

**Министерство образования Российской Федерации**

---

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

---

Кафедра теоретических основ материаловедения

**В.Н. Коробко, А.И. Кузнецов, С.И. Гринёва, М.М. Сычёв**

## **ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ**

**Методические указания  
к лабораторной работе**

Санкт-Петербург  
2004

УДК 621.914(031)

Коробко В.Н., Кузнецов А.И., Гринёва С.И., Сычёв М.М. Фрезерные станки: Метод. указания. СПб., СПбГТИ(ТУ), 2003. – 20 с.

В методических указаниях описаны станки фрезерной группы: консольные вертикально- и горизонтально-фрезерные, бесконсольные, продольно-фрезерные и фрезерные станки непрерывного действия. Рассмотрена кинематика консольных фрезерных станков.

Методические указания предназначены для студентов 2 курса инженерно-кибернетического факультета и соответствуют рабочей программе «Материаловедение. Технология конструкционных материалов».

Ил.14, библиогр. 8 назв.

Рецензент: В.Г. Корсаков, д-р хим. наук, профессор каф. ХТМИЭТ СПбГТИ(ТУ).

Утверждено на заседании учебно-методической комиссии общеинженерного отделения 22.09.03.

Рекомендовано к изданию РИСо СПбГТИ(ТУ)

## ВВЕДЕНИЕ

**Фрезерование** – процесс обработки плоскостей, фасонных и винтовых поверхностей, нарезание шлицев, резьбы и зубчатых колёс, получение винтовых канавок вращающимся режущим инструментом – **фрезой**. Этот метод обработки металлов резанием широко применяется в машиностроении, уступая по своей распространённости только токарной обработке.

В методическом указании рассмотрены различные типы фрезерных станков, что позволяет познакомить студентов с их конструкцией, принципами работы и возможностями при обработке деталей различных габаритов и назначения.

### 1 ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

**Фрезерная** группа станков (б) включает: вертикально-фрезерные консольные станки – тип 1; непрерывного действия – тип 2; тип 3 – отсутствует; копировальные и гравировальные – тип 4; вертикальные бесконсольные станки – тип 5; продольно-фрезерные станки – тип 6; консольные широкоуниверсальные – тип 7; горизонтально-фрезерные консольные станки – тип 8; разные – тип 9 (шпоночно-фрезерные, резьбо-фрезерные и т.п.).

При обозначении модели станка первая цифра указывает номер группы – 6 (фрезерная), буква обозначает модернизацию станка, следующая цифра – тип станка, последняя цифра – номер стола (размер стола от 0 до 5), буква, которая может стоять после номера стола обозначает модификацию станка (6Н81Г; 6Р82; 6Н11; 6Н13).

#### 1.1 Консольные фрезерные станки

К консольным фрезерным станкам относятся **горизонтально-, вертикально-, и универсально-фрезерные**<sup>1</sup> станки. Эти станки – наиболее распространённый тип станков, применяемый для фрезерных работ. Своё название они получили от консольного кронштейна (консоли), перемещающейся по вертикальным направляющим станины станка и служащей опорой для горизонтальных перемещений стола.

Схема **горизонтально-фрезерного** станка приведена на рисунке 1. Шпиндель станка, на котором крепится инструмент, вращается вокруг горизонтальной оси. Станок может работать цилиндрическими, дисковыми и торцевыми фрезами. Он состоит из станины, в которой размещена коробка скоростей. По вертикальным направляющим смонтированным на станине перемещается консоль. На консоли смонтирован стол, на нём крепится заготовка, которая с помощью механизмов стола получает подачу в трёх направлениях –

---

<sup>1</sup> Универсально-фрезерные станки отличаются от горизонтально-фрезерных станков тем, что их стол может осуществлять поворот по круговым направляющим на угол  $\pm(45 \div 50^\circ)$ , что необходимо при фрезеровании винтовых канавок.

продольном, поперечном и вертикальном. Коробка подач размещена внутри консоли. В верхней части станины расположен хобот, по направляющим которого перемещается подвеска. В подвеске находится подшипник для поддержания оправки с фрезой (см. приложение А).

