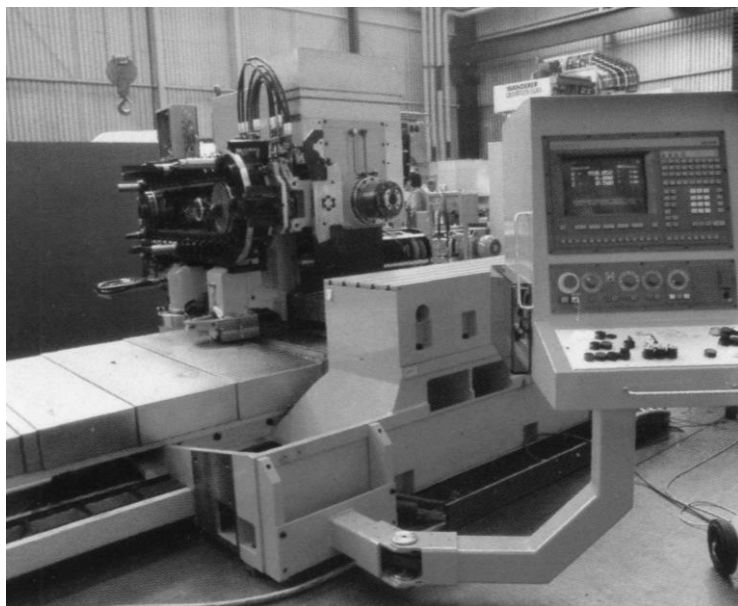


**В.М. Пачевский Л.А. Федотова В.Н. Старов  
М.В. Кондратьев Э.М. Янцов**

# **МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ: ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

**Учебное пособие**



**Воронеж 2010**

ГОУВПО «Воронежский государственный  
технический университет»

В.М. Пачевский Л.А. Федотова В.Н. Старов  
М.В. Кондратьев Э.М. Янцов

## МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ: ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

Воронеж 2010

УДК 621.9.06.002

Металлорежущие станки: лабораторный практикум: учеб. пособие / В.М. Пачевский, Л.А. Федотова, В.Н. Старов, М.В. Кондратьев, Э.М. Янцов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2010. 327 с.

Издание соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 151000 «Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств», специальности 151002 «Металлообрабатывающие станки и комплексы» по дисциплине «Металлорежущие станки».

Предназначено для студентов всех форм обучения при подготовке к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Металлорежущие станки».

Учебное пособие подготовлено в электронном виде в текстовом редакторе Microsoft Word, содержатся в файле МРС.ЛР.УП.010.doc.

Табл. 41. Ил. 134. Библиогр.: 5 назв.

Научный редактор д-р техн. наук, проф. А.Н. Осинцев

Рецензенты: кафедра начертательной геометрии  
и графики Воронежского государственного  
архитектурно-строительного университета  
(зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. Ю.А. Цеханов);  
д-р техн. наук, проф. Ю.С. Ткаченко

© Пачевский В.М., Федотова Л.А.,  
Старов В.Н., Э.М. Янцов, 2010

© Оформление. ГОУВПО  
«Воронежский государственный  
технический университет», 2010

## ВВЕДЕНИЕ

Металлорежущие станки являются основным видом технологического оборудования машиностроительных предприятий для изменения форм и размеров заготовок деталей машин с требуемой точностью.

Металлорежущие станки занимают особое место среди других машин, так как они предназначены для изготовления деталей машин, то есть для производства средств производства. Любая машина (механизм) состоит из деталей, поэтому усовершенствование способов получения заготовки и детали, позволяющее повысить производительность этого процесса и качество обработанных поверхностей, приносит большой экономический эффект.

Современные металлорежущие станки состоят из большого числа механизмов, в которых используются механические, электрические, пневмо- и гидравлические способы передачи основных и вспомогательных движений и управления циклом обработки.

Все исполнительные механизмы станка условно можно разделить на четыре основные группы, обеспечивающие:

- главное движение скорости резания (шпиндельные узлы);
- движение подачи (суппорты, столы, ползуны);
- вспомогательные движения;
- движения управления.

Координацию размещения и характер движения исполнительных механизмов определяет несущая система станка. Изготовление любой детали на станке состоит из двух основных этапов, которые определяются техническими условиями на качество и точность обрабатываемых поверхностей. К ним относятся: управление процессом обработки, то есть включение, изменение и согласование скоростей движения исполнительных механизмов станка; осуществление самого процесса обра-



ботки, то есть сообщение необходимых усилий и скоростей заготовке и инструменту с требуемой точностью взаимного перемещения.

Лабораторные работы, представленные в учебном пособии, дают возможность студентам практически ознакомиться с конструкциями, принципом действия, техническими характеристиками, кинематикой, способами настройки и наладки станков для реализации требуемых движений формообразования обрабатываемых поверхностей.

Занятия проводятся со студентами, подготовленными теоретически, прошедшими инструктаж и ознакомленными с правилами техники безопасности при работе в лаборатории кафедры «Автоматизированное оборудование машиностроительного производства».

Выполненные в тетради работы представляются преподавателю для защиты. Материалами для подготовки ответов на вопросы по теме лабораторных работ являются лекции, изложенные ниже методические указания и литература, предложенная в библиографическом списке данного учебного пособия.

## Лабораторная работа № 1

### УСТРОЙСТВО, КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И НАСТРОЙКА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА МОД. 1И611П

Цель лабораторной работы – получение знаний об устройстве и кинематической структуре токарно–винторезного станка; приобретение навыков структурного анализа кинематики станка и определения взаимосвязи кинематической структуры с условиями формообразования поверхностей деталей; приобретение навыков настройки станка на операции токарной обработки.

Основными задачами работы являются: изучение назначения и технической характеристики станка, его компоновки и конструктивных особенностей приводов главного движения и подачи; определение взаимосвязи движений исполнительных механизмов станка для реализации выбранного метода формообразования поверхности детали; освоение методики расчета кинематического баланса станка для конкретного режима обработки.

#### 1.1. Индивидуальное задание

Объектом изучения является токарно-винторезный станок мод. 1И611П.

Для выполнения работы студенту выдается чертеж детали (Приложение 1) с указанием поверхностей – объектов расчета и практического выполнения операций обработки. Выдается комплект инструментов.

Время выполнения работы – 4 часа.

Требуется:

1. Изучить назначение и устройство станка мод. 1И611П.
2. Изучить технологические возможности станка.

3. Определить какими методами формообразования можно обработать поверхности заданной детали.

4. Составить структурную кинематическую схему на заданную операцию обработки.

5. Составить уравнение кинематического баланса и определить параметр конечного звена на заданную операцию обработки гладкой поверхности.

6. Составить уравнение кинематического баланса и определить параметры настройки винторезной цепи на заданный шаг резьбы.

7. Проверить правильность расчета на станке.

## 1.2. Общие сведения

### 1.2.1. Виды движений исполнительных механизмов металлорежущих станков

Обработка на металлорежущих станках основана на относительном перемещении заготовки и режущего инструмента. Траектория перемещения зависит от формы обрабатываемой поверхности и формы режущей кромки инструмента, а скорость определяется выбором рационального режима резания. Профиль режущей кромки инструмента задается конструкцией и траекторией движения, которую обеспечивают механизмы станка. Режущая кромка может представлять собой короткий отрезок линии (условно можно считать точкой) или повторять собой профиль сечения обрабатываемой детали. Очевидно, что в первом случае поверхность детали сложной формы может быть получена при сложном относительном движении заготовки и инструмента.

Любая деталь представляет собой сочетание нескольких или множества взаимосвязанных поверхностей.

С геометрической точки зрения любую поверхность можно представить как след относительного перемещения двух линий, которые называются *производящими*, при этом

одна из них – образующая, а другая – направляющая. Так, плоская поверхность образуется относительным перемещением двух прямых линий, расположенных в одной плоскости. Цилиндрическая поверхность образуется относительным перемещением окружности по прямой или прямой по окружности, сферическая поверхность – вращением окружности т.д.

На металлорежущих станках производящие линии образуются материальными точками и линиями режущих кромок инструмента при относительном непрерывном согласованном движении заготовки и инструмента. Согласованные относительные движения заготовки и режущего инструмента, которые непрерывно создают с помощью производящих линий поверхности деталей заданной формы, называют формообразующими. В зависимости от конструкции инструмента, используемого для ее образования, движения формообразования могут быть простыми и сложными.

На станках сложные относительные движения заготовки и инструмента состоят из простых элементарных, поступательных или вращательных, траектории которых обеспечиваются прямолинейными или круговыми направляющими станка.

По соотношению скоростей формообразующие движения подразделяются на главное (движение резания), которое обозначается  $\Phi_v$  и является наиболее быстрым, и движение подачи, которое обозначается  $\Phi_s$  и может быть медленнее главного в сотни раз. Характер формообразующих движений также различный: главное движение предпочитают делать вращательным –  $\Phi_v(B)$ ; движение подачи может быть непрерывным, прерывистым (периодическим) или осциллирующим, вращательным  $\Phi_s(B)$  или поступательным  $\Phi_s(P)$ .

Все движения станка обозначаются буквой русского алфавита П или В. В правом нижнем индексе пишут порядковый номер, по которому легко определить число движений.

Кроме формообразующих движений для настройки станка на конкретную операцию и ее осуществление, необходимо

иметь ряд других перемещений. По целевому назначению все исполнительные движения подразделяются на движения формообразования - Ф, установочные (наладочные) – Уст, врезания – Вр, деления – Д, управления – Упр, вспомогательные – Всп.

*Установочными перемещениями (наладочными)* называют перемещения заготовки и инструмента на исходную позицию для осуществления формообразующих движений с целью получения поверхности требуемой формы и размера. Например, перемещение хобота со шпиндельной головкой широкоуниверсального фрезерного станка на исходную позицию обработки.

*Дублирующие установочные перемещения*, совпадающие по направлению с некоторыми из движений формообразования, применяют для облегчения и повышения точности наладки станка (например, выдвигные шпиндельные гильзы) и для уменьшения деформации рабочих узлов станка за счет распределения общей величины хода между двумя узлами. Установочные перемещения узлов станка осуществляются также для расширения его технологических возможностей с применением поворотных шпиндельных головок, поворотных и наклоняемых платформ и столов. Разновидностью установочного движения принято считать движение врезания для постепенного ввода инструмента в зону резания, которое выполняется под нагрузкой. По своей структуре врезание может совпадать или не совпадать с движением формообразования.

*Делительными движениями* называют движения, необходимые для обеспечения равномерного расположения на заготовке одинаковых образуемых поверхностей. Они могут быть периодическими или непрерывными, например при зубообработке.

*Вспомогательные движения* обеспечивают установку, зажим, разжим, транспортирование, быстрое перемещение заготовки или режущего инструмента в зону резания. Манипуляции, связанные с охлаждением, смазыванием, удалением

стружки, правкой инструмента и др., также относятся к вспомогательным движениям.

### 1.2.2. Методы формообразования поверхностей деталей на токарных станках

На токарных станках образование производящих линий может осуществляться методом: копирования, следа и касания. При этом обработанная поверхность, образованная взаимным перемещением двух производящих линий, может быть получена одним методом или сочетанием двух различных.

*Методом копирования* производящая линия получается в виде копии (отпечатка) режущей кромки инструмента. Для ее получения не требуется никакого формообразующего движения. Снятие стружки обеспечивается врезанием.

*Методом следа* производящая линия образуется в виде следа перемещающейся короткой режущей кромки инструмента относительно заготовки. Для его реализации требуется одно простое или одно сложное формообразующее движение, в зависимости от траектории производящей линии.

*Методом касания* производящая линия получается как огибающая места касания множества режущих кромок вращающегося инструмента при относительном линейном перемещении его и заготовки. В зависимости от траектории линейного перемещения для получения производящей линии методом касания требуется два простых формообразующих движения или одно простое и одно сложное.

На рисунке 1.1 показаны варианты образования различных поверхностей. Цилиндрическая поверхность точением резцом (рисунок 1.1, а) образуется двумя производящими линиями - прямой и окружностью, полученными методом следа при двух формообразующих движениях:  $\Phi_v(B_1)$  и  $\Phi_s(P_2)$ . Такую же поверхность при использовании широкого резца (рисунок 1.1, б) можно получить одним формообразующим движением методом копирования и следа: прямая производящая

линия получена как копия формы режущей кромки, окружность – след режущей кромки. Для получения копии не требуется формообразующего движения, для следа на цилиндрической поверхности заготовки необходимо вращение  $\Phi_v(B_1)$ .

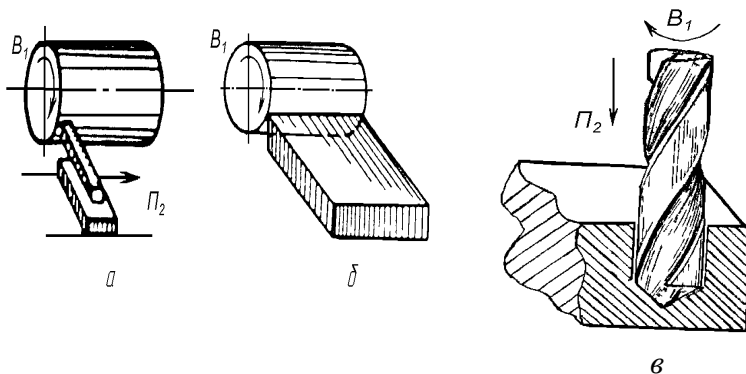


Рис. 1.1. Методы формообразования поверхностей на токарных станках: *а* - двойного следа; *б* – копирования и следа; *в* - двойного следа

Цилиндрическое отверстие сверлением (рисунок 1.1, *в*) получается в результате перемещения окружности, образованной как след от режущих кромок на конце вращающегося сверла, вдоль своей оси – метод двойного следа, два формообразующих движения  $\Phi_v(B_1)$  и  $\Phi_s(\Pi_2)$ .

### 1.2.3. Кинематическая структура и настройка токарно-винторезного станка

Исполнительные движения на станке: формообразующие (движения скорости резания и движения подачи), установочные, в том числе врезания, деления, управления и некоторые вспомогательные движения осуществляются кинематическими группами.

Кинематическая группа представляет собой совокупность источника движения и кинематических передач с органами настройки, связывающих его с исполнительным механизмом.

Исполнительные механизмы токарного станка: шпиндельный узел и двухкоординатный суппорт (продольной подачи, перемещающейся по оси  $Z$ , и поперечной, перемещающейся по оси  $X$ ).

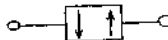
Формообразующие движения исполнительных механизмов согласовываются настройкой связывающих их кинематических цепей. В общем случае настройка может осуществляться по пяти параметрам: скорости, направлению, траектории, пути и исходной точке.

Кинематическая структура станка представляет собой совокупность кинематических групп, осуществляющих формообразующие движения. При выполнении структурных кинематических схем используют условные обозначения (рисунок 1.2).

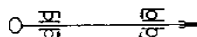
Орган настройки на скорость, путь



Орган настройки на направление движения



Шпиндель (рабочий вал)



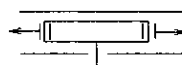
Ходовой винт - гайка качения



Ходовой винт – гайка скольжения



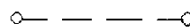
Ползун (каретка)



Муфта



Кинематические связи:  
механическая



Немеханическая (электронная,  
электрическая)

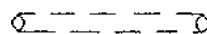


Рис. 1.2. Условные обозначения на структурных схемах



Структура токарно-винторезного станка состоит из двух частных структур: структуры токарного станка и структуры винторезного станка.

На рисунке 1.3 приведены структурные кинематические схемы токарных и винторезных операций, выполняемых на токарно-винторезном станке с ручным управлением.

Структура токарного станка простая с замкнутой траекторией состоит из двух кинематических групп: группы главного движения (вращения шпинделя) и группы подач (перемещение суппорта) (рисунок 1.3, а, б, в).

Структура токарно-винторезная – сложная с незамкнутой траекторией состоит из одной сложной кинематической группы, обеспечивающей согласование вращения шпинделя и перемещение суппорта (рисунок 1.3, г).

Кинематическая схема – условное изображение совокупности кинематических цепей станка в одной плоскости составляется с использованием установленных ГОСТом условных обозначений кинематических пар и звеньев.

Примеры обозначений кинематических пар приведены в таблице 1.1. Кинематические схемы в структурном варианте представлены на рисунках 1.4 и 1.5.

### 1.3. Токарно-винторезный станок мод. 1И611П

#### 1.3.1. Устройство и техническая характеристика станка

Токарно-винторезный станок мод. 1И611П предназначен для обработки деталей типа тел вращения с наружными и внутренними поверхностями точением и растачиванием резцами, сверлением, зенкерованием и развертыванием концевыми инструментами, а также нарезанием наружных и внутренних резьб резцами или плашками и метчиками.

Общий вид станка представлен на рисунке 1.6.

Несущая система станка состоит из станины 2, передней бабки 4 со шпиндельным узлом 5, коробки подач 3, двухкоординатного суппорта 17 с фартуком 7, и задней бабки 10.

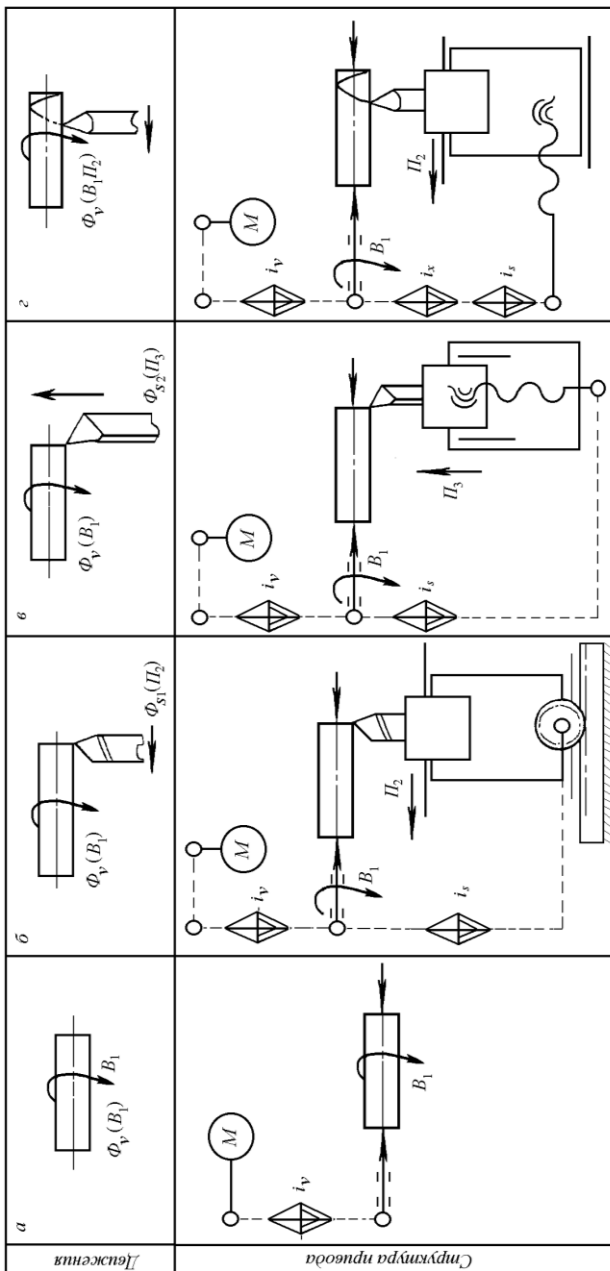


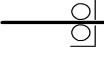

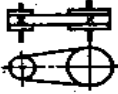







Рис. 1.3. Структурные кинематические схемы токарных операций:  
 кинематические группы: а, б, в, - простые; г - сложная

Таблица 1.1




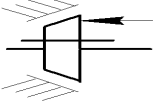
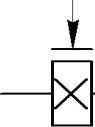
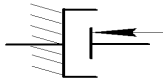

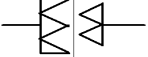
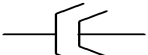
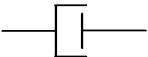
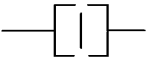
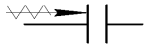

## Условные обозначения кинематических пар

Наименование	Обозначение
<i>1</i>	<i>2</i>
Вал	
Соединение двух валов:	
глухое	
глухое с предохранением от перегрузок	
эластичное	
телескопическое	
шарнирное	
плавающей муфтой	
зубчатой муфтой	
Соединение детали с валом:	
свободное при вращении	
подвижное без вращения	
при помощи вытяжной шпонки	
глухое	
Подшипники скольжения:	
радиальный	
радиально-упорный односторонний	
радиально-упорный двусторонний	
Подшипники качения:	
радиальный	

Продолжение табл. 1.1

Наименование	Обозначение
<i>1</i>	<i>2</i>
радиально-упорный односторонний шариковый	
радиально-упорный односторонний роликовый	
Ременная передача:	
плоским ремнем	
клиновым ремнем	
передача цепью	
Зубчатые передачи:	
цилиндрическими колесами	
коническими колесами	
винтовыми колесами	
червячная	
реечная	

Продолжение табл. 1.1

Наименование	Обозначение
<i>1</i>	<i>2</i>
Передача ходовым винтом с гайкой: неразъемной	
разъемной	
шариковой	
Тормоз: конусный	
колодочный	
дисковый	
Муфты:	
кулачковая односторонняя	
кулачковая двусторонняя	
конусная односторонняя	
дисковая односторонняя	
дисковая двусторонняя	
электромагнитная односторонняя	
электромагнитная двусторонняя	

Наименование	Обозначение
<i>I</i>	<i>2</i>
обгонная односторонняя	
обгонная двусторонняя	

Двухтумбовая литая чугунная, коробчатой формы станина 2 служит для установки всех узлов станка и размещения на верхней части двух призматических и двух плоских направляющих, по которым перемещаются каретка продольного (по оси Z) суппорта 17 и задняя бабка 10.

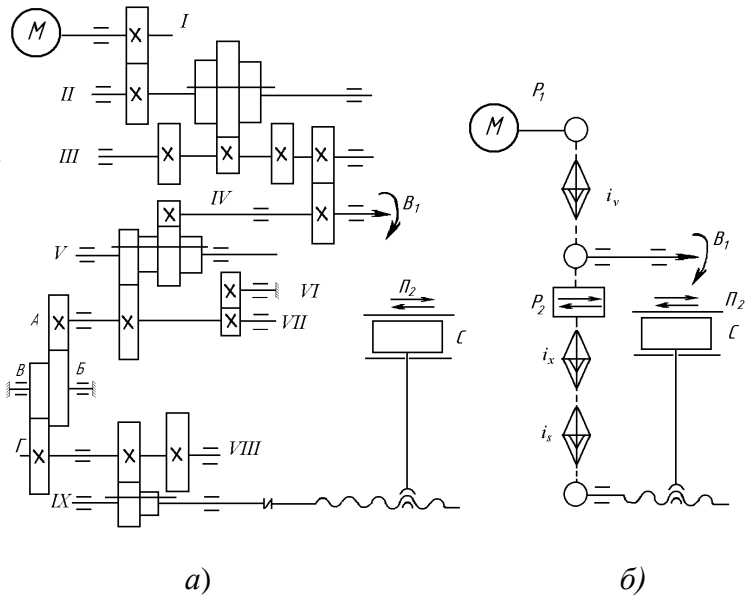


Рис. 1.4. Кинематическая (а) и структурная (б) схемы сложной группы передачи движений с винторезной цепью

Для передвижения каретки суппорта служат: передняя призматическая 20 и задняя плоская 15 направляющие, а передняя плоская 21 и задняя призматическая 18 для перемеще-

ния задней бабки, которая служит для поддержания центром длинномерных деталей и установки концевой инструмента (сверл, разверток и др.) для обработки отверстий. В левой тумбе станины смонтирована коробка скоростей 1 на 12 ступеней частот вращения с механизмом управления. Электродвигатель привода установлен на кронштейне внутри левой тумбы. Вращение на входной вал коробки скоростей от электродвигателя передается через клиноременную передачу, размещенную в полости станины.

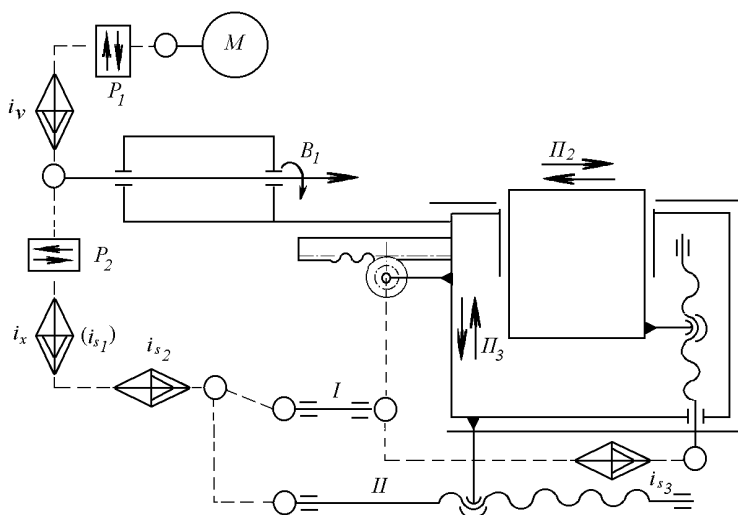


Рис. 1.5. Структурная кинематическая схема токарно-винторезного станка

На верхней части суппорта 17 размещены трапециевидные направляющие 24 для перемещения по оси  $X$  каретки поперечного суппорта 16. в свою очередь, на верхней части поперечного суппорта на поворотной плите 8 имеются трапециевидные направляющие для перемещения каретки 9 с резцедержателем 23. Каретка 9 имеет ручное перемещение от винта 22 и может поворачиваться на  $180^0$ .

От коробки подач 3 движение продольному суппорту передается или через ходовой вал 12 и зубчатую рейку 6 или через

ходовой винт 11. На поперечный суппорт движение подачи передается через механизм фартука 7.

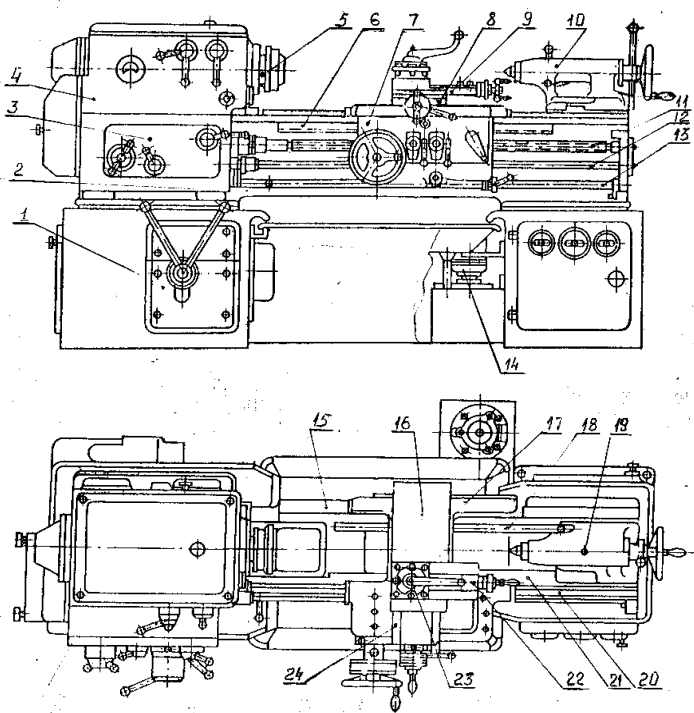


Рис. 1.6. Общий вид станка мод. 1I611П

На передних панелях коробок скоростей, подач и фартука размещены: рукоятки переключения передач и маховики ручного перемещения механизмов.

Техническая характеристика станка мод. 1I611П

Станок	1I611П
Высота центров, мм	150
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм:	
над станиной	300
над суппортом	160
Расстояние между центрами, мм	710



Наибольшая длина обтачивания, мм	640
Шаг нарезаемой резьбы:	
метрической, мм	0,5...6,0
дюймовой, число ниток на 1"	48,0...3,5
модульной, в модулях	0,25...3,00
питчевой, в питчах	96,0...7,0
Диаметр отверстия шпинделя, мм	35
Конус отверстия шпинделя	Морзе 5
Конус отверстия пиноли задней бабки	Морзе 4
Наибольшее перемещение пиноли, мм	100
Поперечное смещение задней бабки, мм	$\pm 12$
Частота вращения шпинделя (прямое и обратное), мин <sup>-1</sup>	2,5...1600,0
Число частот вращения шпинделя	21
Подача суппорта, на один оборот шпинделя, мм:	
продольная	0,08...1,90
поперечная	0,04...0,50
Мощность электродвигателей, кВт:	
привода главного движения	2,500
привода насоса охлаждения	0,120
Габарит станка (длина x на ширину x на высоту), мм	2090x1093x1450

### 1.3.2. Кинематика станка мод.1И611П

Кинематика станка обеспечивает строгую взаимосвязь между отдельными кинематическими цепями. Взаимосвязь вращения шпинделя и движения суппорта с инструментом обеспечивается использованием одного общего двигателя и настройкой механических кинематических цепей. Привод главного движения разделенный: коробка скоростей расположена в основании станка (тумбе), а шпиндель с перебором - в передней шпиндельной бабке.

Кинематическая схема станка мод. 1И611 представлена на рисунке 1.7

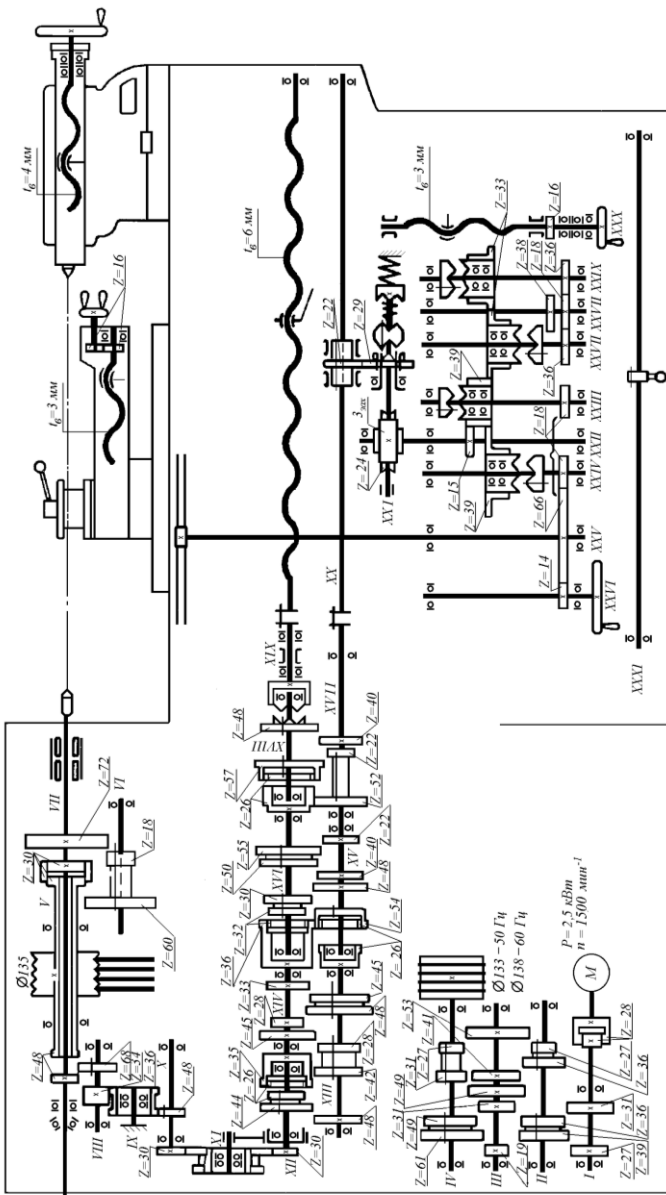


Рис. 1.7. Кинематическая схема станка мод. 1Б611П

Вращение от вала двигателя через зубчатую муфту передается на вал I двенадцатиступенчатой коробки скоростей, на валу IV которой установлен шкив клиноременной передачи. Ведомый шкив диаметром 135 мм установлен на втулке с зубчатым венцом, от которого через зубчатую муфту вращение передается на шпиндель. При отключении муфты вращение на шпиндель передается через двойной блок перебора с передаточным отношением 1:8, расположенный на валу VI. Торможение шпинделя осуществляется противотоком.

Коробка подач состоит из механизма изменения шага, множительного механизма и механизма управления. Для нарезания точной резьбы предусмотрено прямое соединение ходового винта с гитарой сменных колес. Для протачивания конусов задняя бабка может смещаться в поперечном направлении. Пиноль выдвигается на нужную величину по лимбу.

Привод подачи станка берет начало от шпинделя, затем через зубчатые колеса, размещенные на валах VIII, IX и X, вращение передается на гитару сменных колес и от нее на входной вал XII коробки подач. Вал XII с помощью трех зубчатых муфт может последовательно соединяться с валами XIV, XVI и XVIII, или через подвижные блоки шестерен с валами XIII и XV, которые могут также соединяться между собой зубчатой муфтой.

На ходовой вал XX вращение передается с валов XVI или XVIII через блок ( $Z = 52$  и  $22$ ) и шестерню ( $Z = 40$ ), расположенных на валу XVII, который соединен с ходовым валом жесткой муфтой. По ходовому валу перемещается шестерня ( $Z = 22$ ), установленная на подшипниковых опорах в корпусе фартука, через которую вращение передается на входной вал XXI фартука, затем через червячную передачу и систему зубчатых колес вращение передается валу XXV, на противоположном конце которого расположена реечная шестерня с 15 зубьями. Корпус фартука закреплен на продольном суппорте; при перемещении шестерни по рейке, суппорт двигается со скоростью заданной продольной подачи

Ходовой винт жестко соединен с валом XIX, который кулачковой муфтой подключается к валу XVIII коробки подач. Гайка ходового винта закреплена на суппорте. Движение суппорту от ходового винта передается при выполнении операции нарезания винтовых (резьбовых) поверхностей.

Поперечная подача верхнего суппорта осуществляется от вала XXV, через систему зубчатых колес, расположенных в фартуке, и ходовой винт поперечной подачи. Управление направлением и величиной подач в фартуке производится с помощью сблокированных между собой четырех кулачковых муфт.

Для настройки станка на XXVI и XXX валах установлены маховички ручного управления суппортом. На верхнем суппорте установлена поворотная каретка с резцедержателем, имеющая независимое ручное перемещение. На направляющих станины установлена задняя бабка, на которой расположена выдвижная пиноль.

### 1.3.3. Настройка токарно-винторезного станка 1И611П

Токарно-винторезный станок 1И611П с ручным управлением предназначен для выполнения операций точения резцами наружных и внутренних цилиндрических, гладких и ступенчатых поверхностей, подрезания торцов при использовании методов формообразования поверхностей «след-след».

На станке так же можно обрабатывать конические поверхности методом «след-след» при установке детали в центрах за счет сдвига заднего центра относительно направляющих продольного суппорта или перемещением вручную развернутой под углом к оси вращения детали резцовой каретки.

Конические, сферические и фасонные поверхности можно обрабатывать профильным инструментом (например, фасонным резцом) при использовании методов формообразования «копирование» или «копирование – след». Этим же методом формируются канавки и резьбовые (винтовые) поверхности.

Формообразующие движения исполнительных механизмов согласовываются настройкой связывающих их кинематических цепей.

Настройка кинематической группы главного движения станка мод. 1ИБ11П осуществляется по двум параметрам: по скорости с помощью подвижных блоков, муфт коробки скоростей и перебора, по направлению реверсионным двигателем (см. рис. 1.7)

Настройка кинематической группы подачи осуществляется по трем параметрам: по скорости, направлению, пути.

По скорости настройка осуществляется подвижными блоками и муфтами коробки подач. По направлению реверсивным механизмом, установленным между валами VIII и X (см. рис. 1.7).

Путь отсчитывается лимбом, установленным на валу XXVI; при поперечной подаче – лимбом на валу XXX.

Винторезная группа настраивается по четырем параметрам: по скорости, траектории, направлению и пути.

По скорости настройка осуществляется так же, как и в токарной группе. По траектории настройка на шаг резьбы производится коробкой подач, гитарой сменных колес (при нестандартном шаге) и реверсом (правая или левая резьба). На путь – по лимбу продольной подачи.

Для определения параметров настройки составляется уравнение кинематического баланса, устанавливающего зависимость движения конечного звена кинематической цепи по отношению к начальному звену.

Кинематическая цепь главного движения берет начало от электродвигателя  $P = 2,5$  кВт,  $n = 1500$ , мин<sup>-1</sup>. Конечным звеном этой цепи является шпиндель. Максимальная частота вращения шпинделя  $1500 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \frac{133}{135} = n_{\text{шп}}$ , где  $i_1, i_2, i_3$  – передаточные отношения коробки скоростей от вала I к валу II, от вала II к валу III и от вала III к валу IV. Минимальная частота вращения шпинделя настраивается включением перебо-

ра, при этом вращение от вала V передается на шпиндель через подвижный блок на валу VI, т.е. в уравнение кинематического баланса добавятся еще два передаточных отношения  $i_4$  и  $i_5$ .

Настройка станка выполняется на заданную операцию обработки заготовки детали, определенную преподавателем по каталогу Приложения 1. Для обработки заданной поверхности по нормативным данным определяется требуемая частота вращения детали.

Кинематическая цепь продольной подачи берет начало от шпинделя. Конечным звеном этой цепи является суппорт.

$$1_{\text{об.шп}} \cdot i_{n1} \cdot i_x \cdot i_{n2} \cdot i_{n3} \cdot i_{n4} \cdot i_{n5} \cdot i_{n6} \cdot i_{n7} \cdot i_{n8} \cdot \pi m \cdot z = S_{\text{пр}}, \text{ мм/об},$$

где  $i_{n1}$  – передаточное отношение между шпинделем и валом X;

$i_x$  – передаточное отношение гитары сменных колес (между валом X и XII)  $i_x = \frac{35}{77} \cdot \frac{77}{28}$ ;

$i_{n2}$  – передаточное отношение между валами XII и XIII коробки подачи;

$i_{n3}, i_{n4}, i_{n5}$  – передаточные отношения между валами XIII и XIV, XIV и XVI, XVI и XVII соответственно;

$i_{n6}$  – передаточное отношение от ходового вала XX к валу XXI фартука;

$i_{n7}$  – передаточное отношение червячной пары;

$i_{n8}$  – передаточное отношение от вала XXII к валу реечного колеса XXV;

$m$  – модуль реечного колеса,  $m = 4$ ;

$Z$  – число зубьев реечного колеса,  $Z = 15$ ;

$S_{\text{пр}}$  – продольная подача, мм/об<sub>шп</sub>.

Для настройки винторезной цепи уравнение кинематического баланса приобретает следующий вид:

$$1_{\text{об.шп}} \cdot i_{n1} \cdot i_x \cdot \prod i_{kni} \cdot p_{\text{ХВ}} = p, \text{ мм},$$

где  $\Pi i_{kni}$  – произведение передаточных отношений зубчатых пар коробки подач;

$p_{\text{хв}}$  – шаг ходового винта, мм;

$p$  – шаг нарезаемой резьбы, мм.

Из уравнения кинематического баланса можно вывести формулу для определения параметров настройки:

$$i_x \cdot \Pi i_{kni} = \frac{p}{p_{\text{хв}} \cdot i_{ni}}.$$

Передаточное отношение гитары сменных колес  $i_x$  при нарезании метрических и дюймовых резьб:

$$\text{для нарезания метрических резьб, } i_x = \frac{35}{77} \cdot \frac{77}{28};$$

$$\text{для нарезания дюймовых резьб, } i_x = \frac{35}{77} \cdot \frac{127}{40}.$$

При нарезании многозаходной резьбы настройка осуществляется на шаг  $p_m = p \cdot K$ , где  $K$  – число заходов резьбы.

Для нарезания многозаходной резьбы на станке предусмотрено специальное делительное кольцо с рисквой отсчета и диск с делениями. С их помощью выполняют поворот шпинделя на  $\frac{1}{K}$  оборота для нарезания очередного витка резьбы.

#### 1.3.4. Контрольные вопросы

1. Расшифруйте обозначение модели станка.
2. Какое назначение и класс точности станка?
3. Опишите технологические возможности станка.
4. Какими методами формобразуют различные поверхности на станке. Какими инструментами?
5. Опишите устройство несущей системы станка.
6. Опишите устройство привода главного движения.

7. Опишите устройство приводов подач.
8. Чем обеспечивается взаимосвязь вращения шпинделя и движения суппорта?
9. Какой принцип построения привода главного движения реализован в станке мод. 1ИБ11П?
10. Сколько частот вращения имеет шпиндель? Что такое «перебор» и какую роль он имеет в приводе главного движения?
11. В каких пределах изменяются продольная и поперечная подачи?
12. Какое назначение фартука? Что в нем размещено?
13. Как настроить станок на обработку конической поверхности? Какими методами можно обработать эти поверхности?
14. По каким параметрам осуществляется настройка цепей главного движения и подач при обработке гладких поверхностей и при нарезании резьб? Какое конечное звено кинематической цепи осуществляет передачу движения суппорта в первом и втором случаях?
15. Какие методы используются для нарезания резьб на данном станке, и какими инструментами можно их нарезать?
16. Каким способом можно определить требуемые параметры для настройки станка?

### 1.3.5. Содержание отчета

1. Задание на операцию обработки (эскиз детали с указанием размеров).
2. Описание назначения и устройства станка. Расшифровка индекса модели. Оценка компоновочного решения станка.
3. Описание методов формообразования поверхностей заданной детали. Запись в формализованном виде исполнительных движений механизмов станка.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Начертить структурные кинематические схемы выполняемых операций обработки.



6. Определить скорость, частоту вращения детали и подачу для точения заданной поверхности и нарезания резьбы.

7. Составить уравнения кинематического баланса для выполняемых операций: точения поверхности детали перед нарезанием резьбы и для нарезания резьбы.

8. Определить параметры настройки винторезной цепи.

9. Начертить схему настройки станка для выполнения операции обработки конической поверхности заданного геометрического параметра.

10. Определить величину смещения задней бабки для получения заданного конуса.

11. Дать заключение о качестве выполненных расчетов по результатам проверки.

## Лабораторная работа № 2

### УСТРОЙСТВО, КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОМПОНОВОК, НАСТРОЙКА НА ОБРАБОТКУ ПЛОСКОСТЕЙ И ПАЗОВ

Цель лабораторной работы – получение знаний по устройству и кинематической структуре фрезерных станков горизонтальной и вертикальной компоновки; приобретение навыков структурного анализа взаимосвязи кинематической структуры с условиями формообразования поверхностей деталей; приобретение навыков настройки и наладки станка на операцию обработки.

Основными задачами работы являются: изучение назначения и технических характеристик фрезерных станков; изучение особенностей компоновки, технологических возможностей фрезерных станков с вертикальным и горизонтальным расположением оси шпинделя и конструктивных особенностей привода главного движения и подач этих станков; освоение способов определения взаимосвязи движений исполнительных механизмов станков для реализации выбранных методов формообразования обрабатываемых поверхностей детали; освоение методики расчета кинематического баланса станка для конкретного режима обработки.

#### 2.1. Индивидуальное задание

Объектом изучения являются фрезерные станки: вертикально-фрезерный консольный мод. 6Л12П и широкоуниверсальный консольно-фрезерный мод. 6М82.

Для выполнения работы студенту выдается заготовка и чертеж детали (Приложение 2) с указанием поверхностей – объектов расчета и практического выполнения операций обработки. Выдается комплект инструментов.

Время выполнения работы – 8 часов.

Требуется:

1. Изучить назначение и устройство станка мод. 6Л12П.
2. Изучить технологические возможности этого станка.
3. Изучить назначение и устройство станка мод. 6М82.
4. Изучить технологические возможности этого станка.
5. Провести сравнение технологических возможностей вертикального и горизонтального фрезерных станков.
6. Определить какими инструментами и методами формообразования можно обработать заданные поверхности детали.
7. Составить технологический маршрут обработки и установить режимы резания.
8. Составить структурные кинематические схемы на заданную операцию на вертикальном и горизонтальном станках.
9. Сравнить условия наладки на операцию обработки на обоих станках и обосновать выбор наиболее технологичной.
10. Составить уравнение кинематического баланса, и определить параметр настройки станка на заданную операцию обработки для реализации расчетного режима.
11. Разработать схему наладки станка для выполнения заданной операции обработки с определением исполнительных механизмов станка, приспособлений для установки и крепления заготовки и выбранных инструментов.
12. Проверить правильность настройки и наладки станка практически.

## 2.2. Общие сведения

### 2.2.1. Виды движений исполнительных механизмов фрезерных станков

На фрезерных станках обрабатывают плоскости, пазы различной формы, можно выполнять обработку по контуру. В

зависимости от вида обрабатываемой поверхности используют различные типы фрез, типы которых представлены на рис.2.1.

Фреза представляет собой режущий инструмент в виде тела вращения, на образующей поверхности или на торце которого расположены режущие зубья.

Главное движение при фрезеровании - вращение фрезы.

Движение подачи – поступательное перемещение заготовки или фрезы.

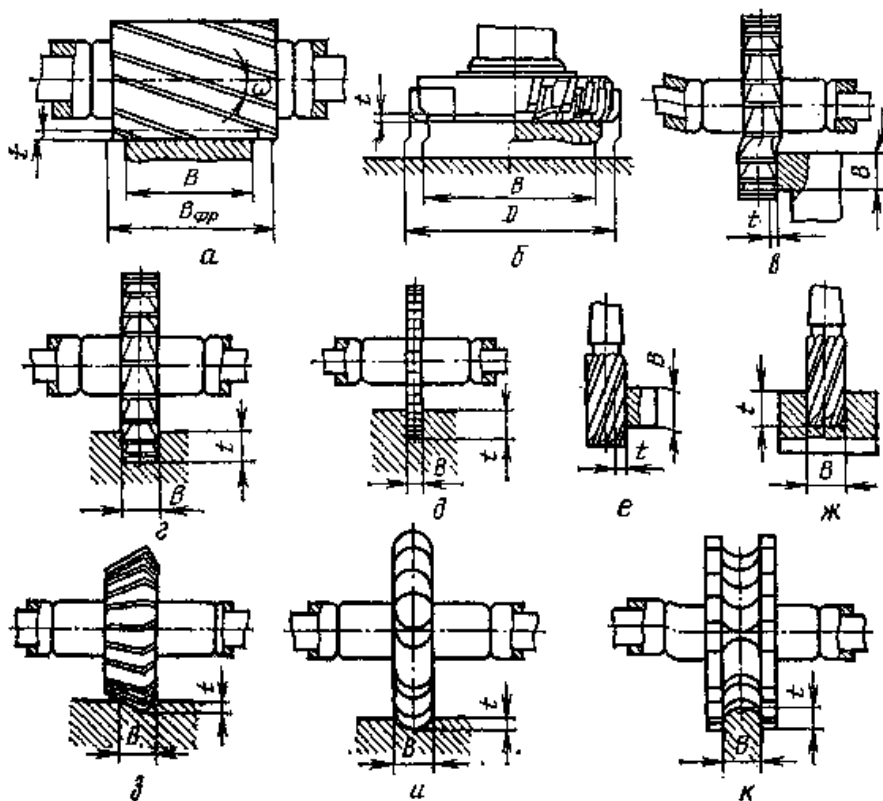


Рис. 2.1 Основные типы фрез

При фрезеровании каждый отдельный зуб фрезы за время ее полного оборота находится в контакте с обрабатываемой поверхностью детали относительно короткое время, которое зависит от типа фрезы и видов обрабатываемой поверхности.

Для обработки плоскостей значительной ширины (на рисунке 2.1 - размер В) применяют цилиндрические (*а*) или торцевые (*б*) фрезы. Цилиндрические фрезы используют для обработки открытых поверхностей, главным образом на горизонтально-фрезерных станках.

Торцевые фрезы более универсальные и их используют для обработки как открытых, так и закрытых поверхностей уступом. Кроме того, обработка торцевыми фрезами более производительна. Торцевая фреза имеет режущие кромки на торцевой и цилиндрической поверхностях.

Дисковые фрезы (рисунок 2.1, *в*, *г*) могут быть двух и трехсторонними. Двусторонняя фреза имеет режущие кромки на цилиндрической части и одном торце. Трехсторонняя фреза – режущие кромки на обоих торцах, она может обрабатывать паз по схеме, представленной на рисунке 2.1, *г*.

Дисковые фрезы применяют на горизонтальных и вертикальных фрезерных станках для обработки уступов, пазов, лысок, боковых поверхностей небольшой ширины при обработке напроход.

Прорезные и отрезные фрезы (рисунок 2.1, *д*) применяют для прорезки узких пазов, шлицев и др., а также для отрезки заготовок.

Концевые фрезы (рисунок 2.1, *е*, *ж*) применяют для обработки плоскостей небольшой ширины, уступов, пазов, различных контуров. Разновидностью концевых фрез являются шпоночные, которые служат для обработки шпоночных пазов. Режущие кромки у них расположены так же на цилиндрической и торцевой поверхностях.

Для обработки поверхностей, расположенных под некоторым углом относительно друг друга, используют угловые фрезы (рисунок 2.1, з).

Для обработки поверхностей сложного профиля применяют фасонные фрезы или набор фрез (рисунок 2.1, и, к).

Все фрезы устанавливаются или непосредственно в посадочном конусе шпинделя, или на оправках. На станках с горизонтальным шпинделем оправки устанавливаются одним концом в посадочном конусе шпинделя, а другой конец, при необходимости, устанавливается в гильзе кронштейна.

Заготовка детали устанавливается на столе станка и закрепляется прихватами, или в тисках, или в специальном приспособлении.

На горизонтально фрезерном станке ось вращения шпинделя расположена горизонтально.

Горизонтальные плоскости значительной ширины на таких станках рационально обрабатывать цилиндрическими фрезами, установленными на оправке. При большом удалении обрабатываемой поверхности и, следовательно, фрезы от торца шпинделя – второй конец оправки устанавливается с опорой в гильзе кронштейна.

Таким же образом осуществляется наладка при обработке поверхности дисковой фрезой или при обработке нескольких поверхностей набором фрез.

Плоскости и уступы, расположенные вертикально, на станках с горизонтальной осью шпинделя обрабатывают торцовыми фрезами.

Настройка станка во всех случаях осуществляется по рассчитанному режиму резания. Главное движение – частота вращения шпинделя устанавливается по уравнению кинематического баланса коробки скоростей.

Движение подачи – скорость продольного перемещения стола определяется по уравнению кинематического баланса коробки подач для ходового винта продольной подачи.

На фрезерном станке с вертикальной компоновкой ось вращения шпинделя расположена вертикально. На таких станках горизонтальные плоскости обрабатывают торцовыми фрезами, уступы и пазы – концевыми фрезами. Обработку можно производить с продольной или поперечной подачей заготовки.

Плоскости, расположенные вертикально, можно обрабатывать цилиндрическими или концевыми фрезами; пазы и уступы на этих поверхностях можно обрабатывать дисковыми фрезами с креплением их на оправке.

Настройка станка такая же, как и горизонтального, отличие заключается в возможности вести обработку, как с продольной, так и с поперечной подачей стола, в зависимости от расположения объекта обработки.

### 2.2.2. Методы формообразования на фрезерных станках

На фрезерных станках обработка поверхностей может осуществляться сочетанием в разных вариантах методов следа, касания и копирования.

Плоская поверхность может быть образована торцовой или дисковой фрезой (см. рисунок 2.1, *б*, *в*), при этом обе производящие линии получают методом следа от режущей кромки зуба фрезы. Одна производящая линия получается при вращении фрезы и вторая - от движения подачи:  $\Phi_v(B_1)$ ,  $\Phi_s(\Pi_2)$  – два простых движения.

Плоская поверхность может быть образована цилиндрической или концевой фрезой (см. рисунок 2.1, *а* и *е*), при этом одна производящая линия получена как копия образующей фрезы - сочетание методов касания и копирования. Для формообразования плоскости цилиндрической фрезой также требуется два простых движения: вращение фрезы  $\Phi_v(B_1)$  и движение подачи  $\Phi_s(\Pi_2)$ .

Пазы любой формы могут быть образованы дисковыми трехсторонними, прорезными и различными фасонными фрезами (см. рисунок 2.1, *г*, *д*, *ж*, *з*, *и*). Производящие линии обра-

зуются методами: касания - простое движение скорости резания  $\Phi_v(B_1)$ , и копирования – профиль паза копирует форму режущих кромок фрезы; по длине паз образуется движением подачи  $\Phi_s(P_2)$ .

На вертикально-фрезерном станке с помощью специальной настройки с применением копировальных устройств концевыми фрезами можно обрабатывать сложные контуры.

Пример схемы обработки контура показан на рисунке 2.2.

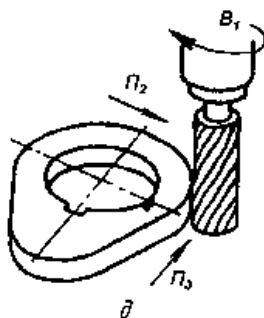


Рис. 2.2. Формообразование поверхности методами касания и копирования

Формообразование контура осуществляется сочетанием методов касания и копирования. Сложный контур детали образован касанием множества режущих кромок вращающейся концевой фрезы, перемещающейся по траектории, огибающей деталь, - метод касания. Вертикальная производящая линия получена как копия вертикальной образующей фрезы – метод копирования. Для получения поверхности требуется два формообразующих движения: главное – простое  $\Phi_v(B_1)$ , подачи – сложное  $\Phi_s(P_2P_3)$ .

### 2.3. Горизонтально-фрезерный станок мод. 6М82

Горизонтально-фрезерный станок мод. 6М82 предназначен для обработки наружных и внутренних плоских, фа-



сонных поверхностей, уступов, пазов, шлицев валов, зубьев колес и др. Компоновка станка выполнена с консольным расположением трехкоординатного стола. Общий вид станка представлен на рисунке 2.3.

На фундаментной плите 1 жестко установлена станина 4, в полости которой размещена коробка скоростей со шпиндельным узлом 7. На вертикальной стенке станины расположены направляющие, по которым перемещается консоль 10 с коробкой подач 3 и механизмом ее переключения 2.

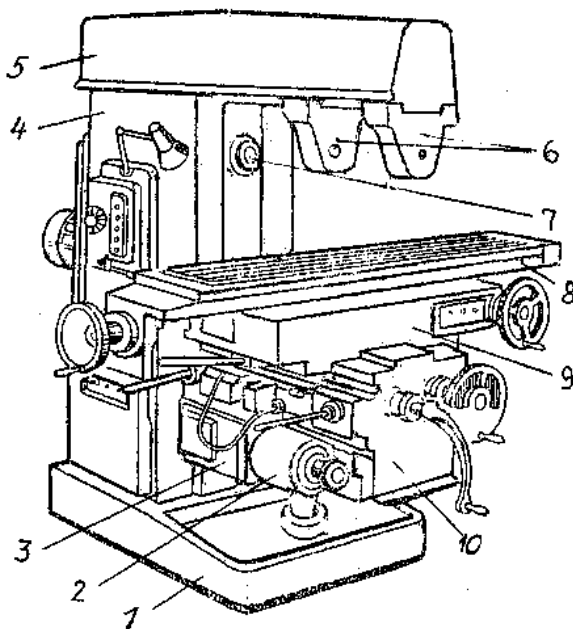


Рис. 2.3. Общий вид горизонтально-фрезерного станка

На верхней части консоли 10 размещены горизонтальные направляющие для поперечного перемещения салазок 9, в свою очередь, на верхней части салазок 9 размещены направляющие для продольного перемещения стола 8.

На верхней части станины 4 размещен хобот 5 с кронштейнами 6 дополнительной опоры шпиндельной оправки.

## Технические характеристики станка мод. 6М82

Размер рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	1250x320
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до рабочей поверхности сто- ла, мм	30...450
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное	700
поперечное	260
вертикальное	420
Конус отверстия шпинделя	№ 3
Количество скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	31,5 ... 1600,0
Количество подач стола	18
Подача стола, мм/мин:	
продольная	25,0 ... 1250,0
поперечная	25,0 ... 1250,0
вертикальная	8,3 ... 416,0
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин:	
продольная	3000
поперечная	3000
вертикальная	1000
Электродвигатель привода шпинделя:	
мощность, кВт	7,0
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1460
Электродвигатель привода подач стола:	
мощность, кВт	2,2
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1430
Габарит станка (длина x ширина x вы- сота), мм	2260x1745x1840

### 2.3.1. Кинематическая структура станка мод. 6М82

Кинематика горизонтально-фрезерного станка мод. 6М82 обеспечивает возможность работы шпинделя, осуществляет механические подачи и быстрые перемещения стола по трем координатам.

Скорости шпинделя и подачи стола переключаются селективными механизмами коробок скоростей и подач.

Управление кнопочно-рукояточного типа дублировано спереди и с левой стороны станка. Станок имеет все необходимые блокировочные и предохранительные устройства.

Кинематическая структура станка обеспечивает кинематические связи для осуществления следующих формообразующих движений:

- кинематическая цепь главного движения, определяющая скорость резания  $V_1$ ;

- цепи подач: продольных –  $P_2$ , поперечных  $P_3$  и вертикальных  $P_4$ . Установочные движения выполняются вручную.

Кинематическая схема станка мод. 6М82 представлена на рисунке 2.4.

Привод горизонтального шпинделя осуществляется по кинематической цепи от двигателя М1 через систему зубчатых колес с числом ступеней передачи  $3 \times 3 \times 2 = 18$ .

Наименьшая  $n_{\min}$  и наибольшая  $n_{\max}$  частоты вращения определяются по уравнениям кинематического баланса:

$$n_{\min} = 1460 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{16}{38} \cdot \frac{17}{46} \cdot \frac{19}{69} = 31,5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\max} = 1460 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{22}{32} \cdot \frac{38}{26} \cdot \frac{82}{38} = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

Кинематическая цепь привода подач берет начало от двигателя М2, затем через систему зубчатых передач  $\frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57}$ , вал



VIII, от которого через редукторы, вращение передается на ходовые винты продольной и поперечной подачи, а также на винт вертикальной подачи.

На валу VIII подвижно установлен тройной блок Б4  $(\frac{18}{36}, \frac{36}{21}, \frac{27}{27})$ , от которого вращение передается на вал IX и тройной блок Б5  $(\frac{18}{37}, \frac{21}{40}, \frac{24}{34})$ , установленный на валу X.

Выходной вал XI коробки подачи получает вращение или от вала X, если включена муфта М2, через зубчатую передачу  $\frac{40}{40}$ ; или через передачу  $\frac{13}{45}, \frac{18}{40}, \frac{40}{40}$  (муфта М2 выключена).

На валу XI установлена шариковая предохранительная муфта М3 с зубчатым колесом  $Z = 40$ , кулачковая муфта М4 и фрикционная муфта М5, включающая ускоренную подачу. Муфты М4 и М5 заблокированы: при включении одной муфты другая выключается.

С вала XI через зубчатую передачу  $\frac{28}{35}$  движение от коробки подачи передается на вал XII, от которого распределяется на три подачи. При включении муфты М6 вращение от вала XII передается через зубчатые передачи  $\frac{18}{33}, \frac{22}{33}, \frac{23}{46}$  на ходовой винт вертикальной подачи с шагом 6 мм. При включении муфты М7 вращение передается через зубчатые передачи  $\frac{18}{33}, \frac{33}{37}, \frac{37}{33}$  на ходовой винт поперечной подачи.

При включении муфты М8 вращение передается через зубчатые передачи  $\frac{18}{33}, \frac{33}{37}, \frac{16}{16}, \frac{18}{18}$  на гайку ходового винта продольной подачи. На гайке жестко закреплена шестерня  $Z = 30$ , которая зацепляется с колесом  $Z = 15$  вала XVII привода делительной головки.

Число ступеней подач - 18. Уравнение кинематического баланса цепи продольных подач примет вид:

$$1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot i_{B4} \cdot i_{B5} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{18}{18} \cdot 6 = S, \text{ мм/мин.}$$

Аналогично записываются уравнения кинематических балансов на поперечную и вертикальную подачи по ранее рассмотренным кинематическим цепям. Изменение направления подач осуществляется от реверсивного двигателя М2.

Ускоренные подачи стола (3000 мм/мин) и консоли (1000 мм/мин) включаются муфтой М5 через зубчатые передачи  $\frac{26}{50}$ ,  $\frac{50}{67}$ ,  $\frac{67}{33}$  и распределительный вал XI (на кинематической схеме передача  $\frac{50}{67}$  показана пунктиром).

2.3.2 Устройство основных исполнительных механизмов станка мод. 6М82

### Шпиндельный узел

Горизонтальный шпиндельный узел станка мод. 6М82 смонтирован в корпусе стойки. Особенностью конструкции шпиндельного узла является наличие третьей поддерживающей опоры (рисунок 2.5). Основные радиальные и осевые нагрузки воспринимают передняя и средняя опоры. В передней опоре использован двухрядный роликовый подшипник 7 с коническим внутренним кольцом, базируемым по конической шейке шпинделя 16 и торцу дистанционных полуколец 8. Регулирование осевого зазора производится подшлифовкой полуколец 8, а необходимый натяг создается с помощью регулировочной гайки 1 с последовательной передачей нагрузки через дистанционные кольца, внутренние кольца подшипников и ступицы колес. При этом одновременно регулируется зазор

(натяг) в передней и средней опорах. В передней опоре положение кольца 11, удерживающего полукольца 8, фиксируется в осевом направлении пружинным кольцом 10. Осевое положение наружного кольца подшипника 7 также фиксируется пружинным кольцом 12. Усилие натяга от регулировочной гайки 1 на внутреннее кольцо подшипника 7 передается через дистанционные кольца 17 и 14, внутренние кольца радиально-упорных подшипников 2, ступицу приводного колеса 4, втулку 13 и ступицу приводного колеса 5.

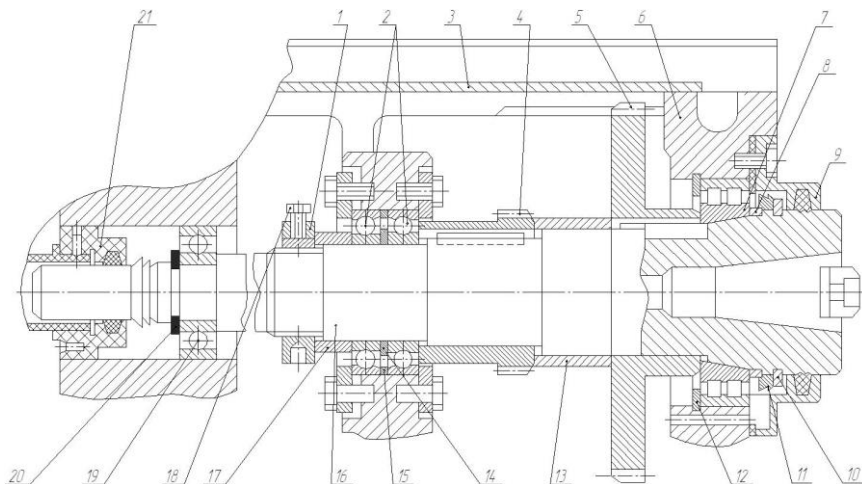


Рис. 2.5. Горизонтальный шпиндельный узел станка мод 6М82

Хвостовик шпинделя поддерживается радиальным шарикоподшипником 19.

