

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра технологии и оборудования автоматизированных производств

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ СТАНКИ

Методическое пособие к выполнению лабораторных работ

Факультет производственного менеджмента
и инновационных технологий

Вологда
2014

Металлообрабатывающие станки: методическое пособие к выполнению лабораторных работ. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 46 с.

В методическом пособии представлена необходимая информация для выполнения лабораторных работ по курсу «Металлообрабатывающие станки» студентами направлений 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.03.01 – «Машиностроение» очной, заочной, полной, сокращенной и ускоренной форм обучения. Описание каждой работы содержит подробную характеристику изучаемого оборудования, детальный порядок выполнения работы и все математические зависимости, используемые при осуществлении расчетов.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составители: Шаратинов А.Д., канд. техн. наук, доцент;
Яхричев В.В., ст. преподаватель

Рецензент: Старостин А.В., канд. техн. наук, доцент

Подписано в печать 23.06.2014. Формат 60 × 84/16

Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. п.л. 2,75. Тираж 20 экз. Заказ №

Отпечатано: РИО ВоГУ 160000, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6

Введение

Целью лабораторного практикума является ознакомление студентов с устройством, конструктивными особенностями и методикой настройки и наладки основных видов металлообрабатывающих станков.

В данном методическом пособии описывается методика выполнения следующих лабораторных работ:

№1. «Компоновочные схемы металлорежущих станков».

№2. «Настройка и наладка токарно-винторезного станка 1ИС611В».

№3. «Настройка и наладка специализированного фрезерного станка ВМ130Н».

№4. «Настройка универсальной делительной головки».

№5. «Настройка и наладка зубофрезерного станка 5306К».

Общие правила техники безопасности при работе с металлорежущими станками

1. Перед началом работы за станком необходимо привести в порядок рабочую одежду: застегнуть рукава; заправить одежду так, чтобы не было болтающихся концов; убрать волосы под плотно облегающий головной убор; режущий, мерительный, крепежный инструменты, заготовки, крючок для удаления стружки, щетки-сметки разложить в строгом, удобном для пользования порядке, обязательно проверить, не оставлен ли в патроне ключ; категорически запрещается пуск станка без разрешения руководителя (учебного мастера).

2. Во время работы станка: перед каждым включением станка необходимо убедиться, что пуск станка никому не угрожает опасностью; быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других; не брать и не подавать через работающий станок какие-либо предметы; не подтягивать болты, гайки и другие соединения станка; не открывать и не снимать ограждения и предохранительные устройства станка; измерять обрабатываемую деталь при рабочем ходе станка запрещается; нельзя тормозить станок, нажимая рукой на вращающуюся часть станка или изделия; стружку со станка непосредственно руками и инструментом не удалять - пользоваться для этого специальными крючками и щётками-сметками; не одеваться и не раздеваться вблизи работающего станка, не класть одежду и тряпки на станок.

3. По окончании работы: выключить станок и электродвигатель; привести в порядок рабочее место – убрать стружку, инструмент и приспособления; смазать трущиеся части станка.

Лабораторная работа №1

Компоновочные схемы металлорежущих станков

1.1. Цель работы:

- изучить назначение неподвижных и подвижных узлов металлорежущих станков и промышленных роботов, их роль в формировании поверхностей и формировании траекторий рабочих органов роботов;
- научиться записывать структурные формулы компоновок станков;
- изучить системы координат, компоновочные и кинематические схемы манипуляторов промышленных роботов;

1.2. Содержание работы

1. Ознакомиться с понятием компоновочной схемы металлорежущего станка, значением выбора компоновки при проектировании станка.
2. Ознакомиться с правилами формализованной записи компоновочных схем, понятием структурной формулы компоновки станка.
3. Ознакомиться с системами координат, компоновочными и кинематическими схемами манипуляторов роботов, правилами их изображения.
4. Изобразить компоновочные схемы, записать структурные формулы и построить системы координат для 3 станков согласно индивидуальному заданию.
5. Изобразить структурные кинематические схемы манипуляторов 3 промышленных роботов (по указанию преподавателя); указать систему координат, число и назначение степеней подвижности; изобразить схему рабочей зоны с указанием ее формы и размеров.
6. Выбрать согласно индивидуальному заданию один или несколько вариантов компоновочных схем станков из числа возможных с учетом предъявляемых к станку требований; записать структурную формулу, изобразить компоновочную схему станка.

1.3. Компоновочные схемы металлорежущих станков

1.3.1. Основные понятия

Выбор компоновочной схемы является вторым этапом проектирования станка, вслед за разработкой кинематической схемы.

Под компоновкой станка понимают схему взаимного расположения и перемещения его частей. Выбор компоновок определяется формой и размерами объекта обработки, кинематической схемой, характером рабочего процесса, характером и числом движений узлов, методом образования поверхностей.

Основные цели, преследуемые при анализе компоновок – снижение металлоемкости проектируемого станка, повышение его точности и виброустойчивости.

Компоновочные схемы станков весьма разнообразны. Принято их классифицировать по какому-либо характерному для данной группы схем признаку.

Выделяют следующие варианты компоновок:

- двухкоординатные компоновочные схемы (характерны для большинства станков токарной группы, кругло- и плоскошлифовальных, зубофрезерных и зубодолбежных, резбофрезерных и т.д.);
- трехкоординатные компоновочные схемы (консольные, бесконсольные фрезерные, продольно-фрезерные, радиально-сверлильные и т.д.);
- с револьверными головками (токарно-револьверные, в т. ч. автоматы, многооперационные станки);
- для многосторонней обработки (токарные многорезцовые, агрегатные станки);
- для многопозиционной обработки (агрегатные с поворотными столами, многшпиндельные токарные автоматы и полуавтоматы);
- для непрерывной обработки (карусельно- и барабанно-фрезерные, карусельно-шлифовальные, станки для наружного протягивания и т.д.).

1.3.2. Структурные формулы компоновок

Недостатком приведенной выше квалификации компоновочных схем является отсутствие единого классификационного принципа, трудность формализованной записи компоновочной схемы. Этот недостаток может быть устранен при использовании метода структурного анализа, предложенного Ю. Д. Враговым. Названный метод позволяет изобразить конкретный вариант компоновочной схемы в виде структурной формулы, представляющей собой сочетание символов латинского алфавита. При записи структурных формул используют следующие правила:

- выбирают декартову систему координат в соответствии с рекомендациями ISO: ось Z параллельна или совпадает с осью шпинделя, ось X всегда горизонтальна, ось Y дополняет вектора до правой тройки;
- каждому координатному движению, присущему тому или иному элементу, ставится в соответствии буква латинского алфавита: прямолинейно перемещающимся элементам – буквы X, Y, Z и другие буквы из конца алфавита, элементам, имеющим вращательное движение – буквы A, B, C и т.д.;
- стационарное звено изображают символом O;
- соседство букв означает наличие сопряженных блоков;
- буква, соответствующая блоку, несущему заготовку, в структурной формуле располагается слева, инструмент – справа.

Примеры структурных формул и компоновочных схем приведены на рис.1.

1.4. Компоновочные схемы манипуляторов, промышленных роботов (ПР)

Механическая система (манипулятор) промышленного робота, обеспечивающая выполнение двигательных функций и реализацию технологического назначения ПР, представляет собой пространственный механизм с разомкнутой кинематической цепью.

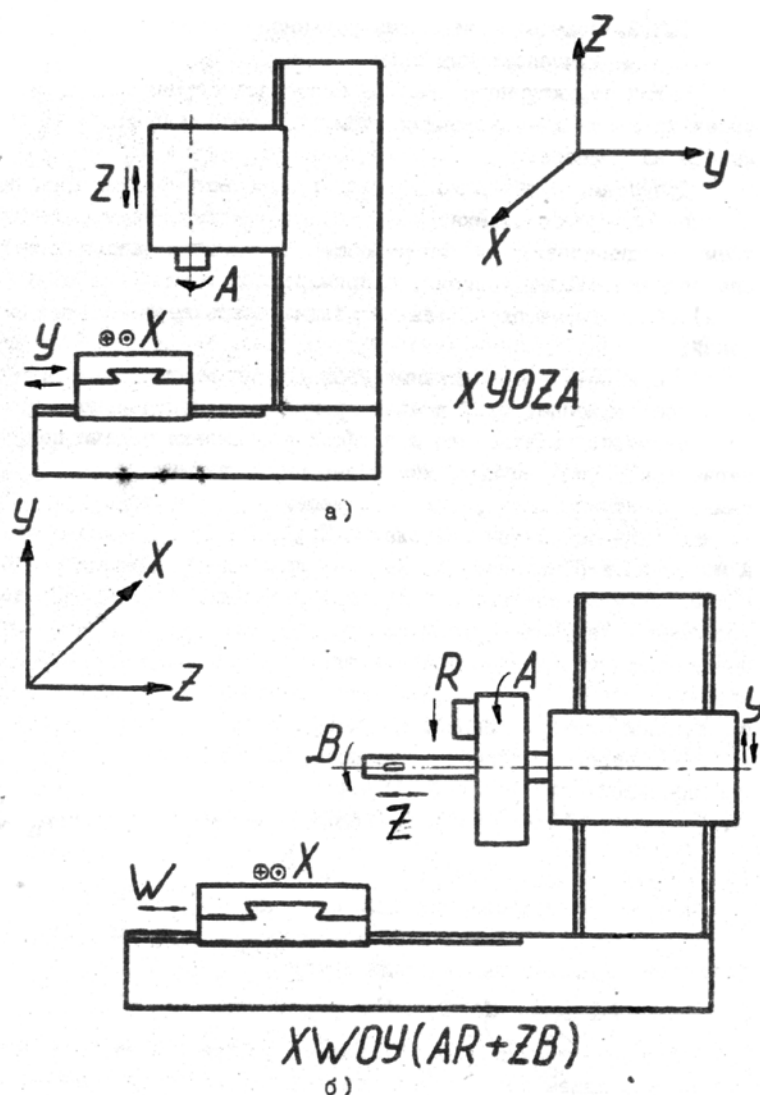


Рис. 1. Примеры компоновочных схем и структурных формул компоновок:
а) вертикально-фрезерного бесконсольного станка; б) горизонтально-расточного
с планшайбой и выдвижным шпинделем.

Конструктивно механическая система состоит из следующих основных узлов: несущих конструкций, приводов, передаточных механизмов, исполнительных механизмов и захватных устройств. Объектом изучения в настоящей лабораторной работе является исполнительный механизм манипулятора ПР, то есть совокупность подвижно соединенных звеньев, предназначенных для воздействия на объект манипулирования или обрабатываемую среду. Важнейшие характеристики ПР, такие как система координат, форма и размер рабочего пространства, определяются компоновочной (или, как чаще называют компоновочные схемы в литературе по робототехнике, структурной кинематической) схемой манипулятора ПР. Условные обозначения элементов структурных кинематических схем промышленных роботов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Условные обозначения элементов структурных кинематических схем промышленных роботов и манипуляторов

Элемент	Эскиз	Характеристика
Звено (стержень)		
Неподвижное закрепление звена		Движение отсутствует
Жесткое соединение звеньев		Движение отсутствует
Подвижное соединение с перемещением вдоль прямолинейных направляющих		Поступательная пара класса V (1 степень свободы)
Винтовое подвижное соединение		Поступательно-вращательная пара класса V
Цилиндрическое соединение звеньев		Цилиндрическая пара класса IV (2 степ. своб.)
Плоское шарнирное соединение		Вращательная пара класса V
Шаровый шарнир		Вращательная пара класса III (3 степ. своб.)
Захватное устройство		Зажимные элементы подвижны / неподвижны

Число степеней подвижности манипулятора – число степеней свободы кинематической цепи относительно неподвижного звена.

Относительные движения звеньев механической системы ПР, посредством которых реализуются степени подвижности, разделяют на три группы: ориентирующие (локальные), транспортирующие (региональные) и координатные (глобальные). Ориентирующими движениями называют перемещения захватного устройства, соизмеримые с его размерами. Транспортирующие движения захвата в различные зоны рабочего пространства определяются размерами звеньев руки и соизмеримы с размерами рабочей зоны обслуживаемого оборудования, координатные движения – это перемещения на расстояния, превышающие размеры ПР и обслуживаемого оборудования.

Система координат ПР определяет кинематику основных движений и форму рабочей зоны. Системы координат бывают двух видов (см. рис.2): прямоугольные и криволинейные.

В прямоугольной системе объект манипулирования перемещается в рабочем пространстве за счет прямолинейных перемещений звеньев по взаимно перпендикулярным осям.

Среди криволинейных систем координат наиболее распространены: плоские полярные координаты (радиус-вектор r и угол φ); цилиндрические (координатная плоскость $r - \varphi$ и нормаль к ней z); сферические полярные координаты (радиус-вектор r и угловые перемещения φ и θ во взаимно перпендикулярных плоскостях). Разновидностью криволинейной системы координат является ангулярная (угловая) плоская или пространственная (цилиндрическая и сферическая) система, характерная для движений многозвенных шарнирных рук ПР. В плоской ангулярной системе координат объект манипулирования перемещается в координатной плоскости благодаря относительным поворотам звеньев руки, имеющих постоянную длину. Цилиндрическая ангулярная система координат имеет дополнительное прямолинейное перемещение в направлении, перпендикулярном к основной координатной плоскости. В сферической ангулярной системе координат перемещение объекта происходит только за счет относительных поворотов звеньев, при этом хотя бы одно звено имеет возможность поворота в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Виды систем координат приведены на рис.2.

