивов, зубчатых колес, муфт, тормозов и других деталей. Взаимно расположить валы на схеме

так, чтобы существующие на станке варианты зацеплений зубчатых колес были изображены ясно и четко.

7. Изобразить на схеме опоры валов, показав соответствующим условным обозначением, какой тип подшипника поддерживает каждый конец вала.

8. Последовательно, начиная от источника движения, определить параметры звеньев каждой кинематической пары: диаметры шкивов, числа зубьев и диаметры зубчатых колес.

9. Определить модули зубчатых колес по следующей формуле:

$$m = P/\pi$$

где P – шаг зубчатого зацепления, мм; z – число зубьев зубчатого колеса; h – высота зуба зубчатого колеса, мм.

10. Таким образом, определяются модули всех зубчатых колес в коробке скоростей.

11. Определить все частоты вращения шпинделя. Частота вращения шпинделя определяется из уравнения кинематического баланса главного движения:

$$n_{эл} \cdot i_{рем} \cdot 0,985 \cdot i_{к.с.} = n_{шп}$$

где $n_{эл}$ – частота вращения электродвигателя, об/мин; $i_{рем}$ – передаточное отношение ременной передачи; 0,985 – коэффициент, учитывающий скольжение ремней; $i_{к.с.}$ – общее передаточное отношение коробки скоростей; $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6$ – передаточные отношения зубчатых передач в коробке скоростей между валами I и II, II и III, III и IV, IV и V, V и VI, VI и VII соответственно; $n_{эл} \cdot i_{рем} \cdot 0,985 = c$ – частота вращения вала I коробки скоростей.

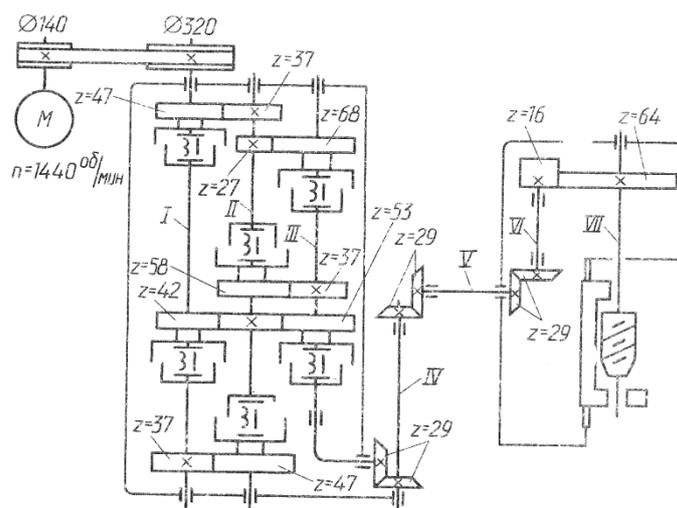


Рис.1.1. Кинематическая схема зубофрезерного станка

Для зубофрезерного станка, изображенного на рисунке 1.1,
 $c = (1440 \cdot 140) / 320 \cdot 0,985 = 620$ об/мин,

$$n_{\text{шп}}(1) = c \cdot i_{\text{к.с.}} = 620 \cdot \frac{37}{47} \cdot \frac{27}{68} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 48,45 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(2) = 620 \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{27}{68} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 61,54 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(3) = 620 \cdot \frac{47}{37} \cdot \frac{27}{68} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 78,18 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(4) = 620 \cdot \frac{37}{47} \cdot \frac{42}{53} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 96,7 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(5) = 620 \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{42}{53} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 122,83 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(6) = 620 \cdot \frac{47}{37} \cdot \frac{42}{53} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 156,03 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(7) = 620 \cdot \frac{37}{47} \cdot \frac{58}{37} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 191,27 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(8) = 620 \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{58}{37} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 242,97 \text{ об/мин};$$

$$n_{\text{шп}}(9) = 620 \cdot \frac{47}{37} \cdot \frac{58}{37} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 308,64 \text{ об/мин};$$

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ

На равном расстоянии друг от друга проводят вертикальные линии, число которых равно числу валов коробки скоростей плюс вал электродвигателя (если имеется ременная передача): на расстоянии, равном $lg\phi$, проводят горизонтальные линии (по количеству частот вращения), которым присваивают (снизу вверх) порядковые номера частот вращения. Лучи, проведенные между вертикальными линиями, обозначают передачу между двумя валами с соответствующим передаточным отношением, которое ранее определено.

По найденным передаточным отношениям определяют числа зубьев зубчатых колес.

В станкостроении межосевые расстояния, суммы чисел зубьев сопряженных колес, числа зубьев червячных колес и модули нормализованы.

При постоянном расстоянии между осями ведущего и ведомого валов и одинаковом модуле колес группы передач сумма чисел зубьев каждой пары зубчатых колес является постоянной величиной, т. е. $\sum z = z_1 + z_2 = z_3 + z_4 = \dots = const$.

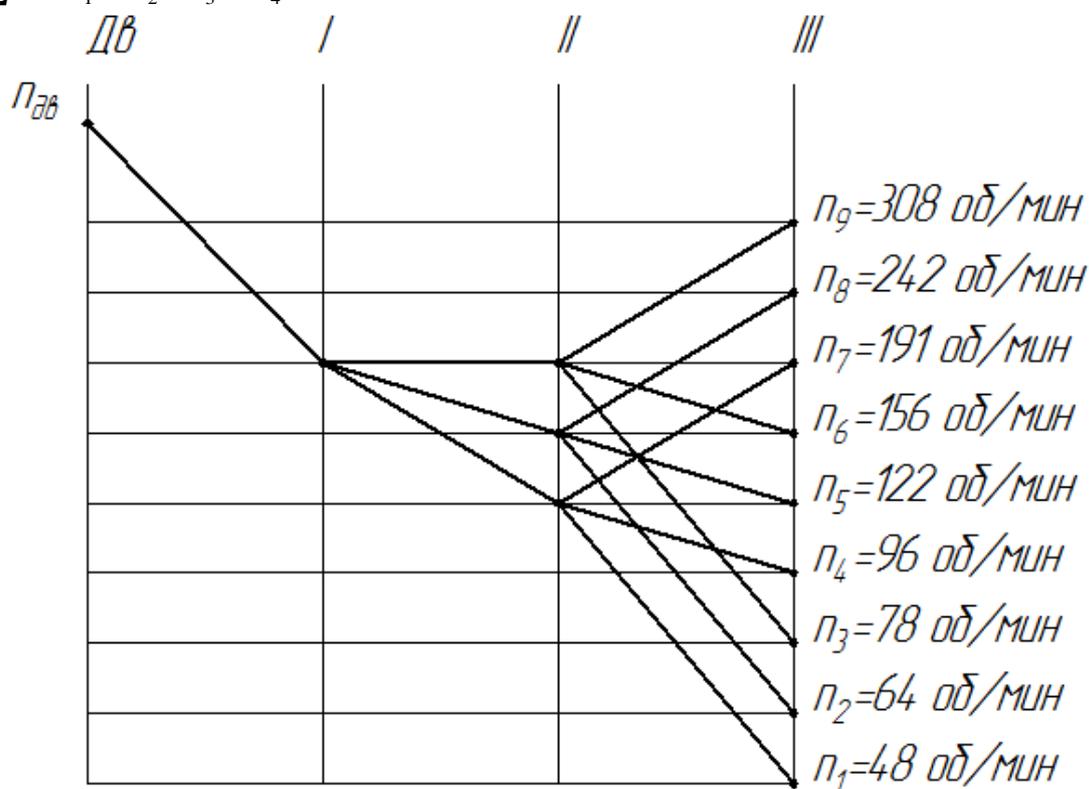


Рис.1.2. График частот вращения валов коробки скоростей

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Что такое передаточное отношение? Что именно оно характеризует и как рассчитывается для различных типов передач?
2. В чем заключается принципиальное отличие коробки скоростей от редуктора?
3. Чем функционально отличается вал от оси?
4. Какую функцию выполняют муфты в коробках скоростей? Какие типы муфт вы знаете? Объясните принцип работы и назначение электромагнитной муфты.
5. Какие типы механизмов переключения скоростей вы еще знаете?
6. Что такое вариатор? Как он устроен? Какие типы вариаторов вы знаете?

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. НАСТРОЙКА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ

ГЛОССАРИЙ

Блокировочное устройство – механизм, предназначенный для блокировки вращения/движения другого механизма или детали.

Гитара станка (гитара сменных колес) – узел металлорежущего станка для уменьшения или увеличения скорости подачи. На валах гитары устанавливают сменные зубчатые колеса, подбор которых расширяет возможности регулирования скоростей движений, создаваемых станком.

Главное движение – обеспечивает снятие стружки с обрабатываемой детали. В токарном станке главное движение передается на шпиндель с заготовкой, а в сверлильном, фрезерном и шлифовальном на инструмент.

Движение подачи – обеспечивает обработку всей поверхности. Выполняется с небольшой скоростью. Может передаваться как заготовке (движение стола на фрезерных станках), так и инструменту (движение суппорта в токарных станках). Характер движения: вращательный, круговой, поступательный, прерывистый.

Дюймовая резьба – резьба с профилем в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° .

Коробка подач – механизм металлорежущего станка, предназначенный для изменения подачи. Состоит из переключаемых зубчатых передач, которые помещены в корпус (коробку).

Лимб – металлическое кольцо с равномерно расположенными штрихами, важная часть угломерных инструментов.