Механизм продольной подачи стола станка мод. 6М82 (рисунок 2.6) обеспечивает перемещение стола 7 по направляющим поворотной плиты 16.

Стол и плита смонтированы на салазках 21. Ходовой винт 3 получает вращение через скользящую шпонку гильзы 18, установленную во втулках 9 и 12. Гильза 18 получает вращение от конического зубчатого колеса 8, жестко связанного с

штукой 9, при включении кулачковой муфты 11. Зубчатые венцы штуки 9 и муфты 11 служат для подключения приводной части поворотного стола станка.

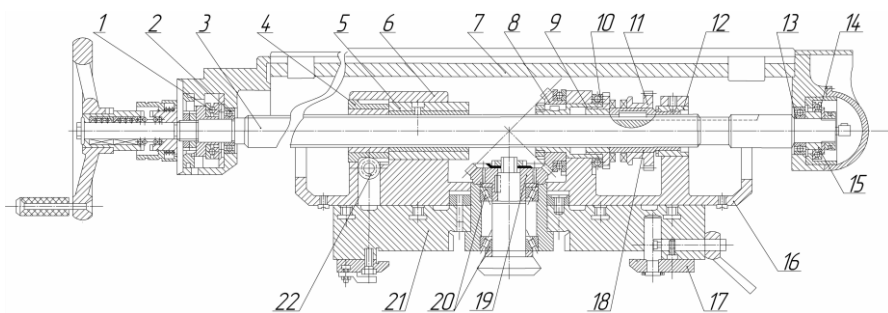


Рис. 2.6. Механизм продольной подачи станка мод. 6М82

Гайка ходового винта состоит из двух полу гаек 4 и 5.

Полугайка 5 жестко закреплена в корпусе 6, жестко закрепленном на плите 16. Полугайка 4 подвижна и может проворачиваться от червяка 22. При упоре в торец полугайки 5, проворачиваясь, полугайка 4 выбирает зазор в винтовом соединении. Допустимый люфт в винтовой паре равен 4-5 градусам. Люфт проверяется маховиком вручную. После регулирования гайка фиксируется.

Коническая шестерня 19 установлена на конце конического вала-шестерни привода подачи.

Ходовой винт 3 установлен в двух опорах, состоящих из радиальных шарикоподшипников 2 и 13 и упорных шарикоподшипников 1 и 14. Опоры ходового винта размещены в кронштейнах, жестко закрепленных на торцах стола.

#### 2.4. Вертикально-фрезерный станок мод. 6Л12П

Вертикально-фрезерный консольный станок мод. 6Л12П предназначен для фрезерования различных деталей из стали, чугуна и цветных металлов, главным образом торцовы-



ми, концевыми фрезами из быстрорежущих сталей и твердых сплавов.

На станке можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы, рамки. При использовании поворотного стола или делительной головки появляется возможность обрабатывать фасонные и зубчатые поверхности. Станок мод. 6Л12П повышенной точности и может использоваться в условиях разносерийного производства. Общий вид станка представлен на рисунке 2.7.

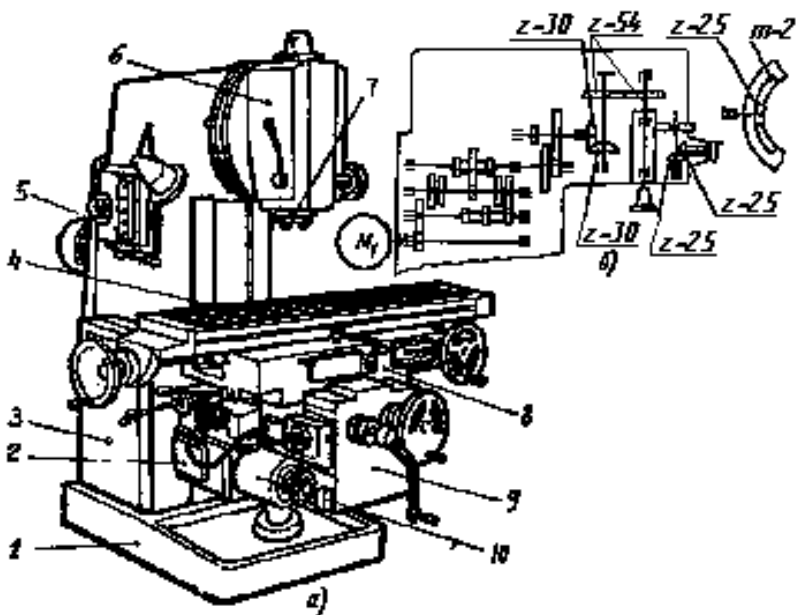


Рис. 2.7. Вертикально-фрезерный станок мод. 6Л12П:  
*a* – общий вид станка; *б* – кинематическая схема поворотной шпиндельной головки

Компоновка станка выполнена с консольным расположением трехкоординатного стола.

На фундаментной плите 1 жестко установлена станина 3 с вертикальными направляющими на передней стенке. В по-

лости станины смонтирована коробка скоростей с механизмом переключения 5.

На верхней консоли станины 3 установлена поворотная шпindelная головка 6 с редуктором и шпindelным узлом 7.

По вертикальным направляющим станины перемещается консоль 9 с коробкой подач 2 и приводом подачи 10. По горизонтальным направляющим консоли 9 перемещаются салазки 8 механизма поперечной подачи стола 4, который, в свою очередь, перемещается по верхним направляющим салазок 8 в продольном направлении.

Техническая характеристика станка мод. 6Л12П

Размер рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	1250x320
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	30 ... 400
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих стойки, мм	350
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное	700
поперечное	240
вертикальное	370
Внутренний конус шпинделя	№ 3
Наибольшее осевое перемещение шпинделя, вертикальное (вручную), мм	70
Наибольший угол поворота шпindelной головки, град.	± 45
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	31,5 ... 1600,0
Подача стола, мм/мин:	
продольная	25,0 ... 1250,0
поперечная	25,0 ... 1250,
вертикальная	8,3 ... 416,6
Мощность электродвигателя, кВт:	
главного движения	7,0
подачи	1,7

Частота вращения электродвигателя, мин <sup>-1</sup> :	
главного движения	1460
подачи	1430
Габарит станка (длина x ширина x вы- сота), мм	2260x1745x2000

#### 2.4.1. Кинематическая схема станка мод. 6Л12П

Кинематика станка мод. 6Л12П обеспечивает 18 ступеней частот вращения шпинделя и 18 ступеней подач стола по трем координатам от двух фланцевых асинхронных реверсивных электродвигателей.

Коробка скоростей смонтирована непосредственно в верхней части корпуса стойки. Коробка подач представляет собой самостоятельный узел, смонтированный на корпусе консоли, к которому он привертывается винтами и фиксируется контрольными штифтами.

Кинематическая структура станка состоит из кинематических связей, участвующих в главном движении  $V_1$  с органом настройки на скорость  $i_v$ , и трех кинематических связей движений подач  $P_2$ ,  $P_3$  и  $P_4$  с общим органом настройки  $i_s$ .

Реверсирование направлением движений производится электродвигателями. Установочные поворот шпиндельной головки и выдвигание гильзы шпинделя осуществляются вручную.

В качестве органа настройки частот вращения шпинделя используется коробка скоростей  $3 \times 3 \times 2$ , от которой вращение на шпиндель передается через редуктор, состоящий из конической  $\frac{30}{30}$  и цилиндрической  $\frac{54}{54}$  пар (рисунок 2.8).

Установочное перемещение шпиндельной гильзы выполняется маховичком с передачей вращения на коническую пару  $\frac{25}{25}$ , одна из шестерен которой закреплена на винте с шагом 6



того движение распределяется на три ходовых винта продольной, поперечной и вертикальной подач.

Кинематическая цепь скоростных перемещений стола по трем координатам состоит из ряда паразитных колес, с помощью которых от двигателя М2 с шестерней ( $Z = 27$ ) движение передается на зубчатое колесо ( $Z = 33$ ) на выходном валу коробки подач. Дальнейшая передача движения на ходовые винты аналогична цепи рабочих подач.

#### 2.4.2. Исполнительные механизмы станка мод. 6Л12П

Шпиндельный узел станка мод. 6Л12П смонтирован в корпусе поворотной головки 1 (рисунок 2.9), которая центрируется в кольцевой выточке горловины стойки 17 и крепится к ней четырьмя болтами, входящими в кольцевой Т-образный паз привалочной плоскости головки.

Шпиндель 14 представляет собой двухопорный вал, смонтированный в выдвижной пиноли 20. Передней (нижней) опорой шпинделя служит радиальный двухрядный роликовый подшипник 13. Вторая опора (верхняя) - два радиально-упорных шарикоподшипника 18. Фланец 19, который крепится к пиноли 20, прижимает подшипники 18 к ее бурту, предохраняя шпиндель от осевых смещений. Передний (нижний) подшипник 13 внутренней обоймой базируется по конической шейке шпинделя с натягом, при этом обойма деформируется, выбирая зазор в подшипнике. Требуемый для нормальной работы подшипника зазор устанавливается подшлифовкой колец 15. Зазор в радиально-упорных подшипниках 18 устанавливается подшлифовкой дистанционных колец 8, 9 и 10. Натяг подшипника 13 обеспечивает гайка 6 через внутренние кольца подшипников верхней опоры и втулку 11. Осевое перемещение шпиндельной пиноли осуществляется винтом 12.

Приводная часть механизма продольной подачи двухкоординатного стола станка мод. 6Л12П (рисунок 2.10)

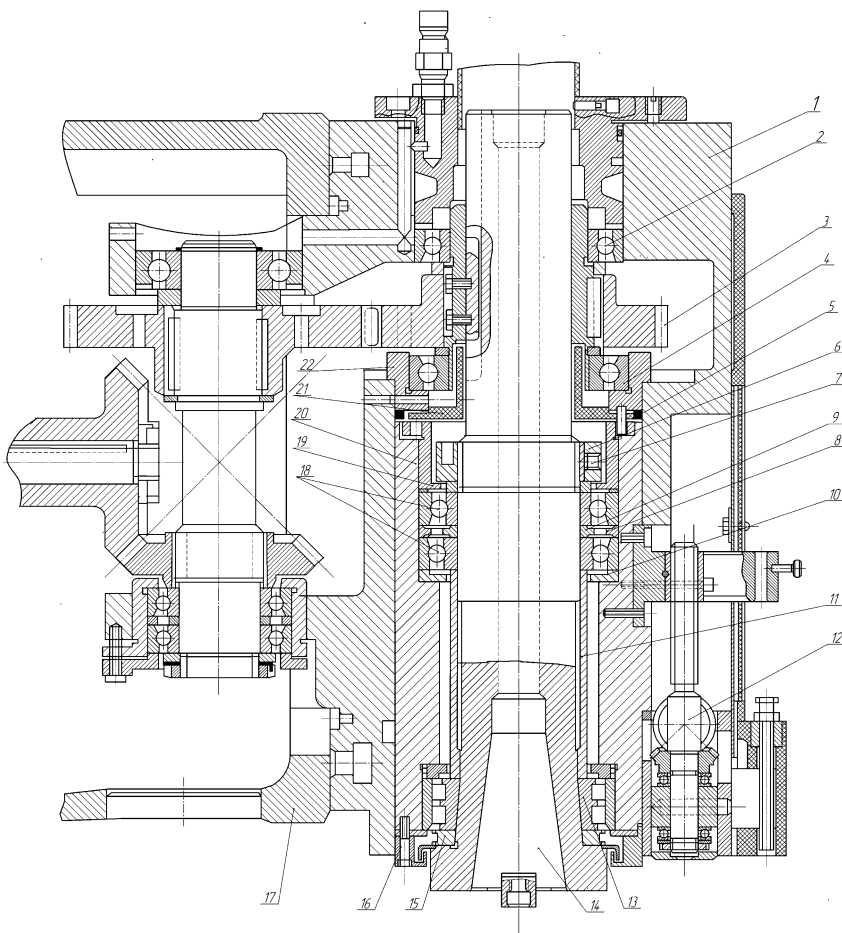


Рис. 2.9. Шпиндельный узел станка мод. 6Р12П:

1 – корпус; 2, 4 – радиальный шарикоподшипник; 3 – колесо зубчатое; 5 – уплотнение; 6 – гайка; 7 – стопор; 8, 9, 10 – установочное кольцо; 11 – втулка; 12 – винт; 13 – двухрядный роликовый подшипник; 14 – шпиндель; 15 – дистанционное кольцо; 16 – фланец; 17 – стойка; 18 – радиально-упорный подшипник; 19 – фланец; 20 – пиноль; 21 – крышка; 22 – корпус подшипника

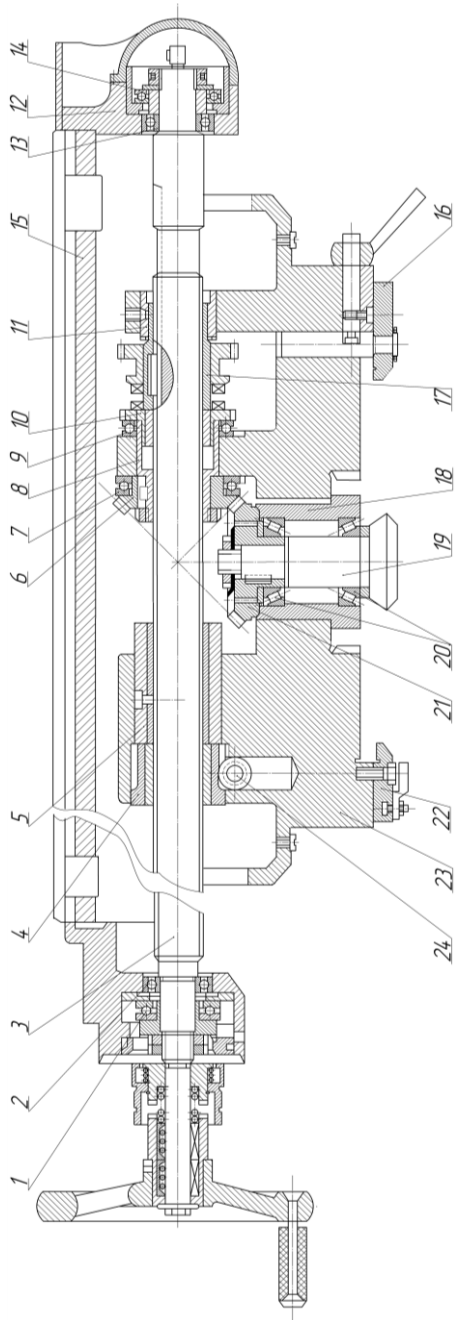


Рис. 2.10. Механизм продольной подачи стола станка мод. 6P12П:

1 – упорный шарикоподшипник; 2 – радиальный шарикоподшипник; 3 – винт; 4, 5 – полу-  
 гайка; 6 – втулка; 7, 9 – упорный шарикоподшипник; 8 – втулка; 10 – муфта; 11 – втулка;  
 12 – кронштейн; 13 – радиальный шарикоподшипник; 14 – упорный шарикоподшипник; 15  
 – стол; 16, 22 – прижим; 17 – гильза; 18 – корпус; 19 – вол в шестерне; 20 – конический  
 роликовый подшипник; 21 – коническая шестерня; 22 – прижимная планка; 23 – салазки;  
 24 – червяк

конструктивно сходна с приводной частью стола станка мод. 6М82 (см. п. 2.3.2., рисунок 2.6).

Основное различие заключается в конструкции салазок поперечного суппорта: на станке мод. 6М82 салазки сборной конструкции с поворотной плитой, по направляющим которой перемещается стол; на станке 6Л12П направляющие для продольного перемещения стола расположены непосредственно на салазках 23 поперечного суппорта.

## 2.5. Настройка фрезерного станка

Настройка кинематической группы главного движения станков моделей 6М82 и 6Л12П осуществляется по скорости и направлению вращения шпинделя. Параметр настройки на скорость определяется по режиму резания на заданную обрабатываемую поверхность. Настройка кинематической группы коробки скоростей осуществляется с помощью подвижных блоков зубчатых колес, положение которых определяется по уравнению кинематического баланса для установленного параметра.

Методика расчета кинематических цепей приведена в п.п. 2.3.1.

Настройка на направление вращения шпинделя осуществляется электродвигателем.

Настройка кинематической группы подачи выполняется по трем параметрам: по скорости, направлению и пути. По скорости настройка осуществляется подвижными блоками зубчатых колес и муфтами коробки подач для получения требуемой величины подачи в соответствии с расчетом режима резания на заданную обрабатываемую поверхность. Положение подвижных зубчатых блоков и муфт устанавливается по уравнению кинематического баланса (см. п.п. 2.3.1 и 2.4.1).

Направление перемещения стола устанавливается в зависимости от выбранных схем закрепления заготовки на столе и встречного или попутного метода фрезерования поверхности.



Настройка на направление подачи стола осуществляется электродвигателем.

Величина пути определяется размером обрабатываемой поверхности или габаритами заготовки и устройства для ее закрепления на столе. Установленная величина пути отсчитывается по лимбу на ходовом винте или по линейке на боковой стороне стола.

## 2.6. Наладка фрезерного станка

Наладка станков моделей 6М82 и 6Л12П выполняется на заданную операцию обработки заготовки детали. Деталь определяется преподавателем из каталога, приведенного в Приложении 2.

В соответствии с полученным заданием выбирается инструмент, устанавливаются методы формообразования и требуемые движения для реализации этих методов на станке. Определяется способ установки и закрепления заготовки на столе станка в соответствии с наличием набора приспособлений: тиски, прижимы и др.

По рекомендуемым режимам резания, приведенным в Приложении 2, устанавливаются параметры движений исполнительных органов станка: скорость резания и диаметр выбранного инструмента, определяют частоту вращения шпинделя; величина минутной подачи определяет движение стола; глубина фрезерования устанавливается ручной настройкой – перемещением стола на требуемую величину поворотом рукоятки ручной настройки с контролем перемещения по лимбу.

Составляется схема наладки с указанием положения детали, мест и способов ее базирования в приспособлении. На схеме показывают исходное положение и вид инструмента, виды и направления формообразующих движений.

## 2.7. Контрольные вопросы

1. Какие типы фрез применяют для обработки плоскостей? Какими методами формуются поверхности этими фрезами?

2. Какие типы фрез применяют для обработки пазов? Какими методами формуются поверхности этими фрезами?

3. Расшифруйте обозначения моделей станков 6М82 и 6Л12П. К каким классам точности относятся эти станки?

4. Какое назначение станка мод. 6М82? Из каких частей образована несущая система станка?

5. Какой вид управления использован в этом станке?

6. Сколько частот вращения имеет шпиндель этого станка?

7. По какой кинематической цепи передается вращение от электродвигателя к шпинделю? Чем осуществляется регулирование частоты вращения шпинделя?

8. По каким координатам осуществляются подачи стола станка? Какое количество подач обеспечивает привод?

9. Сколько электродвигателей обеспечивают подачи стола по разным координатам?

10. Какие устройства осуществляют распределение подач по разным координатам?

11. Сколько и какие опоры использованы в шпиндельном узле?

12. Как обеспечивается точность вращения шпинделя? Чем регулируется зазор в опорах?

13. Как устроен механизм продольной подачи станка? Какое звено механизма осуществляет непосредственную передачу движения столу станка?

14. В чем отличие компоновочного решения несущей системы станка мод. 6Л12П от станка мод. 6М82?

15. В чем преимущество или недостаток вертикального расположения шпинделя? Сравните компоновочные решения и

технологические возможности станков моделей 6Л12П и 6М82.

16. В чем отличие кинематических цепей привода главного движения станка мод. 6Л12П от станка мод. 6М82?

17. В чем отличие управления подачами столов станка мод. 6Л12П от станка мод. 6М82? Как осуществляется распределение движения подач по координатам в станке мод. 6Л12П?

18. В чем отличие конструктивного размещения шпиндельных узлов станков мод. 6Л12П и мод. 6М82? Какие преимущества и недостатки этих решений?

19. На каких опорах смонтирован шпиндель станка мод. 6Л12П? Как осуществляется выборка зазоров в подшипниках? Как осуществляется фиксация установленного рабочего положения колец подшипниковых опор шпинделя?

20. Какие нагрузки действуют на шпиндели обоих станков? В чем различие и как это отразилось на конструкции шпиндельных узлов?

21. Как регулируются зазоры в резьбовых соединениях «ходовой винт – гайка» приводов подач станков?

## 2.8. Содержание отчета

1. Задание на операцию обработки на станках с горизонтальной и вертикальной компоновкой (эскиз детали с указанием размеров обрабатываемой поверхности).

2. Обосновать выбор режущих инструментов и описать методы формообразования поверхностей заданной детали на обоих станках. Записать в формализованном виде исполнительные движения механизмов станка.

3. Ответить на контрольные вопросы.

4. Начертить структурную кинематическую схему выполняемой операции.

5. Определить режим резания при обработке заданной поверхности (Приложение 2).

6. Составить уравнения кинематического баланса для выполняемой операции на станках с горизонтальной и вертикальной компоновкой.

7. Определить параметры настройки.

8. Составить схему наладки станка на выполняемую операцию.

9. Дать заключение о качестве выполненных расчетов по результатам проверки на станке.

## Лабораторная работа № 3

### НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ НАСТРОЙКИ СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА МОД. 2Н118

Цель лабораторной работы – приобретение навыков настройки и наладки вертикально-сверлильного станка на операции обработки отверстий деталей.

Основными задачами работы являются:

- изучение назначения и технической характеристики вертикально-сверлильного станка 2Н118;
- изучение его устройства и кинематической структуры;
- изучение особенностей компоновки и технологических наладок вертикально-сверлильного станка для выполнения различных операций обработки;
- освоение методики расчета кинематического баланса станка для конкретного режима обработки.

#### 3.1. Индивидуальное задание

Объектом изучения является вертикально-сверлильный станок мод. 2Н118.

Для выполнения работы студенту выдается: заготовка и чертеж детали (Приложение 2) с указанием обрабатываемых поверхностей, комплект инструментов и приспособлений.

Время выполнения работы - 4 часа.

Требуется:

1. Изучить назначение и устройство станка модели 2Н118.
2. Изучить технологические возможности станка.
3. Определить какие инструменты требуются для обработки заданной поверхности.

4. Установить технологический маршрут обработки и режимы резания.

5. Определить методы формообразования обрабатываемой поверхности.

6. Составить структурную кинематическую схему на заданную операцию обработки.

7. Составить уравнение кинематического баланса и определить параметр настройки станка на заданную операцию для реализации расчетного режима.

8. Разработать схему наладки станка для выполнения заданной операции обработки с определением приспособлений для установки детали, режущего и вспомогательного инструмента.

9. Проверить правильность настройки и наладки станка практически.

### 3.2. Общие сведения

Вертикально-сверлильные станки применяют преимущественно для обработки отверстий в деталях различной формы сравнительно небольших размеров с использованием концевых инструментов.

Наладки операций наиболее распространенных видов обработки на сверлильных станках показаны на рисунке 3.1.

Большей частью на вертикально-сверлильных станках выполняют сверление сквозных и глухих отверстий (рисунок 3.1, *а*), а также рассверливание отверстий на больший диаметр (рисунок 3.1, *б*). На этих станках также выполняют зенкерование для получения отверстия более высокого качества точноности и параметра шероховатости поверхности (рисунок 3.1, *в*).

Кроме того, можно выполнять:

- растачивание предварительно просверленных отверстий на больший диаметр с помощью расточных пластин, закрепленных на специальных оправках (рисунок 3.1, *г*);

- зенкование, выполняемое для образования в просверленном отверстии гнезд с плоским или коническим дном, под головки винтов и болтов (рисунок 3.1, *д*);

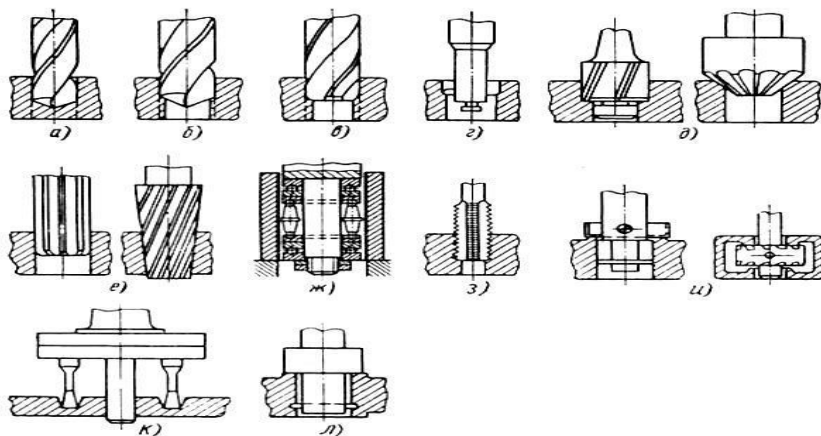


Рис.3.1. Наладки операций, выполняемые на сверлильных станках: *а* – сверление, *б* – рассверливание, *в* – зенкерование, *г* – растачивание, *д* – зенкование, *е* – развертывание, *ж* – раскатывание, *з* – нарезание внутренней резьбы, *и* – подрезка или цековка торцев, *к* – вырезка дисков, *л* – проточка внутренних канавок

- развертывание цилиндрических и конических отверстий, обеспечивающее высокую точность и шероховатость обрабатываемой поверхности (рисунок 3.1, *е*);

- раскатывание отверстий специальными оправками со стальными закаленными роликами или шариками для получения плотной и гладкой поверхности отверстия, а также шероховатости в пределах  $Ra\ 0,630, \dots, 0,080$  мкм (рисунок 3.1, *ж*);

- нарезание внутренних резьб метчиками (рисунок 3.1, *з*);

- подрезание или цековка торцев наружных и внутренних приливов с целью получения ровной поверхности, перпендикулярной оси отверстия (рисунок 3.1, *и*);

- вырезание отверстий больших диаметров в листовом материале с помощью специальной оправки с закрепленными в ней резцами (рисунок 3.1, к);

- протачивание внутренних канавок различной формы специальными оправками с закрепленным режущим инструментом (рисунок 3.1, л).

С целью повышения производительности обработки при выполнении точных или сложных, ступенчатых отверстий на сверлильных станках используют комбинированные много-размерные или многoperеходные режущие инструменты.

Примеры конструкций комбинированных инструментов приведены на рисунке 3.2.

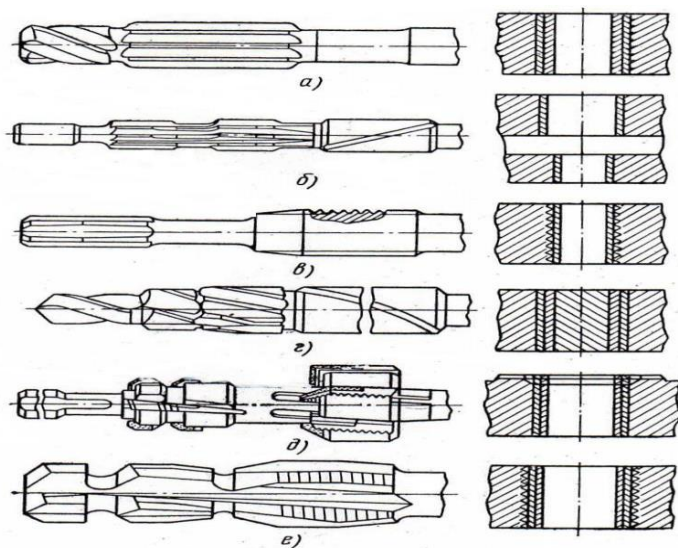


Рис.3.2. Конструкции комбинированных режущих инструментов и схемы их работы: а - зенкер-развертка, б - развертка-развертка, в - развертка-метчик, г - сверло-зенкер-развертка, д - многоступенчатый зенкер, е - зенкер-развертка-метчик



Предварительно просверленное отверстие или отверстие, полученное в заготовке штамповкой, литьем или другим методом, может быть обработано с высокой точностью за один проход комбинированным зенкером-разверткой (рисунок 3.2, а).

Ступенчатое отверстие разных диаметров высокой точности можно обработать комбинированной разверткой (рисунок 3.2, б).

Окончательно обработать отверстие и нарезать в нем резьбу можно за один проход комбинированным инструментом - разверткой-метчиком (рисунок 3.2, в).

Окончательно обработать точное отверстие в сплошном материале можно за один проход комбинированным инструментом - сверлом-зенкером-разверткой (рисунок 3.2, г).

Обработать отверстие с фаской и подрезать торец за один проход можно, используя зенкер-цековку-подрезку (рисунок 3.2, д).

Нарезать резьбу в точном отверстии с большим припуском на обработку можно за один проход зенкером-разверткой-метчиком (рисунок 3.2, е).

Таких примеров можно привести множество, сочетая различные виды самих режущих инструментов и режущих с инструментами для пластического деформирования поверхностей.

Наиболее высокая точность обработки отверстий на сверлильных станках при наименьшей величине шероховатости поверхности достигается применением для окончательной обработки роликовых или шариковых раскаток.

Обработка методом пластической деформации основана на использовании пластических свойств металла, заключающихся в их способности сохранять форму и размеры, полученные под действием внешних сил, в данном случае под давлением роликов или шариков.

Положительным свойством накатанной поверхности является упрочнение поверхностного слоя, т.е. повышение его твердости и износостойкости.

Применение раскатывания отверстий в незакаленных сталях позволяет получить отверстия 7-го качества точности правильной геометрической формы с конусностью и эллиптичностью до 0,02 мм и шероховатостью поверхности в пределах Ra 0,080 мкм.

Подготовка отверстий под раскатывание роликами может производиться резцом, зенкером или даже сверлом. При раскатывании роликами наиболее благоприятные результаты получают, когда припуск на диаметр составляет 0,09-0,06 мм.

Конструкция роликовой раскатки показана на рисунке 3.3.

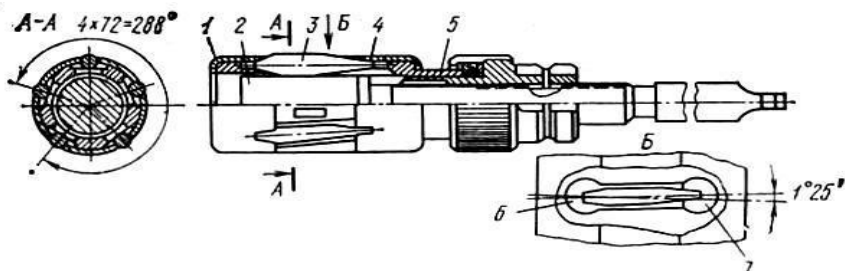


Рис.3.3. Конструкция роликовой раскатки

Пять роликов 3 устанавливаются в сухарях 6 и 7 и удерживаются от выпадения обоймами 1 и 4. Ролики, имеющие в рабочей части конусность 1:36, наклоненные к оси инструмента под углом  $1^{\circ} 26'$ , опираются на нижнюю часть шпинделя 2 с конусностью 1:20. Регулировка диаметра раскатки производится с помощью специальной гайки 5, определяющей положение шпинделя раскатки и величину раздвигания роликов. Осевые усилия передаются на гайку 5 и воспринимаются упорным подшипником.

Для установки режущего инструмента в шпинделе сверлильного станка применяют вспомогательные инструменты: для режущих инструментов с посадочным конусом – переход-

ные втулки; для цилиндрических хвостовиков – сверлильные патроны, оправки.

На рисунке 3.4 представлен кулачковый патрон для крепления концевой режущего инструмента с цилиндрическими хвостовиками.

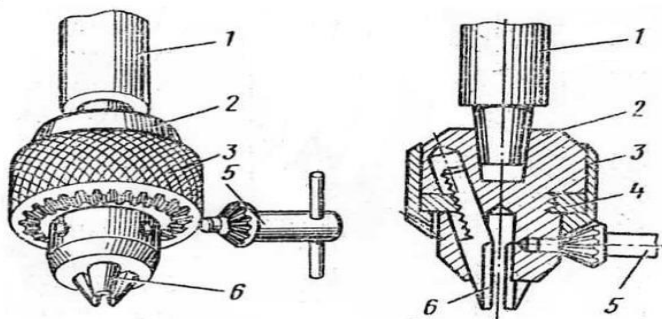


Рис.3.4. Сверлильный кулачковый патрон с ключом: *а* – общий вид патрона, *б* – осевое сечение

Сверлильный трехкулачковый самоцентрирующийся патрон состоит из корпуса 2, втулки 3, кулачков 6 и кольца 4. На верхней части кулачков нарезана резьба, на которую навинчивается кольцо 4, запрессованное во втулку 3. Втулку при закреплении сверла вначале вращают вручную до контакта кулачков с хвостовиком сверла, а затем дожимают ключом 5. Зубчатый венец ключа зацепляется с зубьями на торце втулки 3. При повороте втулки ключом кулачки 6 перемещаются к центру и зажимают инструмент. Конический хвостовик 1 служит для установки патрона в шпиндель станка.

Сверлильные трехкулачковые бесключевые патроны (рисунок 3.5) предназначены для закрепления сверл и других инструментов с диаметром хвостовика от 2 до 12 мм. Патроны дают возможность закреплять инструмент рукой без ключа, хорошо центрируют инструмент и надежно удерживают его при работе.

Корпус 1 патрона имеет на наружной поверхности накатку. Между корпусом и втулкой 6 установлена обойма 3, в ее трех пазах, под углом  $120^\circ$ , расположены три кулачка 2. В Т-образные пазы головки винта 5 входят Т-образные головки кулачков. Винт соединен с втулкой 8 левой резьбой.

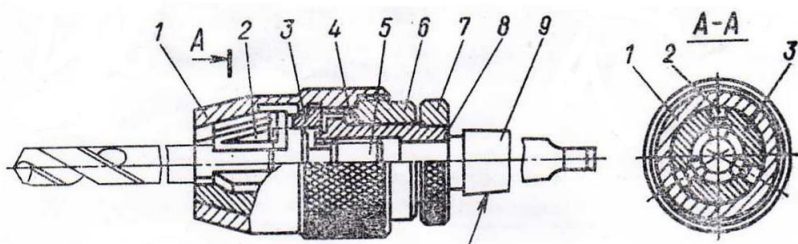


Рис.3.5. Сверлильный трехкулачковый бесключевой патрон

При вращении корпуса 1 вместе с ним вращаются обойма 3 с кулачками и винт 5. При вращении винт 5 перемещается в осевом направлении по винтовой поверхности втулки 8 и сдвигает или раздвигает кулачки 2 по направляющим конического отверстия корпуса 1. При этом происходит зажим или освобождение хвостовика инструмента. Во время работы винт 5 под воздействием силы резания стремится сильнее сдвинуть кулачки 2, увеличивая тем самым надежность закрепления инструмента. Для уменьшения силы трения при закреплении или раскреплении инструмента между буртиками втулок 8 и 6 размещены шарики 4. Конический хвостовик 9 запрессован в отверстии втулки 8.

Развертками обрабатывают предварительно просверленные или полученные другим способом отверстия. Для самоустановки развертки в отверстиях используют качающиеся оправки (рисунок 3.6).

Оправка устанавливается в шпинделе станка хвостовиком 1. Хвостовик развертки устанавливается в отверстии качающейся конусной втулки 6. Втулка 6 установлена подвижно в корпусе 4 с помощью штифта 5. На верхнем торце втулки закреплен подпятник с шариком 3, который сверху удержива-

ется вкладышем 2. Развертка, вставленная в качающуюся часть оправки, легко принимает положение, совпадающее с осью развертываемого отверстия.

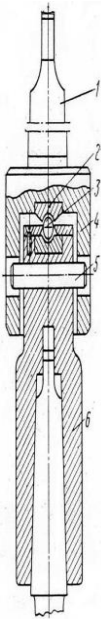


Рис.3.6. Качающаяся оправка для разверток

Общий вид станка мод. 2Н118 показан на рисунке 3.7.

На фундаментной плите 1, являющейся основанием станка, укреплена монолитная колонна 9 (станина станка), имеющая вертикальные направляющие в форме ласточкина хвоста. По вертикальным направляющим колонны перемещается стол 2, служащий для крепления об-

### 3.3.1. Кинематика станка

Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н118 с условным диаметром сверления 18 мм предназначен, в основном, для работы в инструментальных и производственных цехах мелкосерийного производства.

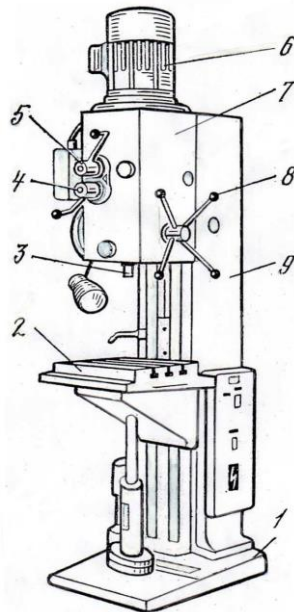


Рис.3.7. Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н118

рабатываемых заготовок, и сверлильная головка 7, в которой монтируются все основные узлы станка: коробка скоростей 5, коробка подач 4 и шпиндель 3.

Привод станка состоит из электродвигателя 6 мощностью 1,5 кВт.

Управление механизмом подач осуществляется рукояткой 8.

#### Техническая характеристика

вертикально-сверлильного станка мод. 2Н118

Номинальный диаметр сверления, мм	18
Наибольший ход шпинделя, мм	150
Вылет шпинделя, мм	260
Конус Морзе отверстия шпинделя	№ 2
Пределы частоты вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	180 ... 2800
Пределы вертикальной подачи шпинделя, мм/об	0,10 ... 0,56
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Масса станка, кг	450

Кинематическая схема станка приведена на рисунке 3.8

Главное движение (вращение шпинделя) осуществляется от вертикально расположенного электродвигателя 38 мощностью 1,5 кВт и номинальной частотой вращения 1420 мин<sup>-1</sup>.

Коробка скоростей с помощью двух тройных блоков зубчатых колес сообщает шпинделю девять ступеней скоростей вращения.

Уравнение кинематического баланса для максимальной частоты вращения шпинделя имеет вид:

$$1420 \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{54}{26} = 2950, \text{ мин}^{-1}.$$

От полого вала Ш, передающего вращение на шпиндель через постоянную передачу  $Z = 22$  и  $Z = 42$  движение передается на коробку подач, которая обеспечивает шесть различных

подачу переключением тройного блока зубчатых колес на валу У и двойного блока на валу УП. С вала УП через постоянную передачу  $Z = 17$  и  $Z = 44$  вращение получает червячная передача с зубчатым колесом  $Z = 60$ , установленным на одном валу с реечным колесом  $Z = 14$ , связанным с рейкой нарезанной на гильзе шпиндельного узла.

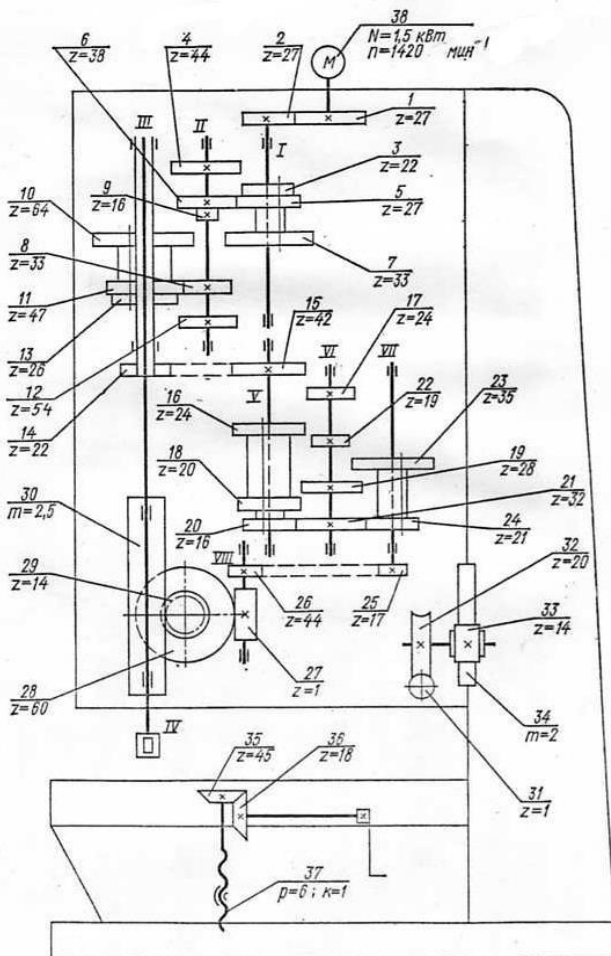


Рис. 3.8. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка мод. 2Н118

Уравнение кинематического баланса максимальной подачи на оборот шпинделя имеет вид:

$$1 \text{ об.} \cdot \frac{22}{42} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{32}{21} \cdot \frac{17}{44} \cdot \frac{1}{60} \cdot \pi m Z = 0.56, \text{ мм/об.},$$

где  $m$  - модуль реечной передачи,  $m = 2.5$ ;

$Z$  - число зубьев реечного колеса,  $Z = 14$ .

Вспомогательные движения: вертикальные перемещения сверлильной головки по станине станка и вертикальные перемещения стола производятся вручную поворотом рукояток. Сверлильная головка перемещается от червячной передачи с однозаходным червяком и червячным колесом  $Z = 20$ , установленным на одном валу с реечным колесом  $Z = 14$ .

Стол перемещается винтовой передачей с шагом 6 мм, вращение на винт передается от рукоятки через конические шестерни 18/45.

### 3.3.2. Устройство станка мод. 2Н118

Основные механизмы приводов главного движения и подач размещены в корпусе сверлильной головки, представляющего собой чугунную отливку с закрепленным на ней сборным корпусом коробки скоростей. Коробка скоростей станка с электродвигателем, расположенным вертикально, обеспечивает девять частот вращения шпинделю, который расположен в шлицевом отверстии полого выходного вала коробки.

На рисунке 3.9 представлена развертка коробки скоростей. Опоры валов коробки скоростей размещены в сборном корпусе 5. На верхней плите корпуса на стакане 9 установлен электродвигатель 10. От вала двигателя через полумуфту 11 с зубчатым венцом вращение передается зубчатому колесу 8, установленному на валу 7, по шлицевой поверхности которого перемещается трехвенцовый блок 12.



Блок 12 передает вращение на зубчатые шестерни, закрепленные на валу 6, от которых получает вращение полый вал 2 через подвижный трехвенцевый блок 3. На нижнем конце полого вала установлена шестерня 1, от которой получает вращение шестерня 13 входного вала коробки подач.

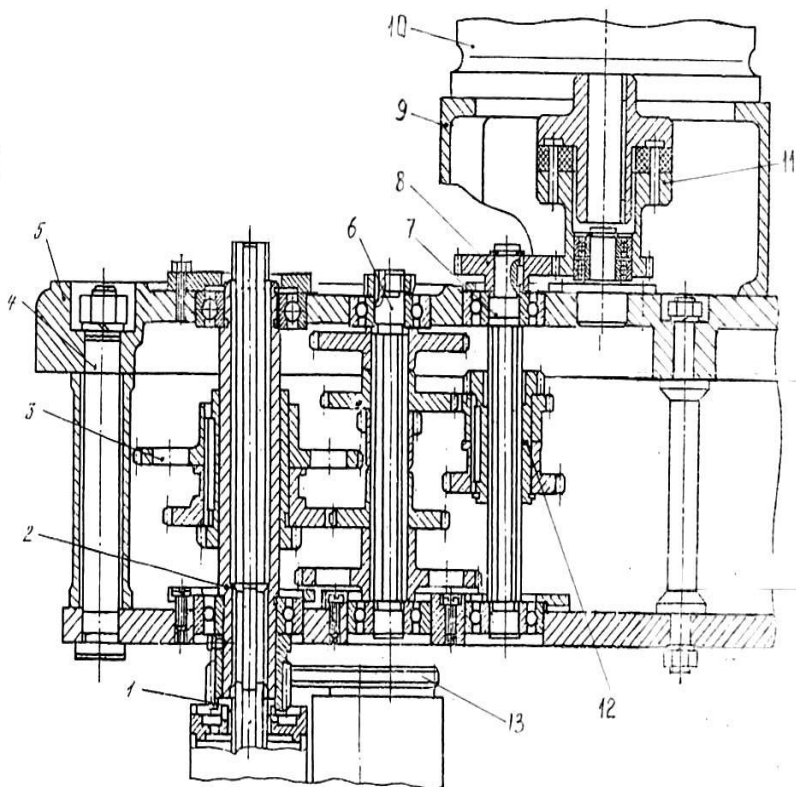


Рис. 3.9. Коробка скоростей станка мод. 2Н118

Коробка подач представлена на рисунке 3.10.

Трехваловый механизм подач размещен в литом корпусе сверлильной головки 11. Входной вал 4 получает вращение через шестерню 6 (на рис.3.9 позиция 13) от коробки скоро-

стей. Через подвижный трехвенцовый блок зубчатых колес 5 вращение передается на промежуточный вал 12 с жестко установленными шестернями, в свою очередь передающими вращение на вал 9 через подвижный двухвенцовый блок 10.

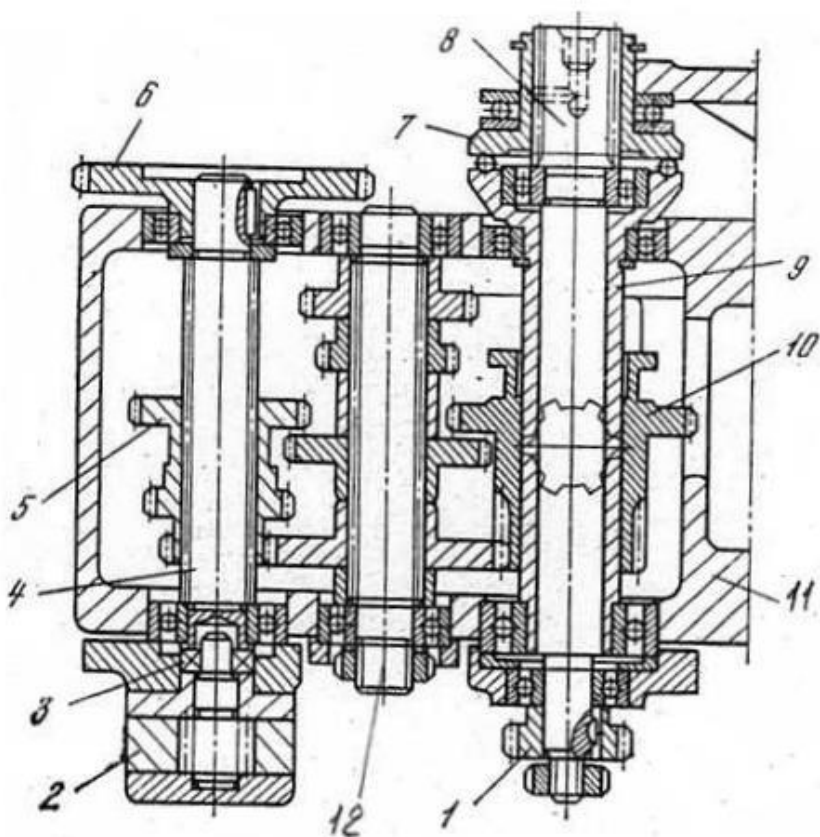


Рис.3.10. Коробка подач станка 2Н118

Всего коробка подач обеспечивает 6 режимов обработки. Внутри полого вала 9 проходит вал 8, который через муфту 7 передает вращение на червячную передачу 2 сверлильной головки (рисунок 3.11).

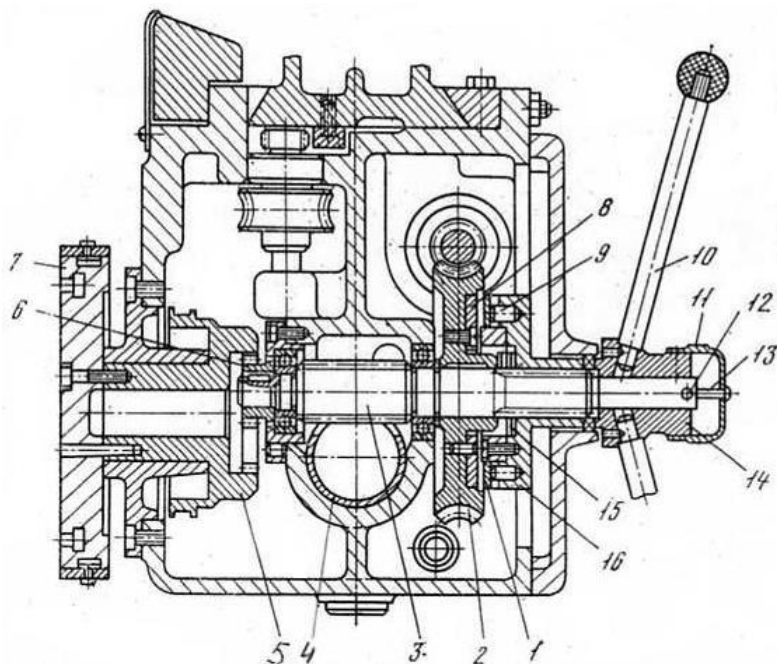


Рис.3.11. Сверлильная головка станка 2Н118

Муфта 7 (см. рисунок 3.10) служит для выключения механической подачи при достижении заданной глубины обработки.

Шестерни коробки подачи переключаются одной рукояткой, которая имеет два положения по оси и три положения по окружности. Рукоятка располагается на лицевой поверхности сверлильной головки. Конструкции механизмов переключения подач и скоростей идентичны.

Механизмы коробки подач смазываются от шестеренчатого насоса 2, который приводится в действие от вала 4 через кулачек 3. Насос также осуществляет смазку всех других механизмов. Механизмы коробки подач собирают отдельно и

полностью собранный узел монтируют в сверлильную головку.

Сверлильная головка состоит из чугунной отливки коробчатого сечения, в которой смонтированы все основные узлы станка: коробка скоростей, коробка подач, шпиндель и механизм подач. Первые три узла собираются отдельно и только крепятся к сверлильной головке (см. рисунок 3.11).

Механизм подач сверлильной головки, состоящий из червячной передачи, горизонтального вала 3, лимба 7 со связанными с ним деталями, рукоятки 10, кулачковой 14 и обгонной 16 муфт, является составной частью узла сверлильной головки.

Механизм подач приводится в движение от коробки подач через пару шестерен и предназначен для выполнения следующих функций: ручной подвод инструмента к заготовке, включение рабочей подачи, ручное опережение подачи, выключение рабочей подачи, ручной отвод шпинделя вверх, ручная подача, используемая обычно при нарезании резьбы.

Принцип работы механизма подач заключается в следующем: при вращении рукоятки 10 на себя поворачивается кулачковая муфта 14, которая через обгонную муфту 16 вращает вал 3. Происходит ручной подвод шпинделя через реечную передачу 3 - 4. Когда инструмент подойдет к заготовке, на валу 3 возрастет крутящий момент, который не может быть передан зубцами кулачковой муфты, и ступица перемещается влево вдоль вала до тех пор, пока торцы кулачковой муфты 14 и обгонной муфты 16 станут друг против друга. В этот период кулачковая муфта 14 поворачивается свободно относительно вала на  $20^\circ$ , этот поворот ограничивается пазом на муфте и штифтом 12.

На ступице обгонной муфты 16 сидит двусторонний храповой диск 1, связанный с ней собачками 9. При смещении ступицы зубцы диска 1 входят в зацепление с зубцами второго диска 8, прикрепленного к червячному колесу 2. Таким образом, вращение от червяка передается реечной шестерне на валу 3 и происходит механическая подача. При дальнейшем

вращении рукоятки при включенной подаче собачки 9, сидящие в ступице обгонной муфты 16, проскакивают по зубцам внутренней стороны диска 1, и, таким образом, производится ручное опережение механической подачи.

Для ручного выключения подачи рукоятку поворачивают от себя на  $20^\circ$  относительно горизонтального вала 3, и зуб муфты 14 встает против впадины храпового диска 1.

Ступица под действием осевой силы, возникающей благодаря наклону зубцов дисков 1 и 8, специальной пружины 15 смещается вправо и расцепляет диски – механическая подача прекращается.

Для осуществления ручной подачи с помощью рукоятки необходимо выключить штурвалом механическую подачу, а затем колпачок 11 переместить вдоль оси горизонтального вала вправо. При этом штифт 13 передает крутящий момент непосредственно от кулачковой муфты 14 на вал 3.

На левой стенке сверлильной головки смонтирован лимб 7, который во время подачи шпинделя приводится во вращение через пару шестерен 5 и 6. Лимб предназначен для визуального отсчета глубины обработки и для настройки кулачков.

Для визуального отсчета глубины обработки инструмент доводят вручную до контакта с обрабатываемой заготовкой и устанавливают лимб в нулевое положение. Глубину обработки отсчитывают по шкале на цилиндрической поверхности лимба.

Шпиндель станка (рисунок 3.12) смонтирован на двух опорах из радиальных шариковых подшипников 7 и 4. Осевое усилие подачи воспринимается упорным подшипником 6. Подшипники расположены в гильзе шпинделя 5, которая с помощью ременной передачи имеет возможность перемещаться вдоль оси. Подшипники шпинделя регулируются гайкой 3, расположенной над верхней опорой шпинделя.

Смазка подшипников шпинделя производится фитилем из полости гильзы 2. На конец шпинделя свободно посажено

кольцо 8, в торец которого входит штифт 9. Для предохранения от выпадения штифта служит специальный колпачок 1.

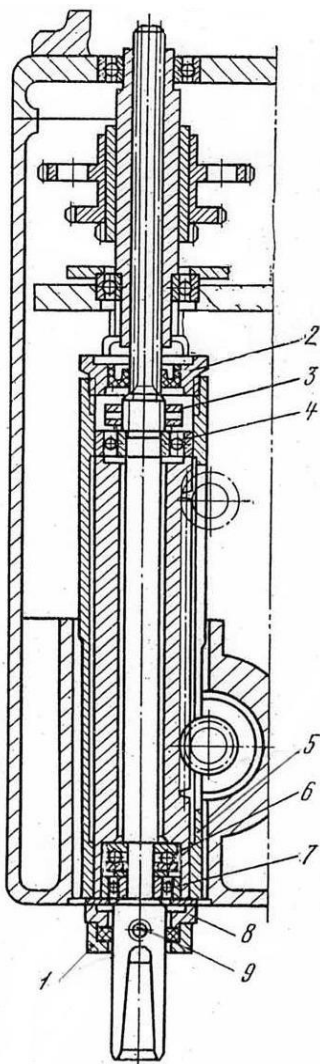


Рис.3.12. Шпиндель станка мод. 2Н118

При смене инструмента необходимо резким движением рукоятки механизма подачи послать шпиндель в верхнее положение, при этом свободно посаженное кольцо 8 упрется в корпус головки, а штифт 9, ударяясь о верхний торец инструмента, выбьет его.

### 3.4. Настройка сверлильного станка мод. 2Н118

Настройка кинематической группы главного движения станка осуществляется для каждой операции по скорости и направлению вращения шпинделя. Параметр настройки на скорость определяется по режиму резания на заданную обрабатываемую поверхность.

Настройка кинематической группы коробки скоростей осуществляется перемещением подвижных блоков зубчатых колес, положение которых определяется по уравнению кинематического

баланса для установленного параметра (методика расчета кинематических цепей станка приведена в п. 3.3.1).

Настройка на направление вращения шпинделя осуществляется электродвигателем.

Настройка кинематической группы подачи по скорости осуществляется перемещением подвижных блоков зубчатых колес, положение которых определяется по установленному режиму резания на заданную обрабатываемую поверхность. Механизм подач выполняет следующие функции: ручной

подвод инструмента к заготовке, включение рабочей подачи, ручное опережение подачи, выключение рабочей подачи и ручной отвод шпинделя вверх. Положение подвижных зубчатых блоков определяют по уравнению кинематического баланса (см. п. 3.3.1) для установленного режима резания.

Нарезание резьбы выполняют при ручной подаче шпинделя. Перемещение стола выполняется вручную.

### 3.5. Наладка сверлильного станка

Наладка сверлильного станка выполняется на заданную операцию — обработку заготовки детали. Деталь определяется преподавателем из каталога, приведенного в Приложении 2.

В соответствии с полученным заданием выбирается инструмент, устанавливаются методы формообразования и требуемые движения для реализации этих методов на станке. Определяется способ установки детали на столе станка в соответствии с наличием набора приспособлений.

По таблицам режимов резания, приведенным в Приложении 2, устанавливаются параметры движений исполнительных органов станка:

- частота вращения шпинделя определяется по скорости резания и диаметру выбранного инструмента;
- осевая подача шпинделя определяется по величине подачи на оборот шпинделя;

- величина осевого перемещения шпинделя определяется по длине обработки и контролируется по лимбу на рукоятке управления.

Составляется схема наладки с указанием положения детали, мест и способов ее базирования в приспособлении. На схеме показывают исходное положение и вид инструмента, виды и направления формообразующих движений.

### 3.6. Контрольные вопросы

1. Назначение и технологические возможности станка мод. 2Н118.

2. Расшифруйте индекс модели станка. Какой класс точности станка?

3. Какие виды инструментов применяются на станке? Какие поверхности можно обработать на этом станке, какими методами формообразования?

4. Какие виды инструментов можно использовать на станке мод. 2Н118, повышающие производительность и качество обрабатываемых поверхностей?

5. Какие вспомогательные инструменты применяются на станке?

6. Опишите устройство станка и его технологические возможности.

7. Определите, какие валы и передачи входят в коробку скоростей, какие в коробку подач (см. рисунок 3.8).

8. Какие функции выполняет передача, состоящая из червячной пары (31 и 32) и реечной пары (33 и 34), представленная на кинематической схеме (см. рисунок 3.8)? Какую роль она выполняет при наладке станка?

9. Опишите устройство коробки скоростей.

10. Опишите устройство коробки подач и механизма подач сверлильной головки.

11. На каких опорах установлен шпиндель станка? Как осуществляется регулировка натяга в опорах?



12. Какие элементы конструкции шпиндельного узла обеспечивают возможность его осевого перемещения?

### 3.7. Содержание отчета

1. Задание на операцию обработки (эскиз детали с указанием размеров и шероховатости обрабатываемой поверхности).

2. Ответить на контрольные вопросы.

3. Обосновать выбор режущих и вспомогательных инструментов для обработки заданной поверхности.

4. Описать методы формообразования обрабатываемой поверхности каждым инструментом. Записать в формализованном виде исполнительные движения механизмов станка.

5. Начертить структурную кинематическую схему выполняемой операции.

6. Определить режим резания при обработке заданной поверхности.

7. Составить уравнение кинематического баланса для выполняемой операции.

8. Определить параметры настройки станка.

9. Составить схему наладки станка на выполняемую операцию.

10. Дать заключение о качестве выполненных расчетов по результатам проверки на станке.

## Лабораторная работа №4

### НАСТРОЙКА И НАЛАДКА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОМПОНОВОК НА ОБРАБОТКУ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Цель работы – получение знаний и приобретение навыков технологической подготовки, настройки и наладки фрезерных станков горизонтальной и вертикальной компоновки для обработки зубьев цилиндрических колес.

Основными задачами работы являются:

- изучение методов формообразования зубчатых поверхностей на универсальных фрезерных станках;
- изучение видов и конструкций модульных зуборезных инструментов, применяемых на универсальных фрезерных станках;
- изучение способов обеспечения требуемой точности обработки зубчатого профиля;
- изучение конструкции делительной головки и способов ее применения;
- освоение методики расчета режима резания и делительной головки для фрезерования заданного зубчатого венца;
- освоение способов настройки и технологической наладки станков горизонтальной и вертикальной компоновки для обработки зубьев колес.

#### 4.1. Индивидуальное задание

Объектами изучения являются фрезерные станки: вертикально – фрезерный мод. 6Л12П и широкоуниверсальный мод. 675П с наладкой на зубообработку с использованием делительной головки.

Для выполнения работы студенту выдается заготовка и чертеж детали (Приложение 3) с указанием поверхности объ-

екта расчета и практического выполнения операции обработки. Выдается комплект режущего и измерительного инструмента.

Время выполнения работы – 4 часа.

Требуется:

1. Определить вид инструмента для нарезания заданного профиля зубчатого венца на станках горизонтальной и вертикальной компоновки.

2. Определить метод формообразования профиля зуба и виды движений для его реализации.

3. Ознакомиться с устройством и способами настройки на режим обработки и наладки на зубообработку станков моделей 6Л12 и 675П.

4. Изучить устройство и методику расчета делительной головки на заданную операцию обработки.

5. Определить режим резания (глубина, скорость резания, подача, число проходов) при нарезании зубьев.

6. Определить параметры настройки станка на операцию обработки по уравнению кинематического баланса.

7. Настроить станок на выполнение операции обработки. Составить схему наладки.

8. Провести пробную обработку зубчатого венца.

9. Произвести контрольные замеры нарезанных зубьев.

#### 4.2. Общие сведения

Универсальные фрезерные станки с горизонтальной и вертикальной осью вращения шпинделя предназначены для обработки деталей различной формы и различных видов поверхностей: плоскостей, пазов, профилей и др.

Применение унифицированных поворотных столов и делительных головок значительно расширяет технологические возможности этих станков за счет обработки сложных контурных поверхностей, нарезания венцов зубчатых колес, фрезерования спиральных канавок и др.

В единичном и мелкосерийном производствах нарезание зубьев венцов зубчатых колес производится на универсально-фрезерных станках модульными фрезами методом копирования профиля впадины зубчатого венца и формирования зуба по длине методом касания.

На операцию зубообработки настраиваются универсальные фрезерные станки моделей 675П и 6Л12П.

Станок мод. 675П настраивается на обработку мелко-модульных зубчатых колес с использованием дисковых модульных фрез.

Станок мод. 6Л12П настраивается на обработку зубчатых колес с модулем  $m \geq 10$  – с использованием концевых модульных фрез.

Подробное описание станка и его технические данные приведены в разделе 2, п. 2.4.

Настройка станков выполняется по установленному режиму зубообработки в соответствии с полученным заданием.

#### 4.2.1. Техническая характеристика и кинематика универсального консольного фрезерного станка мод. 675П

Фрезерный станок мод. 675П – повышенной точности, предназначен для использования в инструментальном мелкосерийном производстве для обработки деталей, приспособлений, инструментов, штампов и др.

Особенностью компоновочного решения станка является: двухкоординатный стол и размещение шпиндельного узла в горизонтальном, подвижном по оси  $z$  ползуне. Стол имеет вертикальное перемещение по оси  $y$  и горизонтальное по оси  $x$ .

Для расширения технологических возможностей станок может оборудоваться поворотной фрезерной головкой.

Станок относится к группе станков малой мощности.

Техническая характеристика станка мод. 675П  
Размеры рабочей поверхности стола  
(длина x ширина), мм

630x200

Расстояние от оси горизонтального шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	80 ... 380
Конус отверстия шпинделя	Морзе № 4
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное	320
вертикальное	300
Наибольшее перемещение шпиндельной бабки, мм	200
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	50 ... 1600
Количество подач стола и шпиндельной головки	16
Скорость быстрых перемещений стола шпиндельной головки, мм/мин	935
Мощность электродвигателя привода станка, кВт	1,7
Габариты станка (длина x ширина x высота), мм	1100x1170x1650

Кинематика универсального консольного фрезерного станка мод. 675П обеспечивает согласованность передачи движения всем исполнительным органам станка от одного источника движения с использованием на протяженных участках кинематической цепи ременной и цепной передач.