1.5. Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания к работе.
2. Перечертить эскизы трех компоновочных схем станков согласно варианту задания (см. табл.2), и изобразить эскизы компоновочных схем любых трех станков, находящихся в лаборатории.
3. Для каждой из компоновочных схем станков:
 - записать структурную формулу компоновки;
 - указать назначение основных узлов станка, изображенных на компоновочной схеме;
 - указать назначение движений, включенных в структурную формулу компоновки;

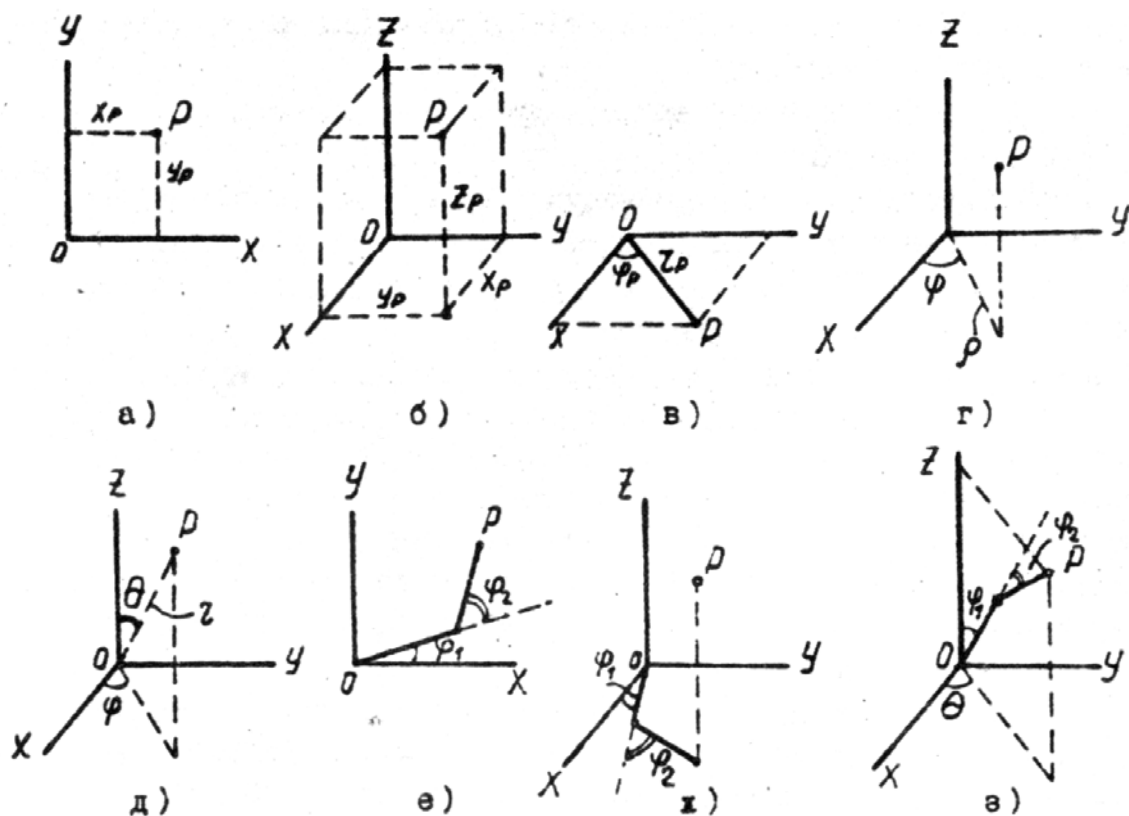


Рис. 2. Системы координат ПР: плоская (а) и пространственная б) прямоугольные; плоская (в), цилиндрическая (г) и сферическая (д) полярные; плоская (е), цилиндрическая (ж) и сферическая (з) ангулярные.

– охарактеризовать компоновку станка, пользуясь традиционной классификацией (п.1.3.1).

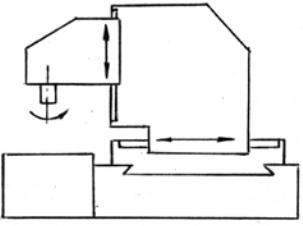
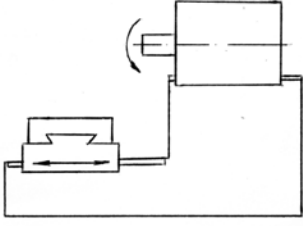
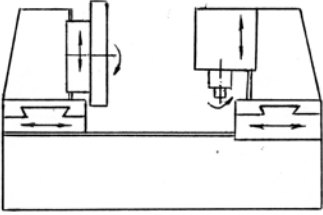
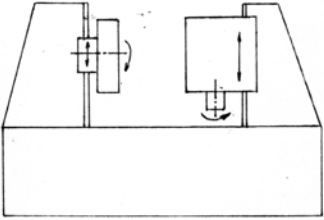
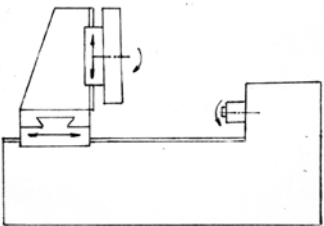
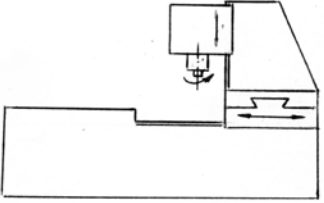
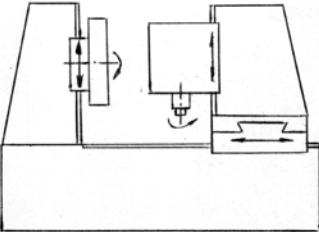
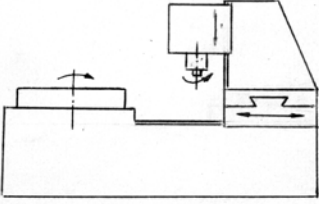
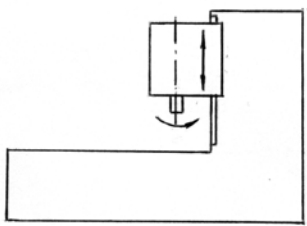
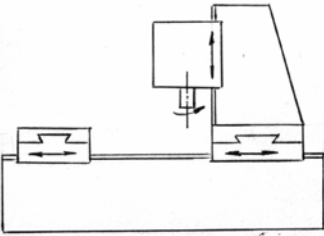
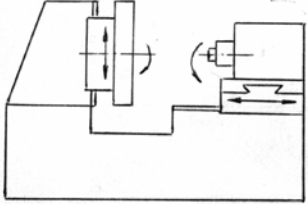
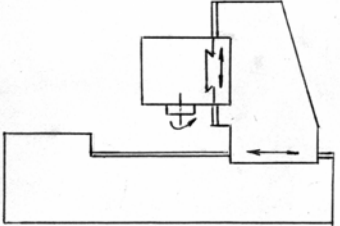
4. Изобразить структурную кинематическую схему манипулятора ПР, представленного на рис. 3.

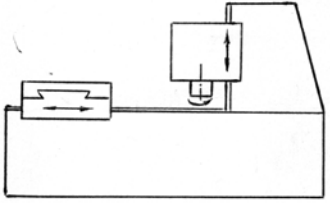
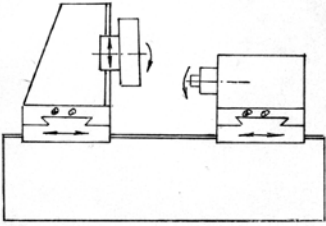
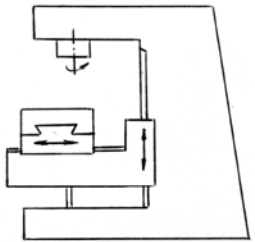
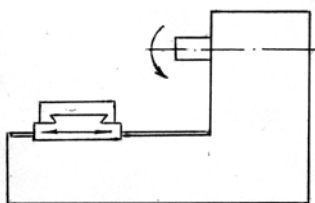
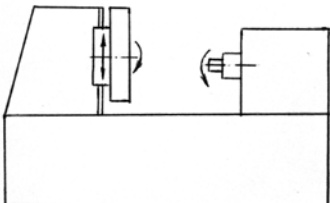
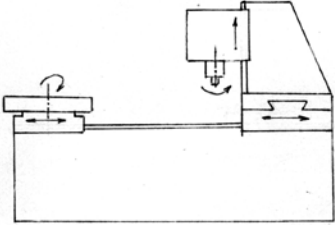
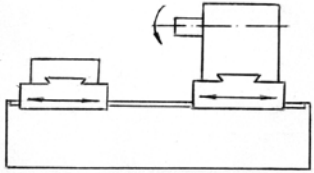
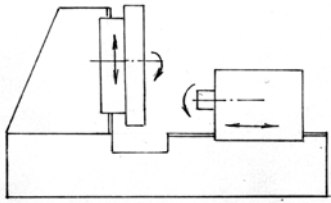
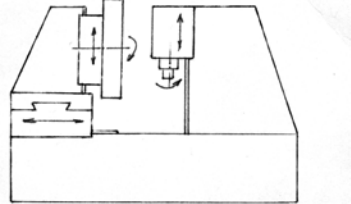
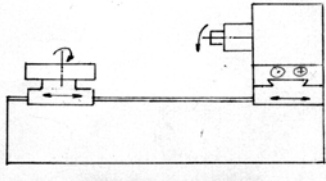
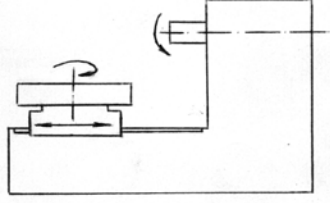
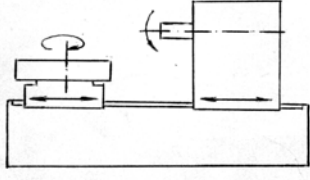
5. Для изображенного ПР указать и начертить схему системы координат; указать число и назначение степеней подвижности (охарактеризовав относительные движения звеньев (см.п.1.4); изобразить схему рабочей зоны с указанием ее формы и размеров.

1.6. Содержание отчета

Требования к содержанию отчета изложены в п.1.5.

Таблица 2 – Варианты компоновочных схем для индивидуальных заданий

Номер варианта	Компоновочные схемы	Номер варианта	Компоновочные схемы
1	2	3	4
1	  	2	  
3	  	4	  

1	2	3	4
5		6	
			
			
7		8	
			
			

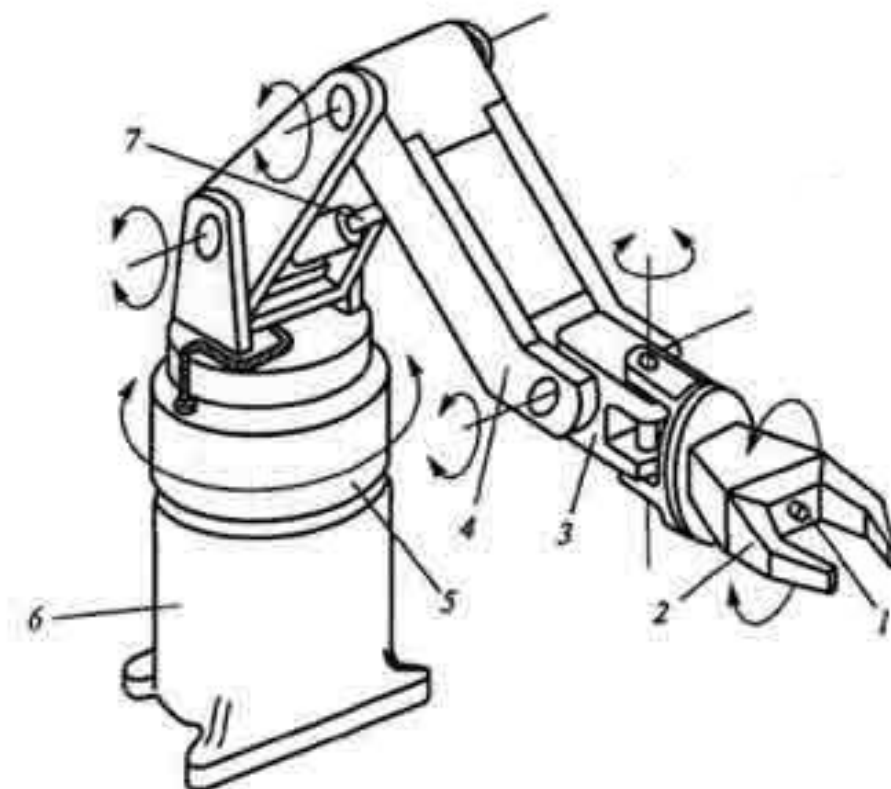


Рис. 3. Манипулятор ПР: 1 – датчик обратной связи; 2 – захватное устройство; 3 – кисть; 4 – рука манипулятора; 5 – колонна; 6 – несущая конструкция (основание); 7 – привод руки.

