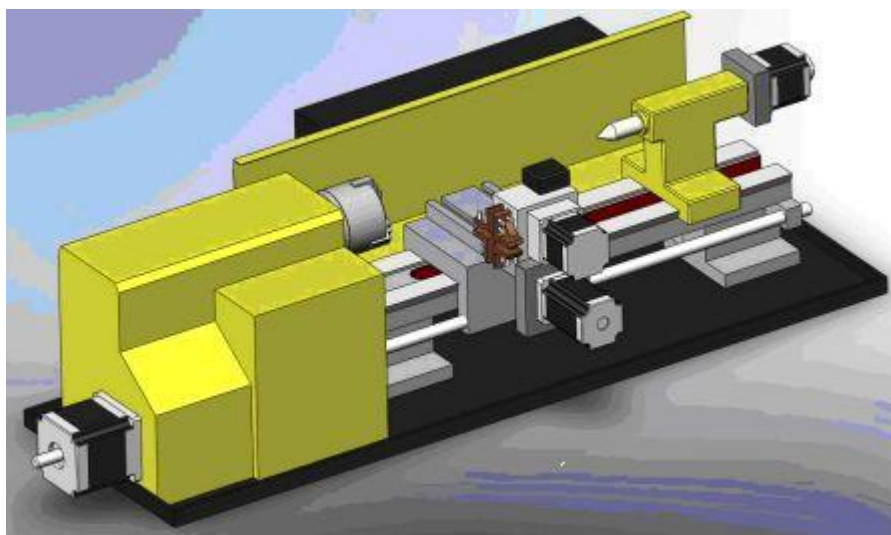


**Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
Уфимский государственный авиационный технический  
университет**

**МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК  
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Лабораторный практикум по дисциплинам**

**“Материаловедение и технология конструкционных  
материалов”,  
“Машины и оборудование предприятий машиностроения”,  
“Технологические процессы в машиностроении”,  
“Материаловедение и технология материалов”,  
“Технология конструкционных материалов”,  
“Технология получения изделий”**



**Уфа 2010**

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
Уфимский государственный авиационный технический университет

Кафедра Материаловедения и физики металлов

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК  
ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Лабораторный практикум по дисциплинам

“Материаловедение и технология конструкционных материалов”,  
“Машины и оборудование предприятий машиностроения”,  
“Технологические процессы в машиностроении”,  
“Материаловедение и технология материалов”,  
“Технология конструкционных материалов”,  
“Технология получения изделий”

Уфа 2010

Составители: Ф. Ш. Шарифьянов, А. А. Маркелов

УДК 691.96

ББК 34.63(Г77)

Механическая обработка заготовок деталей машин:

Лабораторный практикум / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т;  
Сост.: Ф. Ш. Шарифьянов, А. А. Маркелов. – Уфа, 2010. – 41 с.

Содержит описание трёх лабораторных работ, посвященных изучению обработки на токарно–винторезных, сверлильных и фрезерных станках.

Практикум предназначен для студентов, обучающихся по специальностям 150201 «Машины и технология обработки металлов давлением», 150202 «Оборудование и технология сварочного производства», 150204 «Машины и технология литейного производства», 150206 «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов», 150207 «Реновация средств и объектов материального производства в машиностроении», 080502 «Экономика и управление на предприятии (по отраслям)», 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», 280103 «Защита в чрезвычайных ситуациях», 280104 «Пожарная безопасность», для подготовки бакалавра по направлениям 151000 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительным производством», 150600 «Материаловедение и технология новых материалов», а также практикум может быть использован студентами других специальностей.

Табл. 1. Ил. 12. Библиогр.: 6 назв.

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент Р. Р. Латыпов  
канд. техн. наук, доцент Р. Г. Зарипова

© Уфимский государственный авиационный  
технический университет, 2010

## Содержание

Предисловие .....	4
<b>Лабораторная работа № 1. Обработка заготовок на токарно – винторезных станках .....</b>	<b>6</b>
<b>Лабораторная работа № 2. Обработка заготовок на вертикально-сверлильных станках .....</b>	<b>18</b>
<b>Лабораторная работа № 3. Обработка заготовок на фрезерных станках с использованием делительных головок..</b>	<b>27</b>
Список литературы.....	41

## Предисловие

Современное развитие металлообрабатывающей промышленности характеризуется высокими требованиями к точности размеров и формы поверхностей деталей машин. Такие требования удовлетворяются при использовании обработки резанием. Метод позволяет обрабатывать поверхности деталей из конструкционных материалов с требуемой геометрической формой, высокой точностью размеров, низкой шероховатостью за счет механического удаления с поверхностей заготовки режущим инструментом технологического припуска в виде стружки. Кроме того, он обладает малой энергоемкостью и высокой производительностью. Вследствие этого обработка резанием является основным, наиболее используемым в промышленности процессом окончательной размерной обработки деталей. В предлагаемом сборнике лабораторных работ представлены наиболее широко используемые при изготовлении деталей способы обработки на токарном, сверлильном и фрезерном станках. В первой работе изучается устройство токарно-винторезного станка 1М61, его кинематическая схема и основные токарные операции. По индивидуальному заданию каждый студент производит наладку станка для обработки заготовки согласно выбранной технологии. Во второй работе студенты знакомятся с работами, выполняемыми на вертикально-сверлильных станках, а также с используемыми инструментами и приспособлениями. В практической части работы студенты изучают влияние вида обработки на величину шероховатости поверхности полученного отверстия. При выполнении третьей работы студенты изучают устройство горизонтально-фрезерного станка 6М82 и делительной головки УДГД – 200, а в практической части работы производят наладку станка и делительной головки для обработки канавки зубьев зубчатого колеса.

До занятий студенты, в рамках самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом, готовятся к выполнению лабораторных работ путём изучения теоретической её части, особо обращая внимание на контрольные вопросы, приведённые в конце описания. Кроме того, студенты к занятиям должны явиться с подготовленными отчётами. Требования к составлению отчёта приведены в конце описания работ. Для облегчения составления отчёта преподаватель заранее обеспечивает студентов электронными версиями описания лабораторных работ путём их переноса с

кафедрального компьютера на электроносители студентов. Наличие таких электронных версий позволяет студентам легко и быстро перекопировать иллюстрационный и теоретический материал в свой отчёт по работе, а остальное время студент может эффективно использовать для подготовки к ответу на контрольные вопросы.

Перед выполнением лабораторных работ у студентов проверяется наличие составленного предварительного отчёта по работе, а также теоретическая подготовленность студентов методом их устного опроса по контрольным вопросам, приведённым в конце описания работ или по специальным тестам. Студенты, не имеющие составленного индивидуального отчёта, и не готовые к ответу на контрольные вопросы к выполнению лабораторных работ не допускаются. Таким студентам предлагается перейти в другую аудиторию и заниматься изучением описания лабораторной работы и составлением отчёта. Им также будет предложено отработать эту, не выполненную по расписанию, работу в другое время или вместе со студентами другой группы или в конце семестра. Во время занятий студент выполняет практическую часть работы, вносит в отчёт её результаты, пишет выводы и защищает преподавателю работу. Приём преподавателем лабораторных работ должен осуществляться в часы, отведённые по расписанию. Работа считается выполненной только после её защиты у преподавателя. Практическую часть работы на станках выполняет учебный мастер. Перед началом выполнения лабораторной работы студенты должны изучить правила мер безопасности при работе на металлорежущих станках.

**ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ НА СТАНКАХ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**

- управлять станком вдвоем или более двух человек;
- касаться движущихся частей станка;
- проверять размеры обрабатываемой детали без остановки станка;
- облакачиваться на станок;
- снимать и открывать ограждения во время работы станка.
- оставлять патронный ключ в гнезде патрона, после закрепления заготовки;
- работать без защитных очков и ограждений;
- убирать стружку руками во время работы без специального крючка.

## ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО – ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКАХ

### 1. Цель работы

1.1. Освоить основные операции, выполняемые на токарно-винторезных станках и изучить типы резцов.

1.2. Изучить устройство и назначение основных узлов токарно-винторезного станка ИМБІ.

1.3. Получить навыки наладки станка на выполнение технологических операций токарной обработки.

### 2. Теоретическая часть

#### 2.1. Основные операции токарной обработки и используемые резцы

Токарная обработка (точение) характеризуется вращательным движением заготовки (главное движение) и поступательным движением режущего инструмента (движение подачи). На токарно-винторезных станках обрабатывают заготовки, имеющие форму тел вращения, и выполняют следующие виды работ с применением различных токарных резцов:

1) обтачивание черновое наружных цилиндрических поверхностей проходными резцами с прямой (рис. 1.1, *а, б*), отогнутой головкой (рис. 1.1, *в, г*) и проходными упорными резцами (рис. 1.1, *д*). Проходные резцы в зависимости от направления используемой подачи при обработке также делятся на правые (рис. 1.1, *а, в*) и левые (рис. 1.1, *б, г*);

2) обтачивание чистовое наружных цилиндрических поверхностей резцами с закруглёнными режущими кромками (рис. 1.1, *е*) и резцом В. А. Колесова<sup>1</sup> (рис. 1.1, *ж*);

3) проточка канавок и отрезка заготовок (рис. 1.1, *з*) отрезными резцами;

---

<sup>1</sup>Резец токаря - новатора В. А. Колесова имеет три режущие кромки, одна из которых расположена параллельно направлению подачи и имеет длину 1,1-1,2 мм, вследствие чего обработанная поверхность не имеет гребешков и получается с низкой шероховатостью.

4) обработка галтелей<sup>2</sup> – закруглённых переходов между ступеньками валов галтельными резцами (рис. 1.2, *и*);

5) обработка фасонных поверхностей небольшой длины фасонными призматическими (рис. 1.1, *к, л*) или круглыми резцами (рис. 1.1, *м*) поперечной подачей;

6) подрезание торцов подрезными (рис.1.1, *н*) или проходными отогнутыми резцами (рис.1.1, *о*);

7) растачивание сквозных отверстий проходными резцами (рис. 1.1, *п*) и глухих отверстий расточными упорными резцами (рис. 1.1, *р*);

8) нарезание резьб резцами (рис.1.1, *с, т*);

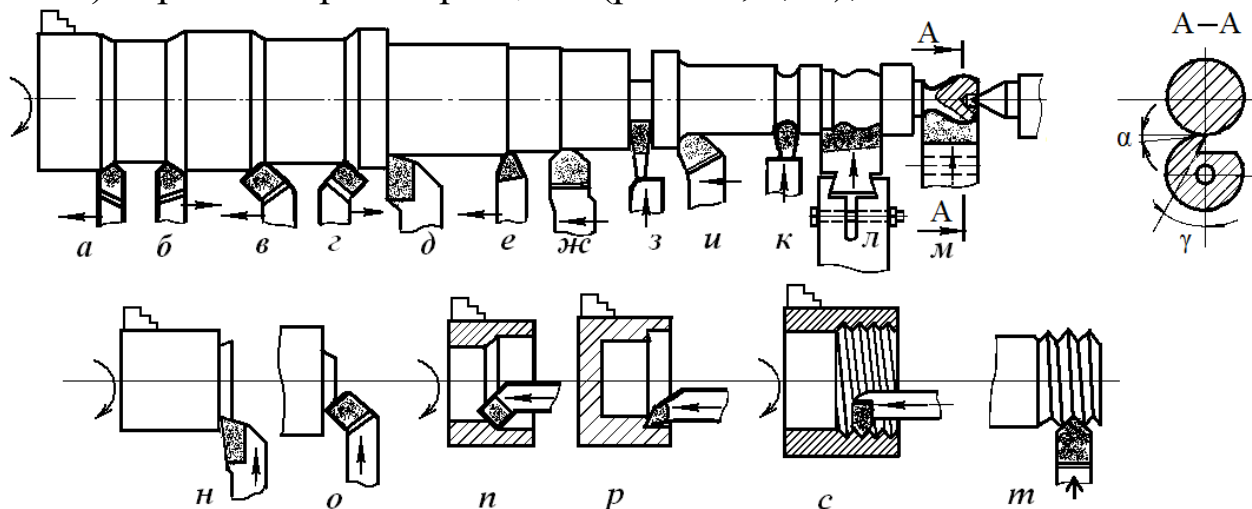


Рис. 1.1. Типы резцов и основные токарные операции

9) обработка отверстий сверлами, зенкерами и развёртками, вставленными в коническое отверстие пиноли 15 задней бабки *О* (рис.1.2 );

10) обработка конических поверхностей следующими способами: *а*) широким проходным резцом; *б*) поворотом резцовых салазок *Н*; *в*) смещением корпуса задней бабки относительно её подошвы путём вращения болта 18 (см. рис.1.2).

## 2.2. Устройство токарно-винторезного станка 1М61 [1]

Основные узлы токарно-винторезного станка 1М61 (см. рис. 1. 2):

- станина *Г*, установленная на двух тумбах *А* и *Д*. Она служит основой для установки и закрепления всех остальных узлов станка.

