

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Диодинович
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 21.08.2023 19:09:25
Уникальный программный ключ:
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebeea849

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра КТОМПиМ

Махмудов К.Д., Сальницкий Ф.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по дисциплине: «Металлорежущие станки»

для студентов направления подготовки бакалавров
15.03.05- Конструкторско - технологическое обеспечение
машиностроительных производств
профиль «Технология машиностроения»

Махачкала 2019

УДК 621.7+621.9

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Металлорежущие станки», для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05- «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения»; -Махачкала, ДГТУ, 2019.-83 с.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Металлорежущие станки», изложены основные сведения по металлорежущим станкам, овладев которыми будущие специалисты смогут в дальнейшем приступить к творческой инженерной деятельности и решению важных и сложных задач в области конструирования и эксплуатации станочного оборудования. Целью выполнения лабораторных работ является изучение оборудования машиностроительного производства. В результате выполнения работ студент должен получить знания в области методов обработки деталей на металлорежущих станках, кинематической структуры, устройства станков, настройке и эксплуатации. Показана последовательность и порядок выполнения, содержание отчета.

СОСТАВИТЕЛИ:

Махмудов К.Д. – к.т.н., профессор кафедры КТОМПиМ
Сальницкий Ф. А. – ст. преподаватель кафедры КТОМПиМ

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Меджидов М.Т. - к.т.н., доцент, нач. отдела испытаний ОАО «Авиаагрегат»

Печатается по решению Ученого совета ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», 2019.

Лабораторная работа №1

НАЗНАЧЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКОВ

Цель работы: изучение особенностей конструкции, технологических возможностей токарно-винторезного станка и овладение навыками составления кинематических схем и кинематической настройки.

Токарно-винторезные станки предназначены для выполнения разнообразных работ. На них можно обтачивать наружные цилиндрические, конические и фасонные поверхности; растачивать цилиндрические и конические отверстия; обрабатывать торцовые поверхности; нарезать наружную и внутреннюю резьбу; сверлить, зенкеровать и развертывать отверстия; производить отрезку, подрезку торцов и т.п.

В токарно-винторезных станках вращение заготовки является главным движением, а движение суппорта с резцом в продольном и поперечном направлениях - движениями подачи. Все остальные движения являются вспомогательными: подвод режущего инструмента к детали и отвод от нее, включение, выключение, изменение скоростей и направлений рабочих движений станка и др.

Основными размерными характеристиками токарных станков являются: высота центров над станиной (это характеризует наибольший диаметр обработки); расстояние между центрами, расстояние, равное наибольшей длине детали, которая может быть установлена на данном станке.

Все токарные станки по высоте центров могут быть разделены на три группы:

- 1) мелкие станки с высотой центров до 150 мм;
- 2) средние станки с высотой центров 150-300 мм;
- 3) крупные станки с высотой центров более 300 мм. Наиболее распространены на машиностроительных заводах средние токарные станки с расстоянием между центрами 750, 1000 и 1500 мм.

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА

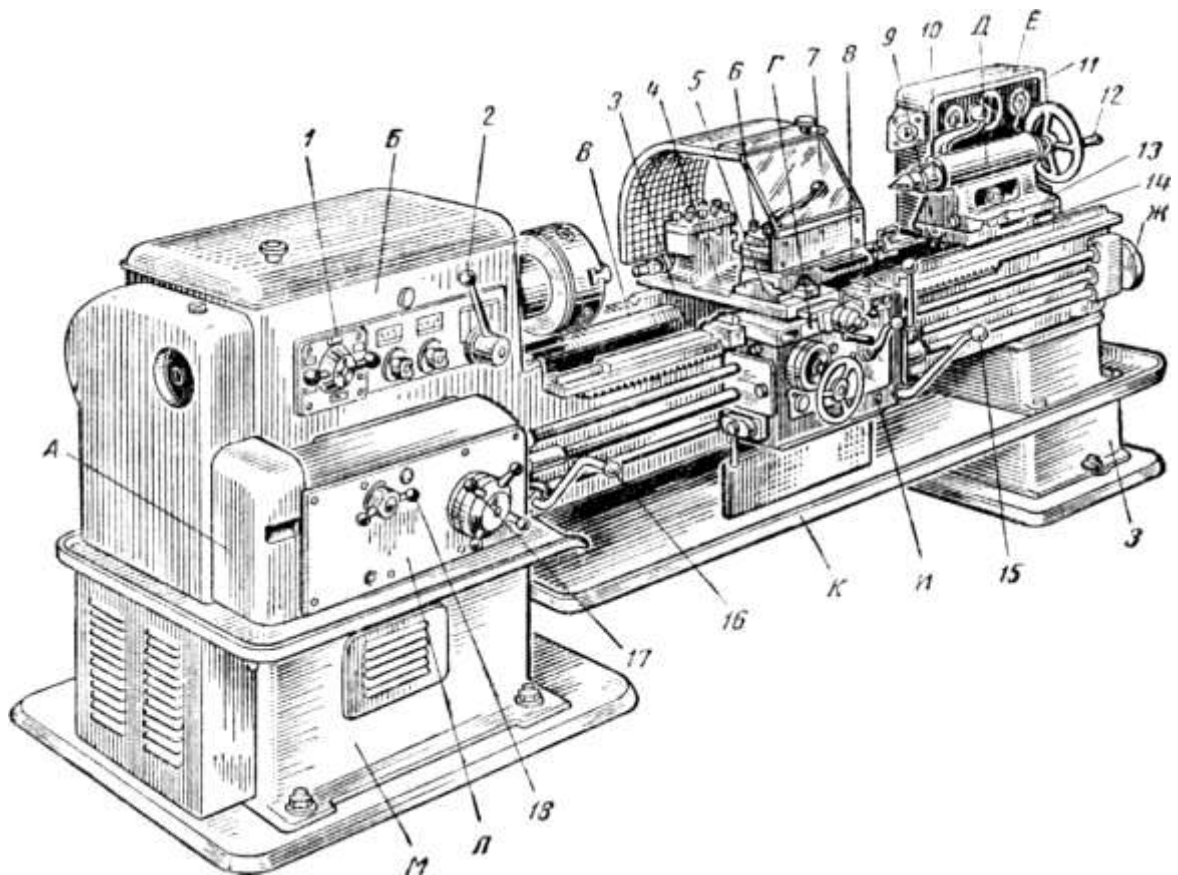


Рис.1.1 Общий вид токарно-винторезного станка

Основные узлы токарного станка.

Токарный станок (рис.1.1) состоит из станины, основания, коробки скоростей, передней бабки, гитары сменных колес, коробки подач, фартука, суппорта, задней бабки, привода быстрых перемещений, органов управления и систем охлаждения и смазки.

Станина является основной несущей деталью, на которой монтируются все узлы станка. Станина служит также для направления перемещения продольных салазок суппорта и задней бабки вдоль оси станка.

Основание, на котором установлена станина станка, обычно делается раздельной, состоит из двух или из трех тумб. Однако для получения более высокой жесткости применяют и сплошные основания. В передней тумбе М (рис.1.1) размещаются приводной электродвигатель и иногда пусковая элек-

троаппаратура. Заднюю тумбу 3 обычно используют в качестве шкафчика и для размещения привода системы охлаждения. Между тумбами размещается поддон К, для слива охлаждающей жидкости и сбора стружки.

Коробка скоростей служит для изменения скорости вращения шпинделя. У быстроходных токарных станков для уменьшения вибрации коробка скоростей выполнена в виде отдельного узла и размещена в передней тумбе вместе с приводом электродвигателя. Однако у большинства токарных станков коробка скоростей устанавливается в корпусе передней бабки.

В передней бабке Б смонтирован шпиндельный узел – самый ответственный узел станка. Кроме шпиндельного узла, в передней бабке обычно устанавливают переборные устройства, позволяющие получить пониженные числа оборотов шпинделя. Передняя бабка неподвижно закреплена на станине так, чтобы ось шпинделя была строго параллельна направляющим станины. В корпусе передней бабки обычно монтируется механизм реверса, служащий для изменения направления подачи суппорта при нарезании резьбы.

Гитара сменных колес А служит для передачи вращения от передней бабки к коробке подач и для изменения передаточного отношения этой передачи в целях обеспечения нарезания всех типов резьб.

Коробка подач Л предназначена для изменения величины продольных и поперечных подач суппорта. В токарно-винторезном станке коробка подач служит также реечный разрез для установки нужного шага при нарезании резьбы и для передачи движения либо ходовому винту, либо ходовому валику. Первый используют при нарезании резьбы резцом, второй – для обточки.

Фартук И служит для размещения разъемной гайки ходового винта и механизма подач, который передает вращение от ходового валика и одновременно преобразовывает вращательное движение в прямолинейное поступательное движение суппорта в продольном либо в поперечном направлении.

Суппорт Г обеспечивает возможность механического перемещения резца в продольном и поперечном направлениях и ручного перемещения под любым углом к оси шпинделя. У некоторых моделей токарных станков эта

подача тоже механизирована. Суппорт состоит из продольных салазок 3, которые могут перемещаться по направляющим станины, поперечных салазок 4, поворотной части 5 и верхней части 8, на которой устанавливается поворотный четырехпозиционный резцедержатель 6.

Задняя бабка Д выполняет функцию второй опоры при обработке длинных деталей в центрах. В то же время задняя бабка используется для закрепления и подачи инструмента при обработке отверстий сверлами, зенкерами, развертками и при нарезании резьбы метчиками и плашками.

Задняя бабка состоит из корпуса 13, пиноли 10 и основания 14. При обточке пологих конусов корпус 13 смещается в поперечном направлении на нужную величину относительно основания 14.

Центры и инструменты для обработки отверстий закрепляются в коническом гнезде пиноли, которая перемещается вдоль своей оси при помощи винта с маховичком 12.

У современных моделей токарных станков для сокращения времени, затрачиваемого на холостые перемещения суппорта, устанавливают привод быстрых перемещений Ж, который имеет отдельный электродвигатель, передающий вращение непосредственно ходовому валику, минуя коробку подач, что обеспечивает высокую скорость перемещения суппорта (4м/мин).

Органы управления необходимы для изменения скорости вращения шпинделя (рукоятки 1 и 2), для изменения величины подач или шага резьбы (рукоятки 17 и 18), для пуска, останова и реверсирования станка (рукоятка 15 и 16) и т.д.

Конструктивные особенности. Станок имеет жесткую станину коробчатой формы с поперечными П-образными ребрами и усиленными направляющими для продольных салазок суппорта.

Станина смонтирована на двух пустотелых тумбах. В передней тумбе установлен электродвигатель привода станка, а в задней расположен бак для охлаждающей жидкости.

Задняя бабка закрепляется на станине одной рукояткой 11 (см. рис.1.1),

однако она имеет при этом также дополнительный болтовой зажим, используемый при сверлильных и тяжелых токарных работах.

Чтобы предотвратить травмы рабочего сходящей стружкой, станок оснащен быстро откидывающимся щитком с прозрачным козырьком 7.

Все электрооборудование сосредоточено в шкафу Е, установленном сзади станка, с правой его стороны.

Пуск и остановка главного электродвигателя осуществляются кнопочной станцией, смонтированной на правой верхней части фартука.

Для экономии электроэнергии на станке установлено реле, ограничивающее время холостого хода главного электродвигателя. При нейтральном положении рукоятки управления пусковыми фрикционами, когда шпиндель не вращается, реле автоматически, через определенный промежуток времени (5-8 секунд) отключает электродвигатель от электрической цепи.

Вместо трех рукояток управления подачами суппорта на станке имеется только одна рукоятка, расположенная с правой стороны фартука. Этой рукояткой можно управлять перемещениями продольных и поперечных салазок суппорта. При наклоне рукоятки влево (по стрелке а) суппорт перемещается к передней бабке, а при наклоне вправо (по стрелке в) – к задней бабке. Наклоном рукоятки от себя (по стрелке б) включают поперечную подачу суппорта по направлению к центру, а наклоном рукоятки на себя (по стрелке г)- поперечную подачу суппорта от центра.

Быстрые перемещения суппорта во всех четырех направлениях включают также этой рукояткой, но для этого дополнительно нажимают на кнопку К, встроенную в шарик рукоятки.

Чтобы обеспечить механическую подачу задней бабки при сверлильных работах, к ней вплотную подводят продольные салазки суппорта и перемещая поперечные салазки на себя, закрывают специальный замок, соединяя суппорт с задней бабкой. После этого при включении продольной подачи суппорта будет перемещаться так же и задняя бабка.

ЗАДАНИЕ: на контуре станка, предназначенного для выполнения ла-

бораторной работы, указать его отдельные узлы и составить их спецификацию.

ПРИМЕРЫ НАЛАДОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА

Основные виды работ, выполняемых на токарно-винторезных станках, следующие:

Наружное продольное обтачивание. Заготовка устанавливается в патроне (или центрах), ей сообщается вращательное движение, а резец вместе с кареткой суппорта (нижними салазками) перемещается параллельно линии центров станка (рис.1.2).

Поперечное точение. Резец перемещается вместе с поперечными салазками перпендикулярно линии центров станка (рис.1.3).

Отрезка. Движение заготовки и резца аналогичны поперечной обточке. Отличие заключается в применяемом инструменте – отрезном резце (рис.1.4).

Нарезание резьбы. Перемещение заготовки и резца аналогичны наружному продольному точению и согласованы таким образом, что за один оборот заготовки резец перемещается на величину шага нарезаемой резьбы. В качестве инструмента применяется специальный резьбовой резец, профиль которого в плане соответствует профилю нарезаемой резьбы (рис.1.5).

Сверление. Сверло закрепляется в пиноли задней бабки и перемещается в осевом направлении вращением маховика вручную. Некоторые токарные станки (например 1К62) имеют приспособление для присоединения задней бабки к каретке суппорта, тогда сверление выполняется механической подачей суппорта. Чтобы сверло не уходило от горизонтальной оси в начале сверления, на торце заготовки производят центровку коротким сверлом большего диаметра, чем просверливаемое отверстие. Важно, чтобы торец заготовки был подрезан, т.е. был перпендикулярен оси (рис.1.6).

Растачивание. Предварительно просверленные отверстия или отверстия в заготовках, полученных литьем или ковкой, часто подвергают растачиванию с целью увеличения диаметра, обеспечения высокой точности размера и малой шероховатости. Растачивание менее производительно, чем сверление, но

позволяет получить точные отверстия и исправить положение оси отверстия. При растачивании резец закрепляется в резцедержателе или в специальной оправке и перемещается вдоль оси растачиваемого отверстия (рис.1.7).

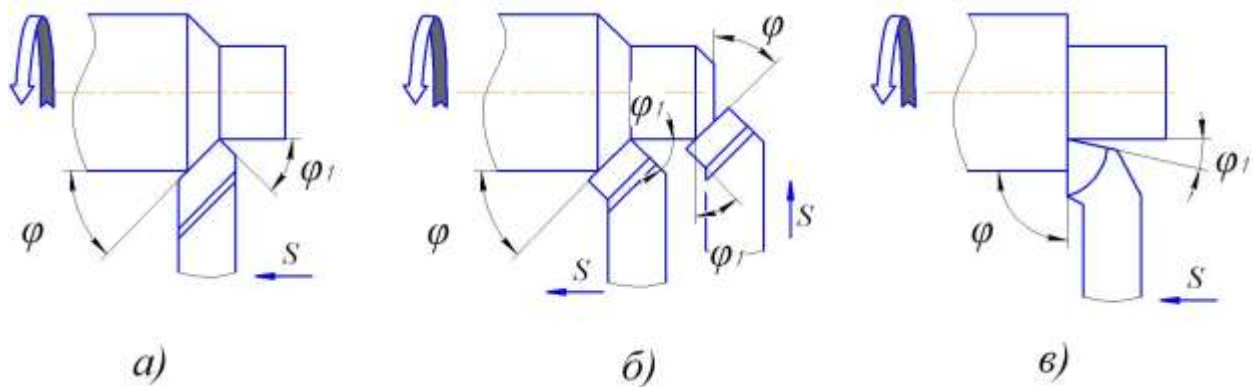


Рис.1.2 Наружное продольное обтачивание: а) проходным резцом; б) проходным отогнутым резцом; в) проходным упорным резцом

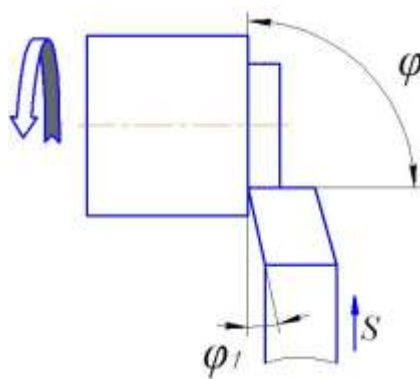


Рис.1.3 Поперечное точение

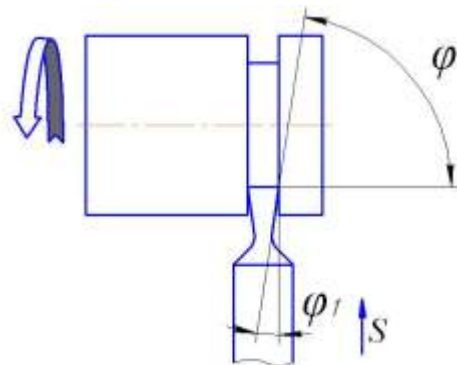


Рис.1.4 Отрезка подрезным резцом

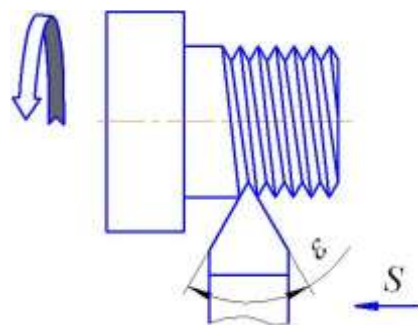


Рис.1.5 Нарезание резьбы

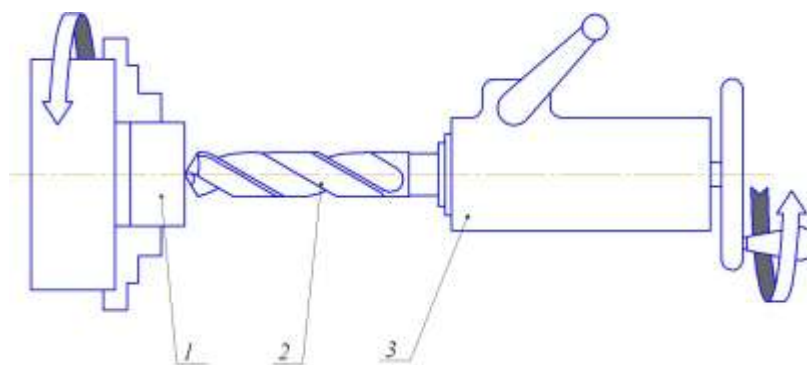


Рис.1.6 Сверление : 1- заготовка; 2- сверло; 3- задняя бабка

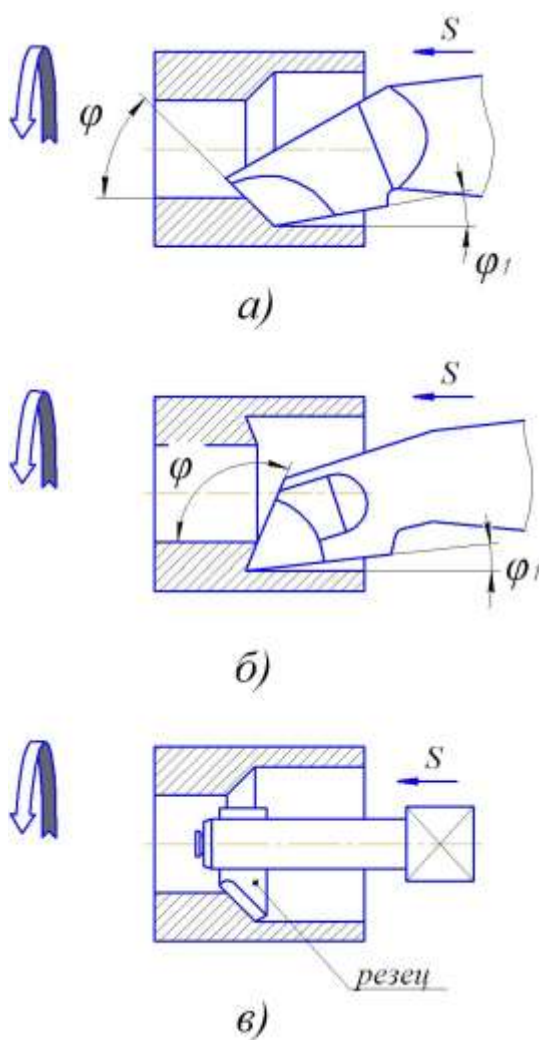


Рис.1.7 Растачивание: а) расточным проходным резцом; б) расточным упорно-проходным резцом; в) расточным проходным резцом на оправке (борштанге)

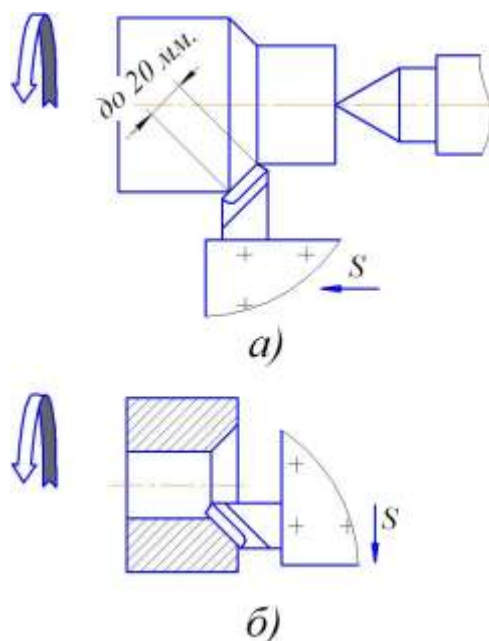


Рис.1.8 Обработка коротких конических поверхностей широким резцом: а) наружные поверхности; б) внутренние поверхности

7. Обработка конических поверхностей. Этот вид обработки выполняется одним из следующих способов:

а) точение широким резцом, поверхности длиной 20-25 мм (рис.1.8);

Недостаток способа является невозможность обработки длинных поверхностей, так как длина обработки ограничена длиной хода резцовой каретки и обтачивание влечет за собой ручную подачу.