Маточная гайка – гайка (обычно разъемная) ходового винта металлорежущего станка, сообщающая прямолинейное движение суппорту или другому узлу станка.

Метрическая резьба – резьба с профилем в виде равностороннего треугольника (угол при вершине 60°).

Механизм перебора – устройство, которое уменьшает частоту вращения вала.

Множительный механизм – механизм увеличения шага нарезаемой резьбы.

Модульная резьба – резьба, шаг которой равен произведению модуля m на число π , т.е. $p = m \cdot \pi$. Модульная метрическая резьба имеет профиль в виде трапеции с углом при вершине 40° .

Муфта – см. глоссарий к лаб. раб №1.

Перебор – устройство, которое уменьшает частоту вращения шпинделя.

Планшайба – приспособление в виде фланца, которое устанавливается на шпинделе металлорежущего станка для закрепления на нем обрабатываемых деталей или инструмента.

Полумуфта – подвижная или неподвижная часть сцепной муфты.

Предохранительный механизм – устройство предотвращающее поломку исполнительного механизма (или его части) при перегрузках.

Трензель – промежуточная качающаяся шестерня, двухзвенный реверсивный механизм.

Фартук станка – узел металлорежущего станка, на котором сверху расположен суппорт, а внутри передачи от ходового вала к зубчатому колесу с рейкой и винту поперечных салазок, гайка ходового винта, а также механизмы включения и выключения подачи, реверсирования, блокирования и т. д.

Ходовой вал – деталь металлорежущего станка, приводящая в движение механизмы подвижных узлов (суппорт, салазки и т.п.) через систему зубчатых колёс.

Ходовой винт – деталь металлорежущего станка, служащая для сообщения прямолинейного движения различным узлам (суппорт, салазки и т.п.). Сцепляется с маточной гайкой.

Шпиндель – вращающийся вал металлорежущего станка с устройством для закрепления обрабатываемого изделия или режущего инструмента.

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Готовность к выполнению настройки токарно-винторезного станка, умение читать кинематические схемы, способность составлять и решать уравнения кинематического баланса.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить устройство и управление токарно-винторезным станком модели 16Б05АФ10.
2. Изучить кинематическую и структурную схему станка.
3. Составить уравнения кинематического баланса для главного движения, движения подачи и кинематических цепей на нарезание метрической, дюймовой и модульной резьбы.

4. Настроить станок на нарезание резьбы однопрофильным резьбовым резцом. Исходные данные для лабораторной работы выдаются преподавателем.

5. Составить отчет о проделанной работе.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Станок особо высокой точности мод. 16Б05АФ10 предназначен для выполнения различных токарных получистовых и чистовых работ высокой точности. Он применяется для нарезания метрических, дюймовых и модульных резьб. Станок является уникальным по своей конструкции. В нем используются высокоточные гидростатические подшипники и рама повышенной жесткости, что обеспечивает качество обрабатываемой поверхности и точность работы высокого класса. Изменение частот вращения шпинделя бесступенчатое, посредством вариатора. Пределы частот вращения шпинделя от 25 до 2500 мин⁻¹. Станок не используется для обдирочных и черновых работ. Технические характеристики станка приведены в таблице 2.1, кинематическая схема на рис. 2.1, расположение частей станка в Приложении А.

Таблица 2.1

*Технические характеристики
токарно-винторезного станка 16Б05АФ10*

Параметр	Значение	Единицы измерения
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	250	мм
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	145	мм
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	500	мм
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	25	мм
Пределы частот вращения шпинделя	25-2500	об/мин
Количество подач:		
продольных	28	-
поперечных	28	-
Пределы подач:		
продольных	0,01-0,35	мм/об
поперечных	0,005-0,175	мм/об
Пределы шагов нарезаемых резьб:		
метрических	0,2-28	мм
модульных	0,1-14	модуль
дюймовых	96-5	витки на дюйм

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА СТАНКА 16Б05АФ10

Шпиндель I получает вращение от электродвигателя М через вариатор с ведущим шкивом 1 ($\text{Ø}93\dots177$) и ведомым шкивом 2 ($\text{Ø}177\dots93$), двухступенчатую коробку передач 3 (коробка переключения диапазонов), клиноременную передачу со шкивами $\text{Ø}100$ и 113, втулку 4, свободно сидящую на шпинделе. С втулки вращение может передаваться шпинделю либо через кулачковую муфту 5, либо через перебор зубчатыми колесами.

Изменение частоты вращения ведомого вала вариатора осуществляется осевым перемещением подвижного диска ведомого шкива 2. При управлении вариатором посредством рукоятки 9 планетарный механизм (с зубчатыми колесами $z=44, 120, 44, 120$) сообщает вращение лимбу 10 отсчета частоты вращения шпинделя. Вариатор в сочетании с коробкой переключения диапазонов позволяет получить частоты вращения шпинделя: $25\dots104; 75\dots312; 200\dots833; 600\dots2500$ об/мин.

При включении «нормальной» подачи и нарезании резьб движение на суппорт передается от шпинделя I – при включении зубчатых колес $z=30-60$ (как показано на рис. 2.1.) либо от втулки 4 – при включении колеса $z=60$ вала II с колесом $z=30$ втулки 4 (с включением перебора). Это движение включается при нарезании резьб с крупным шагом. Оно дает восьмикратное увеличение шага резьбы. Реверс вращения шпинделя осуществляется электродвигателем.

Механизм коробки подач может получать вращение от шестеренчатого или ременного привода. Эти два привода между собой заблокированы. При включении шестеренчатого привода вал III коробки подач получает вращение от вала II через зубчатые колеса $z=20\dots25$ или $z=20-24-25$ (трэнзель), зубчатые колеса гитары a, b, c, d (колеса b и c располагаются на одном валу). Множительный механизм коробки подач, при неизменной настройке гитары, позволяет получить 28 ступеней «нормальных» подач (четыре ступени повторяются) или ряда стандартных шагов резьб.

При осевом перемещении шестерни $z=25$ (с полумуфтой) вала IV влево включается вращение ходового вала V через зубчатые колеса $z=25-38, z=27-36$. При смещении полумуфты вправо включается вращение ходового винта VI. Прямое соединение ходового винта с гитарой осуществляется смещением скользящего блока $z=42, 32$ (с полумуфтой) влево. Требуемый шаг резьбы в этом случае обеспечивается соответствующим подбором колес гитары.

От ходового вала V вращение передается через плавающую муфту 6, червячную пару $z=1, z=27$, планетарный механизм (с шестернями $z=45,$

Для нарезания многозаходной резьбы необходимо движение деления $D(V_4)$. Кроме того, в станке необходимо наличие вспомогательных движений и движений управления, о которых будет указано ниже.

Кинематическая структура станка при нарезании резьбы состоит из одной сложной кинематической группы $\Phi_v(V_1P_2)$. Эта группа состоит из внутренней кинематической связи, обеспечивающей траекторию движения и внешней кинематической связи, передающей движение от двигателя во внутреннюю кинематическую связь

Движение резания $\Phi_v(V_1P_2)$ – движение сложное и внутренняя кинематическая связь этой группы состоит из следующей кинематической цепи (при нарезании метрических, дюймовых и модульных резьб нормальной точности):

1. по структурной схеме (рис. 2.2): шпиндель \rightarrow точка 2 \rightarrow реверс $P_1 \rightarrow$ гитара $i_x \rightarrow$ точка 3 \rightarrow (точка 5 \rightarrow ходовой винт – при нарезании точных резьб) \rightarrow коробка подач $i_s \rightarrow$ точка 4 \rightarrow точка 5 \rightarrow ходовой винт при нарезании резьб стандартных нормальной точности;

2. по кинематической схеме (рис. 2.1): шпиндель \rightarrow шестерни 30/60 \rightarrow вал II \rightarrow трензель 20/25 (или реверс 20/24 \cdot 24/25) \rightarrow гитара $i_x \rightarrow$ вал III \rightarrow шестерни 35/28 (или 32/28) \rightarrow шестерни 36/30 (или 28/32, или 17/20, или 28/35) \rightarrow шестерни 42/21 (или 21/72) \rightarrow шестерни 35/28 (или 32/28) \rightarrow вал IV \rightarrow сцепная муфта \rightarrow вал VI (ходовой винт).

Внешняя кинематическая связь группы (при нарезании метрических, дюймовых и модульных резьб нормальной точности):

1. по структурной схеме (рис. 2.2): электродвигатель M \rightarrow точка 1 \rightarrow точка 2 \rightarrow шпиндель;

2. по кинематической схеме (рис. 2.1): электродвигатель M \rightarrow вариатор \rightarrow двухступенчатая коробка передач \rightarrow клиноременная передача \rightarrow Движение V_4 (только при нарезании многозаходных резьб) \rightarrow шпиндель I.

Движение резания $\Phi_v(V_1P_2)$ – движение сложное с незамкнутой траекторией, и поэтому кинематическая группа скорости резания имеет все пять органов настройки на траекторию, путь, скорость, направление и исходную точку.

На траекторию группа $\Phi_v(V_1P_2)$ может настраиваться двумя путями. При нарезании стандартных резьб нормальной точности органами настройки являются гитара i_x и коробка подач i_s , которые используются и для образования подач при токарной обработке. Станок имеет два различных конечных звена привода продольного движения суппорта. При нарезании резьбы им является ходовой винт, который для уменьшения

его износа и увеличения долговечности отключается при обработке на станке менее точных токарных деталей. В этом случае конечным звеном продольного перемещения суппорта является пара рейка шестерня. Рейка неподвижно закреплена на станине станка, а реечная шестерня закреплена в фартуке суппорта и перемещает суппорт по направляющим станка. Одновременное включение ходового вала и ходового винта невозможно.