<sup>2</sup> галтель (от нем. hohlkehle – выемка) - скругление внутренних и внешних углов на деталях



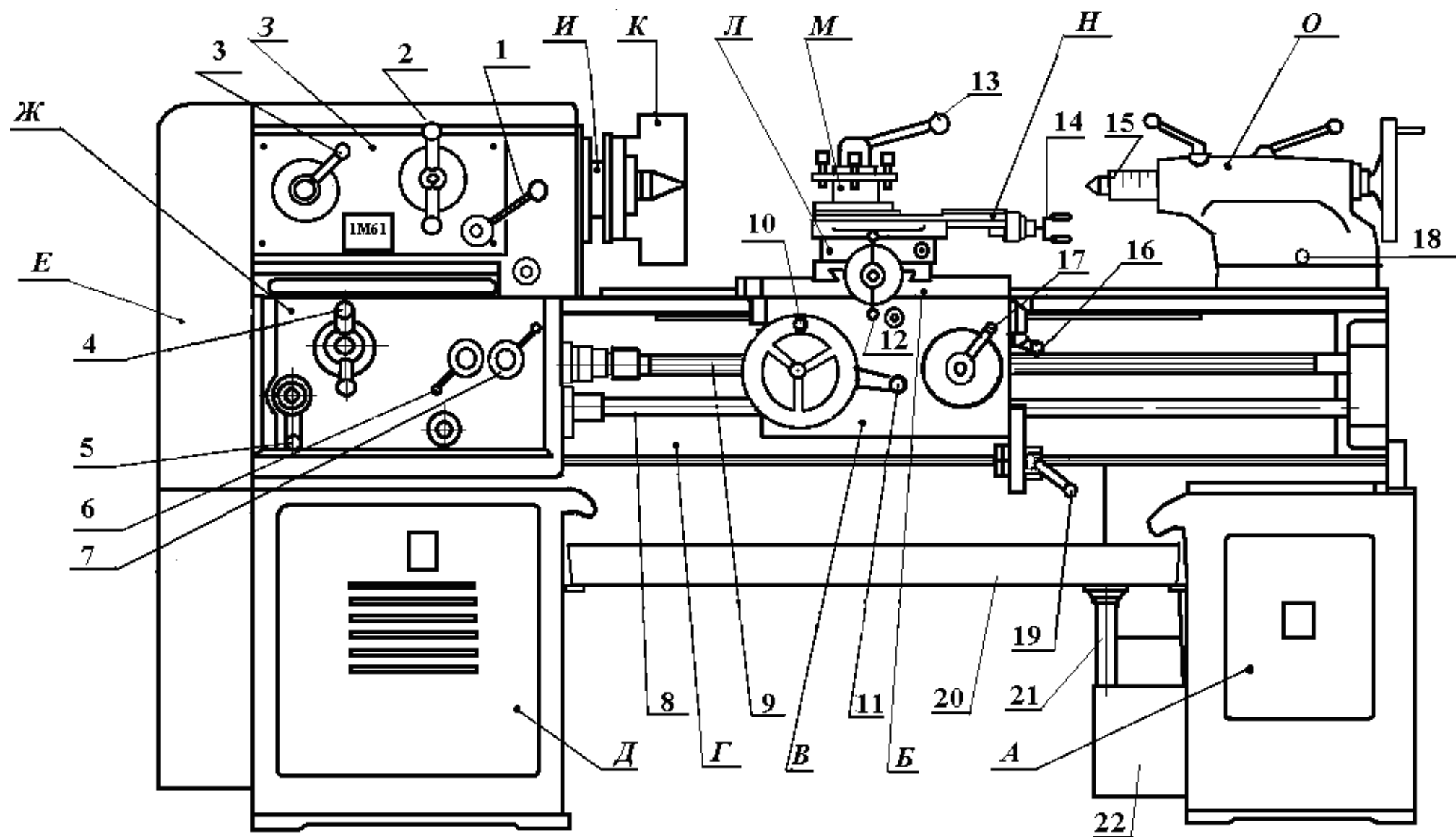


Рис.1. 2. Общий вид токарно-винторезного станка 1М61

На её верхней поверхности имеются две пары направляющих;

- передняя бабка *З*, расположенная слева на станине. В ней размещается коробка скоростей со шпинделем *И*. Шпиндель представляет собой пустотелый выходной вал коробки скоростей, на правый резьбовой конец которого наворачивается патрон *К* для закрепления заготовки. Установка необходимой частоты вращения шпинделя осуществляется рукоятками 1, 2;

- коробка подач *Ж*, смонтированная слева на передней стенке станины. Она передаёт вращение от коробки скоростей ходовому валу 8 или ходовому винту 9, которые соответственно служат для изменения величины подачи или шага нарезаемой резьбы. Подбор необходимой подачи и шага нарезаемой резьбы осуществляется рукоятками 4, 5, 6, 7;

- суппорт<sup>3</sup>, размещённый в средней части станины служит для закрепления на нём резцов и перемещения их относительно обрабатываемой детали. Суппорт в свою очередь состоит из: 1) продольных салазок *Б*, являющихся нижней частью суппорта. Эти салазки перемещаются вручную по крайним направляющим станины (продольная подача) при помощи штурвала с рукояткой 10; 2) поперечных салазок *Л*, размещённых на направляющих продольных салазок типа «ласточкин хвост». По этим направляющим поперечные салазки перемещаются перпендикулярно оси вращения заготовки вращением рукоятки 12, осуществляя поперечную подачу; 3) поворотных (резцовых) салазок *Н* суппорта, смонтированных на поперечных салазках. Резцовые салазки могут поворачиваться в обе стороны на угол 45° относительно направляющих станины и перемещаться вращением рукоятки 14 с винтом 34 (рис. 1.3), обеспечивая наклонную подачу при обработке конических поверхностей заготовок; 4) четырехгранного резцедержателя *М*, закрепленного на верхних поворотных салазках суппорта. Он имеет возможность поворота вокруг вертикальной оси на требуемый угол и после каждого поворота может закрепляться в нужном положении рукояткой 13; 5) механизма фартука *В*, который закрепляется к нижней части продольных салазок болтами. В нём размещаются механизмы, преобразующие вращательное движение ходового вала 8 или ходового винта 9 в поступательное перемещение продольных и поперечных салазок суппорта (механическая подача), а также для

---

<sup>3</sup> суппорт (от позднелатинского *supporto*- поддерживаю), основной узел токарного станка для закрепления и перемещения режущего инструмента

перемещения их вручную вращением рукояток 10 и 12.

Механическое перемещение продольных салазок при нарезании резьбы производится ходовым винтом 56, который сцепляется поворотом рукоятки 17 с разъемной маточной гайкой 55 (см. рис. 1.3), жёстко связанной с суппортом. Предохранительная муфта Мп (см. рис. 1.3) служит для сцепления (расцепления) червячной передачи  $z_{58}/z_{59}$ , тем самым, осуществляя тем самым включение или выключение механизма фартука к ходовому валу, а также может его автоматически отключить при перегрузках. Предохранительная муфта включается рукояткой 11. Рукоятка 16 служит для перехода с продольной подачи на поперечную и наоборот;

- задняя бабка *O* установлена на станине с правой стороны и может вручную перемещаться по ее внутренним направляющим. Задняя бабка служит: *а)* для поддержания в центрах длинных заготовок при обработке; *б)* обтачивания конусов смещением корпуса задней бабки относительно направляющих станины вращением болта 18; *в)* закрепления инструментов для обработки отверстий (сверл, зенкеров, разверток, метчиков и т. п.);

- в нижней части станины располагается корыто 20 для сбора стружки и стока охлаждающей жидкости из зоны резания. Охлаждающая жидкость стекает из корыта по стояку 21 в эмульсионный бак 22, оттуда подается в зону резания через трубопроводы электронасосом, расположенным в правой тумбе. Станок включается рукояткой 19. Под съёмным кожухом *E* размещается гитара сменных шестерён

### 2.3. Кинематическая схема станка [1]

Кинематическая схема станка ИМ61 включает цепь главного движения, винторезную цепь, а также цепи продольной и поперечной подач.

**Цепь главного движения.** Главным движением токарно-винторезного станка является вращательное движение шпинделя И (см. рис. 1.2). Движение от электродвигателя М (см. рис. 1.3) через клиноременную передачу со шкивами 2 и 17 передается входному валу *I* коробки скоростей. На валу *I* находится два двойных блока зубчатых колес Б1 с колесами 18, 19 и Б2 с колесами 22, 23, которые путем поочередного зацепления с колёсами 16, 20, 21, 24, жестко сидящими на валу *II*, обеспечивают ему четыре различные скорости вращения. На том же валу расположен тройной блок зубчатых колес

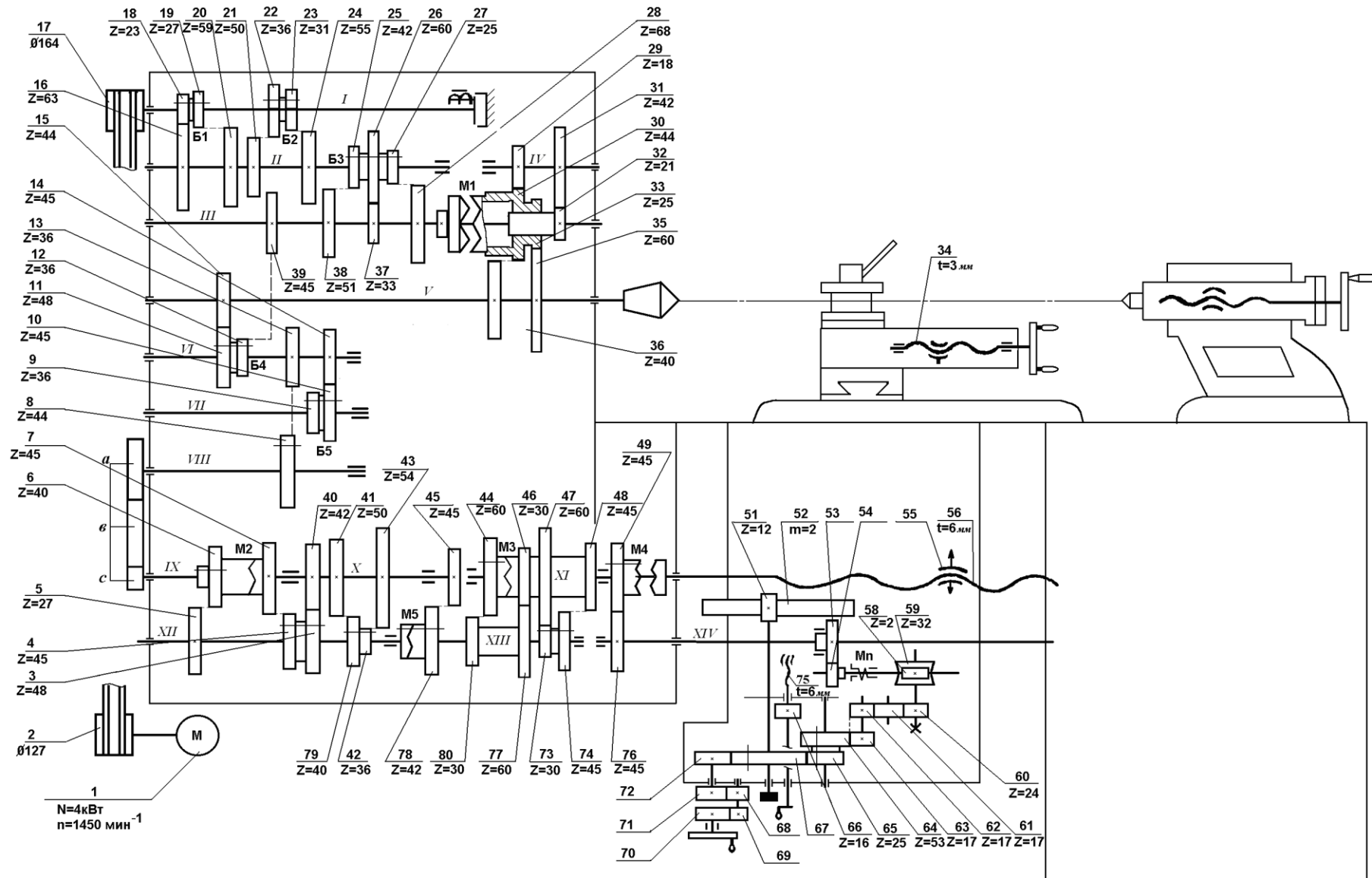


Рис. 1. 3. Кинематическая схема токарно-винторезного станка 1М61

БЗ с колесами 25, 26 и 27, дающий посредством последовательного зацепления с колесами 38, 37, 28 вала III 12 различных скоростей вращения. Шпиндель станка (вал V) имеет 24 скорости вращения. Двенадцать из них получаются при включенной муфте М1. При этом передача с вала III на вал V осуществляется передачей  $z_{30}/z_{36}$ . Подвижная часть муфты М1, изготовленная за одно целое с зубчатыми колесами 30 и 33, свободно проворачивается на корпусе шестерни 32. Двенадцать более низких скоростей вращения шпинделю передаются при выключенной муфте М1 (положение, показанное на рис. 1.3) через механизм перебора. Механизм перебора включает зубчатые колёса 29, 30, 31, 33, 35. При выключенной муфте М1 шпиндель получает вращение от зубчатого колеса 32, находящегося на правом конце вала III, через колеса 31 и 29 вала IV и зацепления  $z_{29}/z_{30} \cdot z_{33}/z_{35}$ . Уравнение кинематического баланса цепи главного движения имеет вид:

$$n_{об.эд} \frac{d_2}{d_{17}} \cdot \gamma \cdot \frac{z_{18}}{z_{16}} \cdot \frac{z_{19}}{z_{20}} \cdot \frac{z_{25}}{z_{38}} \cdot \frac{z_{30}}{z_{36}} = n_{об.шп.}, \quad (1)$$

$$\frac{z_{22}}{z_{21}} \cdot \frac{z_{26}}{z_{37}} \cdot \frac{z_{32}}{z_{31}} \cdot \frac{z_{29}}{z_{30}} \cdot \frac{z_{33}}{z_{35}}$$

$$\frac{z_{23}}{z_{24}} \cdot \frac{z_{27}}{z_{28}}$$

где  $n_{об.эд}$  – число оборотов вала электродвигателя в мин.;

$n_{шп}$  – число оборотов шпинделя в мин.