б) обработка конических поверхностей при развернутой резцовой каретке суппорта (рис. 9). Некоторые станки (16K20, 163 и др.) имеют механизм передачи вращения на винт резцовой каретки, на таких станках независимо от угла поворота можно получить автоматическую подачу резцовой каретки;

в) точение при смещении центра задней бабки. Этим способом обрабатывают длинные наружные конические поверхности. Недостатком является невозможность обработки внутренних конусов и конусов с большим углом;

г) точение конических поверхностей при помощи копировальной (конусной) линейки;

д) обработка внутренних конических поверхностей специальными коническими сверлами, зенковками и развертками.

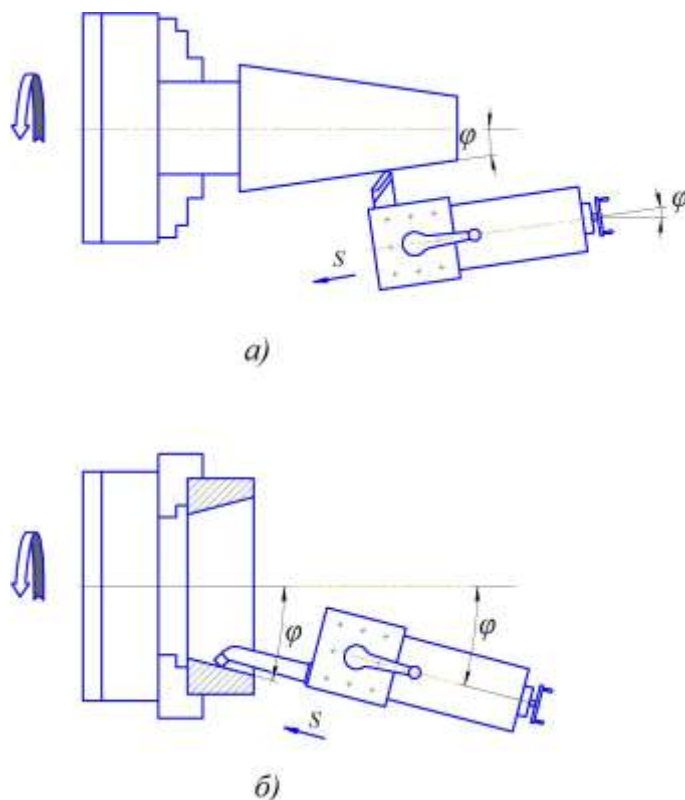


Рис.1.9 Обработка конических поверхностей при развернутой резцовой каретке суппорта: а) обтачивание наружной поверхности; б) растачивание внутренней поверхности

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ТОКАРНО-ВИНТОРЗНОГО СТАНКА

Для определения технологических возможностей станка важное значение имеет установление его основных размеров, которые в конечном итоге определяют размеры обрабатываемых деталей, применяемый инструмент и возможность применения дополнительных приспособлений,

Высота центров H . Измерить по перпендикуляру расстояние от линии центров до станины (рис.1.10).

Наибольшее расстояние между центрами. Переместить заднюю бабку в положение, наиболее удаленное от передней (без свешивания со станины), и

сдвинуть пиноль до отказа. Измерить расстояние между вершинами нормальных центров.

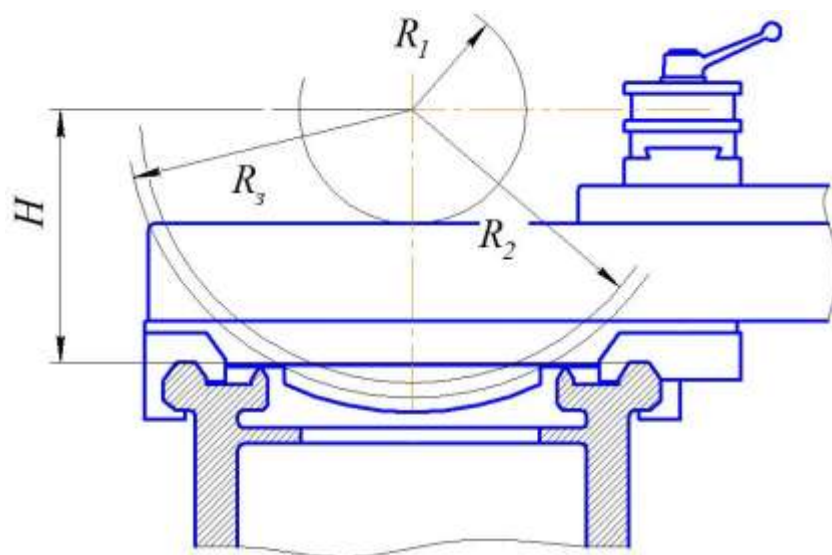


Рис.1.10 Схема наибольших диаметров обработки

Наибольший диаметр изделия (см. рис.1.10) прутка d_1 . Измерим диаметр отверстия у заднего торца шпинделя d_0 , $d_1 = 0,97d_0$; над верхней частью суппорта D_1 . Измерить расстояние $R_1 D_2 = 1,94R_1$; над нижней частью суппорта D_2 . Измерить расстояние $R_2 D_2 = 1,94R_2$, над станиной D_3 . Измерить расстояние $R_3 D_3 = 1,94R_3$.

4. Наибольшая длина обточки. Равна наибольшей длине хода суппорта за вычетом длины врезания и перебега, которые в сумме для станков средних размеров можно принять равными 20мм. Наибольшую длину хода суппорта определить перемещением его из одного крайнего положения в другое.

5. Шаг нарезаемой резьбы. Указать предельные значения шагов и чисел ниток на 1" (см. на барабане подач).

6. Шпиндель:

Конус - система, номер. Определяются при помощи набора калибров – пробок для конусов. При отсутствии набора номер конуса определяется измерением большого диаметра отверстия на торце шпинделя, пиноли т.д.

Наибольшие диаметры отверстий конусов Морзе и метрических приведены в табл.1.1

Диаметр отверстия шпинделя. Измерить у заднего торца шпинделя.

Таблица 1.1 Диаметры отверстий конусов Морзе и метрических

Система	Номер конуса	Диаметр отвер-
Метрическая	4	4
	6	6
Морзе	0	2,05
	1	12,06
	2	17,78
	3	23,28
	4	31,27
	5	44,40
	6	63,35

7. Задняя бабка:

Наибольшее перемещение пиноли. Измерить величину наибольшего возможного перемещения в пределах конструктивных ограничений (винт остается в соединении с гайкой на полную длину ее нарезки);

Перемещение пиноли за один оборот маховика. Определить как среднее за несколько оборотов маховика;

Поперечное смещение вперед, назад. Измерить величину смещения от нулевой риски до крайнего положения.

8. Суппорт:

Наибольшие размеры державки или резца. Для определения высоты державки резца измерить высоту паза для установки резца и выбрать ближайшую меньшую по ГОСТу.

Если ширина паза позволяет установить резец квадратного сечения, то берется ширина, равная высоте. В противном случае принимается нормальная ширина для прямоугольного сечения.

Таблица 1.2 Наиболее употребляемые сечения резцов ,мм:

высота	10	12	16	20	25	30	40
ширина	7 и 10	12	12 и 20	16 и 25	20 и 30	25 и 30	25 и 40

Наибольшее расстояние от оси центров до кромки резцедержателя. При измерении поперечные салазки отодвинуть в крайнее положение;

Наибольшее перемещение (см.п.4)

Перемещение на одно деление лимба. Определить как среднее при перемещении суппорта на несколько делений.

ЗАДАНИЕ: определить основные геометрические размеры станка в соответствии с изложенной выше методикой.

Результаты измерений занести в журнал лабораторных работ.

СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СТАНКА

Кинематическая схема составляется для токарно-винторезного станка по указанию преподавателя. Кинематическую схему выполняют в соответствии с требованиями ГОСТа 2.703-68 «Правила выполнения кинематических схем».

На кинематической схеме изделия должна быть представлена вся совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для осуществления, регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов; должны быть отражены кинематические связи (механические и не механические), предусмотренные внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями и группами, а также связи с источником движения.

Кинематическую схему вычерчивают, как правило, в виде развертки. Допускается кинематические схемы вписывать в контур изображения. Все элементы на схеме изображают условными графическими обозначениями или упрощено в виде контурных очертаний. Взаимное расположение элементов на кинематической схеме должно соответствовать исходному, среднему или рабочему положению исполнительных органов изделия (механизма).

Если элемент при работе изделия меняет свое положение, то на схеме допускается показывать его крайние положения тонкими штрихпунктирными линиями.

На кинематической схеме, не нарушая ясности схемы, допускается:

Переносить элементы вверх или вниз от их истинного положения, выносить их за контур изделия, не меняя положения;

Поворачивать элементы в положения, наиболее удобные для изображения.

В этих случаях сопряженные звенья пары, вычерчиваемые отдельно, соединяют штриховой линией.

Соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

Кинематическую схему станка составляют, пользуясь условными обозначениями по ГОСТу 2770-68 «Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики».

В начале составляются кинематические схемы отдельных узлов станка (коробки скоростей, коробки подач, фартука, суппорта).

Порядок составления кинематической схемы узла:

определить ведущее звено (источник движения);

определить ведомое(или ведомые) звенья;

установить валы, через которые передается вращение от ведущего к ведомому (ведомым) звеньям;

определить вид соединения шестерен с валом, для чего установить механизм в нейтральное положение (когда отсутствует передача вращения с вала на вал);

составить кинематическую схему в одном из рабочих положений механизма. Общая кинематическая схема станка составляется из кинематических схем отдельных узлов.

ЗАДАНИЕ: составить кинематическую схему станка или отдельного

узла на листе бумаги формата 12 (по указанию преподавателя).

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА СТАНКА

Понятие о кинематической настройке станков, кинематических цепях, уравнений кинематического баланса

Кинематическая настройка заключается в кинематической подготовке цепей станка для выполнения конкретного вида обработки.

Так, например, при нарезании метрической резьбы с шагом 1 мм. необходимо произвести такую кинематическую настройку коробки подач станка, чтобы за 1 оборот шпинделя резец перемещался на 1 мм. Кинематическая настройка сводится к подбору передаточного отношения органов настройки, которое обеспечило бы нужное согласование движения (перемещения) конечных (ведущего и ведомого) звеньев кинематической цепи.

Органы настройки – это совокупность кинематических звеньев, обеспечивающих изменение передаточных отношений кинематической цепи.

Перемещения конечных звеньев кинематической цепи за определенный промежуток времени, характерный для данного движения, называются расчетными перемещениями. Расчетные перемещения записываются следующим образом:

- для цепи главного движения (передача вращения от электродвигателя к шпинделю)

$$n_{\text{эл.дв}} = \rightarrow n_{\text{шп.}} 1 \text{ об/мин}$$

- для цепи подач (передача движения от шпинделя на исполнительные органы, осуществляющие перемещения продольных или поперечных салазок)

$$1_{\text{об.шп}} \rightarrow S \text{ мм/об}$$

где: S-величина продольной или поперечной подачи;

- для резьбонарезной цепи (передача от шпинделя на исполнительный орган, осуществляющий продольное перемещение суппорта)

$$1_{\text{об.шп}} \rightarrow t \text{ мм/об}$$

где: t – шаг нарезаемой резьбы.

Зависимость, связывающая расчетные перемещения конечных звеньев кинематической цепи, носит название уравнения кинематического баланса. В левой части такого уравнения записывается расчетное перемещение ведомого звена кинематической цепи, в правой – расчетное перемещение ведущего движения кинематической цепи, передаточные отношения постоянных передач, искомое передаточное отношение органа настройки. Передачи записываются в той последовательности, в которой они идут от ведущего звена к ведомому.

После составлений уравнения кинематического баланса можно вывести расчетную формулу и определить передаточное отношение органа настройки.

Кинематическая настройка цепи главного движения

Уравнение кинематического баланса привода главного движения в общем случае имеет вид

$$n_{\text{шп}} = \rightarrow n_{\text{эл.дв.}} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \eta \cdot i_{\text{кор}}, \text{ об/мин}$$

где:

$n_{\text{эл.дв.}}$ - частота вращения вала электродвигателя в минуту;

D_1 – диаметр ведущего шкива ременной передачи, мм;

D_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

η – коэффициент полезного действия ременной передачи;

• для клиноременной передачи $\eta=0,99$;

$i_{\text{кор}}$ – передаточное отношение механизма коробки скоростей;

$n_{\text{шп}}$ - частота вращения шпинделя.

Известно, что частоты вращения строят по законам геометрической прогрессии.

Допустим, что $n_1, n_2; n_3 \dots n_z$ ряд чисел вращения шпинделя станка. Если члены ряда расположить в порядке возрастания, то

$$n_1 = n_{\text{шп. min}} \cdot \varphi$$

$$n_2 = n_1 \cdot \varphi$$

$$n_3 = n_2 \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^2$$

$$n_z = n_{z-1} \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^{z-1}$$

Знаменатель ряда геометрической прогрессии определяется из соотношения

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_z}{n_1}} = \sqrt[z-1]{\frac{n_{max}}{n_{min}}}$$

Знаменатель ряда геометрической прогрессии имеет стандартные значения (1,06; 1,12; 1,41 и т.д.).

Частоты вращения $n_1 = n_{min}$ и $n_z = n_{max}$ называют пределами регулирования. Величину $R = \frac{n_{max}}{n_{min}}$ называют диапазоном регулирования.

Для получения ряда частот вращения шпинделя, построенного по геометрической прогрессии, необходимо, чтобы соответствующим образом (по геометрической прогрессии) были расположены передаточные отношения механизмов, передающих вращение на шпиндель.

Механизмы, передающие движение между двумя валами, называются группой передач.

Число скоростей вращения шпинделя равно произведению чисел (количества) передач в каждой группе.

Группа передач, у которой передаточные отношения составляют геометрический ряд со знаменателем φ , называется основной группой передач.

Группа передач, у которой передаточные отношения образуют геометрический ряд со знаменателем φ в степени, равной количеству передач в основной группе, называется первой переборной группой. Второй переборной группой называют такую, у которой передаточные отношения образуют геометрический ряд со знаменателем φ в степени равной количеству передач в основной и первой переборной группах.

Очевидно, что для получения ряда частот вращения шпинделя, построенного по геометрической прогрессии, необходимо вначале производить переключения в основной группе передач, а затем в первой и во второй пере-

борной группах.

ЗАДАНИЕ: по составленной кинематической схеме коробки скоростей определить основную, первую и вторую переборную группы передач; составить уравнения кинематического баланса для всех частот вращения шпинделя, расположив их в порядке возрастания; определить частоты вращения шпинделя.

Кинематическая настройка цепи подач

Описание относится к коробке подач станка 1Б61.

Ведущим звеном в цепи подач является шпиндель, а ведомым в зависимости от вида выполняемых работ:

ременная шестерня $Z=12$, обкатывающаяся по рейке при осуществлении продольной подачи:

ходовой винт с шагом 5мм (вал XXIV) при осуществлении поперечной подачи.

Вращение от шпинделя к этим звеньям передается через следующие механизмы:

Вращение от шпинделя на вал VI передается через шестерни 40/50;

Реверсивный механизм между валами VI-VII предназначен для изменения направления нарезаемой резьбы (правой или левой);

Гитара сменных шестерен передает вращение от коробки скоростей (с вала VIII) на коробку подач (вал XI). Для получения механических подач настраивается следующим образом: $(30/55) \cdot (55/41) \cdot (41/40)$; механизм корригированных колес. Корригированные колеса, расположены на валу XIII, могут быть ведущими (при включенной муфте M1) или ведомыми (при выключенной муфте M1). Для получения механических подач применяются оба варианта включения;

Множительный механизм предназначен для удвоения шагов нарезаемых резьб и имеет 4 передаточных отношения: 1, 1/2, 1/4, 1/8. Этот механизм расположен между двумя валами XIV и XV. Независимо от включения механизма корригированных колес ведущим в множительном механизме всегда

является вал XVI. При выключенной муфте М3 реализуются передаточные отношения 1/4 и 1/8, при выключенной – 1 и 1/2;

С вала XV вращение на ходовой вал XVI передается через шестерни 45/45;

Вращение с ходового вала XVI через передачу 29/23 и предохранительную муфту М6 передается на механизм фартука суппорта;

Через червячную пару 2/23 вращение передается на вал XIX, на механизм реверса.

Механизм реверса, включающий в себя валы XX, XXI, XXII предназначен для изменения направления продольной или поперечной подачи;

Для получения продольной подачи вращение передается на реечную шестерню Z=12 следующим образом (17/53)* (25/60).....,

Для получения поперечной подачи блок зубчатых колес 53-25 устанавливается в положение, когда шестерня Z=17 и Z=16. В этом случае вращение с механизма реверса через передачу (17/53)*(53/16) передается на ходовой винт XXVI.

Уравнение кинематического баланса для привода продольных подач в общем виде записывается следующим образом:

$$1_{\text{об.шп.}} \rightarrow S_{\text{пр.мм.}}$$

$$S_{\text{пр.}} = 1_{\text{об.шп.}} \cdot \frac{40}{30} i_p \cdot i_2 \cdot i_{kk} \cdot i_{\text{МН.М}} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{29}{23} \cdot i_{\text{ф}} \cdot \text{П} \cdot m \cdot z, \quad \text{мм.}$$

где:

i_p - передаточное отношение механизма реверса;

i_2 - передаточное отношение гитары подач;

i_{kk} - передаточное отношение механизма скорректированных колес;

$i_{\text{МН.Н}}$ - передаточное отношение множительного механизма;

$i_{\text{ф}}$ - передаточное отношение механизма фартука;

m - модуль рейки, мм;

z - число зубьев реечной шестерни.

Уравнение кинематического баланса для привода поперечных подач в общем виде записывается аналогично:

$$1_{\text{об.шп.}} \rightarrow S_{\text{non.}}$$

$$S_{\text{non}} = 1_{\text{об.шп.}} \cdot \frac{40}{50} i_p \cdot i_2 \cdot i_{kk} \cdot i_{\text{МН.М}} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{29}{23} \cdot i_{\text{ф}} \cdot t, \quad \text{мм.}$$

где:

t - шаг ходового винта поперечной подачи, мм.

ЗАДАНИЕ: найти предельные значения продольных и поперечных подач, для чего определить максимальные и минимальные значения передаточных отношений механизма скорректированных колес и множительного механизма; написать уравнения кинематического баланса, соответствующие максимальным и минимальным значениям продольной и поперечной подачи; определить по соответствующим уравнениям предельные значения продольных и поперечных подач.

Кинематическая настройка цепи резбонарезания

При нарезании всех видов резьб вращение от шпинделя передается на ходовой винт XVII с шагом $1=6$ мм.

Расчетные перемещения для конечных звеньев рассматриваемой цепи записываются следующим образом:

для метрической резьбы

$$1_{\text{об.шп.}} \rightarrow t, \text{ мм.}$$

для модульной резьбы

$$1_{\text{об.шп.}} \rightarrow P \cdot m, \text{ мм.}$$

где: m -величина модуля;

для дюймовой резьбы

$$1_{\text{об.шп.}} \rightarrow \frac{25,4}{n}, \text{ мм.}$$

где: n -число ниток на дюйм;

для питчевой резьбы

$$1_{\text{об.шп.}} \rightarrow \frac{25,4 \cdot \Pi}{p}, \text{ мм.}$$

где: p - диаметральный питч.