Особенностью кинематической структуры станка является наличие распределительного вала, от которого движение распределяется на кинематические цепи главного движения и движения подач.

Кинематическая схема станка представлена на рисунке 4.1.

От двигателя через ременную передачу вращение передается на распределительный вал I, от которого берут начало кинематические цепи главного движения и движения подач. Цепь главного движения состоит из системы зубчатых передач, размещенных на валах II, III и IV, затем вращение передается на вал V с барабанной шестерней  $Z = 40$  и дальше – через



С последнего XIV вала движение подачи через цепную передачу поступает на вал XV, затем через коническую пару  $\frac{31}{39}$  и вал XVI - на зубчатые колеса, расположенные в консоли станка. С помощью двух кулачковых муфт от вала XVI вращение передается или на ходовой винт стола, или на винт вертикальной подачи консоли. На станке мод. 675П ходовой винт стола вращается от конической пары  $\frac{16}{27}$  непосредственно от вала XVIII. Ползун горизонтального шпинделя перемещается с помощью винтовой пары. Гайка винтовой пары ползуна получает вращение от вала XIV через цепную  $\frac{12}{12}$  и зубчатую  $\frac{36}{54}$  передачи.

Нарезание зубьев зубчатых колес на станке мод. 675П осуществляется с продольной подачей стола (по оси  $x$ ).

Частота вращения шпинделя и подача стола определяются по рекомендуемой скорости резания и подаче при зубообработке.

Настройка станка выполняется по параметрам настройки, установленным по уравнениям кинематического баланса цепи главного движения и цепи подач станка. Примеры расчета параметров настройки станка приведены ниже.

Максимальная частота вращения шпинделя:

$$n_{\max} = 1430 \cdot \frac{80}{131} \cdot \frac{27}{37} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{50}{21} \cdot \frac{52}{40} \cdot \frac{40}{53} = 1489 \text{ мин}^{-1}.$$

Максимальная подача стола:

$$S_{\max} = 1430 \cdot \frac{80}{131} \cdot \frac{21}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{62} \cdot \frac{38}{49} \cdot \frac{33}{43} \cdot x$$

$$x \frac{36}{30} \cdot \frac{12}{12} \cdot \frac{31}{39} \cdot \frac{39}{25} \cdot \frac{16}{27} \cdot 6 = 407, \text{ мм/мин.}$$

#### 4.2.2. Техническая характеристика и кинематика вертикального консольного фрезерного станка мод. 6Л12П

Фрезерный станок мод. 6Л12П – повышенной точности, предназначен для использования в машиностроительном серийном производстве. Станок относится к группе станков средней мощности.

##### Техническая характеристика станка мод. 6Л12П

Размер рабочей поверхности стола (длина х ширина), мм	1250х320
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	30 ... 400
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих стойки, мм	350
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное	700
поперечное	240
вертикальное	370
Внутренний конус шпинделя	№ 3
Наибольшее осевое перемещение шпинделя, вертикальное (вручную), мм	70
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, град.	±45
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	31,5...1600,0
Подача стола, мм/мин:	
продольная	25 ... 1250
поперечная	25 ... 1250
вертикальная	8,3...416,6
Мощность электродвигателя, кВт:	
главного движения	7,0
подачи	1,7
Частота вращения электродвигателя, мин <sup>-1</sup> :	
главного движения	1460
подачи	1450



Габариты станка (длина x ширина x высота), мм 2260x1745x2000

Кинематика станка мод. 6Л12П обеспечивает 18 ступеней частот вращения шпинделя и 18 ступеней подач стола по трем координатам от двух фланцевых асинхронных реверсивных электродвигателей.

Отличительной особенностью этой модели станка от предыдущей является отсутствие подвижного ползуна со шпиндельным узлом. Шпиндельный узел размещен в поворотной головке с выдвиганием гильзы шпинделя, кроме того, коробки скоростей и подач имеют автономные электродвигатели.

Кинематическая схема станка приведена на рисунке 4.2.

Реверсирование направлением движений главного привода и привода подач производится электродвигателями. Установочные поворот шпиндельной головки и выдвигание гильзы шпинделя осуществляется вручную. Перемещение шпиндельной гильзы выполняется маховичком с передачей вращения на коническую пару  $\frac{25}{25}$ , одна из шестерен которой закреплена на винте с шагом 6 мм.

В качестве органа надстройки частот вращения шпинделя используется коробка скоростей 3x 3x2, от которой вращение на шпиндель передается через редуктор, состоящий из конической  $\frac{30}{30}$  и цилиндрической  $\frac{54}{54}$  пар.

Настройка на скорость резания осуществляется двумя тройными и одним двойным блоками шестерен. Например, максимальную частоту вращения шпинделя определяет следующее уравнение кинематического баланса:

$$n_{\max} = 1460 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{22}{32} \cdot \frac{38}{26} \cdot \frac{82}{38} = 1613, \text{ мин}^{-1}.$$

Привод подач стола в продольном и поперечном направлениях и привод консоли по вертикали осуществляется по кинематическим цепям от двигателя М2. Двигатель М2 через шестерни  $\frac{26}{50}$  и  $\frac{26}{57}$  приводит во вращение входной вал восемнадцатиступенчатой коробки подач со скоростной цепью.

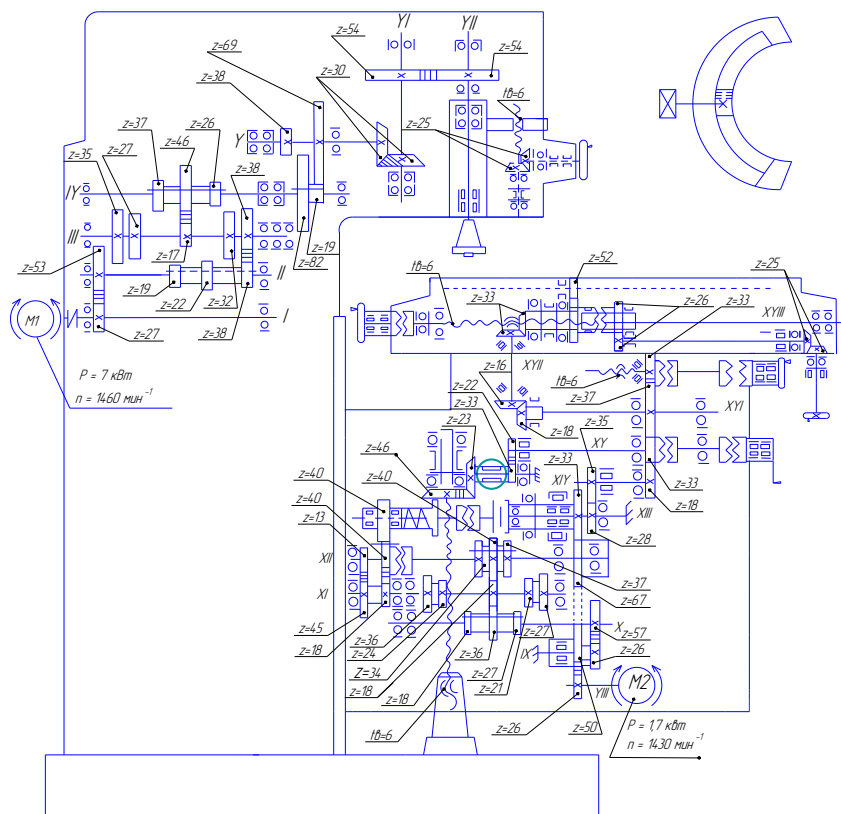


Рис. 4.2. Кинематическая схема станка мод. 6Л12П

Рабочие подачи настраиваются с помощью переключаемых зубчатых колес, состоящих из двух подвижных трехвенцовых блоков, двух муфт и подвижного зубчатого колеса  $Z = 40$ , размещенного на выходном валу XII коробки подач, от ко-

того движение распределяется на три ходовых винта продольной, поперечной и вертикальной подач.

Кинематическая цепь скоростных перемещений стола по трем координатам состоит из ряда паразитных колес, с помощью которых от двигателя М2 с шестерней ( $Z = 26$ ) движение передается на зубчатое колесо ( $Z = 33$ ) на выходном валу коробки подач. Дальнейшая передача движения на ходовые винты аналогична цепи рабочих подач.

Максимальная  $S_{\max}$  подача стола в продольном и поперечном направлениях определяются по уравнению кинетического баланса цепей:

$$S_{\max} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{36}{18} \cdot \frac{24}{34} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{33} \cdot \frac{33}{37} \times \\ \times \frac{18}{16} \cdot \frac{33}{33} \cdot 6 = 2748,8, \text{ мм/мин}$$

Ускоренный ход стола по этим направлениям определяется по уравнению:

$$S_{\text{уск}} = 1430 \cdot \frac{26}{33} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{18}{16} \cdot \frac{33}{33} \cdot 6 = 418,0 \text{ мм/мин}$$

Максимальная вертикальная подача стола определяется по уравнению:

$$S_{\text{в. max}} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{36}{18} \cdot \frac{24}{34} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{33} \times \\ \times \frac{22}{33} \cdot \frac{23}{46} \cdot 6 = 418,0 \text{ мм/мин.}$$

Установочное вертикальное перемещение стола определяется по уравнению:

$$S_{\text{в.уст}} 1430 \cdot \frac{26}{33} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{33} \cdot \frac{22}{33} \cdot \frac{23}{46} \cdot 6 = 983,0, \text{ мм/мин.}$$

Настройка станка на требуемый режим обработки зависит от вида обрабатываемого материала, вида и материала инструмента.

### 4.3 Наладка универсально-фрезерных станков на операцию зубообработки

Обработка зубчатого венца заготовки шестерен на фрезерных станках с горизонтальным шпинделем производится дисковыми модульными фрезами. На станках с вертикальным шпинделем применяются концевые модульные фрезы.

#### 4.3.1. Типы и наборы модульных фрез для обработки зубчатых колес

Модульные фрезы представляют собой фасонную фрезу с профилем, соответствующим профилю впадины зубчатого венца определенного модуля. По конструкции модульные фрезы могут быть дисковыми или концевыми (рисунок 4.3).

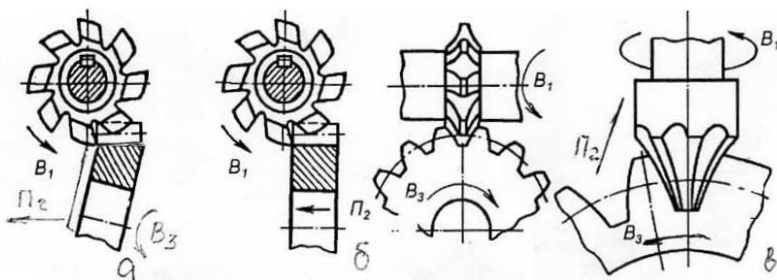


Рис. 4.3. Схемы обработки зубьев зубчатых колес модульными фрезами методом копирования – касания:  
*а* – конических колес дисковой фрезой, *б* – цилиндрических колес дисковой фрезой, *в* – концевой фрезой

Концевые модульные фрезы применяют для фрезерования зубьев крупных колес с  $t > 10$  мм, а также для нарезания шевронных колес.

Профиль впадины зависит от числа зубьев колеса, поэтому для получения большей точности колес модульные фрезы, кроме деления по модулям, разделяют еще и по номерам. Применяются комплекты, состоящие из 8, 15 или 26 фрез: чем больше количество номеров фрез применяется во взятом комплекте, тем достигается более высокая точность зубьев нарезаемого колеса. Фреза указанного номера из комплекта предназначена для нарезания колес с определенным числом зубьев (таблица 4.1).

Таблица 4.1

Количество зуборезных модульных дисковых фрез в наборе для нарезания зубьев колес

Номер фрезы	Число нарезаемых зубьев в зависимости от количества фрез в наборе		
	8	15	26
1	12-13	12	12
1½	-	13	13
2	14-16	14	14
2½	-	15-16	15
2¾	-	-	16
3	17-20	17-18	17
3¼	-	-	18
3½	-	19-20	19
3¾	-	-	20
4	21-25	21-22	21
4¼	-	-	22
4½	-	23-25	23
4¾	-	-	24-25

Номер фрезы	Число нарезаемых зубьев в зависимости от количества фрез в наборе		
	8	15	26
5	26-34	26-29	26-27
5¼	-	-	28-29
5½	-	30-34	30-31
5¾	-	-	32-34
6	35-54	35-41	35-37
6¼	-	-	38-41
6½	-	42-54	42-46
6¾	-	-	47-54
7	55-134	55-79	55-65
7¼	-	-	66-79
7½	-	80-134	80-102
7¾	-	-	103-134
8	Св.135	Св.135	Св.135

Набор из 8 фрез применяют для нарезания колес с модулем  $m \leq 8$  мм; набор из 15 фрез —  $m \geq 8$  мм; набор из 26 фрез — для нарезания колес повышенной точности.

Подбор номера фрезы из набора для нарезания косозубого колеса производят по приведенному числу зубьев  $Z_{\text{пр}} = Z / \cos^3 \beta$ , где  $Z$  и  $\beta$  — соответственно число зубьев, и угол наклона зубьев нарезаемого колеса, град.

Нарезание зубчатых колес модульными фрезами производится на универсально-фрезерных станках с применением делительной головки. После фрезерования каждой впадины заготовку при помощи делительной головки поворачивают на  $1/Z$  оборота для фрезерования следующей впадины и т. д. Точность нарезания соответствует 8–10-ой степени, а шероховатость обработанной поверхности  $Ra\ 6,3 \div 12,5$ .

В соответствии со стандартом имеется 12 степеней точности зубчатых колес. Увеличение номера степени соответствует снижению точности колес. В металлорежущих станках применяются зубчатые колеса 7-9, редко 10 степени точности.

Процесс нарезания зубьев зубчатых колес состоит из чернового нарезания, чистового нарезания и отделки зубьев. Отделку производят обычно лишь для колес повышенной точности. Зубчатые колеса малых модулей ( $m < 3$  мм) нарезают за один проход, крупных модулей ( $m > 6$  мм) — за два-три прохода.

Для нарезания зубьев колес на станке методом копирования-касания требуются движения (см. Рисунок 4.3):

- скорости резания  $\Phi_v(B_1)$  – вращение фрезы;
- подачи  $\Phi_s(P_2)$  – перемещение заготовки;
- деления  $D(B_3)$  – поворот делительного диска.

Движение деления должно обеспечить периодический поворот заготовки на угол, соответствующий  $1/Z$  части оборота заготовки. Для выполнения этого движения на станке используют делительную головку.

### 4.3.2. Делительная головка

Делительная головка является важной принадлежностью фрезерных станков. Она применяется для периодического поворота заготовок на равные или неравные углы (например, при фрезеровании многогранников, зубьев колес) и для непрерывного вращения заготовок, согласованного с продольной подачей (например, при нарезании спиральных канавок у сверл, зенкеров и др. или при фрезеровании косозубых зубчатых колес). Делительные головки находят применение также и на долбежных станках.

В комплект универсальной делительной головки (рисунок 4.4, *а*) входят: собственно делительная головка 1, которая может быть оснащена центром с поводком 4, задняя бабка 2, люнет 3 для установки в центрах обрабатываемых валов – шестерен или шестерен на оправках и других длинномерных деталей.

Делительная головка может также оснащаться кулачковым патроном для крепления обрабатываемых шестерен со ступицей. Делительную головку (рисунок 4.4, *б*) устанавливают на правой стороне стола фрезерного станка. Она, в свою очередь, состоит из основания 13 и корпуса 14. Основание неподвижно крепится на столе фрезерного станка болтами, которые своими головками входят в Т-образный паз стола.

Корпус вместе со шпинделем может поворачиваться в горизонтальной плоскости на поворотном диске 6 на угол от -10 до +90 градусов. В требуемом положении корпус закрепляют гайками. Поворот корпуса применяют для установки обрабатываемых деталей, закрепляемых в патроне под углом.

Для подсчета требуемого угла поворота шпинделя 7, а, следовательно, и зубчатого венца обрабатываемой детали, служит делительный диск (лимб) 8, имеющий с обеих сторон несколько рядов отверстий, расположенных по концентрическим окружностям. Одна сторона диска имеет 8 рядов отверстий с числом: 16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31; вторая сторона

также имеет 8 рядов с числом 35, 37, 39, 41, 45, 47, 49, 54 отверстий. Отверстия на диске служат для фиксации рукоятки-фиксатора 9 в определенных положениях. Для установки делительного диска на любой ряд отверстий рукоятку-фиксатор вместе с планкой 10 опускают или поднимают по пазу и закрепляют гайкой 11. Для быстрого и точного подсчета требуемого количества отверстий на диске имеется раздвижной сектор 12.

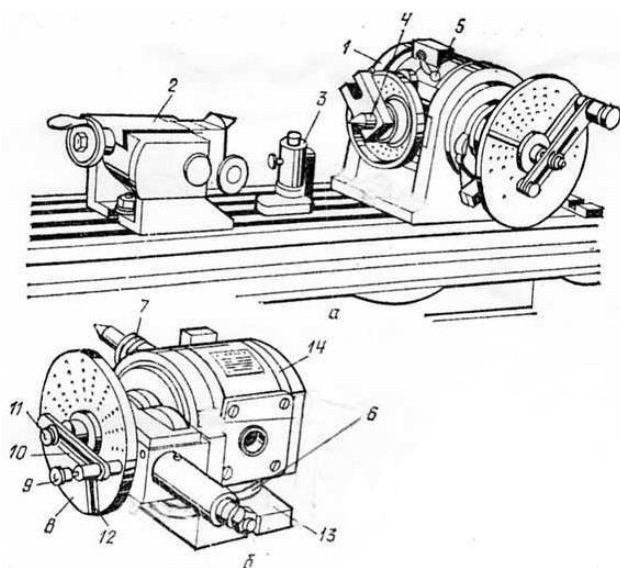


Рис. 4.4. Универсальная делительная головка:  
*а* – настройка на обработку длинномерных деталей,  
*б* – делительная головка

Заднюю бабку комплекта делительной головки устанавливают на левой стороне стола фрезерного станка. Она служит для поддержания второго конца обрабатываемой детали или оправки. Задняя бабка позволяет производить перемещение центра в продольном и вертикальном направлениях и установку его под углом  $\pm 10^\circ$ . Например, при обработке кони-





дробного числа оборотов, используют делительный диск 8 и раздвижной сектор. Пользуясь отверстиями на лимбе, можно легко осуществить поворот рукоятки на  $1/7$  оборота. Для этого требуется подобрать число отверстий на лимбе, кратное 7 (например, 21 и 49). Тогда для поворота на  $1/7$  оборота рукоятку требуется повернуть на 3 шага (шаг — расстояние между соседними отверстиями) на диаметре с числом отверстий 21 или на 7 шагов на диаметре с числом отверстий 49. Рукоятку необходимо зафиксировать штифтом в соответствующем отверстии диска на  $1/7$  оборота ( $n = \frac{40}{35} = 1 \frac{1}{7} = 1 \frac{3}{21} = 1 \frac{1}{49}$ ).

При использовании 21 отверстия в раздвижном секторе должно находиться 4 отверстия, а при 49 - 8 отверстий, т. е. на одно отверстие больше расчета. После фрезерования каждой канавки необходимо повернуть сектор, а затем рукоятку на рассчитанную часть оборота, ограничив предварительно величину поворота рукоятки раздвижным сектором, что ускоряет работу и исключает случайные ошибки.

#### 4.4. Контрольные вопросы

1. Основное назначение фрезерных станков горизонтальной (мод. 675П) и вертикальной (мод. 6Л12П) компоновок.
2. Какими способами можно расширить технологические возможности этих станков?
3. Какие особенности компоновочного решения станка мод. 675П?
4. Какие особенности компоновочного решения станка мод. 6Л12П?
5. Какие движения исполнительных механизмов станка мод. 675П обеспечивают кинематические цепи механических приводов? Проследите передачу движения по кинематическим цепям.
6. Какие движения исполнительных механизмов станка мод. 6Л12П обеспечивают кинематические цепи механических

приводов? Проследите передачу движения по кинематическим цепям.

7. Какие инструменты используются для нарезания зубьев зубчатых колес на станках с горизонтальной осью шпинделя? Какими методами формуются впадины зубчатых венцов этими инструментами?

8. Какие инструменты используются для нарезания зубьев зубчатых колес на станках с вертикальной осью вращения шпинделя? Какими методами формуются впадины зубчатых венцов этими инструментами?

9. Какие движения на станках требуются для реализации операции зубонарезания? Какие механизмы станка и какие дополнительные устройства обеспечивают эти движения?

10. Как выбрать модульные дисковые фрезы для нарезания зубьев? Какие исходные данные нужны для этого?

11. Как устроена делительная головка? Какой вид движения она обеспечивает при обработке зубьев колес?

12. Какие устройства входят в комплект делительной головки и их назначение?

13. Как настроить делительную головку для нарезания заданного в индивидуальном задании зубчатого венца?

14. Нарисуйте схему наладки обоих станков на операцию нарезания зубьев колес.

15. По каким параметрам необходимо настроить приводы главного движения и подачи станка мод. 675П для обработки заданного зубчатого венца?

16. По каким параметрам необходимо настроить приводы главного движения и подачи станка мод. 6Л12П для обработки заданного зубчатого венца?

17. Оцените результаты расчетов и их практического применения.

### 4.3. Содержание отчета

1. Задание на лабораторную работу (эскиз детали с указанием размеров и характеристики зубчатой поверхности, эскиз заготовки).

2. Обоснование выбора инструментов для обработки зубьев, характеристика режущей части.

3. Определение метода формообразования зубчатой поверхности: схема обработки, виды движений.

4. Обоснование выбора станка и технологической оснастки для выполнения операции зубофрезерования.

5. Описание назначения и устройства делительной головки, кинематическая схема головки.

6. Расчет движения деления по диску делительной головки.

7. Расчет режима резания на операцию зубофрезерования.

8. Расчет параметров настройки станка на операцию зубофрезерования.

9. Описание и схема наладки станка на операцию зубофрезерования.

10. Выполнение операции зубофрезерования. Проверка правильности результатов расчета.

Заключение

## Лабораторная работа № 5

### НАЗНАЧЕНИЕ, КОНСТРУКЦИЯ И НАЛАДКА ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА МОД. 3E711B НА ОБРАБОТКУ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Цель лабораторной работы – получение знаний конструкции и приобретение навыков настройки плоскошлифовального станка мод. 3E711B на обработку конкретных деталей, установление зависимостей качества обработанных поверхностей от параметров режима обработки.

Основными задачами работы являются:

- изучение назначения, технической характеристики и кинематики станка;
- изучение методов формообразования поверхностей, обрабатываемых абразивным инструментом;
- изучение конструкций механизмов станка, обеспечивающих движения формообразования;
- изучение конструкций приспособлений, используемых для подготовки станка к работе, и способов их наладки;
- освоение методики расчета режима резания при обработке заданной поверхности;
- освоение методики расчета параметров настройки станка на заданную операцию обработки.

#### 5.1. Индивидуальное задание

Объектом изучения является плоскошлифовальный станок мод. 3E711B.

Для выполнения работы студенту выдается чертеж детали с указанием поверхностей - объектов расчета и практического выполнения операций обработки (Приложение 2).

Демонстрируется абразивный инструмент, установленный на станке, и приводится его характеристика.

Время выполнения работы - 8 ч.

Требуется:

1. Изучить назначение и устройство станка.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Изучить технологическое оснащение и технологические возможности станка.
4. Определить какими методами формообразуются обрабатываемые поверхности.
5. Составить структурную кинематическую схему станка.
6. Установить маршрут и размеры перемещений детали в процессе полной обработки заданной поверхности. Определить скорость перемещения детали.
7. Изучить систему управления станком и составить схему положения элементов управления при выполнении операций обработки.

## 5.2. Абразивный инструмент и его характеристика

Шлифование – метод обработки материалов с помощью абразивных кругов, режущими элементами которых являются твердые зерна абразивных материалов. Шлифование во многих случаях является окончательной обработкой детали, выполняемой после операции точения, фрезерования, строгания и термической обработки.

Шлифование обеспечивает точность размеров в пределах 6-11 квалитетов и шероховатость в пределах Rz 40 мкм, Ra 0,10 мкм.

Абразивный инструмент характеризуется формой и размерами, (например: круг прямого профиля (ПП)), материалом и размером абразивных зерен, твердостью, структурой, связующим веществом (связкой) и допустимой окружной скоростью шлифования (м/с).

Все эти данные отражены в маркировке, которая наносится на нерабочей поверхности круга.

На плоскошлифовальном станке мод. 3Е711В применяются плоские абразивные круги прямого профиля (ПП). Выбор характеристики круга по зерновому составу и связке зависит от обрабатываемого материала и его состояния (с термообработкой или без термообработки).

При обработке пластичных материалов: стали, ковкого чугуна, мягкой бронзы и др. применяют абразив из электрокорундов. При обработке серого чугуна, твердой бронзы и алюминиевых сплавов применяют круги с абразивом из карбида кремния.

Размер абразивных зерен в шлифовальном круге выбирается в зависимости от свойств обрабатываемого материала и требуемого качества обрабатываемой поверхности: шероховатости, точности.

Твердость абразивного инструмента характеризует сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности круга при шлифовании. Категория твердости круга обозначается буквами и цифрой: мягкий М1, М2, М3; среднемягкий СМ1, СМ2; средний С1, С2; среднетвердый СТ1, СТ2, СТ3; твердый Т1, Т2; весьма твердый ВТ1, ВТ2; чрезвычайно твердый ЧТ1, ЧТ2 (цифры характеризуют твердость в порядке возрастания).

При изготовлении шлифовальных кругов абразивные зерна соединяют связкой из неорганических материалов (керамической, магнезиальной, силикатной), органических материалов (бакелитовой, вулканитовой) и металлических материалов.

В зависимости от соотношения объемного содержания абразива и связки различают четыре группы структур: плотная, средняя, открытая, очень открытая. Плотные структуры обозначаются номерами от 0 до 3 и содержат абразива 62, ..., 56 % по объему. Средние структуры обозначаются номерами от 4 до 8 – 54, ..., 46 % абразива; открытые – 44, ..., 38 % и очень открытые – 36, ..., 22 % абразива.

Шлифовальные круги плотных структур применяют на доводочных операциях, средних – для обработки вязких материалов и финишного шлифования, открытых – для шлифования на высоких скоростях, остальные – для шлифования немаetalлических материалов.

Круги выбирают по маркировке (ГОСТ 2424-83), например, 25А40СМ16К250 обозначает: электрокорунд 25А зернистостью 40 (размер основной фракции зерна 400, ..., 500 мкм), твердость круга СМ1 – среднемягкая, структура № 6, связка К2 – керамическая, предельная окружная скорость 50 м/с.

Шлифовальные круги работают при высоких окружных скоростях, что может привести к разрыву шлифовального круга во время работы и стать причиной тяжелой травмы операторов. Поэтому круги перед установкой на станок испытывают в течение 5 – 10 минут с превышением рабочей скорости на 50 %. Кроме того, круги устанавливаются на станок с тщательной балансировкой и надежно закрепляют двумя фланцами одинакового размера. Между зажимными фланцами и кругом ставят прокладки из упругого материала (картона, резины, кожи и др.) толщиной 0,5 – 3 мм, которые должны перекрывать зажимную поверхность фланцев.

При установке круга необходимо выверить относительно оси шпинделя concentричность периферии круга и перпендикулярность его боковых сторон. Радиальное биение шпинделя не допускается более 0,03, ..., 0,05 мм. Шлифовальный круг, установленный на станке, должен быть надежно защищен специальным кожухом.

### 5.3. Плоскошлифовальный станок мод. 3Е711В

Плоскошлифовальный станок мод. 3Е711В предназначен для шлифования периферией абразивного или алмазного круга плоских поверхностей деталей, изготовленных из стали, чугуна и других материалов, и закрепленных непосредственно на



столе или в приспособлениях. В пределах, допустимых кожухом шлифовального круга, возможна обработка вертикальной плоскости торцом круга. С применением приспособления для фасонной правки абразивного круга, механизма деления, специального приспособления для закрепления детали (поставляются по спецзаказу) возможна обработка пазов и фасонных профилей методом многопроходного врезного шлифования.

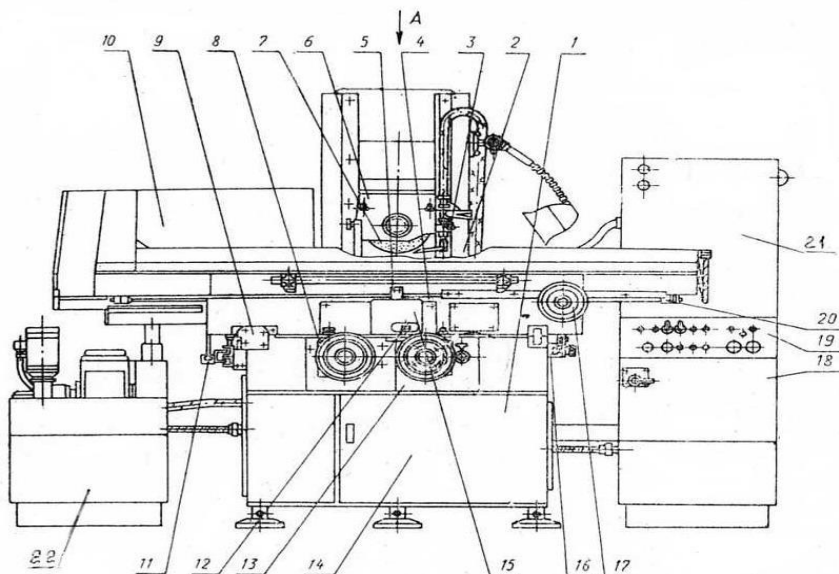


Рис. 5.1. Общий вид плоскошлифовального станка мод. 3E711B

Общий вид станка представлен на рис.5.1.

Техническая характеристика станка мод. 3E711B

Наибольшие размеры обрабатываемого изделия, мм:

длина	630
ширина	200
высота при новом круге	370

Размеры рабочей поверхности стола, мм:	
длина	630
ширина	200
Наибольшее продольное ручное перемещение стола, мм	700
Наибольшее автоматическое перемещение стола, мм	500
Скорость продольного перемещение стола (регулируется бесступенчато), м/мин:	
наибольшая	32
наименьшая	2
Скорость ускоренного перемещения стола, м/мин	1,5
Наибольшее расстояние от оси шпинделя до плоскости стола, мм	495
Диаметр посадочной шейки шпинделя, мм	40
Характеристика шлифовального круга, тип	ПП
размеры, мм:	
наружный диаметр наибольший	250
наружный диаметр наименьший	160
высота	40/50
диаметр отверстия	76
наибольшая окружная скорость, м/с	35
Цена деления лимба вертикальной подачи, мм	0,0020
Цена деления лимба тонкой вертикальной подачи, мм	0,0005
Автоматическая вертикальная подача шлифовальной головки на реверс стола (регулируется ступенчато через 0,002 мм), мм:	
наибольшая	0,080
наименьшая	0,002
Автоматическая поперечная подача стола на продольный ход (регулируется бесступенчато), мм:	
наибольшая	30,0
наименьшая	0,3

Электродвигатель привода шлифовального круга:	
мощность, кВт	4,0
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1500
Электродвигатель гидропривода стола:	
мощность, кВт	3,0
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1000
Электродвигатель ускоренного вертикального перемещения шлифовальной головки:	
мощность, кВт	0,55
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1500
Электродвигатель поперечной подачи:	
мощность, кВт	0,12
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1500

Плоскошлифовальный станок мод. 3E711В имеет горизонтальную станину 1, на которой смонтированы колонна 2 и двухкоординатный суппорт 4. По направляющим 3 колонны по координате  $Y$  перемещается шлифовальная головка 6 со шлифовальным кругом 7. В корпусе шлифовальной головки размещен привод шлифовального круга. На нижней части корпуса закреплена опора ходового винта вертикальной подачи головки.

На верхней части станины 1 размещены направляющие 9, по которым перемещается по координате  $Z$  каретка 15 суппорта 4. На верхней части каретки 15 размещены направляющие, по которым перемещается по координате  $X$  стол 5 с приводом от гидроцилиндра 20. На боковой части стола закреплено ограждение 10. На каретке 15 смонтированы механизмы: поперечного (по оси  $Z$ ) реверса 11, фиксации суппорта 12, ручного перемещения стола 17 и отсчета поперечного перемещения 16.

В полости станины 1 размещены механизмы: вертикальной (по оси  $Y$ ) подачи шлифовальной головки 13 и поперечной подачи стола 8. В нижней части полости станины 14 размещена аппаратура системы смазки станка.

Гидравлическая система станка работает от гидростанции 18. На корпусе гидростанции размещен шкаф электрооборудо-

вания 21 с пультом управления 19. Устройства системы охлаждения размещены в блоке 22.

Кинематическая схема станка представлена на рис.5.2.

Главное движение – вращение шлифовального круга от электродвигателя М1 через ременную передачу  $D1/D3 = 178/100$ . Продольная подача стола (по оси X) осуществляется от гидроцилиндра, в который масло подается через реверсивные золотники, переключаемые упорами, установленными на продольной линейке стола.

Периодическая поперечная подача (по оси Z) осуществляется от электродвигателя М3 через редуктор  $i$  с косозубой зубчатой передачей, размещенной на валах VI и VII, от которых через зубчатую передачу с внутренним зацеплением 15 вращение передается на ходовой винт VIII. Команда на включение двигателя М3 подается от бесконтактного путевого переключателя при продольном реверсе стола. Переключение редуктора  $i$  на ручное перемещение стола осуществляется кнопкой 0,05, связанной с подвижными в осевом направлении шестернями  $Z = 50$  и  $Z = 100$ .

Тонкая подача включается кнопкой 0,001 через червячную пару 1/100.

Вертикальная подача на глубину шлифования осуществляется перемещением шлифовальной головки по оси Y по вертикальным направляющим колонны. Привод вертикальной подачи обеспечивает автоматическую подачу на каждый реверс или двойной ход стола, ручное грубое или тонкое перемещение шлифовальной головки, ускоренное перемещение шлифовальной головки.

Автоматическая вертикальная подача осуществляется от лопастного гидроцилиндра K, на роторе которого установлен рычаг с собачкой, входящей в зацепление с храповым колесом  $Z = 100$ . Настройка величины вертикальной подачи производится шестеренчатым механизмом, размещенным на валах IX, X, XI, с маховиком для грубой настройки и лимбом с ценой деления 0,0005 мм для тонкой настройки.



Ускоренное перемещение шлифовальной головки осуществляется от электродвигателя М2 с передачей движения через клиноременную передачу со шкивами диаметром 71 и 75, на червячный редуктор  $\frac{1}{30}$ . Червячное колесо редуктора связано с гайкой ходового винта вертикальной подачи.

#### 5.4. Устройство плоскошлифовального станка мод. ЗЕ711В

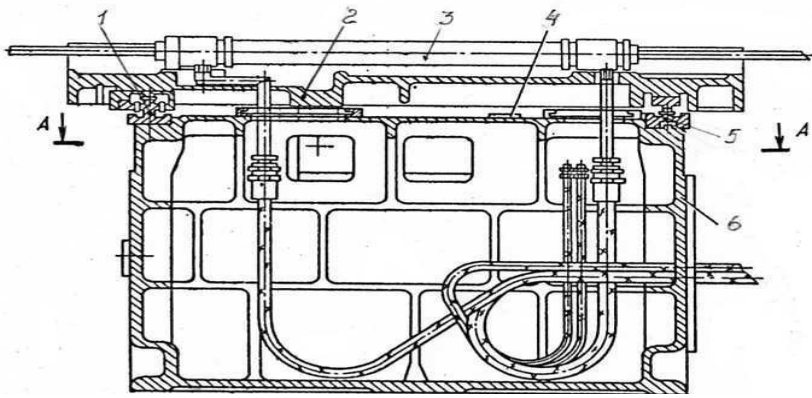
##### 5.4.1. Станина станка

Нижняя часть станины станка (рисунок 5.3, а) коробчатой формы является основанием несущей системы станка. На ее верхних платиках крепятся направляющие качения, каретки 2 двухкоординатного суппорта и установлена колонна. Правая направляющая 5 – плоская, воспринимает вертикальные нагрузки, а левая направляющая 1 – П-образная, воспринимает как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки. Правая направляющая защищена лентой, закрепленной на суппорте. Сверху на нижней части станины крепится пластина для фиксации суппорта и линейка 4 для отсчета поперечных перемещений. К передней стенке станины крепятся механизмы вертикальной 13 и поперечной 14 подач (рисунок 5.3, б).

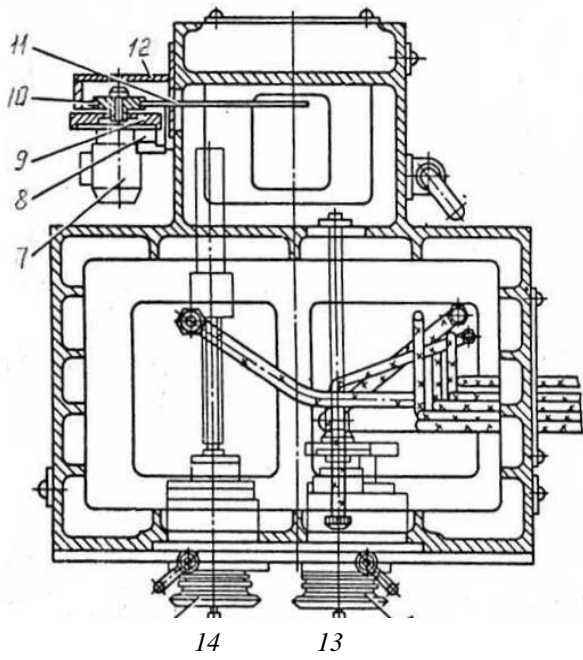
Слева тумбы в верхней части станины установлен фланцевый электродвигатель 7 ускоренного перемещения, который крепится на поворачивающемся вокруг оси 8 кронштейне 9. Шкив 10 и ремень 11 закрываются кожухом 12. Поворотом кронштейна 9 обеспечивается натяжение ремня 11, передающего вращение от электродвигателя на редуктор механизма вертикальных перемещений 13.

Разводка коммуникаций гидрооборудования и смазки выполнена во внутренней полости станины.

Левая поперечная направляющая качения (рисунок 5.4) представляет собой блок, состоящий из направляющей 5, корпуса 1, клина 3, набора роликов в сепараторе 7. П-образная



a)  
A-A



б)

Рис.5.3. Станина станка мод. 3E711В

форма направляющей обеспечивает точность перемещения двухкоординатного суппорта в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Натяг в вертикальной плоскости обеспечивается силой тяжести суппорта 8. Боковая нагрузка воспринимается роликами 7, установленными с предварительным натягом с помощью клина 3.

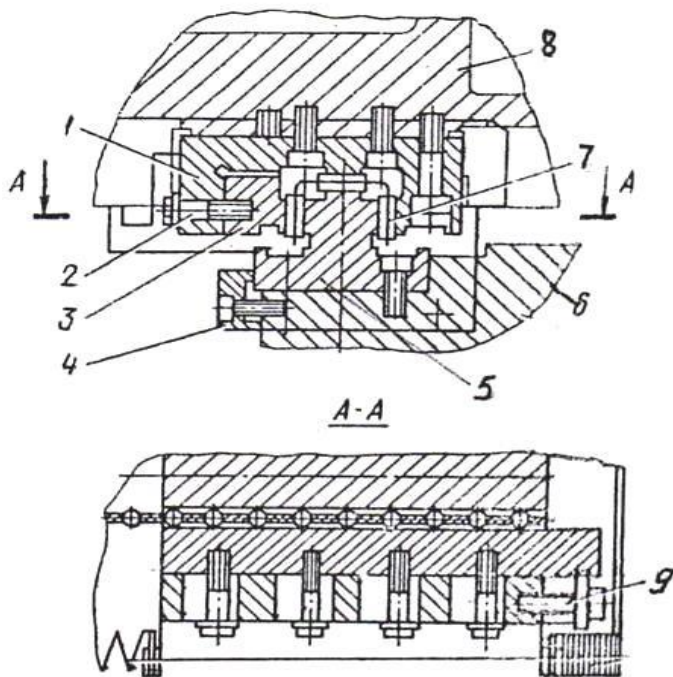


Рис.5.4. Направляющая левая поперечная

Натяг регулируется винтом 9. Установленный натяг фиксируется винтами 2. Положение блока направляющих на станине фиксируется планкой 4.

Конструкция правой направляющей сходна с конструкцией левой. Правая плоская направляющая воспринимает только вертикальную нагрузку роликами, установленными на



горизонтальной плоскости направляющей. Боковые ролики и натяжные клинья отсутствуют.

#### 5.4.2. Двухкоординатный суппорт станка мод. 3Е711В

Двухкоординатный суппорт (рисунок 5.5) состоит из каретки поперечной подачи 7 с приводом от ходового винта и стола 14 с приводом от гидроцилиндра 13. Двухкоординатный суппорт обеспечивает продольное и поперечное перемещения стола 14.

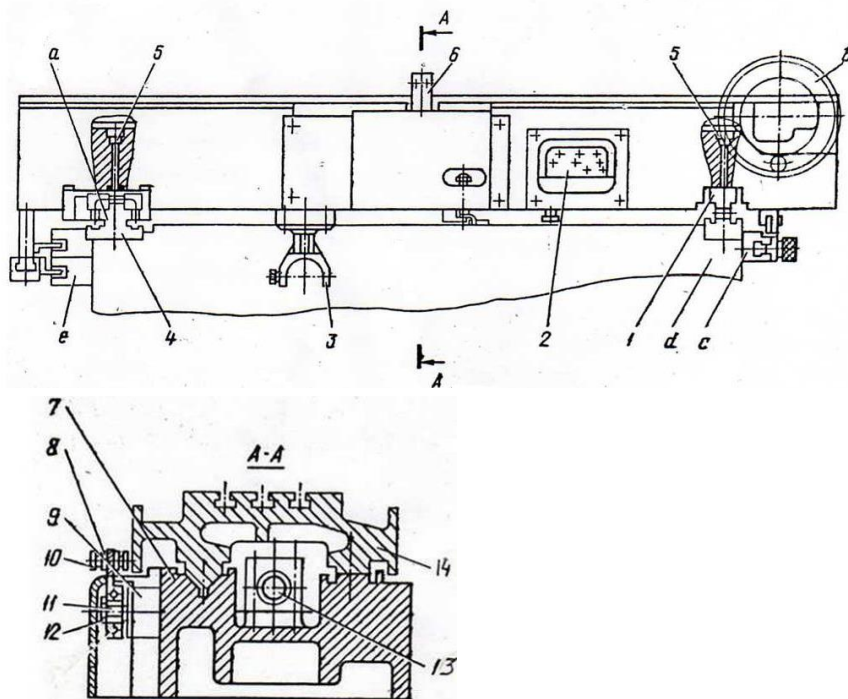


Рис.5.5. Суппорт двухкоординатный: *a* – направляющая левая поперечная; *b* – механизм ручного перемещения стола; *c* – устройство отсчета поперечных перемещений; *d* – станина; *e* – механизм поперечного реверса

Верхние продольные V-образная и плоская направляющие служат для продольного, а нижние П-образная 4 и плоская 1 – для поперечного перемещения.

К нижней поверхности каретки 7 крепится кронштейн 3 гайки ходового винта поперечной подачи. Кран 9 продольного реверса стола размещен в средней части на передней стенке суппорта. На валике 11 реверса крепится пластина 12, которая входит в паз бесконтактного путевого переключателя для получения команды на поперечную или вертикальную подачи. Между верхними направляющими устанавливается гидроцилиндр 13. Справа на передней стенке суппорта установлена колодка 2 для стравливания воздуха из гидроцилиндра и регулирования подачи смазки на направляющие. Для ограничения подачи масла на направляющие суппорт - станина установлены демпферы 5. При засорении их необходимо вывернуть и прочистить. Позиция 8 – втулка, а 10 – ось упоров.

На рисунке 5.6 представлен стол двухкоординатного суппорта.

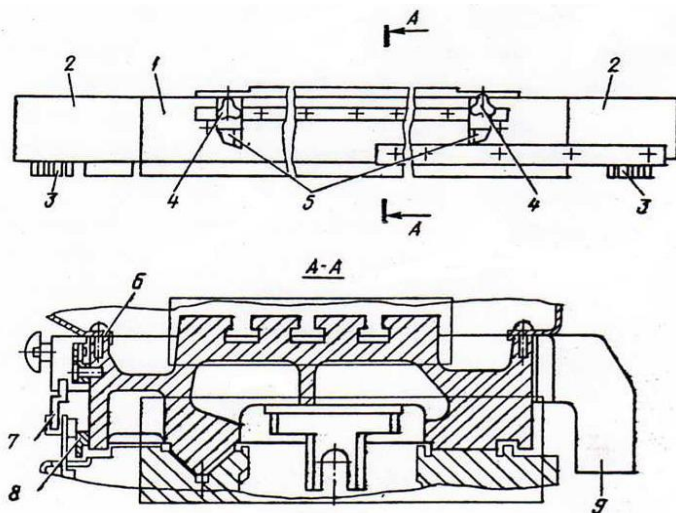


Рис.5.6. Стол двухкоординатного суппорта станка

Рабочая поверхность стола 1 с тремя Т-образными пазами служит для установки и крепления обрабатываемых деталей или магнитной плиты и др. Снизу расположены V-образная и плоская направляющие скольжения продольных перемещений. К боковым стенкам стола привернуты крылья 2 для защиты направляющих суппорта и для крепления кронштейнов 3 штоков цилиндра. К передней стенке стола крепится клинообразная планка с кулачками 6 и упорами 7 продольного реверсирования. Величина продольного хода устанавливается в зависимости от длины обработки. Кулачки 5 с упорами 7 фиксируют вращением кнопки 4. Рейка 8 ручного перемещения стола установлена на передней стенке суппорта. Патрубок 9 предназначен для слива охлаждающей жидкости со стола. Ограждение 6 крепится винтами.

#### 5.4.3. Механизмы главного движения и вертикальной подачи

На задней выступающей части станины 18 подвижно установлен двухкоординатный суппорт 17 со столом 16 и неподвижно закреплена колонна 1, в которой расположена шлифовальная головка 4 (рисунок 5.7). Назначение колонны – обеспечение вертикального перемещения шлифовальной головки 4 по двум замкнутым направляющим качения. Направляющие поверхности образованы самой колонной и планками 11, привернутыми к ее передней поверхности.

Переднее и заднее окна колонны защищены щитками 10 и 7, перемещающимися в пазах боковых планок 14 и 8. Планка 14 имеет Т-образный паз, где устанавливается устройство отсчета вертикальных перемещений.

Для ограничения подъема шлифовальной головки в верхней части колонны расположен микропереключатель 2, при нажатии на который упором 3, установленным на шлифовальной головке 4, отключается электродвигатель ускоренного перемещения шлифовальной головки.

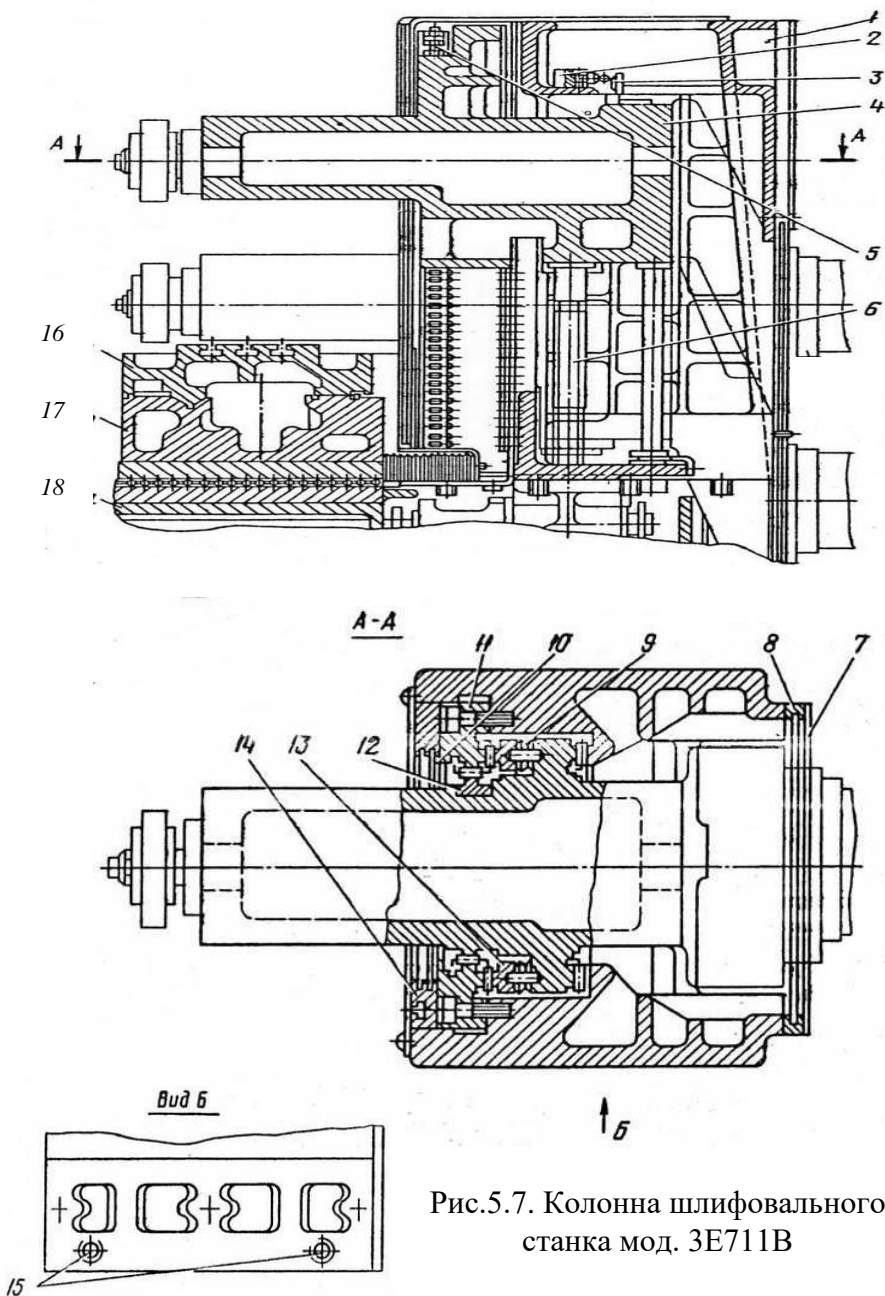


Рис.5.7. Колонна шлифовального станка мод. 3E711B

Вертикальные направляющие качения 13 головки собраны с предварительным натягом. В продольной плоскости натяг создается клином 12, который перемещается винтом 5. В поперечной плоскости натяг обеспечивают пружины 9.

Шлифовальная головка 4 перемещается по вертикальным направляющим винтовой передачи с ходовым винтом 6. Верхняя опора винта жестко закреплена на нижней плоскости корпуса шлифовальной головки. Второй опорой ходового винта служит гайка, которая получает вращение от червячного колеса редуктора вертикальной подачи.

Для регулирования положения оси шпинделя шлифовальной головки в горизонтальной плоскости, внизу колонны, под крышкой, имеются два резьбовых отверстия 15, в которые вворачиваются регулировочные болты. Отверстия имеются с обеих сторон колонны. Для регулирования надо отпускать слегка болты крепления колонны и заворачивать необходимые регулировочные болты.

Шлифовальная головка состоит из корпуса 5 (рисунок 5.8), в полости которого установлены корпуса подшипниковых опор шпинделя 1. Передняя опора шпинделя – радиальный роликовый двухрядный подшипник 4 с коническим посадочным отверстием установлен на конической шейке шпинделя с натягом.

Натяг внутреннего кольца подшипника 4 фиксируется дистанционными кольцами 6, и 14 и гайкой 15. Наружное кольцо подшипника 4 установлено в расточке корпуса 3 и зафиксировано фланцем 2.

Задняя опора шпинделя образована двумя радиально-упорными шариковыми подшипниками 9, установленными в корпусе 13. Положение подшипников также фиксируется дистанционными кольцами и фланцем 12.

На нижней части корпуса 5 закреплена опора 8 ходового винта 7 вертикальной подачи.

Шпиндель шлифовального круга приводится, во вращение от электродвигателя через поликлиновую ременную пере-

дачу. Шкив 10 с поликлиновым ремнем 11 установлен на конической шейке шпинделя и закреплен винтом с потайной головкой.

При необходимости замены шкива, он снимается с конуса шпинделя под действием усилия, возникающего при вывинчивании винта.

Шлифовальный круг устанавливается на шпинделе шлифовальной головки с помощью сборной планшайбы, состоящей из двух фланцев.

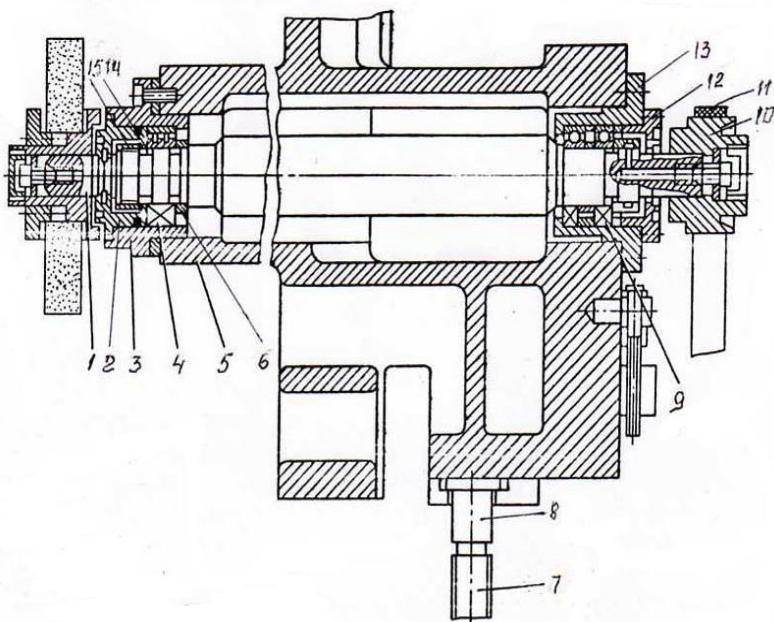


Рис. 5.8. Шлифовальная головка станка мод. 3Е711В

На рисунке 5.9 показано крепление шлифовального круга на шпинделе станка. Шлифовальный, круг 1 установлен между двумя фланцами 2 и 3 и закреплен винтами 4. Балансировка шлифовального круга производится балансировочными грузами, устанавливаемыми в пазу переднего фланца 2. При

вывинчивании винта 5 он стягивает шлифовальный круг 1 вместе с фланцами 2 и 3 с конуса шпинделя.

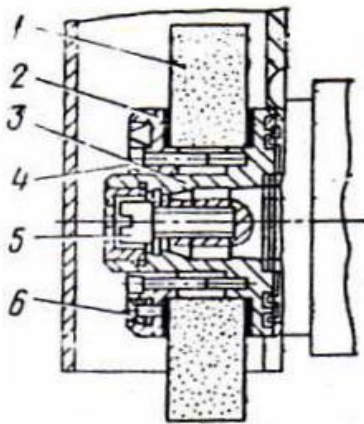


Рис.5.9. Установка шлифовального круга на шпинделе станка

Механизм вертикальной подачи шлифовальной головки состоит из двух взаимосвязанных механизмов, один из которых передает вращение на гайку ходового винта от лопастного гидродвигателя К, а другой – от электродвигателя М2 (см рисунок 5.2).

Механизм вертикальной подачи обеспечивает:

- автоматическую вертикальную подачу на каждый реверс стола;
- ручное грубое или тонкое перемещение шлифовальной головки;
- ускоренное перемещение шлифовальной головки.

На рисунке 5.10 представлен механизм с гидродвигателем, который осуществляет автоматическую и ручную вертикальные подачи шлифовальной головки. Механизм смонтирован на передней панели станины 20 и состоит из лопастного гидродвигателя 14, с храповым механизмом регулирования величины автоматической подачи, устройством ручного грубого и тонкого перемещения и электромагнитной муфты включения-отключения ручной подачи.

Храповой механизм автоматической подачи связан с ротором гидродвигателя рычагом 13 с собачкой 19, которая скользит по заслонке 17 и устанавливает заданную величину



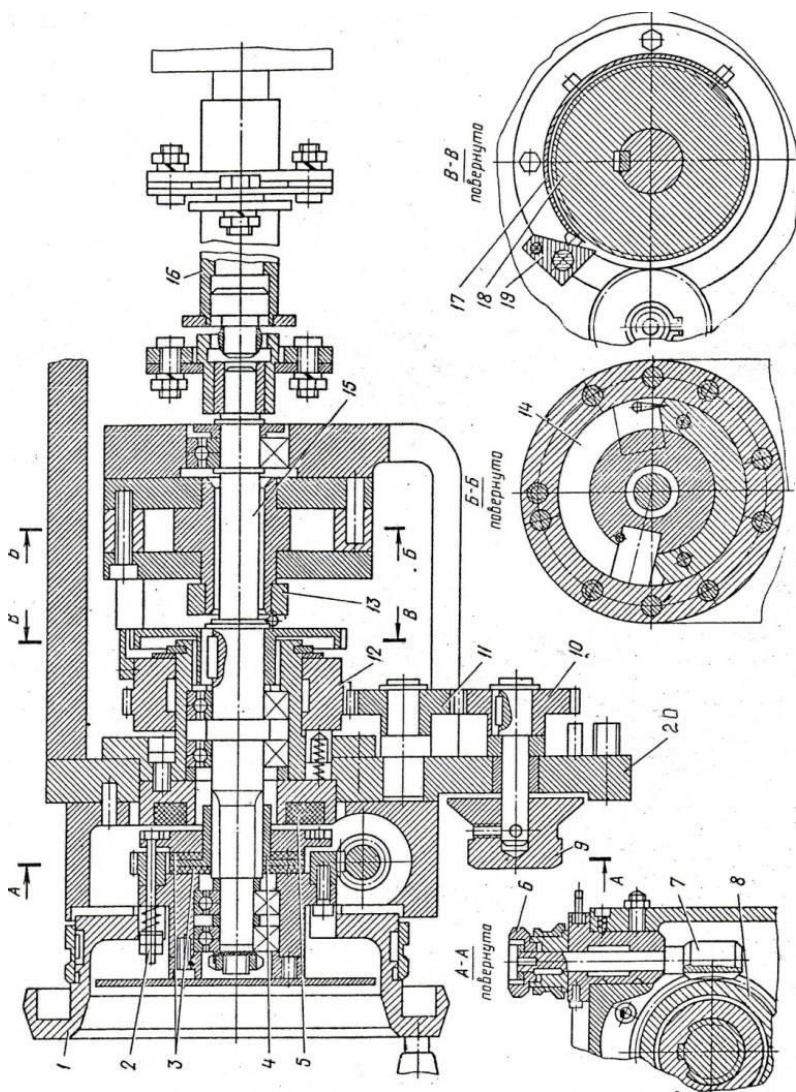


Рис. 5.10. Механизм автоматической и ручной подачи станка мод. 3E711B



подачи на храповом колесе 18, связанном с валом 16, в свою очередь передающего вращение на червячный редуктор. Величина автоматической вертикальной подачи устанавливается поворотом заслонки 17 относительно храпового колеса 18. Отсчет угла поворота храпового колеса производится по лимбу 9, который связан с зубчатой передачей с колесами 10, 11, 12.

Ручное грубое перемещение шлифовальной головки осуществляется маховиком 1, связанным электромагнитной муфтой с валом 15. Ручное тонкое перемещение включается кнопкой 6. При этом вращении на вал 15 от маховика 1 передается через червячный редуктор с червяком 7 и червячным колесом 8.

При ускоренном перемещении шлифовальной головки маховик 1 отключается электромагнитной катушкой 5, освобождая диски муфты 3.

Ускоренное перемещение шлифовальной головки осуществляется включением двигателя, установленного в полости станины 1 (рисунок 5.11), и через ременную передачу 4 и шкив 5, передающего вращение на червяк 1 и червячное колесо 2 редуктора. Ступица червячного колеса 2 жестко связана с гайкой 3 ходового винта вертикальной подачи. Редуктор вертикальной подачи установлен на нижней поверхности колонны и кинематически соединяет механизм вертикальной подачи с винтовой парой вертикального перемещения шлифовальной головки.

#### 5.4.4. Механизмы продольной и поперечной подач стола

Гидроцилиндр 7 продольной подачи (рисунок 5.12) осуществляет возвратно-поступательное движение стола. Крепление опор 5, 8 к двухкоординатному суппорту осуществляется винтами. Шток 4 гидроцилиндра крепится гайками 1 к кронштейнам стола. Уплотняется шток 4 самозажимными резиновыми манжетами 9. Резиновое кольцо 2 является амортизатором, смягчающим удары при реверсе. Кольца 3 –

аварийные ограничители хода штоков. В крайних положениях хода поршня предусмотрено торможение стола. При этом тормозные конусы поршня 6 перекрывают слив масла через каме-

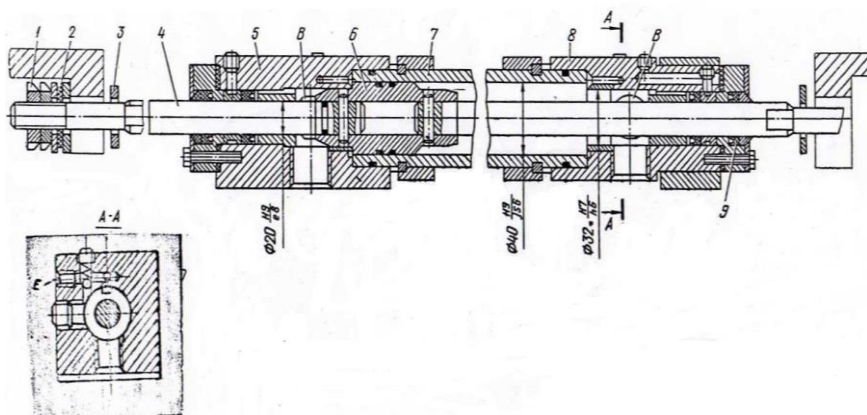


Рис. 5.12. Гидроцилиндр станка мод. 3Е711В

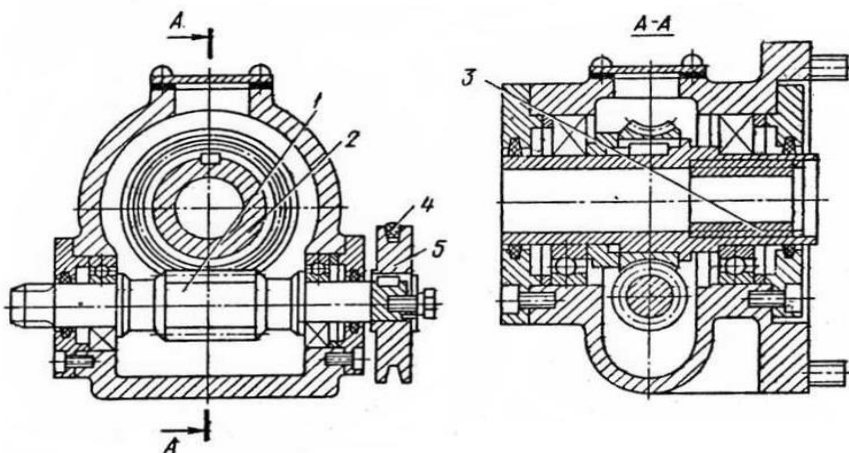


Рис.5.11. Редуктор вертикальной подачи станка мод. 3Е711В

ры В. Для выпуска воздуха из гидроцилиндра предусмотрены отверстия Е. Подводные трубки для выпуска воздуха подключены к колодке (вид А-А).