Реверсирование (изменение направления вращения) шпинделя осуществляется электродвигателем включением рукоятки 19 вниз (см. рис. 1.2).

**Цепь подачи.** Цепь подачи на токарно-винторезных станках связывает вращение шпинделя (заготовки) с перемещением суппорта (инструмента) и позволяет получать различные значения продольных и поперечных подач, а также нарезать резьбу резцом с различным шагом. Для осуществления движения подачи и нарезания резьбы вал VI получает вращение от шпинделя через передачу  $z_{15}/z_{11}$  или от вала III через звено увеличения шага резьбы посредством зацепления  $z_{39}/z_{12}$ . С вала VI движение передается на вал VIII напрямую через зацепление

$z_{13}/z_8$  или через реверс<sup>4</sup> подачи  $z_{14}/z_{10} \cdot z_9/z_8$  используемый при нарезании левых резьб. Далее движение передается на входной вал IX коробки подач через гитару сменных шестерен  $a, в, с$ . В звено увеличения шага резьбы входит передача  $z_{39}/z_{12}$  и используется только при включенном механизме перебора (муфта М1 включена вправо) для получения резьбы с увеличенным шагом и при нарезании многозаходных резьб. Шаг резьбы при этом, по сравнению с передачей через  $z_{15}/z_{11}$ , увеличивается в 16 раз. Рассмотрим цепь подачи станка в случае, когда муфты М2, М3, М5 (как показано на схеме) включены. В этом случае вал IX, на котором находится колесо «с» гитары сменных шестерен, напрямую соединен муфтой М2 с валом X и движение передается сразу на вал XII посредством зубчатых колес 40, 41, 43 и 45, жестко закрепленных на валу X, и двух двойных блоков зубчатых колес Б6 и Б7 соответственно с колесами 3, 4 и 79, 42. Поскольку муфта М5 включена, то вращение передается блоку зубчатых колес **Б8 вала XIII**. С помощью этого блока, путем зацеплений колёс **73/47 и 74/48**, при включенной муфте М3 на валу XI может быть получено восемь различных скоростей вращения. Передаточное отношение коробки подач  $i_{к.п.}$  при включенных муфтах М2, М3, М5 определяются отношением

$$i_{к.п.} = \left| \begin{array}{c} \frac{Z_{40}}{Z_3} \\ \frac{Z_7}{Z_4} \\ \frac{Z_{41}}{Z_{79}} \\ \frac{Z_{43}}{Z_{42}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{Z_{73}}{Z_{47}} \\ \frac{Z_{74}}{Z_{48}} \end{array} \right| \cdot \frac{Z_{49}}{Z_{76}} \quad (2)$$

Уравнение кинематического баланса винторезной цепи имеет вид:

$$I_{об.шп.} \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{z_{15}}{z_{11}} \\ \frac{z_{35}}{z_{33}} \cdot \frac{z_{30}}{z_{29}} \cdot \frac{z_{31}}{z_{32}} \cdot \frac{z_{39}}{z_{12}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{z_{13}}{z_8} \text{ (правая)} \\ \frac{z_{14}}{z_{10}} \cdot \frac{z_9}{z_8} \text{ (левая)} \end{array} \right| \cdot i_z \cdot i_{к.п.} \cdot t_{х.в.} = T, \text{мм} \quad (3)$$

где  $i_z, i_{к.п.}$  - передаточные отношения гитары сменных шестерен и коробки передач;

$t_{х.в.}$  - шаг ходового винта, мм (поз. 56 рис. 1.3);

<sup>4</sup> реверс (англ. reverse, от лат. revertor – поворачиваю назад, возвращаюсь) служит для изменения направления вращения (перемещения) узла станка

$T$  - шаг нарезаемой резьбы, мм.

Передаточное отношение гитары сменных шестерен  $i_2$  при выполнении всех токарных работ, а также при нарезании метрических и дюймовых резьб определяется отношением:

$$i_2 = \frac{a}{b} \cdot \frac{b}{d} = \frac{32}{87} \cdot \frac{87}{36} = \frac{8}{9}, \quad (4)$$

а при нарезании модульных и питчевых резьб:

$$i_2 = \frac{a}{b} \cdot \frac{b}{d} = \frac{39}{81} \cdot \frac{81}{30} = \frac{13}{10}. \quad (5)$$

При нарезании резьбы вращение ходовому валу 56 от вала XI передается включением муфты М4.

Для осуществления продольной и поперечной подач вращение с вала XI на ходовой вал XIV механизма фартука передается посредством передачи  $z_{49}/z_{76}$  при выключенной муфте М4.

Уравнение кинематического баланса цепи для продольных  $S_{пр.}$  и поперечных подач  $S_{поп.}$  имеет вид:

$$I_{об.шп.} \cdot \frac{z_{15}}{z_{11}} \cdot \frac{z_{13}}{z_8} \cdot i_2 \cdot i_{к.п.} \cdot \frac{z_{53}}{z_{54}} \cdot \frac{z_{58}}{z_{59}} \cdot \frac{z_{60}}{z_{61}} \cdot \frac{z_{61}}{z_{62}} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \frac{z_{63}}{z_{64}} \cdot \frac{z_{65}}{z_{67}} \cdot \pi \cdot m \cdot z_{51} = S_{пр.}(\text{мм/об}) \\ \frac{z_{62}}{z_{64}} \cdot \frac{z_{64}}{z_{66}} \cdot t_{хв.} = S_{поп.}(\text{мм/об}) \end{array} \right. \quad (6)$$

где  $m$  - модуль реечного колеса и рейки;

$t_{хв.}$  - шаг ходового винта поперечной подачи в мм (поз. 75 рис. 1.3).

### 3. Оборудование, инструмент, материалы

- 3.1. Токарно-винторезный станок модели ИМБ1.
- 3.2. Стенд с набором токарных резцов.
- 3.3. Штангенциркуль, патронный ключ, гаечные ключи.
- 3.4. Заготовка (пруток).
- 3.5. Резцы, закреплённые на станке: проходной, отрезной.
- 3.6. Свёрла диаметрами 10 и 18 мм.
- 3.7. Набор эталонов шероховатости поверхности [2]

### 4. Последовательность выполнения работы

4.1. Ознакомиться с требованиями мер безопасности при работе на металлорежущих станках.

4.2. Изучить устройство станка и расположение органов его управления.

4.3. По заданию преподавателя произвести необходимые расчеты по кинематической цепи станка (например, рассчитать максимальное или минимальное число оборотов шпинделя, настроить гитару сменных шестерен на нарезание резьбы заданного шага, вычислить минимальную или максимальную продольную или поперечную подачу и др.).

4.4. Настроить станок на указанный в технологической карте режим резания для выполняемой операции. Для этого настроить коробку скоростей на требуемое число оборотов заготовки (шпинделя), а коробку подач – на требуемое значение продольной или поперечной подачи.

4.5. Произвести с участием учебного мастера обработку заготовки.

4.6. Проанализировать обработанную деталь (рис. 1.4) с точки зрения точности размеров и шероховатости поверхностей.

4.7. Выполнить эскиз полученной детали с указанием размеров и простановкой значений шероховатостей. При этом необходимо воспользоваться специальным эталоном шероховатостей [2].

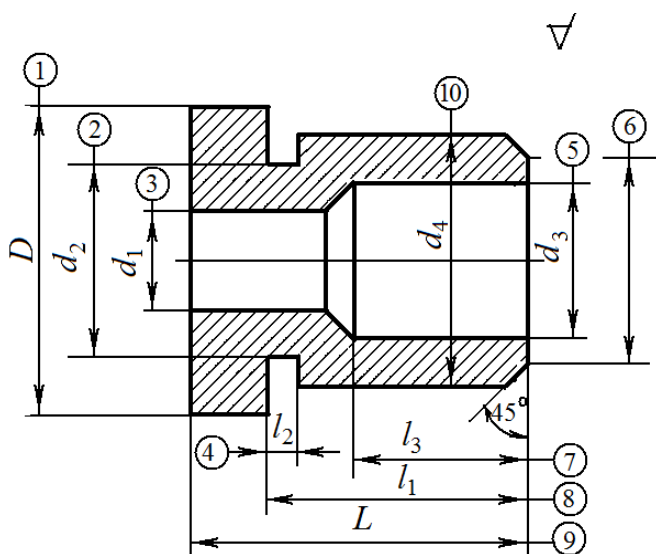


Рис. 1.4. Эскиз обработанной детали

## 5. Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- название и цель выполнения работы;
- краткое описание и назначение токарно-винторезного станка и его узлов;
- описание токарных резцов, используемых в работе;
- расчеты по определению диапазона частот вращения шпинделя



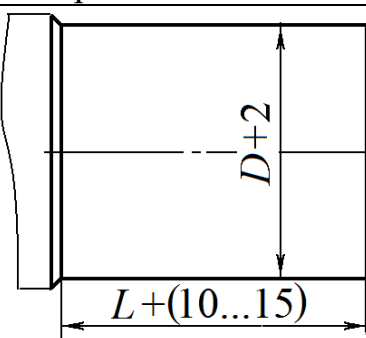
продольной и поперечной подач по уравнениям кинематической цепи;

- эскиз обработанной детали.

- последовательность обработки детали привести в табл. 1.1 с эскизами всех выполняемых переходов при обработке детали с указанием типа используемого инструмента. Наладку станка на определённые режимы резания выполняет учебный мастер. Обработываемую поверхность на эскизе перехода выделить другим цветом или утолщённой линией.

Таблица 1.1

### Пример оформления переходов

Запись перехода	Эскиз перехода	Тип резца
1. Черновое обтачивание поверхности $l$ на размер $(D+2)$ мм на длину $L+10$ мм		Прходной с углом в плане $\varphi=45^\circ$
2.		

## 6. Контрольные вопросы

6.1. Какие движения совершают заготовка и инструмент при выполнении работ на токарных станках?

6.2. Какие типы токарных резцов Вам известны?

6.3. Как называются основные операции токарной обработки?

6.4. Из каких основных узлов состоит токарно - винторезный станок? Покажите их на станке.

6.5. Какое назначение имеют задняя бабка, гитара сменных шестерён, механизм фартука, суппорт, шпиндель?

6.6. В какой части станка расположены коробка скоростей и коробки подач? Для чего они служат?

6.7. Для чего предназначены ходовой вал и ходовой винт, реечный механизм?

6.8. Какими способами можно обрабатывать конические поверхности на станке? Расскажите о них, поясняя наладку станка при каждом способе.

6.9. Какими инструментами обрабатываются отверстия в сплошном материале или имеющиеся отверстия на токарных станках?

6.10. По кинематической схеме станка показать цепи главного движения, продольной и поперечной подач, цепь нарезания резьбы.

6.11. Какие передаточные отношения имеются между валами II и III цепи главного движения?

6.12. Как осуществить ручную продольную и поперечную подачи на станке?

6.13. Какой механизм служит для переключения продольной механической подачи в поперечную? Показать его на кинематической схеме.

6.14. Какие передачи входят в механизм перебора станка?

6.15. Сколько ступеней вращения шпинделя имеет станок?