Настройка гитары подач и механизма корригированных колес на соответствующий тип резьбы производится в соответствии с табл.3.

Таблица 1.3 Настройка гитары подач и механизма корригированных колес

резьба	характеристика резьбы	корригированные колеса	Настройка гитары
Метрическая	t , мм.	Ведущие (M1 вкл.)	$\frac{30}{55} \cdot \frac{55}{41} \cdot \frac{41}{40}$
Модульная	$t = \Pi m$, мм.	Ведущие (M1 вкл.)	$\frac{30}{55} \cdot \frac{55}{29} \cdot \frac{41}{36}$
Дюймовая	$t = \frac{25,4}{n}$, мм.	Ведущие (M1 выкл.)	$\frac{30}{55} \cdot \frac{55}{41} \cdot \frac{41}{40}$
Питчевая	$t = \frac{25,4 \cdot \Pi}{p}$, мм.	Ведущие (M1 выкл.)	$\frac{30}{55} \cdot \frac{55}{29} \cdot \frac{41}{36}$

При нарезании резьбы с нормальным шагом (не превышающим шага ходового винта станка) вращение от шпинделя на вал VI передается через шестерни 40/50.

При нарезании резьбы с увеличенным шагом вращение от шпинделя передается на вал VI через звено увеличения шага (передача идет через перебор в обратном направлении) $(60/25) \cdot (44/18) \cdot (42/21) \cdot (24/22)$;

При нарезании нестандартных резьб и резьб повышенной точности включаются муфты M1, M2, M4 и вращение передается на ходовой винт XVII, минуя механизмы коробки подач. Настройка на шаг резьбы производится путем подбора сменных колес в гитаре подач. С этой целью к станку прилагается набор сменных зубчатых колес.

ЗАДАНИЕ: вывести расчетные формулы настройки коробки подач при нарезании нормальных метрической, модульной, дюймовой и питчевой резьб, для чего написать уравнения кинематического баланса в общем виде; подставить в полученные уравнения относительно передаточных; отношений коробки подач (механизма корригированных колес и множительного механизма).

Лабораторная работа №2

НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Цель работы - изучение особенностей конструкции, технологических возможностей горизонтально-фрезерного станка и его кинематической настройки.

Фрезерование является одним из высокопроизводительных и распространенных методов обработки металлов резанием. Фрезерование выполняется на фрезерных станках, которые предназначены для выполнения широкого круга операций. Они позволяют обрабатывать наружные поверхности, пазы, уступы, а также наружные и внутренние фасонные поверхности, прорезать прямые и винтовые канавки, фрезеровать зубья зубчатых колес и пр. Фрезерование на фрезерных станках осуществляется с помощью режущего инструмента, называемого фрезой. Фреза - многозубый инструмент, представляющий собой тело вращения. Режущие зубья могут быть расположены как на цилиндрической поверхности, так и на горце. Каждый зуб фрезы представляет собой простейший инструмент - резец.

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ КОНСОЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

Основные составные части станка показаны на рис. 2.1:

- 1 - станина с вертикальными направляющими;
- 2 - коробка скоростей с механизмом управления;
- 3 - шпиндельная головка;
- 4 - стол;
- 5 - салазки;
- 6 - консоль;
- 7 - коробка подач с механизмом управления.

Станина станка служит для крепления всех узлов и механизмов станка. Внутри станины размещены шпиндельный узел и коробка скоростей. У горизонтально-фрезерных станков (рис. 2.2) имеется хобот, который переме-

щается по верхним направляющим станины и служит для поддержания при помощи серег конца фрезерной оправки с фрезой. Он может быть закреплен с различным вылетом. Серьги можно перемещать по направляющим хобота и закреплять гайками.

Консоль представляет собой отливку коробчатой формы с вертикальными и горизонтальными направляющими. Вертикальными направляющими она соединена со станиной и перемещается по ним. Консоль является базовым узлом, объединяющий все остальные узлы цепи подач и содержащий механизмы, распределяющие движения на продольную поперечную и вертикальную подачи. Консоль поддерживается стойкой, в которой имеется телескопический винт для ее подъема и опускания; она несет на себе коробку подач станка.

Салазки являются промежуточным звеном между консолью и столом станка. Но верхним направляющим салазок стол перемещается в продольном направлении, а нижняя часть салазок вместе со столом перемещается в поперечном направлении по верхним направляющим консоли.

Стол монтируется на направляющих салазок и перемещается по ним. На столе закрепляются заготовки, зажимные и другие приспособления. Для этой цели рабочая поверхность стола имеет продольные Т-образные пазы.

Коробка скоростей предназначена для передачи шпинделю станка различных частот вращения.

Коробка подач обеспечивает получение рабочих подач и быстрых перемещений стола, салазок и консоли.

Шпиндель фрезерного станка служит для передачи вращения режущему инструменту (фрезе) от коробки скоростей. От точности вращения шпинделя, его жесткости и виброустойчивости в значительной степени зависит точность обработки.

Фрезерная головка вертикального фрезерного станка допускает смещение шпинделя вдоль его оси и поворот вокруг горизонтальной оси, расширяя тем самым технологические возможности станка.

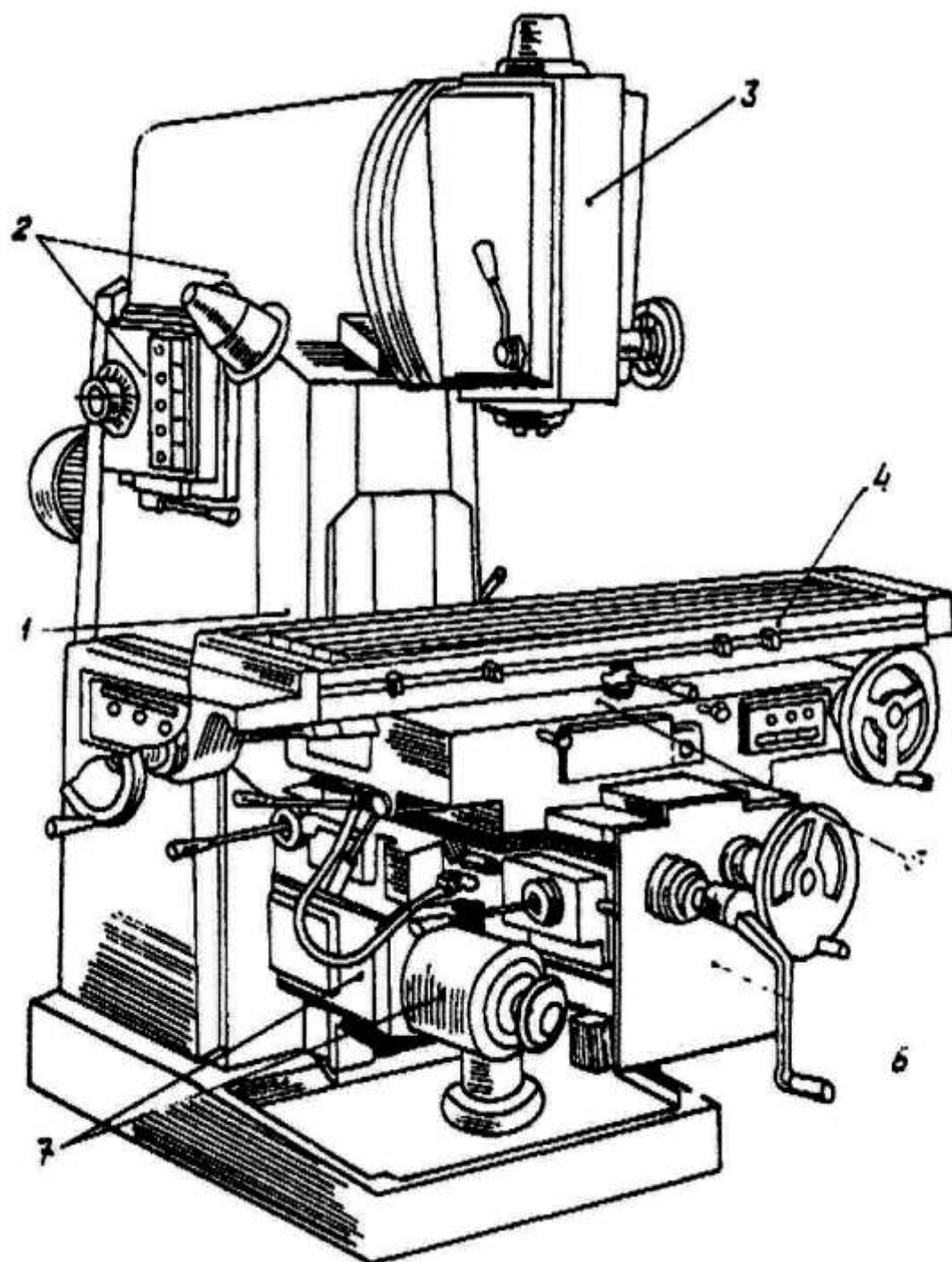


Рис.2.1 Вертикально-фрезерный станок

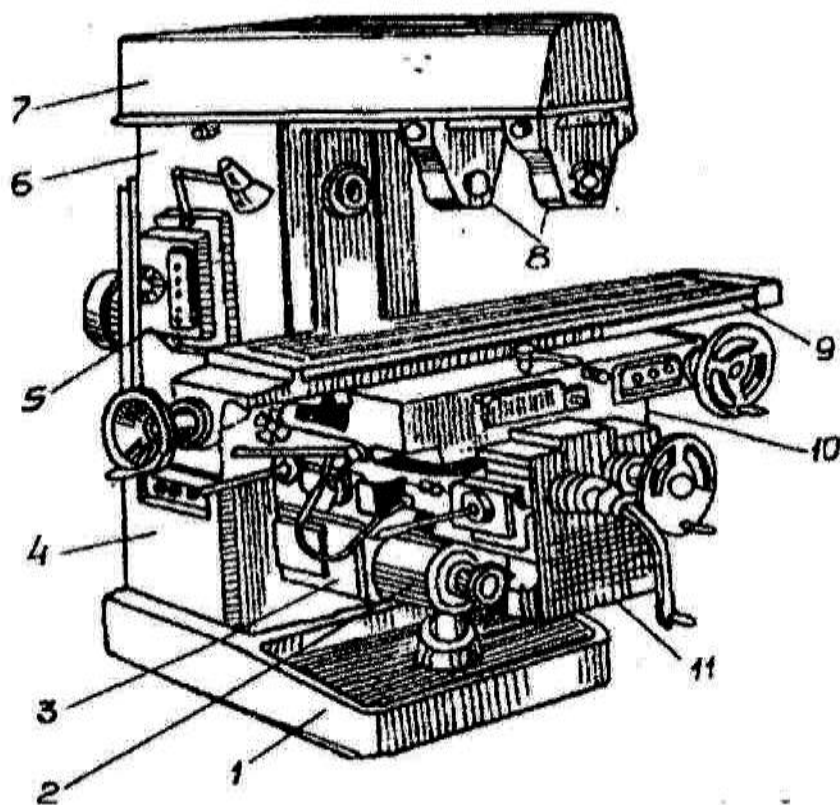


Рис. 2.2 Горизонтально-фрезерный станок: 1 -фундаментальная плита;
 2-механизм переключения подач; 3-коробка подач;
 4-крышка с электроаппаратурой; 5-механизм управления
 коробкой скоростей; 6-станина; 7-хобот;
 8-кронштейн; 9-продольный стол; 10-салазки; 11-консоль

Существуют универсально-фрезерные станки, которые могут иметь компоновку, как с вертикальным, так и горизонтальным расположением шпинделя. Они отличаются от других типов станков тем, что у них стол станка, может быть, развернут относительно вертикальной оси на некоторый угол.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

При работе на фрезерных станках применяется большое количество различных приспособлений. Они служат для установки и закрепления заготовок. Приспособления для установки и закрепления заготовок на фрезерных

станках - это различного рода прихваты, подставки, угловые плиты, призмы, машинные тиски, столы и другие механизмы, механизмирующие закрепление заготовок и тем самым сокращающие вспомогательное время.

Прихваты используют для закрепления заготовок непосредственно на столе станка с помощью болтов. Нередко один из концов прихвата опирается на подставку.

При обработке заготовок, у которых необходимо получить плоскости, расположенные, под углом, применяются угловые плиты: обычные (рис. 4,а) и универсальные, допускающие поворот вокруг одной (рис. 4,б) или двух осей (рис. 2.3,в).

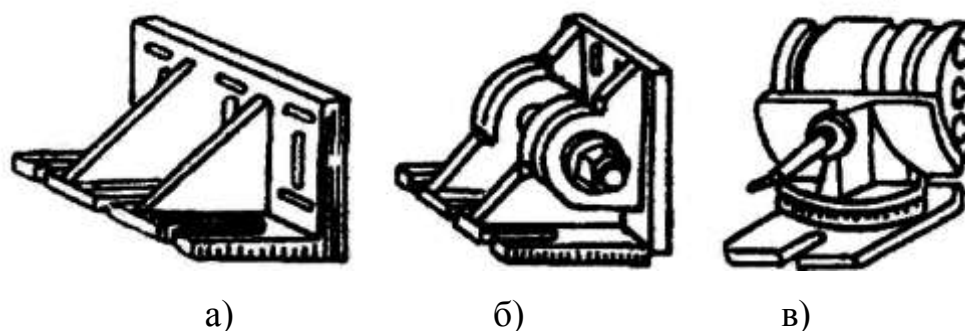


Рис. 2.3. Угловые плиты

Машинные тиски могут быть простыми неповоротными (рис.2.4,а), поворотными (поворот вокруг вертикальной оси, рис. 2.4,б) универсальными (поворот вокруг двух осей, рис. 2.4,в) и специальными с ручным, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим приводом. Пример гидравлических самоцентрирующихся поворотных тисков приведен на рис. 2.5.

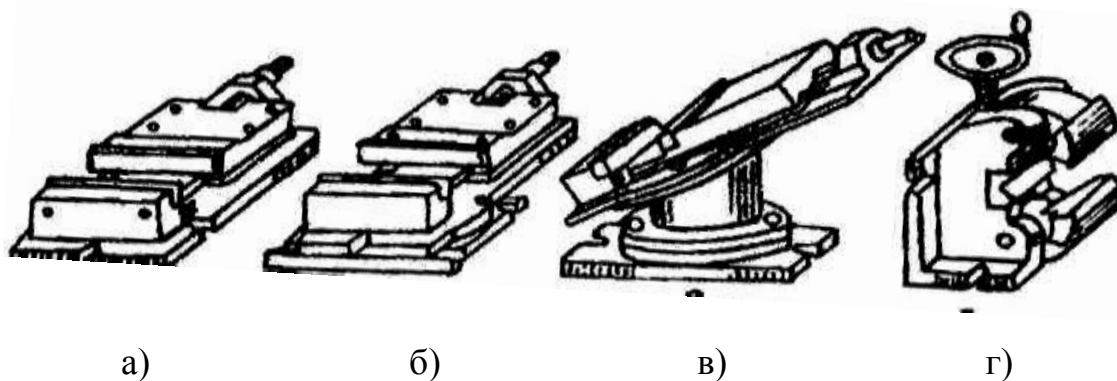


Рис. 2.4. Машинные тиски

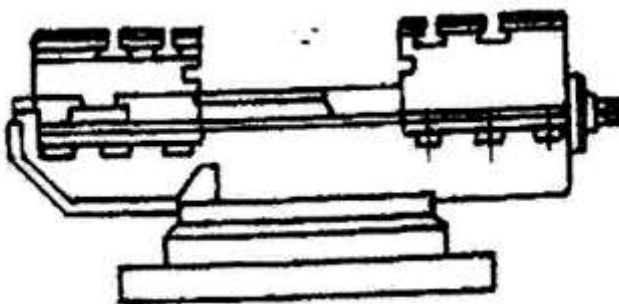


Рис. 2.5. Гидравлические поворотные тиски

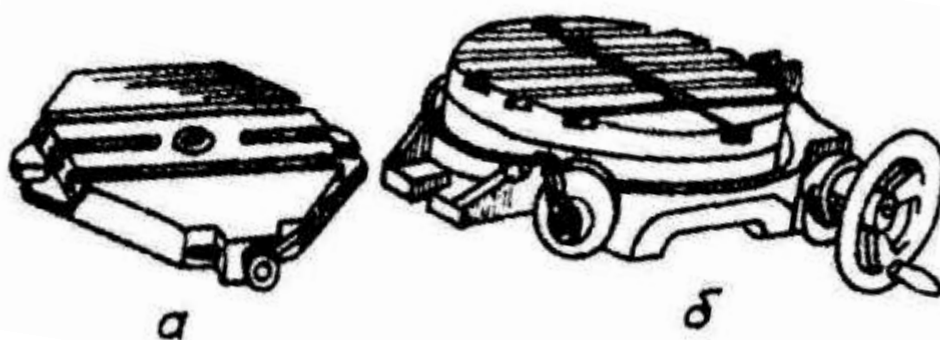


Рис. 2.6. Неповоротный (а) и поворотный (б) столы

Стол для установки и закрепления деталей (рис. 2.6) бывают неповоротными и поворотными с ручным, пневматическим, гидравлическим и электрическим приводами.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Фрезерование плоскостей

Плоские поверхности можно фрезеровать цилиндрическими и торцевыми фрезами (рис. 2.7). Фрезерование плоскостей цилиндрическими фрезами (см. рис.2.7,а) производится, как правило, на горизонтально-фрезерных станках. Зубья цилиндрической фрезы располагаются по винтовой линии с определенным углом наклона винтовой канавки. Эти фрезы изготавливают из

быстрорежущей стали, а также оснащают пластинками твердых сплавов. Фрезерование плоскостей торцевыми фрезами (рис.2.7,б) производится как на вертикально-, так и на горизонтально-фрезерных стенках.

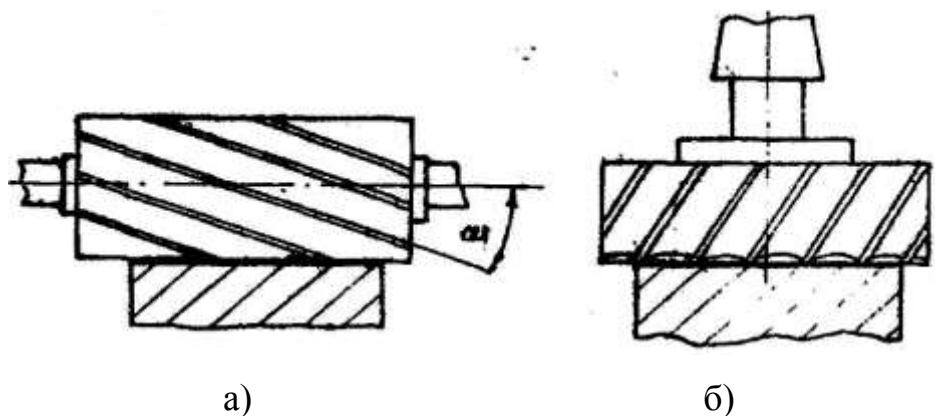


Рис.2.7. Фрезерование плоскостей цилиндрической (а) и торцевой (б) фрезами

У торцевых фрез, в отличие от цилиндрических, зубья расположены на цилиндрической поверхности и на торце.

Торцовые фрезы в сравнении с цилиндрическими имеют ряд преимуществ, главные из которых:

- более жесткое крепление на оправке или шпинделе;
- более плавная работа из-за большого числа одновременно работающих зубьев. Широко используются торцовые фрезы, оснащенные пластинками твердого сплава.

В последнее время получили распространение торцовые фрезы с неплетачиваемыми из твердого сплава. Поэтому обработку плоскостей в большинстве случаев целесообразно проводить фрезами, особенно если они твердосплавные.

Фрезерование уступов

Для фрезерования уступов применяются дисковые и концевые фрезы (рис.2.8)

Обработка дисковыми фрезами (см. рис. 2.8,а) производится, как правило, на горизонтально-фрезерных станках. Основным типом дисковых фрез являются трехсторонние. Они имеют зубья на цилиндрической поверхности и

на обоих торцах.

Фрезерование уступов концевыми фрезами (см. рис. 2.8,б) производится на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках.