При нарезании нестандартных резьб или резьб повышенной точности для уменьшения длины кинематической цепи и увеличения точности нарезания резьбы, используется только гитара i_x с непосредственным выходом на ходовой винт. Для получения левого или правого направления винтовой линии используется тrenzель (двухзвенный реверс).

Группа $\Phi_v(B_1\Pi_2)$ на скорость движения настраивается органом i_v (коробкой скоростей), на направление – двигателем М (реверс вращения шпинделя осуществляется электродвигателем), на путь и исходную точку – вручную оператором.

Коробка скоростей i_v в данной модели станка состоит из трех различных механизмов: вариатора, двухступенчатой коробки скоростей и перебора. Вместе они позволяют получить широкий диапазон частот вращения на шпинделе – от 25 до 2500 об/мин.

НАСТРОЙКА ГИТАРЫ СМЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Гитара соединяет шпиндель с коробкой подач. Для «нормальных подач», продольных чистовых подач и нарезания метрической резьбы, используются стандартный набор из трех зубчатых колес $a=27$, $b=c=66$ (одно колесо), $d=54$ с передаточным отношением гитары $i_x = 27/54$.

Для нарезания модульной резьбы используется набор из четырех зубчатых колес $a=36$, $b=27$, $c=43$, $d=73$ с передаточным отношением гитары $i_x = \frac{36}{27} \cdot \frac{43}{73}$.

Для нарезания дюймовых резьб используется четыре комплекта зубчатых колес:

1. $a=35$, $b=36$, $c=43$, $d=79$, $i_x = \frac{35}{36} \cdot \frac{43}{79}$;
2. $a=36$, $b=27$, $c=43$, $d=79$, $i_x = \frac{36}{27} \cdot \frac{43}{79}$;
3. $a=40$, $b=66$, $c=43$, $d=79$, $i_x = \frac{40}{66} \cdot \frac{43}{79}$;
4. $a=40$, $b=54$, $c=43$, $d=79$, $i_x = \frac{35}{54} \cdot \frac{43}{79}$.

УРАВНЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОГО БАЛАНСА

Для вывода расчетных формул на кинематической схеме станка выделяют расчетные кинематические цепи, выявляют конечные звенья этих цепей, взаимную зависимость в движении конечных звеньев (расчетные перемещения) и составляют уравнение кинематического баланса расчетной кинематической цепи. Уравнение решается относительно передаточного отношения органа настройки. Переменные по величине члены уравнения вносятся в расчетную формулу как самостоятельные множители, а постоянные члены уравнения вводятся общим числовым коэффициентом, например:

$$i_x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 14,5 \cdot \frac{P_p}{P_{x.b.}}$$

РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

1. V – скорость резания, м/мин. Выбирается по таблице 2.2 режимов резания. В таблице приведены режимы резания для нарезания резьбы инструментом из быстрорежущей стали. Для инструмента из твердого сплава, скорость резания необходимо определить по справочнику в зависимости от марки твердого сплава.

Таблица 2.2

Режимы резания

Метрическая резьба									
P_p , мм	1,5	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
V , м/мин	5,8-9,2	7,6-8,5	7,5-8,5	10,8-11,8	11,4-13	14,7-16	15-16,5	15,7-17	17-18

2. n – частота вращения шпинделя (заготовки). Рассчитывается по формуле:

$$n_{ум.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \text{ мин}^{-1}$$

3. Число проходов при нарезании резьбы определяется по таблице 2.3 исходя из шага нарезаемой резьбы. В таблице приведены значения для резцов из быстрорежущей стали. Для резцов из твердого сплава число черновых проходов может быть уменьшено на 1-2, а чистовых на 1. При нарезании многозаходных резьб, количество проходов необходимо увеличить на 1-2 хода для каждого захода резьбы.

Таблица 2.3

Нормативы режимов резания

Шаг, мм	Сталь, чугун, бронза и латунь	
	Число проходов	
	черновых	чистовых
1	3	3
1,25-1,50	4	3
1,75	5	3
2-3	6	3
3,5-6,0	6	4

ФОРМУЛЫ НАСТРОЙКИ

1. Коробка скоростей

$$i_v = \frac{n_{un}}{c}$$

2. Гитара подач при нарезании резьб повышенной точности

$$i_x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{1}{c_1} \cdot \frac{P_p}{P_{x.b.}}$$

При нарезании стандартных резьб нормальной точности

$$i_x \cdot i_s = \frac{1}{c_2} \cdot \frac{P_p}{P_{x.b.}}$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Покажите на станке кинематические связи группы движения резания $\Phi v(B_1\Pi_2)$, внутреннюю и внешнюю связи, звено соединения этих связей и органы настройки.

2. Каким методом получают образующую и направляющую линии резьбы?

3. Как изменить направление нарезаемой резьбы?

4. Покажите на станке кинематическую группу деления Д(В4). Что в нее входит?

5. Что изменится в настройке станка при переходе к нарезанию нестандартных резьб от стандартных?

6. Как осуществляется нарезание резьб увеличенного шага? Как изменится структура станка в этом случае?

ПОРЯДОК РАБОТЫ НА СТАНКЕ МОДЕЛИ 16Б05АФ10 ПРИ НАРЕЗАНИИ МНОГОЗАХОДНОЙ РЕЗЬБЫ

1. Установите и закрепите заготовку.
2. Установите и закрепите резцы – проходной и резьбовой. Максимальный вылет резцов – 30 мм.
3. При необходимости, обработайте наружную поверхность заготовки проходным резцом, для получения требуемого наружного диаметра. Затем, необходимо повернуть резцедержатель таким образом, чтобы в рабочем положении оказался резьбовой резец.
4. Включите двигатель и правое вращение шпинделя. Вручную подведите суппорт и коснитесь резцом заготовки. Отведите суппорт от заготовки в продольном направлении. Установите лимб поперечной подачи на «нуль». Установить по лимбу требуемую глубину первого прохода.
5. Замкните маточную гайку ходового винта, после чего начнется продольное перемещение суппорта. Как только резец выйдет из контакта с заготовкой, включите обратное вращение шпинделя и одновременно отведите резец от заготовки.
6. Затем остановите шпиндель и выключите двигатель станка. После полной остановки двигателя проконтролируйте шаг винтовой линии. Для этого измерьте длину десяти шагов резьбы штангенциркулем. Если настройка выполнена правильно, включите двигатель, установите глубину второго прохода, включите шпиндель и сделайте второй проход. После второго прохода контролировать шаг резьбы не нужно.
7. Выполните требуемое число черновых и чистовых проходов, которые необходимы для нарезания полного профиля первого захода резьбы.
8. Выключите двигатель станка. Резец установите в нулевое положение. Разъедините коробку подач и шпиндель станка. Для этого зубчатое колесо $z=60$ вала II установите в нейтральное положение.
9. Поверните шпиндель на требуемый угол по лимбу. После этого обратно соедините коробку подач и шпиндель станка.
10. Включите двигатель и шпиндель. Нарезьте второй заход резьбы (нарезание производить в несколько проходов).
11. Далее нарежьте требуемое число заходов резьбы.
12. Выключить станок. Произведите контроль нарезанной резьбы. Уберите стружку и протрите станок.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Настройка станка производится только при выключенном двигателе.
2. Касание резцом заготовки производить только при вращающемся шпинделе.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ПРОВЕРКА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА НА ТОЧНОСТЬ

ГЛОССАРИЙ

Биение – величина отклонения реальной оси вращения тела от идеальной (воображаемой).

Задняя бабка (бабка упорная, пиноль) – узел, который имеет конусное отверстие для установки центра, который поддерживает заготовку. Также используется для закрепления инструмента (например, сверла, зенкера, развертки) для обработки детали по оси с внешней стороны.

Индикатор – прибор для отметок изменений параметров механической системы.

Инструментальная оправка – используется для фиксации держателя инструмента в шпинделе. Инструментальные оправки наворачиваются на конец держателя инструмента и зависят от типа шпинделя.

Конус инструментальный – конический хвостовик инструмента (сверло, зенкер, фреза, развертка и т.д.) и коническое отверстие соответствующего размера (гнездо) в шпинделе или задней бабке станка. Предназначено для быстрой смены инструмента с высокой точностью центрирования и надёжностью. Существуют различные конусы, различающиеся по конусности (конус Морзе, конус метрический 1:20, конус 7:24 и др.)

Конус Морзе – одно из самых широко применяемых креплений инструмента. Был предложен Стивеном А. Морзе (также изобретатель спирального сверла) приблизительно в 1864 году. Конус Морзе подразделяется на восемь размеров, от KM0 до KM7 (англ. MT0-MT7, нем. MK0-MK7). Конусность от 1:19,002 до 1:20,047 (угол от 1°25'43" до 1°30'26") в зависимости от типоразмера.

Микрометр – универсальный инструмент (прибор), предназначенный для измерений линейных размеров абсолютным контактным методом в области малых размеров с высокой точностью (до 2 мкм), преобразовательным механизмом которого является микропара винт – гайка.

Передняя бабка (шпиндельная бабка) – шпиндельный узел, который сообщает вращательное движение обрабатываемой заготовке, детали или инструменту. Заготовка, в свою очередь, может закрепляться в (патроне зажимном, цанге или центрах).