6.16. Сколько блоков зубчатых колёс имеет цепь главного движения станка и на каких валах они располагаются? Их назначение.

6.17. Имеется ли червячная передача на станке и для чего она применяется?

6.18. При каких видах обработки используется поперечная подача?

6.19. Какое движение называется главным движением, движением подачи на токарных станках?

6.20. Как настраивается станок на нарезание резьбы заданного шага?

6.21. Как закрепляются длинные заготовки на токарно-винторезных станках?

6.22. Можно ли одновременно включать продольную и поперечную подачу станка при обработке и что этому может помешать?

6.23. Покажите на кинематической схеме станка звено увеличения шага нарезаемой резьбы.

6.24. Переключением каких передач кинематики станка осуществляется реверсирование подачи?

6.25. Сколько резцов одновременно можно закрепить на резцедержателе станка?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

#### 1. Цель работы

1.1. Освоить основные операции, выполняемые на вертикально-сверлильных станках, а также используемые инструменты и приспособления.

1.2. Изучить устройство вертикально-сверлильного станка модели 2Н118.

1.3. Установить влияние вида обработки на величину шероховатости поверхности полученного отверстия.

#### 2. Общие сведения

Сверление – распространенный метод получения отверстий в сплошном материале. На сверлильных станках обрабатывают сквозные и несквозные (глухие) отверстия в сплошном материале, а также предварительно полученные отверстия с целью увеличения их диаметра, повышения точности и уменьшения шероховатости поверхности. Кроме того, на станках этого типа производится нарезание резьбы машинными метчиками с использованием специальных патронов. Для осуществления операций по обработке отверстий инструмент одновременно получает вращательное главное движение и осевое перемещение – движение подачи.

#### 2.1. Основные операции, выполняемые на сверлильных станках

На вертикально-сверлильных станках можно выполнять следующие операции:

1. *Сверление* – получение сквозных и глухих отверстий сверлом в сплошном материале (рис.2.1, а).

2. *Рассверливание* – обработка предварительно полученных отверстий сверлением, литьём или штамповкой с целью увеличения их диаметра (рис. 2.1, б).

3. *Зенкерование* позволяет увеличить диаметр отверстия, повысить точность и уменьшить шероховатость просверленных отверстий (рис. 2.1, в). В качестве инструмента используется зенкер, имеющий три винтовые канавки и режущую часть в виде неполного конуса.

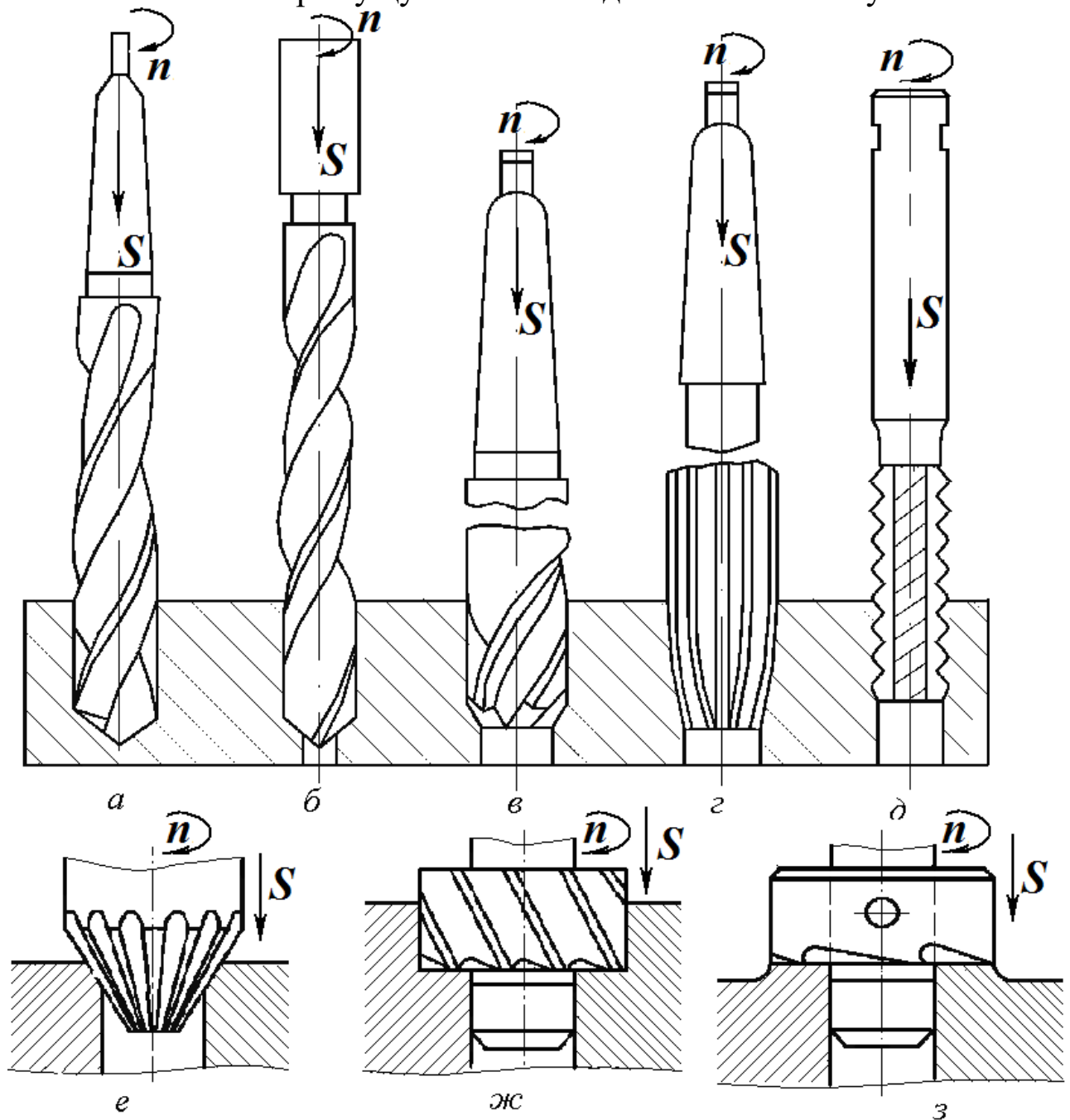


Рис. 2.1. Схемы обработки заготовок на вертикально-сверлильных станках

4. *Развертывание* отверстий, которое обычно производится после зенкерования с целью дальнейшего повышения точности и уменьшения шероховатости отверстия (рис. 2.1, з). Инструментом является развёртка, которая имеет более 4-х канавок, а, следовательно,

большее число режущих зубьев, что позволяет получить более высокое качество поверхности отверстия, чем сверление и зенкерование.

5. *Нарезание резьбы* в отверстиях осуществляется машинными метчиками (рис. 2.1, *д*) с использованием специального патрона.

6. *Зенкование* применяется для обработки конических и центровых отверстий с целью увеличения диаметра отверстия на определенную глубину или изменения формы отверстия. В качестве инструмента используются зенковки (рис. 2.1, *е, ж*).

7. *Цекование* (подрезка торцов) обеспечивает перпендикулярность торца обрабатываемой детали относительно оси отверстия. Инструментом является цековка (рис. 2.1, *з*).

Обрабатываемая заготовка крепится на столе сверлильного станка с помощью различных приспособлений. В качестве приспособления используются прижимные планки, машинные тиски, призмы, угольники. Если обработке подвергается большая партия деталей, их крепят в специальных приспособлениях (кондукторах).

## 2.2. Устройство вертикально – сверлильного станка 2Н118 [3]

На полой плите *А* (рис. 2.2), являющейся резервуаром для смазывающе - охлаждающей жидкости, установлена колонна *Г*. На вертикальных направляющих колонны сверху базируется сверлильная головка (шпиндельный узел) *Д*, а снизу - стол *В*. В верхней части сверлильной головки располагается коробка скоростей, а под ней – коробка подачи. Сверху сверлильной головки смонтирован электродвигатель *Е*, передающий вращательное движение шпинделю *1* и поступательное движение через соответствующие передачи гильзе *2*. Нижний конец шпинделя имеет коническое отверстие (конус Морзе) для закрепления режущего инструмента. В зависимости от габаритов заготовки стол и сверлильная головка станка могут перемещаться по направляющим колонны вверх и вниз. Сверлильная головка перемещается вручную и может фиксироваться в нужном положении специальным зажимом. Сбоку плиты *А* с левой стороны станка смонтирован электродвигатель с насосом *И*, служащий для подачи смазывающе-охлаждающей жидкости через трубопровод *11* в зону обработки детали, закреплённой на столе станка. Там же расположен электродвигатель *Б*, связанный червячной передачей с ходовым винтом *9* для механического перемещения стола в вертикальном направлении.

### 2. 3. Управление станком

Пусковая и защитная аппаратура электрической схемы размещена в станине под крышкой 8. Включение электродвигателя Б станка с червячной передачей и ходовым винтом 9 для механического подъема или опускания стола с обрабатываемой заготовкой осуществляется переключателем 7, расположенным с правой стороны на крышке 8 станины. Включение и отключение электродвигателя Е

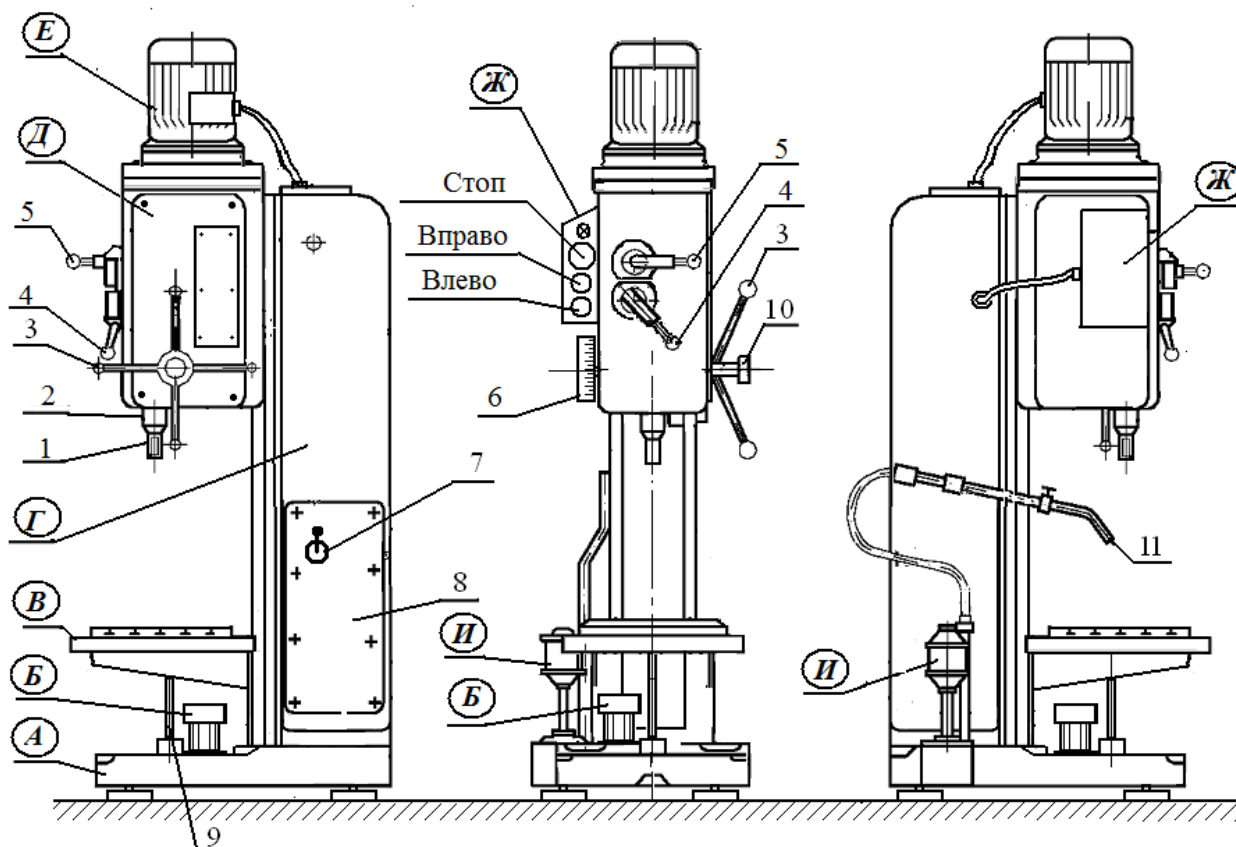


Рис. 2.2. Общий вид вертикально-сверлильного станка 2Н18

осуществляется нажатием соответствующих кнопок на пусковом щитке Ж. Переключение скоростей вращения шпинделя осуществляется рукояткой 5, расположенной по лицевой стороне сверлильной головки. Эта рукоятка имеет три положения по окружности и три вдоль оси. Вокруг оси вращения рукоятки размещена таблица с указанием чисел оборотов шпинделя. Для установления требуемого числа оборотов шпинделя рукоятку 5 поворачивают по окружности и перемещают ее вдоль оси поворота до совпадения указателя с надписью соответствующего числа оборотов. На станке можно работать с ручной и механической подачей шпинделя на заданную глубину, а при нарезании резьбы с автоматическим реверсированием шпинделя также на заданной глубине. Для отсчета обработки на заданную глубину

служит лимб 6. Ручное перемещение шпинделя осуществляется вращением штурвала 3, а для механической подачи необходимо нажать кнопку 10. Для переключения подач служит рукоятка 4, которая имеет три положения по окружности и два по оси. Эта рукоятка расположена под рукояткой переключения чисел оборотов шпинделя 5. Требуемая величина подачи устанавливается по таблице, размещенной под рукояткой 4, аналогично переключению чисел оборотов шпинделя. Поворот рукояток 4 и 5 допускается только после полной остановки вращения шпинделя нажатием кнопки «Стоп» щитка Ж. После настройки на заданное значения оборотов шпинделя и подачи станок включается нажатием кнопок «Вправо» или «Влево».