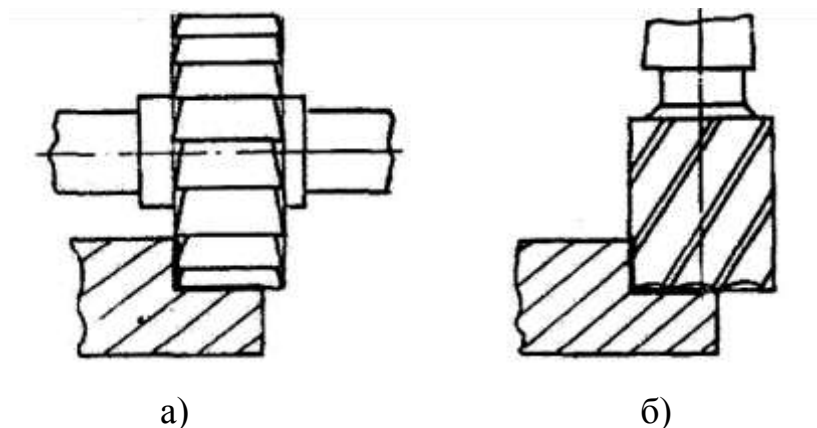


Рис.2.8 Фрезерование уступов дисковыми (а) и концевыми фрезами (б)

Фрезерование пазов и канавок

Прямоугольные пазы и канавки обрабатываются как дисковыми, так и концевыми фрезами преимущественно на горизонтально-фрезерных станках, реже на вертикально-фрезерных (рис. 10). Сквозные прямоугольные пазы чаще всего фрезеруют трехсторонней фрезой.

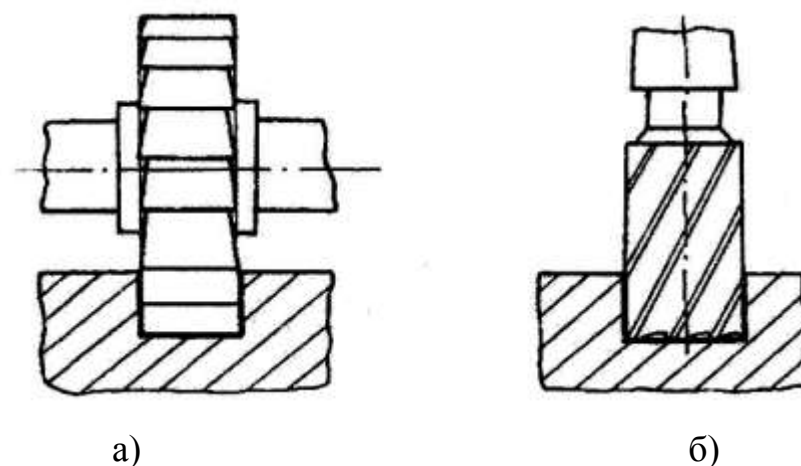


Рис.2.9 Фрезерование пазов дисковыми (а) и концевыми (б) фрезами

Закрытые (несквозные) прямоугольные пазы обрабатываются концевыми фрезами на вертикально-фрезерных станках. Точные по размерам и

расположению шпоночные канавки в валах обрабатываются специальными шпоночными фрезами, которые аналогичны концевым фрезам. Канавки под врезные (закрытые) призматические шпонки фрезеруются на шпоночно-фрезерных станках с маятниковой подачей (рис.2.10,а). В этом случае фрезеруемый вал неподвижен, а шпиндель станка, кроме вращательного, совершает также возвратно-поступательное маятниковое движение вдоль оси детали, фрезерование канавки производится за несколько проходов. Канавки под сегментные шпонки фрезеруются специальными хвостовыми шпоночными фрезами (дисковыми) (рис. 2.10,б) преимущественно на горизонтально-фрезерных станках при вертикальной подаче.

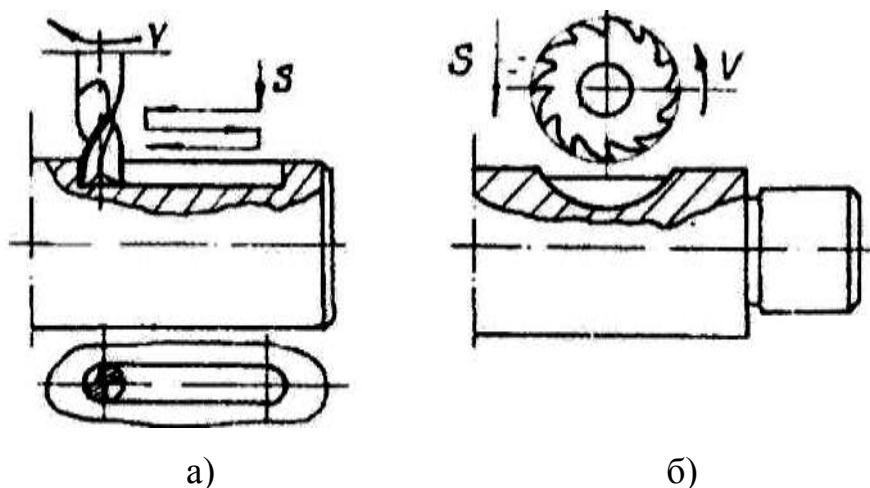


Рис.2.10 Фрезерование шпоночных канавок концевыми фрезами под призматические шпонки (а) и дисковыми фрезами под сегментные шпонки (б)

Фрезерование зубчатых колес

Для нарезания зубьев зубчатых колес имеются специальные станки. Эти станки отличаются высокой производительностью, а обработанные на них зубчатые колеса - высоким качеством. В случаях, когда необходимо один раз изготовить небольшую партию зубчатых колес, используются консольно-фрезерные станки общего назначения. Нарезание зубьев на фрезерном

станке производится по методу копирования дисковой модульной фрезой, а при обработке зубчатых колес большого модуля или шевронных - пальцевой (концевой) модульной фрезой. В этих случаях режущая кромка инструменте фасонная, т.е. ее профиль точно соответствует профилю впадины зубчатого колеса. На рис.2.11, а, повезена схема установки при нарезании прямозубых цилиндрических колес с помощью делительной головки

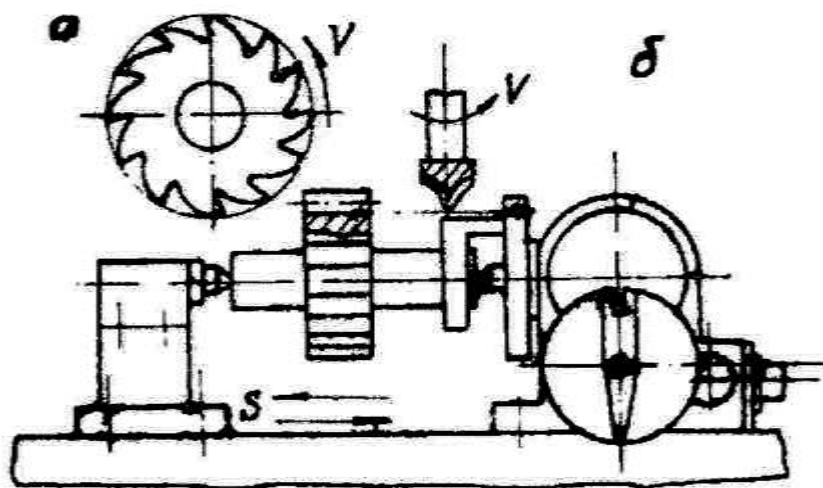


Рис. 2.11 Фрезерование прямозубых цилиндрических
зубчатых колес модульными фрезами:
а - дисковыми; б - концевыми (пальцевыми)

на горизонтально-фрезерном станке, а на рис.2.11, б - на вертикально-фрезерном станке.

Фрезерование фасонных поверхностей

Фасонные поверхности замкнутого контура можно обработать фрезерованием на вертикально-фрезерных станках с помощью:

- 1) ручного управления по разметке;
- 2) круглого стола по разметке;
- 3) накладного копира;
- 4) копировального фрезерования;
- 5) станков с числовым программным управлением.

Фрезерование по разметке с помощью ручного управления заключается в том, что предварительно размеченную заготовку закрепляют либо на столе

станка, либо в тисках, либо в приспособлении. Фрезерование контура производят концевой фрезой путем одновременного перемещения стола в продольном и поперечном направлениях. Такой метод фрезерования применяется лишь в условиях единичного

и мелкосерийного производства и требует высокой квалификации рабочего.

Фасонные поверхности фрезеруют на круглом поворотном столе, являющемся принадлежностью вертикально-фрезерного станка.

При использовании поворотного стола механического привода (рис.2.12) вращение планшайбы осуществляется от валика механизма подачи стола 5 черва присоединенный к нему шестеренчатый привод 6. От привода 6 движение передается шарнирно-телескопическому валику 4, а от него через червячную пару - на планшайбу 3 поворотного стола. Такая установка собирается для сообщения заготовке 1 непрерывного вращательного движения при фрезеровании с круговой подачей.

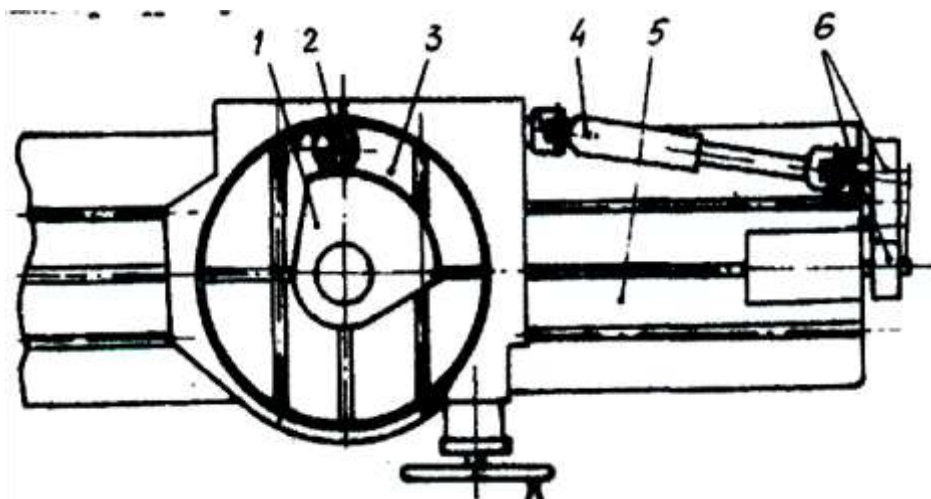


Рис. 2.12 Фрезерование радиуса на круглом столе с механическим приводом

Фрезерование по накладным копирам применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства при обработке дисковых кулачков и деталей с фасонным и криволинейным контуром.

Копировальное фрезерование производится на специальных копирувально-фрезерных станках. Получение фасонной поверхности криволиней-

ного замкнутого контура обеспечивается тем, что копир имеет профиль, соответствующий профилю детали.

Фасонные поверхности незамкнутого контура могут быть обработаны на обычных фрезерных станках фасонными фрезами или в отдельных случаях цилиндрическими фрезами с применением копировальных приспособлений, а также на копировально-фрезерных станках и станках с ЧПУ.

Фрезерование винтовых канавок

Фрезерование винтовых канавок осуществляется дисковой фасонной фрезой на универсально-фрезерном станке с использованием делительной головки.

Настройка станка для фрезерования винтовых канавок в заготовке показана на рис.2.13. Делительная головка 5 и задняя бабка 2 установлены на столе станка 1. Стол должен быть повернут на угол α , равный углу наклона винтовой линии канавок обрабатываемой детали 3. Поворот стола можно осуществлять только на универсально-фрезерных станках, поэтому дисковой фрезой можно обрабатывать винтовые канавки только на этих станках.

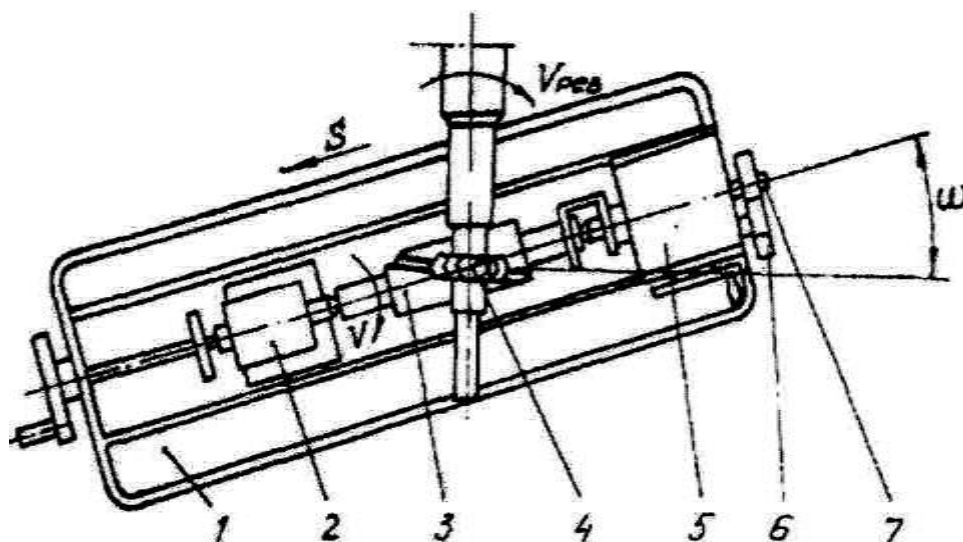


Рис.2.13 Фрезерование винтовых канавок инструментов

Фреза 4 закреплена на оправке шпинделя станка. Сменными зубчатыми колесами 6 (гитара) шпиндель делительной головки соединен с ходовым винтом стола станка 7. При фрезеровании винтовых канавок обрабатываемая

заготовка имеет следующие движения:

а) равномерное вращение за счет вращения шпинделя делительной головки;

б) равномерное перемещение вдоль оси за счет продольной подачи стола станка, на котором установлена делительная головка с заготовкой.

Эти два движения кинематически связаны между собой: за один оборот заготовки стол с делительной головкой и заготовкой должны перемещаться на шаг нарезаемой винтовой линии.

Вращательное движение заготовки, необходимое для фрезерования винтовой канавки, заимствуется от ходового винта 7 стола станка, через гитару сменных шестерен и соответствующие передачи делительной головки.

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ, РАСШИРЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Некоторые приспособления - такие, как дополнительные и многошпиндельные фрезерные головки, головки для фрезерования реек, копировальные приспособления - не изменяют основного назначения фрезерного станка, а другие - долбежные, сверлильные и шлифовальные головки - в корне меняют характер работ, выполняемых на этих станках. Некоторые типы специальных быстросъемных приспособлений, монтируемых на горизонтально-фрезерных стенках, приведены на рис. 2.14.

Дополнительная вертикально-фрезерная головка (рис. 2.14, а) делает станок более универсальным. Головку 2 крепят на вертикальных направляющих станины 1. Шпиндель 3 головки приводится во вращение от шпинделя станка через пары зубчатых колес.

Двух шпиндельная фрезерная головка (рис. 2.14, в) может быть использована, например, при обработке заготовки сразу с двух сторон или при фрезеровании ступенчатых поверхностей. В последнем случае один из шпинделей имеет осевое установочное перемещение. В некоторых конструкциях двух шпиндельных фрезерных головок можно регулировать рас-

стояние между осями шпинделей.

Приспособление для фрезерования реек (рис. 2.14,б) закреплено на хоботе *А* и приводится в действие от шпинделя 5 станка. Впадина рейки прорезается фрезой 6 при поперечной подаче стола, а смещение рейки на один шаг выполняется вместе со столом в продольном направлении.

Сверлильная головка (рис. 2.14,г) имеет привод шпинделя от отдельного электродвигателя 7 через коробку скоростей 8. Сверлильную головку используют при сверлении на фрезерном станке малых отверстий, когда необходима большая частота вращения инструмента.

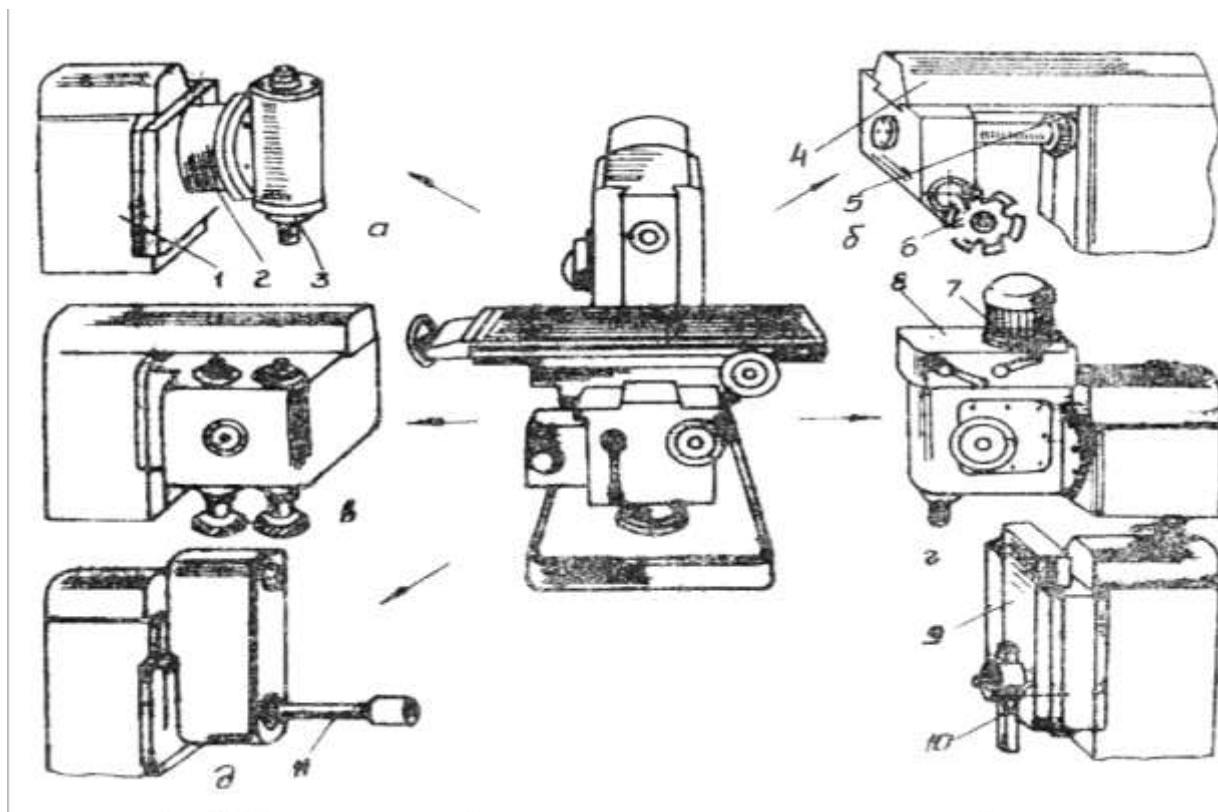


Рис.2 14 Специальные приспособления, расширяющие возможности станков

Долбежная головка (рис. 2.14,е) используется на фрезерном станке при отсутствии долбежного станка. Головку устанавливают на станине станка. Ползун 9 с резцом 10 получает возвратно-поступательное движение от шпинделя станка через кривошипно-шатунный механизм.

Шлифовальная головка (рис. 2.14, д) устанавливается на станине консольно-фрезерного станка, ее шпиндель 11 приводится во вращение шпинделем станка через две ременные передачи.

Кинематическая настройка станка модели 6Н8I

Универсальный консольно-фрезерный станок 6Н8I (рис. 2.15) предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ, в том числе и фрезерования винтовых канавок, для чего стол может поворачиваться вокруг своей вертикальной оси. Станок используется как в условиях единичного производства, так и в условиях крупносерийного.

Движения в станке

Главное движение - вращение шпинделя с фрезой со скоростью резания - осуществляется от отдельного электродвигателя ($N=5,8$ кВт, $n = 1450$ об/мин), который через 8-ступенчатую коробку скоростей и механизм перебора, сообщает шпинделю 16 различных частот вращения. Уравнение кинематического баланса цепи главного движения для минимальной и максимальной частоты вращения шпинделя записывается так:

$$n_{min} = 1450 \frac{24}{38} * \frac{24}{38} * \frac{20}{20} * \frac{140}{210} \gamma \left[\frac{30}{60} \xleftarrow{M_1} \frac{25}{69} \right]_{перевор} = 65 \text{ об/мин};$$

$$n_{min} = 1450 \frac{24}{38} * \frac{24}{38} * \frac{20}{20} * \frac{140}{210} \gamma \xrightarrow{M_1} = 1800 \text{ об/мин}.$$

Изменение направления вращения шпинделя осуществляется реверсированием двигателя.

Рис. 2.15 Кинематическая схема универсально-фрезерного станка модели 6Н81

Движение подачи

Все движения стола - продольное, поперечное, вертикальное - осуществляются от встроенного в консоль отдельного электродвигателя ($N = 1,7$ кВт, $n = 1420$ об/мин) и 16-скоростную коробку подач, состоящую из блоков зубчатых колес B_4, B_5, B_6, B_7 , и далее через постоянные передачи $2/36$, обгонную муфту M_0 шестерня $22/42, 42/42$ на XIX, от которого движение разветвляется по 3 направлениям. Включение продольных, поперечных и вертикальных подач производится соответственно муфтами M_5, M_4, M_3 .