Лабораторная работа №2

Настройка и наладка токарно-винторезного станка 1ИС611В

2.1. Цель работы: изучить устройство и кинематику токарно-винторезного станка 1ИС611В.

2.2. Содержание работы.

1. Изучить кинематику станка.
2. Ознакомиться с устройством и органами управления станка.
3. Произвести настройку и наладку станка.

2.3. Назначение, устройство и технические характеристики станка.

Специальный токарно-винторезный станок модели 1ИС611В предназначен для выполнения различных работ на деталях оптико-механического назначения. Станок имеет класс точности "В", по резьбонарезным работам – "П" по ГОСТ 18097–72.

2.3.1. Основные узлы станка показаны на рис.4.

1 – станина; 2 – тумба; 3 – редуктор; 4 – электродвигатель главного привода; 5 – передняя бабка; 6 – коробка подач; 7 – гитары сменных колес; 8 – задняя бабка; 9 – фартук.

2.3.2. Основные органы управления показаны на рис.4:

10 – маховик перемещения верхних салазок; 11 – маховик выбора скоростей шпинделя; 12, 13, 14 – рукоятки переключения подач и резьб; 15 – рукоятка переключения трензеля и звена увеличения шага; 16 – рукоятка переключения перебора; 17 – маховик ручной, продольной подачи; 18 – рукоятка ручной поперечной подачи; 19 – рукоятка закрепления резцовой головки; 20 – рукоятка зажима пиноли; 21 – рукоятка закрепления задней бабки на станине; 22 – рукоятка реверсирования подачи; 23 – рукоятка пуска и останова; 24 – кнопка "Стоп общий"; 25 – кнопка включения маслососа; 26 – выключатель "Охлаждение"; 27 – выключатель "Сеть"; 28 – рукоятка переключения скоростей шпинделя.

2.3.3. Техническая характеристика станка

Наибольший наружный диаметр обрабатываемой заготовки, ограничиваемый станиной, мм	260
Наибольший наружный диаметр заготовки, обрабатываемой над суппортом, мм	125
Наибольший диаметр прутка, мм	24
Расстояние между центрами, мм	500
Высота центров, мм	130
Количество частот вращения шпинделя:	
прямых	21
обратных	21
Пределы частот вращения шпинделя в минуту	
прямых	(25...2500)
обратных	(25...2500)
Количество подач суппорта	25
Пределы продольных подач в мм на один оборот шпинделя	0.01...3
Пределы поперечных подач в мм на один оборот шпинделя	0,005...1,5
Шаг нарезаемых резьб в пределах:	
метрических, мм	0,2...48
модульных, мм	0,2...30
дюймовых, ниток на 1"	24...0,5
Мощность электродвигателя, кВт	3
Число оборотов двигателя в минуту, мин ⁻¹	1425

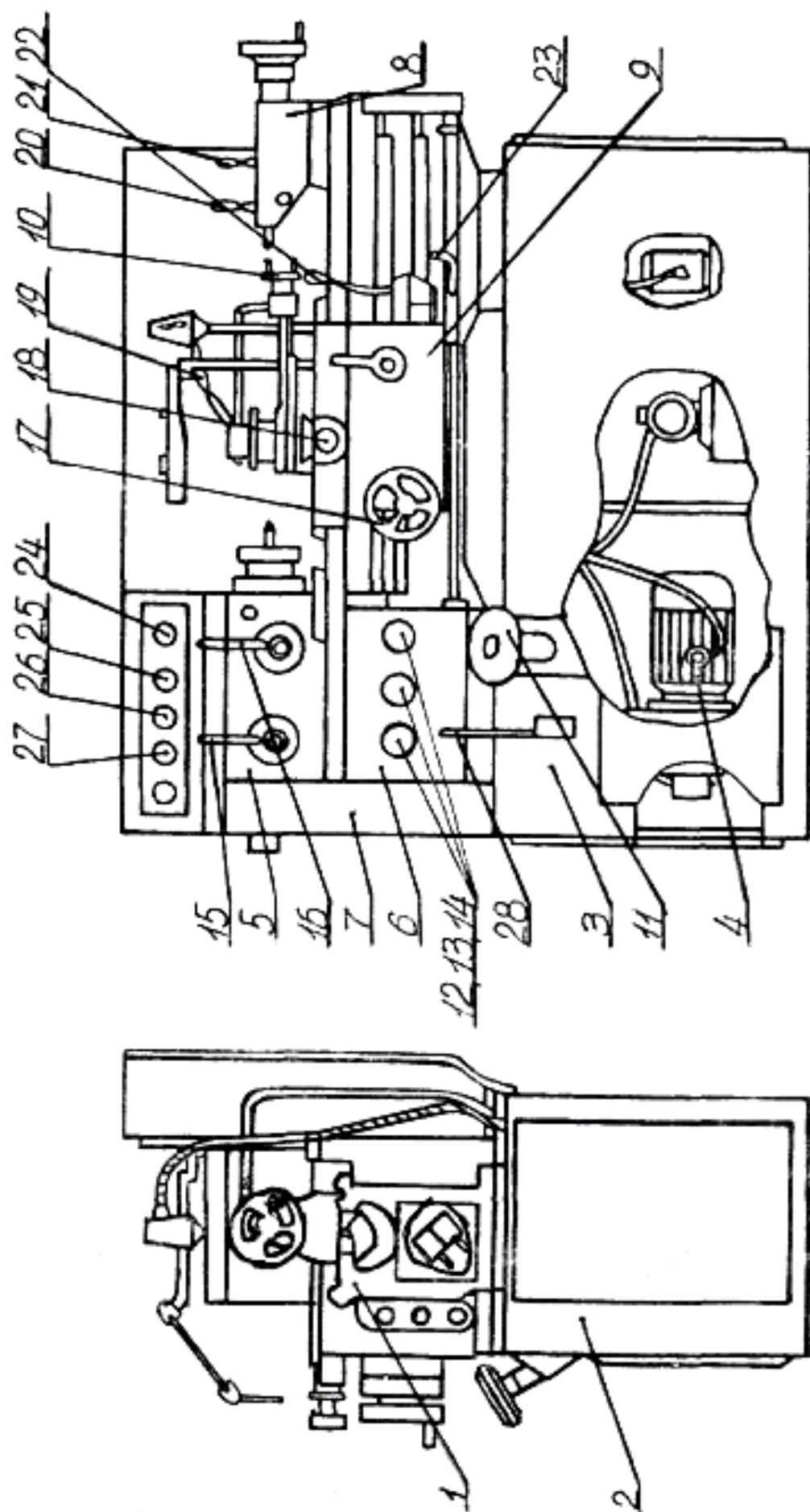


Рис.4. Основные узлы токарно-винтового станка 1ИС611В

2.4. Кинематика станка 1ИС611В (рис. 5).

2.4.1. Привод главного движения

Привод главного движения состоит из электродвигателя $N = 3$ кВт и $n_3 = 1425$ мин⁻¹, редуктора четырёхваловой коробки скоростей с преселективным устройством изменения частот вращения ременной передачи и перебора, расположенным в передней бабке станка.

Расчётные перемещения цепи главного движения: $n_3 \rightarrow n_{ш}$, где n_3 – число оборотов главного двигателя, $n_{ш}$ – число оборотов шпинделя.

Уравнение кинематического баланса цепи:

$$1425 * i_p * i_{рем} * \eta * i_n = n_{ш},$$

где i_p – передаточное отношение редуктора;

$i_{рем}$ – передаточное отношение ременной передачи;

$\eta = 0,95$ – коэффициент скольжения ременной передачи;

i_n – передаточное отношение перебора.

Редуктор обеспечивает 12 частот вращения вала IV, которые через ременную передачу приходят на вал V и при включенной зубчатой муфте поз.20, и включенном переборе передаются шпинделю. Это будет быстроходная часть привода главного движения. Низкие числа оборотов получаем при включенном переборе 1 : 8 и выключенной зубчатой муфте. Таким образом, шпиндель должен был бы иметь 24 различных частоты вращения. Однако, частоты вращения: 200, 250 и 315 могут быть получены как быстроходной, так и тихоходной частями привода путём различных комбинаций зубчатых колёс редуктора и перебора.

2.4.2. Привод подач

Движение подач заимствуется либо от шпинделя VII через шестерню поз.25, либо от гильзы V через шестерню поз.24 (когда нарезают резьбы увеличенного шага при включенном переборе) и передается первому ведущему валу гитары через зубчатые колёса валов VIII и IX.

Коробка подач позволяет без применения сменных шестерён гитары нарезать метрические резьбы всех стандартных шагов от 0,2 до 48 мм, дюймовые резьбы – с числом ниток на дюйм от 24 до 0,5, модульные – с модулем от 0,2 до 30 мм и получать подачи в пределах от 0,01 до 3 мм/об., величины поперечных подач равны половине величин продольных.

Для нарезания резьб повышенной точности предусмотрено прямое соединение ходового винта с гитарой, минуя механизм подач. При этом каждый шаг подбирается только сменными шестернями гитары. Гитара крепится на левом торце коробки подач. Общее передаточное отношение цепи подач от шпинделя до первого ведущего вала гитары $1 : 2$. Для нарезания модульных, дюймовых резьб и резьб повышенной точности, минуя механизм коробки подач, на гитаре предусмотрена возможность установки сменных шестерён. Передаточное отношение гитары $5 : 4$ соответствует настройке на метрическую резьбу и на выполнение подач при точении.

Расчётные перемещения цепи подач: $1 \text{ об.шп.} \rightarrow s$, где s – величина подачи. Уравнение кинематического баланса цепи подач при продольном точении:

$$1_{\text{об.шп.}} * \frac{48}{68} * \frac{34}{36} * \frac{36}{48} * i_{\text{см}} * i_{\text{к.под}} * i_{\text{ф}} * \pi * m * z = s ,$$

где $i_{\text{см}}$ – передаточное отношение гитары сменных колес;

$i_{\text{к.под}}$ – передаточное отношение коробки подач;

$i_{\text{ф}}$ – передаточное отношение фартука;

$m = 2$ – модуль реечного колеса и зубчатой рейки, мм,

$z = 15$ – число зубьев реечного колеса.

Уравнение кинематического баланса цепи подач при нарезании резьбы нормального шага:

$$1_{\text{об.шп.}} * \frac{48}{68} * \frac{34}{36} * \frac{36}{48} * i_{\text{см}} * i_{\text{к.под}} * i_{\text{ф}} * t = s ,$$

где $t = 6$ – шаг ходового винта.

Для точения и нарезания метрических резьб: $i_{\text{см}} = \frac{35}{77} * \frac{77}{28}$;

для нарезания модульных резьб: $i_{\text{см}} = \frac{50}{77} * \frac{127}{21}$;

для нарезания дюймовых резьб: $i_{\text{см}} = \frac{35}{77} * \frac{127}{40}$.

Передаточное отношение фартука для продольных подач:

$$i_{\text{ф}} = \frac{22}{29} * \frac{1}{24} * \frac{15}{39} * \frac{39}{39} * \frac{18}{68} .$$

Передаточное отношение фартука для поперечных подач:

$$i_{\text{ф}} = \frac{22}{29} * \frac{1}{24} * \frac{15}{39} * \frac{39}{33} * \frac{36}{18} * \frac{29}{16} .$$

Передаточное отношение коробки подач при настройке станка на точение, когда используется ходовой вал ХХ:

$i_{\text{к.под}} =$
Передаточное отношение пач при станка для резьб, когда ся ходовой

$\frac{44}{48}$	×	$\frac{42}{35}$	×	$\frac{36}{54}$	×	$\frac{48}{30}$	×	$\frac{26}{26}$	×	$\frac{48}{40}$
		$\frac{45}{45}$				$\frac{40}{50}$			$\frac{26}{52}$	
		$\frac{48}{28}$				$\frac{22}{55}$				
		$\frac{44}{33}$			$\frac{32}{32}$					
$\frac{44}{48}$	$\frac{26}{26}$	$\frac{42}{35}$	×	$\frac{36}{54}$	×	$\frac{48}{30}$	×	$\frac{26}{52}$	×	$\frac{22}{55}$
		$\frac{45}{45}$				$\frac{40}{50}$				$\frac{40}{48}$
		$\frac{48}{28}$				$\frac{22}{55}$		$\frac{26}{26}$		
		$\frac{44}{33}$			$\frac{32}{32}$					
	$\frac{26}{26}$									

даточное коробки по-настройке нарезания использует-винт XIX:

$i_{\text{к.под}} =$

2.5. Порядок выполнения работы

1. По заданной скорости резания V и диаметру обрабатываемой поверхности рассчитать требуемое для работы число оборотов шпинделя $n_{\text{ш}}$ по формуле:

$$n_{\text{ш}}^p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{дет}}},$$

где $D_{\text{дет}}$ – диаметр обрабатываемой детали в мм;

V – скорость резания в м/мин;

$n_{\text{ш}}^p$ – расчетная частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

По нему определить ближайшее меньшее фактически имеющееся на станке число оборотов шпинделя $n_{\text{ф}}$ и установить его с помощью органов управления коробки скоростей.