## 2.4. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка 2Н118 [3]

Кинематическая схема станка включает цепь главного движения и цепь подачи. **Цепь главного движения** служит для передачи шпинделю вращения с необходимым числом оборотов. Движение от электродвигателя М через эластичную муфту М1 (рис. 2.3) и зубчатые колеса  $Z_1$  и  $Z_2$  передается на вал II. С вала II на вал III коробки скоростей передается крутящий момент зацеплениями колёс тройного блока  $z_3/z_5$ ,  $z_4/z_7$  и  $z_8/z_{24}$ . При этом вал III получает три различных чисел оборота. На валу IV на скользящей шпонке находится два двойных блока. Верхний блок с зубчатыми колёсами 6, 9 получает вращение от зубчатых колёс 5 и 23 вала III, в результате чего вал IV имеет шесть различных чисел оборотов. Второй блок с зубчатыми колесами 11, 25 поочередно входит в зацепление с колесами 10,12, жестко сидящими на валу V. Таким образом, валу V сообщается 12 различных чисел оборотов.

Уравнение кинематической цепи главного движения имеет следующий вид:

$$n_{\text{об.э.д.}} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{Z_3}{Z_5} \\ \frac{Z_4}{Z_7} \\ \frac{Z_8}{Z_{24}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{Z_5}{Z_6} \\ \frac{Z_{23}}{Z_9} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} \frac{Z_{11}}{Z_{10}} \\ \frac{Z_{25}}{Z_{12}} \end{array} \right| = n_{\text{об.шп}},$$

где  $n_{\text{об.э.д.}}$  - число оборотов вала электродвигателя в мин.;

$n_{\text{об.шп}}$  - число оборотов шпинделя в мин.

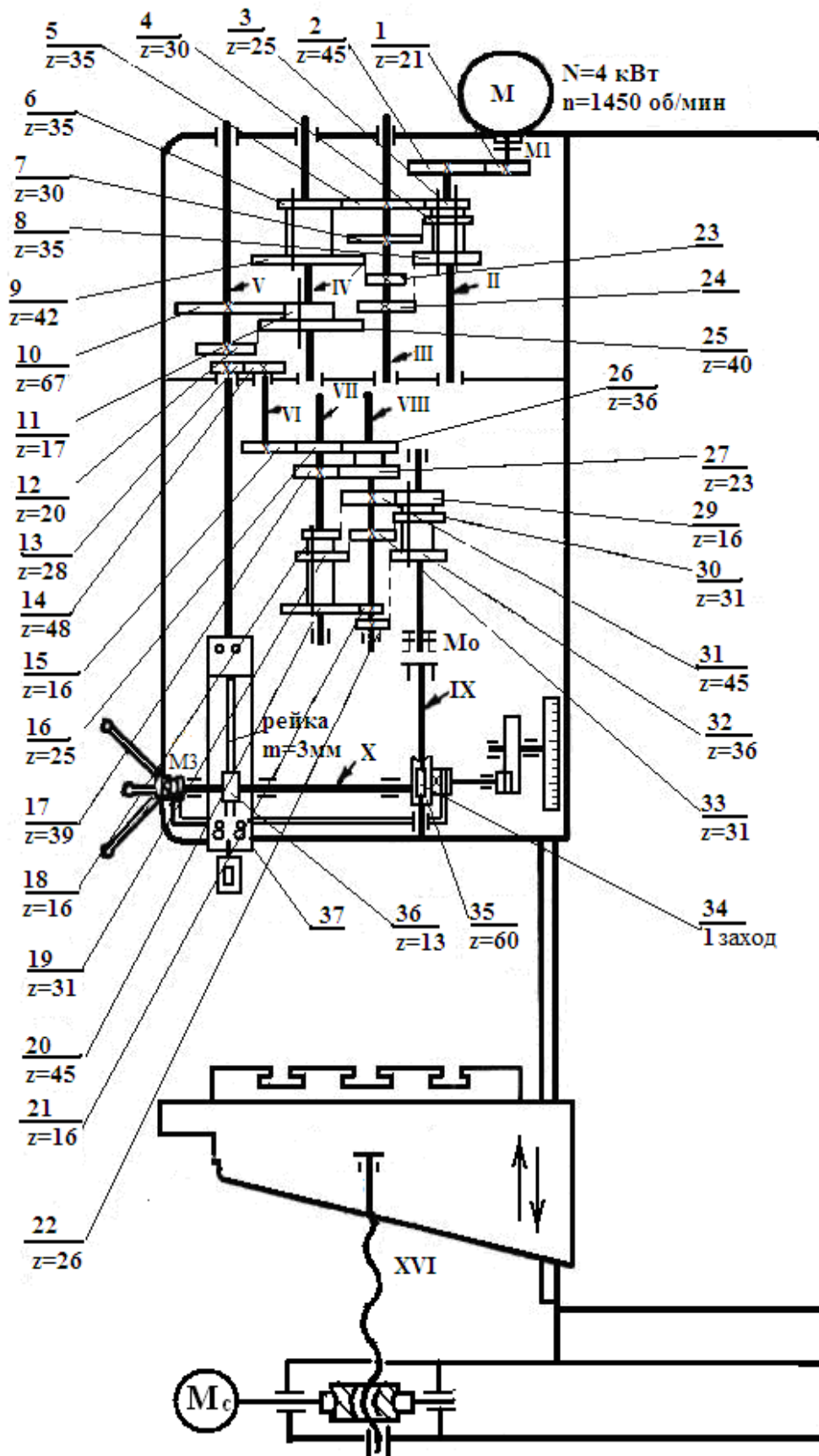


Рис. 2.3. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка 2Н18

**Цепь подачи.** В коробку подач входят валы *VI, VII, VIII, IX* и *X*. Для осуществления механической подачи движение снимается с зу-



бчатого колеса 13, жестко сидящего на валу V и передается на колесо 14, тоже жестко сидящее на валу VI, а с колеса 15 вала VI свободно сидящему зубчатому колесу 16 вала VII. Зубчатые колеса 15, 16, двойной блок 26-27 и колесо 17 находятся в постоянном зацеплении, причем колесо 16 и двойной блок 26-27 свободно вращаются соответственно на валах VII и VIII. Вращение с вала V на вал VII передается зацеплениями зубчатых колес  $Z_{13}/Z_{14} \cdot Z_{15}/Z_{16} \cdot Z_{16}/Z_{26} \cdot Z_{27}/Z_{17}$ . Движение с вала VII на вал VIII осуществляется с помощью тройного блока, зубчатые колеса которого 18, 19, 20 двигаясь на скользящей шпонке поочередно, могут войти в зацепление с зубчатыми колесами 31, 33 и 21 жестко сидящими на валу VIII. Дальнейшая передача на вал IX осуществляется с помощью зубчатых колес 31, 33 и 22, которые входят в зацепление с зубчатыми колесами 29, 30, 32 тройного блока, расположенного на валу IX на скользящей шпонке. Следовательно, вал IX имеет 9 различных скоростей вращения. Дальнейшее движение передается на червячную передачу  $Z_{34}/Z_{35}$ . Червячное колесо  $Z_{35}$  жестко сидит на валу X вместе с реечным колесом  $Z_{36}$ , от которого движение вертикальной подачи передается гильзе 37 с расположенной на ней рейкой.

Уравнение кинематической цепи подач имеет вид:

$$n_{\text{об. шп}} \cdot \frac{Z_{13}}{Z_{14}} \cdot \frac{Z_{15}}{Z_{16}} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{26}} \cdot \frac{Z_{27}}{Z_{17}} \cdot \left| \begin{array}{c} Z_{18} \\ Z_{31} \\ Z_{19} \\ Z_{33} \\ Z_{20} \\ Z_{21} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} Z_{31} \\ Z_{29} \\ Z_{33} \\ Z_{30} \\ Z_{22} \\ Z_{32} \end{array} \right| \cdot \frac{Z_{34}}{Z_{35}} \quad \pi m z_{36} = S, \text{ мм/об,}$$

где  $m$  и  $z_{36}$  - модуль и число зубьев реечной шестерни.

### 3. Оборудование, инструмент, материалы

3.1. Вертикально-сверлильный станок 2Н118.

3.2. Стенд с инструментами для обработки отверстий.

3.3. Набор режущего инструмента: сверло; зенкер; развертка.

3.4. Переходные втулки с конусом Морзе.

3.5. Клин для выбивания сверла и других инструментов из шпинделя.

3.6. Заготовка из низкоуглеродистой стали или алюминиевого сплава Д16.

- 3.7. Тиски машинные.
- 3.8. Набор эталонов шероховатости поверхности [2].
- 3.9. Штангенциркуль.
- 3.10. Кернер.
- 3.11. Молоток.

#### **4. Последовательность выполнения работы**

4.1. Непосредственно на рабочем месте изучить устройство вертикально-сверлильного станка 2Н118, типы свёрл, зенкеров и развёрток.

4.2. Выбрать сверло необходимого диаметра согласно технологической карте и вставить его в коническое отверстие шпинделя станка.

4.3. В качестве заготовки использовать две пластины одинаковой толщины. Закрепить пластины совмещая их по высоте в машинных тисках, установленных на столе вертикально-сверлильного станка. Закернить заготовку в трёх местах по разъёму пластин на расстоянии в 20 мм друг от друга.

4.4. По указанию преподавателя установить необходимое число оборотов шпинделя и подачу.

4.5. Просверлить три сквозных отверстия в заготовке.

4.6. Замерить диаметры полученных отверстий.

4.7. Выбить специальным клином сверло со шпинделя и на его место вставить зенкер.

4.8. Обработать второе и третье отверстия зенкером.

4.9. Выбить клином зенкер со шпинделя и вставить развёртку.

4.10. Обработать третье отверстие развёрткой.

4.11. Сравнить визуально величину шероховатости поверхности отверстий обработанных различными способами с эталоном [2], оценить величину шероховатости и сделать выводы.

#### **5. Содержание отчета**

Отчет по работе должен содержать:

5.1. Название и цель работы.

5.2. Уравнение кинематического баланса цепи главного движения и цепи подачи.

5.3. Описание последовательность выполнения работы

5.4. Выбранные режимы резания для каждой операции.

5.5. Выводы о влиянии вида обработки на величину шероховатости, обработанной поверхности.

## **6. Контрольные вопросы**

6.1. Перечислить основные операции, выполняемые на вертикально – сверлильных станках и применяемые инструменты.

6.2. Назвать основные узлы и органы управления станка, объяснить их назначение.

6.3. Показать на схеме кинематические цепи главного движения и движения подачи.

6.4. Объяснить варианты передачи движения от электродвигателя к шпинделю, составить уравнения кинематического баланса (в общем виде и для конкретного случая, например, для наименьшей или наибольшей подачи, наибольших или наименьших чисел оборотов шпинделя станка).

6.5. Объяснить, почему после сверления не удаётся получить поверхность отверстия с высоким качеством точности и низкой шероховатостью.

6.6. Почему развёртывание является окончательным видом обработки отверстий малого диаметра?

6.7. Сколько режущих кромок имеет сверло? Покажите их на сверле и объясните их назначение.

6.7. Чем конструктивно отличается сверло от зенкера?

6.8. Чем конструктивно отличается зенкер от развёртки?

6.9. Чем конструктивно отличается сверло от развёртки?

6.10. Для чего применяются переходные втулки Морзе при обработке отверстий на сверлильных станках?

6.11. Можно ли выполнять развёртывание отверстия сразу после сверления, минуя операцию зенкерования?

# ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК

## 1. Цель работы

1.1. Изучить устройство горизонтально - фрезерного станка 6М82, типы фрез и их назначение.

1.2. Изучить назначение и устройство делительной головки УДГД - 200.