Ручное продольное перемещение стола, необходимое для наладки станка и выполнения вспомогательных операций, осуществляется с помощью зубчато-реечного механизма (рисунок 5.13).

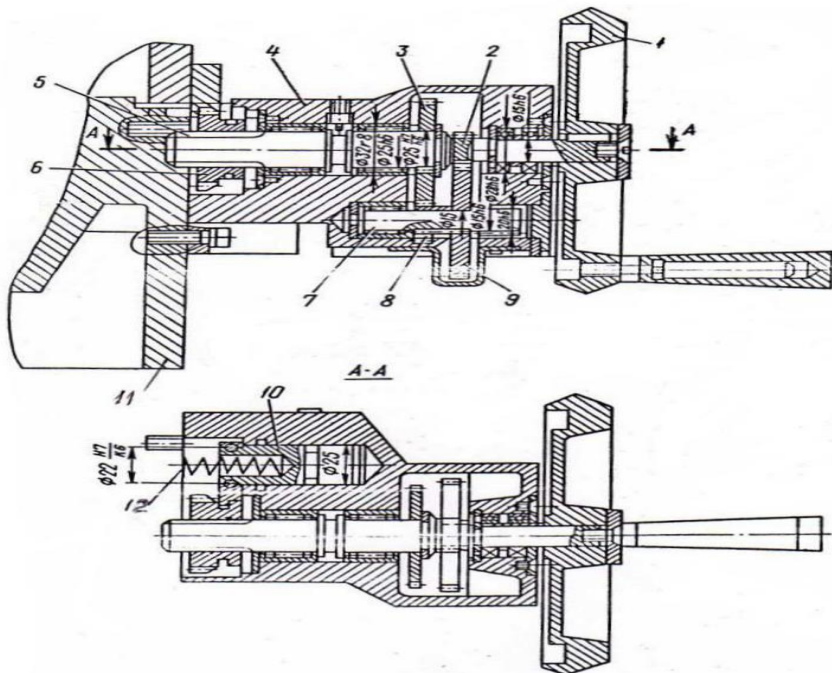


Рис. 5.13. Механизм ручного продольного перемещения стола станка мод. 3E711B

Механизм ручного продольного перемещения стола представляет собой двухступенчатый редуктор с цилиндрическими прямозубыми зубчатыми колесами, смонтированный в отдельном корпусе 4 и крепящийся к передней стенке двухкоординатного суппорта. Ручное перемещение стола осуществляется вращением маховика 1. Вал-шестерня 2 передает вращение зубчатому колесу 9, которое жестко связано с валом 7. Неподвижно сидящее на валу зубчатое колесо 8 передает вращение зубчатому колесу 3, передающему вращение валу 5, а,

введенное в зацепление с рейкой зубчатое колесо 6, перемещает стол 11. Зубчатое колесо 6 вводится в зацепление с рейкой пружиной 12. При включении гидропривода механизм автоматически отключается поршнем 10.

Механизм поперечной подачи обеспечивает:

- ручное перемещение двухкоординатного суппорта;
- автоматическую непрерывную подачу и ускоренные наладочные перемещения;
- ступенчатую подачу на каждый ход стола.

Все автоматические движения производятся от одного электродвигателя 1 (рисунок 5.14), команда на который подается от бесконтактного путевого переключателя (БВК) при продольном реверсе стола. Величина подач регулируется бесступенчато соответствующими рукоятками на пульте управления. Движение от электродвигателя 1 передается через муфту 2, зубчатые колеса 3, 4, 5 и 6 на зубчатое колесо 7, свободно сидящее на ходовом винте 8. С помощью кнопки 12 перемещаются на ходовом винте 8 полумуфты 9 и 10, которые могут замыкаться либо со свободно сидящим маховиком 11 при ручной подаче, либо с зубчатым колесом 7 при автоматической подаче.

Гайка 16 с устройством устранения люфтов крепится к нижней поверхности суппорта. Выборка люфта регулируется упором 15 суппорта. Ходовой винт защищен гармошкой 14.

Тонкая ручная подача регулируется кнопкой 21.

Переключение на тонкую или грубую ручную поперечную подачу осуществляется поворотом рукоятки 19, ввернутой во фланец 18. Грубая ручная подача осуществляется маховиком 11. При этом червяк 20 выводится из зацепления.

#### 5.4.4. Управление станком

Шлифование деталей на плоскошлифовальном станке мод. 3Е711В возможно при ручном и автоматическом цикловом управлении.

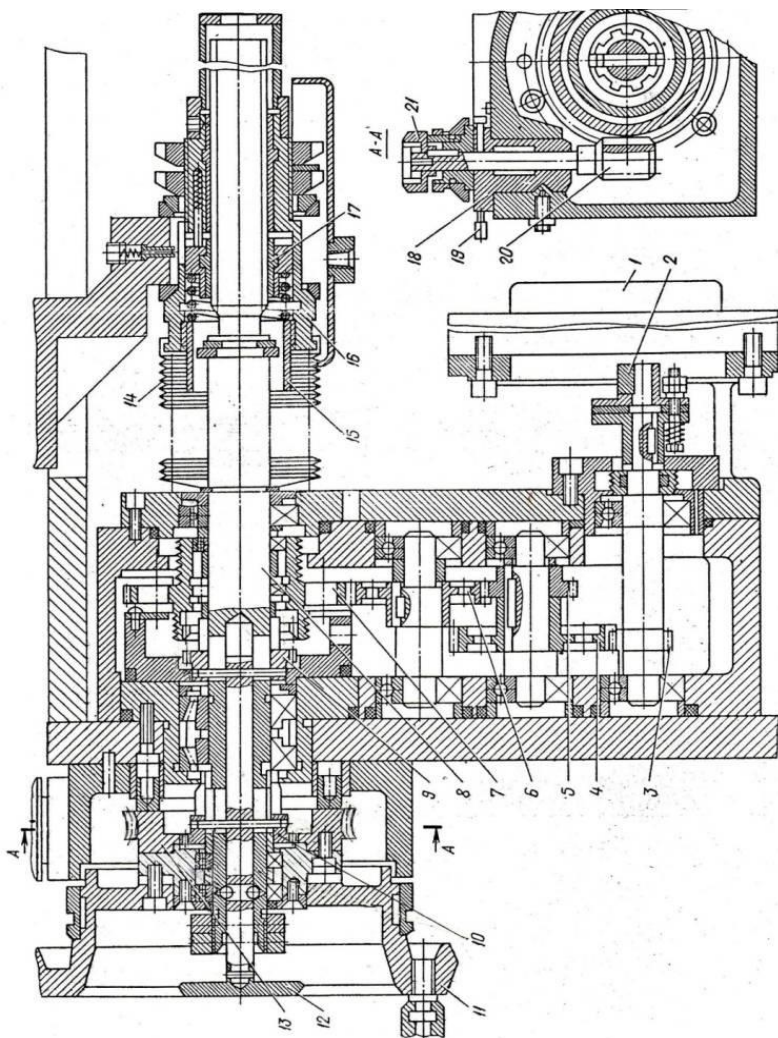


Рис. 5.14. Механизм поперечной подачи станка мод. 3Е711В

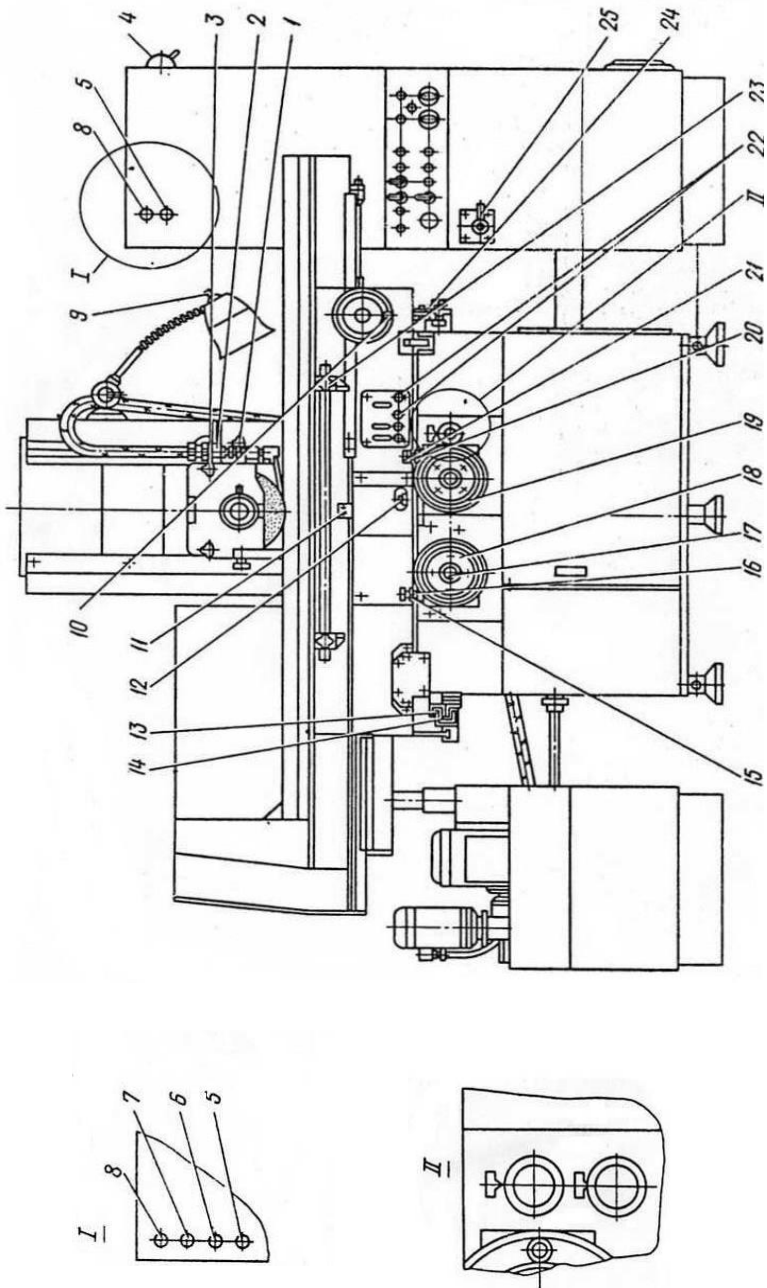


Рис. 5.15. Расположение органов управления и табличек с символами

С помощью рукояток, кнопок и тумблеров, находящихся на пультах управления, расположенных на передней панели станины станка (рисунок 5.15) и шкафа управления (рисунок 5.16), осуществляется ручное управление станком и настройка на цикловое. Установкой упоров 23 и 14 настраиваются соответственно величины продольного и поперечного перемещения стола.

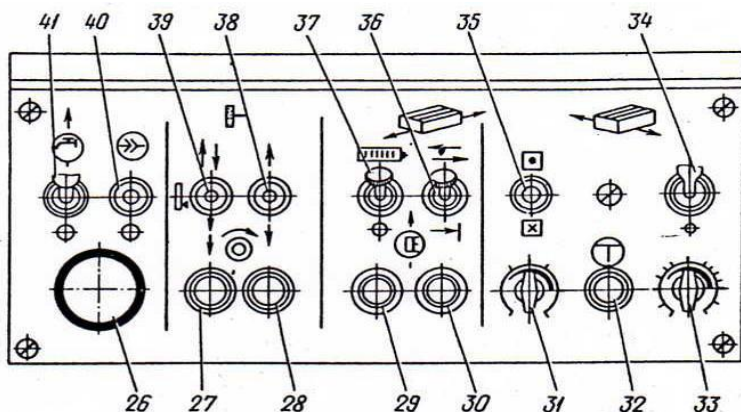


Рис.5.16. Пульт управления станка мод. 3E711В

Перечень органов управления станка мод. 3E711В и их назначение представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1  
Органы управления станка мод. 3E711В

Позиция на рисунках 5.15 и 5.16	Органы управления станка и их назначение
1	2
1	Кронштейн установки индикатора
2	Кронштейн установки головки микрометрической

Продолжение табл. 5.1

1	2
3	Рукоятка крана охлаждения
4	Вводный автомат
5	Лампа РАЗМЕР ГОТОВОЙ ДЕТАЛИ
6	Лампа ЧИСТОВАЯ ПОДАЧА
7	Лампа ЧЕРНОВАЯ ПОДАЧА
8	Лампа СТАНОК ВКЛЮЧЕН
9	Тумблер ОСВЕЩЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО-ОТКЛЮЧЕНО
10	Маховик ручного продольного перемещения стола
11	Рычаг продольного реверса
12	Болт фиксации суппорта
13	Упор регулирования величины поперечного хода
14	Упор ограничения поперечного хода
15	Рукоятка включения тонкой поперечной подачи
16	Маховик тонкой поперечной подачи
17	Кнопка ПОПЕРЕЧНАЯ ПОДАЧА РУЧНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ
18	Маховик поперечной подачи
19	Маховик вертикальной подачи
20	Маховик тонкой 'вертикальной подачи
21	Рукоятка включения тонкой вертикальной подачи
22	Винты стравливания воздуха из гидроцилиндра
23	Упоры регулирования длины продольного хода стола*
24	Кронштейн установки индикатора
25	Рукоятка ПУСК-СТОП СТОЛА, регулирование скорости стола
26	Кнопка ОБЩИЙ СТОП
27	Кнопка ПУСК ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА
28	Кнопка СТОП ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА
29	Кнопка ПУСК ГИДРОПРИВОДА
30	Кнопка СТОП ГИДРОПРИВОДА





Продолжение табл. 5.1

<i>1</i>	<i>2</i>
31	Регулятор ГРУБАЯ РЕГУЛИРОВКА величины поперечной подачи
32	Кнопка УСКОРЕННАЯ ПОПЕРЕЧНАЯ ПОДАЧА
33	Регулятор ТОНКАЯ РЕГУЛИРОВКА ВЕЛИЧИНЫ ПОПЕРЕЧНОЙ ПОДАЧИ
34	Тумблер ПОПЕРЕЧНАЯ ПОДАЧА ВКЛЮЧЕНА-ОТКЛЮЧЕНА
35	Тумблер ПОПЕРЕЧНАЯ ПОДАЧА ВПЕРЕД-НАЗАД
36	Тумблер ПУСК СТОЛА-ЗАГРУЗКА
37	Тумблер ПЛИТА ВКЛЮЧЕНА-ОТКЛЮЧЕНА
38	Переключатель ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПОДАЧА АВТОМАТИЧЕСКАЯ, РУЧНАЯ, УСКОРЕННАЯ
39	Тумблер ШЛИФОВАЛЬНАЯ ГОЛОВКА ВВЕРХ-ВНИЗ
40	Тумблер ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО-ОТКЛЮЧЕНО
41	Тумблер ОХЛАЖДЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО-ОТКЛЮЧЕНО

Перечень графических символов, используемых на панелях управления станка, приведен в таблице 5.2.


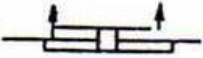
Таблица 5.2

Графические символы на пультах станка мод. 3E711B

Символ	Назначение
<i>1</i>	<i>2</i>
	Выключение
	Включение

Продолжение табл. 5.2

1	2
	<p>Перемещение прямолинейное в обоих направлениях</p>
	<p>Приспособление</p>
	<p>Шпиндель шлифовальный</p>
	<p>Насос охлаждения</p>
	<p>Плита электромагнитная</p>
	<p>Поперечное перемещение стола</p>
	<p>Вертикальная подача</p>
	<p>Ускоренная подача</p>

1	2
	Смазка направляющих
	Удаление воздуха из гидросистемы

### 5.5. Особенность настройки плоскошлифовального станка мод. 3E711В

На плоскошлифовальном станке 3E711В главное движение резания получает абразивный круг. Скорость резания определяется частотой вращения и диаметром круга:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин}^{-1},$$

где  $D$  – диаметр абразивного круга, мм;

$n$  – частота вращения абразивного круга,  $\text{мин}^{-1}$ .

В процессе эксплуатации абразивный круг изнашивается, и размер диаметра изменяется в допустимых технической характеристикой станка размерах  $250 \geq D \geq 160$  мм. Частота и направление вращения круга постоянные, следовательно, фактическая скорость резания будет зависеть только от диаметра круга.

Для получения заданного размера и качества обработанной поверхности на станке необходимо установить величины подачи и их характер.

Величина вертикальной подачи шлифовальной головки определяет глубину шлифования. Настройка механизма пода-

чи при цикловом шлифовании выполняется на автоматическую подачу.

В зависимости от ширины круга, ширины обрабатываемой поверхности и припуска на обработку съем припуска может выполняться: за один ход стола, или один двойной ход стола, или за несколько ходов.

Требуемая шероховатость поверхности, как правило, достигается за счет чистовых проходов, которые выполняются после съема основного припуска с минимальной подачей.

Величина вертикальной подачи при основном и чистовом съеме припуска определяется режимом резания, который устанавливается в зависимости от обрабатываемого материала, технических требований к качеству обработки и характеристики абразивного круга.

Настройка станка на величину вертикальной подачи выполняется регулировкой угла поворота заслонки гидродвигателя с отсчетом по лимбу, выведенному на панель управления.

Настроечные вертикальные перемещения шлифовальной головки выполняются вручную с помощью маховика вертикальной подачи.

Продольная подача стола настраивается на скорость, длину пути и направление гидросистемой станка и устанавливается рукояткой «пуск – стоп стола», в зависимости от требуемого режима обработки. Траектория движения стола определена прямолинейной формой направляющих. Длина пути определяется расчетом в зависимости от длины обработки и величины перебега круга и устанавливается упорами. Направление перемещения стола изменяется реверсом, управляемым упорами, установленными в конце пути стола.

Поперечная подача стола – периодическая, при продольном реверсе стола она настраивается на каждый ход или двойной ход стола бесконтактным путевым переключателем. Величина подачи устанавливается в соответствии с режимом обработки рукоятками грубой или тонкой настройки на пульте управления.

## 5.6. Наладка станка мод. 3E711В на обработку плоских поверхностей

Наладка станка на обработку заданной преподавателем детали выполняется по прилагаемому каталогу (см. Приложение 2).

Для определения параметров наладки станка необходимо составить схему механической обработки заданной поверхности детали заданным инструментом, при этом определяются методы формообразования и требуемые движения инструмента и заготовки для реализации этих методов на станке.

Определяется способ установки и закрепления заготовки на столе станка.

По таблицам режимов резания, приведенным в Приложении 2, устанавливаются параметры движений исполнительных органов станка:

- фактическая скорость резания определяется частотой вращения абразивного круга и его диаметром;

- глубина обработки и требуемое качество обрабатываемой поверхности определяют величину вертикальной подачи на грубых и чистовых режимах и число проходов (двойных ходов стола) при обработке;

- размер обрабатываемой поверхности и требуемое качество обработки определяют величину продольного и поперечного перемещения стола и координаты установки упоров. Наладка на величину подач осуществляется регулировочными рукоятками и лимбами на панелях управления станком.

Составляется схема наладки с указанием положения детали и упора на столе станка и исходного положения инструмента. Составляется схема маршрута перемещений детали в процессе полной обработки с указанием вида формирующих движений.

## 5.7. Контрольные вопросы

1. Особенности абразивной обработки поверхностей. Какое качество обработанной поверхности можно получить шлифованием? Какие формообразующие движения необходимы для обработки плоской поверхности шлифовальным кругом прямого профиля?

2. Какие абразивные круги применяются на станке мод. 3E711B?

3. Чем определяется выбор характеристики абразивного круга по зерновому составу и связке?

4. Назовите категории твердости абразивного инструмента, что она характеризует и как обозначается при маркировке круга?

5. Что характеризует понятие: «структура круга»? Какие группы структур абразивных кругов различают по составу и применению?

6. Как маркируются абразивные круги?

7. Какие правила установки и проверки правильности установки абразивного круга на станке?

8. Назначение плоскошлифовального станка 3E711B и его техническая характеристика.

9. Назовите основные механизмы образующие несущую систему станка. По каким координатам перемещаются исполнительные механизмы станка?

10. Какой механизм обеспечивает главное движение скорости резания?

11. Какие механизмы обеспечивают движения подачи?

12. Проследите по кинематической схеме передачу главного движения.

13. Как осуществляется продольная подача стола? Как осуществляется реверс стола?

14. Какой привод осуществляет периодическую поперечную подачу? Чем определяется периодичность включения этой подачи?

15. Какие виды вертикальных подач обеспечивают кинематические связи станка 3Е711В?

16. Как осуществляется автоматическая вертикальная подача? Как осуществляется настройка величины вертикальной подачи?

17. Как осуществляется ускоренное перемещение шлифовальной головки? В каких случаях оно необходимо?

18. Как устроена станина станка? Какие формы и виды направляющих размещены на станине? Какие нагрузки они воспринимают? Чем регулируется натяг в направляющих?

19. Для чего используется внутренняя полость станины?

20. Назначение двухкоординатного суппорта, его устройство.

21. Как осуществляется перемещение стола по двум координатам? Какие элементы конструкции обеспечивают точность и отсчет перемещения?

22. Какой тип направляющих, по которым перемещается стол?

23. Чем регулируется продольный ход стола? От чего зависит величина продольного хода стола?

24. Как устроена защита от брызг охлаждающей жидкости?

25. Что представляет собой механизм ручного продольного перемещения стола?

26. Какое назначение колонны станка? Какие направляющие установлены на колонне, какое их назначение? Как осуществляется натяг в направляющих, для чего он нужен?

27. Чем отсчитываются и ограничиваются перемещения шлифовальной головки?

28. Как устроена шлифовальная головка? На каких опорах установлен шпиндель шлифовального круга? Как установлен и закреплен шлифовальный круг?

29. Какое назначение механизма вертикальной подачи? Какие источники движения использованы в приводе механизма вертикальной подачи?

30. Где установлен механизм вертикальной подачи?
31. Как осуществляется настройка на заданную величину подачи в автоматическом и ручном режиме работы?
32. Как осуществляется ускоренное перемещение шлифовальной головки?
33. Какое назначение и устройство привода продольной подачи стола станка?
34. Как устроен и для чего предназначен механизм ручного продольного перемещения стола?
35. Какое назначение и устройство механизма поперечной подачи стола? В каких случаях он используется при обработке?
36. Как осуществляется настройка станка на цикловое управление?
37. Как определить скорость резания при шлифовании?
38. Как определить число ходов стола для снятия заданного припуска?
39. Какими регулируемыми устройствами, выведенными на панель управления, осуществляют настройку станка на требуемый режим обработки?
40. В чем заключается наладка станка 3E711B на обработку заданной поверхности детали? Как установить длину хода стола и чем ее ограничить? На чем закрепить деталь? Как установить требуемые режимы подач по координатам?

## 5.8. Содержание отчета

1. Задание на операцию обработки (эскиз детали с указанием размеров и качества обрабатываемой поверхности)
2. Описать назначение станка. Расшифровать индекс модели станка. Описать компоновку и основные узлы станка.
3. Описать виды применяемых на станке абразивных инструментов, их состав и характеристики структур.
4. Подробно описать конструкцию и принцип работы узла станка по индивидуальному заданию.
5. Начертить структурную кинематическую схему станка.



6. Определить режимы резания при обработке заданной поверхности.

7. Составить схему наладки станка на операцию обработки с указанием положения рукоятки, упоров, тумблеров, кнопок и переключателей на пультах управления при выполнении грубой и тонкой обработки.

8. Дать заключение о качестве выполненных расчетов по результатам проверки на станке.

## Лабораторная работа № 6

### ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ МОДЕЛЕЙ 16К20Ф3-С5 И 16К20Т1

Целью работы является освоение методики сравнительного анализа конструктивных и параметрических особенностей токарных станков с ЧПУ, а также приобретение навыков структурного анализа кинематики станков с ЧПУ, управления и наладки их на операции обработки.

Основными задачами работы являются:

- изучение назначения и технических характеристик станков моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т1;
- изучение устройства, компоновочного решения и кинематики станков моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т;
- изучение конструктивных особенностей приводов главного движения данных станков;
- изучение конструктивных особенностей приводов подачи;
- изучение особенностей формообразования сложных поверхностей на токарных станках с ЧПУ;
- изучение структуры управления станков с ЧПУ;
- изучение органов управления станков.

#### 6.1. Индивидуальное задание

Объектами изучения являются токарные станки с ЧПУ моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т.

Для выполнения работы студентам выдаётся техническая документация на станки и чертёж детали – тело вращения (Приложение 1) для проектирования наладки станка на выполнение конкретной операции. Выдаётся комплект инструментов и заготовка детали.

Время выполнения работы 4 часа.

Требуется:

1..Изучить назначение и технические характеристики токарных станков с ЧПУ моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т.

2..Изучить компоновку, устройство и технологические возможности данных станков.

3..Изучить особенности кинематических связей в станках моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т.

4..Изучить конструкцию привода главного движения станка мод. 16К20Ф3-С5 с односкоростным электродвигателем.

5. Изучить конструкцию привода главного движения станка мод. 16К20Т1 с регулируемым электродвигателем.

6..Провести сравнительный анализ структуры приводов главного движения этих станков.

7. Изучить конструкцию и провести сравнительный анализ приводов продольных и поперечных подач этих станков;

8. Изучить принцип и органы управления станком мод. 16К20Ф3-С5.

9. Изучить принцип и органы управления станком мод. 16К20Т1.

10. Освоить приемы ручного наладочного управления этими станками.

## 6.2. Общие сведения

Станки предназначены для токарной обработки наружных и внутренних поверхностей заготовок типа тел вращения, закрепленных в патроне и центрах, со ступенчатым или криволинейным профилем в один или несколько рабочих ходов в замкнутом полуавтоматическом цикле.

Класс точности станков – П.

Оба станка имеют традиционную для токарных станков горизонтальную компоновку. Станины станков коробчатой

формы с поперечными рёбрами. Направляющие станин термообработанные, шлифованные.

Двухкоординатный суппорт перемещается по неравнобокой призматической передней и плоской задней направляющим.

Общий вид станка мод. 16К20ФЗ-С5 представлен на рисунке 6.1.

Основание 1 служит для установки станка на фундаменте и размещения в нём транспортера для удаления стружки. На основании жестко закреплена станина 2 с направляющими, по которым перемещается двухкоординатный суппорт 3 с револьверной шестипозиционной инструментальной головкой 11, установленной на каретке 12 поперечного перемещения суппорта.

Привод продольного перемещения суппорта 3 состоит из шариковой винтовой пары с ходовым винтом 4, который установлен в опорах 5 и 18, закрепленных на станине 2. Вращение ходовой винт получает от электрогидравлического привода 15.

В полости левой части основания 1, установлен электродвигатель привода главного движения, а в полости станины 2 – автоматическая коробка скоростей. На верхней части станины жестко закреплена шпиндельная бабка 9 с пультом управления 8.

В корпусе шпиндельной бабки размещена трёхдиапазонная коробка скоростей со шпиндельным узлом. Зажимной патрон 10 приводится в действие электромеханическим приводом 6.

С правой стороны на направляющих станины установлена задняя бабка 13 с электромеханическим приводом пиноли 14. На кронштейне 17 закреплен пульт управления 16.

Общий вид с фронтальной стороны станок мод. 16К20Т1 представлен на рисунке 6.2.

Основное отличие этого станка от предыдущего состоит в расположении приводов главного движения и подач, а также органов управления.

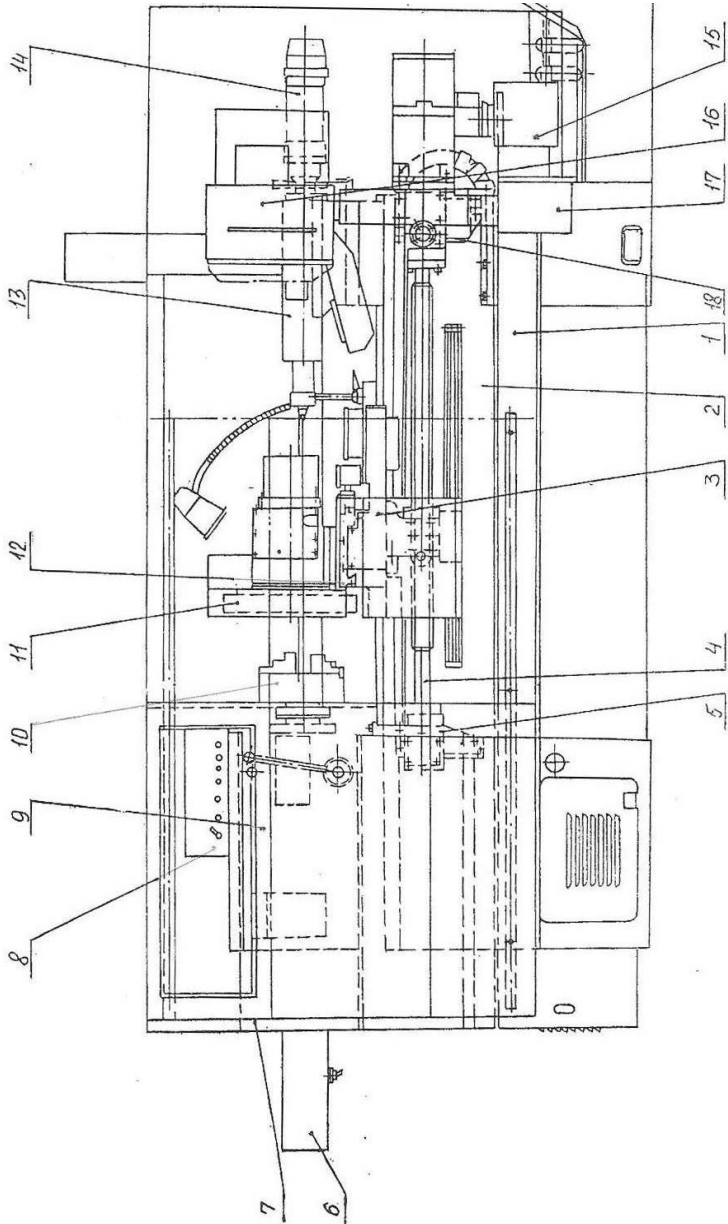


Рис 6.1. Общий вид станка мод. 16К20Ф3-С5

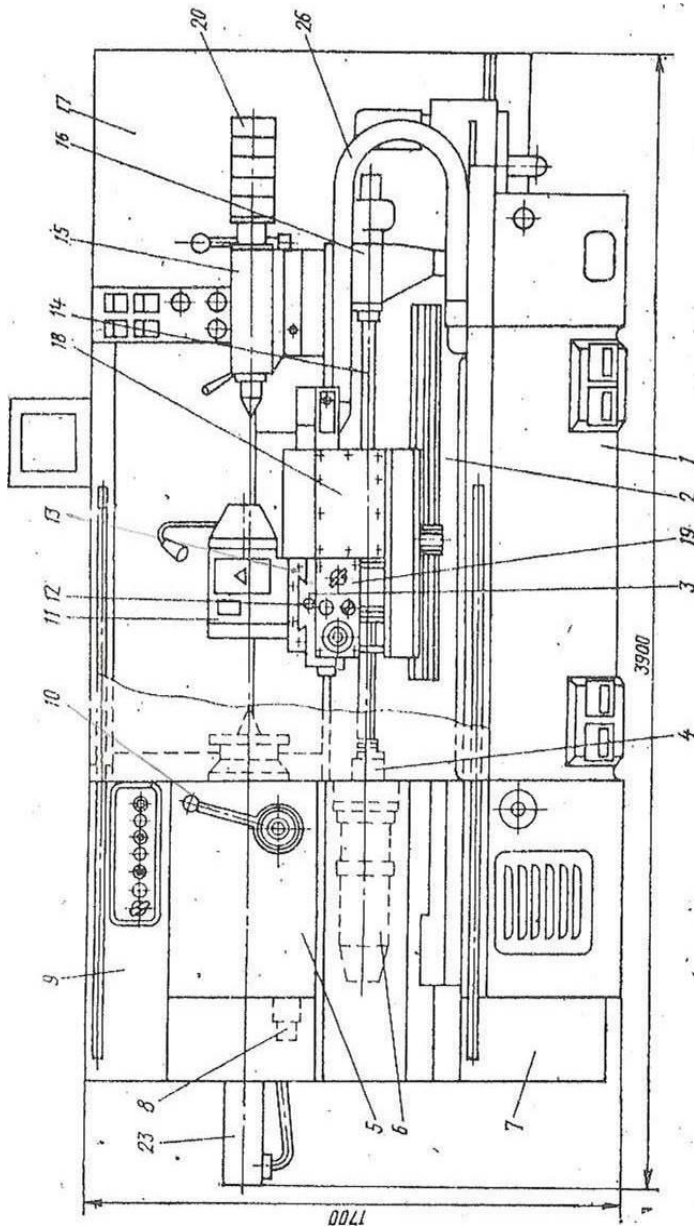


Рис. 6.2. Общий вид станка мод. 16К20Т1

На основании 1 жестко закреплена станина 2, по направляющим которой перемещается каретка 3 продольного перемещения двухкоординатного суппорта.

Привод продольной подачи суппорта состоит из электродвигателя 6 постоянного тока с редуктором и шариковой винтовой передачи 14. Ходовой винт установлен на опорах 4 и 16. На каретке 13 установлена револьверная шестипозиционная головка 11. На левой стороне станины 2 жестко закреплена шпиндельная бабка 5, в корпусе которой размещена коробка скоростей со шпиндельным узлом, датчиком резьбонарезания 8 и механизированным приводом 23 зажимного патрона. На передней панели коробки скоростей установлена рукоятка 10 переключения диапазонов частот вращения шпинделя.

Шкаф управления 9 с панелью управления установлен на основании станка. Блок ручного управления 19 и пульт управления 18 с блокировочными устройствами приводов станка размещены на передней панели суппорта. Электроавтоматика станка расположена в шкафу 17, на передней стенке которого находится пульт управления. Контроль процесса обработки детали осуществляется по дисплею.

*Система ЧПУ станка мод. 16К20Ф3-С5 – СЧПУ Н22-1М* контурного типа с замкнутым следящим приводом с датчиками обратной связи положения исполнительных органов станка и программносителем в виде восьмидорожечной перфоленты. Она управляет двумя координатами с абсолютной системой отсчёта (от общего нуля) и обеспечивает: движения формообразования, изменения в цикле частот вращения шпинделя в пределах каждого диапазона, изменения в цикле подач, индексацию поворотной инструментальной револьверной головки, нарезание резьбы по заданной программе.

*Управление токарным станком 16К20Т1 осуществляется контурной оперативной СЧПУ «Электроника НЦ-31».* Станок оснащён следящими электроприводами подач с двигателями постоянного тока; обратная связь выполнена на базе датчиков фотоимпульсного типа. Оперативное управление

обеспечивает ввод и редактирование управляющей программы с клавиатуры пульта, а также возможность передачи программы в кассету внешней памяти для хранения.

Технические характеристики станков  
моделей 16K20T1 и 16K20Ф3-С5

Параметры	Модель станка	
	16K20Ф3-С5	16K20T1
Наибольший диаметр обработки, мм:		
над станиной	400	400
над суппортом	220	215
Наибольшая длина заготовки, мм	1000	1000
Наибольший диаметр прутка в отверстии шпинделя, мм	50	53
Число инструментов в револьверной головке	6	6
Число частот вращения шпинделя	12	
		Бесступенчатое регулирование в трех диапазонах
Число частот вращения шпинделя автоматически переключаемых	9	-
Пределы частот вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	12,5 - 2000	22,4 - 2240
Пределы рабочих подач, бесступенчатое регулирование, мм/мин:		
продольных	2 - 1200	2,8 - 2000
поперечных	1,5 - 600	1,4 - 1000
Скорость быстрых ходов, мм/мин:		
продольных	4800	6000
поперечных	2400	5000



Дискретность задания перемещений, мм:

по оси $X$	0,005	0,005
по оси $Z$	0,01	0,01

Мощность двигателя, кВт:

главного движения	10	11
продольной подачи	2,0	2,2
поперечной подачи	1,0	1,1
привода револьверной головки	0,18	-

Габарит, мм:

длина	3360	3200
ширина	1710	1700
высота	1790	1700

### 6.2.1. Кинематические схемы станков

Конструктивно и по кинематической структуре станки 16К20Ф3-С5 и 16К20Т1 существенно различаются схемами построения привода главного движения (рисунок 6.3).

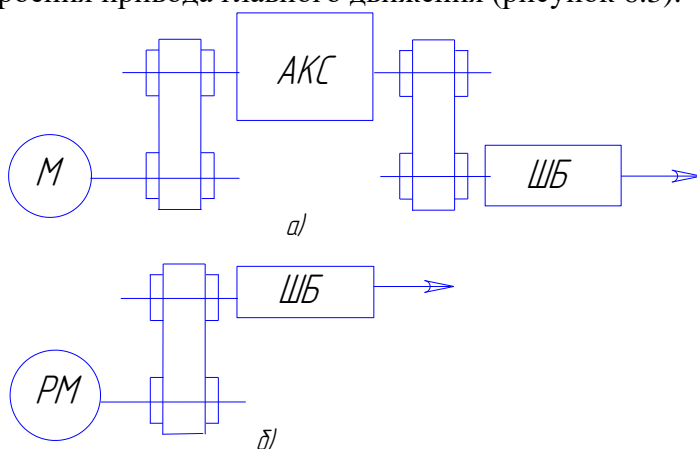


Рис. 6.3. Схемы приводов главного движения станков: а - мод. 16К20Ф3-С5; б – мод. 16К20Т1

Станок мод. 16К20Ф3-С5М (рис. 6.3, *а*) оснащен нерегулируемым асинхронным двигателем переменного тока – М, автоматической коробкой скоростей – АКС и шпиндельной бабкой – ШБ, а станок мод. 16К20Т1 (рис. 6.3, *б*) частотно-регулируемым (бесступенчато) комплектным электроприводом с асинхронным электродвигателем – РМ и шпиндельной бабкой – ШБ.

Основными недостатками привода, представленного на рисунке 6.3, *а*, являются:

- потеря производительности из-за многоступенчатого ряда частот вращения шпинделя;
- сложность и длительность кинематических цепей, ухудшающих шумовые и энергетические характеристики станка;
- сравнительно большие динамические нагрузки и время переходных процессов в диапазоне высоких частот вращения;
- сложность автоматизации переключения скоростей;
- высокая трудоёмкость изготовления и сборки привода;
- большие габариты.

Привод, представленный на рисунке 6.3, *б*, обеспечивает:

- получение оптимальных по скорости режимов резания;
- плавное изменение скорости во время работы;
- удобство автоматизации управления;
- короткие механические кинематические цепи;
- упрощена конструкция приводного механизма, улучшающего шумовые, энергетические и динамические характеристики;
- снижены габариты конструкции, трудоёмкость изготовления и сборки станка.

К недостаткам такого привода относится ограничение диапазона регулирования частоты вращения с постоянной мощностью и сравнительно высокая стоимость комплектного регулируемого электропривода РМ.

Приводы подачи станка мод. 16К20Ф3-С5 выполнены с использованием шагового двигателя с гидросилителем.

В приводах подачи станка 16К20Т1 используют высокомоментные двигатели постоянного тока.

Различие и сходство структурного построения приводов главного движения и подачи хорошо прослеживается по кинематическим схемам станков. Кинематическая схема станка мод. 16К20ФЗ-С5 представлена на рисунке 6.4.

Вращение шпинделю УШ сообщается от односкоростного асинхронного двигателя переменного тока М1 через клиноременную передачу с передаточным числом  $\frac{130}{204}$ , автоматическую коробку скоростей (АКС) с валами I, II, III, клиноременную передачу  $\frac{176}{274}$ , вал IV шпиндельной бабки и затем через вал V или валы VI, VII на шпиндель.

На валу I АКС свободно установлены три зубчатых колеса с электромагнитными муфтами М1, М2, М3. При включении одной из муфт колесо жестко соединяется с валом I, и вращение передается на вал II через зубчатое соединение с соответствующим колесом, жестко закрепленном на валу II. В свою очередь, вращение с вала II на вал III передает одно из трёх свободно установленных зубчатых колёс через включённую электромагнитную муфту М4, или М5, или М6. Таким образом, АКС обеспечивает девять автоматически переключаемых частот вращения, которые передаются на шкив  $\varnothing 176$  и через клиноременную передачу  $\frac{176}{274}$  – на входной вал IV шпиндельной бабки станка.

С помощью зубчатых передач, размещенных на валах IV – УШ, вручную переключаются два диапазона автоматически управляемых частот вращения, таким образом, шпиндель фактически имеет 18 частот вращения.

Торможение шпинделя осуществляется одновременным включением муфт М4 и М6.

Продольная и поперечная подачи осуществляются ходовыми винтами XIY и XII. Привод подачи состоит из шагового



двигателя с гидросилителем и редуктора 30/125 (24/100). В верхней части кинематической схемы станка показан вариант привода с силовым шаговым двигателем М.

Угол поворота ротора шагового двигателя за каждый импульс системы управления составляет  $1,5^\circ$ . Этому будет соответствовать минимальное продольное перемещение каретки суппорта:

$$S_{n \text{ min}} = \frac{1,5}{360} \cdot \frac{30}{325} 10 = 0,01, \text{ мм},$$

где 10 мм – шаг винтовой передачи.

При максимальной частоте импульсов 8000 Гц (8000 имп/с), скорость продольного движения  $0,01 \times 8000 \times 60 = 4800$  мм/мин. Поперечное движение вдвое медленнее, так как шаг ходового винта  $P = 5$  мм.

Нарезание резьбы обеспечивается согласованием сигналов, поступающих от фотоэлектрического датчика резьбонарезания Д1, расположенного в шпиндельной бабке (см. рисунок 6.4), и сигналов, поступающих в шаговый двигатель М2. Благодаря этому вращение шпинделя согласуется с продольным перемещением инструмента.

Поворот планшайбы П револьверной инструментальной головки производится автоматически электродвигателем М4 через зубчатые колёса  $\frac{20}{62}$  и червячную передачу  $\frac{1}{38}$ . В рабочем положении планшайба фиксируется от поворота плоскозубой муфтой М9. Замыкание и размыкание муфты происходит с помощью зубчатой муфты М8, имеющей винтовую форму зуба. При повороте червячного колеса поверхности зубьев левой полумуфты М8 отходят от зубьев правой полумуфты. Вал Х с планшайбой под действием пружины сдвигается влево – муфта М9 размыкается, револьверная головка поворачивается в нужную позицию. По команде датчика положения Д2 двигатель М4 реверсируется, причём фиксатор Ф препятствует

обратному повороту планшайбы вала X и левой полумуфты М8. Винтовая форма зубьев муфты М8 способствует перемещению вала X и планшайбы вправо – муфта М9 замыкается. Однозубая конструкция муфты М7 обеспечивает разгон двигателя М4.

Кинематическая схема станка мод. 16К20Т1 представлена на рисунке 6.5. Главный привод станка оснащен частотно-регулируемым асинхронным двигателем М1. Движение от него с помощью полуклиновой передачи сообщается валу I. Зубчатыми колесами  $\frac{47}{47}$  движение передается на вал II. С целью рационального использования мощности двигателя М1, частота вращения шпинделя изменяется в трёх диапазонах.

Первый включается через зубчатые передачи  $\frac{45}{45}$ ,  $\frac{18}{72}$  и  $\frac{30}{60}$ ; второй – при разъединении передачи  $\frac{45}{45}$  и включении передачи  $\frac{30}{60}$ ; третий – при включении передачи  $\frac{60}{48}$ . Внутри каждого диапазона частота вращения шпинделя регулируется бесступенчато. Фотоимпульсный датчик Д1 (ВЕ-178), соединенный со шпинделем безззорной передачей  $\frac{60}{60}$ , служит для согласования вращения шпинделя с вращением ходовых винтов.

В приводах подач по осям X и Z двухкоординатного суппорта использованы комплектные частотно-регулируемые приводы с высокомоментными двигателями постоянного тока. Вращение на ходовые винты от двигателя передаётся через одноступенчатый безззорный редуктор.

Структура привода револьверной инструментальной головки аналогична структуре привода станка мод. 16К20Ф3-С5.

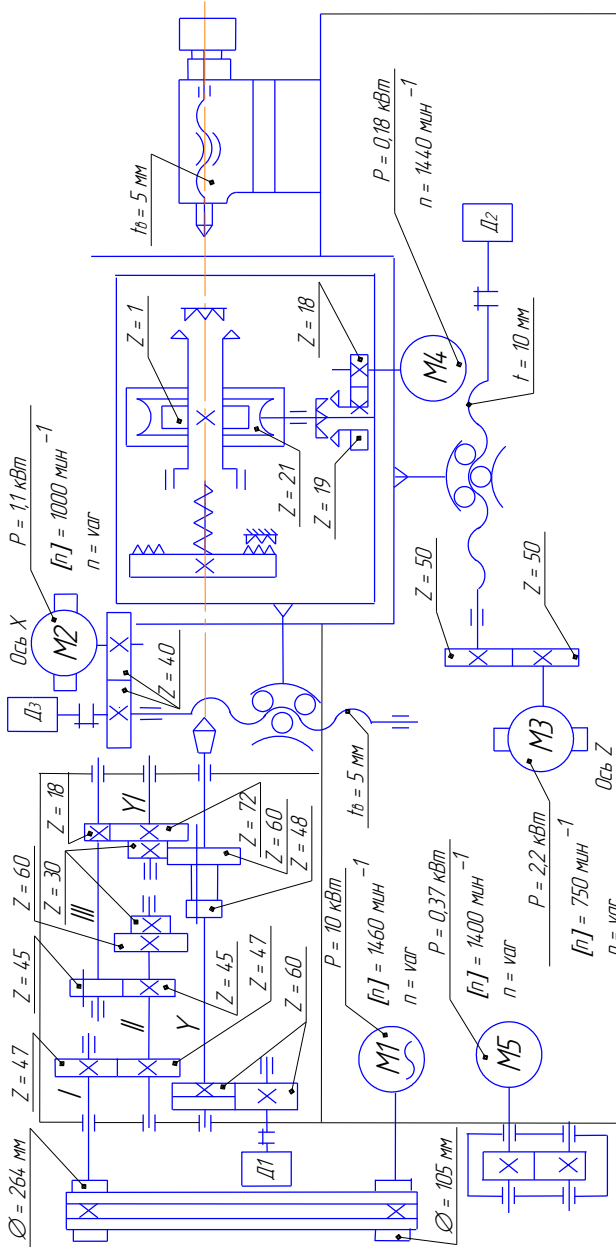


Рис. 6.5. Кинематическая схема станка мод.16К20Т1

## 6.2.2. Устройство станков

**Шпиндельные бабки станков моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т1** типовой конструкции, имеют корпус коробчатой формы, жестко закрепленный на левой части станины станка.

Шпиндельный узел обоих станков имеет две модификации.

*Пример первой модификации* (рисунок 6.6) – в конструкции шпиндельной бабки станка мод. 16К20Ф3С-С5 используются двурядные роликовые подшипники № 31282120 в передней опоре шпинделя и два радиально-упорные шарикоподшипники № 46216, класс "А" – в задней опоре.

Шпиндельный узел монтируется в корпусе 1 шпиндельной бабки. Внутреннее кольцо двухрядного роликового подшипника 21 передней опоры шпинделя 22 установлено на конической шейке шпинделя с натягом. Наружное кольцо этого подшипника установлено в расточке корпуса 1 и базируется в осевом направлении по торцу расточки фланца 20. Внутреннее кольцо подшипника 21 в осевом направлении базируется дистанционным кольцом 19, которое подшлифовывается на нужный размер и устанавливается с упором в торцы шейки шпинделя 22 и внутреннего кольца подшипника. Натяг подшипника 21 создает гайка 18 через стопорное дистанционное кольцо 17. В отверстиях кольца 17 размещены пружины и стопор, которые обеспечивают фиксацию положения гайки.

Задняя опора шпинделя сформирована из двух радиально-упорных шарикоподшипников 8, один из которых установлен в расточке корпуса 1 через втулку 7, а второй – в корпусе 9, закрепленном на корпусе 1. Внутренние кольца подшипников 8 установлены на шейках шпинделя, в осевом направлении базируются дистанционными кольцами 6 и 11. Натяг (рабочий зазор) регулируется гайками 10 и фиксируется крайней гайкой со стопором. На шлицевой шейке шпинделя 22 подвижно установлен двойной блок шестерен 16, который обеспечивает включение шестерен, установленных на валу 15 или



на валу 12. Для свободного перемещения и вращения блока 16 в нижней части корпуса подшипников 14 сделана радиусная выемка. На шлицевой шейке шпинделя также установлено двойное зубчатое колесо 24 беззазорной передачи вращения на вал 3 датчика резьбонарезания 5, который соединён с валом 3 муфтой 2. Осевое положение колеса 24 зафиксировано пружинными кольцами.

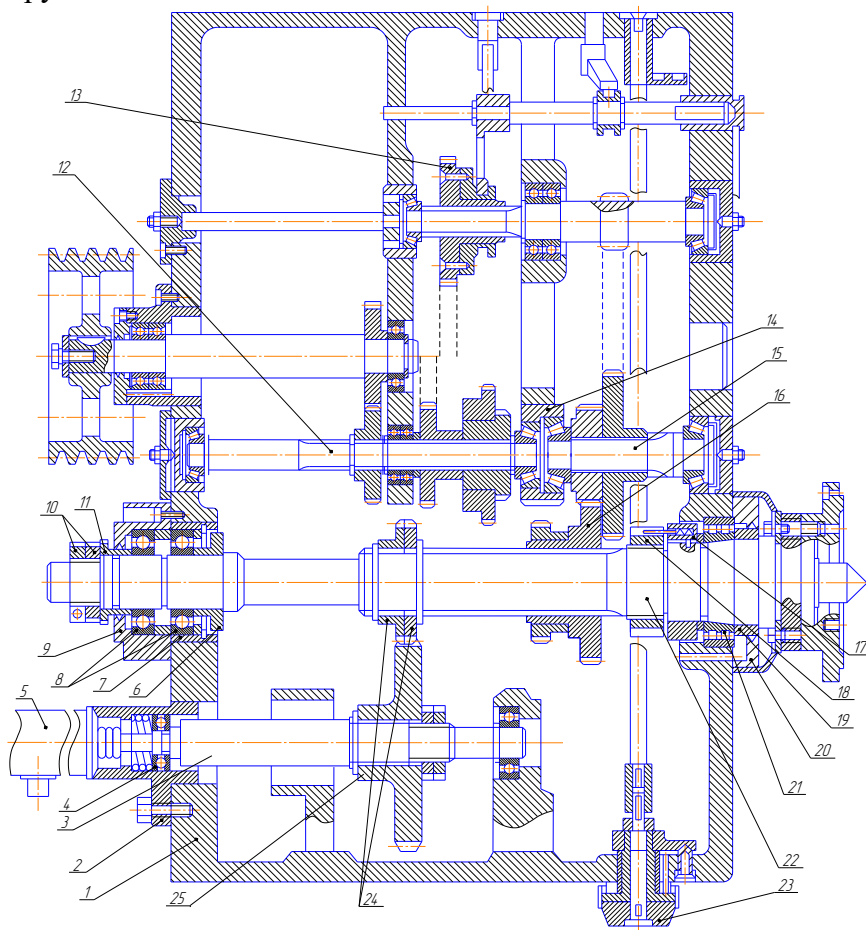


Рис. 6.6. Шпиндельная бабка станка мод. 16К20Ф3С-С5

Переключение скоростей в шпиндельной бабке производится вручную, перемещением блоков 16 и шестерни 13 с помощью рычагов, управляемых рукояткой 23.

*Пример второй модификации* (рисунок 6.7) – шпиндельный узел станка мод. 16К20Т1 смонтирован в шпиндельной бабке с использованием конических роликовых подшипников.

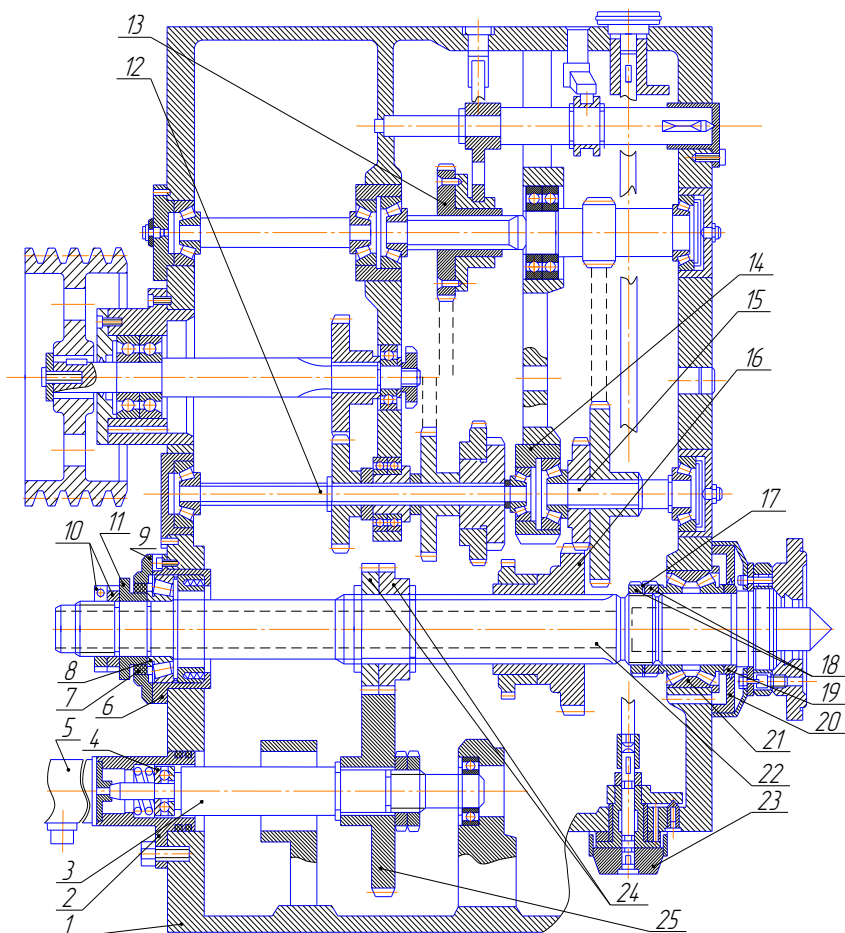


Рис. 6.7. Шпиндельная бабка станка мод. 16К20Т1

Передняя опора шпинделя 22 образована двурядным коническим роликовым подшипником 21с буртом на наружном кольце (№ 697900), что обеспечивает удобную монтажную базу в виде плоского торца расточки корпуса 1 шпиндельной бабки. Подшипник 21 установлен на цилиндрической шейке шпинделя. Рабочий зазор (натяг) подшипника обеспечивается упором внутреннего кольца подшипника в подшлифованное на нужный размер дистанционное кольцо 19 регулировочными гайками 18 со стопорной шайбой 17.

В задней опоре шпинделя использован конический роликовый подшипник 8 (№ 17000) с регулируемым натягом, который установлен в корпусе 6, закрепленном на корпусе 1. Рабочий зазор (натяг) в подшипнике 8 устанавливается гайками 10 через дистанционное кольцо 11. Уплотнительное кольцо 7 и фланец 9 предохраняют опору от загрязнения и задерживают смазку.

Остальные конструктивные элементы шпиндельной бабки сходны с элементами рассмотренной шпиндельной бабки станка мод. 16К20Ф3-С5 (см. рисунок 6.6).

**Привод продольного перемещения суппорта станка мод. 16К20Ф3-С5** (рисунок 6.8) состоит из одноступенчатого редуктора с зубчатыми колесами 15 и 24 и передачи «ходовой винт-гайка качения». Редуктор имеет два исполнения: для шагового электродвигателя с гидроусилителем и для силового электродвигателя с фланцевым креплением на кронштейне 20, в свою очередь, закрепленном на правой стороне станины станка. В верхнем отверстии кронштейна 20 размещена опора ходового винта 3. На конической шейке ходового винта установлена с натягом шестерня 15 редуктора. Натяг создается и фиксируется гайкой 16. Цилиндрическая шейка винта установлена в расточке кронштейна 20 на двух радиальных шарикоподшипниках 25, в осевом направлении зафиксированных с одной стороны дистанционным и пружинным кольцами, с другой – дистанционным кольцом и гайкой.

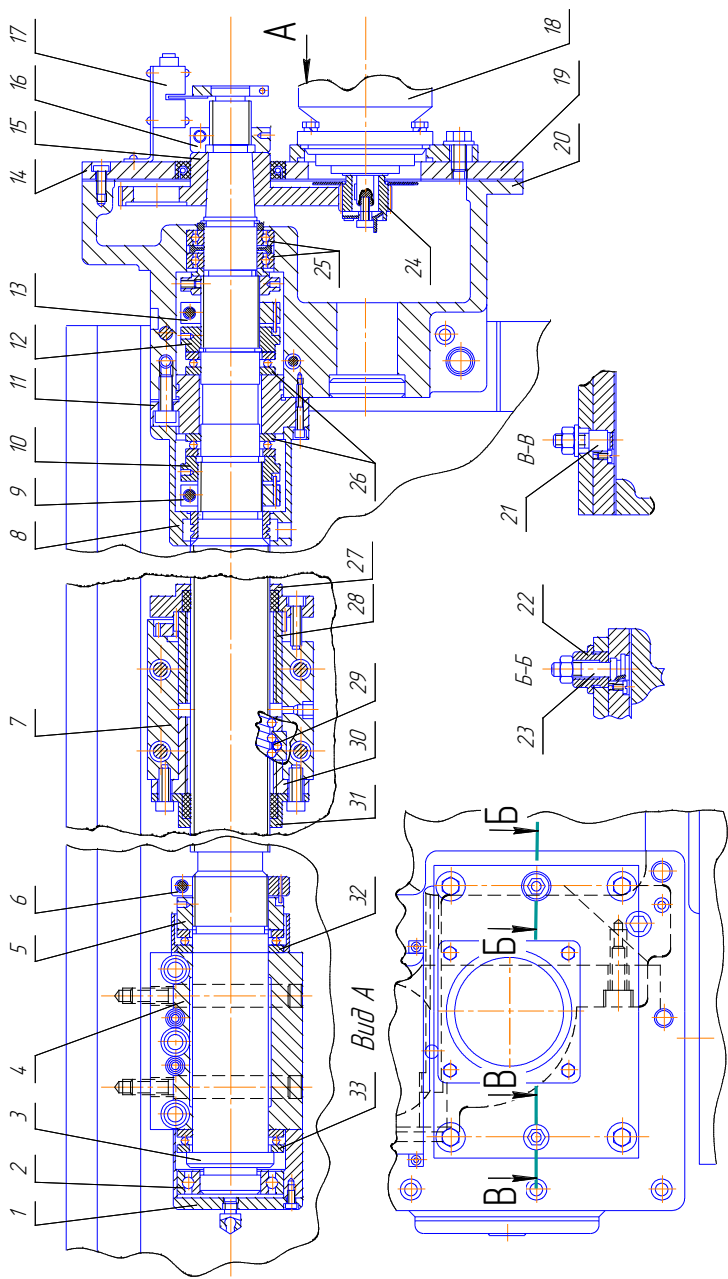


Рис. 6.8. Привод продольной подачи станка мод. 16К20Ф3С5

Жесткость опоры в осевом направлении обеспечивают два упорных шарикоподшипника 26, установленные с упором на торцы фланца 11. Натяг в подшипниках создается гайками 10 и 12 и фиксируется стопорными гайками 13 и 9. Кожух 8 закрывает опору от загрязнения.

Вторая опора ходового винта состоит из радиального шарикоподшипника 2 и двух упорных подшипников 33 и 32, установленных на цилиндрической шейке ходового винта и базирующихся в осевом направлении по торцам уступа винта и корпуса 4. Натяг в опоре создается гайкой 5 и фиксируется стопорной гайкой 6. Опора закрыта кожухом с крышкой 1.

Корпус 7 гайки ходового винта закреплен на каретке суппорта продольной подачи. Точность и жесткость передачи обеспечиваются наличием в корпусе двух полугаек 30 и 28. Устранение зазора и создание натяга в соединении «винт-шарики-гайка» осуществляется угловым относительным смещением полугаек при неизменном осевом положении.

Для непрерывной циркуляции шариков в полугайках расположены вкладыши 29, которые служат для возврата шариков перевалкой через выступ резьбы из впадины одного витка в соседний. Кольца 31 и 27 с помощью уплотнителей защищают гайки от загрязнения, а также задерживают смазку в соединении.

Точная установка суппорта в нулевом положении достигается использованием бесконтактного выключателя 17 с флажком, закрепленным на конце винта 3; грубая остановка производится с помощью концевых выключателей.

Выборка зазора в редукторе осуществляется с помощью поворота эксцентрикового фланца 19, на котором закреплены шаговый двигатель 18 и шестерня 24 редуктора.

**Привод продольного перемещения суппорта станка мод. 16К20Т1** (рисунок 6.9) отличается от предыдущего конструкцией опор ходового винта, левосторонним расположением двигателя и наличием датчика положения 17. Высокомомментный двигатель 25, закрепленный в эксцентриковом

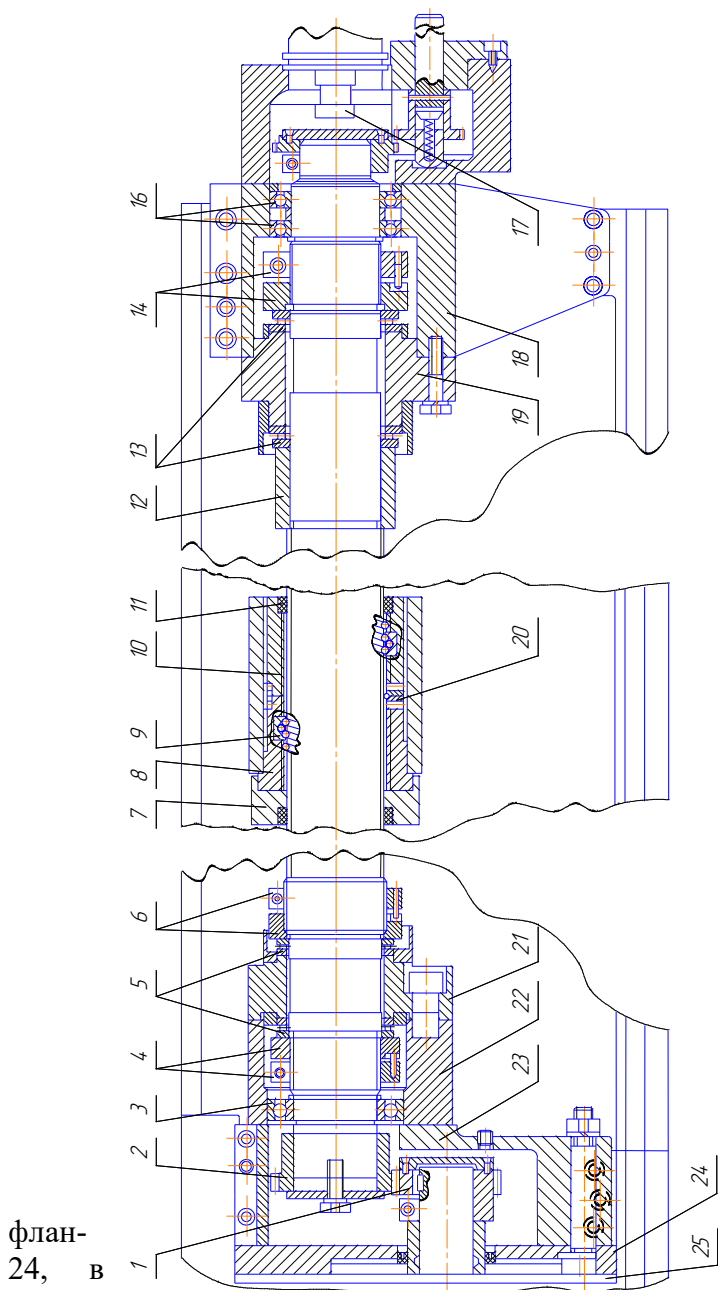


Рис. 6.9. Привод продольной подачи станка мод. 16К20Т1

це  
СВОЮ

очередь, закрепленном на кронштейне 23. Опоры ходового винта выполнены из радиальных шариковых 3 и 16 и упорных роликовых подшипников 5 и 13, что значительно повышает жесткость передачи.