Салазки – деталь металлорежущего станка или другой машины, предназначенная для перемещения инструмента, изделия или узла машины в двух (чаще всего взаимно перпендикулярных) направлениях и обычно имеющая две системы направляющих. Различают продольные, поперечные и поворотные салазки.

Суппорт – узел, предназначенный для крепления и ручного либо автоматического перемещения инструмента, например в станках.

Центрирующая шейка шпинделя – конец шпинделя, к которому крепится патрон токарного станка.

Шпиндель – вращающийся вал металлорежущего станка с устройством для закрепления обрабатываемого изделия или режущего инструмента.

Штифт индикатора – подпружиненный стержень, прижимаемый к измеряемой детали.

ЦЕЛИ

Готовность к экспериментальному определению точности токарно-винторезного станка, умение проверять геометрическую точность токарно-винторезного станка, способность анализировать и выявлять причины геометрических отклонений обрабатываемой детали.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить в литературе следующие вопросы:
 - способы образования поверхностей на станках токарной группы;
 - назначение станка;
 - конструкцию станка;
 - кинематическую схему станка;
 - технологические возможности станка;
 - способы установки деталей на токарном станке;
 - наладку станка на цилиндрическое, ступенчатое, коническое, фасонное точение;
 - наладку станка на обработку центральных отверстий;
 - наладку станка на нарезание различных типов резьб.
2. Изучить порядок и методику проведения экспериментов.
3. Провести опыты по проверке станка на геометрическую точность.
4. Результаты опытов сравнить с нормами точности (ГОСТ 18097-93) и сделать вывод о точности проверяемого станка.
5. Составить отчет о проделанной работе.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Одной из причин появления погрешностей механической обработки является неточность станков. Погрешности, допущенные в размерах и форме основных деталей станков и их взаимном расположении (плоскостность, цилиндричность, параллельность и перпендикулярность осей, соосность), называются геометрическими погрешностями станка.

Величины этих погрешностей определяется путем проверки станка в ненагруженном состоянии при неподвижном положении его частей и при медленном перемещении их от руки. В соответствии с требованиями к точности обработки изделий на металлорежущих станках (ГОСТ 8-71) установлено 5 классов точности станков: нормальной, повышенной, высокой, особо высокой точности и особо точные. Сокращенно обозначают Н, П, В, А, С. Для каждого класса существуют допустимые отклонения на геометрические параметры станка. Полная проверка станка на соответствие нормам точности предусматривает измерение геометрической точности, кинематической точности станка, точности и шероховатости обработанных образцов.

Проверяемый станок модели 16К20 является станком нормальной точности. Для полной оценки точности станков этой группы достаточно провести проверку геометрической точности с небольшими дополнениями.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Токарно-винторезный станок модели 16К20.
2. Индикатор с ценой деления 0,01 мм.
3. Микрометр.
4. Универсальная стойка для индикатора.
5. Цилиндрическая оправка длиной 300 мм.
6. Цилиндрическая оправка с коническим хвостовиком под конус Морзе №6.
7. Цилиндрическая оправка с коническим хвостовиком под конус Морзе №5.
8. Короткая цилиндрическая оправка с коническим хвостовиком, на торце которой вмонтирован шарик.

ПРОВЕРКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ СТАНКА

1. Проверка радиального биения центрирующей шейки шпинделя

При проверке индикатор устанавливают так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности шейки вращающегося шпинделя и был перпендикулярен к ее образующей (образующая цилиндра). Допускаемое значение радиального биения 10 мкм (рис.3.1).

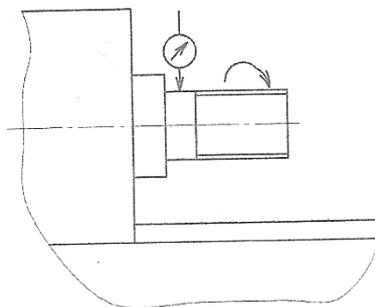


Рис.3.1. Схема установки индикатора для проверки радиального биения, центрирующей шейки шпинделя

2. Проверка перпендикулярности торцевой поверхности буртика шпинделя к оси вращения шпинделя

Индикатор устанавливают так, чтобы его измерительный штифт касался торцевой поверхности буртика шпинделя у его периферии (наружной поверхности). Шпиндель приводят во вращение от руки. Измерения производят не менее чем в двух диаметрально противоположных точках (рис.3.2). Погрешность определяется как наибольшая величина показаний индикатора. Допуск 20 мкм.

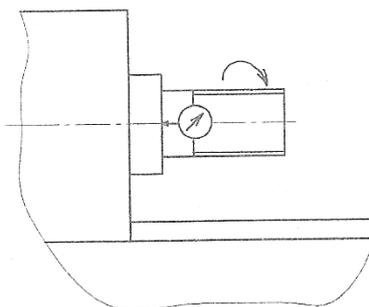


Рис.3.2. Схема установки индикатора для проверки радиального биения, центрирующей шейки шпинделя

3. Проверка радиального биения оси отверстия шпинделя

В отверстие шпинделя плотно вставляют цилиндрическую оправку с коническим хвостовиком под конус Морзе №6. Шрифт индикатора касается оправки. Шпиндель приводится во вращение (рис.3.3). Допускаемое биение у конуса шпинделя 10 мкм; на расстоянии 300 мм от конца – 20 мкм.

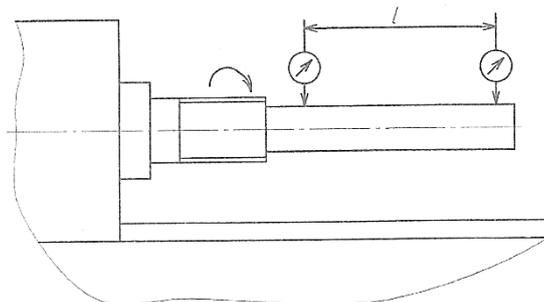


Рис.3.3. Схема установки индикатора для проверки радиального биения, центрирующей шейки шпинделя

4. Проверка параллельности оси шпинделя направлению продольного перемещения суппорта

В отверстие шпинделя плотно вставляют цилиндрическую оправку. Индикатор устанавливают так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки по ее верхней «а» и боковой «б» образующим. Суппорт перемещается вдоль станины. Отклонения измеряют по двум диаметрально противоположенным образующим (поворачивают шпиндель на 180°). Погрешность определяется как средняя арифметическая результатов обоих измерений в одной плоскости (вертикальной или горизонтальной).

Допускаемые отклонения по схеме на рис. 3.4:

- в позиции «а» – 30 мкм на длине 300 мм;
- в позиции «б» – 12 мкм на длине 300 мм.

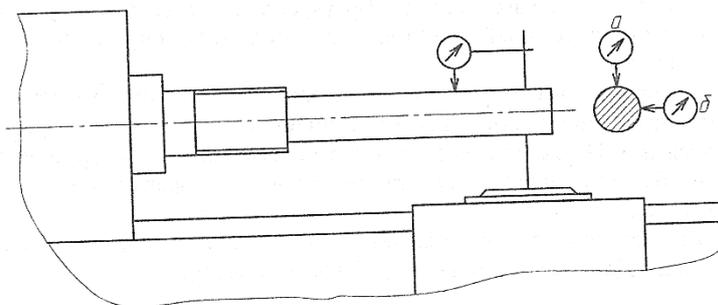


Рис.3.4. Схема установки индикатора для проверки радиального биения, центрирующей шейки шпинделя

5. Проверка осевого биения шпинделя

В отверстие шпинделя вставляют короткую оправку, торцевая поверхность которой перпендикулярна её оси. Индикатор должен быть установлен так, чтобы его измерительный штифт касался торца оправки

у его центра. Шпиндель приводится во вращение. Проверка производится при затянутых упорных подшипниках. Допуск 10 мкм (рис. 3.5).

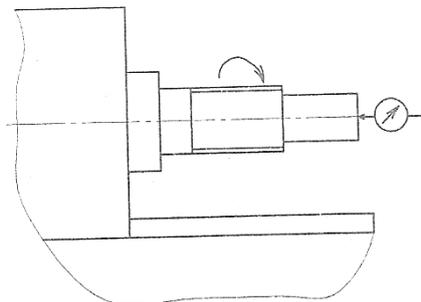


Рис.3.5. Схема установки индикатора для проверки радиального биения, центрирующей шейки шпинделя

6. Проверка параллельности направления перемещения салазок суппорта оси шпинделя

В отверстие шпинделя передней бабки плотно вставляют цилиндрическую оправку. Индикатор укрепляют на салазках суппорта так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки по ее боковой образующей.

Поворотная часть суппорта устанавливается в таком положении, чтобы при передвижении салазок показания индикатора по концам оправки были одинаковыми. После достижения этого положения индикатор переставляют так, чтобы его штифт касался поверхности оправки по ее верхней образующей.

Салазки суппорта перемещаются вдоль верхних направляющих на всю длину хода. Допуск 30 мкм на длине 300 мм (рис.3.6).