1.3. Научиться производить деление заготовок на различное число частей с использованием делительной головки УДГД - 200.

1.4. Получить навыки наладки и настройки станка 6М82 и делительной головки на обработку зубчатого колеса.

## 2. Общие сведения

Фрезерование является одним из высокопроизводительных и распространённых методов обработки поверхностей заготовок многолезвийным режущим инструментом – фрезой. При фрезеровании инструмент совершает главное вращательное движение, а заготовка – поступательное движение подачи.

В зависимости от направления вращения фрезы и направления подачи заготовки различают два метода фрезерования: попутное (рис. 3.1, *а*), когда направление вращения фрезы совпадает с направлением движения подачи и встречное (рис. 3.1, *б*), когда направление вращения фрезы противоположно направлению движения подачи.

Попутное фрезерование рекомендуется при чистовой обработке, когда отсутствует корка на обрабатываемой заготовке. При этом способе обработки улучшаются условия резания, так как зуб фрезы сразу снимает максимальную толщину срезаемого слоя, которая при выходе снижается до нуля. В этом случае кроме лучших условий врезания фрезы процесс резания протекает более спокойно, и обработанная поверхность получается более чистой по сравнению со встречным фрезерованием. Кроме того, уменьшается износ зубьев фрезы и облегчается крепление заготовки, так как при обработке фреза стремится прижать обрабатываемую деталь к столу.

Встречное фрезерование обычно применяют при черновой обработке заготовок с литейной коркой, с окалиной и т. д., так как зубья фрезы срезают с заготовки стружку снизу, не касаясь твёрдой

дефектной поверхности. Недостатком этого способа обработки является высокая шероховатость обработанной поверхности и повышенный износ зубьев фрезы из-за проскальзывания зуба фрезы по наклёпанной поверхности, образованной предыдущим зубом. Кроме того, требуется надёжное крепление заготовки к столу фрезерного станка, так как при обработке фреза стремится оторвать её от стола.

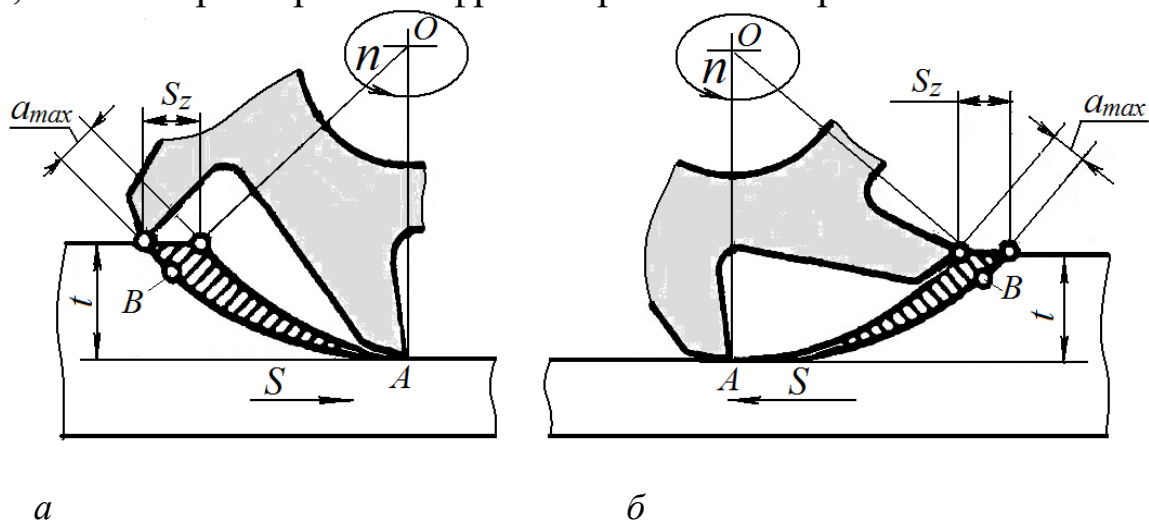


Рис. 3.1. Схемы фрезерования: *a* – попутное; *б* – встречное

## 2.1. Виды работ, выполняемых на фрезерных станках

На фрезерных станках можно выполнять следующие виды работ:

- обработку горизонтальных плоскостей цилиндрическими фрезами (рис. 3.2, *a*) на горизонтально-фрезерных станках и торцевыми фрезами (рис. 3.2, *в*) на вертикально-фрезерных станках;
- обработку вертикальных и горизонтальных поверхностей (пазов) концевыми фрезами на вертикально-фрезерных станках (рис. 3.2, *б*);
- фрезерование наклонных плоскостей и скосов торцевыми и концевыми фрезами на универсальных вертикально-фрезерных станках, у которых фрезерная головка со шпинделем поворачивается в вертикальной плоскости, либо одноугловой фрезой на горизонтально-фрезерном станке (рис. 3.2, *и*);
- фрезерование уступов и прямоугольных пазов дисковыми и концевыми фрезами (рис. 3.2, *б*, *г*) на горизонтально - и вертикально-фрезерных станках;

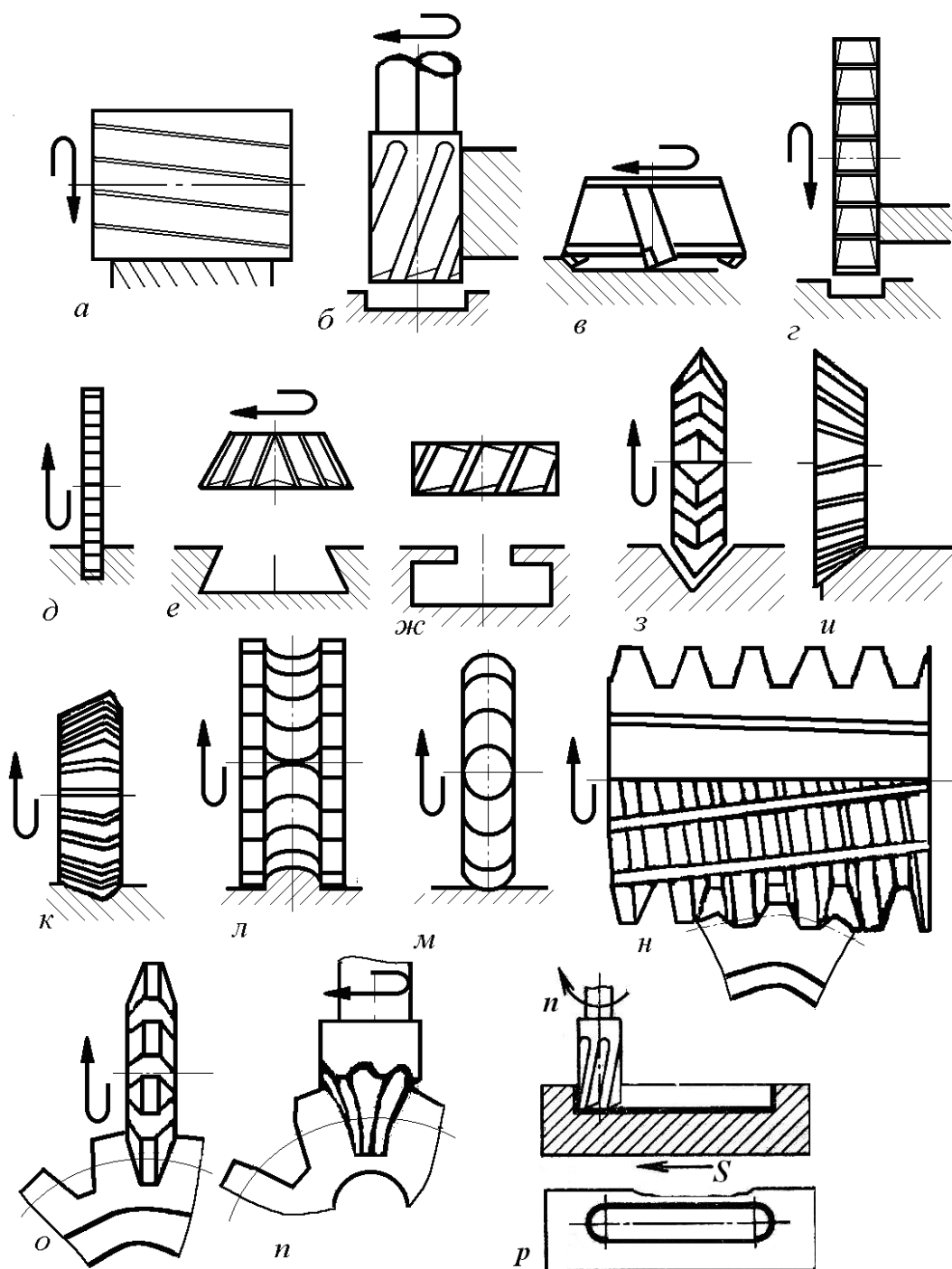


Рис. 3.2. Схемы фрезерной обработки и типы фрез

- фрезерование угловых пазов двухугловыми фрезами на горизонтально-фрезерных станках (рис. 3.2, з, к).
- фрезерование фасонных поверхностей фасонными дисковыми фрезами (рис. 3.2, л, м).
- фрезерование паза типа «ласточкин хвост» за два прохода:
  - вначале обрабатывают прямоугольный паз – концевой или дисковой фрезой (рис. 3.2, б, г), затем скосы паза – концевой одноугловой фрезой (рис. 3.2, е);

- фрезерование Т - образных пазов также за два прохода: вначале паз прямоугольного профиля получают концевой или дисковой фрезой, затем обрабатывают фрезой для Т - образных пазов (рис. 3.2, ж);
- фрезерование шпоночных пазов концевыми (рис. 3.2, б) или шпоночными фрезами (рис. 3.2, р) на вертикально-фрезерных станках;
- фрезерование пазов под сегментные шпонки на горизонтально-фрезерных станках дисковыми фрезами (рис. 3.2, д);
- фрезерование цилиндрических зубчатых колес дисковой модульной фрезой (рис. 3.2, о) на горизонтально-фрезерных станках и пальцевой модульной фрезой (рис. 3.2, и) на вертикальных фрезерных станках;
- фрезерование червячных колес червячной модульной фрезой (рис. 3.2, н).

## 2.2. Устройство горизонтально-фрезерного станка 6М82 [4]

На фундаментной плите *А* (рис. 3.3) установлена станина *К*, внутри которой расположен привод главного движения, сообщающий вращение горизонтальному шпинделю и механизм переключения скоростей *Л*. В верхней части станины размещается хобот *Ж* с направляющими типа «ласточкин хвост». На выступающем конце хобота закрепляется серьга *Е*, поддерживающая оправку с фрезой (на рисунке оправка не показана). На вертикальных направляющих станины базируется консоль *В*. В консоли смонтирован привод подачи *Б* с механизмом переключения подач 14. Консоль сверху имеет горизонтальные направляющие, на которых установлен поперечный стол *Г*, а на его направляющих – продольный стол *Д*. Такая конструкция консоли обеспечивает возможность перемещения стола в трех взаимно перпендикулярных направлениях. В процессе фрезерования нередко используется только одна рабочая подача – продольная или поперечная, поэтому для увеличения жесткости станка возможно закрепление консоли на вертикальных направляющих станины рукояткой 18, поперечных салазок на направляющих консоли рукояткой 11 или стола – рукояткой 10.

## 2.3. Управление станком 6М82

Для управления станком предусмотрены переключатели (см. рис. 3.3): 4 - переключатель вращения шпинделя «влево- вправо»; 5 – переключатель насоса охлаждения; 6 - переключатель ввода «вклю-

чено - выключено». Механизм переключения скоростей **Л** выполнен в виде самостоятельного узла и смонтирован на левой стенке станины. Снаружи механизма расположены лимб 8 с обозначением чисел оборотов шпинделя, стрелка - указатель и кнопочная станция управления **Л**. Кнопочная станция имеет пять кнопок: **а** - «пуск шпинделя», **б** - «стоп шпинделя», **в** - «толчок шпинделя», **г** - «быстро стол», **д** - «включатель местного освещения».

Для удобства управления станком дублирующие кнопки **а**, **б**, **г** также находятся с правой стороны стола (кнопки 15, 16, 17). Ниже лимба находится рукоятка 7. Для переключения скоростей необходимо выполнить следующие операции:

- а) рукоятка 7 опускается вниз и отводится влево до отказа;
- б) лимб 8 с помощью стрелки указателя устанавливается на требуемое число оборотов шпинделя;
- в) нажимается кнопка «толчок шпинделя»;
- г) рукоятка 7 возвращается в первоначальное фиксированное положение.

Механизм переключения коробки подач **Б** (см. рис. 3.3), смонтированный слева консоли **В**, имеет лимб, на котором указаны величины продольных и поперечных подач стола (вертикальные подачи в 3 раза меньше) и грибок для переключения.