2. По кинематической схеме составить уравнение баланса кинематической цепи для получения n_{ϕ} , указать, на какие элементы цепи воздействуют органы управления.

3. По кинематической схеме составить уравнение баланса кинематической цепи для получения требуемой S , указать, на какие элементы цепи воздействуют органы управления.

2.6. Индивидуальные задания.

Номер варианта	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Диаметр заготовки, мм
1	10	0,025	10
2	15	0,05	20
3	20	0,1	30
4	25	0,25	40
5	30	0,5	50
6	35	0,75	60
7	40	1	70
8	41	1,25	80

2.7. Содержание отчёта.

При оформлении отчета следует придерживаться той же последовательности изложения, в которой проводилась работа. Отчет должен содержать:

1. Кинематическую схему станка, на котором проводилась работа, с указанием на ней основных узлов и органов станка.

2. Уравнение кинематического баланса цепей главного движения и подач для полученных значений n_{ϕ} и S .

3. Краткое заключение о проделанной работе.

Лабораторная работа №3

Настройка и наладка специализированного фрезерного станка модели BM130H

3.1. Цель работы: изучение конструкции, кинематической схемы и системы управления специализированного фрезерного станка, методики настройки и наладки.

3.2. Содержание работы.

1. Ознакомиться с конструкцией и органами управления специализированного фрезерного станка модели ВМ130Н.

2. Изучить кинематическую схему станка.

3. Произвести настройку кинематической цепи главного движения станка для заданного значения частоты вращения шпинделя.

4. Произвести настройку кинематической цепи продольной, поперечной или вертикальной подачи (по указанию преподавателя) для заданного значения подачи.

3.3. Устройство и кинематика станка модели ВМ130Н.

3.3.1. Основные узлы и органы управления станка

На рис.6. приведен общий вид станка, где обозначено: 1 – суппорт; 2 – стол основной; 3 – ограждение направляющих; 4 – головка фрезерно-расточная; 5 – станина; 6 – бабка горизонтальная; 7 – кожух винта; 8 – коробка подач; 9 – электрооборудование; 10 – корыто; 11 – головка сверлильно-фрезерная.

Специализированный фрезерный станок модели ВМ130Н предназначен для фрезерования деталей из черных, цветных металлов и сплавов цилиндрическими, торцевыми, дисковыми, угловыми и фасонными фрезами в условиях опытного, мелкосерийного и серийного производства.

На основании расположена станина, внутри которой помещен механизм главного движения с приводом от электродвигателя, коробка подач и коробка скоростей.

Обрабатываемая деталь закрепляется на столе и может получать перемещение в трех направлениях, которые являются движениями подачи.

Станина

Станина является базовым звеном, на котором монтируются остальные узлы и механизмы станка. Коробка скоростей смонтирована непосредственно в корпусе станины и позволяет сообщать шпинделям станка 12 различных чисел оборотов в пределах от 45 до 2000 мин⁻¹.

Механизм управления коробкой скоростей

Управление коробкой скоростей – однорукояточное. Набор скорости осуществляется следующим образом:

- рукоятка поворачивается «на себя» до упора, при этом диск с отверстиями перемещается вместе с рукояткой;
- вращением рукояткой диска вокруг оси в ту или другую сторону изменяется положение диска с отверстиями относительно пальцев;
- одновременно с диском вращается шкала с нанесенными на ней значениями чисел оборотов.

Бабка горизонтальная

В корпусе горизонтальной бабки смонтирован шпиндель. Передней и задней опорами шпинделя служат радиальные двухрядные роликовые подшипники. Осевые нагрузки, действующие на шпиндель, воспринимаются двумя упорными шарикоподшипниками, смонтированными в передней опоре.

Включение вращения шпинделя осуществляется посредством зубчатой муфты, перемещаемой по двум шлицам шпинделя рукояткой.

Смазка подшипников шпинделя производится при помощи фитилей от индивидуальных масленок.

Смазка подшипников, зубчатых колес, маточной гайки и направляющих производится централизованно из масляной ванны, а также с помощью шариковых масленок.

Коробка подач

Механизм коробки подач смонтирован в отдельном корпусе, который устанавливается в средней внутренней части станины.

Коробка подач сообщает суппорту и горизонтальной бабке девять различных рабочих подач и ускоренное перемещение.

Движение от электродвигателя через клиноременную передачу передается на вал коробки подач. От этого вала движение передается как на коробку скоростей, так и на вал коробки подач. На этом валу установлены многодисковая фрикционная муфта и обгонная муфта. При включении фрикционной муфты суппорту или горизонтальной бабке сообщается ускоренное перемещение без выключения рабочей подачи.

Для предохранения кинематической цепи суппорта и механизма перемещения горизонтальной бабки от поломок в коробке подач имеется предохранительная муфта.

Механизм управления коробкой подач

Управление коробкой подач – однорукояточное. Набор величины подачи осуществляется следующим образом:

- рукоятка поворачивается на себя до упора, при этом диск с отверстиями перемещается вместе с рукояткой;
- вращением рукояткой диска вокруг оси в ту или иную сторону изменяется положение диска с отверстиями относительно пальцев;
- одновременно с диском вращается шкала с нанесенными на ней значениями величин подач.

Стол основной

Стол основной предназначен для обычных фрезерных и сверлильных работ. Стол базируется на верхнюю платформу салазок суппорта и крепится к вертикальной плоскости салазок четырьмя болтами.

Для удобства установки стола на суппорт в нижней части стола запрессованы два штифта, которыми стол зацепляется за край выступа салазок при установке.

Затяжка гаек, крепящих стол к станку, производится плавно и умеренно. При выполнении работ, требующих высокой точности, контроль установки стола следует производить с помощью индикатора.

Головка сверлильно-фрезерная

Головка сверлильно-фрезерная в основном предназначена для выполнения фрезерных и сверлильных работ.

Шпиндель смонтирован в пиноли, имеющей осевое перемещение в корпусе. Нижней опорой шпинделя является двухрядный роликовый подшипник. Верхней опорой является сдвоенный радиально-упорный подшипник, воспринимающий как радиальные, так и осевые нагрузки. Хобот базируется на продольный паз горизонтальной бабки и крепится к ней болтами. Перемещение пиноли осуществляется вручную рукоятками и механически.

3.3.2. Технические характеристики станка

Рабочая поверхность стола, мм	630×250
Мощность привода главного движения и движения подач, кВт	1450
Число частот вращения шпинделя	12
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	45-2000
Число ступеней подач	9
Пределы скоростей подач, мм/мин	10-400
Ускоренное перемещение стола, мм/мин	800

3.3.3. Кинематическая схема (рис. 7).

Привод шпинделей станка, подач суппорта и горизонтальной бабки осуществляется от асинхронного электродвигателя.

Движение от электродвигателя при помощи клиновых ремней передается на приемный вал I коробки подач. С этого вала движение передается в двух направлениях:

1. Через шестерни 4, 5, 6, 7 на приемный вал III коробки скоростей или непосредственно с вала I на вал III при перемещении шестерни 7 вправо.
2. Через коробку подач на выходной вал X коробки подач, от которого передается движение на суппорт и горизонтальную бабку.

Коробка скоростей позволяет сообщить шпинделям 12 различных скоростей от 45 до 2000 мин⁻¹., для горизонтального шпинделя от 90 до 4000 мин⁻¹., для шпинделя сверлильно-фрезерной головки, со знаменателем ряда чисел оборотов 1,4.

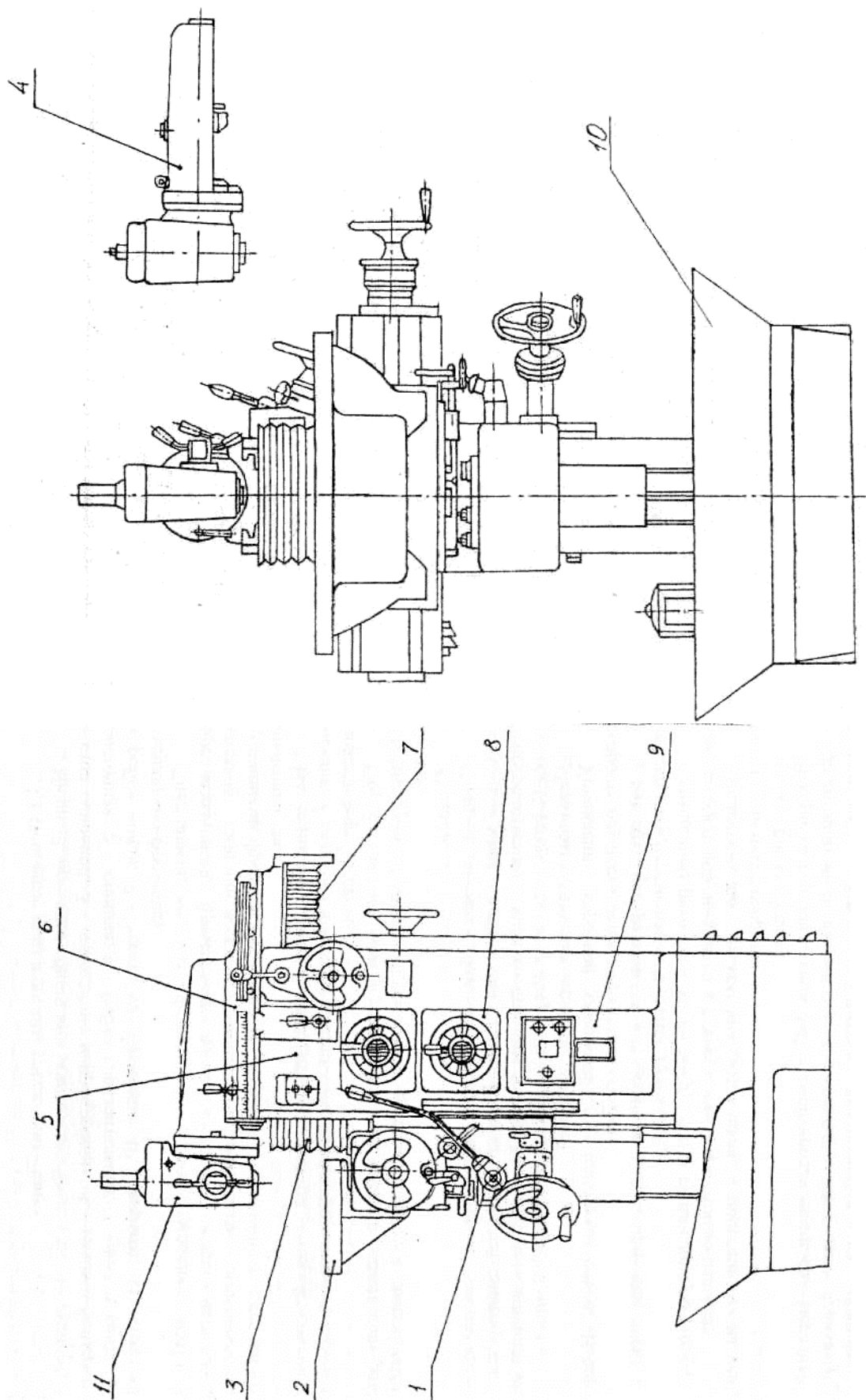


Рис.6. Общий вид специализированного фрезерного станка мод. ВМ 130Н

Коробка подач позволяет сообщить суппорту и горизонтальной бабке 9 различных подач от 10 до 400 мм/мин. со знаменателем ряда подач 1,6. Движение на суппорт передается с вала X через обгонную муфту 33, соединяющую вал X с валом XI, через коническую пару 38, 39 с предохранительной муфтой 72, карданный вал XIII, конические пары 40, 41 и 42, 43 на ходовой вал XV, ряд зубчатых колес 44, 46, 45, 48, 49, 50, 51, 54 на ходовой винт 57 или зубчатые колеса 44, 46, 63, 45, 48, 61 на ходовой винт 65.

При сцеплении муфты 62 с зубчатыми колесами 61, 63 суппорт будет перемещаться соответственно вверх или вниз.

При сцеплении муфты 47 с зубчатыми колесами 46, 48 салазки суппорта будут перемещаться соответственно влево или вправо. Кроме 9 рабочих подач суппорт, салазки и горизонтальная бабка имеют ускоренное перемещение, величина которого равна 800 мм/мин.

При нажатии на кнопку электромагнит, смонтированный на коробке подач, включает многодисковую муфту 34. В этом случае ускоренное движение передается через шестерни 4, 5, 35, муфту 34, коническую пару 38, 39 на карданный вал XII. Далее движение передается или на суппорт, или на салазки, или на бабку, в зависимости от того, как включены муфты 47, 62 или 76. Блокировка передачи движения или на бабку, или только на суппорт осуществляется двумя микропереключателями.

Механическая подача горизонтальной бабки осуществляется от карданного вала XIII через шестерни 73, 74, реверс 75, 77, 81 на коническую пару 82, 83. С коническим колесом 83 жестко соединена маточная гайка 84, которая передает движение на винт 85.