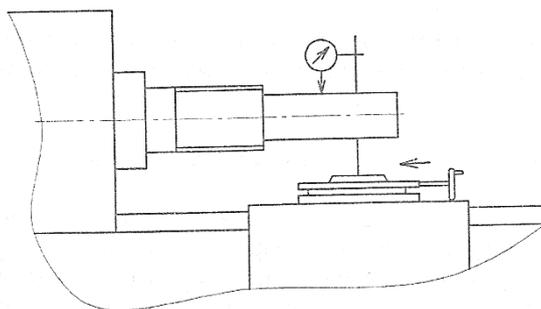


Рис.3.6. Схема установки индикатора для проверки параллельности направления перемещения салазок суппорта оси шпинделя

7. Проверка параллельности оси конического отверстия задней бабки (пиноли) направлению продольного перемещения суппорта

Цилиндрическая оправка плотно вставляется в отверстие пиноли. На суппорте устанавливают индикатор так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки. Суппорт перемещается вдоль станины на длину оправки. Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора. Допускаемое отклонение 30 мкм на длине 300 мм (рис.3.7).

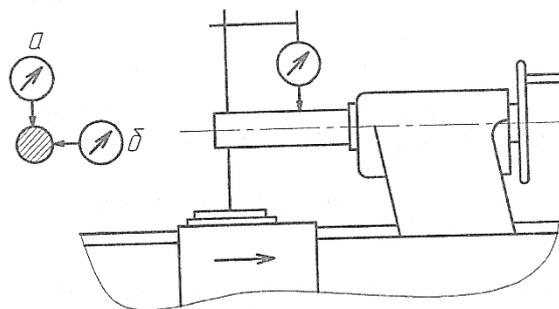


Рис.3.7. Схема установки индикатора для проверки параллельности оси конического отверстия задней бабки (пиноли) направлению продольного перемещения суппорта

8. Проверка параллельности перемещения пиноли направлению продольного перемещения суппорта

Пиноль вдвигается в заднюю бабку и зажимается. Индикатор укрепляют на суппорте так, чтобы его мерительный штифт касался поверхности пиноли (положение а) в точках, расположенных:

- а) на её верхней образующей;
- б) на её боковой образующей.

Пиноль освобождается, выдвигается на половину своего максимального хода и снова зажимается. Суппорт перемещается в продольном направлении до тех пор, пока штифт индикатора коснется образующей пиноли в той же точке, что и при первоначальной установке (положение б). Допускаются отклонения в позиции «а» – 30 мкм на длине 100 мм и в позиции «б» – 10 мкм на длине 100 мм (рис.3.8).

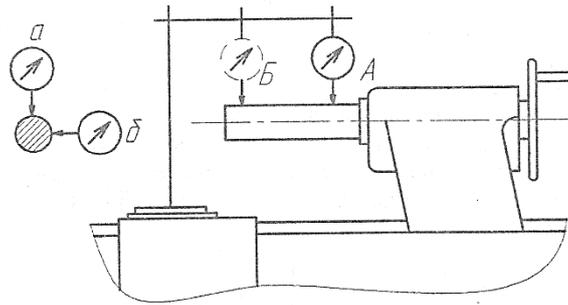


Рис.3.8. Схема установки индикатора для проверки параллельности перемещения пиноли направлению продольного перемещения суппорта

9. Проверка одновысотности расположения отверстия шпинделя и пиноли

Оси шпинделя и пиноли должны быть расположены на одинаковой высоте над направляющими станины. Для проверки, задняя бабка с полностью выдвинутой и зажатой пинолью устанавливается примерно на $1/3$ наибольшего расстояния между центрами. В отверстия шпинделя и пиноли плотно вставляются оправки с шейками одинакового диаметра. Индикатор укрепляется на суппорте так, чтобы его измерительный стержень касался верхних образующих оправки. Суппорт перемещают вперед и назад для определения наибольшего показания индикатора. Измерения производят у обоих концов оправок приблизительно на одинаковых расстояниях от центров. Погрешность определяется как разность наибольших показаний индикатора при обоих измерениях. Допустимое отклонение 60 мкм (ось отверстия пиноли может быть только выше оси отверстия шпинделя передней бабки) (рис.3.9).

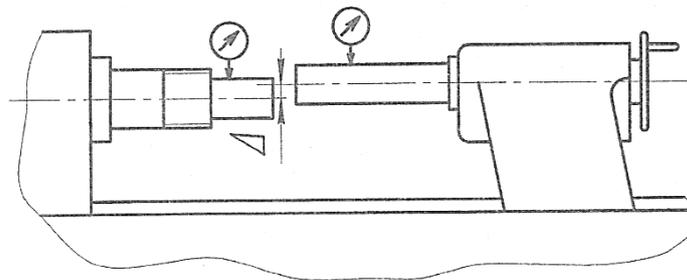


Рис.3.9. Схема установки индикатора для проверки одновысотности расположения осей отверстия шпинделя и пиноли

10. Точность детали после чистовой обточки на станке

Для определения точности деталь проверяют на овальность и конусность. Стальной валик обрабатывается зажатием в патроне или коническом отверстии шпинделя (без задней бабки). Диаметр валика должен

быть не менее 0,25 высоты центров, но не более 200 мм. После обточки валик измеряют микрометром.

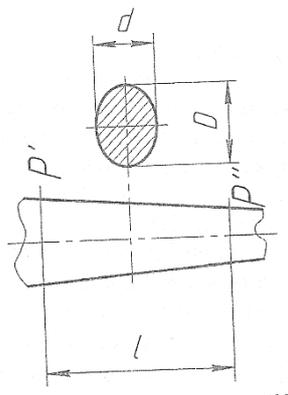


Рис.3.10. Эскиз детали для проверки точности изделия

При проведении лабораторных работ содержание всех этапов заносится в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Результаты выполнения лабораторной работы

№ п/п	Схема проверки	Что проверяется	Фактическое отклонение	Допускаемое отклонение

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Что такое геометрическая погрешность станка? На что она влияет?
2. Как влияет на форму детали радиальное биение шейки шпинделя?
3. Как влияет на форму детали не параллельность оси вращения шпинделя направлению продольного перемещения суппорта?
4. Как влияет не одновысотность расположения отверстия шпинделя и пиноли на форму детали и точность обработки?
5. Какие еще факторы кроме геометрической точности станка влияют на форму обрабатываемой детали и точность ее обработки?

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. НАСТРОЙКА ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА МОД. 5А308П НА НАРЕЗАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

ГЛОССАРИЙ

Байонетный паз – криволинейный паз на цилиндрической поверхности.

Гитара деления – гитара станка, предназначенная для настройки передаточного отношения между частотой вращения фрезы и частотой вращения заготовки.

Гитара подачи – гитара станка, предназначенная для настройки скорости подачи.

Гитара сменных колес – см. глоссарий к лаб. раб №2, определение «гитара станка».

Главное движение – см. глоссарий к лаб. раб №2.

Межцентровое расстояние – расстояние от центра вращения одной детали до центра вращения другой, например расстояние между центрами параллельных валов.

Модуль – см. глоссарий к лаб. раб №1.

Пиноль – см. глоссарий к лаб. раб №2, определение «Задняя бабка».

Полуавтомат – станок с неполным циклом автоматизации, для управления которым требуется оператор.

Реечная шестерня – шестерня в передаче рейка-шестерня

Телескопический вал – вал, который имеет возможность изменения длины вдоль оси вращения.

Траектория – линия в трёхмерном пространстве, представляющая собой множество точек, в которых находилась, находится или будет находиться материальная точка при своём перемещении в пространстве.

Универсальный шарнир (шарнир Гука) – механизм, передающий вращение от одного вала к другому, расположенному под углом. Состоит из С-образных цапф, расположенных на концах обоих валов, и крестовины, шарнирно соединённой с концами обеих цапф.

Цапфа – часть вала или оси, на которой находится опора (подшипник). Цапфа, находящаяся на краю вала, называется шип, в средней части вала – шейка. Концевая цапфа, воспринимающая осевые нагрузки – пята.

Червячная фреза – инструмент, который предназначен, чтобы нарезать цилиндрические зубчатые колеса и шлицевые валы с эвольвентным профилем. Одним из названий для червячной фрезы служит название – фреза эвольвентная.

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Готовность к настройке зубофрезерного станка на нарезание цилиндрических прямозубых зубчатых колес, умение читать кинематические схемы, способность провести наладку зубофрезерного станка и нарезать зубчатое колесо с заданными параметрами.

ЗАДАНИЕ

1. Изучить устройство и управление зубофрезерным станком модели 5А308П.
2. Изучить кинематическую и структурную схему станка.
3. Составить уравнения кинематического баланса для гитары подач и гитары деления.
4. Настроить станок на нарезание цилиндрического зубчатого колеса с заданными параметрами.
5. Составить отчет о проделанной работе.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Зубофрезерный станок 5А308П является полуавтоматическим станком повышенной точности. Он предназначен для фрезерования цилиндрических колес из чугуна, стали, легированных сталей, легких сплавов и пластмасс методом обкатки в условиях мелкосерийного, серийного и крупносерийного производства.

Полуавтомат работает по способу обкатки червячной фрезы и обрабатываемого колеса. Полуавтомат имеет горизонтальную компоновку с фрезерной кареткой, перемещающейся по направляющим параллельно оси заготовки. Шпиндель инструмента, установленный на вертикальном суппорте каретки, получает вращение через телескопический универсальный шарнир.

Настройка числа оборотов фрезы производится переключением коробки скоростей, а настройка величины подачи и числа обрабатываемых зубьев – гитарами сменных колес.

Делительный червяк выполнен с прогрессивным шагом для регулировки зазора в делительной червячной паре.