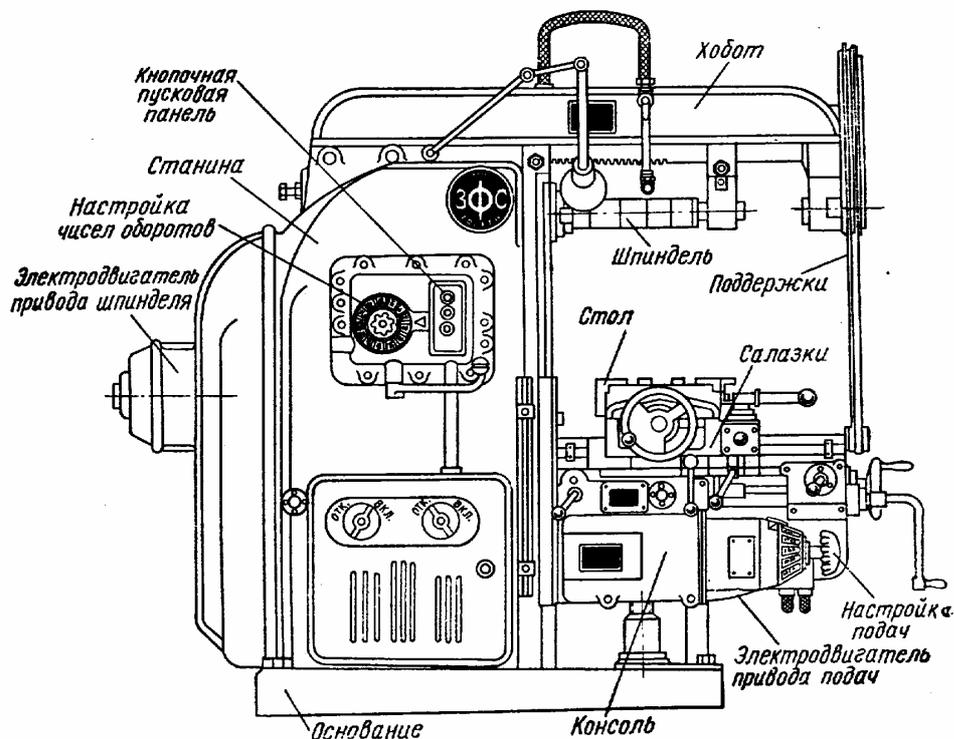


Рисунок 1 – Горизонтально-фрезерный станок 6H82Г

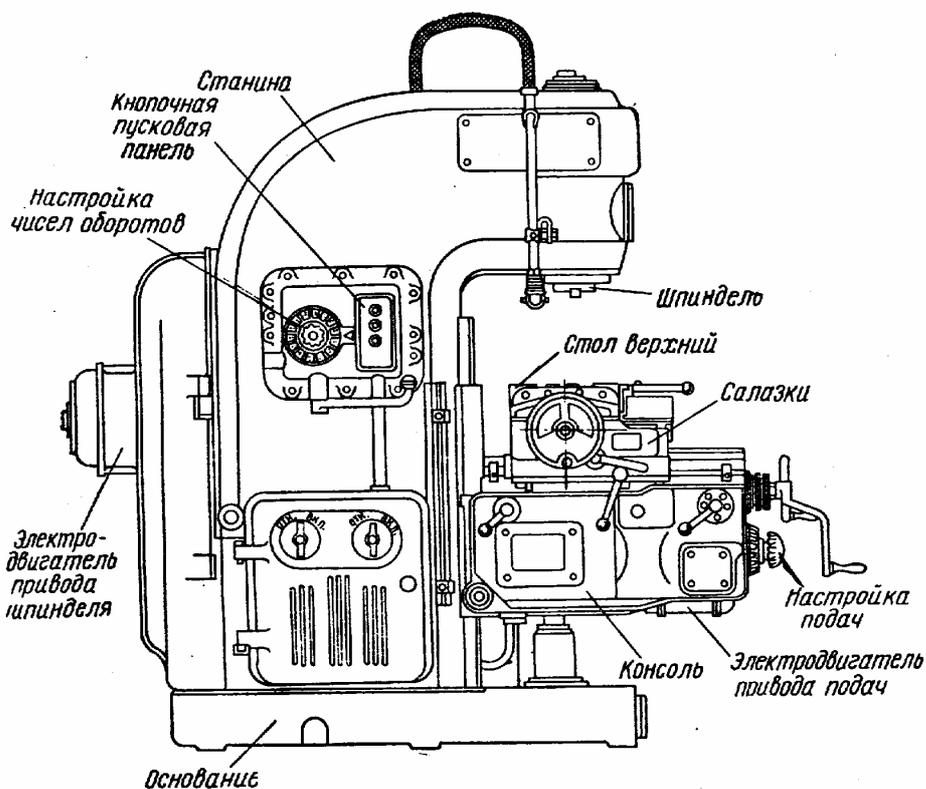


Рисунок 2 – Вертикально-фрезерный станок 6H12

**Вертикально-фрезерный** станок называется так, потому что его шпиндель смонтирован перпендикулярно рабочей плоскости стола, т.е. расположен вертикально – рисунок 2. Этот станок так же состоит из станины, в которой смонтирована коробка скоростей. Шпиндельная головка находится в верхней части