Втулка 12 служит одновременно осевой опорой для кольца подшипника 13 и ограничителем хода суппорта.

**Привод поперечной подачи станков** обеих моделей одинаков и представлен на рисунке 6.10.

Ходовой винт 9 шариковой передачи установлен на одной опоре с защемлением, роль второй подвижной опоры выполняет гайка. Источник движения привода – шаговый электродвигатель с гидроусилителем или силовой шаговый двигатель 16. На ходовой винт вращение передается через беззазорный редуктор с зубчатыми колёсами 17 и 13. Выборка зазора в редукторе осуществляется с помощью фланца 14. Фланец 14 установлен на кронштейне 18 с возможностью поворота для устранения зазора в редукторе. Кронштейн 18 жестко закреплен на салазках 1 продольного суппорта, которые перемещаются по направляющим станины. Зубчатое колесо 13 имеет длинную ступицу с коническим отверстием, которое служит для установки на шейке ходового винта. На наружной цилиндрической поверхности ступицы установлены два радиальных шарикоподшипника 12, натяг в которых создается пружинным блоком, состоящим из двенадцати пружин, установленных во втулках 19. От осевого смещения ходовой винт удерживается упорными шарикоподшипниками 11, установленными по торцевым сторонам фланца с упором на торец уступа ходового винта. Натяг в подшипниках 11 создается гайкой 21 через втулку пружинного блока 10 с пружинами. Пружинные блоки использованы в опоре для выборки зазоров, образующихся в процессе эксплуатации станка.

Второй опорой винта служит шариковая гайка, которая состоит из двух полугаек 3 и 7, и корпуса 6. Выступ корпуса 6 входит в паз планки 4, жестко закрепленной на каретке 2 попе-

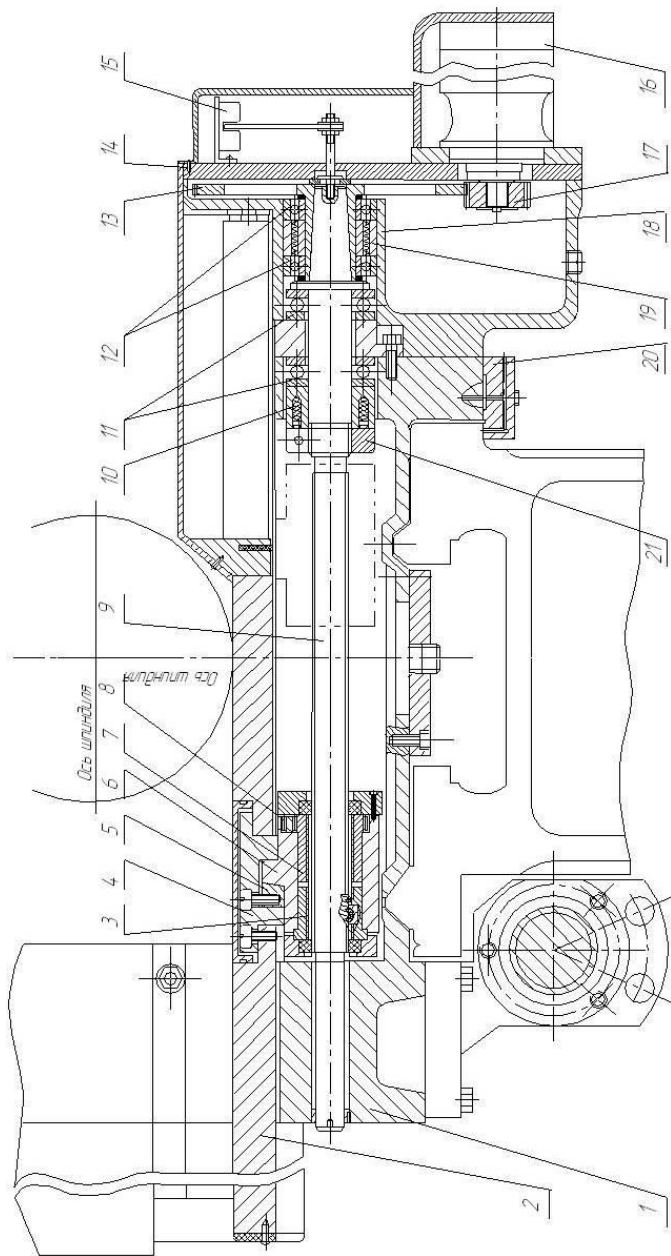


Рис. 6.10. Привод поперечной подачи станков моделей 16K20ФЗС и 16K20Г1



речного суппорта. Зазор между выступом корпуса 6 и стенками паза планки 4 устраняется клином 5.

Регулирование зазора-натяга в соединении «винт-гайка» осуществляется поворотом полугайки 7 с помощью зубчатого венца и червяка 8.

### 6.2.3. Органы управления станками моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т1

Каждый станок представляет собой конструкцию, содержащую несколько целевых механизмов (ЦМ), связанных с УЧПУ через датчики обратной связи (ДОС). В свою очередь, каждый ЦМ состоит из источника движения – двигателя, передачи, преобразующей и передающей энергию от двигателя к исполнительному органу, выполняющему координатные перемещения в технологическом цикле. В качестве исполнительного органа могут быть стол, салазки, суппорт, шпиндель и т.д.

Станок мод. 16К20Ф3С5 имеет два пульта управления: один размещен на пульте станка, другой – система ЧПУ.

Станок мод. 16К20Т1 имеет три панели управления на станке и подвижный пульт управления УЧПУ «ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-31».

На рисунке 6.11 представлена панель управления станка мод. 16К20Т1.

Рукоятка выключателя 1 имеет два положения: правое – включение электрооборудования, левое – отключение электрооборудования.

Кнопка 2 – механическая блокировка выключателя 1 в отключенном состоянии (в левом положении).

Кнопка 3 – при нажатии кнопки подается напряжение на электроавтоматику станка.

Лампа 4 – сигнализирует наличие напряжения в электросети станка.

Кнопка 5 – толчковое включение вращения шпинделя (шпиндель вращается, пока кнопка нажата).

Кнопка 6 – включение автоматической смазки направляющих кареток суппорта.

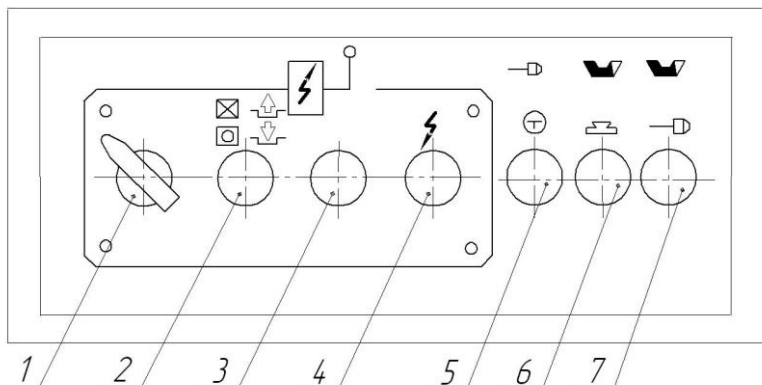


Рис. 6.11. Панель управления станка мод. 16К20Т1

Лампа 7 – контрольная лампа работы системы смазки шпиндельной бабки.

Панель контроля работы приводов (рисунок 6.12) содержит сигнальные лампы состояния приводов: лампа 4 – «привод включен»; лампа 3 – «перегрев двигателя», лампа 3 – «аварийное отключение привода».

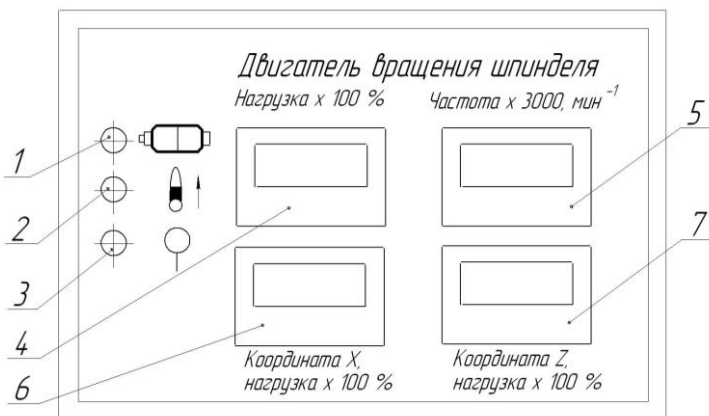


Рис. 6.12. Панель контроля работы приводов

Кроме того, на панели смонтированы 4 дисплея показателя нагрузки и частоты вращения двигателя, представленные следующими позициями:

4 – -показатель нагрузки на двигателе главного движения;

5 – показатель частоты вращения двигателя главного движения;

6 – показатель нагрузки двигателя привода подачи по координате  $X$ ;

7 – показатель нагрузки двигателя привода подачи по координате  $Z$ .

Управление приводами станка ведется с панели. На рисунке 6.13 элементы управления приводами представлены следующими позициями:

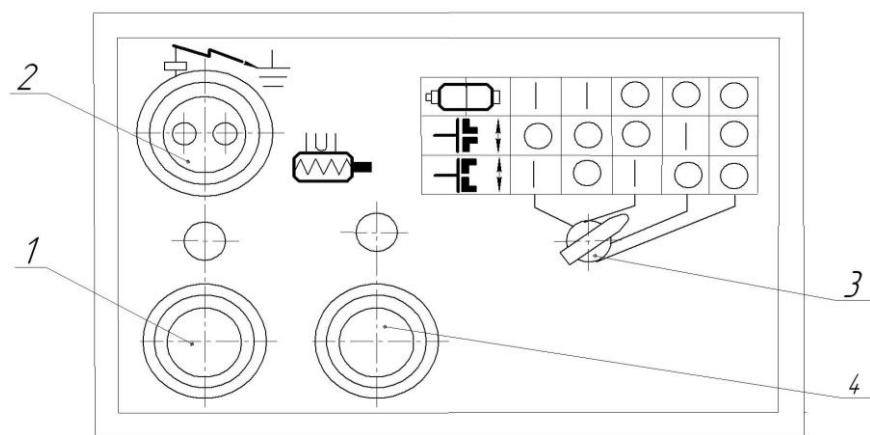


Рис. 6.13. Панель управления приводами

1 – две лампы сигнализатора заземления. При нормальном состоянии цепей управления светятся обе лампы, если светится одна лампа, произошло замыкание цепи на землю;

2 – кнопка включения приводов подачи;

3 – кнопка выключения приводов подачи;

4 – переключатель режимов работы станка, в зависимости от его оснащения зажимными устройствами.

Переключатель 4 фиксируется в пяти положениях, каждое из которых включает:

– первое (крайнее левое) – электромеханический зажим заготовки в патроне по наружному диаметру и автоматический подвод пиноли;

– второе – ручной зажим заготовки в патроне и электромеханический подвод пиноли;

– третье – электромеханический зажим заготовки в патроне по наружному диаметру, без подвода пиноли;

– четвертое – электромеханический зажим заготовки в патроне по внутреннему диаметру;

– пятое (крайнее правое) – ручной зажим патрона и ручной подвод пиноли.

### 6.3. Контрольные вопросы

1. Назначение и технологические возможности станков моделей 16К20Ф3С5 и 16К20Т1.

2. Расшифруйте индекс модели станков.

3. Технические характеристики станков.

4. В чем отличие кинематических связей станков моделей 16К20Ф3С5 и 16К20Т1?

5. В чем отличие конструкции привода главного движения станка мод. 16К20Ф3С5 от конструкции привода станка мод. 16К20Т1?

6. Какие конструктивные особенности шпиндельных узлов этих станков?

7. Какие конструктивные особенности приводов подач этих станков? В чем их отличие?

8. Какие системы управления использованы в этих станках? В чем их отличие?

9. Какие органы управления размещены на пультах станков?

10. Какие виды сложных формообразующих движений обеспечивают СЧПУ этих станков?

11. Какие элементы включения и контроля смазки основных узлов станка предусмотрены на пультах управления станка мод. 16К20Т1?

#### 6.4. Содержание отчёта

1. Назначение и основные технические характеристики станков моделей 16К20Ф3С5 и 16К20Т1.

2. Особенности кинематики станков. Структурная кинематическая схема станка мод. 16К20Т1.

3. Сравнительный анализ приводов главного движения станков моделей 16К20Ф3С5 и 16К20Т1 с точки зрения производительности и надёжности.

4. Сравнительный анализ компоновки и конструкции приводов подач этих станков.

5. Принципы формообразования сложных поверхностей на этих станках.

6. Особенности конструкции винтовых механизмов приводов подач. В чём отличие их от винтовых механизмов с ручным управлением? Какие преимущества?

7. Привести схемы управления станками с ЧПУ с расшифровкой назначения каждого элемента.

8. Назначение и принцип работы токарных станков с ЧПУ в режиме ручного управления.

## Лабораторная работа № 7

### СТРУКТУРА, ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТОКАРНОГО СТАНКА ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ МОД. ТПК-125В С ЧПУ

Цель лабораторной работы – получение знаний об устройстве станка, конструктивных особенностях механизмов, определяющих высокий класс точности станка; приобретение навыков структурного и качественного анализа механических систем приводов и системы управления станка.

Основными задачами работы являются:

- изучение назначения, компоновки и технической характеристики станка мод. ТПК-125В;
- изучение устройства и кинематики станка мод. ТПК-125В;
- изучение конструктивных особенностей приводов главного движения и подач данного станка;
- изучение особенностей формообразования сложных поверхностей на станке мод. ТПК-125В;
- изучение структуры управления данным станком;
- изучение органов управления станком мод. ТПК-125В;
- освоение режимов ручного управления данным станком.

#### 7.1. Индивидуальное задание

Объектом изучения является токарный станок высокой точности мод. ТПК-125В с ЧПУ. Для выполнения работы студентам выдаётся техническая документация на станок и систему управления.

Время выполнения работы – 6 часов.

Требуется:

1. Изучить назначение и техническую характеристику токарного станка мод. ТПК-125В.

2. Изучить компоновку, устройство и технологические возможности станка.
3. Изучить особенности кинематических связей в станке.
4. Изучить конструкцию привода главного движения станка.
5. Изучить особенности конструкции двухкоординатного суппорта станка, обеспечивающие высокую точность обработки.
6. Изучить методы формообразования поверхностей различной конфигурации.
7. Освоить методику расчёта бесступенчатого регулирования подачи суппортов и их управления.
8. Ознакомиться с пультами управления станком и системой ЧПУ.

## 7.2. Общие сведения

Токарный патронно-центральной станок мод. ТПК-125В с ЧПУ предназначен для обработки деталей типа тела вращения из штучных заготовок в условиях многономенклатурного производства.

На станке можно производить с высокой точностью точение, растачивание цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, подрезку торцов, проточку канавок, сверление, зенкерование и развёртывание поверхностей отверстий.

Система ЧПУ станка мод. ТПК-125В контурного типа, укомплектована СЧПУ Н22-1М, обеспечивает управление по двум координатам с высокой точностью (до 0,001 мм по оси  $X$  и 0,002 мм по оси  $Z$ ) при большой повторяемости переходов в автоматическом режиме.

Токарный патронный станок мод. ТПК-125В традиционной горизонтальной компоновки, оснащён шестипозиционной инструментальной револьверной головкой.

## Техническая характеристика станка мод. ТПК-125В

Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм:	
при установке над станиной	200
при установке над суппортом	125
Наибольшая длина устанавливаемой заготовки, мм	550
Наибольшая длина обработки, мм:	
наружной	200
внутренней	195
Привод главного движения:	
диапазон частоты вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	300 – 3000
количество скоростей	бесступенчатое
Число скоростей, переключаемых по программе	5
Зажим детали: в трёхкулачковом патроне; в пневматическом цанговом патроне; в центрах	
Мощность электродвигателя главного движения ПБСТ-32 с тиристорным управлением, кВт	1,75
Суппорт продольный (ось Z):	
наибольшее перемещение, мм	210
дискретность перемещения (цена импульса), мм	0,002
диапазон рабочих подач:	
в режиме наладки, Гц (мм/мин)	6; 400 (0,72; 48)
по программе, мм/мин	0 ÷ 200
скорость холостого хода, мм/мин:	
в режиме наладки	960
по программе	до 690

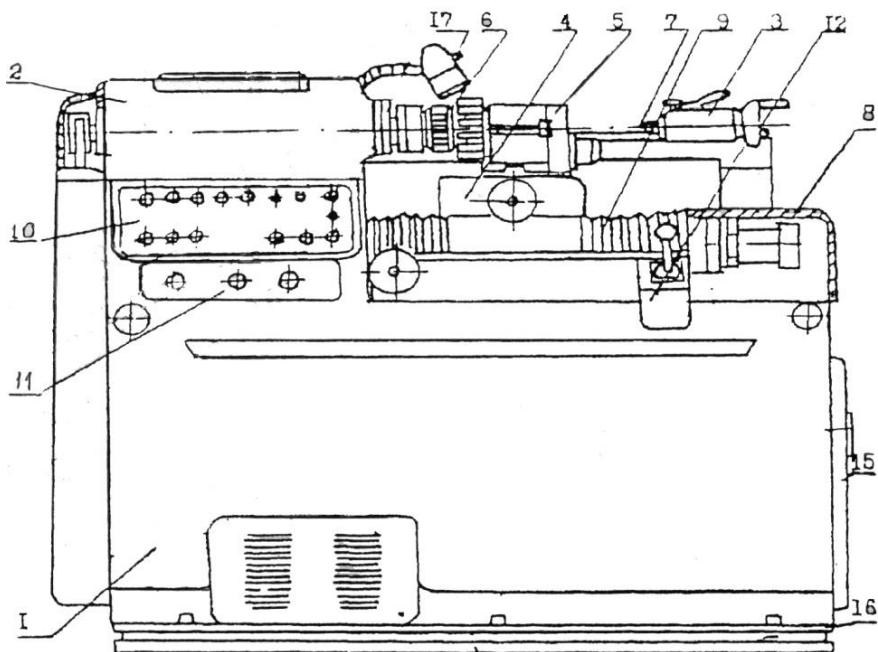


Суппорт поперечный (ось X):	
наибольшее перемещение, мм	110
дискретность перемещения (цена импульса), мм	0,001
диапазон рабочих подач:	
в режиме наладки, Гц (мм/мин)	6; 400 (0,36; 24)
по программе, мм/мин	0 ÷ 100
скорость холостого хода, мм/мин:	
в режиме наладки	480
по программе	до 480
Револьверная инструментальная головка:	
положение оси поворота	горизонтальное
число позиций	6
время перехода на соседнюю позицию, с.	2
размер поперечного сечения державки резца (max), мм	12x12
Привод подач – шаговый электродвигатель ШД - крутящий момент на валу, Н·м	3,8
Габаритные размеры станка, мм	1630x595x1345

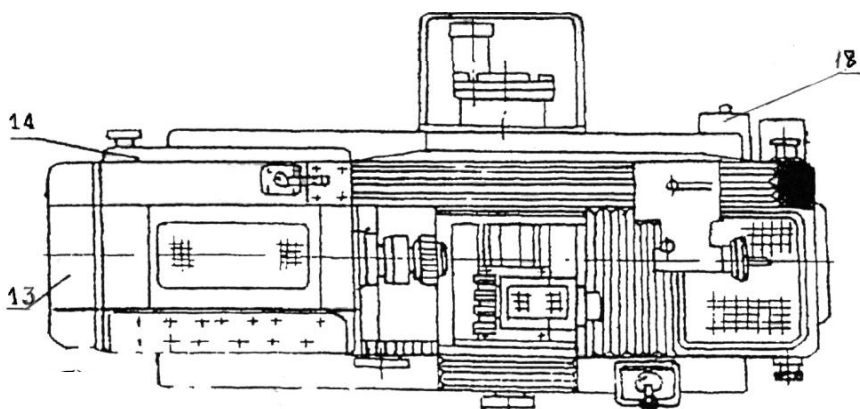
### 7.2.1. Устройство станка

Общий вид станка представлен на рисунке 7.1. На станине 1 установлена передняя бабка 2, задняя бабка 3 и двухкоординатный суппорт 4. На суппорте установлена шестипозиционная револьверная головка 5 с приводом поворота. Для закрепления заготовок на шпинделе станка установлен пневматический патрон 6, а в пиноли задней бабки – центр 7. Направляющие станины и суппорта закрыты щитком 8 и защитными гофрами 9.

На передней части станины слева установлена панель управления перемещениями 10, ниже которой установлена панель



*а)*



*б)*

Рис 7.1. Общий вид станка мод. ТПК-125В:  
*а* – вид спереди; *б* – вид в плане

управления пневмооборудованием 11. С правой стороны закреплён крестовый переключатель 12 направления подачи и ускоренного перемещения суппорта в режиме наладки, который фиксируется в пяти положениях. На левой торцевой части станины подвижно закреплена крышка 13, за которой в полости станины расположен привод главного движения станка.

На задней части станины подвижно закреплён щиток 14, за которым расположена пневмосистема станка. На правой торцевой части станины подвижно закреплён щиток 15, за которым расположены приводы подачи. В левой полости, за щитком 13, размещена клиноременная передача.

Основание станины 1 установлено на фундаментной плите 16. Освещение рабочей зоны станка обозначено позицией 17.

Станок мод. ТПК-125В может работать в наладочном и автоматическом режиме по программе, записанной в программноносителе. Органы управления станком размещены в основном на передней части, исключение составляет автомат включения и выключения сети 18, который расположен справа на задней стенке станка.

### 7.2.2. Кинематика станка мод. ТПК-125В

Привод главного движения двухдиапазонный, оснащён регулируемым двигателем постоянного тока с максимальной частотой вращения  $3000 \text{ мин}^{-1}$  со встроенным тахогенератором и тиристорным преобразователем. Переключение диапазонов скоростей осуществляется вручную перемещением клиновых ремней на ступенчатых шкивах, установленных на валу двигателя и шпинделе. Реверсирование вращения шпинделя выполняется переключением фаз электропривода (рисунок 7.2).

Двухкоординатный суппорт оснащён электромеханическими приводами от шаговых двигателей М2 по оси Z и М3 по оси X, одноступенчатыми редукторами 15/125 и шариковыми

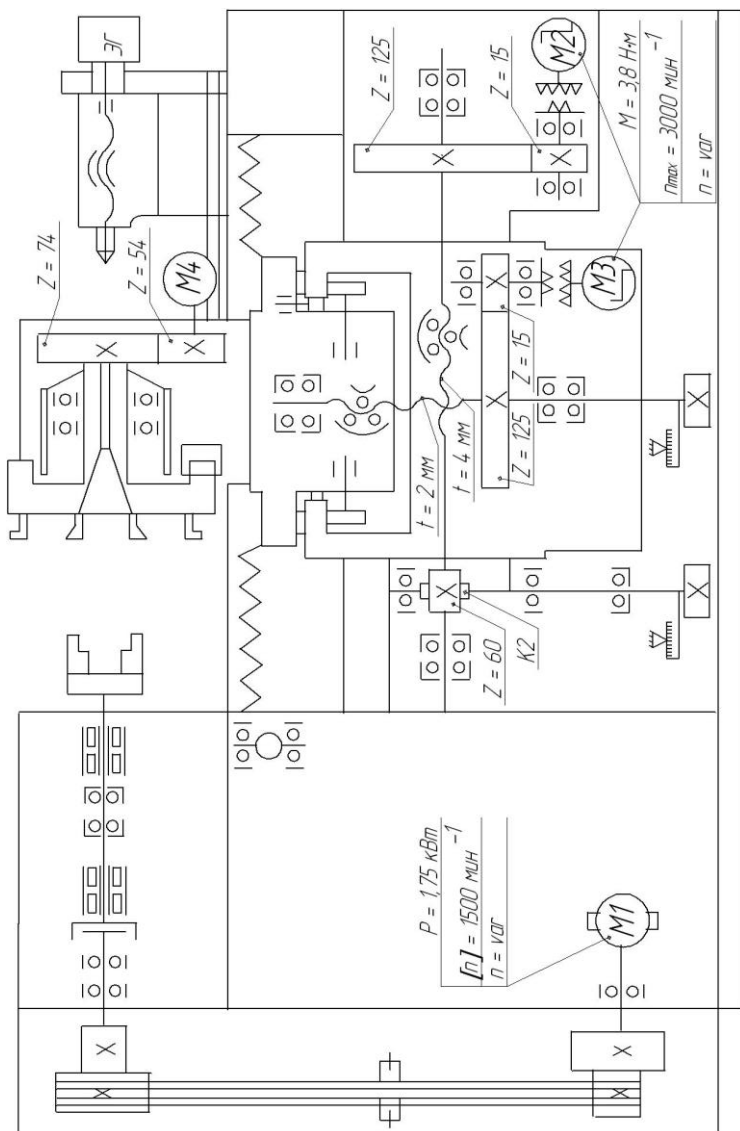


Рис. 7.2. Кинематическая схема станка мод. ТПК125В

ходовыми винтовыми парами. Винт продольной подачи имеет шаг 4 мм, поперечной – 2 мм. Для перемещения суппорта в режиме наладки на панель управления выведены рукоятки ручного управления. По оси Z ручной поворот ходового винта осуществляется через червячную пару 2/60. Для перемещения суппорта по оси X рукоятка ручного управления установлена непосредственно на конце винта. Отсчёт перемещения производится по лимбам с ценой деления 0,010 мм (ось Z), 0,005 мм (ось X) и нониусам с ценой деления 0,002 мм (ось Z) и 0,001 мм (ось X).

Изменение рабочих и ускоренных подач обеспечивается бесступенчатым регулированием частоты следования импульсов на обмотке шаговых двигателей приводов подач:

$$S = \frac{60f \cdot \Delta\alpha \cdot t \cdot i}{360}, \text{ мм/мин.},$$

где  $f$  – частота следования импульсов, Гц;

$\Delta\alpha$  – цена импульса,  $\Delta\alpha \approx 1,5^\circ$ , град;

$t$  – шаг резьбы ходового винта, мм;

$i$  – передаточное отношение редуктора,  $i = 15/125$ .

Система управления станка мод. ТПК-125В обеспечивает регулирование частотой следования импульсов на обмотках двигателей приводов подач от 6 до 400 Гц в наладочном режиме с панели управления и от 0 до 1700 Гц по программе.

Наибольшая рабочая подача продольного суппорта (ось Z) в режиме наладки при  $f = 400$  Гц равна:

$$S_{Z\max} = \frac{60 \cdot 400 \cdot 1,5 \cdot 4 \cdot 15}{360 \cdot 125} = 48, \text{ мм/мин.}$$

Наименьшая рабочая подача продольного суппорта (ось Z) в режиме наладки при  $f = 6$  Гц равна:

$$S_{Z\min} = \frac{60 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 4 \cdot 15}{360 \cdot 125} = 0,72, \text{ мм/мин.}$$

Соответственно для поперечного суппорта:

$$S_{X \max} = \frac{60 \cdot 400 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 15}{360 \cdot 125} = 24, \text{ мм/мин};$$

$$S_{X \min} = \frac{60 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 15}{360 \cdot 125} = 0,36, \text{ мм/мин}.$$

При работе станка по программе наибольшие рабочие подачи суппортов при  $f = 1700$  Гц равны:

$$S_{Z \text{ пр}} = \frac{60 \cdot 1700 \cdot 1,5 \cdot 4 \cdot 15}{360 \cdot 125} = 204, \text{ мм/мин};$$

$$S_{X \text{ пр}} = 6 \frac{0 \cdot 1700 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 15}{360 \cdot 125} = 102, \text{ мм/мин}.$$

### 7.2.3. Несущая система станка

Несущая система станка мод. ТПК-125В состоит из станины, фундаментной плиты, передней шпиндельной и задней бабок и двухкоординатного суппорта.

Станина конструктивно выполнена в виде отливки коробчатой формы с внутренними продольными и поперечными рёбрами. На левой горизонтальной приподнятой верхней части станины установлен корпус передней бабки, на заниженной средней части – двухкоординатный суппорт. На задней верхней приподнятой части станины расположена опорная поверхность с направляющими для установки задней бабки и устройства контроля установки инструментов в револьверной головке.

Внутренние полости станины предназначены для размещения привода главного движения и приводов подач, пневмо- и электроаппаратуры. На передней части станины имеются

ниши и приливы для установки пультов управления и переключателей. Основанием станина крепится к фундаментной плите.

Плита фундаментная – унифицированный узел, состоит из корпуса, виброопор и двух плит. Корпус служит основанием фундаментной плиты и представляет собой сварное корыто, выполненное из листовой стали и швеллеров, в котором по углам устанавливается четыре виброопоры типа ОВ-30-1-2. На амортизаторы сверху накладывается и закрепляется болтами платформа.

Станина жёстко крепится к платформе и выставляется с помощью виброопор по уровню. На девяти бобышках, приваренных к основанию корпуса фундаментной плиты, закрепляются две плиты, которые служат для установки на них двигателя движения и блока релейной автоматики. Таким образом, исключается влияние внутренних и внешних вибраций на исполнительные органы станка.

Шпиндельная передняя бабка (рисунок 7.3) жёстко закреплена на станине станка и предназначена для размещения шпиндельного узла, привода-коллектора передачи вращения и соединения канала шпинделя с магистралью сжатого воздуха привода пневматического патрона.

Корпус передней бабки 15 представляет собой чугунную отливку коробчатой формы со сквозным отверстием с горизонтальной осью, в которое устанавливается шпиндельный узел. Основанием корпус передней бабки устанавливается на станине и жёстко крепится к ней болтами. На верхней части корпуса выполнено окно, которое закрывается крышкой 5 с выемкой для укладки инструмента или деталей при настройке станка. В выемку уложен резиновый коврик 6.

Шпиндель 19 установлен на двух опорах. Передняя опора комплексная и состоит из радиального двухрядного роликового подшипника 17 с коническим внутренним отверстием и двух радиально-упорных шарикоподшипников 22 второго

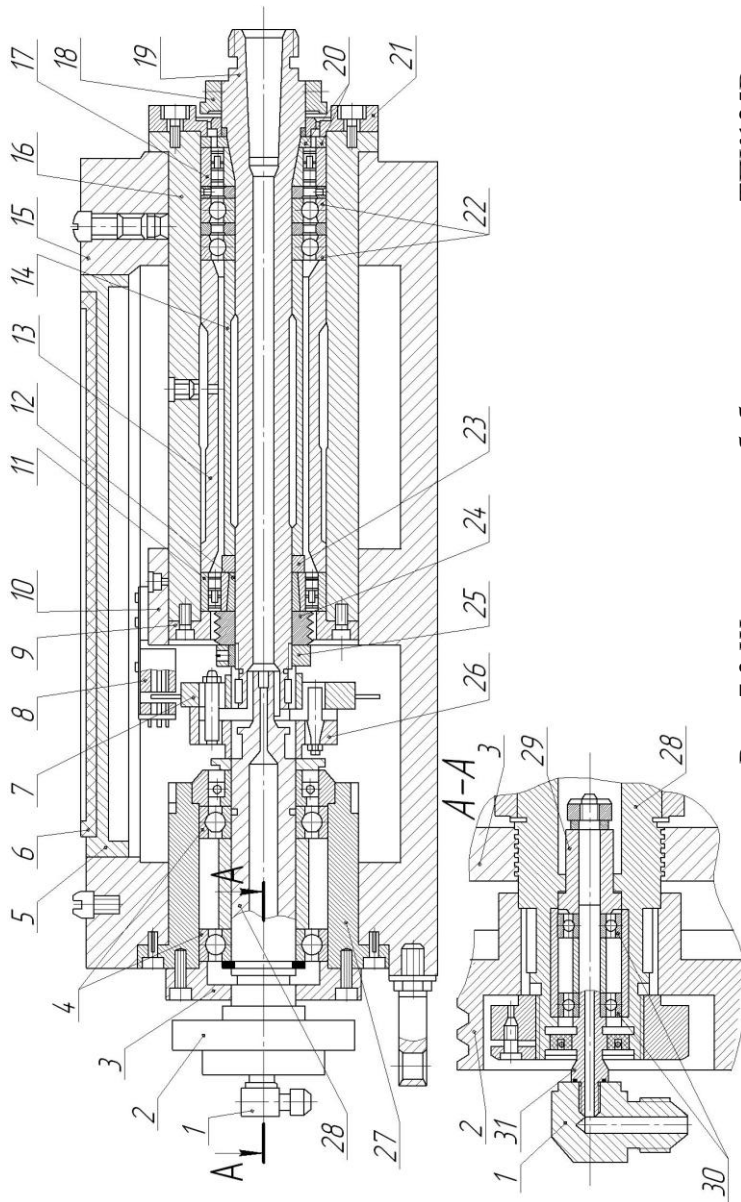


Рис. 7.3 Шпиндельная бабка станка мод. ТПК125В



класса точности. Подшипник 17 установлен на конической шейке шпинделя с натягом и базированием колец по торцам дистанционными кольцами 20 с подшлифовкой по размеру. Радиально-упорные подшипники 22 устанавливаются на цилиндрической шейке шпинделя и базируются по торцам дистанционными кольцами.

Задняя опора – плавающая, образована радиальным двухрядным роликовым подшипником 11, установленным на цилиндрической шейке шпинделя 19 через коническую втулку 12.

Рабочий натяг в опорах создаётся с помощью регулировочной гайки 25 с последовательной передачей нагрузки через лабиринтное кольцо 24, коническую втулку 12, внутреннее кольцо подшипника 11, дистанционное кольцо 23, втулку 14, внутренние кольца подшипников 22 и дистанционные кольца между ними. При этом одновременно регулируется радиальный зазор в переднем и заднем роликовых подшипниках. Рабочий зазор (натяг) в радиально-упорных шариковых подшипниках устанавливается с подшлифовкой наружного дистанционного кольца 20 с последующей передачей нагрузки от фланца 9 через наружное кольцо подшипника 11 и втулку 13. Шпиндельный узел смонтирован в гильзе 16 с последующей установкой в корпусе бабки 15. На заднем конце шпинделя установлена упругая муфта 26, соединяющая шпиндель 19 с валом 28 привода-коллектора. Приводной двухступенчатый шкив 2 установлен на валу 28 на двух шпонках. В свою очередь, вал 28 устанавливается на двух радиальных шариковых подшипниках 4, смонтированных в стакане 27, закреплённом болтами на корпусе 15 шпиндельной бабки.

Привод-коллектор предназначен для передачи вращения на шпиндель без изгибающих нагрузок от натяжения приводного ремня, кроме того, он обеспечивает герметичность соединения шпинделя с магистралью сжатого воздуха и фиксацию углового положения шпинделя при установке детали. Привод-коллектор состоит из полого вала 28 на двух опорах качения 4, в котором также на двух радиальных подшипниках 30 непо-

движно установлен воздухопроводный штуцер 31. Зазор между буртом втулки 29, закреплённой на конце штуцера 31, и торцом полого вала 28, вращающегося вместе со шпинделем 19, составляет 0,01 – 0,02 мм. К штуцеру через уплотнительное кольцо крепится переходник 1 для подвода воздуха из сети.

На левом конце привода-коллектора укреплен приводной шкив 2, на правом конце закреплена полумуфта 26 для передачи вращения шпинделю.

Двухкоординатный суппорт станка мод. ТПК-125В с разрезом по ходовому винту поперечной подачи (по оси  $X$ ) показан на рисунке 7.4, разрез по ходовому винту продольной подачи (по оси  $Z$ ) показан на рисунке 7.5 (нумерация позиций на обоих рисунках сквозная).

Двухкоординатный суппорт (см. рисунок 7.4) выполнен как самостоятельный модуль, состоящий из блоков 1 и 5, направляющих каретки 23, продольного суппорта и блоков 46 и 54 (см. рисунок 7.5), направляющих каретки 24 поперечного суппорта.

Обе каретки 23 и 24 (см. рисунки 7.4 и 7.5) перемещаются ходовыми передачами «винт-гайка качения».

Направляющие 1 и 5 (см. рисунок 7.4) жестко закреплены на основании 31. Конструкция роликовых направляющих качения замкнутого типа, при этом натяг создаётся деформирующимися торсионными 2, 3 компенсирующими опрокидывающий момент, и торсионными 20, создающими боковой натяг.

Роликовые направляющие 4 и 22 представляют собой сборную конструкцию, состоящую из ленточного сепаратора с фиксирующими от бокового смещения выступами, и набора роликов. Разномерность роликов допускается не более 0,001 мм. Сепаратор с роликами от продольного смещения зафиксирован на каретке 23.

Ходовой винт 13 поперечной подачи установлен на двух опорах с защемлением, состоящих из спаренных радиально-

упорных шарикоподшипников 11 и 26, смонтированных в корпусах 10 и 27. Передняя опора винта закреплена на кронш-

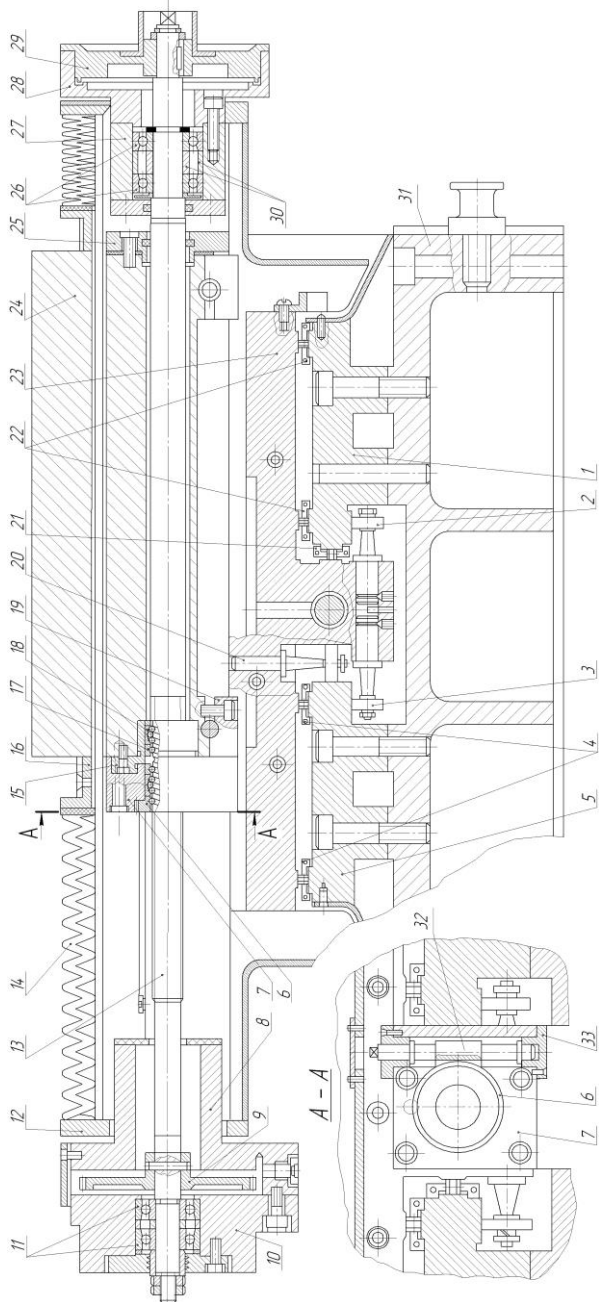


Рис. 7.4. Двухкоординатный суппорт (ось X) станка мод. ТПК-125В



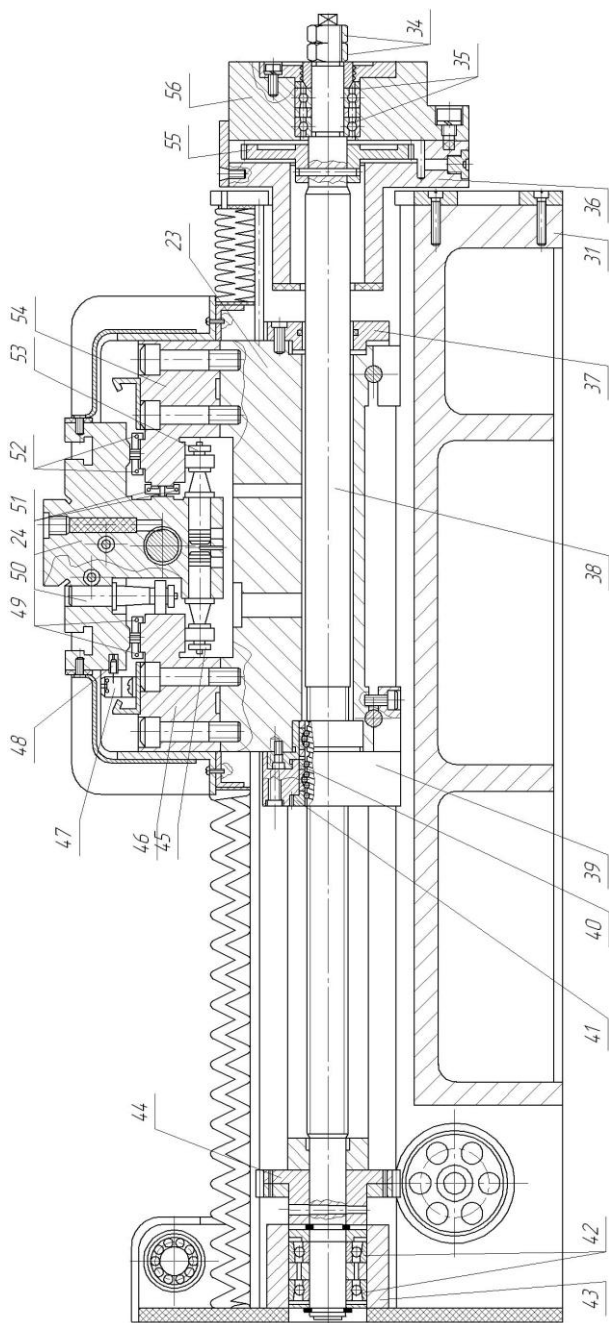


Рис. 7.5. Двухкоординатный суппорт (ось Z) станка мод. ТПК-125В

тейне 28. Консольный конец винта 13 имеет квадрат для установки маховика ручного (наладочного) перемещения каретки суппорта. Для отсчёта перемещения на винте установлен лимб 29 с нониусом. Корпус задней опоры винта 13 закреплён на кронштейне 8, в полости которого смонтирован редуктор привода поперечной подачи с зубчатым колесом 9. Каретка 24 перемещается гайкой ходового винта, которая состоит из двух полу гаек 6 и 17, и расположена в сборных корпусах 7 и 15 соответственно, жестко закрепленных на каретке 24. Полугайка 6 установлена в корпусе с возможностью поворота для установки рабочего зазора (натяга) в резьбовом соединении. Регулировка выполняется с помощью червяка 32, который находится в зацеплении с зубчатым венцом, нарезанным на наружной поверхности полугайки 6. На конце червяка имеется квадрат для ключа регулировки. Фланец 25 с уплотнением защищает полость каретки 24, в которой размещён ходовой винт 13, от загрязнения. Вся полость каретки 24 с направляющими закрыта гофрами 14, закреплёнными на кронштейнах 12 и 16. С другой стороны каретки также установлены гофры.

Ходовой винт 38 продольной подачи (см. рисунок 7.5) также установлен на двух опорах с защемлением, образованных спаренными радиально-упорными шарикоподшипниками 42 и 35.

Правая опора 35 смонтирована в корпусе 56, закреплённом на кронштейне 36, в полости которого размещён редуктор привода продольной подачи с зубчатым колесом 55.

Левая опора 42 смонтирована в корпусе 43, установленном в станине станка. Натяг в опорах винта создаётся гайками 34. На конце винта установлено червячное колесо 44 передачи на лимб отсчёта продольных перемещений, которое выполнено разрезным с целью устранения зазоров в зацеплении.

Конструкция ходовой шариковой гайки, состоящей из двух полу гаек 40 и 41, аналогична конструкции гайки поперечной подачи (см. рисунок 7.4, поз. 6 и 17, 7 и 15).

Полость каретки 23 продольной подачи (см. рисунок 7.5) закрыта от загрязнения фланцем 37 с уплотнением. На верхней части каретки 23 закреплены прямоугольные стальные закаленные направляющие 46 и 54 с опорами качения 49, 51 и 52. Аналогично конструкции направляющих поперечной подачи, натяг в направляющих создаётся торсионами 45, 50 и 53. Ходовой винт 38 и направляющие 46 и 54 защищены гофрами, закреплёнными на подвижных и относительно неподвижных частях суппорта.

Контроль положения каретки 24 суппорта осуществляется бесконтактными датчиками 47, 48.

Параметры точности механизмов подач, обеспечивающие высокую точность станка, следующие:

1. Отклонение от прямолинейности перемещения на всей длине хода, мм:
 

продольного суппорта (ось Z)	0,002
поперечного суппорта (ось X)	0,002
2. Непараллельность перемещения кареток суппортов к поверхности направляющих основания на всей длине хода, мм 0,005
3. Неперпендикулярность перемещения каретки поперечного суппорта к направляющим продольного суппорта на длине 110 мм, не более, мм 0,002
4. Осевая жёсткость опор ходовых винтов, не менее, Н/мкм 100
5. Осевой люфт ходовых винтов при осевой нагрузке 100 Н, не более, мкм 0,0005

### 7.3. Управление токарным станком мод. ТПК-125В

Управление станком может осуществляться в ручном режиме с помощью органов управления, расположенных на панели станка и расположенных на панелях устройства.

### 7.3.1. Органы управления панели пульта станка

Пульт управления станком расположен слева на основании станка.

В ручном режиме управление осуществляется, как правило, на этапе настройки, но может осуществляться и на этапе поднастройки операций.

На рисунке 7.6 представлены органы управления, расположенные на пульте управления станком.

### 7.3.2. Органы управления и контроля шагового привода

На панели пульта управления шагового привода показаны органы его управления и контроля (рисунок 7.7).

Тумблер РАБОТА – ПРОВЕРКА в положении РАБОТА – разрешает приём сигналов с устройства интерполяции и формирование их для выдачи на шаговые двигатели; в положении ПРОВЕРКА – обеспечивает управление шаговым приводом в автономном режиме.

Кнопка ВКЛ. – включение устройства ЧПУ в сеть, а кнопка ВЫКЛ. – выключение ЧПУ.

Кнопки ОДИН, 5, 50, 500, 1000, 2000; БЫСТРЫЙ ХОД, ШАГ, СБРОС – работают только в автоматическом режиме.

Табло РАБОТА – ПРОВЕРКА горит в соответствии с положением тумблера.

Лампа – СБОЙ УУШП – горит при сбое коммутатора фаз.

Шесть лампочек по оси X и по оси Z указывают на состояние фаз двигателей.

### 7.3.4. Режим РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

В режиме ручного управления перемещение подвижных органов станка происходит по командам с пульта оператора или пульта станка путем включения соответствующих органов



управления станком. В случае управления с пульта оператора проводят следующие операции:

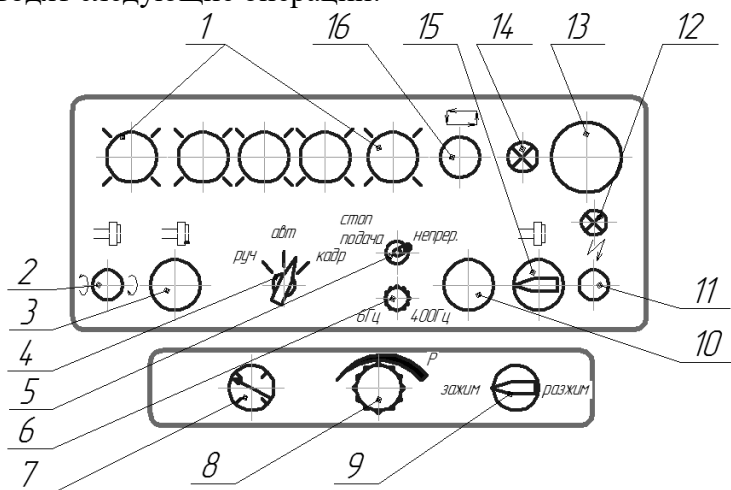


Рис. 7.6. Органы управления панели пульта станка:

1 – регуляторы вращения шпинделя в автоматическом режиме; 2 – переключатель направления вращения шпинделя; 3 – регулятор вращения шпинделя в режиме наладки; 4 – переключатель режима работы; 5 – регулятор продольной подачи суппорта в режиме наладки; 6 – регулятор поперечной подачи суппорта в режиме наладки; 7 – манометр давления; 8 – регулятор давления в сети; 9 – переключатель ручного зажима и разжима пневмопатрона; 10 – кнопка включения станка; 11 – кнопка общего выключения станка; 12 – сигнальная лампа включения сети; 13 – кнопка «СТОП»; 14 – сигнальная лампа включения автоматического цикла; 15 – указатель вида зажимного устройства; 16 – кнопка включения автоматического цикла

- для включения в работу механизмов подач устанавливают тумблеры X и Z в положение, соответствующее направлению перемещения инструмента со знаком плюс или минус по соответствующей координате. Величина перемещения зависит от скорости подачи, заданной на тумблере 6 Гц - 400 Гц,

и времени нахождения переключателя отработки координаты в крайнем положении;

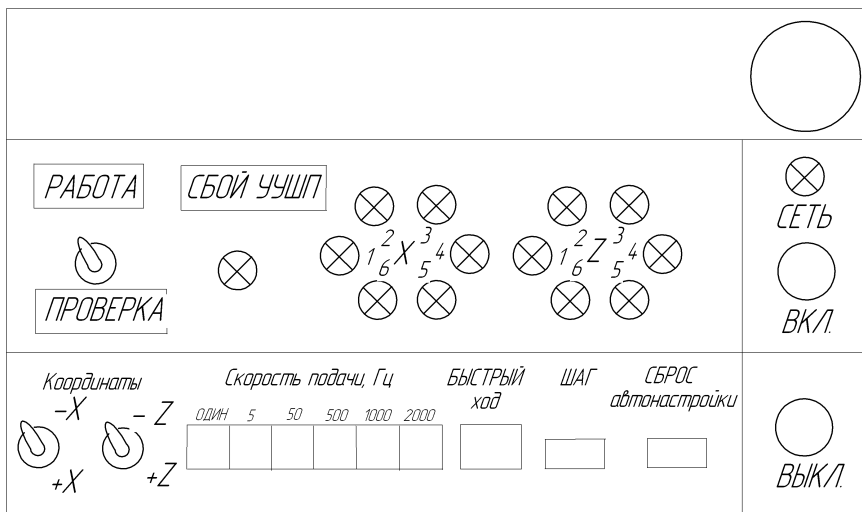


Рис. 7.7. Панель пульта управления шагового привода

- нажатием кнопки **БЫСТРЫЙ ХОД** задается максимально возможная скорость перемещения. Сначала должно быть выбрано направление, а затем нажата кнопка. При выключении отпускается кнопка **БЫСТРЫЙ ХОД**, затем отключается направление;

- нажатием кнопки **ШАГ** перемещение инструмента происходит на одну единицу дискретности.

### 7.3.5. Пуск станка

Органы управления на пульте станка (см. рисунок 7.6) устанавливаются в исходное положение: все кнопки не нажаты, на переключателях - нули, тумблеры - в среднем положении. При включении питания устройство автоматически устанавливается в исходное положение.

Переключатель направления вращения шпинделя переводится в среднее положение.

Ручку регулирования чисел оборотов шпинделя устанавливают в крайнее левое положение.

Ручки установки величин поперечной и продольной подач суппорта переводятся в крайнее левое положение.

Ручку управления креплением детали - в положение ЗАЖИМ.

Тумблер рода работ - в положение ПАТРОН или ПНЕВМАТ, в зависимости от рода работы.

На задней стенке станины станка включается автомат (см. рисунок 7.1), после чего на пульте управления станком загорается лампа СЕТЬ.

Нажимается кнопка ПУСК, после чего должна загореться лампочка ЧПУ на пульте станка, а также лампочка на блоках питания ЧПУ.

### 7.3.6. Работа станка

На пульте управления станком устанавливается:

- число оборотов шпинделя;
- величины подач суппортов;
- нажимом кнопки ИНСТРУМЕНТ нужный инструмент револьверной головки;
- нажимается кнопка СБРОС на пульте оператора системы ЧПУ;
- на пульте станка поворотом рукоятки ШПИНДЕЛЬ включается шпиндель в нужном направлении;
- направление перемещения суппорта на рабочих подачах включается соответствующим наклоном крестовика на станке;
- переключение на холостой ход производится нажимом кнопки на ручке крестовика станка;
- наклоном рукоятки крестовика выставляется суппорт в исходное положение.

#### 7.4. Контрольные вопросы

1. Назначение станка.
2. Какие предельные размеры обрабатываемых заготовок?
3. Какой класс точности станка, и какой класс точности обработки поверхности детали обеспечивает станок?
4. Перечислите основные конструктивные элементы несущей системы станка.
5. Опишите принцип передачи движения от двигателя к шпинделю. Какой диапазон частот вращения шпинделя? Как регулируется частота вращения шпинделя?
6. Какие особенности конструкции суппорта? По каким координатным осям может перемещаться суппорт?
7. Что является источником движения в приводах подач? Как управлять приводами подач при ручном, наладочном управлении?
8. Системы управления станком: как осуществляется ручное управление? С какой целью применяется ручное управление?
9. Перечислите назначения органов управления на пульте станка.
10. Как осуществить пуск и остановку станка?

#### 7.5. Содержание отчёта

1. Название и технические характеристики станка. Класс точности станка.
2. Система управления станком.
3. Описать компоновочное решение станка и его особенности.
4. Технологические возможности станка мод. ТПК-125В.
5. Кинематические связи станка. Особенности привода главного движения. Виды формообразующих движений в станке.

6. Описать конструкцию шпиндельной бабки и конструктивные решения, обеспечивающие высокую точность вращения шпинделя.

7. Описать конструкцию двухкоординатного суппорта и её элементы, обеспечивающие высокую точность перемещений.

8. Опишите принципы бесступенчатого регулирования двигателей приводов подач.

9. Какие пределы регулирования подачами в наладочном режиме работы станка?

10. Опишите органы управления и контроля размещенные на пультах управления станка.

Заключение.

## Лабораторная работа № 8

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И НАЛАДКА ТОКАРНОГО СТАНКА МОД. ТПК-125

Цель лабораторной работы – получение знаний и освоение методики поэтапной технологической подготовки станков с ЧПУ для выполнения операций механической обработки деталей и наладки станка на выполнение этой операции.

Основными задачами работы является освоение и изучение:

- этапов технологической подготовки токарных станков;
- состава технической документации, необходимой для выполнения технологической подготовки операции механической обработки детали;
- методики выполнения карты наладок и операционно-технологической карты на определенную операцию механической обработки;
- методики разработки управляющей программы на операцию механической обработки детали.

#### 8.1. Индивидуальное задание

Для выполнения работы студенту выдается техническая документация на деталь и технологический маршрут механической обработки (Приложение 1), заготовка детали и комплект инструментов.

Время выполнения работы 6 часов.

Требуется:

1. Изучить и освоить методику разработки УП для системы ЧПУ в коде *ISO-7bit*.
2. Составить план механической обработки заданной детали с определением видов формообразующих движений для операции обработки детали.

3. Составить план наладки станка на обработку заданной детали.
4. Составить операционно-технологическую карту обработки заданной детали.
5. Составить УП обработки заданной детали.

## 8.2. Основы методики составления управляющей программы для ЧПУ мод. H22-1M

Все данные, необходимые для обработки заготовки на станке, ЧПУ получает от УП, которая содержит два вида информации: геометрическую и технологическую.

Геометрическая информация – это координаты опорных точек траектории движения инструмента.

Технологическая информация – это данные о скорости, подаче, номерах инструмента, состоянии крепежных устройств, системы охлаждения и др.

Информация кодируется в алфавитном цифровом коде *ISO-7 bit*.

Обработка деталей заданной конфигурации на токарном станке с ЧПУ производится перемещением инструмента по траектории, обеспечивающей получение заданного контура детали. Траекторию рассчитывают в соответствии с технологической документацией (операционно-технологическая карта, карта крепежной оснастки, карта настройки инструмента, схема совмещения координат и т.п.). Задачей расчета траектории является определение координат опорных точек детали, образующихся пересечением или касанием геометрических элементов (отрезки прямых, дуги окружностей, кривые высших порядков) данной детали.

Координаты опорных точек задаются или в абсолютной системе координат, связанной с нулевой точкой станка, или в виде приращений координат конечных точек геометрического элемента относительно начальных, т.е. в относительной системе координат (в приращениях).

При токарной обработке деталей на станках с ЧПУ различают два вида траектории обработки: обработка непосредственно самого контура детали и эквидистантного контура. Центр окружности закругления резца при вершине называют центром инструмента. Величина радиуса закругления имеет строго определенное значение, задаваемое соответствующими ГОС-Тамами. При обработке детали для получения заданного контура центр инструмента должен двигаться по эквидистанте к заданному контуру на расстоянии, равном радиусу закругления вершины резца. Расчет координат опорных точек эквидистантного контура производится на основании координат опорных точек контура детали, которые определяются из чертежа детали.

### 8.2.1. Формат и структура кадра

Формат кадра УП – условная запись структуры и расположения слов в кадре УП с максимальным числом слов. Для ЧПУ мод. Н-22-1М формат и структура кадра с учетом рекомендуемой последовательности адресов следующие: *N3; G2; F5; X5, 6, 7; Z5, 6, 7; I5, 6, 7; K5, 6, 7; M3; S3; T3; L2; LF*.

Название слов УП приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Название слов с перечнем адресов  
и соответствующей разрядности

Символ адреса	Слово, разрядность данных	Название слова (содержание команды)	Использования в кадре
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>N</i>	3	Номер кадра	Обязательно в начале кадра
<i>G</i>	2	Подготовительная функция	При изменении условий перемещения
<i>X</i>	5, 6, 7	Координаты конеч-	При $X \neq 0$ обязательно



		ной точки	со знаком «+»
Продолжение табл. 8.1			
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Z</i>	5, 6, 7	То же по оси <i>Z</i>	При $Z \neq 0$ обязательно со знаком «+»
<i>I</i>	5, 6, 7	Координаты центра	При $I \neq 0$ со знаком «+»
<i>K</i>	5, 6, 7	Дуги относительно ее начальной точки соответственно по осям <i>X</i> , <i>Z</i>	При $K \neq 0$ со знаком «+»
<i>K</i>	7	Шаг резьбы	Только при G33 обязательно указывается знак «+»
<i>F</i>	5	Скорость подачи	При изменении подачи
<i>S</i>	3	Частота вращения шпинделя	При изменении частоты вращения шпинделя
<i>T</i>	3	Выбор инструмента	При изменении номера инструмента
<i>M</i>	3	Вспомогательная функция	В зависимости от технологии обработки
<i>L</i>	2	Коррекция	При вводе и отмене коррекции геометрической информации с пульта оператора

В управляющих программах для станков с ЧПУ используются специальные управляющие символы и специальные знаки, их значения приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2

Значения управляющих символов и специальных знаков

Обозначение символа		Наименование	Значение
латинское	русское		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

<i>LF</i>	ПС	Конец кадра	Символ, разделяющий кадры.
-----------	----	-------------	----------------------------

Продолжение табл. 8.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
%	%	Начало программы	Символ, обозначающий начало УП.
/	/	Пропуск кадра	Кадр с символом «/» не обрабатывается в режиме ПРОПУСК КАДРА

### 8.2.1.1. Задание номера кадра

Номер кадра задается адресом *N*, числовая информация – в адресе разряда

Например:

N005

N010

N015

Кадры бывают трех видов: главный, очередной и выпадающий.

Главный кадр обозначается символом «:». В главном кадре содержится информация, необходимая для работы очередным инструментом, независимо от ее наличия в предшествующих кадрах. Выпадающий кадр обозначается символом «/». Если на пульте оператора не нажата кнопка ПРОПУСК КАДРА, то кадры, отмеченные этим словом, выпадают, то есть не обрабатываются. Выпадающий кадр может быть и главным «:» и очередным /*N*. Очередной кадр указывает ввод новой информации.

### 8.2.1.2. Программирование подготовленных функций

Подготовительные функции задаются словом, содержащим адрес *G*, и двузначным кодовым числом (таблица 8.3).

Подготовительные функции определяют характер работы. Первая группа подготовительных функций определяет характер траектории движения инструмента.

Таблица 8.3

Кодирование  
подготовительных функций

Группа подготовительных функций	Область действия функции	Подготовительная функция			Код	Примечание
		наименование	направление	размеры		
1	2	3	4	5	6	7
1	Функция отменяет действие ранее заданной функции данной группы и выполняется до ввода	Линейная интерполяция	-	Нормальные	G01	Подготовительные функции G33 и G25 также отменяют действие функции данной
				Длинные	G10	
				Короткие	G11	
		Круговая интерполяция	По часовой стрелке	Нормальные	G02	
				Длинные	G20	
				Короткие	G21	
		Круговая интерполяция	Против часовой	Нормальные	G03	
				Длинные	G30	

	другой функции данной группы		стрелки	Короткие	G31	группы
--	------------------------------	--	---------	----------	-----	--------

Продолжение табл. 8.3

1	2	3	4	5	6	7
2	Функция отменяет действие ранее заданной функции данной группы и выполняется до ввода другой функции данной группы	Работа в приращении	-	-	G26	Задается в кадре, содержащем только технологическую информацию
		Работа в абсолютной системе координат	-	-	G27	
3	Функция выполняется только в том кадре, где она задана	Выдержка времени (пауза)	-	-	G04	Автоматически предполагают использование
		Возврат в ноль станка	-	-	G25	

		Режим резьбона- резания	-	-	G33	длинных размеров
		Ввод пла- вающего нуля (ли- нейное смещение нуля дета- ли)	-	-	G58	
		Отмена коррекции	-	-	G40	

Возможна линейная интерполяция (движение инструмента по отрезку прямой). Круговая интерполяция (движение инструмента по дуге окружности) возможна по часовой, или против часовой стрелки.