Включение станка по полуавтоматическому циклу производится рукояткой подъема фрезы на межцентровое расстояние обработки.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Зубофрезерный полуавтомат 5А308П является станком повышенного класса точности. Предназначен для фрезерования прямозубых цилиндрических колес с модулем до 1 мм по латуни и до 0,75 мм по стали

с наружным диаметром заготовок до 80 мм. Максимальная ширина венца нарезаемого зубчатого колеса не более превышать 100 мм.

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ И СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СТАНКА 5А308П

Ввиду относительной простоты кинематической и структурной схемы зубофрезерного станка данной модели, будем рассматривать их совместно. Структурная схема станка показана на рис.4.1, а кинематическая схема на рис.4.2.

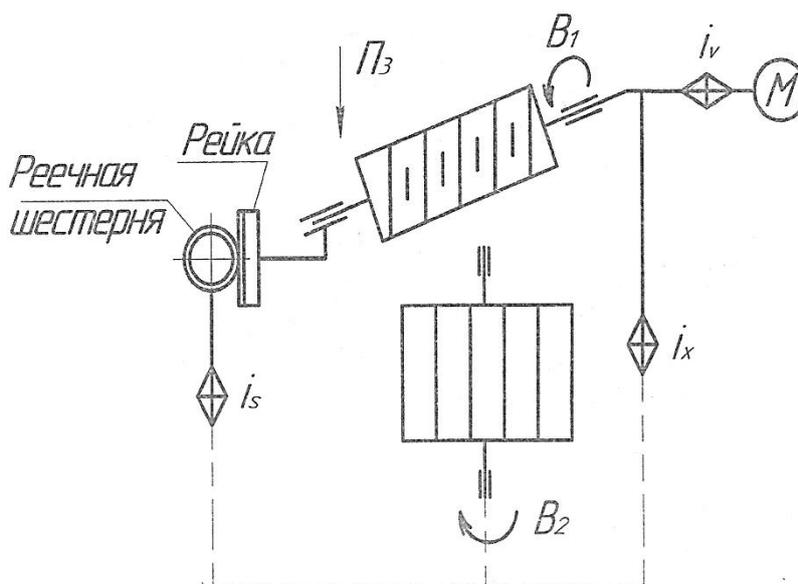


Рис.4.1. Структурная схема зубофрезерного станка

В данной модели зубофрезерного станка создаются два формообразующих движения. Движение $\Phi_v(B_1B_2)$ является главным движением и служит для получения образующей линии зуба (эвольвенты) методом огибания. Движение $\Phi_s(\Pi_3)$ является движением подачи и служит для получения направляющей линии зуба (прямой, параллельной оси заготовки) методом касания. Кроме этих движений, в станке имеется ряд установочных движений (например, для установки фрезы на глубину резания, на исходную точку) и вспомогательных движений для перемещения фрезерной каретки.

Группа $\Phi_v(B_1B_2)$ является сложной и имеет внутреннюю связь по следующей кинематической цепи: вращение B_1 фрезы \rightarrow шарнирно-телескопический вал IV \rightarrow сменные шестерни гитары деления i_x \rightarrow червячная передача $1/50$ \rightarrow вращение B_2 обрабатываемого зубчатого колеса. Внешняя связь группы состоит из следующих элементов: электродвигатель M_1 \rightarrow коробка скоростей i_v со структурной формулой $z=3 \times 2=6$ \rightarrow

клиноременная передача 175/106 → вал III, на котором ведомый шкив $D=106$ является узлом соединения связей.

Движение $\Phi_v(B_1B_2)$ – сложное с замкнутой траекторией, поэтому настраивается сразу на 3 параметра:

1. на скорость – коробкой скоростей i_v ;
2. на траекторию – гитарой деления i_x ;
3. на направление – реверсом электродвигателя.

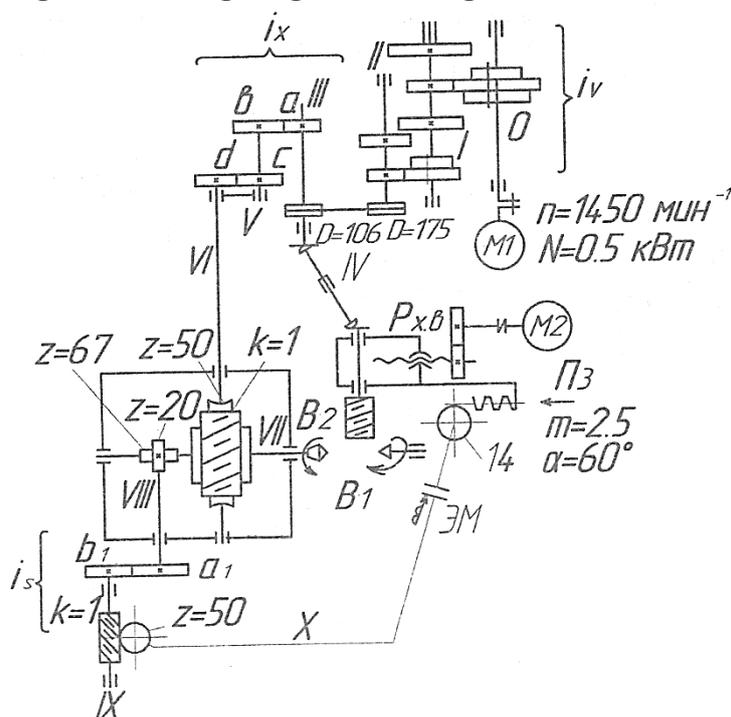


Рис.4.2. Кинематическая схема станка модели 5A308П

Группа $\Phi_s(\Pi_3)$ – простая. Её внутренняя связь является кинематической парой трения скольжения в направляющих между станиной станка и фрезерной кареткой. Внешняя связь ее идет также, как и для группы Φ_v до вала III, а далее → гитара деления i_x → вал VI → червячная передача 1/50 → вал VII → винтовая цилиндрическая передача 20/67 → вал VIII → гитара подачи i_s → вал IX → червячная передача 1/50 → вал X → электромагнитная муфта → цилиндрическая шестерня $z=14$ с винтовым зубом → косозубая рейка, жестко связанная с фрезерной кареткой.

Движение Φ_s – простое и осуществляется по незамкнутой траектории и настраивается следующим образом:

1. на скорость – гитарой подачи i_s ;
2. на исходную точку – маховичком;
3. на путь – упорами.

На направление группа не настраивается, т.к. фрезерование всегда

осуществляется от заднего центра к шпинделю изделия.

Для установочных и вспомогательных движений имеется отдельный электродвигатель M_2 , который выполняет ускоренные перемещения фрезерной каретки с передачей движения на ходовой винт с шагом $P_{х.в.}$. Эта группа простая с незамкнутой траекторией и настраивается лишь направление движения. Для этого используется реверсирование электродвигателя. При включении электродвигателя M_2 электромагнитная муфта выключается и движение на фрезерную каретку со стороны привода движения подачи через рейку-шестерню прекращается для предотвращения одновременного движения от двух приводов и поломки слабого звена.

РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ПРИ НАЛАДКЕ СТАНКА

Скорость резания V (м/мин) при работе червячной фрезой из быстрорежущей стали выбирается по таблице 4.1 режимов резания.

Таблица 4.1

Режимы резания

Обрабатываемый материал	V (м/мин)	
	Черновая обработка	Чистовая обработка
Чугун	16-20	20-25
Сталь $\sigma_B=600$ МПа	25-28	30-35
Сталь $\sigma_B=750$ МПа	20-25	25-30
Бронза	25-40	25-40
Пластмассы	25-50	25-50

Частота вращения фрезы рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{фр}} \text{ мин}^{-1},$$

где V – скорость резания, выбранная по таблице 4.1, м/мин; $d_{фр}$ – наружный диаметр фрезы, мм.

По расчетной частоте вращения n_p в коробке скоростей станка устанавливается ближайшая меньшая частота вращения фрезы из ряда $n_{фр} = 333 - 516 - 714 - 1000 - 1400 - 1932 \text{ мин}^{-1}$ и окончательно уточняется действительная скорость резания.

Скорость движения подачи S мм/об зависит от требуемой шероховатости обработанной поверхности зубьев, точности изготовления и необходимой стойкости режущих кромок фрезы. Чем меньше величина S , тем меньше шероховатость обработанной поверхности.

В гитаре подач i_x , можно установить следующие значения подач $S = 0,1 - 0,152 - 0,253 - 0,38 - 0,57 - 0,96 - 1,42 \text{ мм/об}$, используя имеющийся набор сменных зубчатых колес.

ГИТАРА ПОДАЧ

Уравнение кинематического баланса настройки группы Φ_s на скорость имеет вид:

$$1 \text{ об.заг.} \cdot \frac{20}{67} \cdot i_s \cdot \frac{1}{50} \cdot T = S \text{ мм/об.},$$

где T – шаг винтовой линии реечной шестерни (рис.4.3); i_s – передаточное отношение гитары подач, которое определяется по формуле:

$$i_s = a_1/b_1,$$

где a_1 и b_1 – соответствующие числа зубчатых колес гитары подач.