станины, она может поворачиваться в вертикальной плоскости. Заготовка размещается на столе, смонтированном на консоли, и может совершать движение подачи в трёх плоскостях. В консоли смонтирована и коробка подач (см. Приложение В).

На рисунке 3 приведены виды операций, которые выполняются на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках.

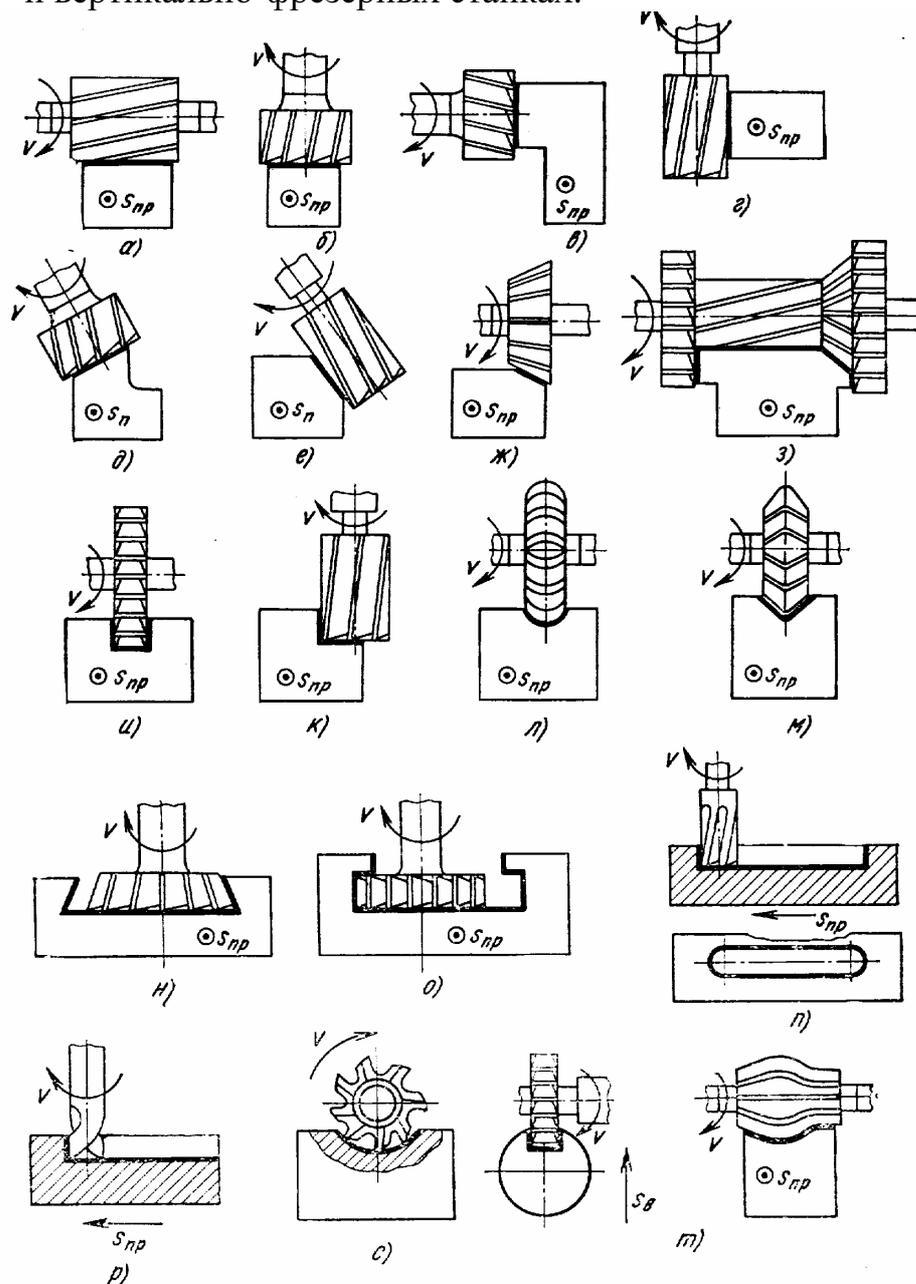


Рисунок 3 – Обработка заготовок на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках

а – фрезерование горизонтальной плоскости на горизонтально-фрезерном станке цилиндрической фрезой; б – фрезерование горизонтальной плоскости на вертикально-фрезерном станке торцевой фрезой; в – фрезерование вертикальной

плоскости на горизонтально-фрезерном станке торцевой фрезой; г – фрезерование вертикальной плоскости на вертикально-фрезерном станке концевой фрезой; д – фрезерование наклонной плоскости торцевой фрезой на вертикально-фрезерном станке; е – фрезерование наклонной плоскости концевой фрезой; ж – фрезерование скоса на горизонтально-фрезерном станке одноугловой фрезой; з – фрезерование комбинированной поверхности набором фрез на горизонтально-фрезерном станке; и – фрезерование прямоугольных пазов и уступов дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке; к – фрезерование уступов и прямоугольных пазов концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке; л – фрезерование фасонного паза фасонной дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке; м – фрезерование углового паза одноугловой и двухугловой фрезами на горизонтально- фрезерном станке; н – фрезерование паза типа «ласточкин хвост» концевой одноугловой фрезой на вертикально-фрезерном станке;<sup>2</sup> о – фрезерование Т-образного паза на вертикально-фрезерном станке;<sup>3</sup> п – фрезерование закрытых шпоночных пазов концевой шпоночной фрезой на вертикально-фрезерном станке; р – фрезерование открытого шпоночного паза концевой или шпоночной фрезой на вертикально-фрезерном станке; с – фрезерование шпоночного паза под сегментную шпонку дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке; т – фрезерование фасонных поверхностей незамкнутого контура с криволинейной образующей на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках

## 1.2 Бесконсольные фрезерные станки

**Вертикальные** бесконсольно-фрезерные станки (рисунок – 4) используются для обработки деталей большой массы и размеров. В отличие от консольных фрезерных станков, где деталь закрепляется на консольно установленном столе, испытывающем значительные изгибающие нагрузки, у бесконсольных станков стол смонтирован непосредственно на станине. У вертикально-фрезерных станков он имеет продольное перемещение вдоль горизонтальных направляющих салазков, которые имеют поперечное перемещение по направляющим станины. Вертикальное перемещение получает шпиндельная головка.

## 1.3 Продольно-фрезерные станки

Продольно-фрезерные станки используются для обработки заготовок большой массы и размеров. У консольно-фрезерных станков большого размера производить подъём и опускание консоль становится неудобным, поэтому в этих станках

---

<sup>2</sup> Фрезерование паза осуществляется в два захода: сначала фрезеруется прямоугольный паз концевой фрезой, затем – скосы паза одноугловой концевой фрезой.

<sup>3</sup> Фрезерование паза осуществляется за два прохода: сначала фрезеруется прямоугольный паз концевой или дисковой фрезой, затем фрезеруется нижняя часть паза фрезой для Т-образных пазов.

подъёмные консольные столы заменены столами, имеющими только продольное перемещение. Вертикальное перемещение получает шпиндель. Продольно-фрезерные станки бывают одностоечными (рисунок – 5) и двухстоечными (рисунок – 6) с длиной стола 1250 ÷ 12 000 мм и шириной 400 ÷ 5 000 мм.