Каждая из подготовительных функций линейной и круговой интерполяции имеет три модификации для нормальных, длинных или коротких размеров. Признак размеров влияет только на разрядность геометрической информации, задаваемой в кадре по адресам  $X, Z, I, K$ .

$G10X +008200$  – длинные размеры

$G01X +08200$  – нормальные размеры

$G11X +8200$  – короткие размеры

Функции  $G25, G33, G58$  автоматически устанавливают признак длинных размеров.

Функции второй группы определяют систему координат, в которой будет задаваться геометрическая информация о перемещениях. Если задана работа в приращениях, то координаты конечной точки на данном участке определяются относительно начальной точки данного участка. При переходе на

следующий участок переносят начало координат в начальную точку участка, которая была конечной точкой предыдущего участка, и определяют координаты конечной точки на этом участке и т.д.

При работе в абсолютной системе координат определяют координаты опорных точек в системе координат, начало которой постоянно зафиксировано в одной точке.

### 8.2.1.3. Программирование перемещений при линейной интерполяции

В одном кадре можно отработать только один отрезок прямой. Режим линейной интерполяции определяется заданием соответствующей подготовительной функцией (см. таблицу 10.3):  $G01$  – нормальные размеры;  $G10$  – длинные размеры;  $G11$  – короткие размеры.

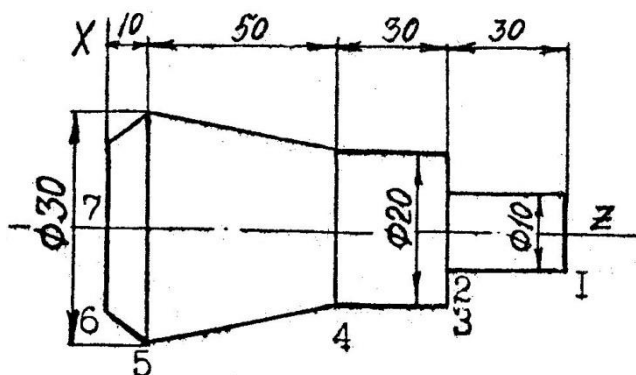
Максимальная величина программируемого перемещения при использовании длинных размеров в дискретах  $\pm 999999$ . Цена импульса по оси  $Z = 0,01$  мм; по оси  $X = 0,005$  мм. Соответственно максимальные перемещения при отработке по оси  $X \pm 4999,99$  мм; по оси  $Z \pm 9999,99$  мм.

Необходимо отметить, что для станка ТПК-125В цена импульса по оси  $X = 0,001$  мм, а по оси  $Z = 0,002$  мм. Таким образом, максимальное перемещение по оси  $X$  составит  $+999,99$  мм, по оси  $Z - 4999,99$  мм. Паспортное наибольшее перемещение поперечного суппорта 110 мм, продольного – 210 мм. Это и определяет предельные размеры заготовки для данного станка: диаметр – до 125 мм, длина – до 200 мм.

Для перевода размерности перемещений инструмента из миллиметров в импульсы для станка мод. ТПК-125В необходимо величину перемещения в миллиметрах умножить на одну тысячу по оси  $X$  и на пятьсот по оси  $Z$ .

Знак перемещений зависит от выбранной системы координат (относительной или абсолютной) и от того, с каким направлением координатных осей станка совпадает направление движения инструмента при обработке. Выход инструмента из нулевой точки станка в зону обработки должен всегда осуществляться в отрицательных направлениях по обеим осям.

Пример программирования перемещений при линейной интерполяции:



– в приращениях (без технологических команд):

Участок	Кадр	Программы	
	N010	G26	
1-2	N011	G10	Z - 015000
2-3	N012	X + 005000	
3-4	N013		Z - 015000
4-5	N014	X + 005000	Z - 025000
5-6	N015	X - 005000	Z - 005000

– в абсолютной системе координат (начало в точке 1):

Участок	Кадр	Программы	
	N010	G27	
1-2	N011	G10	Z - 015000
2-3	N012	X + 005000	Z - 015000
3-4	N013	X + 005000	Z - 030000
4-5	N014	X + 010000	Z - 055000
5-6	N015	X - 005000	Z - 060000

#### 8.2.1.4. Смещение нулевой точки

Под смещением нуля понимается перемещение (явное или условное) режущего инструмента из нулевой точки станка в зону обработки (в нулевую точку детали). Нулевая точка станка – это точка, в которой находится инструмент перед началом обработки по программе. Она фиксируется на продольных и поперечных направляющих суппорта станка с помощью специальных устройств и выбирается при наладке станка с учетом удобства обработки, установки и снятия детали, установки и замены инструмента.

Нулевой точкой детали ("0" детали) называется точка начала координат, связанных с деталью. При составлении программы какая-то опорная точка контура детали обязательно принимается за нуль детали (как правило, это точка начала обработки или технологическая база). Именно относительно этой точки задаются первые приращения координат (G26) или координаты всех опорных точек контура (G27).

Режим СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ задается функцией G58 и возможен только в абсолютной системе координат. Подготовительную функцию G58 нельзя задавать в одном кадре с коррекцией (L). Она программируется отдельным кадром без геометрической информации или с геометрической: X +000000,



Z +000000. Величина и знак смещения по каждой из координат набирается на декадных переключателях СМЕЩЕНИЕ 0X и СМЕЩЕНИЕ 0Z на пульте оператора. По функции G58 значения смещения переписываются в специальные регистры – накопители ЧПУ (HX и HZ).

Отрабатывается смещение только в кадре с соответствующими адресами X и Z. При этом величины смещения вычитаются от числовой информации, запрограммированной по адресам X и Z, и полученная разность отрабатывается. Чтобы отработать только смещение нуля, набранное на переключателях, необходимо задать X +000000, Z +000000. Смещение нуля отрабатывается с обратным знаком.

На станке ТПК-125В нуль станка выставляется с помощью специальной наладки. Для устройства Н22-1М функция G25 отменяет действие функции G58, т.е. после задания функции G25 для дальнейшей работы другим инструментом необходимо повторить функцию G58.

Например, на декадных переключателях набрано:

СМЕЩЕНИЕ 0X +030000, СМЕЩЕНИЕ 0Z +020000, т.е. расстояние от нуля станка до нуля детали – точки 1, по оси X = 30 мм, по оси Z = 40 мм. Для выхода в точку 1 в программе должны быть следующие кадры:

N008 G27 F10500 LF

N009 G58 X+000000 Z+000000 LF

Нуль станка остался без изменения, за нуль детали выбрана точка 7 (см. п. 10.2.1.3), а обработка детали начинается с точки 1, тогда:

N007 G27 F10500

N008 G58 LF

N009 X+005000 Z+060000 LF.

В этом случае на декадных переключателях смещения предварительно набраны значения: 0X +035000, 0Z +080000.

Действительное перемещение инструмента по осям составит:

$$X = +005000 - 035000 = -30000 \text{ имп.} = -30 \text{ мм}$$

$$Z = +060000 - 080000 = -20000 \text{ имп.} = -40 \text{ мм}$$

Таким образом, инструмент придёт в точку 1.

#### 8.2.1.5. Программирование возврата в нулевую точку станка

Возврат в нулевую точку станка происходит только в положительных направлениях поочерёдно по каждой из осей при задании подготовительной функции *G25*. В кадре с функцией *G25* автоматически устанавливается быстрый ход.

Пример:

*N090 G25 X +999999*

*N091 G25 Z +999999*

При программировании возврата в нулевую точку станка в абсолютной системе координат должно выполняться требование:

$$(X - HX) \leq +999999; \quad (Z - HZ) \leq +999999.$$

#### 8.2.1.6. Коррекция перемещений

Функция коррекции (адрес *L*) позволяет оперативно изменять геометрическую информацию, заданную в УП, и используется для компенсации износа инструмента или погрешностей его установки. Величины коррекции задаются на декадных переключателях с соответствующим знаком в импульсах.

Старший разряд адреса указывает тип коррекции:

«1» - коррекция по оси *X*;

«2» - коррекция по оси *Z*;

«3» - коррекция по двум осям одновременно.

Младший разряд адреса – номер корректора от 1 до 9.

Перед вводом коррекции в программу должен быть установлен режим линейной интерполяции. При работе в приращениях геометрическая информация в кадре алгебраически суммируется с величиной коррекции. При работе в абсолют-

ной системе координат величина коррекции алгебраически суммируется с величиной разности геометрической информации и геометрической информации в регистрах-накопителях.

Для отмены коррекции используется функция G40. При вводе в кадре функции G40 и адреса  $L$  набранная на пульте величина вводится с противоположным знаком, чем на пульте при работе в относительной системе координат, или блокируется в абсолютной системе координат.

Пример:

Износ инструмента 0,2 мм. В кадре программы указано L15. Переводим 0,2 мм в импульсы, это составит по оси  $X$  (-200 имп.). Пусть в данном кадре осуществляется работа в приращениях, и по адресу  $X$  перемещение составит (-1300 имп.), тогда с учетом коррекции перемещение в этом кадре будет:  $(-1300 + (-200) = -1500$  имп.). В данном станке коррекцию дают отдельным кадром.

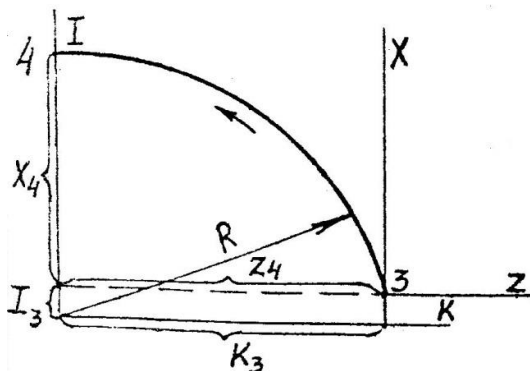
#### 8.2.1.7. Задание перемещений при круговой интерполяции

Круговая интерполяция осуществляется только в режиме работы в относительной системе координат (в приращениях). В одном кадре программы возможно задание дуги, лежащей только в одном квадранте.

Геометрическая информация о величине и направлении перемещений при круговой интерполяции, задаваемой соответствующими подготовительными функциями (см. таблицу 10.3), задается по адресам  $X$ ,  $Z$ ,  $I$ ,  $K$ .

По адресам  $X$  и  $Z$  указываются координаты конечной точки дуги относительно начальной точки с соответствующими знаками. По адресам  $I$  и  $K$  координаты начальной точки дуги относительно ее центра всегда со знаком плюс.

Пример программирования перемещений при круговой интерполяции:



Про-  
мируется дуга 3–4.

грам-

Размеры в импульсах  $X_4 = 7000$ ;  $Z_4 = 6500$ ;  $I_3 = 0050$ ;  
 $K_3 = 6500$ , тогда в программе должно быть:

G26

G31 X -7000 Z -6500

I +0050 K +6500

#### 8.2.1.8. Программирование подач

Скорость подачи задается адресом  $F$  и пятью десятизначными цифрами. Ввод в программу возможен как отдельным кадром, так и вместе с геометрической информацией.

В устройстве ЧПУ мод. Н22-1М возможно задание двух диапазонов скоростей рабочих подач и быстрого хода.

В первом диапазоне рабочих подач, старший разряд "1", возможно изменение подач от 1 до 1200 мм/мин.

Во втором диапазоне подач, старший разряд "2", возможно изменение подач от 0,05 до 60 мм/мин.

Для первого диапазона подач следующие разряды указывают значение величины подачи, во втором – для задания величины подачи в кадре необходимо рассчитанную величину подачи умножить на 20.

Быстрый ход задается по осям отдельно (устанавливается автоматически) словом  $F70000$ .

На станке ТПК-125В при задании подачи необходимо величину подачи умножить на пять.

Пример:

Подача 30 мм/мин задается  $F10150$

Подача 100 мм/мин –  $F10500$

Диапазон рабочих подач и быстрого хода по программе обеспечивается бесступенчатым регулированием частоты следования импульсов на обмотки шаговых двигателей.

Диапазон рабочих подач по оси  $X$  составляет от 0 до 100 мм/мин, быстрого хода – 480 мм/мин.

Диапазон рабочих подач по оси  $Z$  – от 0 до 200 мм/мин, быстрого хода – 960 мм/мин.

#### 8.2.1.9. Программирование частоты вращения шпинделя

Частота вращения шпинделя задается адресом  $S$  и тремя десятичными цифрами. Два младших разряда определяют код частоты вращения шпинделя. Старший разряд принимает два значения: или нуля, или единицы. При наличии признака нуля выполнение заданной технологической команды начинается вместе с обработкой геометрической информации. При наличии признака единицы обработка следующего кадра начинается только после получения подтверждения о выполнении заданной технологической команды сигналом ОТВЕТ СТАНКА. Это распространяется и на адреса  $T$  и  $M$ , которые рассматриваются ниже. Частота вращения шпинделя на станке ТПК-125В регулируется бесступенчато от 100 до 3000 мин<sup>-1</sup> и кодируется одним из пяти диапазонов.

Пример:

$S001$  – первый диапазон

Число оборотов шпинделя набирается вручную. При переходе с одного диапазона скоростей на другой необходимо вводить команду  $S000$  – остановка шпинделя.

Пример:

N008 G10 X+000800 S002

N009 S000

N010 S004

#### 8.2.1.10. Программирование смены инструмента

Смена инструмента кодируется адресом  $T$  и трехразрядным десятичным числом. Два младших разряда указывают номер позиции резцедержавки, обычно выполненной в виде револьверной головки.

Смена инструмента на станке ТПК-125В происходит при повороте револьверной головки на несколько позиций с повторением команды  $T101$  через выдержку времени (2 с).

Пример:

N007 T101

N008 G04 Z+001000 F10300

N009 T101

и т.д.

Смена инструмента для данного станка задаётся отдельным кадром.

#### 8.2.1.11. Программирование выдержки времени

Задание перерыва в отработке программы на определенное время осуществляется подготовительной функцией  $G04$ . При этом осуществляется линейная интерполяция, но происходит блокировка передачи импульсов на шаговые двигатели. Задавая определенное расстояние и скорость подачи, можно осуществить временную задержку. Если задано время задержки и подача, то необходимое количество импульсов по адресам с геометрической информацией:

$$N_{\text{диск } z} = F \cdot t_3 \cdot 500;$$

$$N_{\text{диск } x} = F \cdot t_3 \cdot 1000,$$

где  $N_{\text{диск } Z}$  – число импульсов по адресу  $Z$ ;  
 $N_{\text{диск } X}$  – число импульсов по адресу  $X$ ;  
 $F$  – скорость подачи, мм/мин;  
 $t_3$  – необходимая длительность паузы, мин.

Пример:

N020 G04 Z + 001000 F10300

Пауза, равная 2 с.

Признак размеров и режим интерполяции в кадре с G04 остаются от предыдущих кадров. Если в кадре с функцией G04 нужен другой признак размеров или тип интерполяции, то они вводятся отдельным кадром:

N015 Z – 3000 F10300

N016 G10

N017 G04 Z + 002000

Выдержка времени 4 секунды.

#### 8.2.1.12. Задание вспомогательных функций

Вспомогательная функция задается адресом  $M$  и трехзначным кодовым числом. Два младших разряда указывают код вспомогательной функции. Для ЧПУ мод. Н22-1М возможно задание 100 различных кодов. Для станка мод. ТПК-125В используются дополнительно следующие вспомогательные функции.

$M95$  – перемещение на рабочей подаче отрабатывается без разгона и торможения. Задаваемая скорость перемещения не выше 240 мм/мин. В нормальном режиме в каждом кадре программы в начале кадра скорость подачи увеличивается с нуля до заданной в этом кадре или ранее, а в конце происходит, торможение с заданной подачи до нулевой.

$M93$  – перемещение на рабочей подаче отрабатывается с разгоном или торможением до скорости, заданной следующим кадром, а при отсутствии перемещения в следующем кадре – до нулевой скорости.

M99 – отмена команд M93 и M95. Командой M99 разрешается пользоваться только при наличии "гладкого" контура, т.е. контура без смены направления перемещения по любой из координат в соседних кадрах. При смене направления по любой из координат необходимо программировать выдержку времени длительностью не менее 2 с, а затем задавать команду M99.

Перечисленные команды задаются перед кадром, скоростной режим которого они определяют без геометрической информации. Программирование выдержки времени и команды M99 разрешается совмещать в одном кадре.

Кроме команд M93, M95, M99 на станке ТПК – 125В используются команды:

M01 – останов с подтверждением;

M02 – конец программы;

M03 – вращение шпинделя по часовой стрелке;

M04 – вращение шпинделя против часовой стрелки.

Останов шпинделя программируется S000.

### 8.2.1.13. Вопросы для самоконтроля

Программирование возврата в нулевую точку станка.

Формат и структура кадра.

Программирование перемещений прямолинейной и круговой интерполяции.

Программирование подготовительных функций.

Ввод и отмена коррекции.

Смещение нуля отсчёта.

Программирование подачи и частоты вращения шпинделя.

### 8.3. Технологическая подготовка и наладка станка

Станок мод. ТПК-125В может работать в наладочном и автоматическом режимах по программе.



Обработка наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатыми и криволинейными поверхностями может производиться за один или несколько проходов, одним или несколькими различными инструментами, размещёнными в револьверной головке.

Технологическая подготовка операции обработки детали начинается с плана механической обработки поверхностей деталей конкретным инструментом.

Контур детали представляется из отдельных отрезков геометрических элементов: прямых, расположенных под различными углами относительно осевой линии, дуг окружностей и других кривых, соединяющихся между собой пересечением под различными углами или касанием. Точки конца одного геометрического элемента и начала другого называют опорными точками.

Для каждого элементарного отрезка обрабатываемого контура устанавливаются методы формообразования поверхности детали и требуемое сочетание движений исполнительных органов станка: шпинделя, продольного и поперечного суппортов, револьверной головки и др., что является основанием для разработки УП.

Информация о перемещении инструмента задаётся в УП в виде координат опорных точек, которые задают в абсолютной системе координат от нулевой точки станка, или в виде приращений координат конечных точек геометрических элементов контура, относительно начальных.

Программа обработки детали описывает траекторию движения центра инструмента (т.е. центра окружности закругления реза с радиусом  $r$ ).

Например, требуется обточить по наружному контуру стальную заготовку детали – штуцера за один проход (рисунок 8.1).

Выбираем инструмент – проходной резец с радиусом режущей кромки  $r = 1$  мм, материал режущей части – твёрдый сплав, скорость резания 100-120 м/мин.

На обрабатываемых поверхностях детали выделяем характерные по способам формообразования поверхности с координатами граничных (опорных) точек. На участке 2 – 3 (4 – 5) для формообразования торца детали требуется два простых движения:  $\Phi_V (B_1)$  – вращение детали и  $\Phi_S (П_3)$  – поперечная подача. На участках 5 – 6, 6 – 7 и 7 – 8 для формообразования поверхностей требуется одно простое движение  $\Phi_V (B_1)$  – скорости резания и сложные движения подач  $\Phi_S (П_2П_3)$  с использованием различных функций УП и определением различных координат опорных точек по осям  $X$  и  $Z$ .

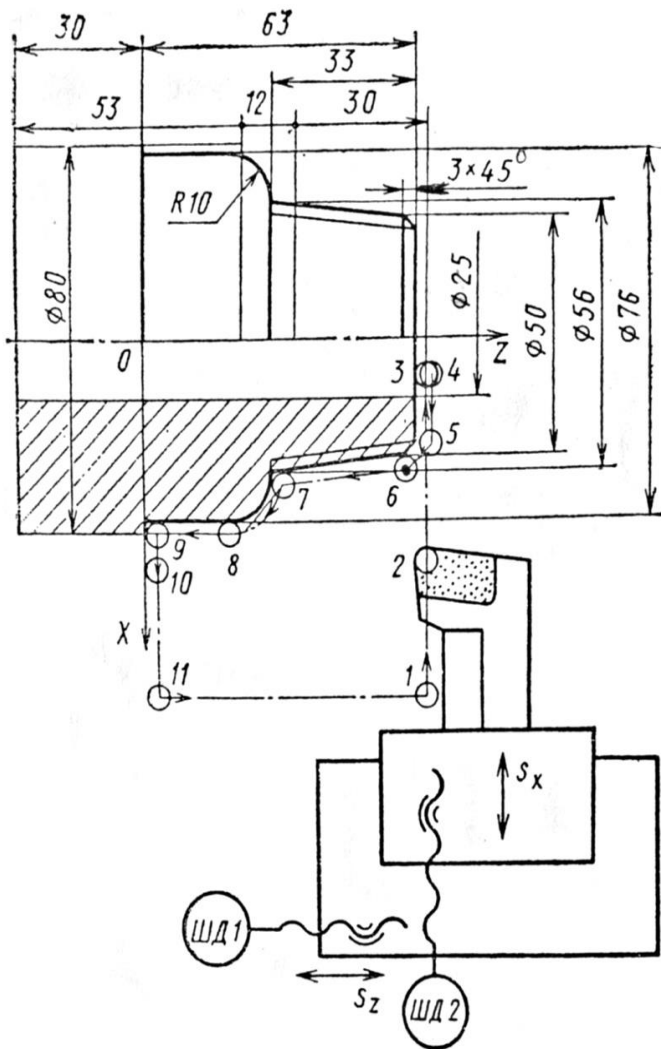


Рис. 8.1. Схема расчётных перемещений суппорта при обработке наружного контура детали

Если перемещения инструмента программируются в абсолютной системе координат, то координаты опорных точек траектории движения инструмента определяют простым сум-

мированием значений координат точек на схеме расчётных перемещений суппорта, считая начало координат зафиксированным в одной точке.

Если программирование перемещений ведётся в приращениях, то координаты конечной опорной точки предыдущего (обработанного) участка считаются начальной точкой следующего участка.

Величины перемещений рассчитывают по эквидистантному контуру обрабатываемой поверхности описываемым центром радиуса режущей кромки резца.

Например, величину перемещения суппорта по оси  $X$  с рабочей поперечной подачей при обработке торца заготовки из опорной точки 2 в точку 3, определяем как сумму размеров от точки 2 до контура заготовки, плюс толщина обработки, плюс перебег резца. Начальное положение центра резца (точка 2), перед включением рабочей подачи, устанавливаем на расстоянии 6 мм от контура заготовки, величину перебега резца в отверстии заготовки (точка 3) устанавливаем 5 мм.

Общая величина перемещения суппорта (резца) по оси  $X$  при подрезке торца заготовки в приращениях равна:

$$X_{2-3} = -(6,0 + 12,5 + 5,0) = -23,5 \text{ мм.}$$

Величину перемещения резца из точки 3 в точку 4 по оси  $Z$  задаём:  $Z_{3-4} = +3$  мм.

Величина обратного хода резца из точки 4 в точку 5 для обработки фаски определяется с учётом последующего изменения направления движения резца по осям  $X$  и  $Z$  (по сторонам прямоугольного треугольника):

$$X_{4-5} = 5,0 + 12,5 - (3 + 2,5) = +12,0 \text{ мм.}$$

сумма размеров  $(3 + 2,5)$  определяется величинами: фаски 3 мм, перемещения резца ( $Z_{3-4} = +3$ ) и поправки на смещение режущей кромки  $(-0,5 \text{ мм})$ .

Величины перемещений резца по осям  $X$  и  $Z$  при обработке фаски составят:

$$X_{5,6} = + 6,5 \text{ мм}; Z_{5,6} = - 6,5 \text{ мм}.$$

По такому же принципу ведётся расчёт остальной траектории движения резца.

Для записи в УП размерности перемещений инструмента переводят в импульсы с помощью коэффициентов:  $1000X$  и  $500Z$  (см. подразд. 8.2).

Если информация в УП задаётся в приращениях, то полученные в рассмотренном примере значения с соответствующими знаками определяют координаты опорных точек. Для записи ее в абсолютной системе координат необходимо произвести перерасчёт относительно осей координат.

Наглядное представление процесса обработки детали с использованием различных инструментов даёт карта наладки токарного станка, представленная на рисунке 8.2. Особенностью данного технологического процесса является обработка центрального отверстия непосредственно в составе операции обработки наружных поверхностей; при этом обрабатываемый конец детали поддерживается люнетом.

В местах смены инструмента номера опорных точек дополнены обозначением инструмента и номером позиции инструментального диска револьверной головки.

Операционно-технологическая карта представляет наиболее полную информацию о технологическом процессе по времени, режимам резания на каждом переходе, последовательности включения-выключения исполнительных механизмов станка.

Пример выполнения операционно-технологической карты для ранее описанной наладки представлен на рисунке 8.3.

В первой части карты приведена информация о времени и режимах резания.

Технологическое время даётся общецикловым  $T_{ц}$  (мин), в которое входят: вспомогательное  $T_{в}$  время, время холостых ходов  $T_{х}$ , время измерений  $T_{изм}$  и время рабочих ходов  $T_{р}$ . На каждый переход определяется время перехода  $T_i$ .





Параметры перехода включают также значения режимов резания: минутной подачи  $S_m$  (мм/мин) и скорости резания  $V$  (м/мин).

Во второй части операционно-технологической карты приводятся виды участвующих в технологическом процессе устройств и их состояние по опорным точкам технологических переходов. Далее, в первых трёх графах второй части даётся: номер позиции инструментального диска револьверной головки и координаты положения режущей кромки инструмента при смене позиции. На первой позиции револьверной головки установлено центровочное сверло, на второй позиции – проходной резец, на третьей – подрезной, на четвёртой, и пятой позициях чистовой проходной, на шестой – измерительная головка.

В четвёртой графе условно показаны исполнительные устройства и инструмент, в пятой графе – их состояние.

В последующих графах в соответствующих строках отмечено изменение состояния исполнительных устройств и инструмента по переходам технологического процесса.

Рассмотрим, какая информация представлена построчно в этих графах.

Первая строка – система охлаждения, за цикл обработки периодически включается перед рабочей подачей инструмента и выключается по завершению перехода обработки (отмечено знаком «+» в соответствующих строках и графах).

Вторая строка – люнет поддерживает деталь в средней части: зажим включается на первом установочном переходе одновременно с зажимом патроном (7 строка). Разжим люнета происходит после завершения обработки детали на 26 переходе с последующим разжимом патрона на 27 переходе.

Третья строка – центр, который устанавливается в пиноли задней бабки (четвёртая строка). Пиноль задней бабки с центром подводится к детали и поджимает её центром на шестом переходе после обработки центрального отверстия сверлом, установленным на первой позиции револьверной головки. Ре-



вольверная головка установлена на суппорте станка и перемещается при включении быстрой или рабочей подачи (пятая и шестая строки).

Быстрая подача (шестая строка) включается при положении суппорта в начальной, нулевой позиции; рабочая подача включается одновременно с включением вращения шпинделя (седьмая строка – патрон) на третьем переходе (см. рис. 8.2, третья позиция положения центровочного сверла). После перемещения сверла в пятую позицию, обработка закончена и включается быстрый отвод сверла в шестую позицию и поворот револьверной головки для смены инструмента (см. рисунок 8.3, восьмая строка – револьверная головка).

Далее обработка производится резцами (см. рисунок 8.2).

В седьмой опорной точке перехода включается рабочая подача и переключается частота вращения шпинделя на  $450 \text{ мин}^{-1}$ ;

В десятой опорной точке включается быстрый отвод резца в точку 11, переключается частота вращения шпинделя на  $280 \text{ мин}^{-1}$ , и включается рабочая подача обработки  $\phi 114 \text{ мм}$ .

В точке 12 включается быстрый ход для смены инструмента в точке 13 на подрезной резец, и вновь включается рабочая подача без смены частоты вращения шпинделя до точки 16. Затем: быстрый отвод инструмента в точку 17, поворот револьверной головки на четвертую или пятую позиции, на которых установлены резцы для чистовой обработки.

В опорной точке 18 происходит переключение частоты вращения шпинделя на  $630 \text{ мин}^{-1}$  и включение рабочей подачи для обработки небольшого участка поверхности  $\phi 69,5_{-0,03}$  до точки 19 для проверки точности обработки.

В опорной точке 19 включается быстрый отвод резца в точку 20. При этом происходит поворот револьверной головки на 6 позицию (измерительная головка), и выполняется измерение обработанной части поверхности. Затем револьверная головка поворачивается в обратном направлении для перевода чистового проходного резца в рабочее положение. При необ-

ходимости производится корректировка размера обрабатываемой поверхности, и в опорной точке 23 включается рабочая подача. С опорной точки 24 суппорт на ускоренной подаче перемещается в начальное положение, в точку 0. За это время выключается охлаждение, выключается вращение шпинделя, револьверная головка поворачивается на исходную позицию, затем происходит разжим люнета, отжим центра, отвод пиноли задней бабки и разжим патрона.

Цикл обработки закончился.

#### 8.4. Контрольные вопросы

1. Какую информацию содержит формат УП?
2. Основные правила разработки УП.
3. Какую информацию содержит формат кадра?
4. Как задаётся номер кадра?
5. Как программируются подготовительные функции? Что они определяют?
6. Как программируются перемещения при линейной интерполяции?
7. Как программируются перемещения при круговой интерполяции?
8. Что такое нулевая точка станка и детали? Как задаётся режим «смещение нуля», и в какой системе координат он используется?
9. Как программируются подачи?
10. Как программируется частота вращения шпинделя?
11. Как программируется смена инструмента?
12. Как программируется выдержка времени?
13. Что такое технологическая подготовка станка для обработки детали? Какие действия выполняются на этом этапе?
14. Как составляется карта наладки? Какую информацию содержит карта наладки?
15. Какую информацию содержит операционно-технологическая карта?

## 8.5. Содержание отчёта

1. По индивидуальному заданию составить план механической обработки детали с определением видов формообразующих движений для обрабатываемой поверхности.

2. Составить план наладки станка на обработку заданной детали с указанием способов установки и закрепления детали и инструментов и координат их положения в рабочем пространстве станка.

3. Составить карту наладки станка на обработку заданной поверхности детали.

4. Составить операционно-технологическую карту обработки заданной детали.

5. Составить управляющую программу обработки заданной поверхности детали.

6. Дать заключение о результатах практической проверки наладки и настройки станка на обработку заданной детали.

Заключение.

## Лабораторная работа № 9

### РАЗМЕРНАЯ НАСТРОЙКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Цель лабораторной работы – получение знаний и освоение способов технологической подготовки токарных станков с ЧПУ и приобретение навыков наладки их на операции обработки деталей.

Основными задачами работы являются изучение:

- конструкции инструментальных устройств токарных станков с ЧПУ;
- способов размерной настройки станка на конкретную операцию обработки;
- способов инструментальной настройки вне станка;
- конструкции и принципа работы прибора для размерной настройки инструмента;
- методики разработки карты наладки станка и освоение ее на конкретном примере, проведение проверки возможности практического выполнения разработанной наладки.

#### 9.1. Индивидуальное задание

Выполнение данной работы базируется на знаниях и навыках, приобретенных при выполнении лабораторной работы № 6, поэтому индивидуальное задание остается прежним.

Время выполнения работы 4 часа.

Требуется:

1. Изучить последовательность технологической подготовки станков моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т1 для выполнения операций технологического процесса.
2. Изучить методику разработки эскизов обработки заданных поверхностей.

3. Изучить правила выполнения технологической наладки станка на выполнение заданной операции обработки.

4. Изучить способ аварийного отключения привода подачи станка.

5. Изучить правила инструментальной настройки станка на выполнение заданной операции обработки.

6. Изучить способы снижения потерь времени (простоя) на настройку станка.

7. Изучить устройство прибора мод. БВ-2026 для размерной настройки инструмента.

8. Изучить способы настройки инструмента.

9. Выполнить практически установку инструмента в револьверной головке.

10. Проверить правильность настройки по габаритам рабочей зоны станка.

11. Разработать эскизы и карты наладки на заданную деталь.

## 9.2. Общие сведения

### 9.2.1. Инструментальное обеспечение токарных станков с ЧПУ моделей 16K20Ф3-С5 и 16K20Т1

Токарные станки с ЧПУ моделей 16K20Ф3-С5 и 16K20Т1 оснащены шестипозиционными револьверными головками, в которых может быть установлено шесть инструментов или три инструментальных блока.

Шестипозиционная револьверная головка установлена на каретке поперечного суппорта. Ее конструкция (рисунок 9.1) обеспечивает автоматическую смену инструмента в цикле обработки детали.

Корпус 1 жестко закреплен на каретке 5. Инструментальный диск 2 съемной конструкции закреплен на полумуфте 13, установленной на валу 8. На инструментальном диске может

быть установлено шесть резцов или три инструментальных блока.

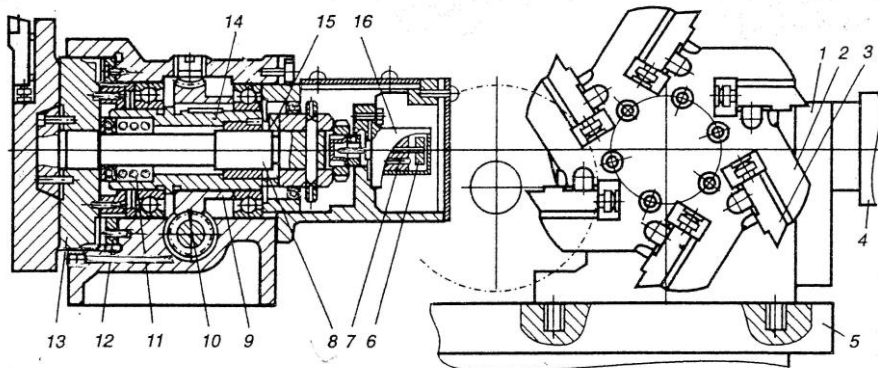


Рис. 9.1. Шестипозиционная револьверная головка станка мод. 16К20Ф3С5

Смена позиции инструментального диска происходит от электродвигателя М4 через пару зубчатых колес  $Z = 20$ ,  $Z = 62$  и червячную пару  $Z = 1$ ,  $Z = 38$  (см. рисунки 6.4 и 9.1, позиции 9, 10). Через муфты  $M_8$  и  $M_9$  вращение передается валу 8 (см. рисунок 6.4 и 9.1, позиции 14, 15). В начале этого движения вал перемещается влево под действием пружины 11, полумуфты 13, 12 расцепляются. Вал с головкой поворачивается в заданную позицию.

Подход головки в требуемую позицию фиксируется срабатыванием выключателя 7 командоаппарата 16, на который воздействует вращающийся синхронно с валом 8 магнитный кулачок 6. По команде герконов происходит реверс электродвигателя. Муфта 14 начинает вращаться в обратную сторону, а головка с полумуфтой 13 удерживается от поворота фиксатором. Кулачки муфты 14 упираются в кулачок полумуфты 15 и своими скосами отжимают последнюю вместе с валом в осевом направлении, сжимая пружину 11. Полумуфта 13 плотно сцепляется с плоскими зубьями полумуфты 12, надежно запирая вал 8 от поворота. Кулачок 6 нажимает на выключатель 7,

и электродвигатель отключается – револьверная головка готова к выполнению очередного рабочего цикла обработки новым инструментом. Поворот инструментального диска 2 на нужную позицию осуществляется при подаче сигнала на реле смены инструмента и кодовые реле позиции инструмента с включением электродвигателя.

Электронная схема построена на совпадении заданной позиции инструмента УЧПУ с позицией, определяемой концевыми выключателями контроля позиции инструментального диска. При совпадении позиции включается реле совпадения, которое дает команду на реверс револьверной головки.

По окончании цикла поворота инструментального диска происходит включение реле обратной связи, дающей сигнал в УЧПУ на продолжение отработки программы.

Предусмотрен ручной поворот головки при наладке станка. Резцовые вставки и инструментальные блоки настраивают вне станка с помощью индикаторов и оптических приборов. При настройке инструментальных блоков и резцовых вставок необходимо учитывать допустимые настроечные размеры и их зависимость от габаритных обрабатываемых заготовок.

Схемы предельных установочных размеров для настройки инструментальных дисков револьверной головки с различным набором инструментов приведены на рисунке 9.2.

Координаты режущих кромок по осям  $X$  и  $Z$  устанавливаемого в инструментальном диске револьверной головки инструмента точно определяются при разработке карты наладок.

### 9.2.2. Настройка режущего инструмента на размер

Для сокращения затрат времени настройку режущего инструмента на размер обычно проводят вне рабочего места станка с ЧПУ, чаще всего на специализированном участке настройки инструмента.

На рисунке 9.3 изображен прибор мод. БВ-2026, он предназначен для настройки инструментов станков с ЧПУ токар-

ной группы по заданным размерам в двух горизонтальных координатах. Прибор состоит из основания 2, на котором размещены две взаимно перпендикулярные каретки – нижняя (продольная) 7 и верхняя (поперечная) 6, которые перемещаются на шариковых направляющих, имеющих диаметр 10 мм.

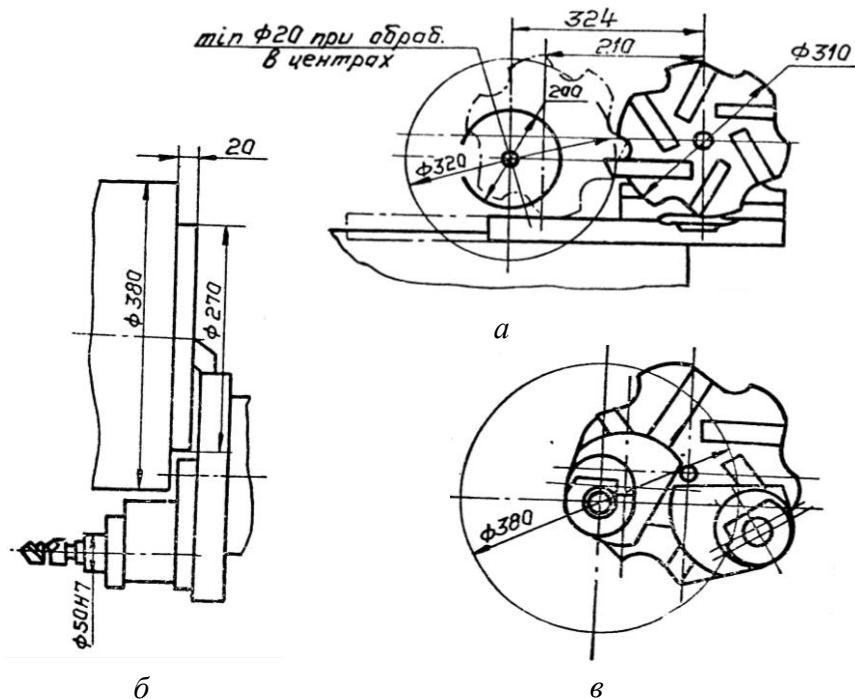


Рис. 9.2. Настройки револьверной головки по схемам:  
 а – установки резцовых вставок;  
 б – установки резцовых вставок и инструментальных блоков;  
 в – установки инструментальных блоков

Для точной установки координат обе каретки имеют микроподачи. На верхней каретке установлен кронштейн с закрепленным на нем проектором 5. Слева на основании укреп-



лен кронштейн 3 с устройством цифровой индикации 4 УЦИ Ф5291, по которому ведется отсчет по двум координатам.

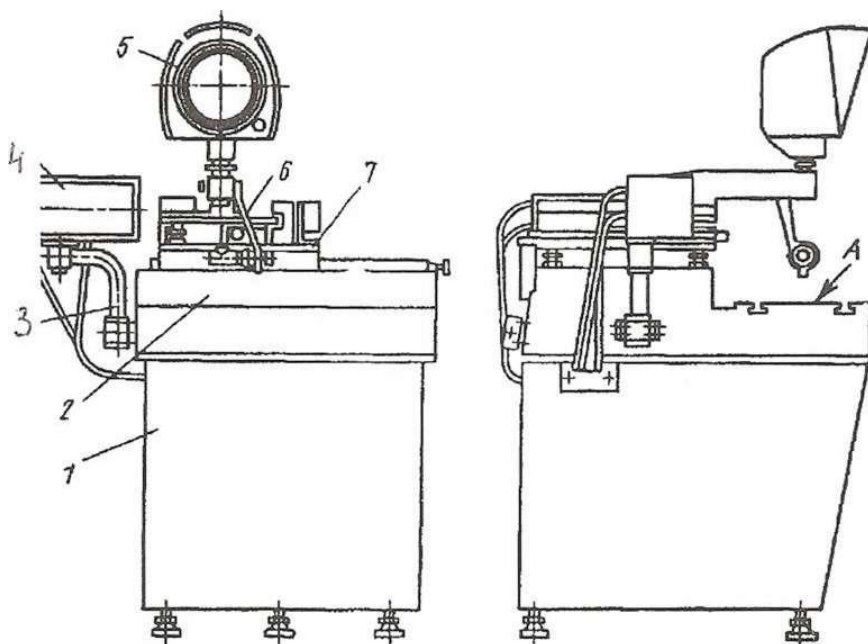


Рис. 9.3. Общий вид прибора мод. БВ-2026

Настраиваемый инструмент устанавливается в резцедержателях станков (например, станков мод. 16К20Ф3) или блоках, имитирующих резцедержатель (с посадочными размерами, соответствующими резцедержателю станка). Резцедержатель или блок крепится на основании прибора мод. БВ-2026 в базирующем приспособлении.

Кронштейн для подсветки проектора поворачивается вокруг оси объектива проектора на  $360^\circ$ , что позволяет настраивать инструмент, установленный слева и справа от оси объектива.

Настройка режущего инструмента на заданные координаты производится двумя способами.

*Первый способ настройки инструмента:*

- 1) установить в базирующее приспособление резцедержатель или блок с настраиваемым режущим инструментом;
- 2) перемещая каретки, установить проектор на координаты, соответствующие координатам карты настройки режущего инструмента. Отсчет координат вести по панели индикации;
- 3) произвести настройку режущего инструмента по перекрестию экрана проектора.

*Второй способ настройки инструмента:*

- 1) установить в базирующее приспособление резцедержатель или блок с настраиваемым режущим инструментом;
- 2) перемещая каретки, установить перекрестие экрана проектора по вершине режущей кромки инструмента;
- 3) на панели индикации снять действительные значения координат настраиваемого инструмента;
- 4) зная действительные и требуемые значения координат, рассчитать разницу между ними. Эту разницу значений ввести в программу станка с ЧПУ, имеющего корректирующие устройства.

Технические характеристики прибора

Рабочее перемещение кареток, мм:

продольное	300
поперечное	200
Увеличение проектора, крат	30
Линейное поле зрения проектора в плоскости предмета, мм, не менее	6,5
Радиус притупления резца, настраиваемого на приборе, мм, не более	3,0
Погрешность установки проектора в двух координатах, мм не более:	
поперечной	0,020
продольной	0,025
Расстояние от режущей кромки инструмента до оправы объектива проектора, мм	80±20
Шаг дискретности, мм	0,001

Габаритные размеры, мм, не более  
Масса, кг, не более

1035x970x960  
335

### 9.2.3. Настройка путевых выключателей

В целях сохранения целостности инструмента и конструкций на станках с ЧПУ, в случае ошибки программиста или наладчика, предусмотрена настройка аварийного отключения подач и станка в целом. Аварийное отключение происходит при контакте кулачков со штоками блоков конечных выключателей. Кулачки аварийного отключения подач монтируются в пазах линеек продольного и поперечного суппортов. Положение кулачков обеспечивает плавную остановку каретки суппорта без удара о смежные узлы.

Схемы расположения кулачков в пазах линеек поперечного перемещения суппортов приведены на рисунке 9.4.

Кулачки 1 аварийного отключения подачи воздействуют на штоки блока конечных выключателей за 5-8 мм до кулачков 2 аварийного отключения станка, а эти кулачки – за 5-8 мм до крайних положений поперечного суппорта и упора каретки в корпус задней бабки, а также резцов в кулачки патрона.

При ошибке программиста или наладчика, по команде от кулачков отключения подачи отключается подача узла в соответствующем направлении без удара о смежные узлы. При этом система программного управления и станок не отключаются, и информация от датчиков обратной связи сохраняется в памяти системы. По команде от кулачков аварийного отключения станка, его электросистема полностью отключается.

Схемы расположения кулачков в пазах линеек продольного перемещения суппортов приведены на рисунке 9.5.

Для предотвращения аварийного удара в заднюю бабку станка, на ней установлен аналогичный сдвоенный кулачок, команда от которого воздействует на блок электропереключателей, установленных на каретке станка.

На линейках продольного и поперечного перемещений суппортов станков (рисунки 9.4 и 9.5) установлены кулачки 3

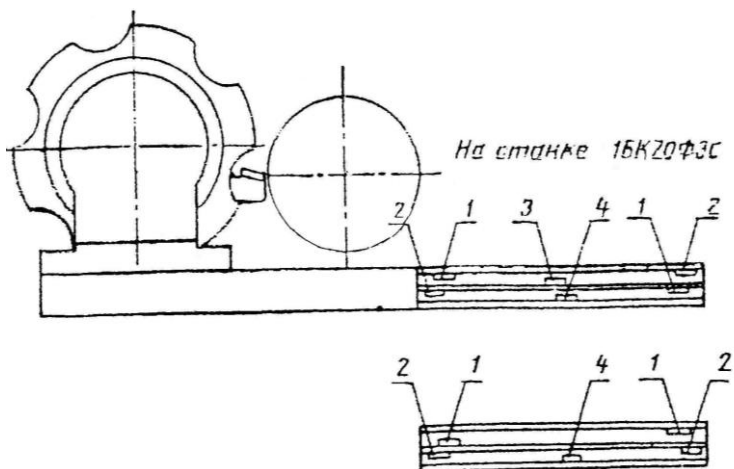


Рис. 9.4. Схема расположения кулачков в пазах линейки поперечного перемещения

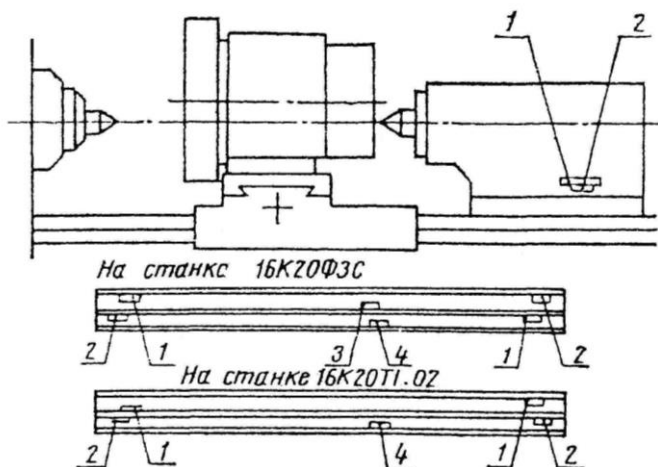


Рис. 9.5. Схема расположения кулачков в пазах линейки продольного перемещения

подачи команды на предварительное замедление скорости перемещения при выходе каретки и суппорта в фиксированное положение и кулачки 4 фиксированного положения.

#### 9.2.4. Технологическая подготовка и наладка станка

Станки 16К20Ф3-С5 и 16К20Т1 могут работать в наладочном и автоматическом режимах, по программе, записанной на программноносителе, или набранной на пульте ЭВМ.

Обработка наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатыми и криволинейными поверхностями может производиться за один или несколько проходов, одним или несколькими инструментами, размещенными в револьверной головке.

Наладка станка выполняется в соответствии с картой наладки. Основанием для разработки карты наладки является карта эскизов с указанием контуров и размеров обрабатываемых поверхностей заготовки.

Определяются количество и виды инструментов для обработки всех поверхностей, позиции их размещения в револьверной головке.

Устанавливаются начальные координаты положения режущих кромок инструмента по осям  $X$  и  $Z$ .

Разрабатывается технологический маршрут обработки, и рассчитываются режимы резания по всем переходам.

Пример карты эскизов обработки резьбового валика показан на рисунке 9.6. На карте эскизов представлен чертеж обрабатываемой на данной операции части детали с указанием контура заготовки. Показан способ установки и закрепления заготовки на станке.

На карте наладки (рисунок 9.7) в графах «Приспособления» указываются виды, обозначения и количество приспособлений.

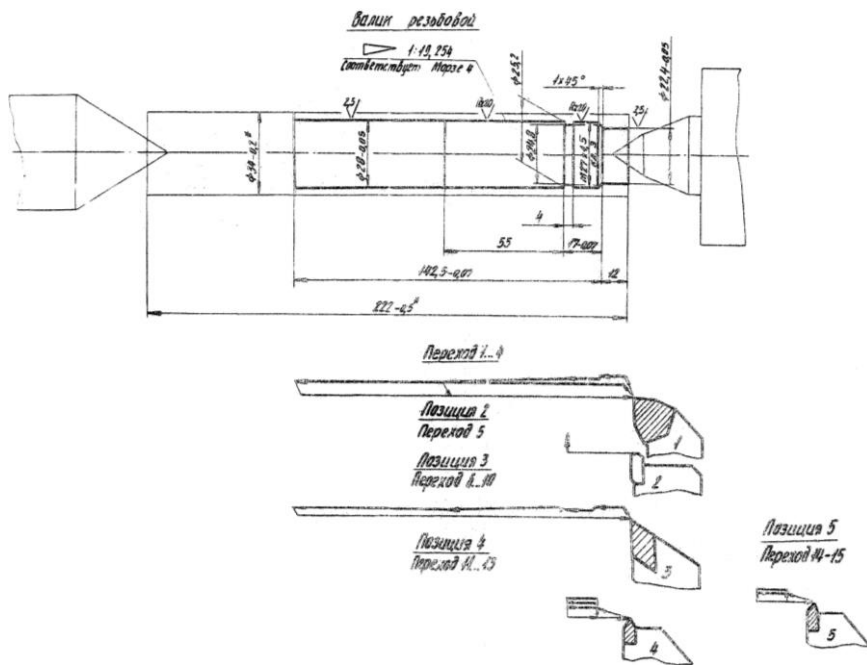


Рис. 9.6. Карта эскизов обработки резьбового валика

Заготовка				Материал		Твердость		Масса		Производительность, шт. в ч. при коэффициенте технологического использования станка					
Ø 34x222				Сталь 45				1,6							
Приспособления										Инструмент					
№№ п.п.	Обозначение	Наименование				Кол-во	Примечание	№№ позиций	X	Z	Режущий	R мм	Вспомогат.		
1		Патрон поводковый						1	162	40	Резец проходной	0,80			
2		Хомутик						2	162	40	Резец канавочный	-			
3		Центр упорный						3	162	40	Резец упорный	1,00			
4		Центр вращающийся						4	162	40	Резец резьбовой	0,11			
								5	162	40	Резец резьбовой	0,11			
								6							
№№ позиций	№ перехода	V, м/мин	n об/мин	T мм	S, мм/об	L, мм	T, мин	N, кВт	Содержание перехода						
1	1	85			0,5	154	0,385		Обточить Ø 34 до Ø 28,6						
	2	70		2,80	0,5	12	0,630		Обточить Ø 28,6 до Ø 23						
	3	70		0,80	0,5	17	0,650		Обточить Ø 28,6 до Ø 27						
	4	70		0,80	0,5	55	1,140		Обточить конус до Ø 27						
2	5	70		4,00	5,0	1,5	0,137		Проточить канавку Ø 24,8h4						

Рис. 9.7. Карта наладки токарной обработки резьбового валика (начало)

№№ позиций	№ перехода	V, м/мин	n об/мин	T мм	S, мм/об	L, мм	T, мин	N, кВт	Содержание перехода
3	6	81		0,30	0,2	12	0,054		Обточить Ø 23 до Ø 22,4
	7	95		1,20	0,2	1,4	0,058		Обточить фаску 1x45°
	8	95		0,15	0,2	17	0,250		Обточить Ø 27 до Ø 26,7
	9	95		0,90	0,2	55	0,250		Обточить конус Морзе 4
	10	95		0,30	0,2	50,5	0,250		Обточить Ø 28,6 до Ø 28 <sub>0,03</sub>
4	11	68		0,30	1,5	13	0,020		Нарезать резьбу M27x1,5, I проход
	12	68		0,20	1,5	13	0,020		Нарезать резьбу M27x1,5, II проход
	13	68		0,20	1,5	13	0,020		Нарезать резьбу M27x1,5, III проход
5	14	68		0,11	1,5	13	0,020		Нарезать резьбу M27x1,5, IV проход
	15	68		0,05	1,5	13	0,020		Нарезать резьбу M27x1,5, V проход

Рис. 9.7. Карта наладки токарной обработки резьбового валика (окончание)



Намеченный для использования в процессе обработки инструмент (для наглядности он показан на карте эскизов с траекторией на каждом переходе (см. рисунок 9.6)) должен быть закреплен на инструментальном диске револьверной головки с точно установленными координатами режущей кромки по осям X и Z, которые указываются в графах «Инструмент» (см. рисунок 9.7).

Намечаются траектории перемещения каждого инструмента по переходам обработки. Проверяется возможность выполнения разработанного плана обработки в соответствии со схемой технологических возможностей станка (рисунок 9.8).

Заключительными этапами технологической подготовки и наладки станка являются следующие:

- подбирается инструмент в соответствии с картой наладки, проверяется отсутствие на нём повреждений, надежность крепления режущих пластин, правильность заточки и т.д.;

- устанавливается настроенный инструмент в рабочие позиции револьверной головки;

- устанавливается предусмотренный картой наладки вид зажимного патрона и проверяется надежность закрепления заготовки;

- устанавливается переключатель режима работы пульта устройства ЧПУ в положение ручной работы в режиме "От станка";

- при отсутствии внешних повреждений у станка и пульта устройства ЧПУ, препятствующих пуску, проверяется: работоспособность органов станка на холостом ходу, работа ограничивающих кулачков; исправность сигнализации на пульте управления ЧПУ.

### 9.3. Контрольные вопросы

1. Какой вид инструментальных устройств имеется на станках моделей 16К20Ф3С5 и 16К20Т1?

2. Какие виды режущих инструментов используются на этих станках?

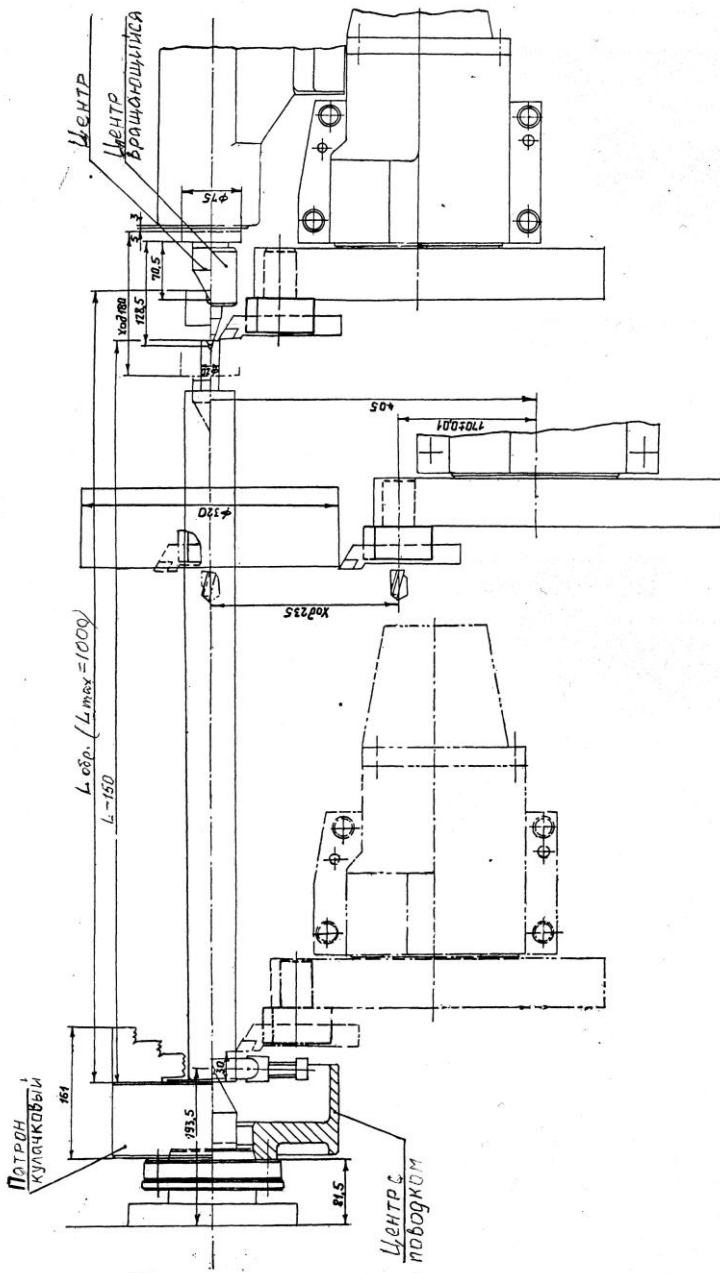


Рис. 9.8. Схема технологических возможностей станка мод. 16К20Т1

3. Как осуществляется смена инструментов в процессе обработки?

4. Расскажите об устройстве револьверной головки.

5. Какие ограничения необходимо выдерживать при определении положения режущих кромок инструмента?

6. Какие способы существуют для настройки инструмента вне станка?

7. Расскажите о конструкции и принципах работы прибора для размерной настройки инструмента.

8. Какая последовательность разработки карты эскизов?

9. Какие параметры настройки определяются при разработке карты наладок?

10. Как осуществлять проверку соответствия разработанного плана обработки, представленного в карте наладок, параметрам технологических возможностей станка?

#### 9.4. Содержание отчета

1. Индивидуальное задание (эскиз детали, перечень инструментов, технологический маршрут обработки).

2. Описать устройство револьверной головки.

3. Описать принцип разработки карт эскизов и наладки станка мод. 16K20T1 на операцию обработки заданной детали.

4. Описать способы снижения потерь времени (простоя станка) на наладку.

5. Описать принцип настройки режущих инструментов станка с ЧПУ, сокращающей затраты времени на наладку станка.

6. Описать конструкцию путевых выключателей, служащих для предотвращения поломки инструмента и узлов станка, и правила их установки.

7. Привести пример разработанных карт: эскиза обработки и наладки токарной обработки на заданную деталь.

8. Описать последовательность проверки и пробного включения станка с пульта устройства ЧПУ.

Заключение.

## Лабораторная работа № 10

### НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО СТАНКОВ МОДЕЛЕЙ 3А642 И 3Е642, НАЛАДКА НА ЗАТОЧКУ ИНСТРУМЕНТА

Цель лабораторной работы – получение знаний об устройстве, кинематической структуре и наладке на обработку универсально-заточного станка. Приобретение навыков настройки и наладки станка на операцию заточки фрез.

Задачами работы являются изучение:

- назначения и технических характеристик универсально-заточного станка;
- особенностей компоновки, технологических возможностей заточных шлифовальных станков с горизонтальным расположением оси шпинделя;
- конструктивных особенностей привода главного движения и подач станка;
- взаимосвязей движений исполнительных механизмов станка для реализации выбранных методов формообразования при заточке инструментов.
- методики определения параметров настройки станка на требуемые углы заточки фрез.

#### 10.1. Индивидуальное задание

Объектом изучения являются универсально-заточные станки моделей 3Е642 и 3А642.

Для выполнения работы студенту выдается чертеж фрезы с указанием углов заточки, алмазно-абразивные инструменты, мерительный инструмент, необходимый для контроля полученных углов заточки фрезы.

Время выполнения работы – 4 часа.

Требуется:

1. Изучить назначение и устройство станков моделей ЗЕ642 и ЗА642.
2. Изучить конструкции исполнительных механизмов заточных станков.
3. Изучить технологические возможности этих станков.
4. Изучить приспособления, предназначенные и используемые для заточки инструментов (фрез, метчиков и др.).
5. Разработать схему наладки универсально-заточного станка на заточку торцевых, дисковых фрез и других инструментов.
6. Освоить способы настройки приспособлений и станка практически.

## 10.2. Общие сведения

### 10.2.1. Виды движений исполнительных механизмов заточных станков

Универсально-заточные станки, моделей ЗА642 (рисунок 10.1) и ЗЕ642 предназначены для затачивания режущих инструментов: разверток, метчиков, спиральных сверл, зенкеров, радиальных и тангенциальных плашек, фрез, фрезерных головок, долбяков и др. Кроме того, на станке можно производить круглое (наружное и внутреннее) и плоское шлифование.

Технические характеристики станка мод. ЗА642	
Высота центров, мм	125
Расстояние между центрами передней и задней бабки, мм	650
Расстояние между центрами головки и задней бабки, мм	400
Расстояние между осью шлифовального круга и линией центров, мм:	
наименьшее	70
наибольшее	300

Поверхность стола (длина x ширина), мм	920x134
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное	400
поперечное	230
Наибольший угол поворота стола, град.	120
Поперечное перемещение стола на одно деление лимба, мм	0,02
Поперечное перемещение стола на один оборот лимба, мм	2
Наибольший угол поворота шлифовальной бабки, град.	270
Наибольшее вертикальное перемещение шлифовальной бабки, мм:	
выше линии центров	50
ниже линии центров	55
Вертикальное перемещение шлифовальной бабки на одно деление лимба, мм	0,02
Конусность конца шлифовального шпинделя	1:5
Наибольший диаметр шлифовального круга, мм:	
обыкновенного	150
фасонного	200
Ширина шлифовального круга, мм:	
обыкновенного	13
фасонного	60
Механика главного движения:	
частота вращения шлифовального круга, мин <sup>-1</sup> :	
На малом шкиве электродвигателя	
Частота вращения шлифовального круга, мин <sup>-1</sup> :	
на малом шкиве электродвигателя	3730
на большом шкиве электродвигателя	5600
Электродвигатель привода главного движения:	
мощность, кВт	0,65
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	2800

Габарит станка (длина х ширина х высота), мм 1730x1460x170

Масса станка, кг

1000

При затачивании и шлифовании деталей и инструментов используют нормальные или специальные приспособления, устанавливаемые на столе станка. Стол перемещается с помощью ручного (станок мод. 3А642) или гидравлического (станок мод. 3Е642) привода.