Для переключения подачи необходимо выполнить следующие операции:

- а) нажимается кнопка на грибке 14 и грибок отводится на себя до отказа;
- б) грибок с лимбом поворачивается и устанавливается на требуемую подачу. Значения подачи указаны цифрами вокруг лимба;
- в) грибок досылается вперёд и становится в первоначальное положение;
- г) отпускается кнопка грибка и проверяется, зафиксирован ли грибок.



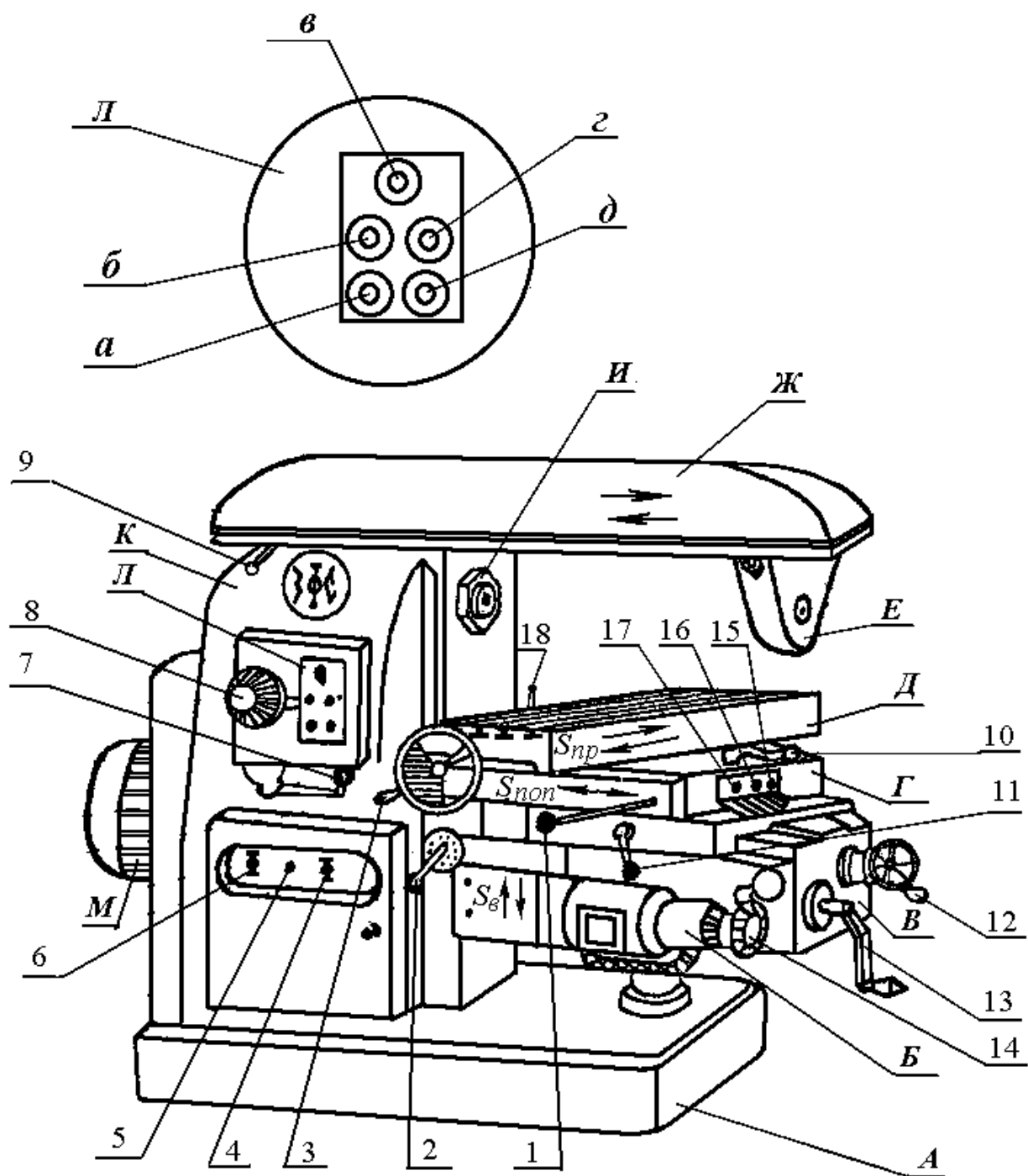


Рис. 3.3. Общий вид горизонтально-фрезерного станка 6М82

Для гарантии переключения в момент отвода грибка на себя автоматически включается на короткое время двигатель подачи. Ручное перемещение органов станка осуществляется рукоятками и моховиком: 3 – для продольного перемещения стола, 13 – для вертикального перемещения консоли, 12 – для поперечного перемещения стола, 9 – ручка для перемещения хобота. Механические подачи стола включаются рукоятками: 10 – для продольной подачи, 1 – для поперечной и 2 – для вертикальной подачи.

Быстрое перемещение стола осуществляется после включения механической подачи при нажатии на кнопку «быстро стол».

#### 2.4. Устройство делительной головки УДГД – 200 [5]

Универсальная делительная головка УДГД – 200 (рис. 3.4) состоит из поворотной шпиндельной головки 15, в которую входят шпиндель 17, лобовой делительный диск непосредственного деления

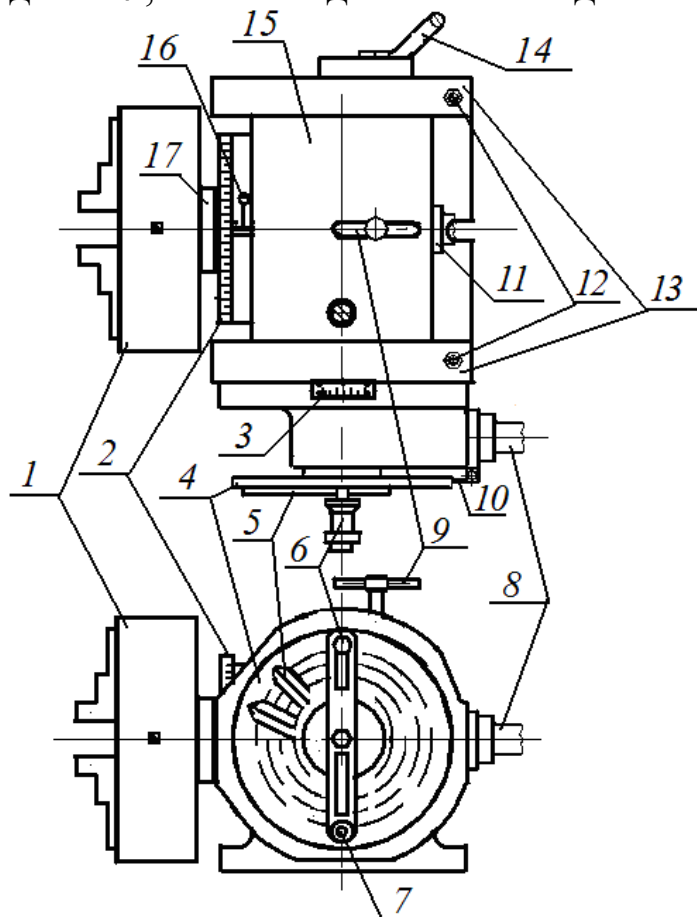


Рис. 3.4. Общий вид делительной головки УДГД - 200

2, с нанесёнными на его поверхность делениями – лимбом, рукоятка с фиксатором 16, двух стяжных дуг 13 с болтами 12. Поворотная шпиндельная головка со шпинделем может поворачиваться вверх от линии центров и крепиться в требуемом положении болтами стяжных дуг. Угол поворота отсчитывается по лимбу 3. Шпиндель имеет сквозное отверстие с конусом Морзе на заднем конце и с наружной резьбой – на переднем. В задний конец шпинделя вставляется оправка 11, а на передний – наворачивается 3-х кулачковый патрон 1 для закрепления заготовки. На торцевой поверхности лобового делительного диска непосредственного деления 2 имеются 24 равномерно расположенных отверстия. После поворота шпинделя с диском на требуемый угол фиксатор 16 вводят в одно из отверстий

диска, тем самым, предотвращая дальнейший поворот шпинделя с заготовкой. Для надёжности производят дополнительное закрепление шпинделя стопором 9.

В передней части делительной головки располагается основной двухсторонний делительный диск 4. Он имеет с каждой стороны ряды окружностей с различными числами отверстий: на одной стороне 16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31, а на другой – 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54.

Перед диском 4 располагается сектор, состоящий из двух линеек 5 и планка, на одном конце которой располагается рукоятка 7, а на другом – фиксатор 6. Фиксатор может настраиваться на любую окружность с отверстиями, перемещаясь по пазу планки в радиальном направлении и входить в любое из этих отверстий. Диск 4 может устанавливаться неподвижно относительно корпуса зажимом 10.

## 2.5. Способы деления заготовки [5]

Делительная головка УДГД - 200 позволяет осуществлять периодический поворот (деление) заготовки тремя способами: непосредственным, простым, дифференциальным, а также непрерывное вращение заготовки в случае фрезерования косозубых колес или спиральных канавок.

**Непосредственное деление.** Для осуществления деления необходимо расцепить червячную передачу  $z_1/z_2$ , иначе не удастся повернуть шпиндель. Для этого освобождаем болты 12 стяжных дуг 13 и поворотом рукоятки 14 расцепляем червячную передачу (см. рис. 3.4). Шестерни гитары «х» также должны быть расцеплены. После этого поворачиваем шпиндель с заготовкой на необходимый угол и вводим фиксатор 16 в одно из отверстий диска 2. Этот способ допускает деление окружности на части кратные 24, т. е. на 2, 3, 4, 6, 8, 12 и 24 части.

**Пример 1.** Допустим необходимо разделить заготовку на 8 частей. При этом необходимый поворот заготовки составляет  $24/8=3$  промежутка. Это означает, что для того, чтобы повернуть заготовку со шпинделем на  $1/8$  часть необходимо разомкнуть фиксатор 3 от лобового делительного диска 2, повернуть обхватив руками патрон шпиндель 1 с заготовкой, одновременно отсчитывая три промежутка по лимбу делительного диска непосредственного деления 2 и в четвертое отверстие ввести фиксатор 3 (рис. 3.5).

**Простое деление.** Для его осуществления необходимо, чтобы

фиксатор 3 и шестерни гитары «х» были расцеплены, червячная пара была в зацеплении, а диск 10 был неподвижен за счёт закрепления к корпусу защелкой 13. При простом делении поворот шпинделя с заготовкой осуществляется при вращении рукоятки 11 (при разомкнутом фиксаторе 12) через цилиндрическую  $z_6/z_7$  и червячную  $z_5/z_4$  передачи (см. рис. 3.5).

Если заготовку необходимо разделить на  $Z$  частей, то для поворота шпинделя на одно деление необходимо рукоятку повернуть на число оборотов  $n$ , определяемое по формуле:

$$n = \frac{z_0}{Z} = \frac{N}{Z}, \quad (1)$$

где число  $N$  – характеристика делительной головки, равное числу зубьев червячного колеса  $z_0$ . Она показывает сколько оборотов рукоятке необходимо совершить для одного оборота шпинделя;

$Z$ –число частей, на которое нужно разделить заготовку.

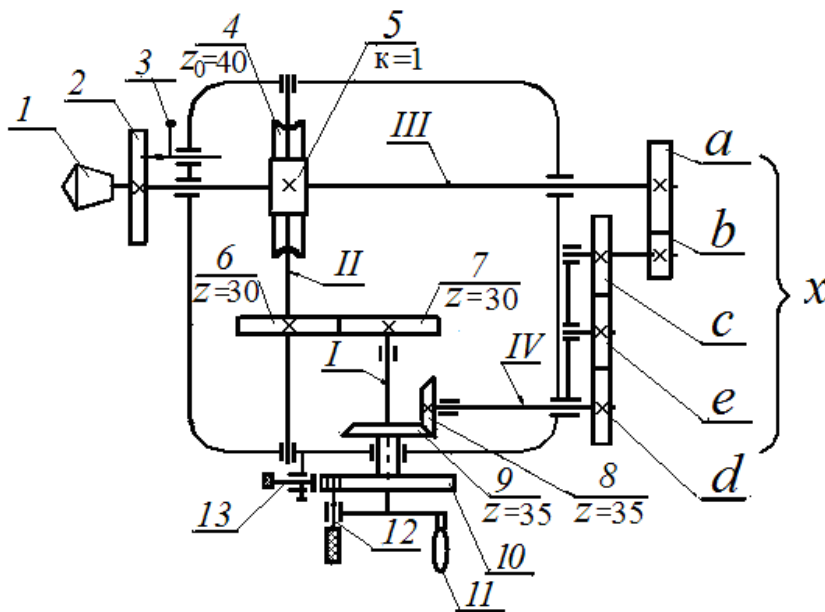


Рис. 3.5. Кинематическая схема делительной головки УДГД - 200

Количество оборотов найденное по формуле (1), заменяется простой дробью  $n=C/V$  таким образом, чтобы знаменатель дроби  $V$  был равен количеству отверстий одного из рядов окружностей делительного диска. На этот ряд отверстий перемещается фиксатор, а затем, отсчитывая количество промежутков между отверстиями, равное числителю дроби  $C$ , он устанавливается с помощью рукоятки в нужное отверстие этого ряда.