Ускоренное перемещение может производиться только в том случае, если включена механическая подача.

Ручная подача горизонтальной бабки осуществляется маховичком.

Механическая подача пиноли осуществляется по следующей кинематической цепи. Движение от коробки скоростей передается через шестерни 18, 19, 86, коническую пару 87 и 92, предохранительную муфту 93 и червячную пару 94 и 95. Перемещая рукоятки на себя, реечная шестерня 96, не выходя из зацепления с пинолью 97, вводится в зацепление с внутренним зубчатым венцом червячного колеса 95, при этом движение передается от колеса 95 на реечную шестерню 96 и пиноль 97.

При составлении уравнений кинематического баланса цепи привода главного движения и цепи подач для конкретных значений следует пользоваться кинематической схемой станка на рис.7 и графиками на рис.8, рис.9.

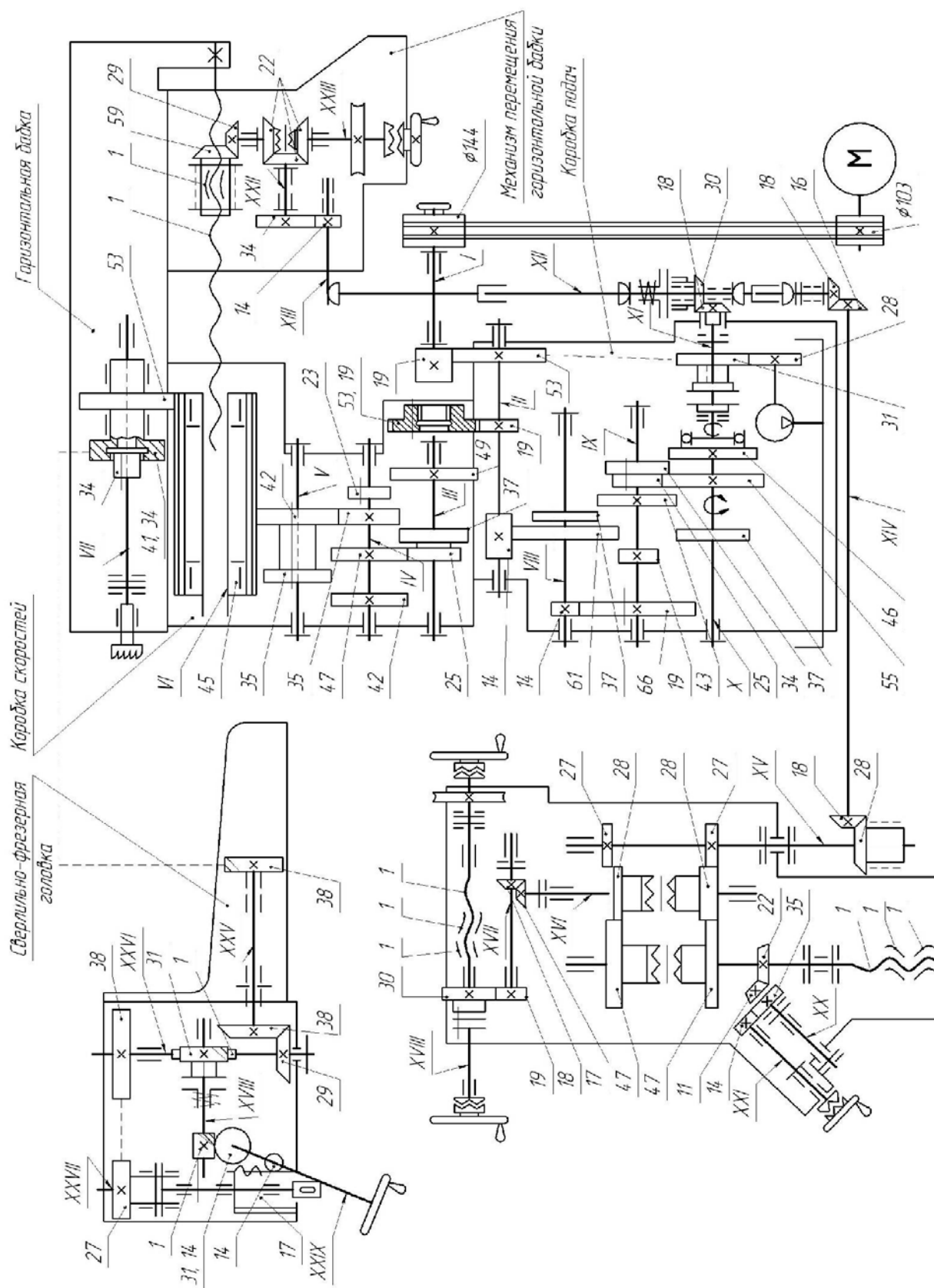


Рис. 7. Кинематическая схема станка

3.4. Методика настройки станка.

3.4.1. Настройка кинематической цепи главного движения.

1. Определяется частота вращения шпинделя станка по формуле:

$$n_{un}^p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\phi}},$$

где D_{ϕ} – диаметр фрезы в мм;

V – скорость резания в м/мин;

n_{un}^p – расчетная частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

Полученное значение частоты вращения шпинделя корректируется по паспорту станка, причем принимается ближайшее меньшее значение частоты вращения n_{un} , т.е. должно выполняться условие $n_{un} \leq n_{un}^p$.

2. Составляется уравнение баланса кинематической цепи главного движения в общем виде:

$$n_{un} = 1450 \cdot \frac{103}{144} \cdot i_{kc} \cdot \frac{42}{45} \cdot \frac{45}{53},$$

где i_{kc} – передаточное отношение коробки скоростей.

3. Из уравнения баланса определяется передаточное отношение звена настройки, которым здесь является коробка скоростей.

4. По полученному значению i_{kc} с помощью графика на рис. 8 подбираются положения зубчатых колес, позволяющие получить заданную частоту вращения шпинделя.

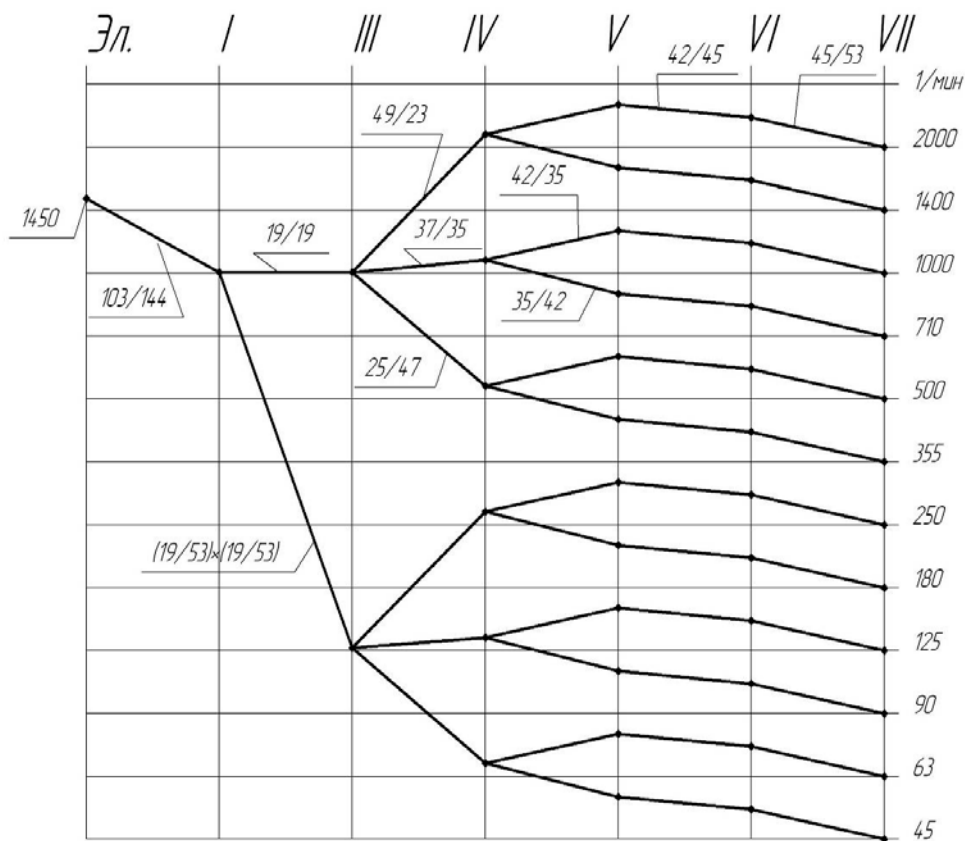


Рис. 8. График частот вращения коробки скоростей

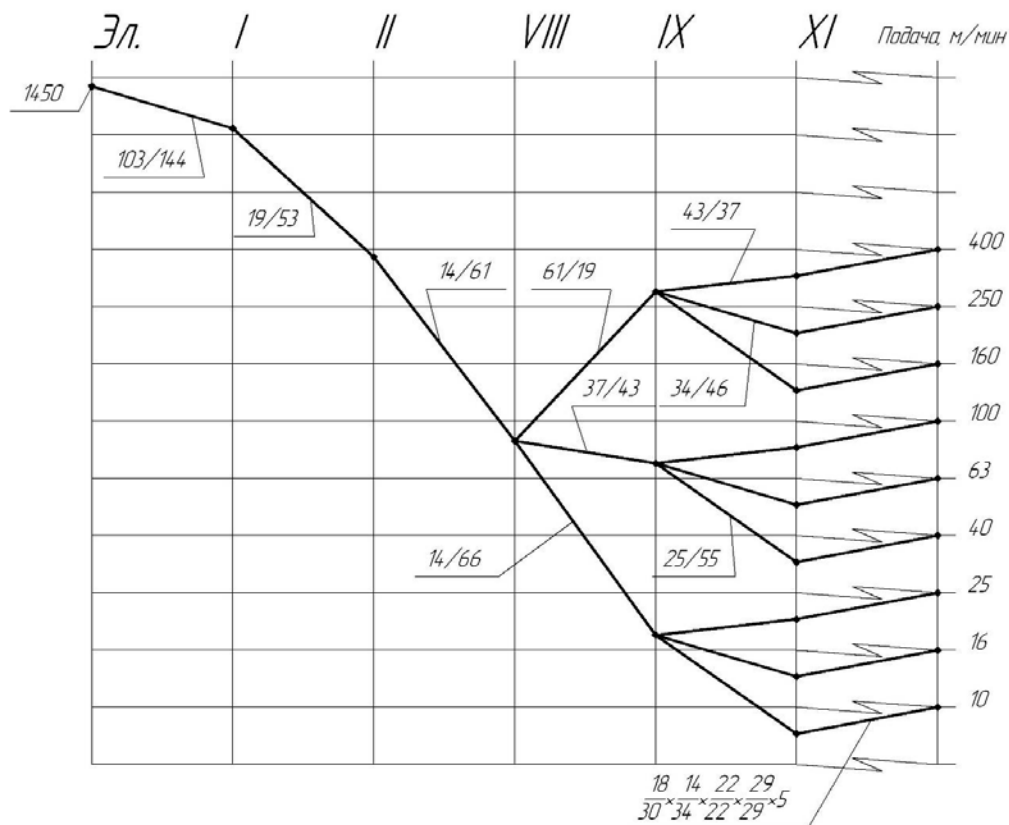


Рис. 9. График частот вращения коробки подач

5. Составляется конкретизированное уравнение баланса кинематической цепи главного движения. Например:

$$n_{\text{уп}} = 1450 \cdot \frac{103}{144} \cdot \frac{35}{42} \cdot \frac{42}{45} \cdot \frac{45}{53} \cdot \frac{34}{38} \cdot \frac{42}{45} \cdot \frac{45}{53}.$$

3.4.2. Настройка кинематической цепи подач.

1. Определяется минутная подача стола по формуле:

$$S_m^p = S_z \cdot Z_{\phi} \cdot n_{\text{уп}},$$

где S_m^p – расчетная минутная подача стола, мм/мин;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

Z_{ϕ} – число зубьев фрезы.

Полученное значение подачи корректируется по паспорту станка, причем принимается меньшее ближайшее значение подачи S , т.е. должно выполняться условие: $S \leq S_m^p$.

2. Составляется уравнение баланса кинематической цепи подач:

$$s = 1450 \cdot \frac{103}{144} \cdot \frac{19}{53} \cdot i_{\text{кп}} \cdot \frac{18}{30} \cdot \frac{14}{34} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{29}{29} \cdot 5.$$

3. Из уравнения баланса определяется передаточное отношение звена настройки – коробки подач.

4. По полученному значению $i_{\text{кп}}$ с помощью графика на рис. 9 подбираются положения зубчатых колес, позволяющие получить заданную подачу.

5. Составляется конкретизированное уравнение баланса кинематической цепи продольных подач. Например:

$$s = 1450 \cdot \frac{103}{144} \cdot \frac{19}{53} \cdot \frac{14}{51} \cdot \frac{61}{19} \cdot \frac{25}{55} \cdot \frac{18}{30} \cdot \frac{14}{34} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{29}{29} \cdot 5.$$

3.5. Индивидуальные задания.