Ускоренное перемещение рабочих органов станка осуществляется, минуя коробку подач, при включенной муфте M_2 .

Реверс продольных подач производится при помощи конического реверса на валу XXII, управляемого муфтой M_5 , поперечных и вертикальных подач с помощью паразитной шестерни 42.

Уравнения кинематического баланса:

$$S_{B_{max}} = 1420 \frac{38}{24} * \frac{38}{24} * \frac{18}{37} * \frac{37}{15} * \frac{2}{36} * \frac{22}{42} * \frac{42}{42} * \frac{42}{42} M_3 \frac{15}{30} * 6 = 380 \text{ мм/мин};$$

$$S_{n_{prod.min}} = 1420 \frac{24}{38} * \frac{38}{34} * \frac{18}{37} * \frac{15}{37} * \frac{2}{36} * \frac{22}{42} * \frac{42}{42} * \frac{42}{42} * \frac{30}{42} * \frac{42}{33} * \\ * \frac{33}{19} * \frac{19}{19} * \frac{14}{28} * \frac{19}{19} M_5 * 6 = 35 \text{ мм/мин};$$

$$S_{non_{max}} = 1420 \frac{38}{24} * \frac{38}{24} * \frac{18}{37} * \frac{37}{15} * \frac{2}{36} * \frac{22}{42} * \frac{42}{42} * \frac{42}{42} * \frac{30}{42} M_4 * 6 \\ = 765 \text{ мм/мин}.$$

ЗАДАНИЕ: Определить последовательность обработки детали (для варианта детали, рис. 2.16) на консольно-фрезерном станке. Выбрать инструмент и необходимые приспособления. Составить необходимые наладки для обработки детали. Назначить необходимо режимы резания для одной из операций и составить уравнение кинематического баланса для определения назначенных частот вращения фрезы и величины подачи (по заданию преподавателя).

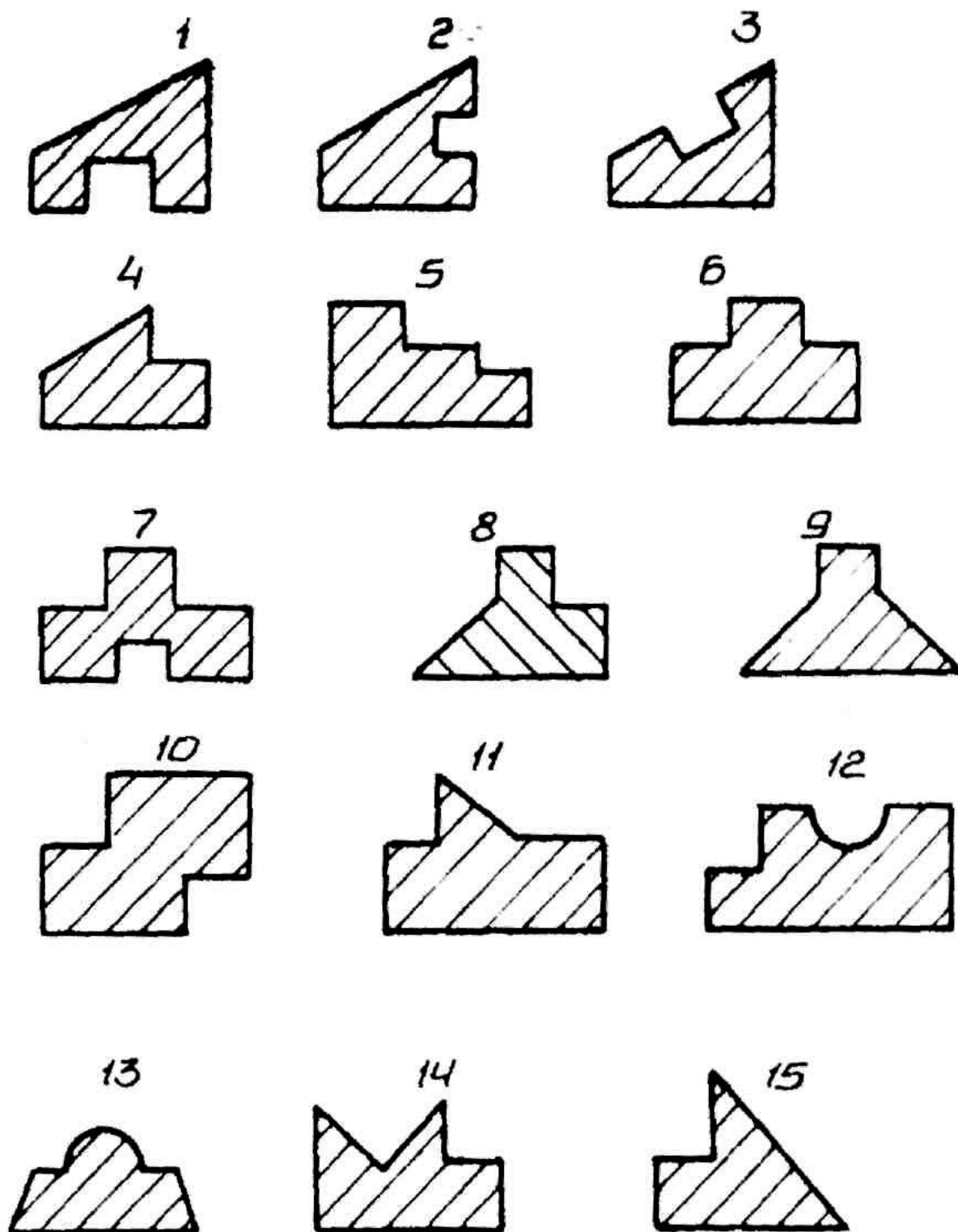


Рис. 2.16 Варианты заданий для выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа № 3

КОНСТРУКЦИИ, НАСТРОЙКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ВОЗМОЖНОСТИ ДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК

Цель работы:

1. Ознакомить студента с конструктивными элементами делительных механизмов.
2. Показать возможность использования специфических технологических операций.

Введение

Делительные механизмы имеют большое распространение в машиностроении. Многочисленные типы их широко применяются в измерительных и счетных приборах, в аппаратуре контроля и управления, в станках для выполнения различных технологических операций. Сам процесс деления широко используется в машиностроении при изготовлении зубчатых колес, режущего инструмента, нанесения делений на отсчетных шкалах и др. и является сложным, требующий известной технической подготовки.

Наиболее важными направлениями в области совершенствования механизмов и процессов деления можно считать автоматизацию процесса деления и достижение высокой точности.

Применение механизированных и автоматизированных средств, а в ряде случаев простых многоместных делительных механизмов значительно повышает производительность труда и позволяет широко внедрять многостаночное обслуживание. Оборудование универсальных станков автоматическими устройствами существенно повышает их технический уровень и вместе с тем требует значительно меньших затрат по сравнению с затратами на разработку и изготовление специальных станков.

В приборах автоматического регулирования, в счетно-решающих устройствах широко используются кулачковые механизмы, некруглые зубчатые колеса, криволинейные поверхности которых являются носителями программы и соответственно высокой степени точности исполнения.

Для изготовления плоских кулачков, пространственных типа коноида, некруглых колес практически отсутствует специальное оборудование. Изготовление их становится возможным на универсальном оборудовании при использовании точных делительных устройств.

ЛИМБОВЫЕ ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Все многообразие делительных головок по их конструктивному устройству можно разделить на лимбовые, безлимбовые и оптические. Такие устройства позволяют делить окружность на части путем непосредственного, простого и дифференциального деления.

Наибольшее применение в производственной практике нашли отечественные универсальные головки модели УДГ-135 и УДГ-160 (ГОСТ 8615-69), данные модели имеют одинаковое устройство, differing только высотой центров (135 и 160мм).

Кинематическая схема и общий вид рассматриваемых головок показаны рис. 1 и 2 (справа - делительная головка, слева - задняя бабка, в центре - люнет).

Делительная головка имеет чугунное основание 16 со стяжными углами 17, на котором установлен корпус 18. Ослабив гайки 19 (рис. 2), можно поворачивать корпус на определенный угол. Отсчет угла поворота производится по шкале и нониусу 20 (см. рис. 3.1).

На опорной плоскости основания делительной головки имеются две точно пригнанных параллельно шпинделю шпонки, которые служат для установки головки в пазу стола фрезерного станка.

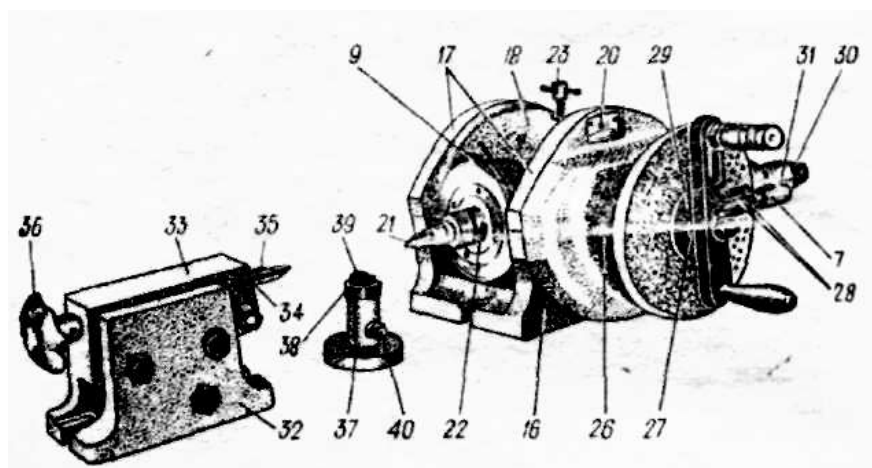


Рис. 3.1. Делительная головка модели УДГ-135

В корпусе расположен шпиндель со сквозным отверстием. Концы шпинделя расточены на конус Морзе. На одном конце устанавливается центр 21, на другом — оправка 13 (см. рис. 3.1) для дифференциального деления. Передний конец шпинделя имеет резьбу и центрирующий пояс 22 (см. рис. 3.1) для установки и крепления фланца самоцентрирующего патрона или поводка. На буртике шпинделя установлен лимб 9 непосредственного деления, имеющий двадцать четыре отверстия. На шпинделе, в средней его части, сидит червячное колесо с круговой выточкой на торце, в которую входит конец зажима 23, смонтированного в корпусе 18. Червячное колесо получает вращение от червяка, расположенного в эксцентрической втулке. Червяк может быть введен в зацепление или выведен из него поворотом эксцентрической втулки с помощью рукоятки 24 (см. рис. 3.2) с сектором 25.

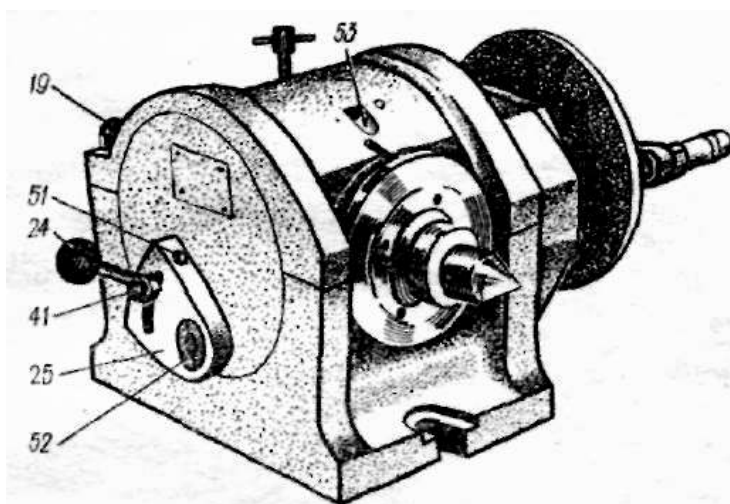


Рис. 3.2. Делительная головка модели УДГ-160

Делительный диск посажен на вал, смонтированный в подшипниках скольжения в крышке 26 (см. рис. 3.1). Крышка фиксируется на корпусе 18 центрирующей расточкой и крепится неподвижно к основанию.

На валу делительного диска установлены коническая и цилиндрическая шестерни, а также приводная планка с фиксатором, которая перемещается по требуемому ряду отверстий на делительном диске. К делительному диску с помощью пружины прижат раздвижной сектор 27(рис. 3.1), состоящий из линейки 28 и зажимного винта 29, с помощью которого линейки устанавливаются под требуемым углом. Пружинная шайба предотвращает самопроизвольный поворот сектора.

Вал 30(см. рис. 3.1)механического привода от станка смонтирован в подшипниках скольжения и расположен во втулке 31 с фланцем. Втулка крепится к крышке 26. На конце вала расположена коническая шестерня, которая находится в постоянном зацеплении с конической шестерней, сидящей на валу делительного диска. Делительный диск фиксируется в требуемом положении стопором 7.

Задняя бабка служит для поддержания второго конца обрабатываемой детали при установке ее в центрах или патроне делительной головки. Центр бабки можно перемещать в горизонтальном и вертикальном направлениях. В основании 32(см. рис. 3.1)расположен корпус 33, который штифтом соединен с рейкой. Вращением головки зубчатого вала корпус можно поднимать, опускать и поворачивать относительно оси штифта. В требуемом положении задняя бабка крепится на столе станка с помощью болтов и гаек.

Перемещение пиноли 34 с полу центром 35 осуществляется вращением маховика 36, укрепленного на винте.

На опорной плоскости основания имеются две направляющие шпонки, выверенные относительно оси пиноли; шпонки обеспечивают совпадение центров делительной головки и задней бабки при установке их на стол станка.

Люнет является дополнительной опорой при обработке длинных и

тонких деталей. В его корпусе 37 (см. рис. 3.1) расположен винт, перемещающийся с помощью гайки 38. Винт имеет призматическую головку 39, с помощью стопорного винта 40 головку можно закреплять на требуемой высоте.

Рассмотренные на примере модели УДГ конструкции головок применяются при выполнении различных фрезерных, зубофрезерных, расточных, сверлильных, разметочных и других работ, связанных с поворотом детали на заданную величину (до 400 частей).

В связи с этим различают:

- а) непосредственное деление окружности на число кратное 24, т.е. на 2, 3, 4, 6, 8 и 12;
- б) простое деление окружности на число частей от 2 до 400 с некоторым интервалом;
- в) дифференциальное деление окружности на число частей от 43 до 400 без интервалов.

НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ДЕЛЕНИЕ

Непосредственное деление применяется при делении окружности на 2, 3, 4, 6, 8, 12 и 24 части в тех случаях, когда не требуется большой точности.

При непосредственном делении необходимо:

вывести червяк из зацепления с червячным колесом поворотом рукоятки 24 (см. рис. 3.2) до упора;

освободить от зацепления фиксатор лимба непосредственного деления.

Поворот шпинделя осуществляется от руки вращением обрабатываемой детали или патрона. Отсчет угла поворота производится по градусной шкале, нанесенной на лимбе непосредственного деления, и по штриху на передней втулке шпинделя.

Закрепить шпиндель в требуемом положении с помощью зажима 23 (см. рис. 3.1).

При делении на части или грани расчет производить по формуле

$$n = \frac{360^0}{a}$$

где n — число частей или граней; a — угол поворот шпинделя.

ПРОСТОЕ ДЕЛЕНИЕ

Если точность непосредственного деления оказывается недостаточной, то переходят к простому делению. Деление заготовки на равные или неравные части с помощью передаточного механизма универсальной делительной головки при неподвижном делительном диске называется простым делением. Передача движения шпинделю (рис. 3.3) при простом делении производится через червячное колесо z_k , червяк $z_{\text{ч}}$, цилиндрические шестерни z_1, z_2 и от рукоятки 4 с фиксатором 1. Делительный диск 3 в этом случае застопорен зажимом 2 и индексация поворота рукоятки 4 производится по отверстиям делительного диска; конические шестерни z_3 и z_4 в передаче движения не участвуют. В табл. 1 дана характеристика зубчатых колес этой головки.

Для вывода расчетной формулы настройки, определяющей поворот шпинделя в зависимости от поворота рукоятки 4, рассмотрим кинематическую схему УДГ Д-250 (рис. 3.3).

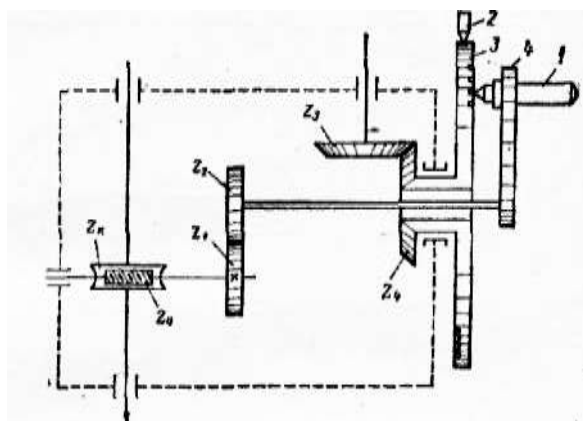


Рис. 3.3. Кинематическая схема УДГ при простом делении

В формулу вводим следующие обозначения: z — число делений или канавок, которое необходимо получить на заготовке; i — отношение, соответствующее повороту заготовки на одно деление; n — число фиксированных

поворотов рукоятки.

Таблица 3.1

Характеристика зубчатых колес

Наименование	Обозначение на схеме (рис. 3)	Число зубьев
Цилиндрическое прямо- зубое колесо	z_1	33
	z_2	33
Коническое колесо	z_3	25
	z_4	25
Червяк однозаходный	$z_{\text{ч}}$	---
Червячное колесо	$z_{\text{к}}$	40

вставка

$$a \frac{b}{c} = \frac{40}{z} \quad (3)$$

Пример. Необходимо найти число оборотов рукоятки при фрезеровании зубчатых колес с числом зубьев 24, 40, 50.

По формуле (2) находим:

$$1) \quad n = \frac{40}{24} = 1 \frac{2}{3};$$

$$2) \quad n = \frac{40}{40} = 1;$$

$$3) \quad n = \frac{40}{50} = \frac{4}{5}$$

Получение целых чисел оборотов рукоятки не вызывает затруднений, так как фиксатор рукоятки должен устанавливаться в одно и то же отверстие делительного диска после нужного количества целых оборотов на любом из рядов отверстий делительного диска. Для 1-го и 3-го случаев, т. е. при получении дробного числа, его необходимо преобразовать, чтобы знаменатель дроби был равен числу отверстий ряда, имеющихся на делительном диске:

$$n = 1 \frac{213}{215} = 1 \frac{26}{39}; a = 1; b = 26; c = 39;$$

$$n = \frac{46}{56} = \frac{24}{30}; a = 0; b = 24; c = 30.$$

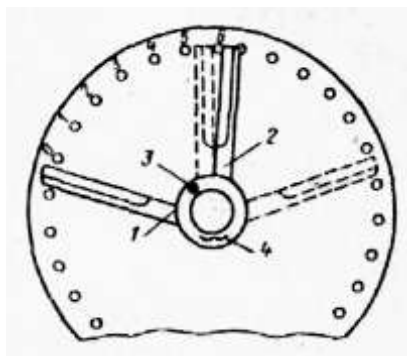


Рис.3.4. Схема установки отсчетных линеек

Следовательно, для того чтобы произвести деление, нужно: в первом случае — повернуть рукоятку на один полный оборот и дополнительно на 26 промежутков между отверстиями ряда делительного диска с числом отверстий 39; в третьем случае — повернуть рукоятку на 24 промежутка между отверстиями ряда с числом отверстий 30. Для удобства отсчета числа промежутков на делительном диске имеется установочный раздвижной сектор. После того как определена делительная окружность и найдено число делений, на которое необходимо установить фиксатор, производится установка раздвижного сектора (рис. 3.4). Сектор состоит из двух отсчетных линеек 1 и 2 и зажимного винта 3, с помощью которого линейка крепится под любым углом. Пружина 4 удерживает сектор от произвольного поворота. Отсчитывая число отверстий, заключенное между разворотом линейки, следует помнить, что оно должно быть на единицу больше, чем число, полученное при подсчете, т.е. оно должно быть равно числу промежутков между отверстиями.

Рекомендуется поворачивать сектор сразу же после перестановки рукоятки с фиксатором. Это гарантирует от возможных ошибок. Следует учитывать, что вопрос возможности выполнения на делительной головке простого деления сводится к преобразованию дроби со знаменателем, равным числу отверстий делительного диска.