На рис.4.3 показана развертка винтовой линии на делительном диаметре ($d = \pi \cdot m_s \cdot z_{p.ш.}$) реечной шестерни. За 1 оборот реечной шестерни рейка и связанная жестко с ней фрезерная каретка переместятся на величину T в направлении оси нарезаемого зубчатого колеса. Поэтому:

$$T = \frac{\pi \cdot m_s \cdot z_{p.ш.}}{\operatorname{tg} 60^\circ} = \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 14}{1,732} = 63,4 \text{ мм.}$$

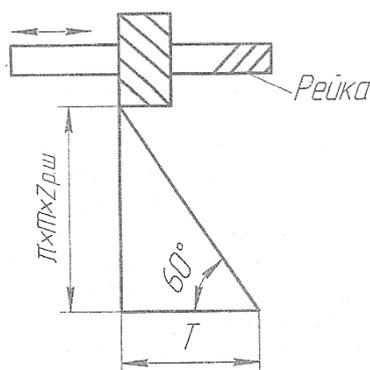


Рис.4.3. Развертка винтовой линии зуба реечной шестерни

ГИТАРА ДЕЛЕНИЯ

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ об.фр.} \cdot i_x \cdot \frac{1}{50} = \frac{K}{z} \text{ об.нар.кол.}$$

где K – число заходов фрезы, z – число зубьев нарезаемого колеса Тогда при $K=1$ получим:

$$i_x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{50}{z}.$$

ПРИНАДЛЕЖНОСТИ СТАНКА

Сменные шестерни гитары подач и деления взаимозаменяемые. Сначала нужно подобрать сменные шестерни гитары деления, а после этого

из оставшегося набора подобрать по рекомендуемой величине подачи сменные шестерни $m=1$ мм с числом зубьев: 21; 24; 25; 34; 40; 48; 60; 66; 70; 71; 72; 73; 74; 76; 78; 79; 81; 82; 83; 86; 87; 89; 90; 91; 92; 94; 95; 97; 98; 100; 136; 138; 140; 141; 142.

Гитара деления 2-х парная, с передвигной осью.

Гитара подач – однопарная, с постоянным межцентровым расстоянием

$$A = \frac{m \cdot \sum z}{2} = \frac{1 \cdot 120}{2} = 60 \text{ мм.}$$

В станке обеспечивается 6 различных сочетаний сменных зубчатых колес гитары подач, обеспечивающих подачу, равную: $S = 0,1 - 0,152 - 0,253 - 0,38 - 0,57 - 0,96 - 1,42$ мм/об.

ПОРЯДОК НАЛАДКИ СТАНКА

Наладку станка производят в следующем порядке:

1. Установка заготовки на оправку, ее выверка и закрепление.
2. Установка червячной фрезы, ее выверка и закрепление.
3. Настройка частоты вращения фрезы.
4. Настройка гитары деления на число нарезаемых зубьев.
5. Настройка гитары подач на величину подачи.
6. Настройка исходной точки и пути группы Φ_s .
7. Установка шпинделя фрезы на средний угол подъема витков зубьев фрезы.
8. Установка межцентрового расстояния фрезы и заготовки (установка на глубину резания).

УКАЗАНИЯ ПО НАЛАДКЕ СТАНКА

1. Установка заготовки 5 на оправку 4 соответствующего диаметра производится вне станка (рис.4.4). Перед установкой обязательно посадочные поверхности заготовки и оправки протереть для удаления с них посторонних частиц и соринок во избежание перекосов и биения заготовки. Закрепление заготовки на оправке осуществляется неподвижной и подвижной гайками 6.

После этого необходимо установить оправку с заготовкой в передний центр 1 и задний центр 7. Задний центр вставлен в пиноль 9, которая имеет резьбу. На заднем конце пиноли жестко закреплена втулка 12 и обойма с рукояткой 11. Пиноль с помощью рукоятки 11 может передвигаться в осевом направлении, при этом рукоятка направляется продольным пазом А во втулке 10. В крайнем левом положении рукоятку можно

повернуть на себя по винтовому (байонетному) пазу Б, в результате чего произойдет закрепление пиноли в ее крайнем левом рабочем положении.

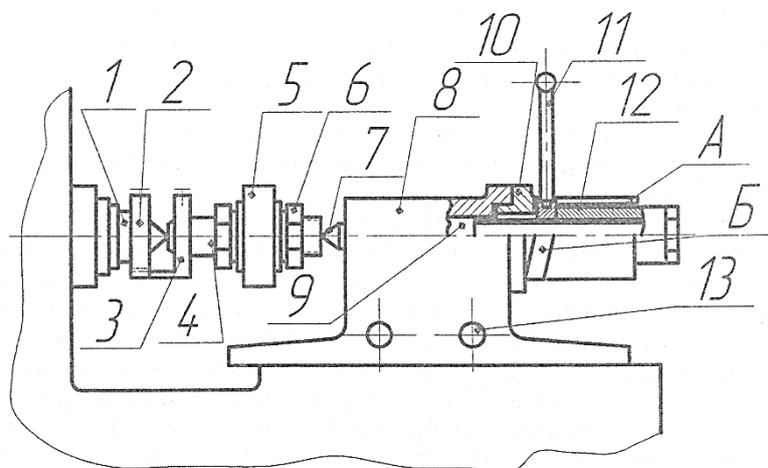


Рис.4.4. Приспособление для закрепления заготовки на станке

Задняя бабка 8 при освобождении 2-х винтов 13 может перемещаться по направляющим станины.

Установку оправки в центра осуществляют следующим образом. На оправке закрепляют поводок 3, раскрепляют заднюю бабку винтами 13 при положении рукоятки 11 в байонетном пазу в нижнем положении и перемещают от руки заднюю бабку влево до тех пор, пока ее задний центр не упрется в центровое отверстие оправки, второй конец которой удерживается передним центром 1. Заднюю бабку закрепляют винтами 13. После этого можно, не теряя много времени на закрепление оправки, обработать всю партию заготовок. Поворотом рукоятки 11 от себя и перемещением ее вправо освобождается оправка с нарезанным зубчатым колесом, вместо нее устанавливается с новой заготовкой другая оправка, закрепление которой производится перемещением рукоятки 11 влево и поворотом на себя в байонетном пазу.

2. Установка червячной фрезы и ее закрепление. Для нарезания зубчатого колеса выбирают червячную фрезу, у которой модуль и угол зацепления соответственно равны модулю и углу зацепления нарезаемого колеса. Тщательно протирают посадочные места фрезы и шпинделя, устанавливают фрезу на шпиндель и закрепляют гайкой.

3. Настройка частоты вращения фрезы производится рукоятками управления коробки скоростей. Схема положения рукояток указана на крыше коробки скоростей.

4. Настройка гитары деления заключается в установке и закреплении сменных шестерен (a,b,c,d) в двухпарной гитаре.

5. Настройка гитары подач i_s сводится к установке и закреплению сменных шестерен (a_1, b_1) в однопарной гитаре с постоянными осями. Схема расположения ведущего и ведомого валов гитары подач указана на крышке гитары подач.

6. Настройку исходной точки и пути группы Φ_s можно выяснить из (рис.4.5), который представляет вид на фрезерную каретку 5 с заднего конца шпинделя фрезы.

Рукоятка 6 связана со шпинделем фрезы и с помощью ее можно производить подъем и опускание фрезы (движение Π_4) по отношению к оси заготовки. Положение рукоятки ограничивается двумя неподвижными упорами 4 и 7. Упор 7 служит для ограничения верхнего положения фрезы, упор 4 – нижнего. В верхнем положении рукоятка 6 фиксируется подпружиненным качающимся рычагом 8, как показано на рис.5, положение рукоятки и рычага 6 на рис.5 соответствует рабочему положению фрезы. Если рычаг 8 в процессе движения фрезерной каретки упрется в неподвижный настраиваемый упор 13, он повернется по часовой стрелке и замкнет контакты микропереключателя (МП), находящегося внутри фрезерной каретки, и рабочие движения Φ_v и Φ_s выключается. Одновременно с этим рукоятка 6 повернется против часовой стрелки до упора 4 и отведет вниз от нарезаемого зубчатого колеса шпиндель фрезы.

Неподвижный упор 13 располагается в корпусе 11, жестко связанном со станиной станка. Изменение положения упора 13, а следовательно, и положения конечной точки пути фрезы, осуществляется вручную. Упор 13 закрепляется винтом 12.

Исходная (начальная) точка пути настраивается с помощью подвижного упора 15, который при отводе назад фрезерной каретки 5 включает микропереключатель 1 и выключает все движение в станке. Упор 15 крепится винтом 14 в продольном пазу ползушки 2. Ползушка 2 жестко соединена с фрезерной кареткой, и микропереключатель 1 – со станиной станка.

7. Установка шпинделя фрезы на средний угол подъема витков зубьев фрезы осуществляется вращением квадрата 3 (рис.4.5). При этом верхняя часть фрезерной каретки поворачивается относительно нижней. Отсчет угла поворота производится по шкале с нониусом.

Угол, на который необходимо повернуть ось фрезы, заклеен на торцовой поверхности буртика фрезы.

8. Установка фрезы на глубину резания.

Обычно мелко модульные зубчатые колеса нарезаются за 1 проход с оставлением припуска под последующее шевингование или шлифование. Глубина резания равна высоте нарезанного зуба $h = 2,25 \cdot m$.

Вращением микрометрического винта 9 (рис.4.5) опускают шпиндель 10 фрезы от заготовки так, чтобы фреза не касалась заготовки. Рукоятка 6 должна быть во взведенном положении. Затем включают вращение фрезы и винтом 9 подводят фрезу к заготовке до касания, замечая показание по шкале винта с точностью до 0,01 мм. Фрезерную каретку отводят в исходную точку и поднимают шпиндель фрезы винтом 9 ровно на высоту нарезаемого зуба.