Номер варианта	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/зуб	Диаметр фрезы, мм	Число зубьев фрезы
1	20	0,08	50	15
2	25	0,06	60	14
3	30	0,04	70	13
4	35	0,02	80	12
5	40	0,04	90	11
6	45	0,06	100	10
7	50	0,08	110	9
8	45	0,1	120	8

3.6. Содержание отчета.

1. Компоновочная схема специализированного фрезерного станка модели ВМ130Н с указанием его основных узлов и движений подвижных рабочих органов.

2. Схема наладки и чертеж обрабатываемой детали с указанием значений всех исходных данных, необходимых для настройки и наладки станка.

3. Настройка кинематической цепи главного движения станка для заданной частоты вращения шпинделя.

4. Кинематическая схема цепи главного движения в состоянии настройки на заданную частоту вращения шпинделя согласно п.3.

5. Настройка кинематической цепи подач для заданного значения подачи.

Лабораторная работа №4

Настройка универсальной делительной головки

4.1. Цель работы:

- изучить назначение и устройство универсальной делительной головки;
- изучить методы деления, используемые при работе с универсальной делительной головкой;
- научиться настраивать делительную головку на заданный коэффициент деления.

4.2. Содержание работы

1. Ознакомиться с устройством, принципом работы и назначением универсальной делительной головки.

2. Ознакомиться с методами деления, используемыми при работе с универсальной делительной головкой.

3. Рассчитать настройку универсальной делительной головки для всех существующих методов деления.

4.3. Универсальные делительные головки. Основные понятия

Универсальные делительные головки предназначены для периодического поворота обрабатываемой заготовки вокруг оси (деление) и для непрерывного ее вращения, согласованного с продольной подачей стола при нарезании винтовых канавок. На рис. 10, а показана схема обработки детали с использованием делительной головки. Заготовка (в данном случае зубчатое колесо) установлена на оправке в центрах шпинделя делительной головки 2 и задней бабки 3.

Модульной дисковой фрезе сообщают вращение, а рабочему столу – продольную подачу, в результате чего будет обработана впадина между двумя соседними зубьями.

Возвратив стол в исходное положение, заготовку поворачивают на угол, соответствующий шагу зубчатого колеса. Так продолжают работу до тех пор, пока не будут профрезерованы все впадины.

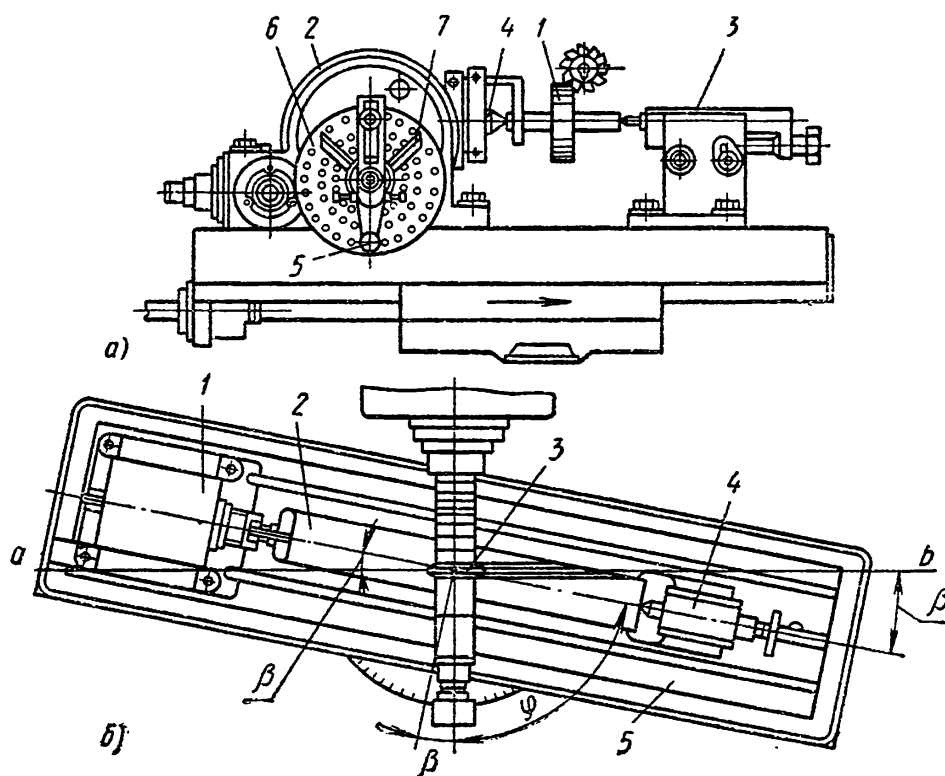


Рис. 10. Схемы обработки деталей в делительных головках

Поворот заготовки и ее фиксирование осуществляются делительной головкой. Внутри корпуса головки 2 смонтирован шпиндель 4, который периодически поворачивают, вращая рукоятку 5. Положение рукоятки фиксируется делительным диском (лимбом) 6, снабженным рядами отверстий, равномерно расположенных на концентрических окружностях. В любое из этих отверстий может заходить пружинный фиксатор рукоятки. К головке приложено несколько дисков с различным количеством рядов и отверстий к каждому ряду. Одна из конструкций имеет двусторонний диск, на каждой стороне которого расположено по 11 окружностей со следующим количеством глухих отверстий: 24—25—28—30—34—37—38—39—41—42—43 и 46—47—49—51—53—54—57—58—59—62—66.

Различают лимбовые и безлимбовые головки; первые получили наибольшее распространение. На рис. 11 показаны кинематические схемы лимбовых (рис. 11, а, в) и безлимбовых (рис. 11, г) делительных головок. Вращение шпинделю передается от рукоятки 1 через группы зубчатых колес 3 – 6 и червячную передачу 7 – 8. Положение рукоятки при повороте на необходимый угол фиксируется делительным диском 2. Передаточное отношение всех передач, кроме червячной и сменных колес, обычно равно 1.

Существуют три способа настройки универсальных делительных головок:

- для непосредственного деления;
- для простого деления;
- для дифференциального деления.

Непосредственное деление.

На шпинделе делительной головки установлен диск, имеющий определенное число пазов на равных расстояниях друг от друга. Диск поворачивают рукояткой.

При 12 пазах диска шпиндель головки можно повернуть на $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/6$, $1/12$ оборота, т.е. делить окружность на 2, 3, 4, 6 и 12 частей.

Таким образом, область использования непосредственного деления весьма ограничена.

Простое деление (рис. 11, а) применяют в тех случаях, когда передаточное отношение цепи между валом с рукояткой и шпинделем головки может быть выражено в виде простой дроби. Если z – число равных частей, на которое необходимо произвести деление, то величина периодического вращения шпинделя головки составит $1/z$ оборота. Для этого рукоятку 1 нужно повернуть относительно неподвижного диска 2 на n_p оборотов. При этом уравнение кинематического баланса примет вид:

$$\frac{1}{z} = n_p \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_8}. \quad (4.1)$$

Обозначая

$$\frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_8} = \frac{1}{N}$$

и решая уравнение (4.1), найдем требуемое число оборотов рукоятки

$$n_p = \frac{N}{z}. \quad (4.2)$$

Величину N называют характеристикой головки. Чаще всего $N = 40$.
Полученное значение n_p выражают в виде простой дроби:

$$n_p = \frac{N}{z} = \frac{A}{B}, \quad (4.3)$$

где B – число отверстий на одной из окружностей делительного диска;
 A – число отверстий, на которое нужно повернуть рукоятку.

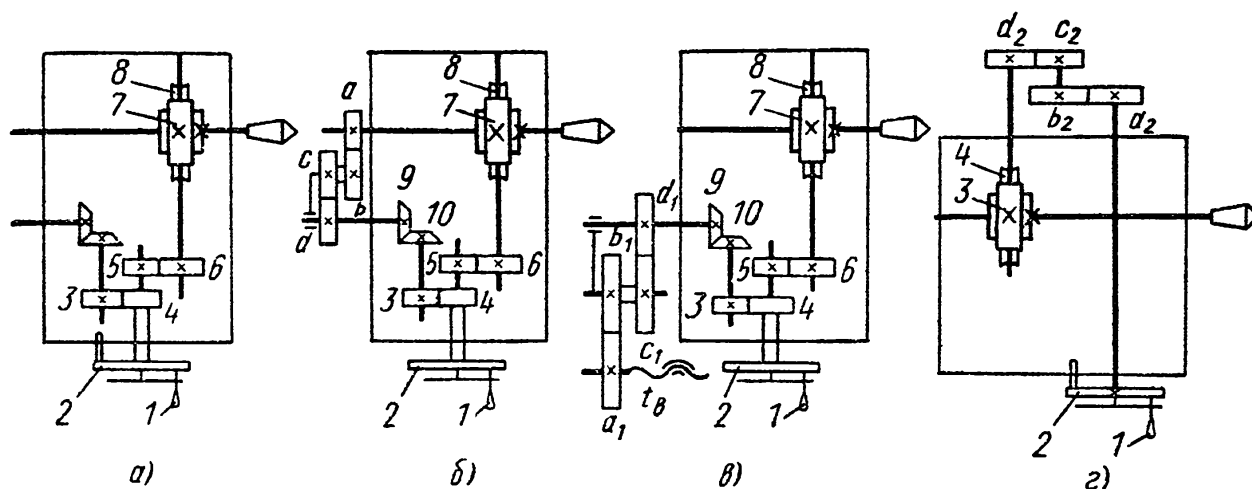


Рис. 11. Кинематические схемы универсальных делительных головок

При отсчете делительная головка оснащается раздвижным сектором 7 (рис. 10, а), состоящим из двух радиальных линейек. Их раздвигают на угол, соответствующий числу отверстий, отсчитываемому на диске, и скрепляют. Если левую линейку упереть в фиксатор рукоятки, то правая линейка окажется совмещенной с отверстием, в которое надо будет при очередном повороте ввести фиксатор. После фиксирования рукоятки в новом положении левую линейку снова упирают в фиксатор.

Дифференциальное деление применяют в тех случаях, когда подобрать диск с необходимым количеством отверстий способом простого деления не удастся. Сущность дифференциального деления состоит в следующем. Подбирают фиктивное число частей z_{ϕ} , на которое необходимо произвести деление, близкое к заданному z и удовлетворяющее простому способу деления. Если выполнить простое деление, то шпиндель повернется на $1/z_{\phi}$ оборота вместо $1/z$.

Для компенсации полученной разницы шпинделю сообщают дополнительный поворот, равный $(1/z - 1/z_{\phi})$. Если эта разность будет положительной, то дополнительный поворот делают в ту же сторону, что и основной, если отрицательной, то в противоположную сторону. Таким образом, рукоятка

(рис. 11, б) должна совершить основной поворот, чтобы разделить окружность на z_ϕ частей, и дополнительный, чтобы компенсировать указанную выше разницу. Это достигается путем медленного поворота диска 2 на величину дополнительного поворота рукоятки. Когда последняя будет повернута на угол, соответствующий заданному числу отверстий, отверстие, в которое должен быть введен фиксатор вместе с диском 2, уйдет вперед или назад. Поэтому для того, чтобы ввести фиксатор в отверстие, необходимо рукоятку дополнительно повернуть в ту или другую сторону до совпадения оси фиксатора с осью отверстия. Вращение диску передается от шпинделя делительной головки через сменные колеса $a - b$, $c - d$, коническую пару $9 - 10$ и зубчатые колеса $3 - 4$. Расчет настройки сводится к определению передаточного отношения сменных зубчатых колес $a - b$ $c - d$. Чтобы повернуть шпиндель на $1/z$ и $1/z_\phi$ оборота, нужно согласно уравнению (4.3) повернуть рукоятку на

$$n_p = \frac{N}{z}, \text{ об.}$$

при заданном числе делении и на

$$n_{p.\phi} = \frac{N}{z_\phi}, \text{ об.}$$

при фиктивном числе делений.

Величина дополнительного вращения рукоятки равна величине поворота диска

$$n_{p.\text{доп}} = \frac{N}{z} - \frac{N}{z_\phi}, \quad (4.4)$$

За время деления шпиндель делительной головки повернется на $1/z$ оборота и, следовательно, сообщит диску

$$\frac{1}{z} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{z_9}{z_{10}} \cdot \frac{z_3}{z_4}, \text{ об.} \quad (4.5)$$

Приравнивая выражения (4.4) и (4.5), получим

$$n_{p.\text{доп}} = N \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{z_\phi} \right) = \frac{1}{z} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{z_9}{z_{10}} \cdot \frac{z_3}{z_4}.$$

Обозначая $\frac{z_9}{z_{10}} \cdot \frac{z_3}{z_4}$ через C (обычно $C = 1$) и решая данное уравнение, после преобразований получим:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{N}{C} \cdot \frac{z_\phi - z}{z_\phi}.$$

Пример.