Таблица 3.2

Числа оборотов рукоятки при простом делении на лимбовых универсальных делительных головках

Число-делений	Ряд делительного диска	Число оборотов рукоятки	Число промежутков по делительному диску	Число делений	Ряд делительного диска	Число полных оборотов рукоятки	Число промежутков по делительному диску
2	Любой	20	--	13	13	3	1
3	Любой, кратный	13	--	13	26 и др.	3	2
4	Любой	10	--	14	14	2	12
5	--	8	--	14	21 и др.	2	18
6	15	6	10	15	15	2	10
6	18	6	12	15	18 и др.	2	12
6	21 и др. кратные 6	6	14	16	16	2	8
7	14	5	10	16	18	2	9
7	21 и др.	5	15	16	20 и др.	2	10
8	Любой	5	--	17	17	2	8
9	18	4	8	17	34	2	12
9	27 и др.	4	12	17	51	2	18
10	Любой	4	--	17	119	2	42
11	33	3	21	17	153	2	54
11	44	3	28	17	187	2	66
11	66	3	42	18	18	2	4
11	77	3	49	18	27 и др.	2	6
11	99	3	63	19	19	2	2
11	121	3	77	19	38	2	4
11	143	3	91	19	57	2	6
11		3	119	19	133	2	14
12	15		5	19	171	2	16
12	18		6	19	19	2	2
12	21 и др.	3	7	19	38	2	4

Ниже приводятся наиболее часто встречающиеся числа отверстий делительных дисков в делительных головках с характеристикой $N = 40$;

13 14 15 16 17 18 19 20 21 23 24 25

26 27 28 29 30 31 32 33 34 36 37 38

39 41 42 43 44 45 46 47 48 49 51 53

54 57 58 59 61 62 63 66 67 69 71 73

77 79 81 83 87 89 91 93 96 97 99 101

103 107 109 111 113 117 119 121 123 126 129 131

133	137	139	141	143	147	149	151	153	157	159	101
163	167	169	171	173	175	177	179	181	187	189	191
193	197	199									

В табл. 3.2 приведены расчеты настройки на простое деление применительно к числам отверстий делительных дисков универсальных делительных головок с $\mathcal{N} = 40$.

Примеры пользования табл. 3.2. Определить числа оборотов рукоятки при делении:

1) на 33 части, если $c = 33, 66$ или 99 ,

$$n = a \frac{b}{c} = 1 \frac{7}{33}; \quad n = a \frac{b}{c} = 1 \frac{14}{66} \text{ или } n = a \frac{b}{c} = 1 \frac{21}{99};$$

2) на 94 части

$$n = a \frac{b}{c} = \frac{20}{47} \text{ или } n = a \frac{b}{c} = \frac{60}{141}.$$

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ-ДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК

Дифференциальное деление производят в тех случаях, когда неосуществима настройка простым способом. Из табл. 3.2 видно, что делительные диски не позволяют производить деление на все необходимые числа. В основном это относится к простым числам, которые нельзя разложить на множители, например 51, 61, 67, 73 и др., отсутствующие на делительных дисках. В этом случае способы прямого, простого и комбинированного деления дают только приближенное решение, что не всегда приемлемо для практического использования. Для деления на числа 51, 61, 67, 73 и т. д. применяют способ дифференциального деления.

Из кинематической схемы настройки дифференциального деления (рис. 3.5) видно, что передача движения к шпинделю происходит, как и при простом делении, т. е. от рукоятки 4 через цилиндрические шестерни z_2, z_1 червяк z_r , червячное колесо z_k к шпинделю 1. Затем от шпинделя изделия через

набор сменных шестерен z_A, z_B, z_C, z_D установленных на штыри 5, и конические шестерни z_3, z_4 поворот сообщается делительному диску 3, причем стопор 2, тормозящий делительный диск, должен быть освобожден. Таким образом, величина поворота шпинделя будет являться результатом углов поворота приводной рукоятки относительно диска и самого делительного диска, по которому производится фиксация (индексация) рукоятки. При этом могут быть два случая:

- 1) направления вращения рукоятки и делительного диска совпадают;
- 2) вращение рукоятки и вращение диска имеют различное направление.

Если обозначить через n_p — обороты рукоятки диска с фиксатором; n_d — обороты делительного диска; $n_{ш}$ — обороты шпинделя, то при совпадении направлений вращения рукоятки и диска $n_{ш} = n_p + n_d$, а при несовпадении направлений вращения $n_{ш} = n_p - n_d$.

В общем виде расчетная формула может быть представлена так:

$$n_{ш} = n_p \pm n_d.$$

Так как требуемое число делений z нельзя получить на имеющихся дисках, принимается для расчета произвольное (фиктивное) число делений z_ϕ , близкое к требуемому числу.

Число оборотов шпинделя в общем случае определяется так же, как и при простом делении, $n_{ш} = N/z$, или, если $N = 40, n = 40/z$.

Число оборотов рукоятки соответствует настройке на число делений z_ϕ ; $n_p = 40/z_\phi$. Следовательно, величина поворота делительного диска, являющегося как бы дополнительным поворотом, определяется из формулы

$$\pm n_d = \frac{40}{z_\phi} - \frac{40}{z} = \frac{40}{zz_\phi} (z_\phi - z).$$

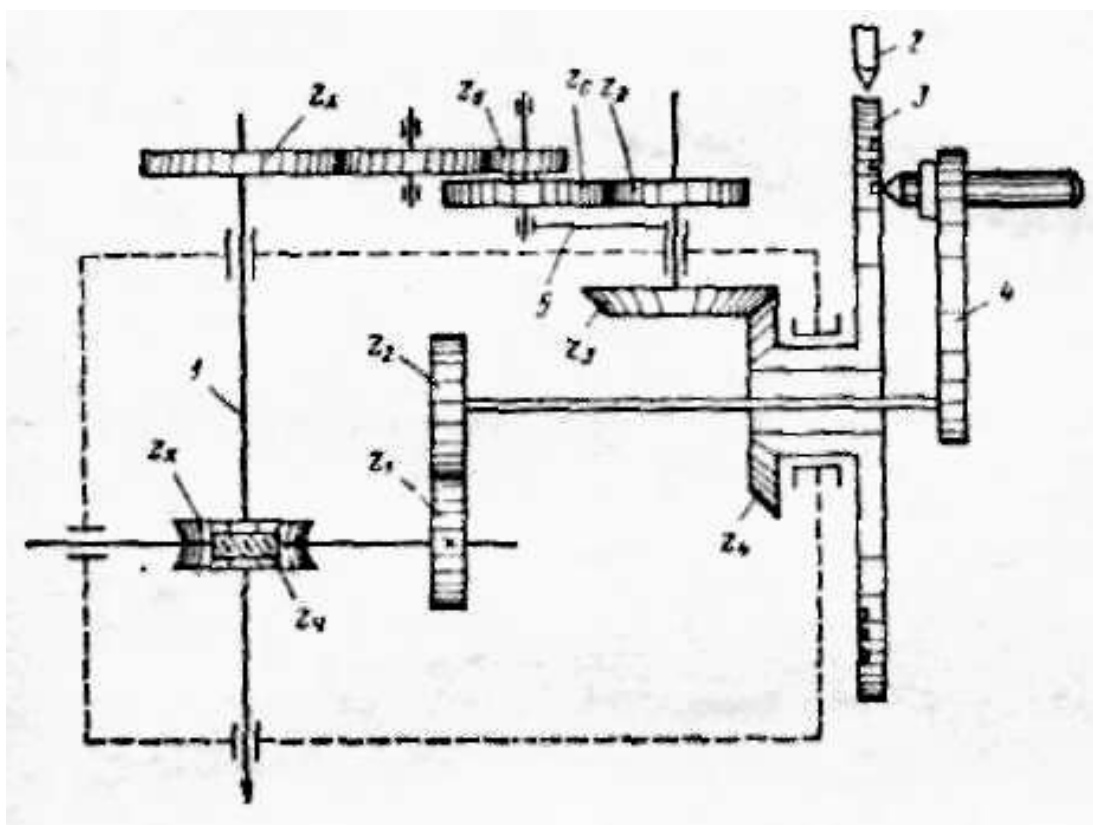


Рис. 3.5. Кинематическая схема настройки на дифференциальное деление УДГ Н-135, 160 и Д-160, 200, 250, 320 и 400

Для дополнительного поворота делительного диска при повороте шпинделя на $1/z$ часть, т.е. на одно деление, производится настройка гитары сменных шестерен. Передача вращения делительному диску рис. 5 может быть представлена так:

$$\pm n_D = \frac{1}{z} \frac{z_A * z_C}{z_B * z_D} \frac{z_3}{z_4}$$

или

$$\pm n_D = \frac{1}{z} i * \frac{25}{25} = \frac{i}{z},$$

где $i = \frac{z_A * z_C}{z_B * z_D}$ — передаточное отношение сменных шестерен гитары.

Решая это уравнение относительно i , получим расчетную формулу настройки при дифференциальном делении для универсальной делительной головки с характеристикой $N = 40$

$$\frac{40}{z z_\phi} (z_\phi - z) = \frac{i}{z}$$

или

$$i = \frac{40}{z_{\phi}} (z_{\phi} - z).$$

Из формулы видно, что если взятое фиктивное число z_{ϕ} больше искомого z , то передаточное отношение i имеет положительное значение. В этом случае направление дополнительного поворота делительного диска совпадает с направлением вращения рукоятки. Если $z_{\phi} > z$, то направления вращения рукоятки и делительного диска не совпадают. Эти условия должны особенно учитываться при настройке гитары сменных шестерен.

Приведем пример расчета дифференциального деления и настройки.

Пример. Требуется нарезать с помощью делительной головки зубчатое колесо с числом зубьев $z = 67$.

Примем $z_{\phi} = 70$. Тогда

$$i = \frac{40}{70} (70 - 67) = \frac{40}{70} 3 = \frac{120}{70} = \frac{12}{7}$$

Эту неправильную дробь следует преобразовать таким образом, чтобы получить дробь, которую можно составить из комплекта сменных зубчатых шестерен, например:

$$\frac{z_{\mathcal{A}} * z_{\mathcal{C}}}{z_{\mathcal{B}} * z_{\mathcal{D}}} = \frac{12}{7} \frac{5}{5} = \frac{60}{35}.$$

Настройку гитары можно произвести двумя шестернями:

$$z_{\mathcal{A}} = 60 \text{ и } z_{\mathcal{B}} = 35.$$

КОМБИНИРОВАННОЕ ДЕЛЕНИЕ

Сущность метода комбинированного деления состоит в том, что результат деления на некоторое число частей является суммой или разностью двух отсчетов, выполненных способом простого деления. Для выполнения деления комбинированным способом в конструкциях ряда делительных головок предусмотрено специальное устройство (рис. 3.6), состоящее из фиксатора 2, расположенного с обратной стороны делительного диска 7, корпуса фиксатора 3 и пружины 4. Отсчет производится поворотом рукоятки 8 с фиксатором 1 относительно неподвижного диска 7 и затем поворотом последнего с зафик-

сированной рукояткой относительно неподвижного дополнительного фиксатора. В последнем случае вращение от диска 7 через рукоятку 8, валик червяка 6 и червячную шестерню 5 передается шпинделю. Шестерня 5 закреплена на шпинделе неподвижно. Фиксатор выполнен эксцентрично относительно оси, что дает возможность установить его по любому ряду отверстий делительного диска головки. Этим методом деления пользуются в тех случаях, когда нужно разделить заготовку на простое число частей, не кратное числам отверстий окружностей делительных дисков головки, например на 51, 57, 63, 67, 77, 87 частей и т.д. Для этого формулу простого деления (1) $n = 40/z$ можно представить в виде суммы или разности двух дробей.

Пример. Требуется выполнить деление на 51, 57, 63, 67, 77 и 87 частей

$$1. \quad n = \frac{40}{51} = \frac{34+6}{3 \cdot 17} = \frac{34}{3 \cdot 17} + \frac{6}{3 \cdot 17};$$

окончательно

$$n = \frac{2}{3} + \frac{2}{17} = \frac{14}{21} + \frac{2}{17}.$$

В этом случае шпиндель делительной головки с укрепленной заготовкой поворачивают при неподвижном делительном диске посредством рукоятки с фиксатором на 14 делений по ряду с числом отверстий $c = 21$. Потом делительный диск с закрепленной рукояткой поворачивают вокруг дополнительного фиксатора на два деления по ряду с числом отверстий $c = 17$.

$$2. \quad n = \frac{40}{63} = \frac{33+7}{21 \cdot 3} = \frac{11}{21} + \frac{1}{9} = \frac{11}{21} + \frac{3}{27}.$$

$$3. \quad n = \frac{40}{77} = \frac{33}{11 \cdot 7} + \frac{7}{11 \cdot 7} = \frac{9}{21} + \frac{3}{33}.$$

$$4. \quad n = \frac{40}{87} = \frac{58-18}{3 \cdot 29} = \frac{2}{4} - \frac{6}{29} = \frac{14}{21} - \frac{6}{29}.$$

В последнем случае, знак «минус» указывает на то, что делительный диск следует вращать в направлении, обратном вращению рукоятки.

Разумеется, что очередность пользования диском или рукояткой для поворота шпинделя роли не играет, сначала можно поворачивать рукоятку с фиксатором, а потом диск с рукояткой вокруг дополнительного фиксатора или

наоборот. Следует лишь обязательно помнить правила знаков между дробями. Однако такой двойной поворот трудоемок, тем более что поворот делительного диска с рукояткой относительно дополнительного фиксатора затрудняет процесс деления. Поэтому иногда пользуются другим способом комбинированного деления.

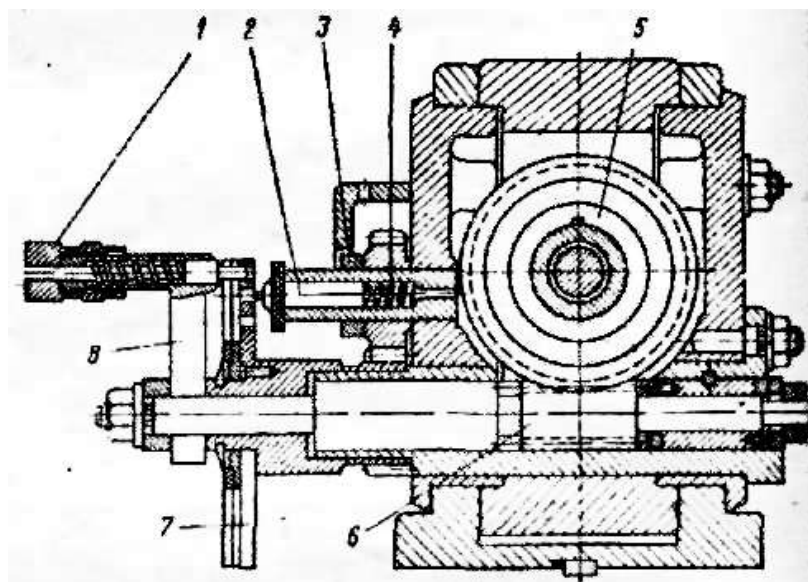


Рис. 3.6. Конструкция УДГ с устройством для комбинированного деления

Пример. Произвести деление на 87 и 189 частей при фрезеровании зубьев.

1. Число 87 состоит из двух множителей 3 и 29, поэтому можно, сначала нарезать на заготовке 29 впадин, т.е., пропуская по два зуба, поворачивать рукоятку с фиксатором на $n = \frac{40}{29} = 1\frac{11}{29}$, что составляет один полный оборот рукоятки ($a = 1$) и 11 промежутков ($b = 11$) ряда делительного диска с числом отверстий 29 ($c = 29$).

Когда первые 29 впадин будут нарезаны и заготовка займет первоначальное положение, поворачивают шпиндель на $14/21 - 6/29$ частей, пользуясь в этом случае основным и дополнительным фиксатором. Затем снова прорежут 29 впадин поворотом рукоятки с фиксатором на $1\frac{11}{29}$ оборота. Когда 29

впадин будут нарезаны и заготовка опять займет первоначальное положение, производят двойной отсчет $14/21 - 6/29$ оборотов и в третий раз прорезают 29 впадин поворотом рукоятки с фиксатором на $1^{11/29}$ оборота. Таким образом, двойной отсчет производился только два раза, а 85 раз деление выполнялось только при помощи рукоятки, что значительно облегчает процесс деления и гарантирует от ошибок.

$$2. \quad n = \frac{40}{189} = \frac{54}{27 \cdot 7} - \frac{14}{27 \cdot 7} = \frac{2}{27} - \frac{2}{27} \text{ или } n = \frac{6}{21} - \frac{2}{27}.$$

Так как число 189 состоит из двух множителей 27 и 7, то сначала нарезают 27 впадин. При этом число оборотов рукоятки равно

$$n = \frac{40}{27} = 1 \frac{23}{27}.$$

Когда первые 27 впадин будут нарезаны и заготовка займет первоначальное положение, делают поворот на $n = 6/21 - 2/27$ частей при помощи обоих фиксаторов. После этого вторично нарезают 27 впадин. Повторив эту операцию пять раз, получим зубчатое колесо с числом зубьев 189. Следовательно, вместо 189 сложных двойных делений можно ограничиться только шестью делениями, что упрощает работу.

В ряде случаев, когда не требуется большая точность, пользуются приближенным расчетом настройки при простом делении. Этот способ не отличается от способа простого деления, и для расчета применяется та же формула $n = 40/z$.

Пример. Необходимо произвести настройку универсальной делительной головки на 53 деления.

Определяем

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{53} = 0,7547.$$

или

$$n = \frac{0,7547}{1} = \frac{0,7547 \cdot 49}{49} = \frac{39,981}{49} \approx \frac{37}{49}.$$

Таким образом, каждое деление, равное $1/53$, может быть заменено отсчетом 37 промежутков ряда делительного диска с числом отверстий 49. Для

этого случая возможная погрешность от деления составит

$$\Delta = \frac{37 - 36,981}{49} = \frac{0,019}{49} = 0,0004.$$

Следует отметить, что применение способа комбинированного деления не обеспечивает производительной работы, а в ряде случаев дает низкую точность.

БЕЗЛИМБОВЫЕ ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Такие делительные головки не имеют делительных дисков. Делительный процесс осуществляется за один оборот рукоятки.

Кинематическая схема безлимбовой головки приведена на рис.3.7.

Безлимбовая головка может быть настроена для простого и дифференциального деления, а также для нарезания спиральных канавок.

Простое деление. Шестерня z_1 заторможена (неподвижна).

Конечные звенья кинематической цепи – шпиндель и рукоятка.

Расчетные перемещения: $1/z$ оборота шпинделя и 1 оборот рукоятки.

Уравнение кинематической цепи

$$1 * i_1 * 2 * \frac{k}{z_0} = \frac{1}{z}.$$

Формула настройки

$$i_1 = \frac{z_0}{2kz} \text{ или } i_1 = \frac{N}{2z}.$$

Дифференциальное деление. Шестерня z_1 освобождена. Настроена гитара дифференциала i_2 .

Конечные звенья и расчетные перемещения те же, что и при простом делении.

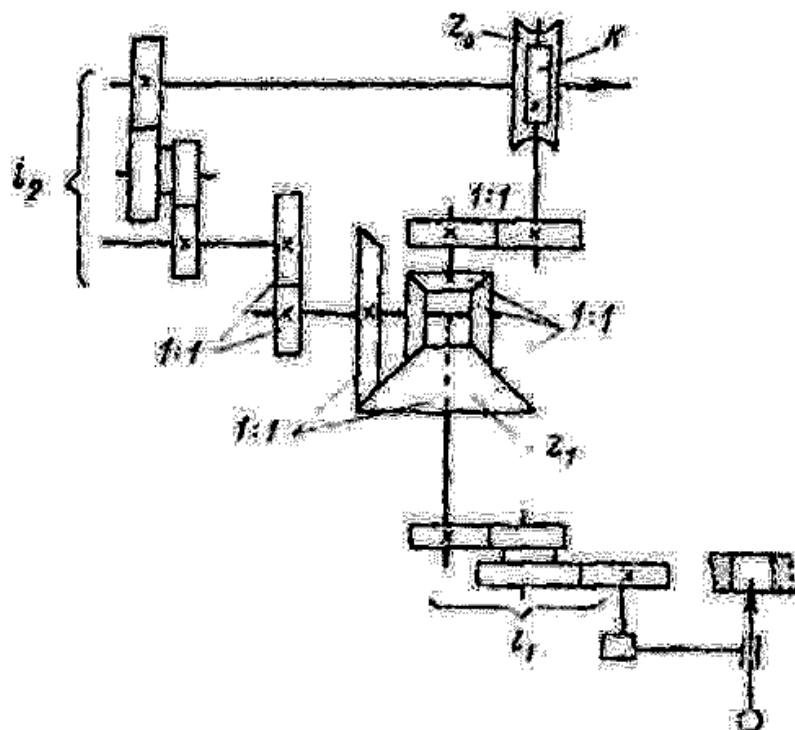


Рис. 3.7. Кинематическая схема безлиम्бовой делительной головки

Уравнение кинематической цепи

$$1 * \left(i_1 i_{\text{диф}} + \frac{1}{z} i_2 \right) \frac{k}{z_0} = \frac{1}{z}.$$

Гитара i_1 настраивается для деления на $1/z$, причем z_1 выбирают близкой к z . Тогда

$$1 * \left(\frac{z_0}{2kz_1} i_{\text{диф}} + \frac{1}{z} i_2 \right) \frac{k}{z_0} = \frac{1}{z} \text{ или } \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z} i_2 \frac{k}{z_0} = \frac{1}{z}.$$

где $i_{\text{диф}} = 2$ – передаточное отношение дифференциала.