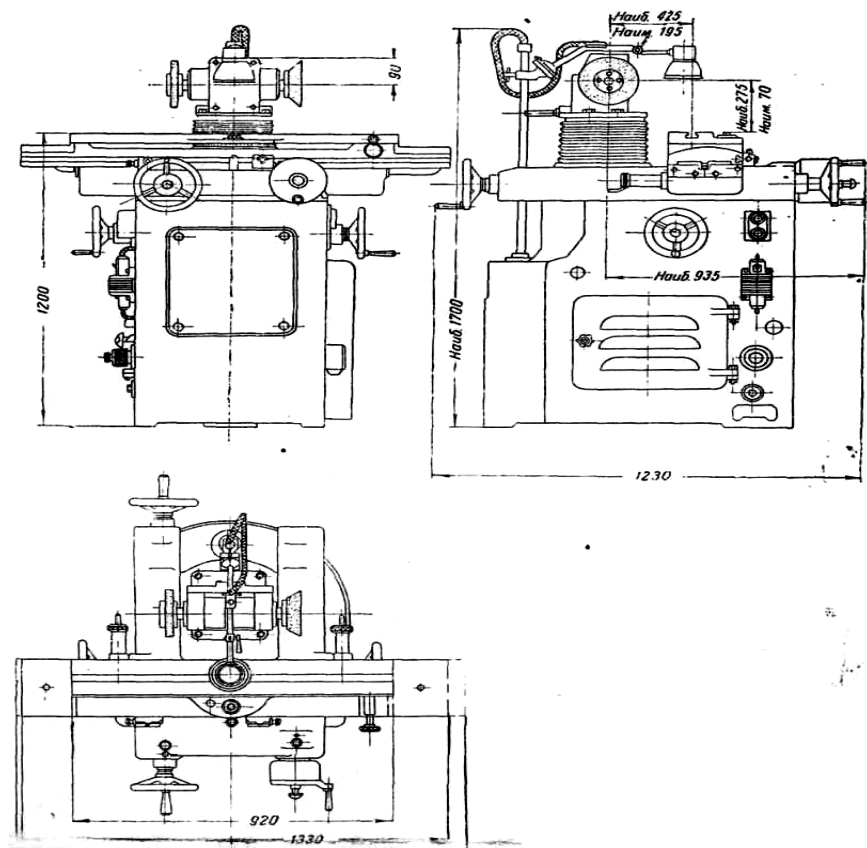


Рис. 10.1. Общий вид станка мод. 3А642

## 10.2.2. Кинематика станка

Кинематические связи в станке осуществляются рядом кинематических цепей (рисунок 10.2), служащих для передачи следующих движений:

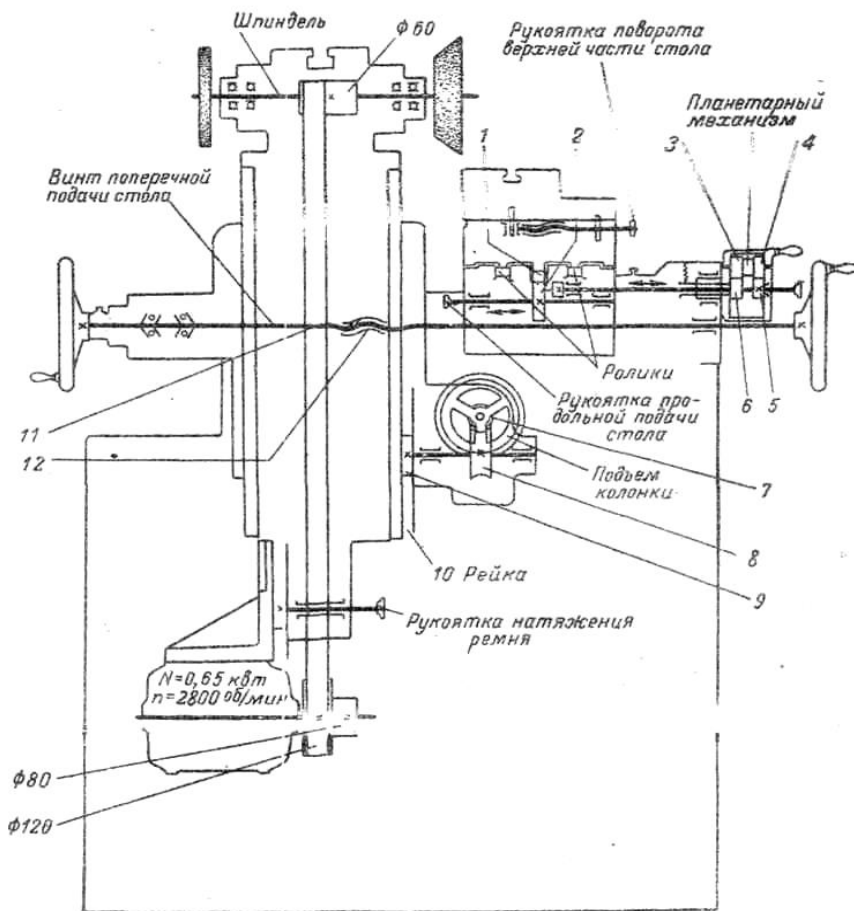


Рис. 10.2. Кинематическая схема станка мод. 3А642

- 1) вращательного движения шпинделя;
- 2) продольного перемещения стола;



- 3) поперечного перемещения стола;
- 4) вертикального перемещения шпинделя;
- 5) поворота шпиндельной головки (бабки).

Все механизмы станка мод. 3А642, за исключением шпинделя, приводятся в движение вручную. В станке мод. 3Е642 есть продольное автоматизированное гидравлическое движение стола.

*Вращательное движение шпинделя* обоих станков одинаково: со шкива электродвигателя вращение передается бесконечным тканым ремнем на шкив шпинделя. Шкив на электродвигателе – двухступенчатый. Каждой ступени соответствует определенная скорость шпинделя: 3730 и 5600 мин<sup>-1</sup>.

*Продольное ручное перемещение стола* станка мод. 3А642 осуществляется с двух сторон станка, независимо друг от друга. При помощи рукоятки приводится во вращение зубчатое колесо 2, которое перемещает рейку 1 и связанный с нею верхний стол.

Для выполнения наружного и внутреннего круглого шлифования, а также плоского шлифования в станке устанавливается планетарный механизм, который состоит из коробки с зубчатыми колесами 3, 4, 5, 6 и передает замедленное движение от рукоятки к зубчатому колесу 2, сцепляющемуся с рейкой 1 верхнего стола.

*Поперечное перемещение стола* осуществляется вращением маховика, сидящего на винте 11, и перемещающегося вместе с нижними салазками относительно неподвижной гайки 12. Для удобства обслуживания станка с обеих сторон на концах винта 11 расположены маховики. Точный поворот верхней части верхнего стола вокруг оси производится вручную при помощи специального винта.

*Вертикальное перемещение шпинделя* осуществляется подъемом колонки. Вращением маховика приводят во вращение однозаходный левый червяк 7, который через червячное колесо 8 передает движение зубчатому колесу 9, сидящему с

ним на одном валу. Зубчатое колесо 9 перемещает рейку 10, а вместе с ней и колонку с укрепленной на ней шпindelной бабкой. К колонке прикреплен кронштейн с электродвигателем. Натяжение ремня осуществляется перемещением кронштейна с электродвигателем.

### 10.3. Описание конструкции основных узлов

**Станина.** Станина 1, на которой устанавливаются все узлы станка (рисунок 10.3), представляет собой жесткую, устойчивую тумбу, конструктивные особенности которой исключают возможность деформации и вибрации при работе станка.

Внутренняя полость станины по своему объему позволяет свободно расположить горловину 7 с вертикально подвижной колонкой 3 и электродвигатель 9, что обеспечивает удобство их обслуживания.

На верхней плоскости станины имеются плоская и призматическая направляющие. По направляющим перемещаются салазки суппорта для осуществления поперечного хода стола. Для обслуживания электродвигателя 9 в боковой стенке станины имеется люк, закрываемый дверкой.

**Привод.** Вращение шпинделя осуществляется от электродвигателя 9, установленного на кронштейне 2, перевернутого к хвостовику нижней части колонки 3.

Кронштейн может перемещаться вниз и вверх по отношению к колонке, чем обеспечивается перестановка ремня 4 на двухступенчатом шкиве 5 и его натяжение. Кронштейн крепится к колонке через резиновые прокладки 6, тормозящие кронштейн при ослаблении болтов 8.

При перестановке ремня с одного диаметра шкива на другой или регулировании натяжения ремня болты 8 отпускаются; электродвигатель 9 перемещается вверх или вниз, чем обеспечивается его нужное положение. После это-

го положение электродвигателя фиксируется затягиванием болтов 8.

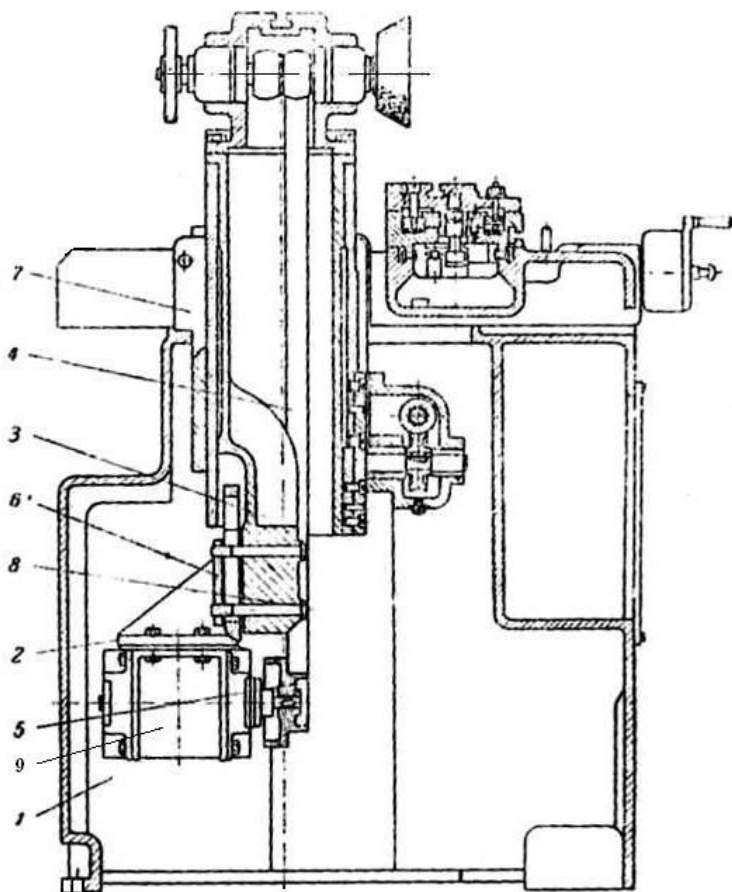


Рис. 10.3. Устройство станка мод. 3А642  
(поперечное сечение)

**Механизм подъема шлифовальной головки.** Горловина 1 (рисунок 10.4.) представляет собой втулку, фланец которой закреплен на верхней плоскости станины между направляющими.

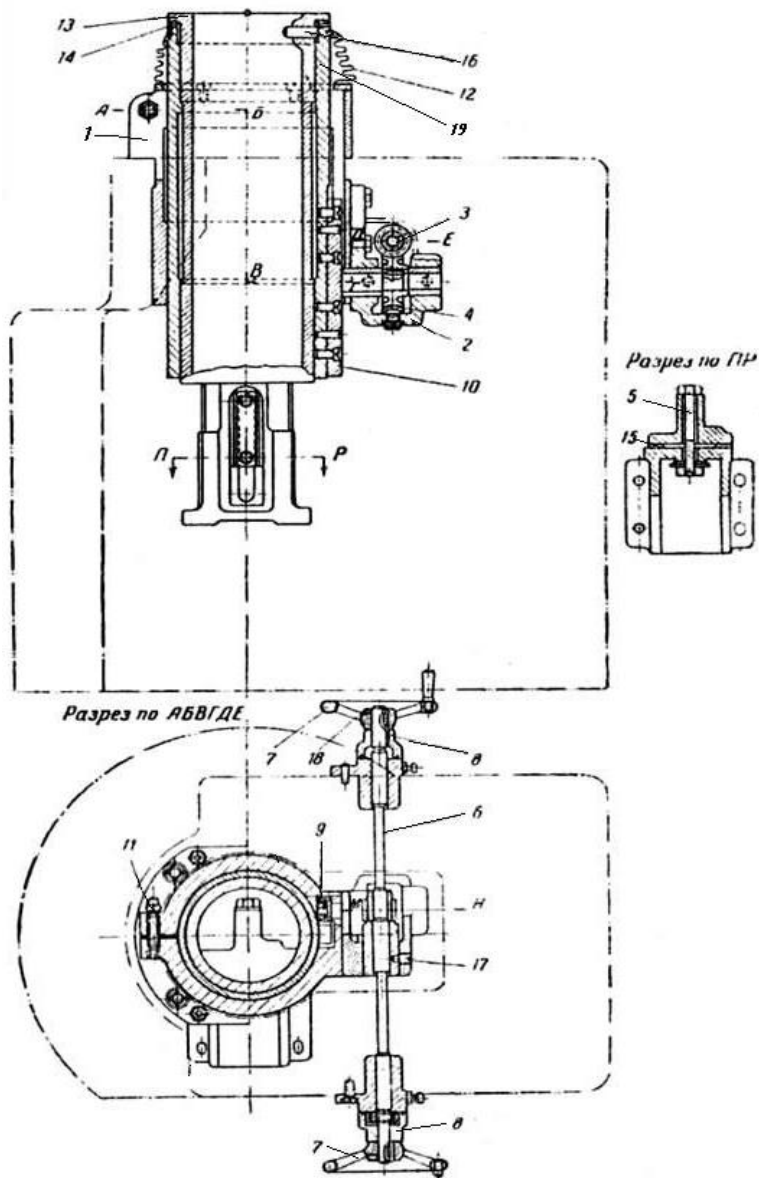


Рис. 10.4. Механизм подъема шлифовальной головки станка мод. 3А642

Горловина в нижней части имеет площадку для установки кронштейна 2, в котором помещена червячная передача 3-4, приводимая во вращение от вала 6, проходящего через станину, и имеющая на обоих концах маховики 7 и установочные кольца 8. Осью червячного колеса кронштейна является хвостовик реечного зубчатого колеса 9, проходящий внутрь горловины 1.

В отверстии горловины помещена гильза, к боковой поверхности которой прикреплена рейка 10, сцепляющаяся с реечным зубчатым колесом 9.

Дополнительное назначение рейки – препятствовать проворачиванию гильзы в отверстии горловины, для чего последняя имеет паз, в котором рейка скользит, как шпонка.

Указанное устройство предназначено для подъема и опускания гильзы 19 вращением маховиков вала 6. Благодаря наличию установочных колец 8 это перемещение может производиться с точностью до 0,02 мм.

Для возможности жесткого закрепления гильзы 19 в установленном положении, верхняя наружная часть горловины 1 имеет разрез и при заворачивании гайки 11 охватывает гильзу, как хомут.

Чехол 12 из ткани, закрывающий выступающую из горловины часть гильзы, предохраняет ее поверхность от попадания абразивной пыли. В отверстии гильзы находится колонка 13, опирающаяся на ее верхний торец своим фланцем. На нижнем конце колонки закреплен кронштейн с подmotorной плитой, предназначенный для установки и регулировки вертикального положения электродвигателя. Крепление кронштейна на колонке 13 осуществляется болтами 5 через резиновые прокладки 15.

Колонка свободно расположена в отверстии гильзы и может быть, таким образом, повернута на требуемый угол.

Для отсчета угла поворота колонки 13 на фланце нанесена нулевая риска, а под фланцем на гильзе установ-

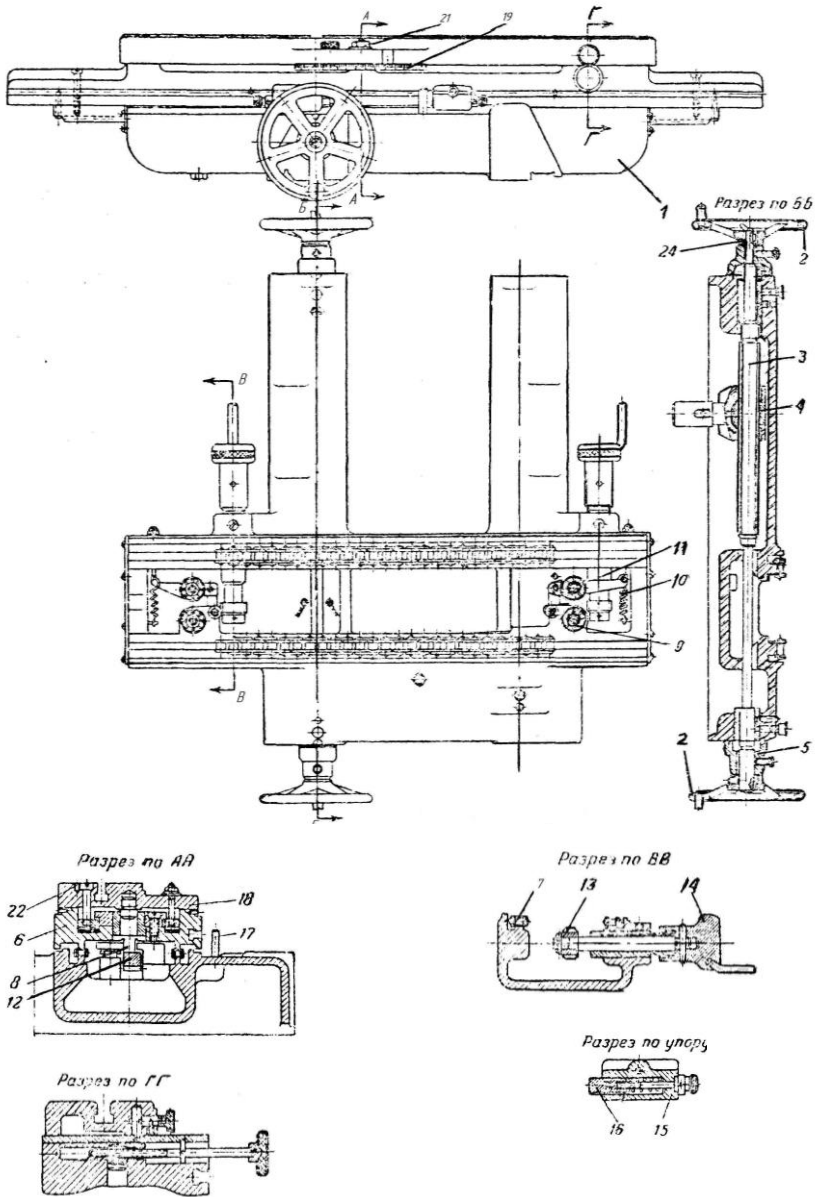


Рис. 10.5. Суппорт станка мод. 3А642

лено кольцо 14 с градуировкой. Фиксация поворота колонки осуществляется тормозным пальцем 16, на который давит коромысло шлифовальной головки.

**Суппорт.** Суппорт состоит из нижних салазок, верхних салазок и поворотного стола. Нижние салазки 1 (рисунок .10.5) П-образной формы с двумя выступами, в которых есть призматические направляющие, перемещаются по направляющим станины.

Перемещение (подача) производится от ручных маховичков 2 через ходовой винт 3, пропущенный сквозь левый выступ нижних салазок и специальную гайку 4, укрепленную на станине. Установочные кольца 5 на концах ходового винта позволяют перемещать суппорт с точностью до 0,02 мм.

Верхние салазки (продольные) 6 имеют внизу направляющие, которым соответствуют такие же направляющие нижних салазок, обращенные кверху. Между нижними и верхними направляющими; уложены ролики 7, работающие как катки, на которых передвигаются верхние салазки. Для того чтобы ролики не сбивались, они соединены в цепи, звенья которых служат сепаратором (по аналогии с роликоподшипником).

Ролики не могут препятствовать боковым сдвигам салазок для направления их в горизонтальной плоскости посередине, поэтому имеется точно обработанное ребро 8, которым салазки прижимаются к двум прецизионным шарикоподшипникам 9, сидящим на неподвижных осях. Боковой натяг создается пружиной 10 через шарикоподшипники 11. Таким образом, при продольном ходе трение скольжения отсутствует и заменяется трением качения. Подшипники на неподвижных осях – прецизионные.

К ребру верхних салазок 6 привернута длинная составная рейка 12, которая может сцепляться с реечными зубчатыми колесами 13, расположенными с обеих сторон нижних салазок. Перемещение верхних салазок по направляющим про-

изводится рукоятками 14, сидящими на концах валиков реечных зубчатых колес. Зубчатые колеса могут быть сцеплены или расцеплены с рейкой передвижением валиков вдоль их осей. Для медленной подачи в нижних салазках установлен планетарный механизм, которым необходимо пользоваться при круглом (как наружном, так и внутреннем) и плоском шлифовании.

Конструкция планетарного механизма показана на ри-

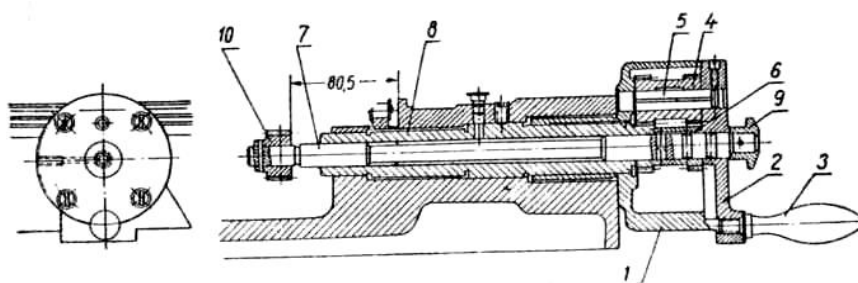


Рис. 10.6. Планетарный механизм

сунке 10.6. Он состоит из корпуса 1, закрытого крышкой 2 с рукояткой 3. Внутри корпуса расположено двойное зубчатое колесо 4, свободно вращающееся на валике 5, и зубчатое колесо 6, сидящее на валике 7. Валик 7 проходит через корпус 1 и гильзу 8, закрепленную в корпусе нижних салазок.

Передвигая валик 7 при помощи кнопки 9 вдоль оси, можно сцепить или расцепить с рейкой стола зубчатое колесо 10, сидящее жестко на конце валика 7.

Для получения продольного замедленного движения стола необходимо вращать корпус 1 при помощи рукоятки 3 вокруг гильзы 8. При этом зубчатое колесо 4 блока будет обегать гильзу 8 и, благодаря наличию зубьев на конце последней, вращаться вокруг своей оси, следовательно, начнут вращаться сцепленное с гильзой зубчатое колесо 6, валик 7 и зубчатое колесо 10. Вращаясь, зубчатое коле-



со 10 будет перемещать рейку стола, и тем самым стол получит замедленное продольное движение.

Верхние салазки имеют спереди Т-образный паз, на котором закрепляются упоры 15 (см. рисунок 10.5), ограничивающие ход. Упоры имеют пружинящие пальцы 16, упирающиеся в штифт 17, запрессованный в нижние салазки. Пружинящие упоры очень удобны в работе: в конце рабочего хода стола, имеющего большую массу, пружина упора сжимается и, мягко останавливая стол, сообщает ему толчок в обратную сторону, облегчая усилие рабочего движения при перемене возвратно-поступательного движения стола.

Если приходится шлифовать до жесткого упора, например, до буртика, то упоры нужно поменять местами, тогда они будут касаться упорного штифта 17 другими сторонами с непружинящими головками, и стол получит определенную остановку. Для шлифования конусов и лезвий, расположенных под углом к оси инструмента, верхний стол оснащен поворотной частью 18.

Поворотная часть устанавливается под углом либо при помощи градуированной шкалы 19, либо по шкале конусности. Положение поворотной части фиксируется затягиванием гайки 21. Верхняя плоскость поворотной части стола служит для установки передней и задней бабок, универсальной головки и других приспособлений. Закрепление приспособлений производится при помощи шпонок и двух болтов, головки которых входят в Т-образный паз.

**Шлифовальная головка.** Шлифовальная головка устанавливается на колонке подъемного механизма и состоит из корпуса 1 (рисунок 10.7), в котором на двух парах прецизионных шариковых подшипников 2 вращается шпиндель 3. Каждая пара подшипников посажена в стаканы 4 и 5.

Шпиндель имеет на обоих концах конусные шейки для установки фланцев с шлифовальными кругами. Корпус 1 по всей длине имеет односторонний разрез. Осуществляя разжим корпуса, шпиндель вместе со стаканами может быть

легко (без разборки) вынут, это необходимо делать при смене ремня.

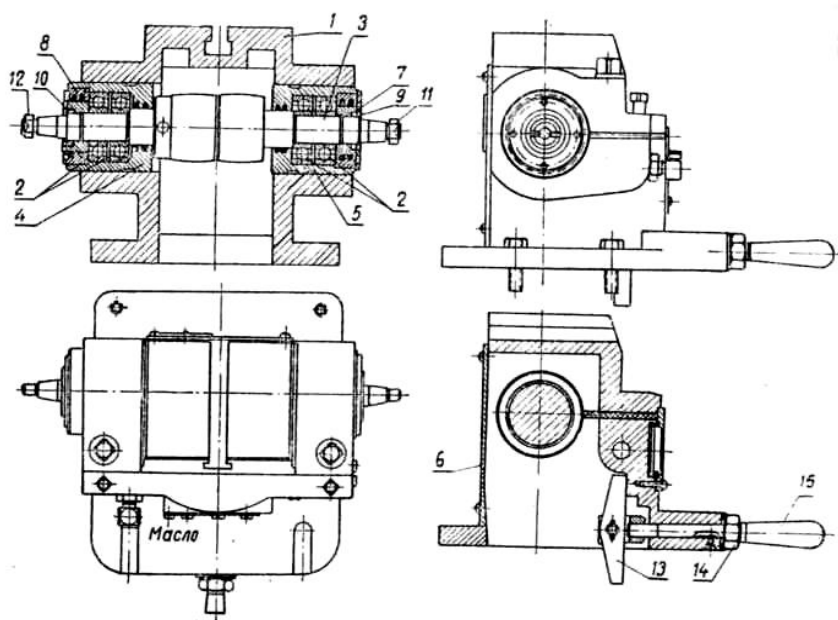


Рис. 10.7. Общий вид шлифовальной головки

Одна из боковых сторон корпуса имеет окно, закрываемое крышкой 6, служащее также для удобства смены ремня или для его перестановки с одного диаметра шкива на другой. Шкивы, при помощи которых шпиндель получает вращение от электродвигателя, выполнены за одно целое со шпинделем.

Предварительный натяг подшипников регулируется гайками 7 и 8 и контргайками 9 и 10, расположенными снаружи. Отверстие в шпинделе служит для того, чтобы придержать шпиндель (при помощи вставленного стального прутка) во время затягивания гайки 11 или 12, крепящей шлифовальный круг. Шарикоподшипники вращаются в мас-

ляной ванне, уровень масла поддерживается по соответствующему указателю на высоте центров нижних шариков. Для закрепления колонки с находящейся на ней шлифовальной головкой после установки на требуемый угол, имеется коромысло 13, которое опускается или подтягивается гайкой 14, сидящей на рукоятке 15. При затягивании гайки коромысло давит на тормозной палец 16 (см. рисунок 10.4) и тем самым делает невозможным сбивание колонки с установленного положения.

#### 10.4. Основные элементы и органы управления станком

До начала эксплуатации станка, работающий на нем, во избежание аварий должен твердо усвоить назначение всех основных элементов и органов управления.

На рисунке 10.8 показаны все основные элементы станка и все рукоятки управления.

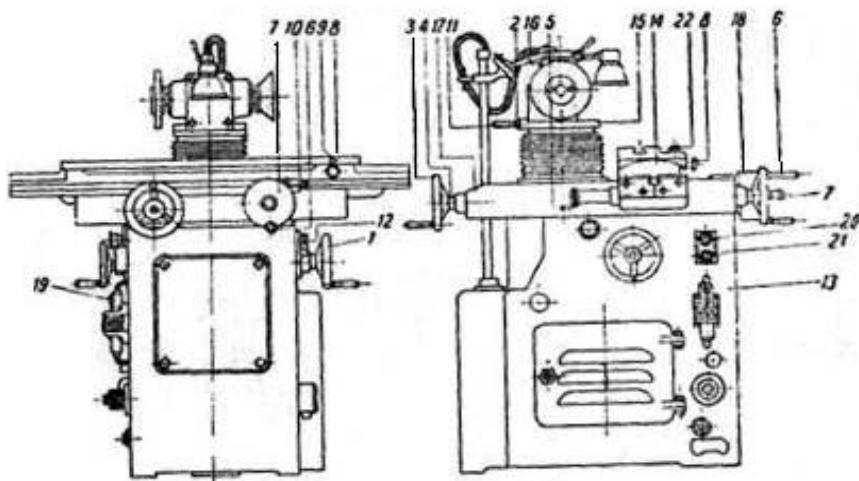


Рис.10.8. Основные элементы станка и органы управления

## Спецификация основных элементов и органов управления

1. Маховичок подъема шлифовальной головки.
2. Зажим поворота шлифовальной головки.
3. Маховичок поперечной подачи суппорта.
4. Зажим лимба.
5. Рукоятка продольного хода стола.
6. Рукоятка замедленного продольного хода стола.
7. Кнопка включения замедленного хода стола.
8. Винт точного поворота рабочего стола.
9. Включение точного поворота рабочего стола винтом 8.
10. Регулятор пружины упора.
11. Рукоятка поворота шлифовальной головки.
12. Рукоятка включения сети.
13. Станина.
14. Верхний стол.
15. Колонка.
16. Шпиндельная бабка.
17. Нижние салазки.
18. Планетарный механизм.
19. Кнопка включения местного освещения.
20. Кнопка «Пуск» шпинделя.
21. Кнопка «Стоп» шпинделя.
22. Гайка зажима поворота рабочего стола

### 10.5. Приспособления к станку

**Универсальная головка 64П1.** Универсальная головка устанавливается на столе станка (рисунок .10.9). Корпус 1 головки можно поворачивать под углом в вертикальной, а также горизонтальной плоскостях. Шпиндель головки установлен на шариковых подшипниках. При работе в центрах дополнительно к универсальной головке устанавливают заднюю бабку 64П2-3.

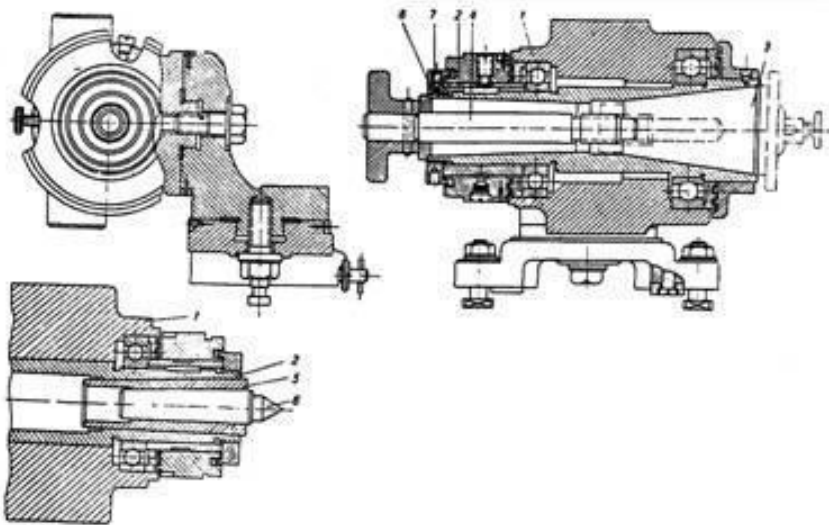


Рис. 10.9. Универсальная головка 64П1

В шпинделе предусмотрено коническое отверстие для закрепления оправок 3, несущих затачиваемый инструмент и затягиваемых винтом 4. При работе в центрах в отверстие шпинделя вставляется переходный конус 5 с центром 6. Градусные шкалы на поворотных частях головки позволяют устанавливать затачиваемый инструмент под нужным углом по отношению к шлифовальному кругу.

**Передняя и задняя бабки 64П2-3.** Эти приспособления, имеющие наибольшее применение, предназначены для поддержания затачиваемых инструментов в процессе работы. Передняя бабка (рисунок 10.10, а) состоит из корпуса 1, центра 2 и поводка, состоящего из указателя 4 и шкалы 5. Центр закрепляется с помощью винта 3.

Задняя бабка (рисунок 10.10, б) состоит из корпуса 1, сменного центра 2, выталкиваемого наружу пружиной 3, и рычага 4 для оттягивания центра при установке изделия.

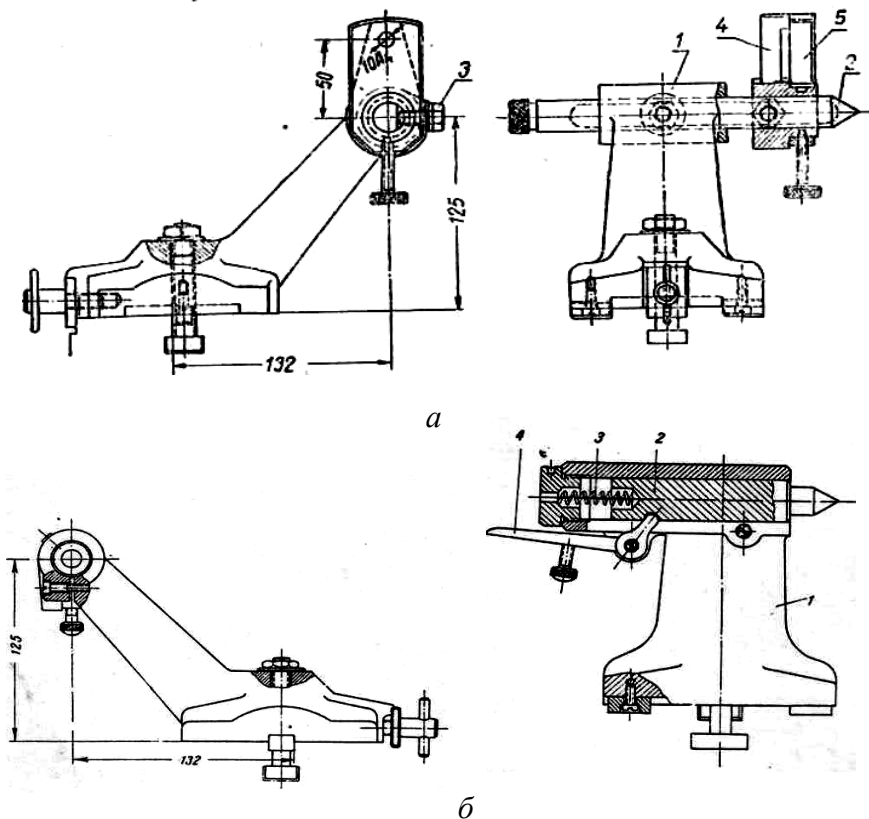


Рис. 10.10. Передняя (а) и задняя (б) бабки 64П2

**Универсальная упорка** (рисунок. 10.11) служит для правильной установки зуба затачиваемого инструмента по отношению к шлифовальному кругу, а также обеспечивает постоянное его положение в процессе заточки.

Для точной настройки на заданную величину упорка имеет микрометрический винт с делительным лимбом, с помощью которого головка упорки может перемещаться в осевом направлении. Упорка крепится на столе специальной державкой, которая обеспечивает различные положения упорки.

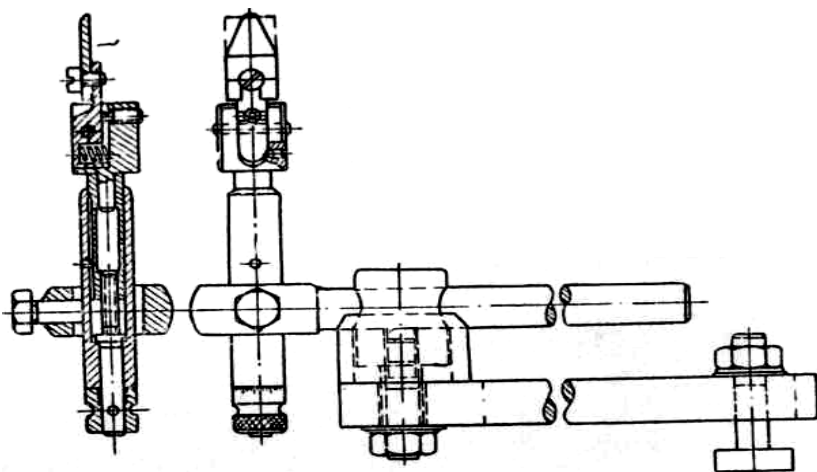


Рис.10.11. Универсальная упорка 64П4

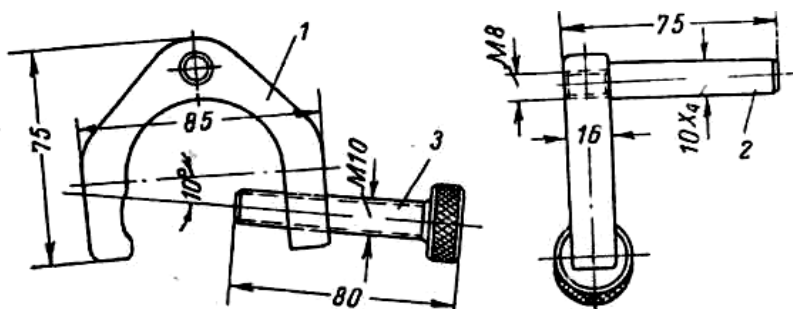


Рис.10.12. Хомутик

**Хомутик 64П6** (рисунок 10.12), состоящий из корпуса 1, пальца 2 и винта 3, обеспечивает возможность заточки инструмента, помещенного в центрах.

**Подручник** (рисунок 10.13, а) служит упором при заточке некоторых видов инструмента (резцы различных типов и др.).

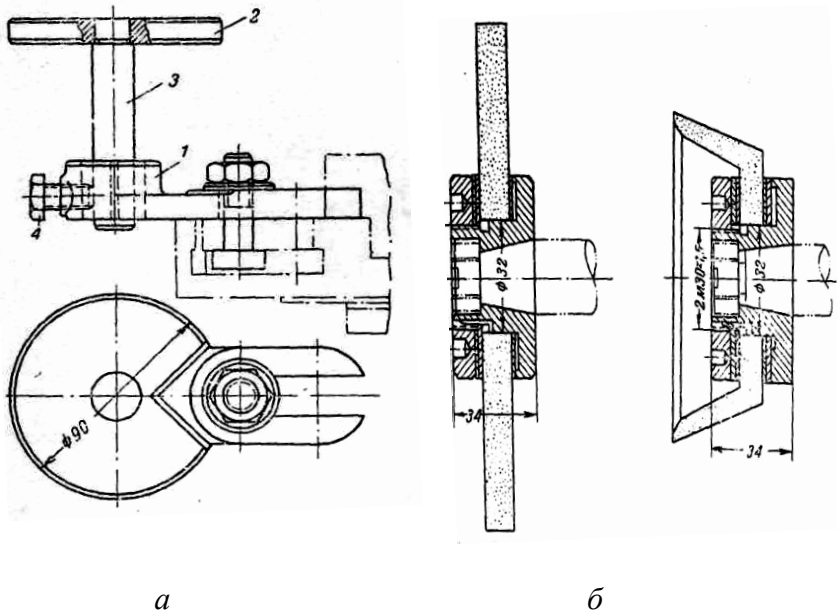


Рис. 10.13. Подручник (а) и фланцы (б) шлифовальных кругов 64П12

Подручник состоит из державки 1 и диска 2, насаженного на палец 3. Зажим подручника при работе на нем производится винтом 4.

**Фланцы шлифовальных кругов 64П12.** Два фланца (рисунок 10.13, б) служат для крепления на шпинделе шлифовальных кругов к станку.

**Тиски** (рис. 10.14) состоят из нижней плиты 1, которой устанавливаются на столе станка. На выступе плиты расположен поворотный кронштейн 2, несущий поворотный корпус 3.

Тиски имеют подвижную губку 4, передвигающуюся винтом 5 при помощи насаженного на него маховика 6.

Шкалы с градусными делениями облегчают установку тисков над необходимым углом.



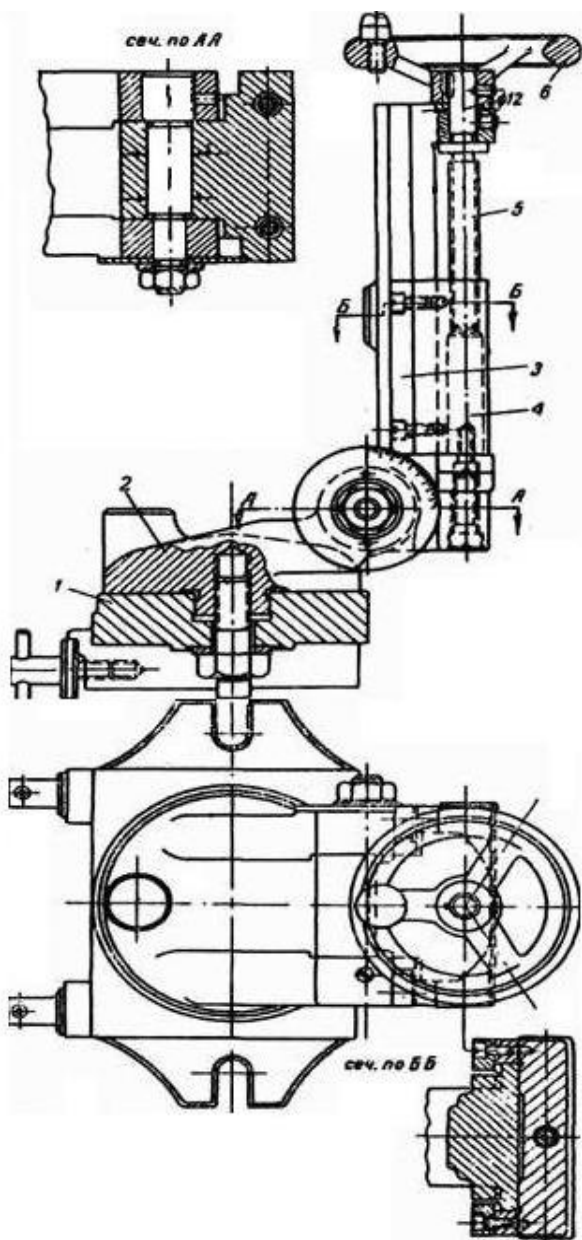


Рис. 10.14. Универсальные тиски 64П16

## 10.6. Наладка станка и общие указания по наладке

**Правка шлифовального круга.** На станке применяют алмазно-абразивный инструмент. Для получения высококачественной затачиваемой поверхности необходимо периодически править круг. Правкой уничтожается биение круга, получающееся от неравномерного срабатывания, и удаляются затупившиеся зерна абразива, вызывающие засаливание круга.

Для правки тарельчатых и чашечных кругов применяются обычно кусок карборунда или кусок сломанного твердого шлифовального круга.

Для точной правки, требующейся для получения особенно чистой поверхности (например, при круглом шлифовании), применяется приспособление для безалмазной правки круга.

Приспособление устанавливается на Т-образном пазу стола: правка производится движением последнего через планетарный механизм. Чем плавнее и равномернее будет движение стола, тем правильнее будет поверхность круга и, следовательно, поверхность обрабатываемого им изделия.

**Механизм продольной подачи стола.** При вращении по часовой стрелке рукоятки 6 (см. рисунок 10.8) посредством планетарной передачи с передаточным числом 10:1, стол перемещается слева направо.

Рукоятка быстрой продольной подачи 5 связана непосредственно с зубчатой рейкой стола; ею можно пользоваться только при выключенном планетарном механизме 18; для выключения последнего надо потянуть на себя кнопку 7, расположенную в центре корпуса планетарной передачи.

**Механизм поперечной подачи суппорта.** Маховички 3, расположены с передней и задней сторон станка. При вращении переднего маховичка по часовой стрелке суппорт перемещает салазки со столом к шлифовальному кругу. При одном обороте маховичка происходит перемещение салазок на 2 мм. Установочное кольцо разделено на 100 делений, каж-

дому из которых соответствует перемещение салазок на 0,02 мм.

Второй маховичок 3 предназначен для управления подачей салазок с задней стороны станка. Он производит перемещение салазок со столом к шлифовальному кругу при вращении его против часовой стрелки. Величина перемещения на один оборот маховичка и цена делений установочного кольца те же, что и для маховичка, расположенного с передней стороны станка.

**Механизм вертикальной подачи шлифовальной головки.** При вращении по часовой стрелке маховичок 7 (см. рисунок 10.4) производит перемещение колонки 13 и шлифовальной головки вверх. Зажим 11 служит для закрепления колонки в поднятом или опущенном положении. Зажим должен быть отпущен при перестановке головки в новое положение. Один оборот маховичка перемещает шлифовальную головку на 2,5 мм.

Установочное кольцо разделено на 125 делений, каждому из которых соответствует перемещение шлифовальной головки на 0,02 мм. Второй маховичок 7 для подъема шлифовальной головки удобен для управления при работе на правой стороне станка (при затачивании леворезущих торцевых фрез). Величина перемещения головки и цена делений установочного кольца те же, что и для маховичка с левой стороны.

**Поворот шлифовальной головки.** Освободить гайку 11 и повернуть шлифовальную головку вправо или влево, в зависимости от выполняемой работы; угол поворота отсчитывается по градуировке кольца 14 нулевой риски на фланце колонки 13. После установки угла поворота необходимо снова затянуть гайку 11. Шлифовальная головка может быть повернута на  $180^\circ$  в обоих направлениях.

**Установка центровых бабок и универсальной головки.** При установке универсальной головки (см. рисунок 10.9) и задней и передней бабок (см. рисунок 10.10) подтянуть

установочные винты, находящиеся на передней стороне каждой из бабок, прежде чем затягивать Т-образные болты, служащие для закрепления бабок на столе. Это необходимо, чтобы прижать шпонки бабок к установочной плоскости Т-образного паза стола. Если предварительно не затянуть установочные винты, то центры бабок могут оказаться смещенными, так как шпонки имеют свободную посадку в пазу стола.

**Скорости вращения шпинделя и окружная скорость круга.** Электродвигатель 9 шлифовальной головки (см. рисунок 10.3) с частотой вращения  $2800 \text{ мин}^{-1}$ , приводит во вращение шлифовальный шпиндель со скоростью  $3730$  и  $5600 \text{ мин}^{-1}$ . Привод осуществляется при помощи двухступенчатого шкива 5 на валу электродвигателя, бесконечного ремня 4 и одноступенчатого шкива шлифовального шпинделя. При работе с кругами диаметром больше  $100 \text{ мм}$  ремень 4 должен находиться на малом шкиве; при этом частота вращения шлифовального шпинделя будет  $3730 \text{ мин}^{-1}$ .

При работе с кругами диаметром меньше  $100 \text{ мм}$ , чтобы сохранить окружную скорость круга (при которой его работа будет производительней), необходимо перевести ремень на большой шкив, сообщив шпинделю частоту вращения  $5600 \text{ мин}^{-1}$ .

Для перевода ремня с одного шкива на другой необходимо проделать следующее:

- 1) остановить электродвигатель 9;
- 2) открыть дверцу на боковой стенке станины 1;
- 3) освободить два болта 8, крепящие кронштейн 2 с электродвигателем к колонке 3;
- 4) поднять или опустить электродвигатель и перевести ремень 4 на другой диаметр шкива;
- 5) затянуть болты 8.

Таким же образом производится натяжение ослабевшего при работе станка ремня 4.

#### 10.7. Затачивание фрез

По способам затачивания фрезы могут быть разделены на две группы (рис.10.15).

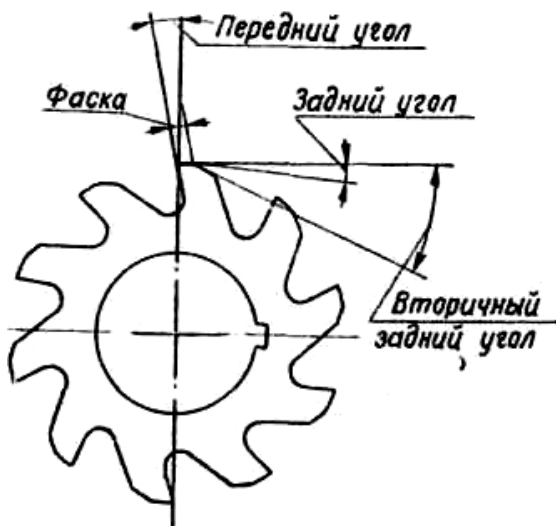


Рис. 10.15. Разрез фрезы

*Первая группа* – фрезы, затачивание которых производится по задней грани зуба, за режущей кромкой. Заточенный задний угол образуется от затачивания шлифовальным кругом; его величина может быть изменена в зависимости от материала, подлежащего обработке затачиваемой фрезой. Значения величины

углов указаны в специальных таблицах для каждого обрабатываемого материала детали.

*Вторая группа* – фрезы с заточкой задней поверхности зуба (вторичной поверхности, их называют также затылованными). Переточка их производится по передней грани зуба, причем величина заднего угла и профиль зуба остаются постоянными.

При затачивании затылованных фрез шлифуется передняя грань зуба, лежащая в условной плоскости, проходящей через ось фрезы. Необходимо, чтобы режущая часть шлифовального круга имела точное радиальное положение.

От величин задних углов фрезы зависят ее производительность и стойкость, микрогеометрия обработанной поверхности.

Перед эксплуатацией новые фрезы должны быть переточены в соответствии с табличными требованиями, предъявляемыми к величине задних углов заточки и к марке обрабатываемого материала.

Большое значение при заточке фрез имеет правильность установки фрезы по отношению к шлифовальному кругу, что обеспечивается точной настройкой на задаваемую величину заднего угла затачиваемого зуба фрезы с помощью универсальной упорки 64П4.

В таблице 10.1 показана зависимость величины задних затачиваемых углов от диаметра фрезы и, как следствие, от установки универсальной упорки по отношению к величине затачиваемого угла.

Таблица 10.1  
Установка упорки при заточке заднего угла фрез

Диаметр фрезы, мм	Величина угла, град				
	3	4	5	6	7
	Высота установки упорки, мм				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
6	0,16	0,21	0,20	0,31	0,37
8	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49
10	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61
12	0,31	0,42	0,52	0,63	0,73
14	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85
16	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98
18	0,47	0,63	0,78	0,94	1,10
20	0,52	0,70	0,87	1,05	1,22
22	0,58	0,77	0,96	1,15	1,34
25	0,65	0,87	1,09	1,31	1,52
28	0,73	0,98	1,22	1,46	1,71
30	0,78	1,05	1,31	1,57	1,82

Продолжение табл. 10.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
35	0,92	1,22	1,53	1,83	2,13
40	1,05	1,40	1,74	2,09	2,44
45	1,18	1,57	1,96	2,35	2,74
50	1,31	1,75	2,18	2,61	3,05
55	1,44	1,92	2,40	2,87	3,35
60	1,57	2,09	2,62	3,14	3,66
65	1,70	2,27	2,83	3,40	3,96
70	1,83	2,44	3,05	3,60	4,27
75	1,96	2,62	3,27	3,92	4,75
80	2,00	2,79	3,49	4,18	4,88
85	2,22	2,97	3,71	4,44	5,18
90	2,35	3,14	3,92	4,70	5,49
95	2,48	3,32	4,14	4,96	5,79
100	2,62	3,49	4,36	5,23	6,10
110	2,88	3,84	4,80	5,75	6,70
120	3,14	4,19	5,23	6,27	7,31
130	3,40	4,54	5,67	6,79	7,92
140	3,66	4,89	6,10	7,32	8,53
150	3,02	5,24	6,54	7,84	9,14
160	4,18	5,58	6,98	8,36	9,75
170	4,45	5,93	7,41	8,88	10,36
180	4,71	0,28	7,85	9,41	10,97
190	4,97	6,63	8,28	9,93	11,58
200	5,23	6,98	8,72	10,45	12,19

На станках моделей 3А642 и 3Е642 с применением универсальной головки 64П1, передней и задней бабок 64П2-3, упорки 64П4, даже без специальных приспособлений, могут быть заточены шлифовальными кругами большинство фрез и разверток. Например: осевые фрезы со спиральными зубьями, торцевые фрезы со спиральными зубьями, насадные фрезы, шпоночные фрезы, фрезы с перемен-

ным наклоном зубьев, дисковые фрезы, угловые фрезы, торцевые фрезы диаметром до 200 мм, циркулярные пилы диаметром до 200 мм, фасонные фрезы, резьбовые фрезы, развертки всех типов.

**Пример затачивания цилиндрической фрезы со спиральными зубьями.** Принцип затачивания для всех фрез с фрезерованными зубьями в основном одинаков, но некоторые отклонения указаны ниже для каждого отдельного случая. Этапы заточки:

1) закрепить шлифовальный круг (коническую чашку) на правом конце шлифовального шпинделя; повернуть шлифовальную головку на  $89^\circ$  (рисунок 10.16, а);

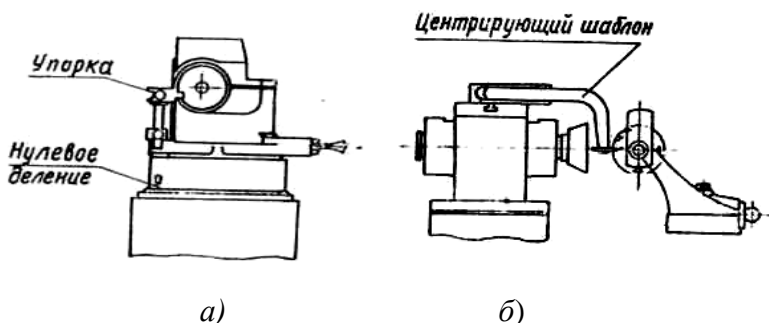


Рис. 10.16. Установка упорки (а) и шаблона (б) при заточке спиральных фрез

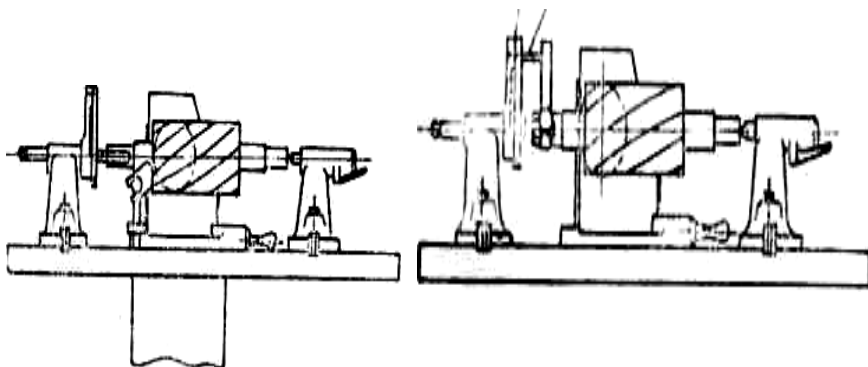
2) установить на шлифовальной головке упорку перед краем шлифовального круга;

3) установить на верхнюю поверхность шлифовальной головки центрирующий шаблон и выверить по нему упорку (рис.10.16, б);

4) перенести центрирующий шаблон на стол и, опуская или поднимая шлифовальную головку, подвести выверенную упорку под центрирующий шаблон;

5) закрепить на столе переднюю и заднюю центровые бабки 64П2 в определенном положении, в зависимости от длины оправки (рис. 10.17, а);





*a)*

*б)*

Рис. 10.17. Установка (*a*) и положение (*б*) при затачивании цилиндрической фрезы со спиральными зубьями

6) надеть фрезу на оправку, поставить ее на центры, завести установочный палец хомутика в шкалу, помещенную на передней бабке, для установки заднего угла, и зажать хомутик 64Пб на оправке;

7) повернуть фрезу до соприкосновения зуба с упоркой. Установить шкалу на нулевое деление с целью отсчета величины заднего угла и закрепить ее;

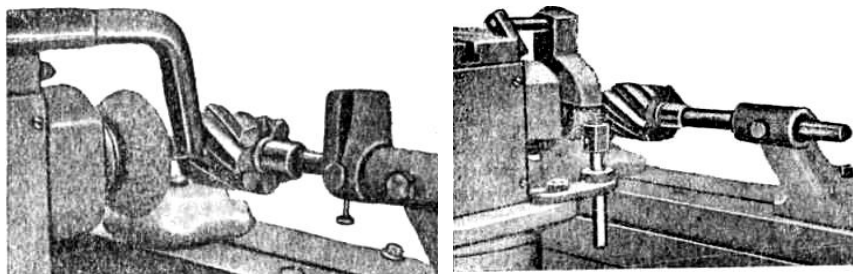
8) освободить шкалу для установки величины заднего угла и, прижимая фрезу к упорке, опускать шлифовальную головку до тех пор, пока шкала не покажет величину требуемого заднего угла;

9) удалить установочный хомутик и затачивать фрезу, управляя рукояткой продольной подачи стола и прижимая все время фрезу к упорке (рис. 10.17, *б*).

После затачивания проверить фрезу микрометром на цилиндричность, затем, при необходимости, подобно первому, заточить вторичный задний угол.

Для вышеописанного затачивания желательно применять чашечный круг, так как он дает плоскую фаску (рис. 10.18). Дисковый круг при работе периферией дает вогну-

тую фаску, что хуже для работы фрезы. Если приходится работать все же дисковым кругом, то установка и наладка станка не меняются.

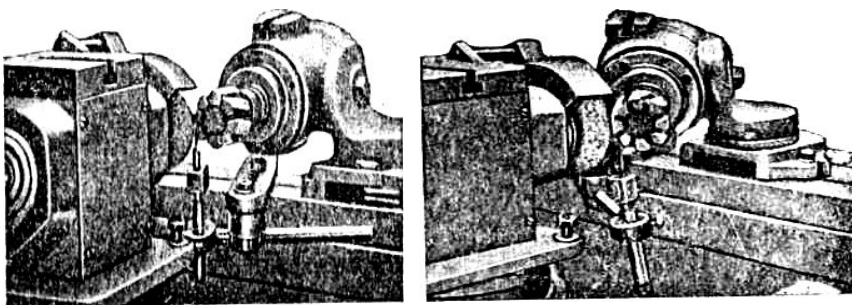


*a)*

*б)*

Рис. 10.18. Затачивание чашечным кругом цилиндрической фрезы со спиральными зубьями

**Затачивание хвостовой или насадной торцевой фрезы** (рис. 10.19) производится таким же образом, как и обыкновенной цилиндрической, с той только разницей, что фреза устанавливается не на центрах, а в гнезде универсальной головки; величина заднего угла устанавливается не по хомутику, а по шкале на шпинделе универсальной головки. Сказанное относится к зубьям, расположенным на периферии.



*a)*

*б)*

Рис. 10.19. Затачивание (*a*) периферии, (*б*) промежуточных лезвий насадной фрезы

Для затачивания угла зубьев на торце необходимо произвести следующие установки:

1) повернуть универсальную головку вместе с фрезой на  $90^\circ$ ;

2) установить на шкале поворота головки в вертикальной плоскости нужный задний угол;

3) поставить на шлифовальную головку центрирующий шаблон и установить по нему горизонтально режущую кромку затачиваемого зуба поворотом шпинделя шлифовальной головки;

4) закрепить шпиндель универсальной головки, удалить центрирующий шаблон и на столе станка укрепить универсальную упорку, подводя ее под боковой зуб фрезы;

5) опустить шпиндель шлифовальной головки;

6) опускать шлифовальную головку настолько, чтобы круг не касался смежного зуба, а только затачиваемого;

7) прижимая фрезу рукой к упорке, производят затачивание шлифовальной головкой.

Сказанное выше относится к **затачиванию праворежущих торцевых фрез** (рис. 10.20, *а*). При затачивании леворежущих торцевых фрез (рис. 10.20, *б*) установка остается той же, но ввиду того, что режущая кромка у такой фрезы будет обращена кверху, необходимы следующие изменения:

1) при установке режущей кромки горизонтально по центрирующему шаблону, отпустить винт на рабочем конце шаблона и повернуть планку на  $180^\circ$ ;

2) универсальную упорку закрепить не на столе, а на верхнем пазу головки, конец упорки должен быть обращен вниз.

При затачивании промежуточных лезвий, составляющих угол  $45^\circ$  с осью фрезы, необходима та же тщательность в получении величины заднего угла, в противном случае лезвия быстро затупятся.

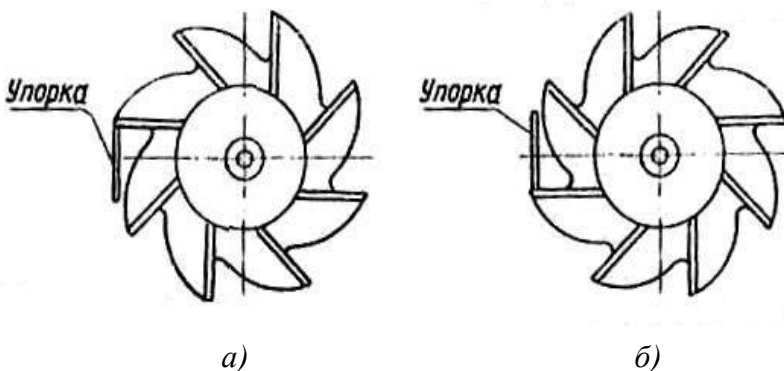


Рис. 10.20. Фрезы: праворежущая (а) и леворежущая (б)

Установка на заточку **промежуточных лезвий праворежущих фрез** производится следующим образом:

- 1) повернуть шлифовальную головку с фрезой на  $45^\circ$  в горизонтальной плоскости;
- 2) установить шкалу поворота в горизонтальной плоскости на нулевое деление;
- 3) по центрирующему шаблону установить лезвие на одной высоте с центром фрезы, закрепить шпиндель и установить шкалу поворота его на нулевое деление;
- 4) опустить винт, закрепляющий шпиндель, и повернуть его вправо на 0,7 величины желаемого заднего угла, и снова закрепить шпиндель;
- 5) повернуть в вертикальной плоскости головку вниз на 0,7 величины желаемого заднего угла фрезы;
- 6) подвести под зуб универсальную упорку, закрепить ее на столе и опустить винт, закрепляющий шпиндель;
- 7) опустить шлифовальную головку настолько, чтобы круг не задевал зуба, смежного с затачиваемым, затем произвести затачивание промежуточных зубьев.

Все вышесказанное относится к праворежущим фрезам; для леворежущих фрез в пункты 4, 5, 6 и 7 необходимо внести следующие изменения:

- п. 4 - шпиндель повернуть не вправо, а влево на 0,7 величины заднего угла;
- п. 5 - шпиндель повернуть в вертикальной плоскости не вниз, а вверх на 0,7 величины заднего угла;
- п. 6 - универсальную упорку закрепить на верхнем пазу универсальной головки концом книзу и упереть в зуб сверху;
- п. 7 - не опустить, а поднять шлифовальную головку на стельку, чтобы шлифовальный круг не задевал зуба, смежного с затачиваемым, затем произвести затачивание промежуточных зубьев.