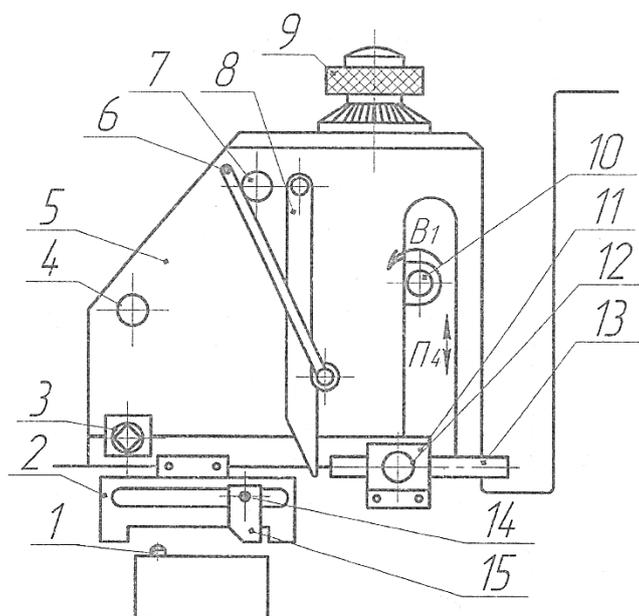


Рис.4.5. Шпиндель зубофрезерного станка 5А308П

УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ

Станок работает по полуавтоматическому циклу.

Все движение в станке включается с помощью кнопок на пульте управления, закрепленном на станине станка. Пульт управления показан на рис.4.6. Кнопкой 1 включается вращение фрезы и заготовки. Кнопки 4 и 8 служат для включения быстрого перемещения фрезерной каретки в указанных направлениях, а выключатель 6 – освещением. Кнопкой 2 пользуются для включения полуавтоматического цикла работы.

Кнопкой 3 выключают все движения в станке и ей необходимо пользоваться всегда, если возникают какие-либо неполадки в работе станка.

После наладки станка фрезерная каретка должна стоять в исходной точке при взведенной рукоятке 6 (рис.4.5). Включением кнопок 1 и 2 станок начинает работать по следующему циклу. Фрезерная каретка медленно (с рабочей скоростью) движется на заготовку и производится нарезание зубьев до тех пор, пока каретка своим рычагом 8 не упрется в упор

13. После этого шпиндель фрезы отводится вниз и фрезерная каретка быстро возвращается назад, пока упор 15 не дойдёт до микропереключателя 1, который выключит ее движения в станке. После этого необходимо снять оправку с готовым изделием, установить новую заготовку на оправку, оправку вставить в центра станка и повторить цикл заново.

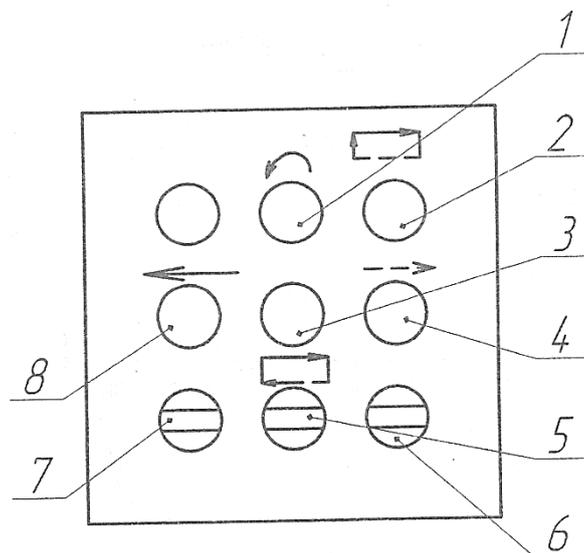


Рис.4.6.Пульт управления станком

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. По какому принципу нарезаются цилиндрические зубчатые колеса на станке 5А308П?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейчас, после выполнения всего курса лабораторных работ вы овладели практическими навыками и умениями по наладке станков, изучили внутреннее устройство некоторых типов станков и их составных элементов, закрепили теоретические знания по курсу «Металлорежущие станки».

Теперь вы способны решать следующие задачи профессиональной деятельности:

1. Организация рабочих мест, их техническое оснащение с размещением технологического оборудования;
2. Обслуживание технологического оборудования для реализации производственных процессов;
3. Наладка, настройка, регулирование и опытная проверка технологического оборудования и программных средств;
4. Составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний;
5. Организация работы малых коллективов исполнителей.

Давайте вспомним еще раз, какие лабораторные работы были вами выполнены, что вы изучили в каждой из них и какими навыками овладели:

1. Лабораторная работа №1. Составление кинематической схемы коробки скоростей с натуры. Было изучено: основные элементы условных изображений кинематических схем; устройство короб скоростей. Овладели навыками: анализа структуры коробок скоростей; построения кинематических схем; измерения технических параметров зубчатых передач; расчета передаточных отношений и частот вращения валов; построения графика частот вращения.

2. Лабораторная работа №2. Настройка токарно-винторезного станка на нарезание резьб. Было изучено: структурная и кинематическая схема токарно-винторезного станка; устройство и органы настройки токарного станка; назначение и принцип составления уравнений кинематического баланса; правила техники безопасности при работе на станке. Овладели навыками: анализа структурной и кинематической схемы станков; составления уравнений кинематического баланса; настройки токарно-винторезного станка на нарезание резьб.

3. Лабораторная работа №3. Проверка токарно-винторезного станка на точность. Было изучено: методика проверки станка на геометрическую точность; способы образования поверхностей на станках токарной группы; назначение, конструкция и кинематическая схема станка

16K20. Овладели навыками: проверки станка на геометрическую точность; анализа геометрических отклонений элементов станка и их влияния на точность обработки.

4. Лабораторная работа №4. Настройка зубофрезерного станка на нарезание цилиндрических зубчатых колес. Было изучено: структурная и кинематическая схема зубофрезерного станка; устройство и органы настройки зубофрезерного станка; назначение и принцип составления уравнений кинематического баланса; правила техники безопасности при работе на станке. Овладели навыками: анализа структурной и кинематической схемы станков; составления уравнений кинематического баланса; настройки зубофрезерного станка на нарезание зубчатых колес.

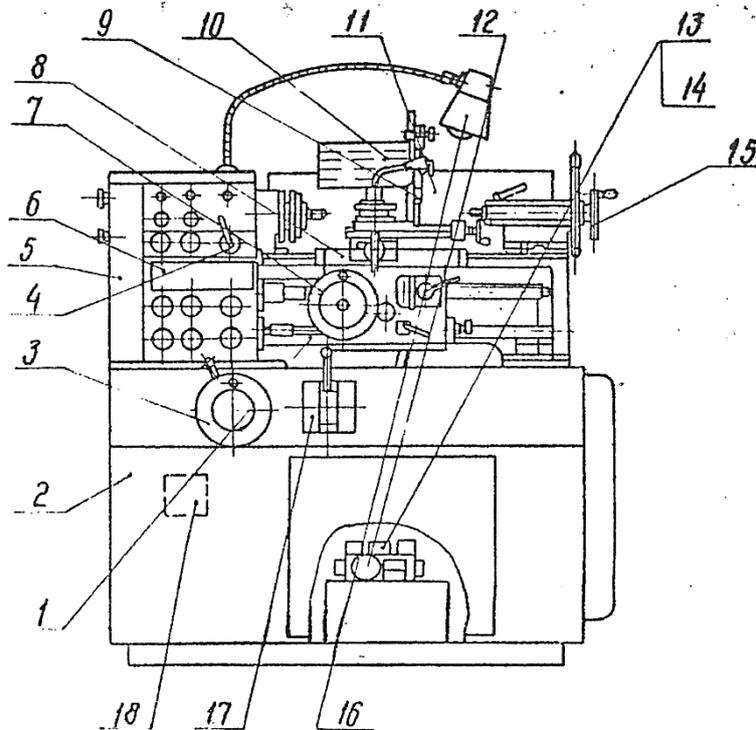
В будущем эти знания и навыки помогут вам быстро освоиться на рабочем месте и приступить к работе на любом другом станке без длительных промедлений, а также быть более конкурентно-способными. Помимо этого вы сможете более эффективно решать некоторые смежные задачи, например проектирование и обслуживание станков и иного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуртяков А.М. Металлорежущие станки. Методические указания к выполнению лабораторных работ / Сост.: Гуртяков А.М. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 44 с.
2. Голофтеев С.А. Лабораторный практикум по курсу «Металлорежущие станки»: Учеб. Пособие для техникумов. – М.: Высш. шк., 1991. – 240 с.: ил.
3. Жарков В.Н. Металлорежущие станки: методические указания к лаб. работам / сост. Жарков В.Н., Гусев В.Г., Жарков Н.В.; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. Гос. Ун-та, 2010 – 144 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расположение составных частей станка 16Б05АФ10



- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| 1. Станина | 10. Ограждение |
| 2. Тумба | 11. Щит |
| 3. Вариатор | 12. Агрегат гидростатики |
| 4. Бабка передняя | 13. Установка насосная |
| 5. Гитара | 14. Гидрокоммуникация |
| 6. Коробка передач | 15. Бабка задняя |
| 7. Фартук | 16. Электрооборудование |
| 8. Суппорт | 17. Переключатель |
| 9. Охлаждение | 18. Блок управления и контроля |