Формула настройки гитары дифференциала.

$$i_2 = \frac{z_0}{k} \left(1 - \frac{z}{z_1} \right) \text{ или } i_2 = \mathcal{N} \left(1 - \frac{z}{z_1} \right).$$

Настройка для нарезания винтовых канавок. Гитара дифференциала соединена в этом случае с винтом продольной подачи.

Конечные звенья и расчетные перемещения те же, что и при настройке универсальной делительной головки для нарезания винтовых канавок.

Формула настройки гитары

$$i_2 = \frac{z_0}{k} \frac{t}{T} \text{ или } i_2 = \mathcal{N} \frac{t}{T}.$$

ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ С ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ОТСЧЕТА

Делительные механизмы с оптической системой отсчета широко применяются в конструкциях делительных головок и столов, они служат для деления окружности на части, в особенности при операциях, требующих высокой точности работы, как, например, изготовление делительных дисков, нанесение шкал на лимбах, нарезание точных зубчатых колес, обработка кулачков и т. п.

Большое распространение эти головки имеют в метрологии при работах по контролю и разметке. На оптических делительных головках поворот шпинделя осуществляется так же, как на универсальных делительных головках, как правило, через червячную передачу. Однако на оптических делительных головках эта передача не принимает участия в измерении, а является только элементом, передающим вращение шпинделю.

Получение высокой точности при делении достигается применением в конструкциях головок отсчетного микроскопа и точного лимба с делениями, который монтируется на шпинделе независимо и не испытывает механических нагрузок.

Основным направлением в развитии современных конструкций оптических делительных головок является повышение точности и совершенствование процесса снятия отсчета. Первое достигается путем прецизионного изготовления деталей и узлов, второе — применением более совершенных оптических схем и точных оптических лимбов. Для повышения производительности и качества углового деления широко применяются проекционные экранные устройства.

Ниже рассматриваются оптическая головка нормальной точности, получившая широкое распространение в лабораториях и цехах для выполнения различных работ.

ДЕЛИТЕЛЬНАЯ ГОЛОВКА ОДГ – 10

Конструктивно ОДГ-10 подобна ОДГ-60 и отличается только оптической системой и наличием механизма точного поворота корпуса со шпинделем в вертикальной плоскости.

Оптическая головка ОДГ-10 позволяет получить более высокую точность отсчета делений, равную $10''$. На рис. 8 представлены оптическая система головки и органы управления. Отраженный свет от градуированного стеклянного лимба 1 (рис. 3.8, *а*) через линзы объектива 2, 4 и призму 3 проецирует изображение штрихов лимба на плоскость неподвижной окулярной сетки 7. На окулярную сетку нанесено семь двойных штрихов (биссекторов) с ценой деления $10'$.

Деление оптического лимба 1 и окулярной сетки 7 рассматривают с помощью отсчетного микроскопа 8. Одновременно в поле зрения отсчетного микроскопа 8 видны штрихи подвижной сетки 6, жестко связанной с пластиной компенсатора 5, вместе с которой ее можно поворачивать вокруг оси *А-А*.

Этот поворот вызывает смещение изображений штрихов лимба 1 относительно сетки 7 и перемещение шкалы 6 относительно индекса. Шкала сетки 6 имеет 60 делений, цена деления равна $10''$.

Отсчет производят поворотом компенсатора 5 с помощью винта 13, таким образом (рис. 3.8.б), чтобы совместить риску лимба 1 с ближайшим биссектором шкалы 7.

В поле зрения оптического микроскопа, показанного на рис. 8, *в*, установлен угол $81^{\circ} 24' 20''$. Видимые размеры секундных делений позволяют производить отсчет с точностью до $3''$.

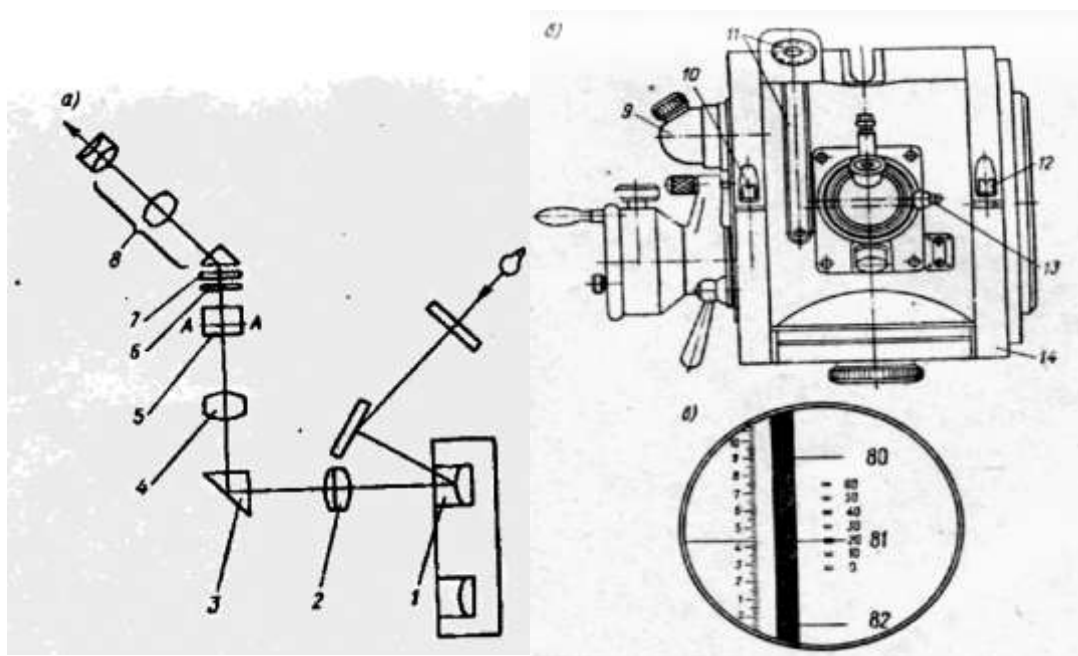


Рис. 3.8. Оптическая схема (а), органы управления (б) и шкала отсчета (в) ОДГ – 10

Корпус со шпинделем делительной головки (рис. 3.8, б) может быть установлен в любом положении, в пределах 90^0 относительно горизонтальной оси с точностью $\pm 1'$. Нужное положение обеспечивается червячным механизмом 11. Вращением червяка 11 совмещают требуемый угол лимба сектора, установленного в корпусе, со штрихами минутной шкалы бокового отсчетного микроскопа 9. После установки шпинделя на заданный угол корпус головки закрепляют винтами 10, 12, стягивающими разрезные дуги 14 основания головки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

НАСТРОЙКА ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 5Д32 НА НАРЕЗАНИЕ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА.

Общие сведения о зубофрезерных станках.

Эти станки относятся к пятой группе станков, они работают по методу обката для чего червячной фрезе сообщается движение резания, а заготовка получает вращательное движение, то есть фреза и заготовка совершают такие движения которое совершало бы находясь в зацеплении пара червяк- червячное колесо. Эти станки являются станками полуавтоматического типа, и получили наибольшее распространение и предназначены для нарезания колес, с прямыми и косыми зубьями, а также для нарезания червячных колес.

Станок работает по методу обкатки, т.е. механического воспроизводства зацепления червяка (червячной фрезы) с колесом (заготовкой). Червячная фреза соответствующего модуля и диаметра закрепляются на оправке в шпинделе фрезерного суппорта. Обрабатываемая деталь или комплект одновременно обрабатываемых деталей устанавливается на оправке в шпинделе стола, а при больших размерах колес непосредственно на столе станка. Червячной фрезе и заготовке принудительно сообщают вращательные движения с такими угловыми скоростями, которые они имели бы, находясь в зацеплении. При нарезании колес с прямыми зубьями ось шпинделя фрезерного суппорта устанавливается под углом к горизонтальной плоскости, равным углу подъема винтовой линии червячной фрезы.



Рис. 4.1. Схема нарезания прямозубых колес на зубодолбежном станке

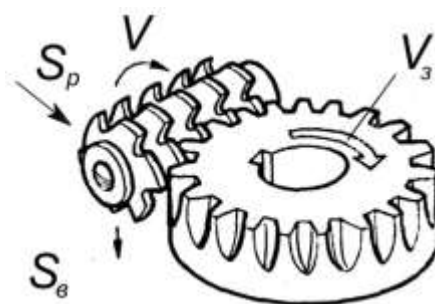


Рис. 4.2. Схема нарезания цилиндрических зубчатых колес червячными фрезами.

Вертикальный зубофрезерный станок модели 5Д32 *Общая характеристика станка. Назначение станка.* Станок предназначен для нарезания цилиндрических зубчатых колес с прямыми и косыми зубьями и для нарезания червячных колес как методом радиальной, так и методом тангенциальной подачи. При наличии специальных приспособлений возможно нарезание шестерен внутреннего зацепления.

Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр нарезаемых колес в мм	800
Пределы модулей зубьев нарезаемых колес в мм	
по стали.....	2-6
по чугуну.....	2-8
Наибольший угол наклона зуба нарезаемых колес в град	±60
Наибольшая ширина нарезаемых колес в мм.....	275
Наибольший диаметр фрезы в мм.....	120
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту.....	47,5-192
Пределы подач за оборот стола в мм	
вертикальных.....	0,5-3
радиальных	0,1-1
Мощность главного электродвигателя в кВт.....	2,8

Основные узлы станка. (рис.4.3) А-станина; Б- стол; В- стойка; Г- поддерживающий кронштейн, Д- поперечина; Е- фрезерный суппорт; Ж- протяжной суппорт; З- подвижная стойка; И- гитара дифференциала и подачи; К- делительная гитара.

Органы управления. (рис.4.3) 1- рукоятка включения и выключения рабочих подач; 2- рукоятка включения подачи при работе с протяжным суппортом; 3- кнопочная станция; 4- рукоятка включения вертикальной подачи фрезерного суппорта; 5- квадрат для ручного вертикального перемещения подвижной стойки; 7-рукоятка включения радиальной подачи подвижной стойки.

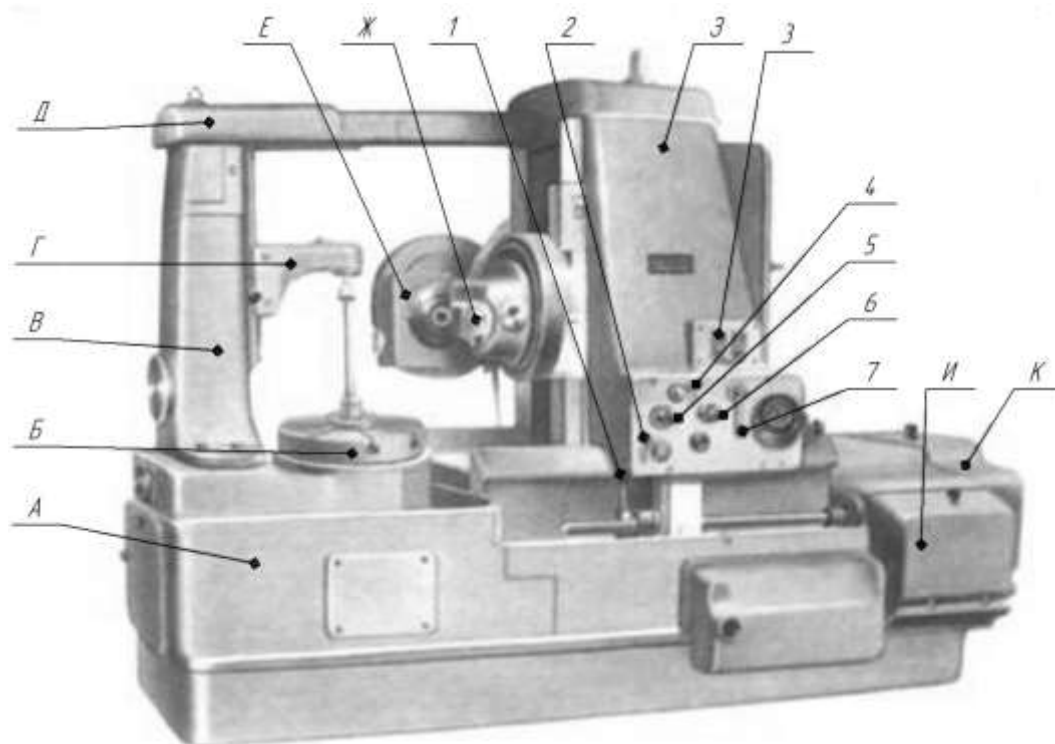


Рис.4.3 Общий вид зубофрезерного полуавтомата модели 5Д32

Движения в станке. *Движение резания* - вращение шпинделя фрезерного суппорта с червячной фрезой. *Движение подач* - вертикальное перемещение фрезерного суппорта Е, радиальное перемещение подвижной стойки З и тангенциальное перемещение протяжного суппорта Ж.

Движение обкатки и деления является непрерывное вращение стола с заготовкой. *Вспомогательные движения* - быстрые механические и ручные установочные перемещения фрезерного суппорта и подвижной стойки.

Принцип работы. Станок работает по методу обкатки, т. е. механического воспроизводства зацепления червяка (червячной фрезы) с колесом (заготовкой). Червячная фреза соответствующего модуля и диаметра закрепля-

ется на оправке в шпинделе фрезерного суппорта.

Обрабатываемая деталь или комплект одновременно обрабатываемых деталей устанавливается на оправке в шпинделе стола, а при больших размерах колес непосредственно на столе станка.

Червячной фрезе и заготовке принудительно сообщают вращательные движения с такими угловыми скоростями, которые они имели бы, находясь в действительном зацеплении.

При нарезании колес с прямыми зубьями ось шпинделя фрезерного суппорта устанавливается под углом к горизонтальной плоскости, равным углу подъема винтовой линии червячной фрезы. Для нарезания колес с косыми зубьями ось шпинделя фрезерной бабки устанавливается под углом, равным сумме или разности углов наклона зубьев колеса и подъема винтовой линии фрезы в зависимости от сочетания направлений винтовых линий зубьев и витков фрезы.

Нарезание цилиндрических колес производится с вертикальной подачей фрезерного суппорта.

Для обеспечения возможности фрезерования колес попутным методом на станке модели 5Д32 предусмотрено нагрузочное гидравлическое устройство.

Гидравлическое подвижное устройство состоит из неподвижного штока с поршнем и цилиндра, связанного с салазками фрезерного суппорта. При фрезеровании попутным методом масло подводится в верхнюю полость цилиндра противовеса и поджимает противовес вместе с фрезерным суппортом вверх, устраняя возможность произвольного перемещения фрезерной бабки под действием усилия в пределах зазора между резьбой винта вертикальной подачи и маточной гайки.

При нарезании червячных колес методом радиальной подачи используются цилиндрические червячные фрезы. Движение подачи сообщают подвижной стойке в радиальном направлении до тех пор, пока расстояние между осями фрезы и заготовками не станет равным межцентровому расстоянию

передачи. В случае нарезания червячных колес методом тангенциальной подачи применяются червячные фрезы с конической заборной частью, которые при настройке станка устанавливаются сразу на заданное межцентровое расстояние; подачу при этом сообщают протяжному суппорту с червячной фрезой вдоль ее оси. Этот метод нарезания является более точным.

Кинематика станка модели 5Д32 Движение резания. Вращение шпинделя с фрезой осуществляется по цепи: электродвигатель мощностью 2,8 кВт, клиноременная передача 105-224, вал I, шестерни 32-48, вал II, шестерни 35-35, вал III, сменные колеса A_1-B_1 вал IV, конические шестерни 24-24, вал V, конические шестерни 24-24, вал VI, шестерни 17-17, вал VII, шестерни 16-64, шпиндель VIII. Для обеспечения равномерности вращения шпинделя с фрезой на валу VII установлен маховик. Число оборотов шпинделя фрезерного суппорта n_ϕ определяется из уравнения кинематической цепи движения резания, имеющий вид

$$n_\phi = \frac{105}{224} 0,985 \frac{32 \cdot 35 \cdot A_1 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 17 \cdot 16}{48 \cdot 35 \cdot B_1 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 17 \cdot 64}$$

Прилагаемый комплект сменных колес обеспечивает возможность получения семи различных чисел оборотов шпинделя.

Движение обкатки деления заготовки. Это движение заимствуется от вала IV, вращение от которого передается столу через косозубые шестерни 46-46, дифференциал, вал XXV, колеса переключения C_1D_1 , вал XXVI, и сменные колеса a-b и c-d делительной гитары, вал XXVII и червячную передачу 1-96. Уравнение кинематической цепи, связывающей вращение заготовки n_3 , с вращением n_ϕ , имеет вид

$$n_3 = n_\phi \frac{64 \cdot 17 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 46}{16 \cdot 17 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 46} i_{\text{диф}} \frac{C_1 a c 1}{B_1 b d 96}$$

Для сообщения столу с заготовкой добавочного вращения, необходимо для нарезания цилиндрических колес с косыми зубьями, червячных колес методом тангенциальной подачи и колес с количеством зубьев, выраженных простыми числами, для которых нет соответствующих сменных колес, ис-

пользуют дифференциал, для чего выключают муфту M_2 и включают M_1 (как показано на схеме). Дополнительное движение обкатки получают от вала XI гитару сменных колес a_2-b_2 и c_2-d_2 , вал XXIV, червячную передачу 1-30 и дифференциал.

Движение подачи. Эти движения осуществляются от вала XXVII через червячную передачу 2-24, вал IX, сменные колеса a_2-b_1 и c_1-d_1 гитары подач, вал X, кулачковую муфту M_3 , вал XI, шестерни 45-36, вал XII, конические шестерни 19-19, вал XIII, конические шестерни 16-16 и вал XIV. От вала XIV движение подач разветвляется.

Для сообщения вертикальной подачи фрезерному суппорту включаются кулачковые муфты M_4 и M_5 . Тогда вращение от вала XIV через червячную передачу 4-20, вал XV и червячную передачу 5-30 сообщается вертикальному ходовому винту XX. Величина вертикальной подачи фрезерной бабки S_B за один оборот стола с заготовкой может быть определена из уравнения.

$$S_B = 1 \frac{96 \cdot 2 \cdot a_1 \cdot c_1 \cdot 45 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 4 \cdot 5}{1 \cdot 24 \cdot b_1 \cdot d_1 \cdot 36 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 20 \cdot 30} 10, \text{ об/мин}$$

Подбор сменных колес гитары подач в зависимости от заданной величины вертикальной подачи производится по формуле

$$\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1} = 0,3 S_B$$

Радиальная подача подвижной стойки обеспечивается при включении муфты M_4 и четырех заходного падающего червяка. В этом случае движение от вала XIV сообщается маточной гайке, связанной с горизонтальным ходовым винтом XIX, через червячную передачу 4-20, вал XV, шестерни 10-20, вал XIV, червячную передачу 4-20 (с падающим червяком), вал XVII, шестерни 10-20, вал XVIII и конические шестерни 20-25. уравнение кинематической цепи для определения величины радиальной подачи подвижной стойки S_P имеет вид

$$S_P = 1 \frac{96 \cdot 2 \cdot a_1 \cdot c_1 \cdot 45 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 20}{1 \cdot 24 \cdot b_1 \cdot d_1 \cdot 36 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 25} 10, \text{ об/мин}$$

Рис.4.4 Кинематическая схема станка 5Д32

В этом случае подбор сменных колес гитары подач производится по уравнению

$$\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1} = \frac{5S_p}{4}$$

Протяжной суппорт, устанавливаемый взамен нормального, получает движение тангенциальной подачи от вала XIV, через конические шестерни 16-16, вал XXI, шестерни 30-30-30, червячную передачу 1-50 и холостой винт XXIII. Уравнение кинематической цепи этого случая имеет вид:

$$S_T = 1 \frac{96 \cdot 2 \cdot a_1 \cdot c_1 \cdot 45 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 16 \cdot 30 \cdot 1}{1 \cdot 24 \cdot b_1 \cdot d_1 \cdot 36 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 16 \cdot 30 \cdot 50} 5, \text{ об/мин}$$

При работе с тангенциальной подачей подбор сменных колес следует производить по формуле:

$$\frac{a_1 c_1}{b_1 d_1} = S_T$$

Вспомогательные движения. Быстрые перемещения всех рабочих органов станка осуществляется от электродвигателя мощностью 1 кВт через винтовые колеса 16-42, вал XI и далее по кинематическим цепям подач.