Определить параметры настройки делительной головки для фрезерования зубьев цилиндрического колеса с $z = 69$. Пусть характеристика головки $N = 40$ и $C = 1$; примем $z_\phi = 70$, тогда число оборотов рукоятки

$$n_\phi = \frac{40}{70} = \frac{16}{28}.$$

Необходимо взять диск с 28-ю отверстиями и поворачивать рукоятку при делении на 16 отверстий. Передаточное отношение сменных колес согласно уравнению (4.5):

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40}{1} \cdot \frac{70 - 69}{70} = \frac{40}{70}.$$

Фрезерование винтовых канавок, расположенных равномерно по окружности, осуществляется следующим образом (см. рис. 10, б). Заготовку 2, установленную в центрах делительной головки 1 и задней бабки 4, вместе со столом 5 поворачивают на угол β , равный углу наклона винтовой линии канавки. В результате этого средняя плоскость дисковой фрезы 5 совпадает с направлением канавки. Заготовке сообщают непрерывное вращение, а столу – продольную подачу вдоль линии ab .

Шпиндель делительной головки вращают от ходового винта продольной подачи стола (рис. 11, в) по цепи сменных зубчатых колес $a_1 - b_1$, $c_1 - d_1$ далее через пары 9 – 10, 3 – 4 и диск 2 на рукоятку 7, передачи 5 – 6 и 7 – 8. За один оборот шпинделя стол должен переместиться на величину шага винтовой линии канавки t_p .

Уравнение кинематического баланса примет вид:

$$1 \text{ об. заг} \cdot \frac{z_8}{z_7} \cdot \frac{z_6}{z_5} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_{10}}{z_9} \cdot \frac{d_1}{c_1} \cdot \frac{b_1}{a_1} \cdot t_\phi = t_p.$$

где t_ϕ – шаг ходового винта.

Учитывая, что

$$\frac{z_8}{z_7} \cdot \frac{z_6}{z_5} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_{10}}{z_9} = \frac{1}{N},$$

получим уравнение настройки кинематической цепи

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = N \frac{t_\phi}{t_p}.$$

В практике винтовую линию канавки задают не шагом t_p , а углом наклона β (или углом подъема винтовой линии $\varphi = 90 - \beta$) и диаметром d .

В этом случае шаг

$$t_p = \frac{\pi \cdot d}{\operatorname{tg} \beta}.$$

Безлимбовые делительные головки отличаются от лимбовых тем, что они не имеют делительных дисков. Рукоятка 1 (рис. 11, г) поворачивается на один полный оборот и фиксируется в постоянном положении на неподвижном диске 2. Величину поворота шпинделя устанавливают сменными колесами $a_2 - b_2, c_2 - d_2$. При простом делении на z частей уравнение кинематического баланса примет вид

$$\frac{1}{z} = 1 \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{z_3}{z_4},$$

а передаточное отношение звена настройки

$$\frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{N}{z},$$

где $N = z_4 / z_3$ – характеристика головки.

Для деления на равные и неравные части с повышенной точностью ($0,25''$) применяются оптические делительные головки. В корпусе 1 (рис. 12, а) смонтирована поворотная часть 2, несущая шпиндель 3 головки. На шпинделе жестко закреплен стеклянный диск 4, на котором нанесены 360 точных градусных делений, наблюдаемых в микроскоп 5. В его оптической системе имеется шкала с 60-ю делениями, позволяющая отсчитывать угловые минуты. Деталь, которую необходимо точно разделить, закрепляют в шпинделе 3 делительной головки. Деление заключается в простом поворачивании шпинделя на заранее вычисленные углы, отсчитываемые через окуляр микроскопа 5 по шкале диска 4 (рис. 12, б).

4.4. Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания к работе.
2. Ознакомиться с работой универсальной делительной головки, находящейся в лаборатории.
3. Перечертить кинематические схемы универсальных делительных головок.

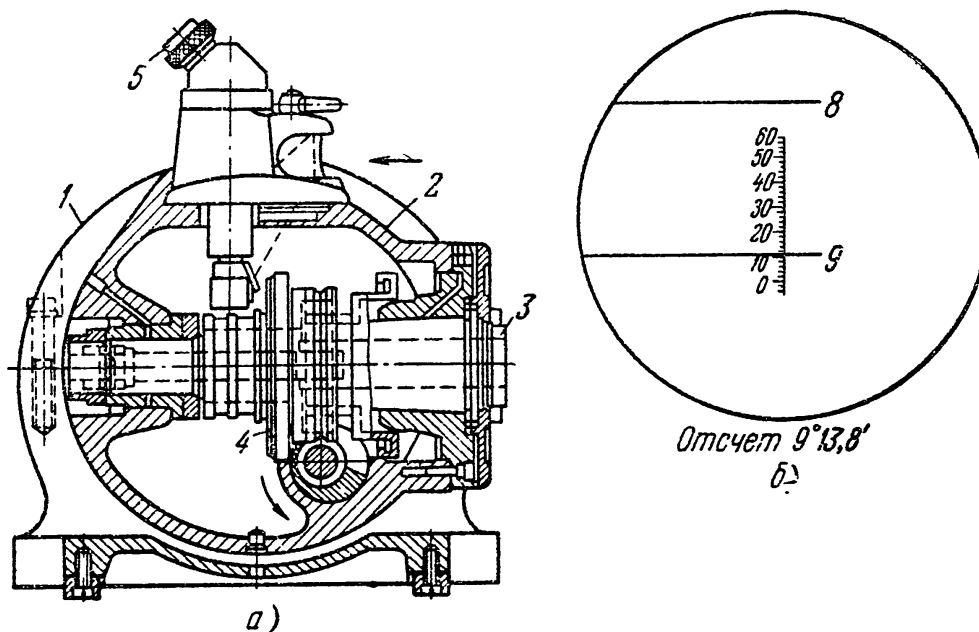


Рис. 12. Оптическая делительная головка

4. По индивидуально заданию рассчитать настройки делительной головки для:

- непосредственного деления;
- простого деления;
- сложного деления;
- фрезерования винтовых канавок.

4.5. Индивидуальные задания.

Номер варианта	Число частей при непосредственном делении	Число частей при простом делении	Число частей при дифференциальном делении	При фрезеровании винтовой канавки	
				Шаг винтовой канавки	Шаг ходового винта
1	2	46	117	5	1
2	4	42	97	10	2
3	5	69	51	15	3
4	10	45	47	20	4
5	20	78	53	25	5
6	2	62	17	30	6
7	4	38	13	35	7
8	5	42	87	40	8

4.6. Содержание отчета

Требования к содержанию отчета изложены в п.4.4

Лабораторная работа №5

Настройка и наладка зубофрезерного станка 5306К

5.1. Цель работы: изучить устройство и кинематику зубофрезерного станка 5306К.

5.2. Содержание работы.

1. Изучить кинематику станка.
2. Ознакомиться с устройством и органами управления станка.
3. Произвести настройку и наладку станка.

5.3. Назначение, устройство и технические характеристики станка 5306К.

Станок зубофрезерный вертикальный является универсальным и предназначен для обработки прямозубых и косозубых цилиндрических колес, червячных колес, а также неэвольвентных профилей (звездочек, храповых колес, шлицевых валиков). Инструментом является червячная модульная или специальная фреза. Образование зубьев на заготовке представляет собой непрерывный процесс огибания исходным профилем червячной фрезы боковых профильных поверхностей зубьев нарезаемых колес. Такой метод называется методом обкатки.

5.3.1. Основные узлы станка показаны на рис.13.

Станина 1 коробчатой формы имеет горизонтальные направляющие, по которым перемещается фрезерная стойка 2 (рис.13). К правой части станины прикреплен корпус стола 3. Стол перемещается по вертикальным направляющим станины со скоростью вертикальной подачи и ускоренно. На фрезерной стойке закреплён фрезерный суппорт 4, поворотная часть которого может быть установлена и закреплена под любым углом. В верхней части станины крепится гидроцилиндр 5 для зажима изделия с пинолью для подпора изделия. На передней стенке фрезерной стойки находится пульт управления 6, на задней стенке станины крепится электрошкаф 7. Рядом с пультом управления расположен дроссель 8 гидравлической установки величины радиальной подачи. В коробке 9 размещены гитары деления и вертикальных подач.

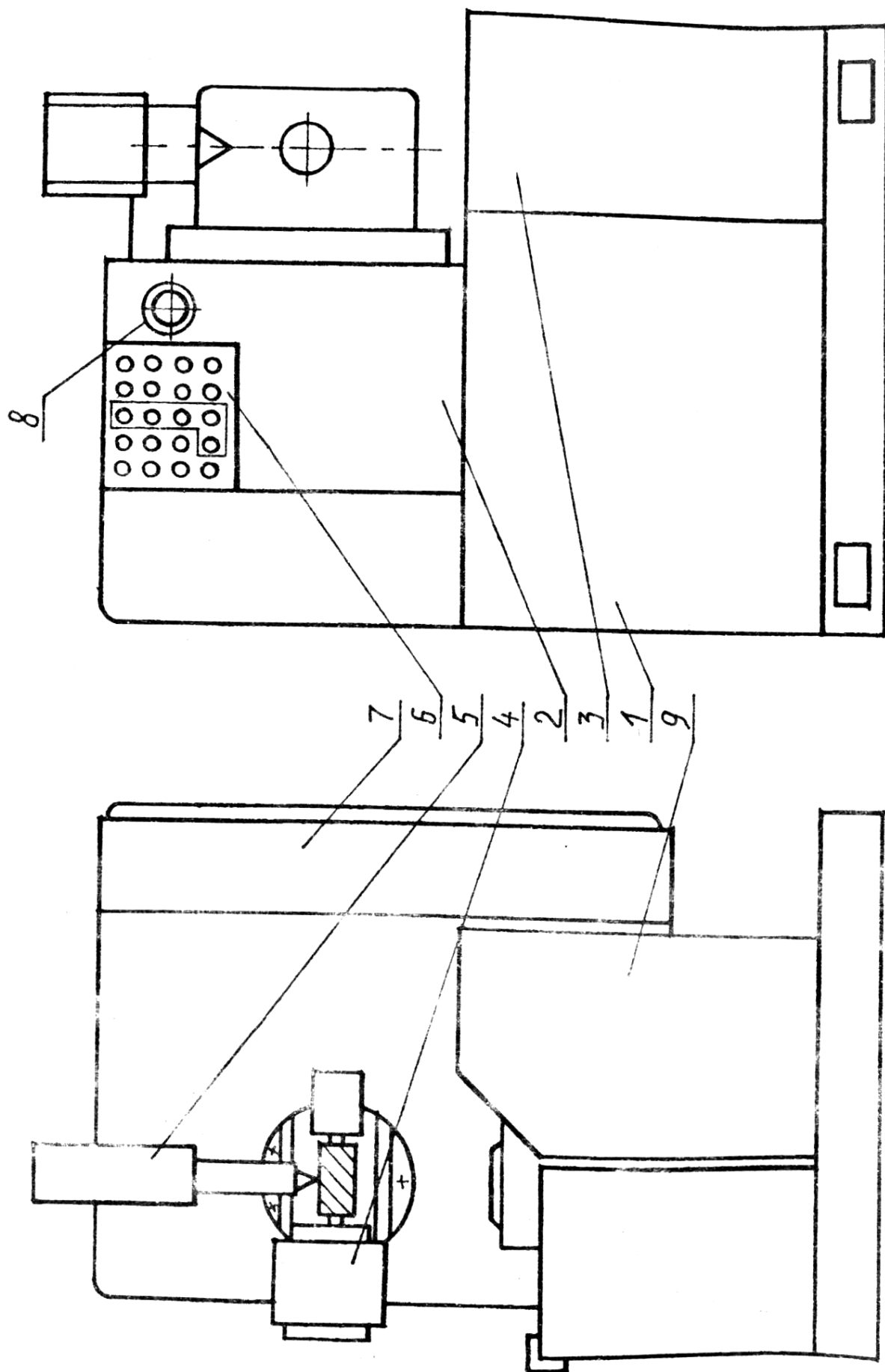


Рис.13. Основные узлы зубофрезерного станка

Некоторые органы управления показаны на рис.14: 1 – включение транспортера стружки; 2 – кнопка перемещения суппорта влево; 3 – выключатель охлаждения; 4 – переключатель реверса движения стола; 5 – кнопка "Пуск" электродвигателя главного движения; 6 – кнопка "Стоп" электродвигателя главного движения; 7 – переключатель "Разжим изделия" – "Зажим изделия"; 8 – переключатель подвода – отвода инструмента; 9 – кнопка быстрого перемещения стола вверх; 10 – кнопка перемещения суппорта вправо; 11 – переключатель направления периодической передвижки и отключения передвижки.