**Затачивание шпоночных и прорезных фрез.** Сечение обыкновенной прорезной фрезы показано на рисунке 10.21, *а*.

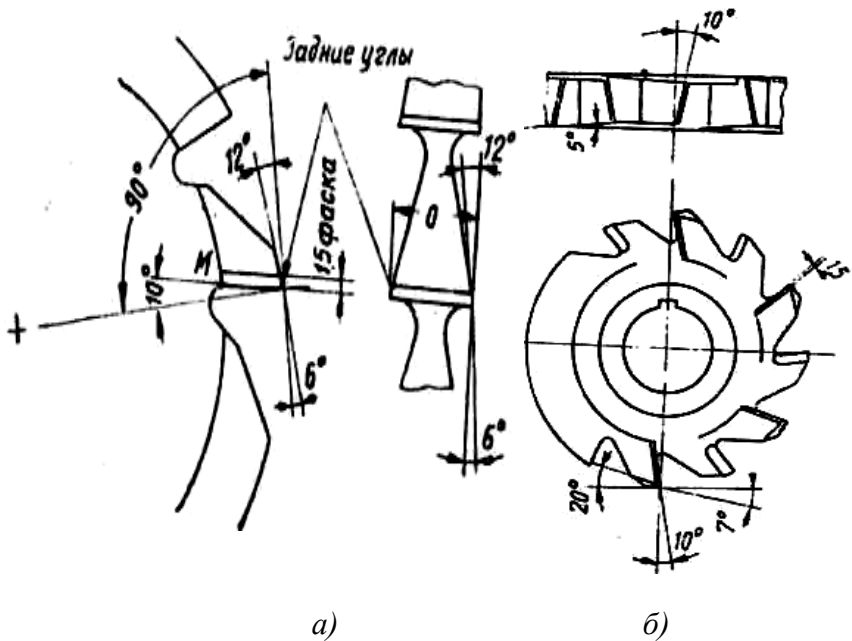


Рис. 10.21. Прорезная фреза (*а*);  
фреза с переменным наклоном зуба (*б*)

Принцип затачивания фрез этого типа такой же, как и при затачивании цилиндрических фрез со спиральными зубьями (см. рисунок 10.18): затачивается задняя грань зуба на периферии. После этого выполняется затачивание зубьев, расположенных на торце фрезы. Это затачивание выполняется как у насадных торцевых фрез (см. рисунок 10.19). После затачивания зубьев с одной стороны, фрезу снимают с оправки, поворачивают другой стороной, и затачивают зубья с другой стороны, аналогично заточке, проведенной с первой стороны.

**Затачивание дисковых фрез с переменным наклоном зуба.** У фрез этого типа зубья выполняются спиральными с переменным наклоном через зуб: то правая, то левая спираль (см. рисунок 10.21, б). Фреза затачивается с одного установка так же, как обыкновенная цилиндрическая со спиральными зубьями. Упорка для зуба оснащается закругленной пластинкой для того, чтобы зубья могли скользить по концу пластинки, независимо от правого или левого наклона спирали. Настройка станка остается практически той же, что для обыкновенной спиральной фрезы (см. рисунок 10.18), а для затачивания торцевых зубьев той же, что и для торцевых насадных фрез (см. рисунок 10.19).

**Затачивание угловой фрезы** производится так же, как и затачивание насадной торцевой фрезы, с той лишь разницей, что универсальная головка поворачивается в горизонтальной плоскости на угол наклона зуба к оси фрезы.

Если фреза имеет спиральные зубья, то упорка должна быть установлена на шлифовальной головке, если же прямые, то упорка может быть установлена на столе или на универсальной головке 64П1. При необходимости получить точный угол на фрезе, лучше пользоваться поворотом верхней части стола, если угол поворота умещается в шкале поворота стола.

**Затачивание дисковых пил** диаметром до 200 мм может осуществляться на станке без применения специальных приспособлений.

Пила закрепляется на универсальной головке 64П1 при помощи соответствующей оправки или устанавливается в центрах, также при помощи специальной оправки.

В каждом случае затачивание производится так же, как и обыкновенной прорезной фрезы. Затачивание производится чашечным коническим кругом. Шлифовальная головка опускается настолько, чтобы круг не касался смежного зуба, а только затачиваемого.

## 10.8. Контрольные вопросы

1. Основное назначение заточных станков с горизонтальной компоновкой шпинделя.

2. Какие особенности компоновочного решения станка мод. 3А642?

3. Какие особенности компоновочного решения станка мод. 3Е642?

4. Какие движения исполнительных механизмов станка мод. 3Е642?

5. Какие приспособления и инструменты используются для заточки зубьев фрез?

6. Какие движения на станках требуются для реализации операции заточки фрез?

7. По каким параметрам необходимо настроить приводы главного движения и подачи станка мод. 3Е642 для заточки фрезы?

8. Описать устройство механизма подъема шлифовальной головки станка мод. 3А642.

9. Как устроена шлифовальная головка? Какой вид движения она обеспечивает при заточке?

10. Какая последовательность операций настройки шлифовальной головки для заточки?

11. Нарисуйте схему заточки фрезы по задней поверхности режущей кромки зуба.

12. В каких случаях используется универсальная головка 64П1? Как она устроена?

13. Какие операции настройки станка выполняются для затачивания фрез со спиральными зубьями?

14. Какие операции настройки станка выполняются для затачивания фрез с торцовыми зубьями?

### 10.9. Содержание отчета

1. Задание на лабораторную работу (эскиз фрезы с указанием размеров и характеристики затачиваемой поверхности).

2. Указать название лабораторной работы, цели и задачи ее выполнения.

3. Ответить на контрольные вопросы.

4. Определение способов затачивания фрезы, схема обработки, виды движений.

5. Обоснование выбора технологической оснастки для выполнения операции заточки фрезы.

6. Сделать описание назначения и устройства шпиндельной головки, кинематическая схема привода головки.

8. Обосновать выбор параметра настройки на требуемый угол заточки фрезы.

9. Описание и схема наладки станка на операцию заточки.

10. Проверка правильности выполнения заточки измерениями углов фрезы.

11. Дать заключение по результатам выполнения лабораторной работы.

Заключение.



МАРШРУТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ»  
НА СТАНКАХ С РУЧНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

ДЕТАЛЬ П. 1.1. ВАЛ (рисунок П. 1.1, таблица П. 1.1)  
 Вид заготовки – штамповка, материал – сталь 4 (ГОСТ1050-88)

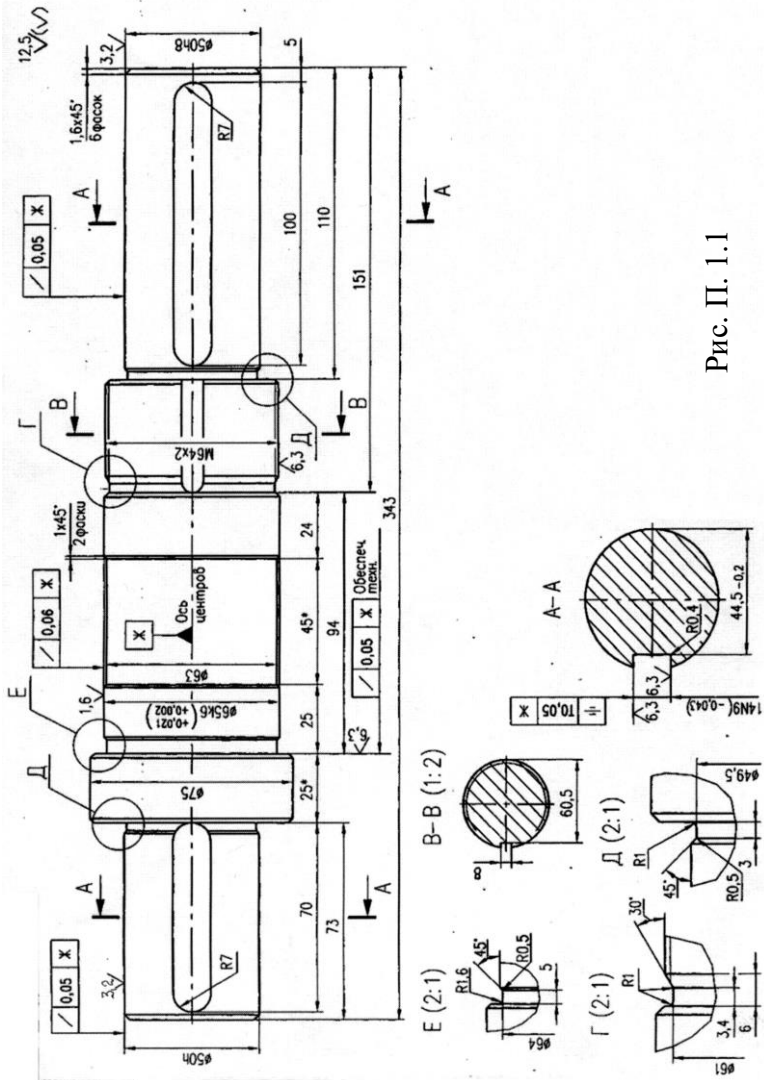


Рис. П. 1.1

Таблица П. 1.1

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер пере-хода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					t, мм	v, м/мин	s, мм/об
020		Токарная					
	010	Точить предварительно, мм: Ø 50 <sup>+4</sup> , Ø 64 <sup>+4</sup> , Ø 65 <sup>+4</sup>	Токарно-винторезный мод. ИБ1 П	Резец проходной, φ = 45°, T5K10	3,0; 4,0	70	0,80
	020	Точить под шлифование, мм: Ø 50 <sup>+0,3</sup> , Ø 65 <sup>+0,3</sup> ; нарезать резьбу, Ø 64		Резец проходной, φ = 90°, T5K10	1,6	115	0,25
	025	Точить за-нижение, мм, Ø 63		Резец проходной, φ = 90°, T5K10	1,0	115	0,25
	030	Точить три канавки и фаски		Резец канавочный фасонный	-	115	0,15
	035	Нарезать резьбу, M64×2		Резец резьбовой	-	45	2,00
	040	Переустановить деталь		-	-	-	-

Продолжение табл. П. 1.1

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
020		Токарная					
	045	Точить предварительно, мм: $\varnothing 50^{+4}$ , окончательно $\varnothing 75$	Токарно-винторезный мод. 1И611П	Резец проходной, Т5К10	3,0; 4,0	70	0,80
	050	Точить под шлифование шейки мм, $\varnothing 50^{+0,3}$		Резец проходной, Т5К10	1,6	115	0,25
	055	Точить две канавки и фаску		Резец канавочный		115	0,15
025		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две канавки: 14 мм на глубину 5,5 мм	Вертикально-фрезерный мод.6Л12П	Фреза шпоночная, $\varnothing 14$ мм	5,5	35	0,03 мм/зуб
	015	Фрезеровать канавку, 8 мм на глубину 3,5 мм		Фреза шпоночная, $\varnothing 8$ мм	3,5	38	0,02 мм/зуб

ДЕТАЛЬ П. 1.2. ВАЛ (рисунок П.1.2, таблица П.1.2)  
 Вид заготовки – прокат, материал – сталь 40Х (ГОСТ 14543-71)

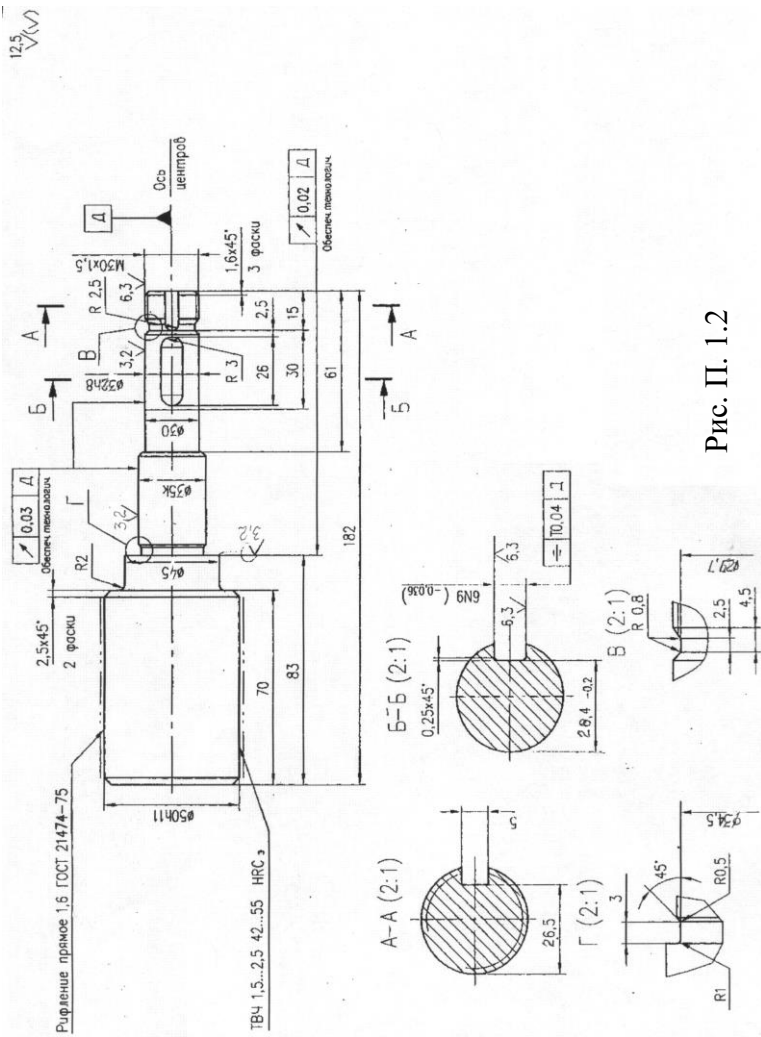


Рис. П. 1.2

Таблица П. 1.2

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
020		Токарная					
	010	Точить предварительно шейки, мм: $\varnothing 30^{+0,4}$ , $\varnothing 35^{+0,4}$ и окончательно $\varnothing 45h11$	Токарно-винторезный мод. 1И611П	Резец проходной, $\varphi = 90^\circ$ , Т5К10	2,5; 5,0	85	0,50
	015	Точить под резьбу, $\varnothing 30$ мм		Резец проходной, $\varphi = 90^\circ$ , Т5К10	0,2	85	0,50
	020	Точить две канавки и две фаски		Резец канавочный	-	85	0,15
	025	Нарезать резьбу М30,0×1,5		Резец резьбовой	-	60	0,15
025		Фрезерная					
	010	Фрезеровать канавку, 6 мм на глубину 3,6 мм	Вертикально-фрезерный мод. 6Л12П	Фреза шпоночная, $\varnothing 6$ мм, Р18	3,6	38	0,02 мм/зуб
	015	Фрезеровать канавку 5 мм на глубину 3,5 мм		Фреза шпоночная, $\varnothing 5$ мм, Р18	3,5	38	0,02 мм/зуб

ДЕТАЛЬ П. 1.3. ВАЛ (рисунок П. 1.3, таблица П. 1.3)  
 Вид заготовки – прокат, Ø 60; материал сталь – 45 (ГОСТ 1050-88)

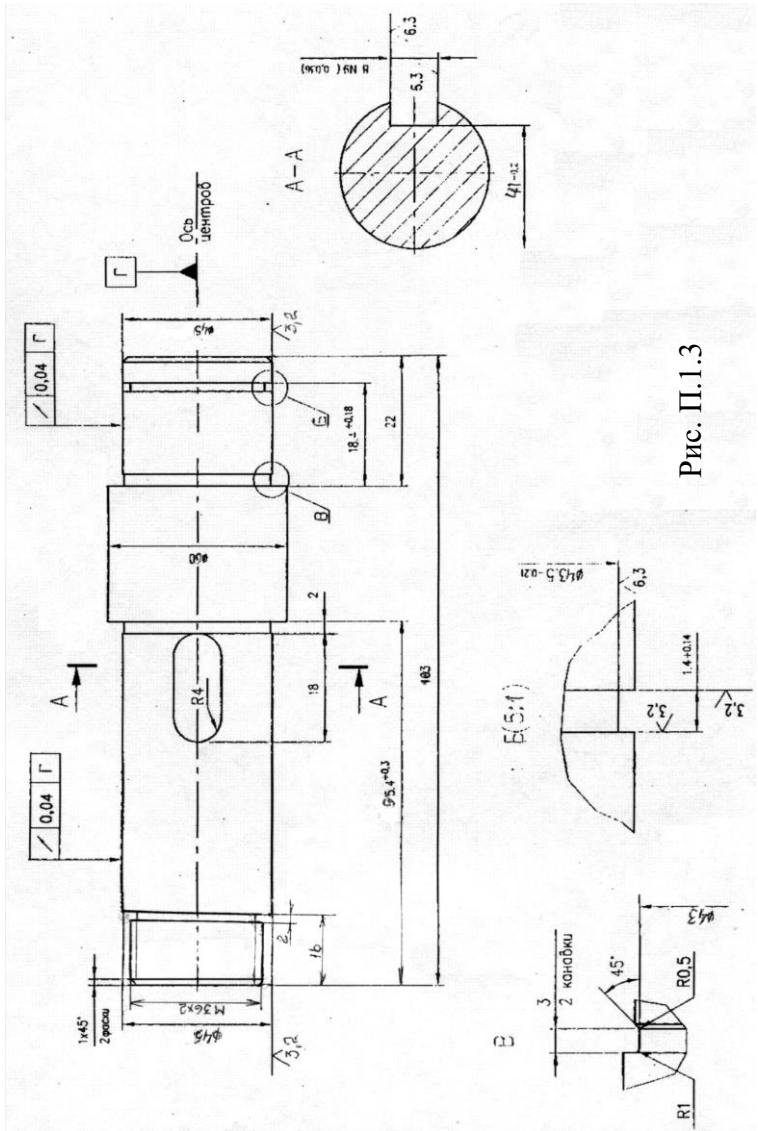


Рис. П.1.3

Таблица П. 1.3

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
020		Токарная	Токарно винторезный мод. И611П				
	010	Точить шейку, $\text{Ø } 45^{+0,3}$ в два прохода под шлифование		Резец проходной, $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6	5,0; 2,5	60; 104	0,7; 0,5
	015	Точить две канавки и фаску		Резец канавочный, Т5К10		104	0,1
	020	Переустановить деталь					
	025	Точить шейки, мм, $\text{Ø } 45^{+0,3}$ в два прохода; под резьбу, $\text{Ø } 36$		Резец проходной, $\varphi = 90^\circ$ , Т15К6	5,0; 2,5	60; 104	0,7; 0,5
	030	Точить две канавки и фаску		Резец канавочный, Т15К6		104	0,1
	035	Нарезать резьбу, М36×2		Резец резьбовой		50	2,0



Продолжение табл. П. 1.3

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
025		Фрезерная					
	010	Фрезеровать шпоночную канавку, 8 мм на глубину 4 мм	Вертикально-фрезерный мод. 6Л12П	Фреза шпоночная, Ø 8 мм, Р18	4,0	38	0,02 мм/зуб

ДЕТАЛЬ П. 1.4. ШТОК (рисунок П.1.4, таблица П.1.4)  
 Вид заготовки – прокат, материал – сталь 45 (ГОСТ 1050-88)

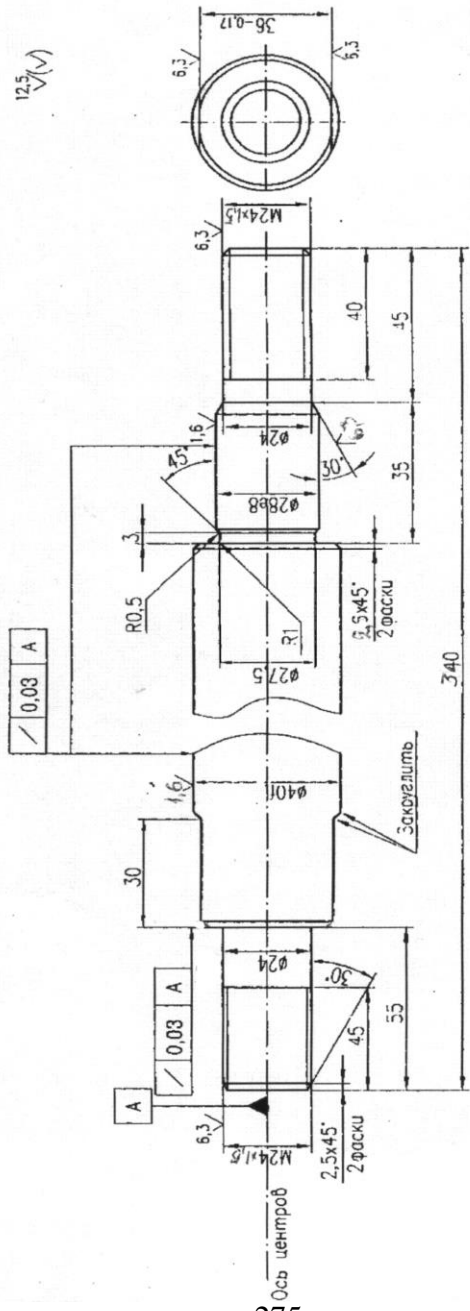


Рис. П.1.4

Таблица П. 1.4

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
020		Токарная	Токарно-винторезный мод. 1ИБ11П				
	010	Точить шейки, мм, $\varnothing 40^{+0,3}$ под шлифование		Резец проходной, $\varphi = 90^\circ$ , Т5К10	1,0	65	0,55
	015	Точить шейки, мм $\varnothing 28^{+0,3}$ под шлифование и $\varnothing 24$ под резьбу		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , Т5К10	4,0; 2,0	65	0,35
	020	Точить канавку и фаски		Резец канавочный	3,0	65	0,20
	025	Нарезать резьбу, М24×1,5		Резец резьбовой		58	1,50
	030	Переустановить деталь					
	035	Точить шейку, мм, $\varnothing 24$ в два прохода с подрезкой торца		Резец проходной, $\varphi = 90^\circ$ , Т5К10	5,0; 3,0	55	0,40
	040	Точить две фаски		Резец фасочный		55	0,30
		Нарезать резьбу, М24×1,5		Резец резьбовой		58	1,50

Продолжение табл. П.1.4

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
025		Фрезерная					
	010	Фрезеровать лыски в размер, мм 36-0,17 за два установа	Универсально-фрезерный мод. 675П	Фреза концевая, мм, Ø 50; $Z = 6$	2	150	0,10 мм/зуб



Таблица П. 1.5

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
020		Токарная	Токарно-винторезный мод. 1И611П				
	010	Точить шейки, мм Ø 38; Ø 34		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , T5K10	2,0	63	0,70
	015	Точить шейку под резьбу М30		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , T5K10	2,0	63	0,40
	020	Точить канавку и фаски		Резец канавочный	4,4	63	0,10
	025	Нарезать резьбу, М30×2		Резец резьбовой		48	2,00
	030	Переустановить деталь					
	035	Точить шейки мм, Ø 34 и Ø 38,3 на длине 130 мм до люнета		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , T5K10	0,90; 2,15	63	0,73
	040	Точить шейку под резьбу М30 на длине 43 мм		Резец проходной, $\varphi = 45^\circ$ , T5K10	2	65	0,64

Продолжение табл. П. 1.5

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
	045	Точить канавку и две фаски	Токарно-инторезный мод. ИИ611П	Резец канавочный	3,0	63	0,10
	050	Нарезать резьбу М30		Резец резьбовой		48	2,00
025		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две лыски в размер 27 <sub>-0,17</sub> мм, с переустановкой	Универсально фрезерный мод. 675П	Фреза концевая, мм, Ø 25, Z = 4	5,5	86	0,08 мм/зуб





Таблица П. 1.6

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
020		Токарная	Токарно-винторезный мод. 1ИБ11П				
	010	Установить деталь в патрон, поджать центром. Точить поясок для люнета на шейке, $\varnothing 54^{+6}$ мм		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , T15K6	2,0	80	0,70
025		Токарная					
	010	Установить деталь в центрах с люнетом. Точить шейки, мм, $\varnothing 54^{+4}$ и $62^{+0,3}$ и занижение, $\varnothing 54$ до люнета		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , T15K6	2,0; 4,0	80	0,55
	015	Точить шейки под резьбу M50 и под шлифование, $\varnothing 54,3$ мм		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , T15K6	1,85; 2,15	100	0,30

Продолжение табл. П. 1.6

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
	020	Точить канавку и две фаски	Токарно-винторезный мод. 1И611П	Резец канавочный		100	0,12
	025	Нарезать резьбу М50×3		Резец резьбовой		64	3,00
	030	Переустановить деталь Точить шейки, мм, Ø 54, Ø 62 и занижение Ø 54 до люнета		Резец проходной, $\varphi = 60^\circ$ , Т15К6	4,0; 1,0	80	0,50; 0,70
	035	Точить шейку под резьбу М50×3		Резец проходной, $\varphi = 45^\circ$ , Т15К6	2	80	0,50
	040	Точить канавку и две фаски		Резец канавочный		80	0,50
	045	Нарезать резьбу М50×3		Резец резьбовой		64	3,00

Продолжение табл. П. 1.6

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
035		Фрезерная					
	010	Фрезеровать лыски в размер, мм, 57 <sub>-0,17</sub> с переустановкой	Универсально-фрезерный мод. 675П	Фреза концевая, мм, Ø 25, Z = 4	2,5	86	0,08 мм/зуб

МАРШРУТНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ  
ПЛОСКОСТЕЙ, ПАЗОВ И ОТВЕРСТИЙ НА ДЕТАЛЯХ



Таблица П. 2.1

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					t, мм	v, м/мин	s, мм/об.
025		Сверлильная					
	010	Сверлить и зенкеровать четыре отверстия, $\varnothing 13$ , $\varnothing 20$	Вертикально сверлильный мод. 2Н118	Сверло $\varnothing 13$ мм; P18	-	34	0,3
				Зенкер $\varnothing 20$ мм; P18	3,5	26	0,5
030		Фрезерная					
	010	Фрезеровать, две лыски в два прохода выдерживать размеры 172,0 и 169,5 мм	Фрезерный консольный мод. 6Л112П или мод. 6М82	Фреза торцевая, $\varnothing 100$ мм; BK8	5,0; 4,0	126	0,2 мм/зуб

ДЕТАЛЬ П. 2.2. ФЛАНЕЦ  
(рисунок П. 2.2, таблица П. 2.2)

Заготовка – полуфабрикат (отливка после токарной обработки), материал – чугун СЧ-20.

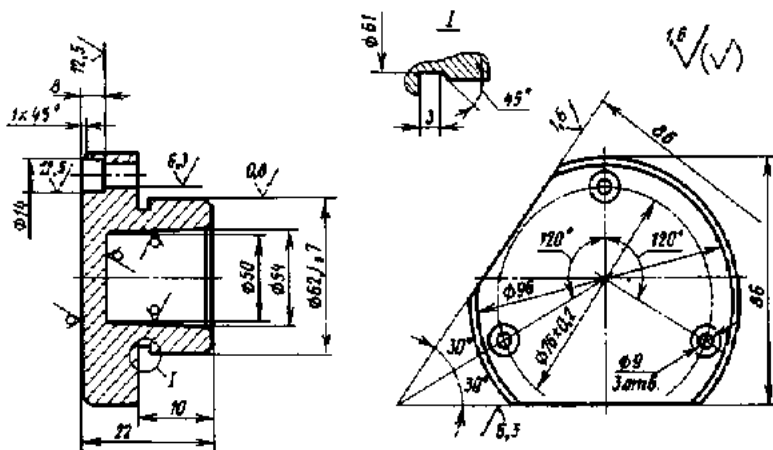


Рис.П. 2.2

Таблица П. 2.2

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
030		Сверлильная					
	010	Сверлить и зенкеровать три отверстия, мм, Ø 9 и Ø 14 соответственно	Вертикально-сверлильный мод. 2Н118	Сверло Ø 9 мм; P18		30	0.35
				Зенкер Ø 14 мм; P18	2,5	26	0,30
035		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две лыски,, выдержать размер 86 мм и угол $60^0$ (в два прохода)	Фрезерный консольный мод. 6Л12П или мод. 6М82	Фреза торцевая Ø 100 мм; ВК6	5,0	140	0,18 мм/зуб





Таблица П. 2.3

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
040		Сверлильная					
	010	Сверлить и зенкеровать пять отверстий, мм, Ø 11 и Ø 17 соответственно	Вертикально-сверильный мод. 2Н118	Сверло, Ø 11 мм; P18	-	34	0,30
		Зенкер, Ø 17 мм; P18		3,0	26	0,50	
	015	Сверлить два отверстия, мм, Ø 10,2 под резьбу M12		Сверло Ø 10,2 мм; P18	-	34	0,30
		Нарезать резьбу M12 в двух отверстиях		Метчик M12; P18	-	6,3	-
045		Фрезерная					
	010	Фрезеровать лыску в размер 170 мм за четыре прохода	Фрезерный консольный мод. 612П или 6М82	Фреза торцевая, Ø 100 мм; BK8	5,0	158	0,15 мм/зуб

ДЕТАЛЬ П. 2.4. РЫЧАГ  
(рисунок П. 2.4, таблица П. 2.4)

Заготовка – штамповка, материал – сталь 45  
(ГОСТ1050-80)

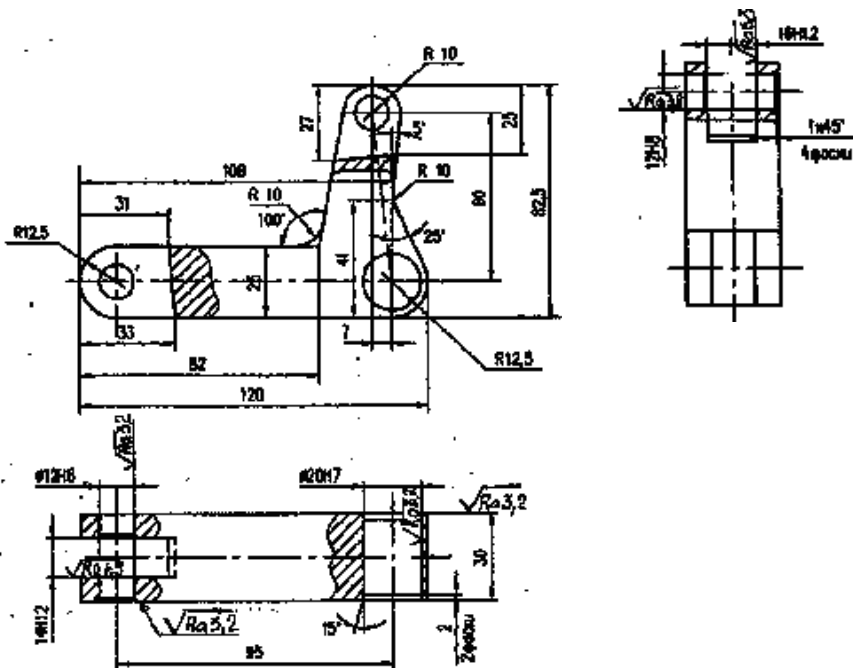


Рис. П. 2.4

Таблица П. 2.4

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две плоскости в размер 30,5 мм под шлифование	Фрезерный консольный мод. 6Л12П	Фреза торцевая, Ø 100 мм; T5K10	3,5; 3,0	145	0,24 мм/зуб
	015	Фрезеровать паз, 14 мм, выдержав размеры 31 и 33 мм		Фреза дисковая, Ø 130 мм; В = 14	33,0	40	0,03 мм/зуб
	020	Фрезеровать паз 16 мм, выдержав размеры 25 и 27 мм		Фреза дисковая, мм, Ø 130 мм; В = 16	27,0	40	0,03 мм/зуб

Продолжение табл. П.2.4

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
015		Шлифовальная					
	010	Шлифовать две плоскости в размер 30 мм	Плоскошлифовальный 3Е711В	Абразивный круг, Ø 400 мм, ПП4АМ50КЗСМ1	0,05	30 м/с	$S_{пр} = 20$ м/мин; $S_{поп} = 3$ мм/ход
020		Сверлильная					
	010	Сверлить два отверстия Ø 11,7 мм, зенковать четыре фаски	Вертикально-сверлильный мод. 2Н118	Сверло, Ø 11,7 мм; Р18	-	32	0,26
	015	Сверлить отверстие Ø 19,6 мм и зенковать две фаски		Сверло Ø 19 мм; 6Р18	-	27,5	0,25
	020	Развернуть отверстие Ø 20Н8 и два отверстия Ø 12Н8		Развертка, Ø 20 мм	0,2	13,0	0,50
				Развертка, Ø 12 мм	0,15	14,3	0,50

ДЕТАЛЬ П. 2.5. ОСНОВАНИЕ (рисунок П. 2.5, таблица П. 2.5)  
 Заготовка – лист,  $t = 40$  мм; материал – сталь 3

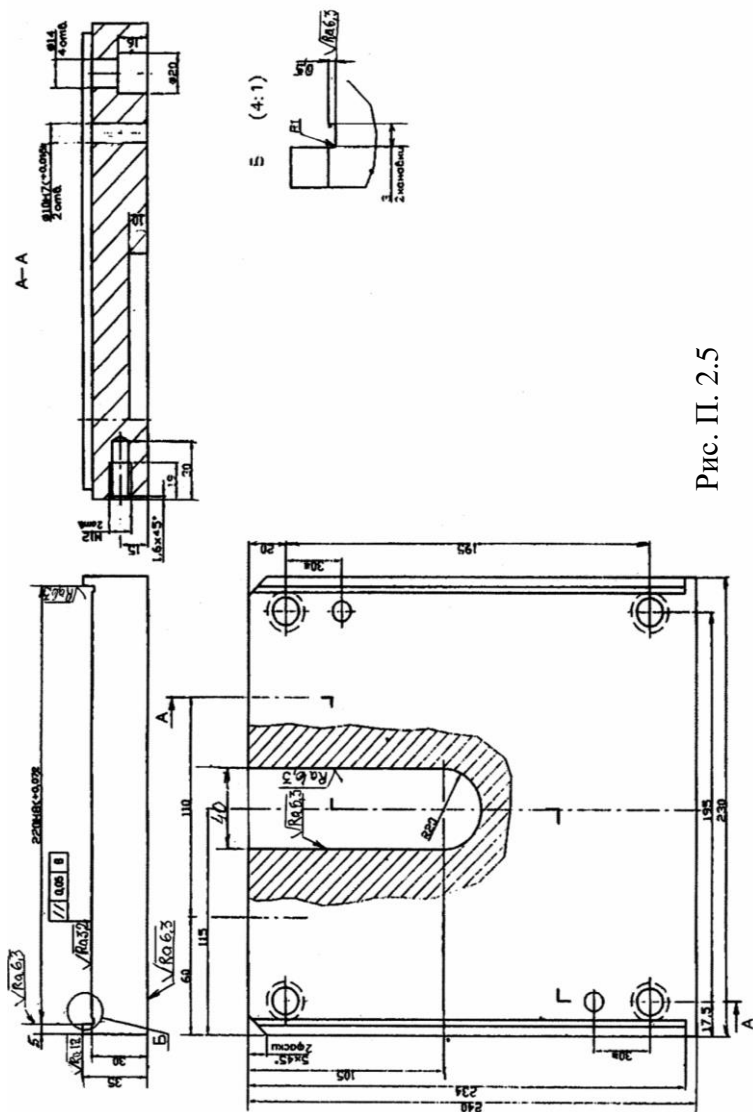


Рис. П. 2.5

Таблица П. 2.5

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две плоскости в размер 35 мм	Фрезерно-консольный мод. 6Л12П	Фреза торцевая, Ø 250 мм; T15K6	2,5	155	0,15 мм/зуб
	020	Фрезеровать боковые плоскости, выдержав размеры 240 и 230 мм,		Фреза концевая, Ø 32 мм; P18	3,5	72	0,10 мм/зуб
	025	Фрезеровать плоскость, занижение в размер 30,5 мм под шлифование		Фреза торцевая, Ø 150 мм; T15K6	4,5	207	0,10 мм/зуб
	040	Фрезеровать паз 40 мм на глубину 10 мм		Фреза концевая, Ø 40 мм; T15K6	10	160	0,10 мм/зуб

Продолжение табл. П. 2.5

025		Шлифовальная					
	010	Шлифовать занижение в размер 30 мм	Плоскошлифовальный мод. ЗЕ711В	Абразивный круг, Ø 400 мм, ПП4АМ50К3СМ1	0,05	30 м/с	$S_{\text{пр}} = 15 \text{ м/мин};$ $S_{\text{поп}} = 2 \text{ мм/ход}$
035		Сверлильная					
	010	Сверлить и зенкеровать четыре отверстия, мм, Ø 14, Ø 20 соответственно	Вертикально сверлильный мод. 2Н118	Сверло, Ø 14 мм, Р18	-	30	0,20
				Зенкер Ø 20 мм; Р18	3	20	0,50
	015	Сверлить и зенковать фаски и нарезать резьбу М12х1,5 в двух отверстиях	Вертикально сверлильный мод. 2Н118	Сверло, Ø 10,5 мм; Р18	-	24	0,20
				Метчик, М12х1,5	-	8,9	1,50



ДЕТАЛЬ П. 2.6. ПЛАНКА  
(рисунок П. 2.6, таблица П. 2.6)

Заготовка – полоса,  $t = 30$  мм,  $B = 80$ , материал – сталь 45.

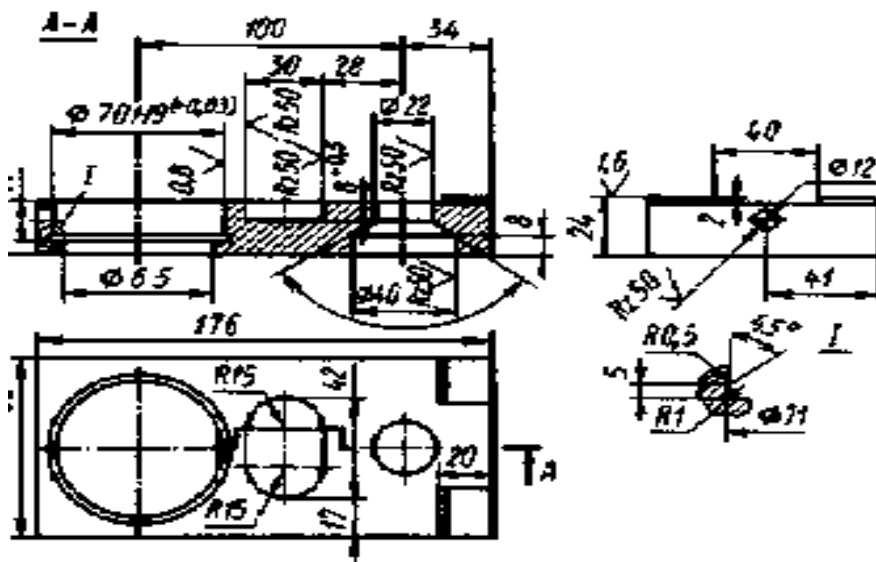


Рис. П. 2.6

Таблица П. 2.6

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
015		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две плоскости в размер 24,5 мм под шлифование	Фрезерный консольный мод. 6М82	Фреза цилиндрическая, Ø 60 мм; P18	2,5	59	0,05 мм/зуб
	015	Фрезеровать две торцевые плоскости в размер 176мм		Фреза дисковая, Ø 100 мм; T5K10	2,5	214	0,10 мм/зуб
020		Шлифовальная					
	010	Шлифовать две плоскости в размер 24 мм	Плоскошлифовальный мод. 3Е711В	Абразивный круг, Ø 400 мм, ШП4АМ50КЗСМ1	0,055	30 м/с	$S_{пр} = 10$ м/мин; $S_{пол} = 2$ мм/ход

Продолжение табл. П. 2.6

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
025		Фрезерная					
	010	Фрезеровать занижение плоскости на 2 мм	Фрезерный консольный мод. 6Л12П	Фреза торцевая, Ø 40 мм; P18	2,0	43,5	0,13 мм/зуб
	015	Фрезеровать паз 30x42 на глубину 8 мм		Фреза шпоночная, Ø 30 мм; P18	8,0	30,5	0,06 мм/зуб
030		Сверлильная					
	010	Сверлить отверстие Ø 22 мм на проход; расверлить отверстие Ø 34 мм, на глубину 8 мм; зенкеровать Ø 40 мм на глубину 8 мм	Вертикально-сверлильный мод. 2Н118	Сверло, Ø 22 мм; P18	-	37,0	0,20
				Сверло, Ø 34 мм; P18	6,0	33,0	0,23
				Зенкер, Ø 40 мм; P18	3,0	24,0	0,50

ДЕТАЛЬ П. 2.7. НАПРАВЛЯЮЩАЯ  
(рисунок П. 2.7, таблица П. 2.7)

Заготовка – штамповка, материал – сталь 45.

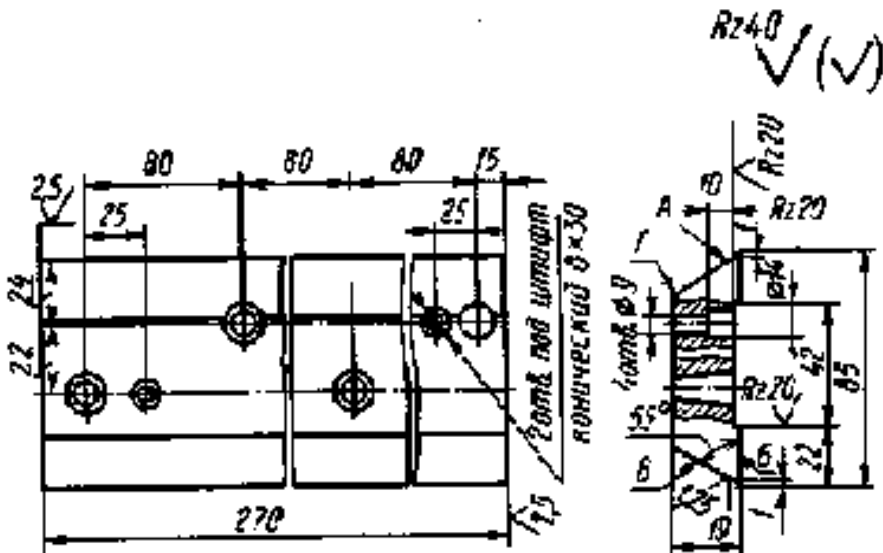


Рис. П. 2.7

Таблица П. 2.7

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
020		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две плоскости в размер 19,05 мм под шлифование	Фрезерно-консольный мод. 6М82	Фреза цилиндрическая, Ø 60 мм; P18	3	30	0,08 мм/зуб
025		Фрезерная					
	015	Фрезеровать две боковые плоскости в размер 83 мм и две торцевые плоскости в размер 270 мм	Фрезерно-консольный мод. 6Л12П	Фреза концевая, Ø 40 мм; T5K10	3	90	0,055 мм/зуб

Продолжение табл. П. 2.7

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
025		Сверлильная					
	010	Сверлить и зенкеровать четыре отверстия Ø 9 мм и Ø 14 мм соответственно	Вертикально-сверлильный мод. 2Н118	Сверло, Ø 9 мм; P18	-	32	0,20
				Зенкер, Ø 14 мм; ТВ. Сплав	2,5	14	0,32
030		Шлифовальная					
		Шлифовать две плоскости в размер 19 мм	Плоскошлифовальный мод. 3Е711В	Абразивный круг, Ø 400, мм, ПП4АМ50К3СМ1	0,05	30 м/с	$S_{пр} = 18$ м/мин; $S_{пол} = 2$ мм/ход
035		Фрезерная					
		Фрезеровать занижение в размер 42 мм на глубину 1,25 мм	Фрезерно-консольный мод. 6Л12П	Фреза концевая, Ø 40 мм; Т5К10	1,25	104	0,04 мм/зуб







Таблица П. 2.8

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать две плоскости в размер 30,5 мм под шлифование	Фрезерно-консольный мод. 6М82	Фреза цилиндрическая, Ø 60 мм; P18	2,5	40	0,10 мм/зуб
	015	Фрезеровать два паза 16Н12, выдержав размеры 35 и 28 мм		Фреза дисковая, мм, Ø100x16; T5K10	35,0; 28,0	310	0,04 мм/зуб
015	010	Сверлильная					
		Сверлить и зенковать два отверстия Ø11,8 мм под развертку, развернуть два отверстия	Вертикально-сверлильный мод. 2Н11В	Сверло, мм, Ø 11,8; P18	-	32	0,20
				Развертка, Ø 12 мм; P18	0,1	10,6	0,80

		Ø12Н7					
--	--	-------	--	--	--	--	--

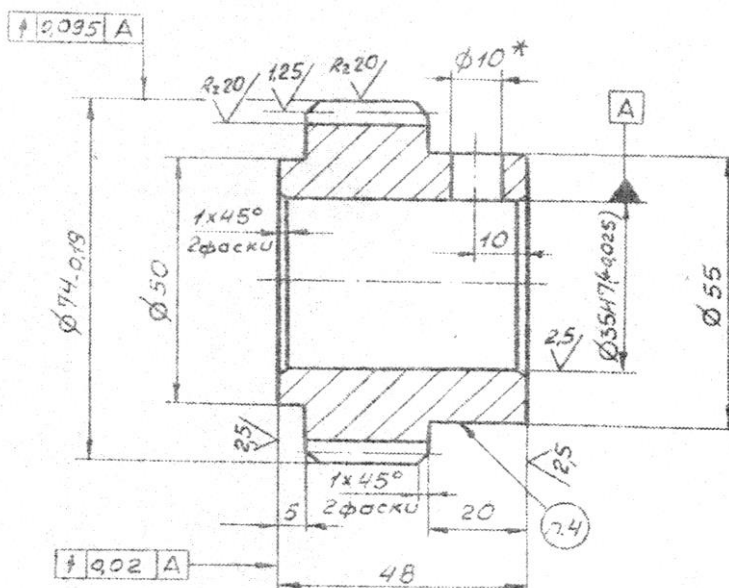
Продолжение табл. П. 2.8

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/об.
	015	Сверлить отверстие Ø 18 мм, зенкеровать 21,8 мм, развернуть отверстие Ø 22Н7	Вертикально-сверлильный мод. 2Н11В	Сверло, Ø 18 мм; Р18	-	27,5	0,25
				Зенкер, 21,8	1,90	17,0	0,50
				Развертка, Ø 22 мм; Р18	0,10	8,0	0,90
020		Шлифовальная					
	010	Шлифовать две плоскости в размер 30 мм	Плоскошлифовальный мод. 3Е711В	Абразивный круг, Ø 400 мм, ПП4АМ50К3СМ1	0,05	30 м/с	$S_{пр} = 16$ м/мин; $S_{поп} = 10$ мм/ход

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА  
НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС  
НА УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ  
МОД. 675П С ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКОЙ

ДЕТАЛЬ П. 3.1. ШЕСТЕРНЯ  
(рисунок П. 3.1, таблица П. 3.1)

Заготовка – полуфабрикат (штамповка после токарной обработки), материал – сталь 40Х; приспособление – делительная головка.



Модуль нормальный	$m_n$	2,5
Число зубьев	$z$	26
Степень точности (ГОСТ 1643-81)		6-B
Диаметр делительной окружности, мм	$d$	65,16

Рис. П. 3.1

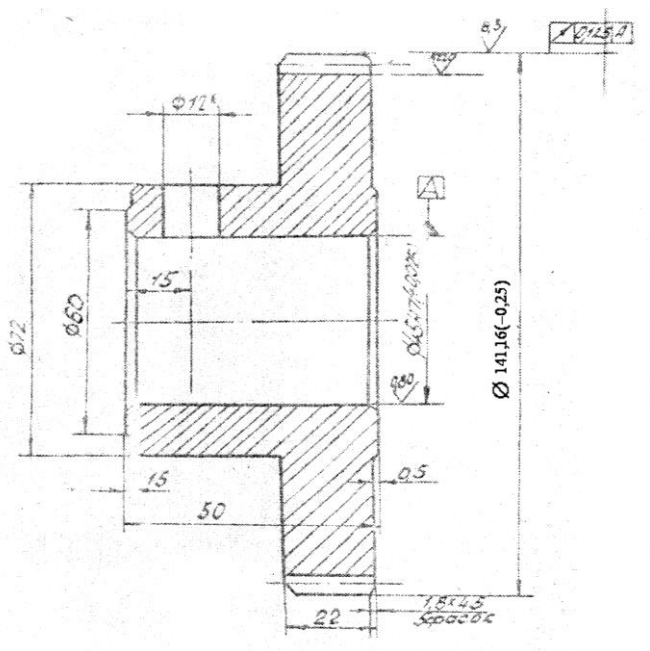
Таблица П. 3.1

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 26 зубьев предварительно под шлифование	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая: Ø 70 мм; $z = 12$ ; P18	5,0	48	50

ДЕТАЛЬ П. 3.2. КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ  
(рисунок П. 3.2, таблица П. 3.2)

Заготовка – полуфабрикат (штамповка после токарной обработки), материал – сталь 40Х; приспособление – делительная головка.



Модуль нормальный	$m_n$	2,5
Число зубьев	$z$	54
Степень точности по ГОСТ 1643-81		6-B
Диаметр делительной окружности, мм	$d$	136,32

Рис. П.3.2

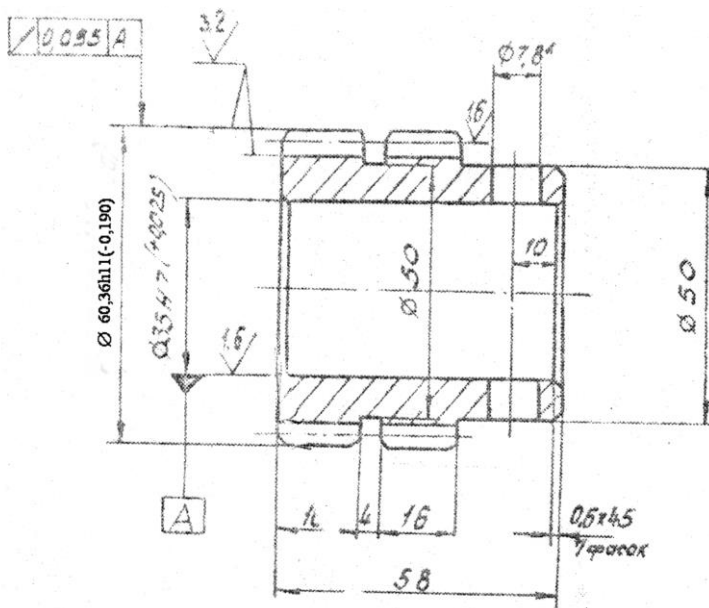
Таблица П. 3.2

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 54 зуба предварительно под шлифование	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая Ø 70 мм; Z = 12; P18	5,0	48	50

ДЕТАЛЬ П. 3.3. КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ  
(рисунок П. 3.3, таблица П. 3.3)

Заготовка – полуфабрикат (прокат после механической обработки); материал – сталь 40Х; приспособление – делительная головка.



Модуль нормальный	$m_n$	2,5
Число зубьев	$z$	22
Степень точности по ГОСТ 1643-81		7-B
Диаметр делительной окружности мм	$d$	55,52

Рис. П. 3.3



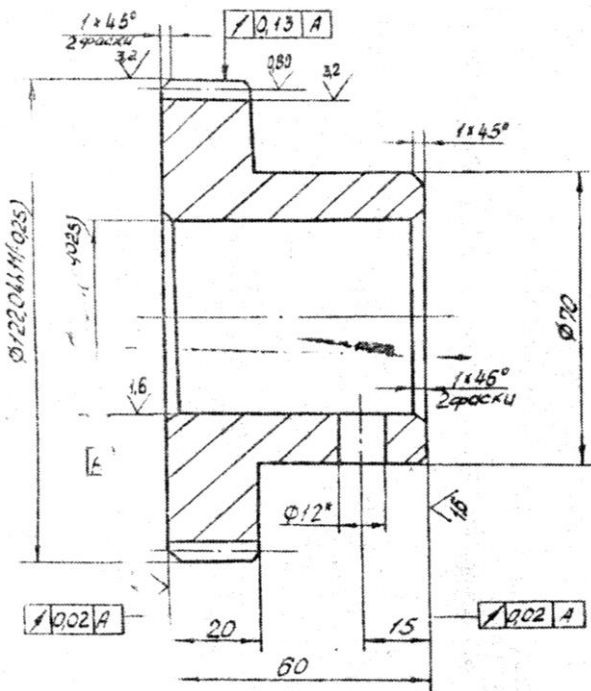
Таблица П. 3.3

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 22 зуба предварительно под шлифование.	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая Ø 70 мм; Z = 12; P18	5,0	48	50

ДЕТАЛЬ П. 3.4. КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ  
(рисунок П. 3.4, таблица П. 3.4)

Заготовка – полуфабрикат (поковка после токарной обработки), материал – сталь 40Х; приспособление – делительная головка.



Модуль нормальный	$m_n$	2,5
Число зубьев	$z$	44
Степень точности по ГОСТ 1643-81		7-B
Диаметр делительной окружности, мм	$d$	111,04

Рис. П. 3.4

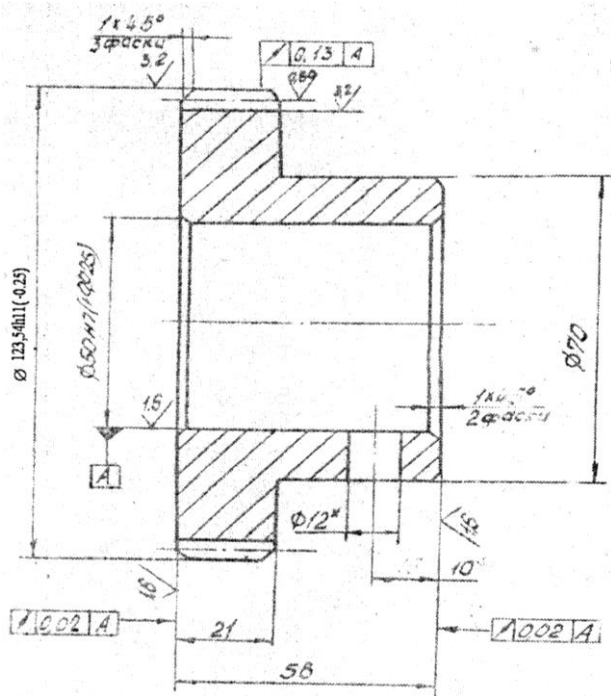
Таблица П. 3.4

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 44 зуба предварительно под шлифование	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая Ø 70 мм; Z = 12; P18	5,0	48	50

ДЕТАЛЬ П. 3.5. ШЕСТЕРНЯ  
(рисунок П. 3.5, таблица П. 3.5)

Заготовка – полуфабрикат (поковка после токарной обработки), материал – сталь 40Х; приспособление – делительная головка.



Модуль нормальный	$m_n$	2,5
Число зубьев	$z$	47
Степень точности по ГОСТ 1643-81		7-B
Диаметр делительной окружности, мм	$d$	117,54

Рис. П. 3.5

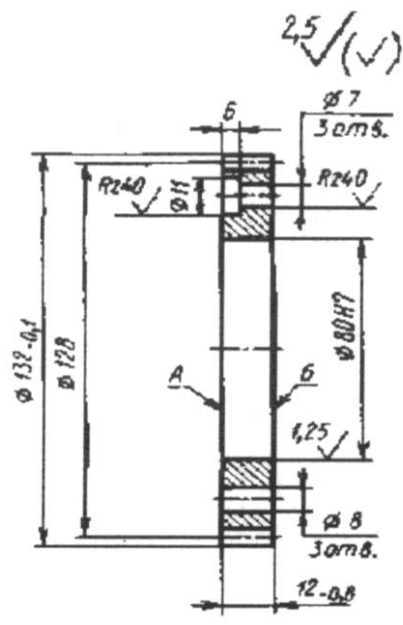
Таблица П. 3.5

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 47 зубьев предварительно под шлифование	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая $\varnothing 70$ мм; $Z = 12$ ; P18	5,0	48	50

ДЕТАЛЬ П. 3.6. ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО  
(рисунок П. 3. 6, таблица П. 3.6)

Заготовка – полуфабрикат (штамповка после токарной обработки), материал – сталь 40Х; приспособление – делительная головка.



Модуль	$m_n$	2,0
Число зубьев	$z$	64
Степень точности по ГОСТ 1643-81		6
Диаметр делительной окружности, мм	$d$	128,00

Рис. П. 3.6

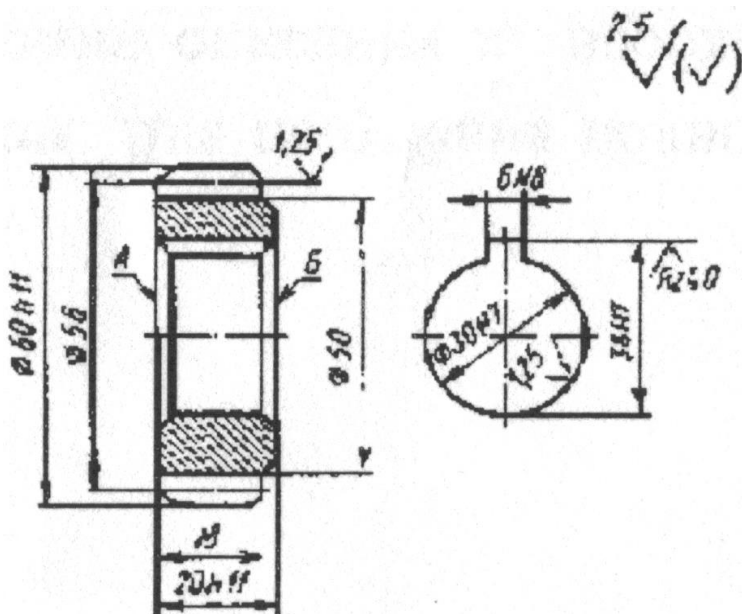
Таблица П. 3.6

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 64 зуба окончательно	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая Ø 63 мм; Z = 13; P18	4,5	43	42

ДЕТАЛЬ П. 3.7. ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО  
(рисунок П. 3. 7, таблица П. 3.7)

Заготовка – полуфабрикат (прокат после токарной обработки), материал – сталь 40; приспособление – делительная головка.



Модуль нормальный	$m_n$	2,0
Число зубьев	$Z$	28
Степень точности по ГОСТ 1643-81		6-B
Диаметр делительной окружности, мм	$d$	56,00

Рис. П. 3.7



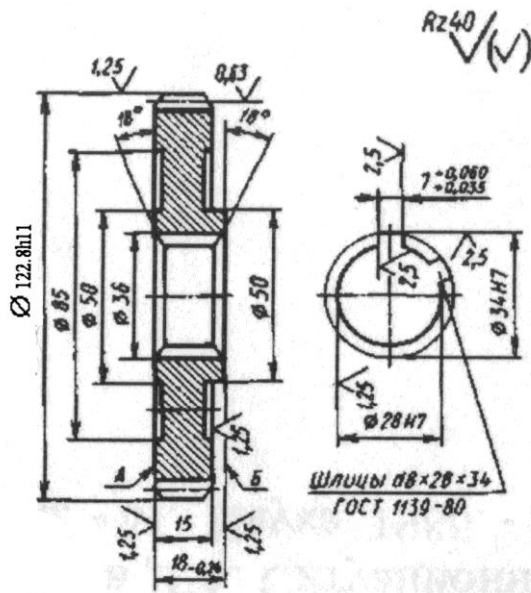
Таблица П. 3.7

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 28 зубьев предварительно под шлифование	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая, Ø 63 мм; Z = 13; P18	4,0	43	42

ДЕТАЛЬ П. 3.8. ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО  
(рисунок П. 3. 8, таблица П. 3.8)

Заготовка – полуфабрикат (после токарной обработки),  
материал – сталь 40Х; приспособление – делительная головка.



Модуль нормальный	$m_n$	1,75
Число зубьев	$Z$	68
Степень точности по ГОСТ 1643-81		6
Диаметр делительной окружности, мм	$d$	119

Рис. П.3.8

Таблица П. 3.8

## Маршрутная технологическая карта

Номер операции	Номер перехода	Наименование операции	Станок	Инструмент	Режимы обработки		
					$t$ , мм	$v$ , м/мин	$s$ , мм/мин
010		Фрезерная					
	010	Фрезеровать 68 зубьев предварительно под шлифование	Универсально-фрезерный станок мод. 675П	Фреза модульная дисковая, Ø 55 мм; Z = 14; P18	3,35	36	40

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии изложены материалы по лабораторным работам, соответствующим требованиям рабочих программ и основной образовательной программы по дисциплине «Металлорежущие станки» для специальности 151002 «Металлообрабатывающие станки и комплексы».

В учебном пособии представлены десять лабораторных работ по основным видам металлорежущих станков. Представлены их конструкции, подробно рассмотрены кинематические связи, оснастка.

В учебном пособии много иллюстративного материала, освещающего реальные конструкции исполнительных органов металлорежущих станков различных моделей и их модификаций, с различными системами управления. По каждой конструкции подробно разобраны и устройства, и способы технологических наладок, обеспечивающих надежность и требуемую точность выполнения операций обработки. Определены области эффективного применения станков, приведены их технические характеристики.

При разработке учебного пособия был систематизирован разрозненный материал по конструкциям наиболее распространенных типов станков, используемых в условиях разносерийного производства.

Данная работа существенно восполнит имеющуюся информацию по металлорежущим станкам, поможет освоить материал и получить навыки выполнения структурного анализа кинематики станка, его настройки на операции обработки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пачевский В.М. Металлорежущие станки. Ч.1: Кинематика и исполнительные механизмы: учеб. пособие / В.М. Пачевский, Л.А. Федотова. 2-е изд., испр. и доп. Воронеж: ВГТУ, 2008. ЭВ: 02(УП)МРС.КИМ.Ч.1(08).doc.

2. Трембач Е.Н. Резание материалов: учебник / Е.Н. Трембач, Г.А. Мелетьев, А.Г. Схиртладзе, В.М. Пачевский. 2-е изд., доп. и перераб. – Воронеж: ГОУВПО ВГТУ, 2008. 453 с. ЭВ.

3. Филимонов Л.Н. Плоское шлифование / Л.Н. Филимонов; под ред. В.И. Муцяно. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1985. 109 с. (2 экз.).

4. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием / С.С. Некрасов. М.: Агропромиздат, 1988. 336 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учеб. заведений). (6 экз.).

5. Локтев А.Д. И др. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: справочник / А.Д. Локтев, И.Ф. Гушин, В.А. Батуев и др. В 2-х т. Т. I. 1991. 640 с. (6 экз.). Т. II. 1992. 304 с. (6 экз.).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Лабораторная работа № 1. Устройство, кинематическая структура и настройка токарно-винторезного станка мод. 1И611П	5
2. Лабораторная работа № 2. Устройство, кинематическая структура фрезерных станков горизонтальной и вертикальной компоновок, настройка на обработку плоскостей и пазов	29
3. Лабораторная работа № 3. Назначение, устройство, технологические возможности и особенности настройки сверлильного станка мод. 2Н118	56
4. Лабораторная работа № 4. Настройка и наладка фрезерных станков горизонтальной и вертикальной компоновок на обработку зубчатых колес	77
5. Лабораторная работа № 5. Назначение, конструкция и наладка шлифовального станка мод. 3Е711В на обработку плоских поверхностей	96
6. Лабораторная работа № 6. Особенности конструкции, управления и технологических возможностей токарных станков с ЧПУ моделей 16К20Ф3-С5 и 16К20Т	133
7. Лабораторная работа № 7. Структура, особенности конструктивного исполнения и управления токарного станка высокой точности мод. ТПК-125В с ЧПУ	161
8. Лабораторная работа № 8. Технологическая подготовка и наладка токарного станка мод. ТПК-125	184
9. Лабораторная работа № 9. Размерная настройка инструментальных устройств токарных станков с ЧПУ	213
10. Лабораторная работа № 10. Назначение, устройство станков моделей 3А642 и 3Е642, наладка на точку инструмента	229
Приложения	266

Заключение	324
Библиографический список	325
Оглавление	326

Учебное издание

Пачевский Владимир Морицович  
Федотова Людмила Александровна  
Старов Виталий Николаевич  
Кондратьев Михаил Вячеславович  
Янцов Эдуард Михайлович

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ:  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

В авторской редакции

Компьютерный набор, оформление Л.В. Моложенко

Подписано в печать 30.04.2010.

Уч.-изд. л. 18,5

ГОУВПО «Воронежский государственный технический  
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14