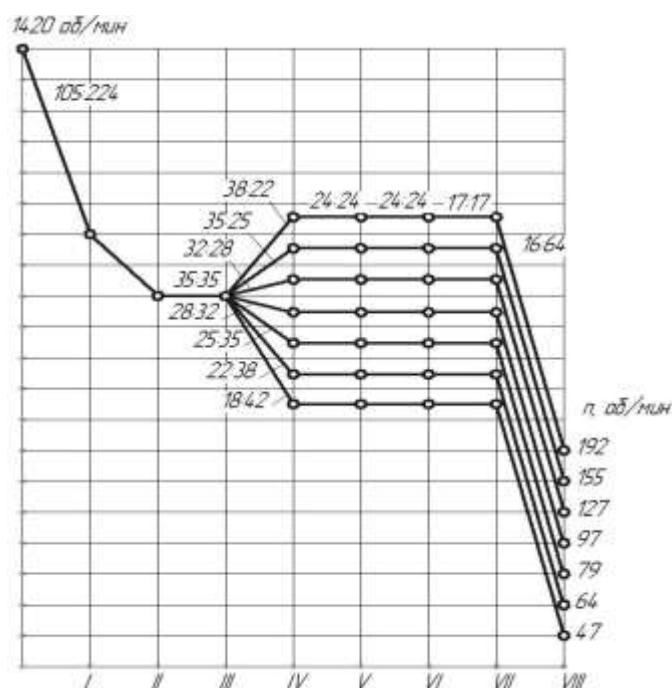


Рис. 4.5. График частот.

2. Лабораторная работа №4.1

Произвести полный расчет настройки зубофрезерного станка (для вариантов заданий с 1 по 50) на изготовление цилиндрического зубчатого колеса с прямыми и винтовыми зубьями (согласно варианту задания). Работу выполнять в следующей последовательности:

1. из таблицы 1 выписать в тетрадь модель станка и характеристику нарезаемого колеса;
2. составить упрощенный эскиз заготовки зубчатого колеса, проставив необходимые размеры;
3. назначить материал заготовки и режущего инструмента, определить режимы резания и характеристику инструмента по ГОСТ;
4. описать работу основных узлов и разобрать кинематическую схему станка;
5. по кинематической схеме составить уравнения кинематического баланса и вывести формулы настройки следующих цепей:
 - главного движения вращения фрезы;
 - движение обкатки (деление);
 - движение подачи;
 - дифференциального движения (при нарезании цилиндрических колес с винтовыми зубьями).
6. подобрать необходимые сменные колеса для всех названных цепей.

Если в гитару устанавливается четыре колеса, то их следует проверить на сцепляемость;

7. приложить кинематическую схему, на которой указать выбранные зубчатые колеса и обвести расчетные цепи станка цветными карандашами.

Необходимые данные для выполнения задания;

1. Варианты заданий (таблица 1).
2. Кинематическая схема станка (рис. 4.4).

Методические указания для настройки зубофрезерных станков.

Станок модель 5Д32

а) для цепи главного движения подобрать колесо А и В, которые удовлетворяли бы условию $A+B=65$.

Значение частот вращения фрезы: 63, 78, 100, 121, 165, 200, 258 и 318 об/мин.

б) для цепи движения обкатки (деления) подобрать сменные зубчатые колеса a_1, b_1, c_1, d_1 , гитары деления из набора: 2=20 (2 шт.), 23, 23, 25, (2 шт.), 30, 33, 34, 35, 36 (2шт.), 37, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48 (2шт.), 50, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 85, 89, 90, 92, 96, 97, 98, 100.

в) для цепи движения подачи подобрать колеса a_2, b_2, c_2, d_2 и набора: 2=24; 25 (2шт.), 30, 33, 34, 35, 40, 43, 45, 48, 50, 53, 55, 59, 60, 65, 70, 80, 90, 92, 95, 100.

Значение вертикальных подач (мм/об. заг.):

$S_b=0,25; 0,55; 0,75; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0;$

г) для цепи дифференциальной настройки подобрать колеса a_3, b_3, c_3, d_3 , из набора указанного в пункте «б».

Таблица 4.1. Варианты заданий

варианты	Модель станка	Модуль колеса мм	Число зубьев колеса	Длина зуба мм	Диаметр отверстия колеса мм	Угол наклона «°»	Направление наклона	Число заходов фрезы	Направление винтовой линии фрезы
1	5Д32	3	50	40	25	35°	правое	1	правое
2	5Д32	3	58	35	25	-	-	1	левое
3	5Д32	5	70	35	25	42°	левое	1	правое
4	5Д32	2,5	50	25	20	-	-	2	левое
5	5Д32	3,5	52	35	20	-	-	2	левое
6	5Д32	2	48	35	20	21°	левое	2	правое
7	5Д32	3,5	50	35	25	-	-	1	правое
8	5Д32	5	68	35	35	-	-	1	правое
9	5Д32	6	45	40	25	-	-	2	правое
10	5Д32	3,5	60	25	20	-	-	1	левое
11	5Д32	2,5	35	20	25	-	-	1	правое

12	5Д32	6	25	65	30	-	-	1	правое
13	5Д32	2,5	40	20	25	-	-	2	правое
14	5Д32	2,5	65	25	20	32°30'	левое	1	левое
15	5Д32	3,5	40	25	25	-	-	1	левое
16	5Д32	5	35	30	30	-	-	1	правое
17	5Д32	4	64	30	20	15°15'	правое	2	левое
18	5Д32	3,5	45	30	25	-	-	1	правое
19	5Д32	5	65	40	30	-	-	2	левое
20	5Д32	6	50	30	35	-	-	1	правое

Контрольные вопросы

1. К какой группе относятся зубофрезерные станки?
2. Назовите основные узлы станка 5Д32?
6. Описать принцип работы станка 5Д32?
9. Как производится нарезание червячных колес?
10. Какие методы нарезания червячных колес вы знаете? Описать эти методы.
11. По какой цепи осуществляется движение резания? Показать на кинематической схеме.
12. По какой цепи осуществляется движение подачи до разветвления? Показать на кинематической схеме.
13. По какой цепи осуществляется вертикальная подача? Показать на кинематической схеме.
14. По какой цепи осуществляется радиальная подача? Показать на кинематической схеме.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТАНКОВ С ЧПУ

Станки с ЧПУ имеют расширенные технологические возможности при сохранении высокой надежности работы. Конструкция станков с ЧПУ должна, как правило, обеспечить совмещение различных видов обработки (точение — фрезерование, фрезерование — шлифование), удобство загрузки заготовок, выгрузки деталей (что особенно важно при использовании промышленных роботов), автоматическое или дистанционное управление сменой инструмента и т.д.

Повышение точности обработки достигается высокой точностью изготовления и жесткостью станка, превышающей жесткость обычного станка того же назначения, для чего производят сокращение длины его кинематических цепей: применяют автономные приводы, по возможности сокращают число механических передач. Приводы станков с ЧПУ должны также обеспечивать высокое быстродействие.

Повышению точности способствует и устранение зазоров в передаточных механизмах приводов подач, снижение потерь на трение в направляющих и других механизмах, повышение виброустойчивости, снижение тепловых деформаций, применение в станках датчиков обратной связи. Для уменьшения тепловых деформаций необходимо обеспечить равномерный температурный режим в механизмах станка, чему, например, способствует предварительный разогрев станка и его гидросистемы. Температурную погрешность станка можно также уменьшить, вводя коррекцию в привод подач от сигналов датчиков температур.

Базовые детали (станины, колонны, основания) выполняют более жесткими за счет введения дополнительных ребер жесткости. Повышенную жесткость имеют и подвижные несущие элементы (суппорты, столы, салазки). Столы, например, конструируют коробчатой формы с продольными и поперечными ребрами. Базовые детали изготавливают литыми или сварными.

Наметилась тенденция выполнять такие детали из полимерного бетона или синтетического гранита, что в еще большей степени повышает жесткость и виброустойчивость станка.

Направляющие станков с ЧПУ имеют высокую износостойкость и малую силу трения, что позволяет снизить мощность следящего привода, увеличить точность перемещений, уменьшить рассогласование в следящей системе.

Направляющие скольжения станины и суппорта для уменьшения коэффициента трения создают в виде пары скольжения «сталь (или высококачественный чугун) — пластиковое покрытие (фторопласт и др.)».

Направляющие качения имеют высокую долговечность, характеризуются небольшим трением, причем коэффициент трения практически не зависит от скорости движения. В качестве тел качения используют ролики. Предварительный натяг повышает жесткость направляющих в 2... 3 раза, для создания натяга используют регулирующие устройства.

Приводы и преобразователи для станков с ЧПУ

В связи с развитием микропроцессорной техники применяются преобразователи для приводов подачи и главного движения с полным микропроцессорным управлением — цифровые преобразователи или цифровые приводы. Цифровые приводы представляют собой электродвигатели, работающие на постоянном или переменном токе. Конструктивно преобразователи частоты, сервоприводы и устройства главного пуска и реверса являются отдельными электронными блоками управления.

Привод подачи для станков с ЧПУ

В качестве привода используют двигатели, представляющие собой управляемые от цифровых преобразователей синхронные или асинхронные машины. Бесколлекторные синхронные (вентильные) двигатели для станков с ЧПУ изготавливают с постоянным магнитом на основе редкоземельных элементов и оснащают датчиками обратной связи и тормозами. Асинхронные двигатели применяют реже, чем синхронные. Привод движения подач харак-

теризуется минимально возможными зазорами, малым временем разгона и торможения, небольшими силами трения, уменьшенным нагревом элементов привода, большим диапазоном регулирования. Обеспечение этих характеристик возможно благодаря применению шариковых и гидростатических винтовых передач, направляющих качения и гидростатических направляющих, беззазорных редукторов с короткими кинематическими цепями и т.д.

Приводами главного движения для станков с ЧПУ обычно являются двигатели переменного тока — для больших мощностей и постоянного тока — для малых мощностей. В качестве приводов служат трехфазные четырехполюсные асинхронные двигатели, воспринимающие большие перегрузки и работающие при наличии в воздухе металлической пыли, стружки, масла и т.д. Поэтому в их конструкции предусмотрен внешний вентилятор. В двигатель встраивают различные датчики, например датчик положения шпинделя, что необходимо для ориентации или обеспечения независимой координаты.

Преобразователи частоты для управления асинхронными двигателями имеют диапазон регулирования до 250. Преобразователи представляют собой электронные устройства, построенные на базе микропроцессорной техники. Программирование и параметрирование их работы осуществляются от встроенных программаторов с цифровым или графическим дисплеем. Оптимизация управления достигается автоматически после введения параметров электродвигателя. В математическом обеспечении заложена возможность настройки привода и пуск его в эксплуатацию.

Шпиндели станков с ЧПУ выполняют точными, жесткими, с повышенной износостойкостью шеек, посадочных и базирующих поверхностей. Конструкция шпинделя значительно усложняется из-за встроенных в него устройств автоматического разжима и зажима инструмента, датчиков при адаптивном управлении и автоматической диагностике.

Опоры шпинделей должны обеспечить точность шпинделя в течение длительного времени в переменных условиях работы, повышенную жесткость, небольшие температурные деформации. Точность вращения шпинделя

обеспечивается прежде всего высокой точностью изготовления подшипников.

Наиболее часто в опорах шпинделей применяют подшипники качения. Для уменьшения влияния зазоров и повышения жесткости опор обычно устанавливают подшипники с предварительным натягом или увеличивают число тел качения. Подшипники скольжения в опорах шпинделей применяют реже и только при наличии устройств с периодическим (ручным) или автоматическим регулированием зазора в осевом или радиальном направлении. В прецизионных станках применяют аэростатические подшипники, в которых между шейкой вала и поверхностью подшипника находится сжатый воздух, благодаря этому снижается износ и нагрев подшипника, повышается точность вращения и т. п.

Привод позиционирования (т.е. перемещения рабочего органа станка в требуемую позицию согласно программе) должен иметь высокую жесткость и обеспечивать плавность перемещения при малых скоростях, большую скорость вспомогательных перемещений рабочих органов (до 10 м/мин и более).

Вспомогательные механизмы станков с ЧПУ включают в себя устройства смены инструмента, уборки стружки, систему смазывания, зажимные приспособления, загрузочные устройства и т.д. Эта группа механизмов в станках с ЧПУ значительно отличается от аналогичных механизмов, используемых в обычных универсальных станках. Например, в результате повышения производительности станков с ЧПУ произошло резкое увеличение количества сходящей стружки в единицу времени, а отсюда возникла необходимость создания специальных устройств для отвода стружки. Для сокращения потерь времени при загрузке применяют приспособления, позволяющие одновременно устанавливать заготовку и снимать деталь во время обработки другой заготовки.

Устройства автоматической смены инструмента (магазины, автооператоры, револьверные головки) должны обеспечивать минимальные затраты времени на смену инструмента, высокую надежность в работе, стабильность положения инструмента, т.е. постоянство размера вылета и поло-

жения оси при повторных сменах инструмента, иметь необходимую вместимость магазина или **револьверной головки**.

Револьверная головка — это наиболее простое устройство смены инструмента: установку и зажим инструмента осуществляют вручную. В рабочей позиции один из шпинделей приводится во вращение от главного привода станка. Револьверные головки устанавливают на токарные, сверлильные, фрезерные, многоцелевые станки с ЧПУ; в головке закрепляют от 4 до 12 инструментов.

Сверлильные станки с ЧПУ. Вертикально-сверлильные станки с ЧПУ, в отличие от аналогичных станков с ручным управлением, оснащены крестовыми столами, автоматически перемещающими обрабатываемую заготовку по координатным осям X и Y (рис. 1), в результате чего отпадает необходимость в кондукторах или в предварительной разметке деталей.

Вертикальная подача вдоль оси Z осуществляется шпинделем либо сверлильной головкой. Кроме операций, связанных с обработкой отверстий, на сверлильных станках с ЧПУ выполняют и фрезерные операции. Нарезание резьбы метчиками на сверлильных станках с ЧПУ происходит с принудительной подачей метчика и с использованием специальных пружинно-кулачковых патронов. Некоторые сверлильные станки, в частности мод. 2Д132МФ2, оснащены инструментальным магазином и механизмом автоматической смены инструмента.

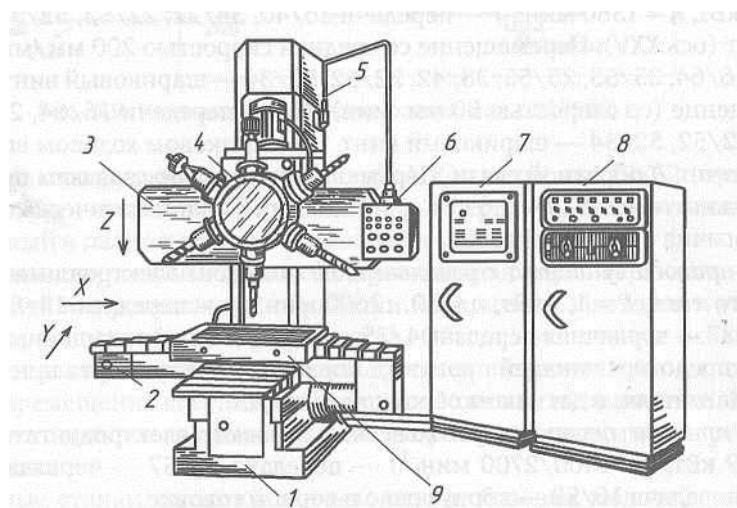


Рис.1 Общий вид вертикально-сверлильного станка мод. 2Р135Ф2-1

Вертикально-сверлильный станок мод. 2Р135Ф2-1 оснащен переключаемой по управляющей программе шестипозиционной revolverной головкой, в пяти позициях которой устанавливают инструмент для обработки отверстий (сверла, развертки и др.), а в одной — фрезы. Станок оснащен устройством ЧПУ, которое обеспечивает одновременное или раздельное перемещение стола по координатам X и Y , перемещение суппорта с revolverной головкой по координате Z , дает возможность управлять поворотом revolverной головки, по программе выбирать величину рабочей подачи и частоту вращения шпинделя.

Общий вид станка показан на рис. 1. На основании **1** установлена колонна- **5**, по прямоугольным вертикальным направляющим которой перемещается суппорт **3** с revolverной головкой **4**. На колонке смонтированы коробка скоростей и редуктор подач. Салазки **2** крестового стола перемещаются по горизонтальным направляющим основания, а верхняя часть стола **9** — по направляющим салазок. С правой стороны станка расположены шкаф с электрооборудованием **7** и устройство ЧПУ **8**. Станок имеет подвесной пульт управления **6**.

Кинематическая схема станка (рис. 2) состоит из следующих независимых кинематических цепей: привода главного движения (вращения шпинделей revolverной головки), привода подач крестового стола, привода салазок, привода суппорта с revolverной головкой, приводов поворота revolverной головки и выпрессовки инструмента из шпинделей.

Цепь главного движения: двухскоростной электродвигатель **М1** ($P = 4/4,5$ кВт; $n = 1470/990$ мин⁻¹) — зубчатая передача 29/41 — вал **I**—вал **II** (через передачи 24/48 и 36/36 при включенных муфтах M_3 и M_2 или через передачу 14/56 при включенной муфте M_3) — вал **III** — (через передачу 14/56 и 48/24 при включенных муфтах M_4 и M_5) — вал **V** через коническую зубчатую передачу 21/21 — на один из шпинделей revolverной головки через передачу 35/35.

Цепь привода подач крестового стола имеет два редуктора, один из которых осуществляет движение стола по салазкам (ось Y) (см. рис. 1), а второй — движение салазок по станине (ось Y). Кинематическая цепь привода салазок обеспечивает их быстрое, среднее и медленное перемещения. Быстрое перемещение (со скоростью 7000 мм/мин) осуществляется по цепи: электродвигатель $M4$ ($P = 0,6$ кВт, $n = 1380$ мин⁻¹) — передачи 16/40, 34/22, 22/52, 52/34 — шариковый винт (ось XXV). Перемещение со средней скоростью 200 мм/мин: $M4$ — передачи 16/64, 25/55, 25/55, 38/42, 22/52, 52/34 — шариковый винт. Медленное перемещение (со скоростью 50 мм/мин): $M4$ — передачи 16/64, 25/55, 25/55, 16/64, 22/52, 52/34 — шариковый винт. На шариковом ходовом винте смонтирован датчик D обратной связи. Перемещение стола по салазкам происходит от электродвигателя $M5$ ($P = 0,6$ кВт, $n = 1380$ мин⁻¹), кинематическая цепь привода аналогична описанной выше.

Цепь привода суппорта с револьверной головкой: электродвигатель $M2$ (постоянного тока, $P = 1,3$ кВт, $n = 50...2600$ мин⁻¹) — передача 13/86 (или передача 37/37 — червячная передача 4/25 — ходовой винт, оснащенный тормозной муфтой, предотвращающей произвольное опускание суппорта при отключении электродвигателя, и датчиком обратной связи $D3$).

Цепь привода поворота револьверной головки: электродвигатель $M3$ ($P = 0,7/0,9$ кВт, $n = 1400/2700$ мин⁻¹) — передача 23/57 — червячная передача 1/28 — передача 16/58 — корпус револьверной головки.

Выпрессовка инструмента из шпинделей: МЗ — передача 18/52 (при включенной муфте M_{15} — червячная передача 1/28 — передача 21/21 — эксцентрик, смонтированный в пазу оси поворота револьверной головки.

Специальные сверлильные станки. Значительная часть вертикально сверлильных станков выпускается для обработки конкретных заготовок в условиях массового и крупносерийного производства. Обычно эти станки

оснащаются многошпиндельными головками с общей для всех шпинделей минутной подачей за счет перемещения сверлильной головки в осевом направлении. Каждый шпиндель может вращаться с необходимой скоростью в зависимости от выполняемой операции.

Специальные станки изготавливают на основе базовых моделей, унифицированных с серийно выпускаемыми вертикально сверлильными станками. Для осуществления заданного технологического процесса используют специальные наладки. К их числу относят многопозиционные поворотные столы, многошпиндельные головки со стационарным либо с регулируемым положением шпинделей и ряд других.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Металлорежущие станки. А.М. Кучер, М.М. Киватицкий, А.А. Покровский.
2. Станки для обработки зубчатых колес. М.В.Зинин. М.,Машгиз,1953.
3. Металлорежущие станки. Л.А.Бородин. М., Машгиз, 1957.
4. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных втузов / Под редакцией А. С. Проникова.- М.: Машиностроение, 1981. - 479 с, ил.
5. Фрезерное дело. Барбашов Ф.А. - М.: Высшая школа, 1975.
6. Фрезерные станки. Ничков А.Г. - М: Машиностроение, 1977.
7. Работа на фрезерных станках. Копылов Р.Б. - Л.: Лениз-дат, 1971.
8. Режимы резания металлов: Справочник Под/ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972.