**Пример 2.** Требуется разделить заготовку на  $Z=28$  частей.

Находим число оборотов рукоятки для поворота шпинделя на одно деление

$$n = \frac{N}{Z} = \frac{40}{28} = 1\frac{3}{7} = 1\frac{9}{21}.$$

На делительном диске имеется ряд с числом отверстий 21, поэтому умножаем числитель и знаменатель дроби на 3, получаем число  $1\frac{9}{21}$ . Следовательно, для поворота заготовки на  $1/28$  часть необходимо рукоятке сообщить один полный оборот и по ряду окружности с числом отверстий 21 отсчитать 9 промежутков, повернуть рукоятку и затем в десятое отверстие ввести фиксатор 12.

Для поворота рукоятки на  $9/21$  при последующих делениях можно пользоваться раздвижным сектором, состоящим из двух линеек 5 (см. рис. 3.4). Сектор устанавливается так, чтобы по ряду 21 между линейками было число промежутков 9 или отверстий 10, т. е. на одно больше числа в числителе. После выполнения операций деления сектор поворачивается до упора одной линейкой в фиксатор, тогда другая линейка покажет место остановки фиксатора при последующем делении.

**Дифференциальный способ деления** применяется в том случае, когда число отверстий на делительном диске не обеспечивает простое деление на какое – то число  $Z$ . В этом случае подбирается фиктивное число  $Z_x$  близкое к заданному числу деления  $Z$ , но на которое можно разделить простым способом. Число оборотов рукоятки  $n$  для поворота шпинделя на  $1/Z$  часть оборота определяется так же, как и при простом делении по формуле

$$n = \frac{N}{Z_x}. \quad (2)$$

При этом получается погрешность в делении заготовки, так как деление осуществляется не на заданное число  $Z$ , а на принятое  $Z_x$ . Для устранения возникшей погрешности используется гитара сменных шестерён «х» с зубчатыми колёсами  $a, б, с, е, д$ . Для её сборки на оправку 11 устанавливается колесо  $a$ , а на оправку 10 (см. рис. 3.4) – колесо  $д$ . Колёса  $б, с, е$  устанавливают на приклад гитары 14 (см. рис. 3.5). Возникшая погрешность компенсируется поворотом делительного диска через гитару «х» и зубчатые колёса 8 и 9 (см. рис. 3.5) при вращении рукоятки, а шпиндель при этом повернется на  $1/Z$  часть оборота. Передаточное отношение гитары «х» определяется по формуле:

$$i_x = \frac{N(Z_x - Z)}{Z_x} = \frac{k}{l}. \quad (3)$$

Полученную дробь  $k/l$  необходимо преобразовать таким образом, чтобы получить четыре зубчатых колеса  $a, b, c, d$  гитары сменных шестерён, которые содержались бы в наборе делительной головки. В набор делительной головки входят шестерни с числами зубьев: 25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100.

Для определения числа зубьев зубчатых колес  $a, b, c, d$  гитары «х» можно пользоваться способом деления на простые сомножители. При этом передаточное отношение, представленное в виде простой дроби  $A/B$ , заменяется сомножителями. Сокращая сомножители или вводя новые, получают в числителе и знаменателе четыре числа  $a/b, c/d$ , соответствующие числам зубьев зубчатых колёс, имеющимся в наборе делительной головки.

При подборе зубчатых колес необходимо обеспечивать условия сцепляемости, которые для двухпарной гитары выражаются следующим образом (см. рис. 3.5):

$$\begin{aligned} a+b &> c+15; \\ c+d &> b+15. \end{aligned}$$

Если принятое число  $Z_x > Z$ , то диск вращается в ту же сторону, что и рукоятка. При  $Z_x < Z$  вращение диска должно осуществляться в обратную сторону. В этом случае для достижения вращения рукоятки и делительного диска в обратном направлении необходимо ввести в зацепление зубчатых колёс гитары «х» промежуточное зубчатое колесо «е». Тогда передаточное отношение гитары примет вид:

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

При введении дополнительного колеса «е» в зацепление гитары второе условие сцепляемости не проверяется.

После деления заготовки одним из способов шпиндель головки должен быть закреплен с помощью стопора 9 (рис. 3.4).

**Пример 3.** Требуется разделить заготовку на 103 части. Принимаем приближенное число  $Z_x$ , близкое к  $Z$  и удовлетворяющее условию простого деления, т. е.  $Z_x=100$ .

Находим число оборотов рукоятки для поворота шпинделя на одно деление

$$n = \frac{N}{z_x} = \frac{40}{100} = \frac{4}{10} = \frac{12}{30}.$$

Определяем передаточное отношение гитары «х»

$$i_x = N \frac{(z_x - z)}{z_x} = \frac{40(100 - 103)}{100} = -\frac{12}{10}.$$

Дробь получилась отрицательной, поэтому в гитару необходимо ввести промежуточное зубчатое колесо «e»:

$$i_x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{e} \cdot \frac{e}{d} = \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{80}{100} \cdot \frac{90}{25} \cdot \frac{25}{60}$$

Таким образом, для поворота заготовки на 1/103 часть нужно рукоятку с фиксатором повернуть на 12 промежутков по ряду окружности с числом отверстий, равным 30. Для компенсации ошибки, которая получается при делении на 103 части вместо 100 частей, необходимо настроить гитару сменных зубчатых колёс с числами зубьев  $a = 80$ ,  $b = 100$ ,  $c = 90$ ,  $d = 60$ . Промежуточная шестерня  $e = 25$  выбирается из того же набора, но должна отличаться по значению от других шестерён гитары.

## 2.6. Фрезерование с использованием делительных головок [5]

Делительные головки применяют для периодического поворота обрабатываемой заготовки на любые равные и неравные части окружности, что позволяет фрезеровать зубчатые колеса с прямыми зубьями, шестигранники, шлицевые валики и т. п. Они используются также для передачи непрерывного вращательного движения заготовке, согласованного с подачей стола. При этом на наружных поверхностях заготовок обрабатываются винтовые канавки или винтовые поверхности.

Если шпиндель делительной головки повернуть относительно стола в вертикальной плоскости, то можно обрабатывать конические зубчатые колеса и конические развёртки.

На рис. 3.6 показана схема обработки зубчатого колеса с использованием делительной головки.

Заготовка 1 закреплена на оправке в центрах 4 шпинделя делительной головки 2 и задней бабки 3. Прорезание впадины колеса проводят дисковой модульной фрезой, которая совершает главное вращательное движение резания, а стол совершает движение подачи. После обработки очередной впадины между зубьями стол возвращают в исходное положение, а заготовку с помощью делительной головки поворачивают на угол, соответствующий шагу зубьев зубчатого колеса.

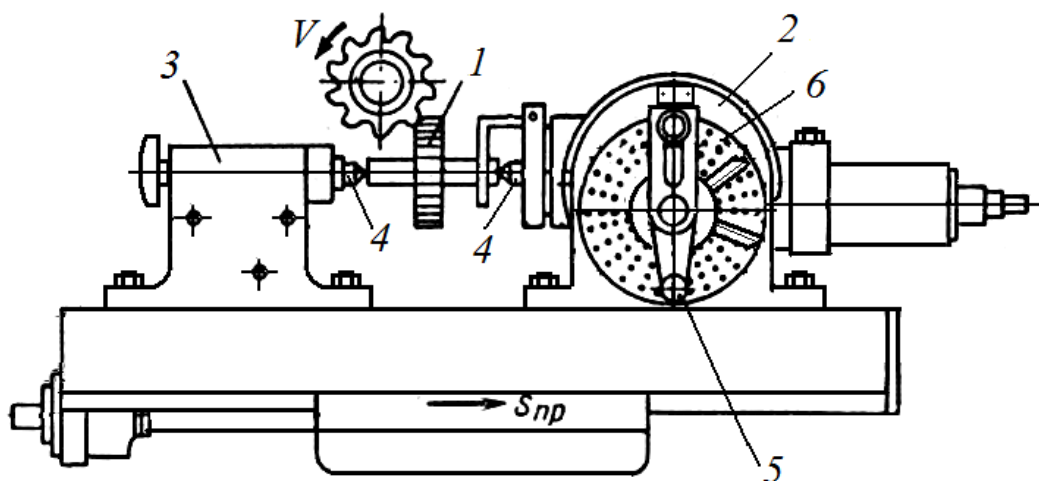


Рис. 3.6. Обработка заготовок с помощью делительной головки

Поворот заготовки со шпинделем совершают рукояткой 5, положение которой фиксируется в одном из концентрически расположенных отверстий диска 6, введением в него пружинного фиксатора.

### 3. Оборудование, инструмент, материалы

- 3.1. Горизонтально-фрезерный станок 6М82 с закреплённой на оправке шпинделя дисковой модульной фрезой.
- 3.2. Стенд с основными типами фрез.
- 3.3. Делительная головка УДГД - 200.
- 3.4. Заготовка из алюминиевого сплава Д16.

### 4. Последовательность выполнения работы

- 4.1. Непосредственно на рабочем месте изучить устройство горизонтально-фрезерного станка 6М82 и делительной головки УДГД - 200.
- 4.2. По приведённым на стенде фрезам установить их тип и назначение.
- 4.3. Закрепить к патрону шпинделя и центру задней бабки заготовку.
- 4.4. По указанию преподавателя установить число оборотов фрезы и подачу.
- 4.5. Обработать впадину зубчатого колеса.
- 4.6. Провести деление заготовки для её поворота на  $1/z$ -ю часть.



## **5. Содержание отчета**

5.1. Название и цель работы.

5.2. Рисунки типов фрез, общего вида станка и делительной головки с их описанием.

5.3. Формулы деления заготовки различными способами.

5.4. Результаты расчёта с использованием дифференциального деления.

5.5. Выводы.

## **6. Контрольные вопросы**

6.1. Какие методы фрезерования Вы знаете и в каких случаях они применяются?

6.2. Какие типы фрез представлены на стенде (или на рис. 3.1) и для выполнения каких фрезерных операций они предназначены?

6.3. Какие основные узлы и органы управления имеются на фрезерном станке? Объясните их назначение.

6.4. Из каких основных узлов и конструктивных элементов состоит делительная головка?

6.5. Какие способы деления заготовок с использованием делительных головок Вы знаете и в чём их сущность?

6.6. С какой целью настраивается гитара сменных шестерён при дифференциальном делении?

6.7. С какой целью и при каком способе деления выводится из зацепления червячная пара делительной головки.

6.8. В каком случае вынуждены прибегать к дифференциально-му способу деления заготовок?

6.9. Для чего применяются раздвижные линейки сектора на делительном диске при делении заготовок?

6.10. Как настраивается пружинный фиксатор на различные ряды окружностей делительного диска?

6.11. При каком способе деления делительный диск должен оставаться неподвижным и как это достигается?

## Список литературы

1. Токарно-винторезный станок 1М61. Руководство по эксплуатации. – М.: Станкоимпорт СССР, 1996. - 49 с.
2. ЕСКД. Шероховатость поверхности. Обозначение шероховатости. ГОСТ 2309 – 73. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 12 с.
3. Универсальный вертикально-сверлильный станок 2Н118: Руководство по уходу и обслуживанию. – Стерлитамак, 1998, - 44 с.
4. Паспорт горизонтально-фрезерного станка 6М82. –М.: Станкоимпорт СССР, 1992. – 54 с.
5. Паспорт делительной головки УДГД – 200. –М.: Станкоимпорт СССР, 1991. – 26 с.
6. Технология конструкционных материалов /А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, Л. Н. Бухаркин и др.; Под ред. А. М. Дальского. –5-е изд., исправленное. - М.: Машиностроение, 2006. – 512 с.

Составители: ШАРИФЬЯНОВ Фаудат Шарифьянович  
МАРКЕЛОВ Александр Александрович

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Лабораторный практикум по дисциплинам

“Материаловедение и технология конструкционных материалов”,  
“Машины и оборудование предприятий машиностроения”,  
“Технологические процессы в машиностроении”,  
“Материаловедение и технология материалов”,  
“Технология конструкционных материалов”,  
“Технология получения изделий”

Подписано в печать ..... 2010. Формат 60x84 1/16 .  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. печ. л. . Усл.-кр.-отт. . Уч.-изд. л. .

Тираж ..... экз. Заказ №.....

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный  
технический университет  
Центр оперативной полиграфии УГАТУ  
450000, Уфа-центр, ул.К.Маркса, 12