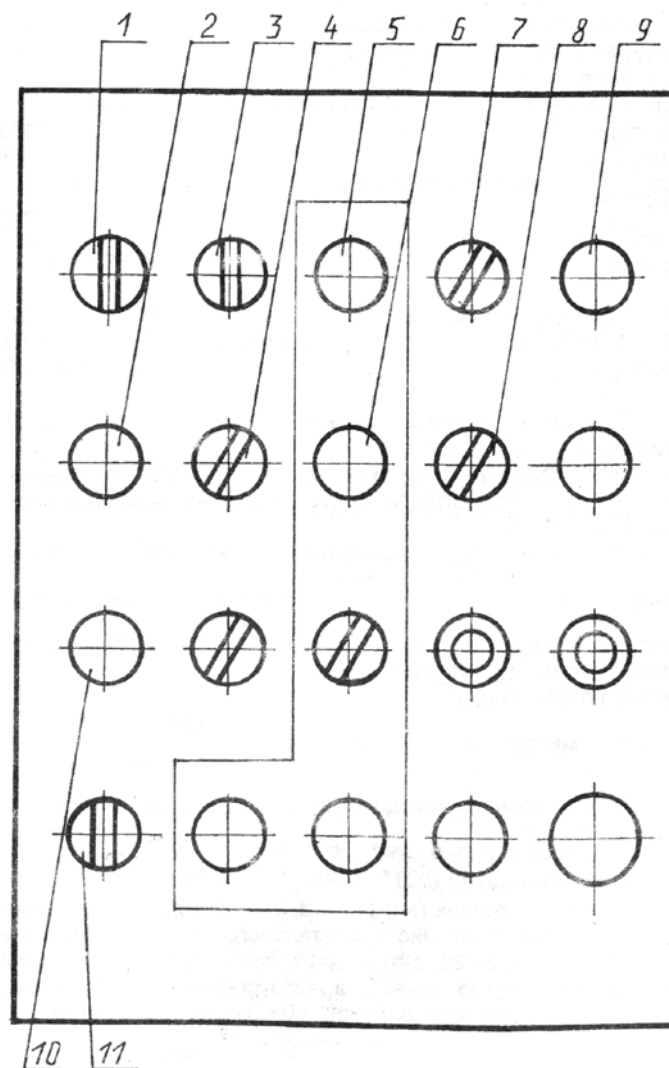


Рис. 14.

5.3.2. Технические характеристики станка

Размеры обрабатываемых деталей:

наибольший нарезаемый модуль, мм

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| - в условиях серийного производства | 4 |
| - в условиях массового производства | 2.5 |

наибольший диаметр обрабатываемой шестерни, мм

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| - в условиях серийного производства | 200 |
| - в условиях массового производства | 125 |

шпиндель изделия	
- расстояние между осями шпинделя изделия и фрезы, мм	
наибольшее	185
наименьшее	25
- расстояние от плоскости торца шпинделя до оси фрезы, мм	
наибольшее	340
наименьшее	185
конус под оправку	Морзе 4АТ7
суппорт	
- наибольший диаметр фрезы, мм	125
- наибольшее перемещение фрезерного шпинделя, мм	60
- конус в шпинделе	Морзе 4АТ7
скорости и подачи	
- числа оборотов шпинделя фрезы в минуту	80...500
- вертикальная подача, мм/об	от 0,5 до 5
- радиальная подача фрезерной стойки	бесступенчатая

5.3.3. Кинематическая схема станка (рис.15).

1. Главное движение от электродвигателя М1 через двухступенчатую клиноременную передачу $\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{150 \cdot c_1}{324 \cdot b_1}$ передается валу II, затем через конические колеса $z_1 = 22$, $z_2 = 22$, цилиндрические колеса $z_3 = 25$, $z_4 = 75$ инструментальному шпинделю IV.

Расчетные перемещения: $n_{э.дв.} \rightarrow n_\phi$,

где $n_{э.дв.}$ – частота вращения вала электродвигателя, об/мин;

n_ϕ – частота вращения фрезы, об/мин.

Уравнение кинематического баланса:

$$1450 \cdot \frac{150}{324} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{25}{75} = n_\phi,$$

откуда

$$\frac{c_1}{d_1} = \frac{n_\phi}{224}.$$

Значение n_ϕ находится из выражения:

$$n_\phi = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_\phi},$$

где V – скорость резания, м/мин;

D_ϕ – диаметр фрезы, мм.

Диаметры шкивов c_1 и d_1 в комплекте станка:

Ø102, Ø125, Ø145, Ø170, Ø190, Ø215, Ø240, Ø260, Ø280.

2. Цепь деления осуществляет связь между шпинделями инструмента и изделия: от инструментального шпинделя IV через зубчатые колёса $z_4=75$, $z_3=25$, $z_2=22$, $z_1=22$, $z_5=57$, $z_6=57$, $z_7=57$, $z_8=57$, $z_9=20$, $z_{10}=20$, $z_{11}=50$, $z_{12}=45$, $z_{13}=25$, $z_{14}=25$, сменные колёса гитары деления a,b,c,d, червячную пару $z_{15}=1$, $z_{16}=60$ к шпинделю изделия.

Расчетные перемещения: 1 об. фрезы $\rightarrow \frac{k}{z}$ об. Заготовки,

где k – число заходов фрезы;

z – число зубьев нарезаемого зубчатого колеса.

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \cdot \frac{75}{25} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{57 \cdot 57 \cdot 20}{57 \cdot 57 \cdot 20} \cdot \frac{50}{45} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{60} = \frac{k}{z};$$

откуда

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 18 \cdot \frac{k}{z}.$$

Для нарезания косозубого колеса используется более общая формула:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 18 \cdot \frac{k}{z} \cdot \left(\frac{1}{1 \pm \frac{s \cdot \sin \beta}{\pi \cdot m_n \cdot z}} \right).$$

Нарезание зубчатого колеса по комбинированной схеме с радиальным врезанием включает в себя две стадии процесса. Первая стадия – радиальное врезание, когда фреза вместе с суппортной стойкой перемещается к заготовке. Продолжительность стадии с момента касания фрезы и заготовки до полного врезания фрезы на высоту зуба – $2,2 \cdot m$ (где m – модуль зубчатого колеса, мм). Вторая стадия – период профилирования зуба заготовки по его длине. В это время фреза вместе с фрезерным суппортом перемещается вверх в случае попутного фрезерования (либо вниз в случае встречного).

3. Цепь вертикальных подач настраивается через сменные шестерни e, f, m, n, гитары подач, ведущее колесо которой устанавливается на делительном червяке $z_{15}=1$ червячной пары стола, а ведомое на червяке $z_{17}=1$ червячного колеса $z_{18}=84$, сидящего на ходовом винте вертикальных перемещений $t = 2 \cdot \pi$.

Расчетные перемещения для вертикальной подачи: 1 об. стола $\rightarrow s_B$ мм/об.

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ об. стола} \cdot \frac{60}{1} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{1}{84} \cdot 2\pi = s_B,$$

$$\text{откуда } \frac{e}{f} \cdot \frac{m}{n} = \frac{0,7 \cdot s_B}{\pi}.$$

При нарезании косозубых колёс рекомендуется формула настройки:

$$\frac{e}{f} \cdot \frac{m}{n} = \left(\frac{18 \cdot k}{\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}} - z \right) \cdot \frac{0,7 \cdot m_n}{\sin \beta}.$$

Для настройки гитары подач, как и для гитары деления, используется комплект сменных зубчатых колёс с числами зубьев: 20, 23, 24, 25, 30, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 48, 50, 53, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 83, 85, 89, 90, 92, 95, 97, 98, 100.

4. При нарезании в период радиального врезания к процессу предъявляются требования, связанные только с достижением высокой производительности, включающие и рациональное использование режущего инструмента. Поэтому величина радиальной подачи рассчитывается из условия максимально допустимой толщины срезаемого слоя.

Для осуществления радиального врезания используется клиновое устройство с приводом гидроцилиндра. Скорость радиального врезания устанавливается расходом жидкости, проходящей через дроссель 8, рис.13. Величина радиальной подачи назначается обычно из соотношения: $s_p = (0.3 \div 0.4)s_{в.}$

После этого рассчитывается минутная радиальная подача s_{p1} :

$$s_{p1} = \frac{n \cdot k}{z} \cdot s_p.$$

Требуемое число делений Q на дросселе определяется с помощью графика, рис.16.

5. Периодическая передвижка фрезы осуществляется от электродвигателя МЗ, движение посредством шестерён $z_{14}=30$, $z_{25}=60$, червяка $z_{26}=1$, червячного колеса $z_{27}=70$, шестерён $z_{28}=36$, $z_{29}=36$, $z_{30}=36$, $z_{31}=28$, $z_{32}=32$ передаётся на винт $t = \pi$.

6. Быстрое вертикальное перемещение стола осуществляется от электродвигателя М2 через цепную передачу $z_{23}=17$, $z_{22}=20$, червяк $z_{19}=2$ на червячное колесо $z_{20}=30$, сидящее на гайке ходового винта $t = 2 \cdot \pi$.

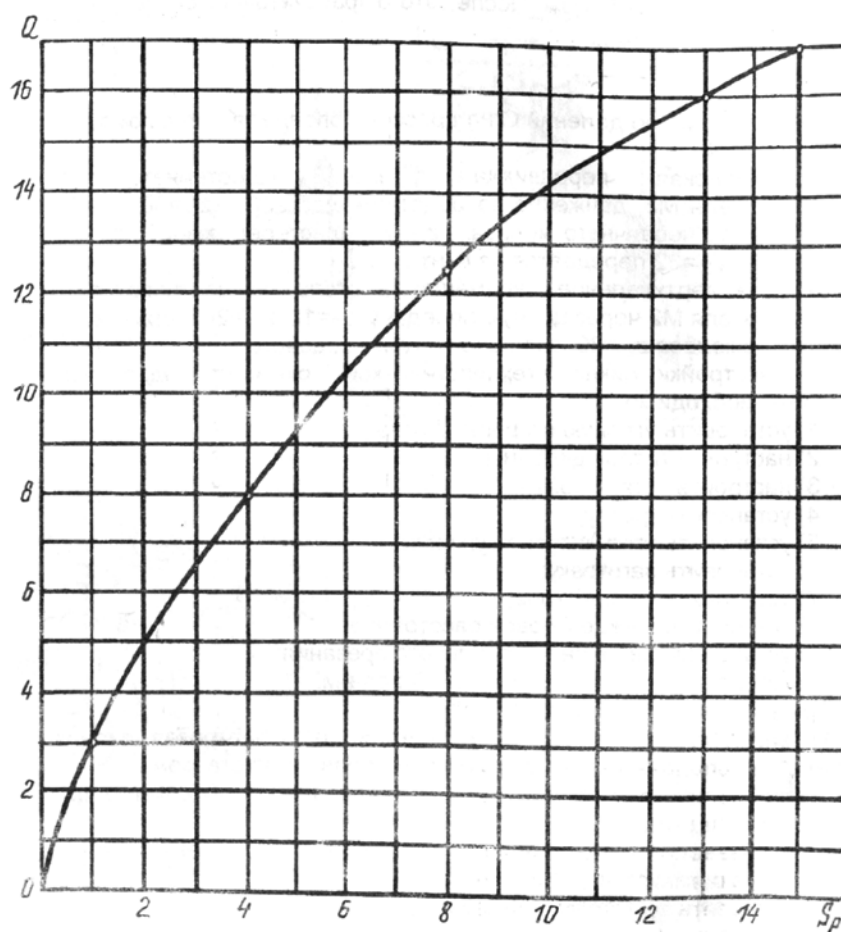


Рис. 15.

5.4. Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания к работе.
2. Ознакомиться с устройством и кинематической схемой зубофрезерного станка 5306К.
3. Рассчитать настройки станка на обработку зубчатого колеса согласно индивидуальному заданию.

5.5. Индивидуальные задания

Номер задания	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Число зубьев нарезаемой шестерни	Диаметр фрезы, мм	Число заходов фрезы
1	20	0,5	23	75	1
2	22	0,8	27	80	2
3	25	1,0	30	85	3
4	32	1,2	32	90	1
5	40	1,4	36	95	2
6	50	16	38	100	3
7	20	18	40	105	1
8	22	20	42	110	2

5.6. Содержание отчета

1. Кинематическая схема станка 5306К.
2. Расчет настроек кинематической цепи привода шпинделя.
3. Расчет настроек кинематической цепи деления.
4. Расчет настроек устройства радиального врезания.

Библиографический список

1. Ермолаев, В. В. Технологическая оснастка: учеб. для СПО по группе специальностей "Технологические машины и оборудование" / В. В. Ермолаев. – М.: Академия, 2012. – 254 с.
2. Кузнецов, А. П. Структурная точность металлорежущих станков / А. П. Кузнецов, М. Г. Косов // СТИН. – 2012. – № 5. – С. 2–7.
3. Металлорежущие станки: учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. Д. Ефремов, В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков; под ред. П. И. Ящерицына. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 695 с.
4. Металлорежущие станки: учебник для вузов по специальностям "Технология машиностроения", "Металлообрабатывающие станки и комплексы" направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств: в 2 т. Т. 2/ под ред. В. В. Бушуева. – М.: Машиностроение, 2012. – 583 с.
5. Станочное оборудование машиностроительных производств: учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": в 2 ч. Ч. 1 / А. М. Гаврилин, В. И. Сотников, А. Г. Схиртладзе, Г. А. Харламов. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 415 с.
6. Черпаков, Б. И. Металлорежущие станки: учеб. для НПО / Б. И. Черпаков, Т. А. Альперович. – М.: Academia, 2010. – 365 с.
7. Черпаков, Б. И. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учеб. для сред. проф. образования / Б. И. Черпаков, Л. И. Вереина. – М.: Academia, 2010. – 412 с.