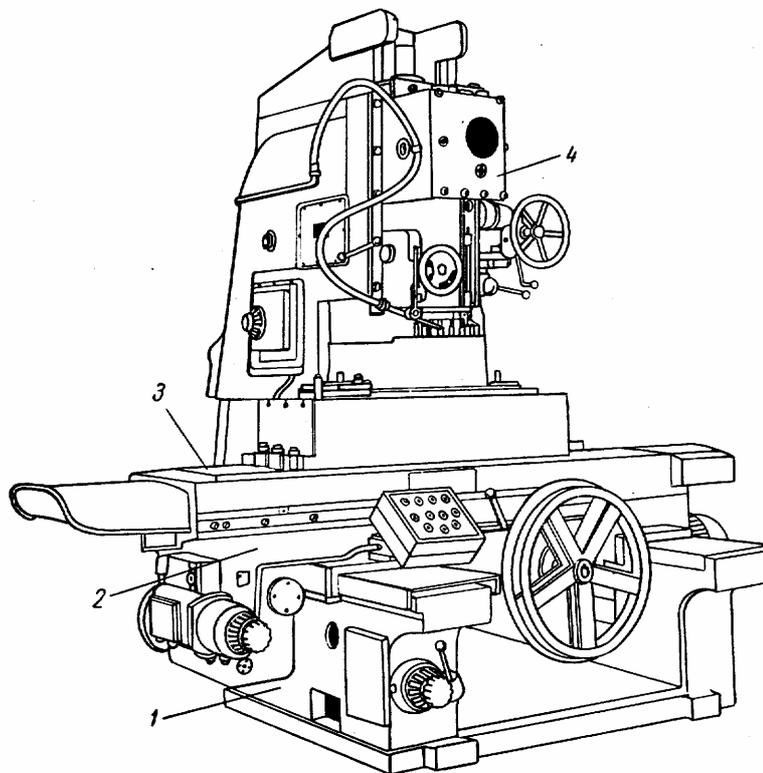


Рисунок 4 – Бесконсольный вертикально-фрезерный станок ГФ  
1 – станина; 2 – салазки; 3 – стол (500×2000 мм);  
4 – шпиндельная головка

Заготовка устанавливается на столе станка и имеет только продольное перемещение. На стойках расположены фрезерные головки, которые могут перемещаться вверх и вниз по направляющим. Для повышения жёсткости у двухстоечных станков верхние части стоек соединены поперечиной.

В случае необходимости одновременной обработки более двух поверхностей используют многошпиндельные продольно-фрезерные станки (рисунок – 7). Станок имеет четыре поворотные шпиндельные головки: две вертикальные головки, расположенные на траверсе, и две горизонтальные головки, расположенные на стойках. Стол имеет только продольное перемещение. Обработка заготовки может производиться одновременно четырьмя фрезами подачей стола, подачей шпиндельных бабок при неподвижном столе, подачей стола и шпиндельных бабок одновременно, подачей траверсы вниз при неподвижном столе.

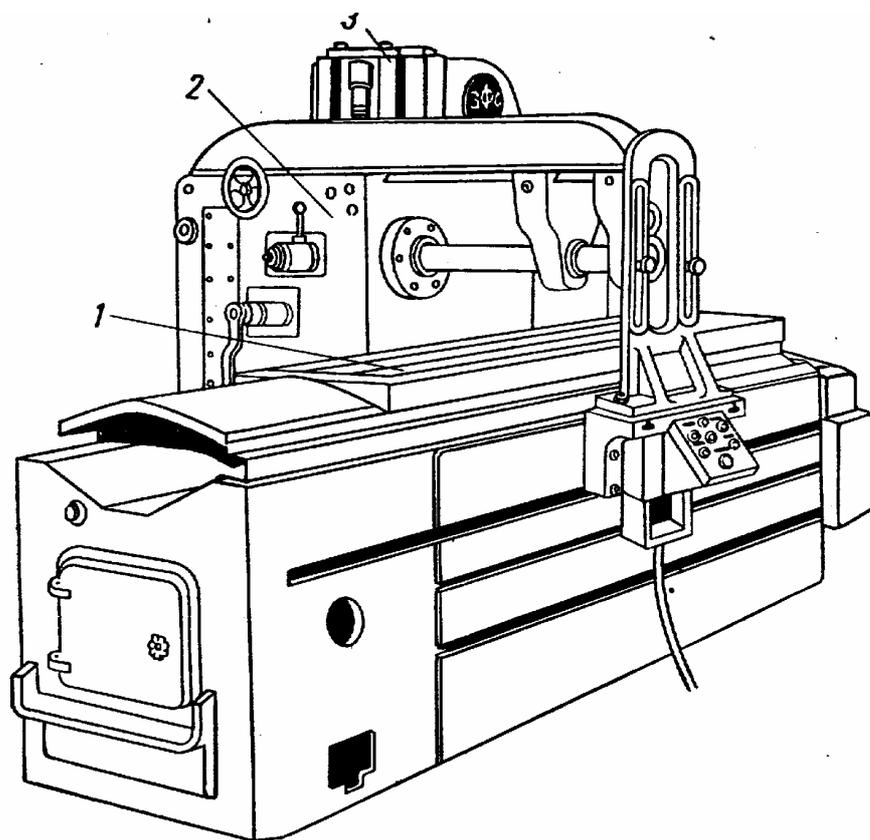


Рисунок 5 – Одностоечный продольно-фрезерный станок с одним горизонтальным шпинделем А662В

1 – стол; 2 – шпиндельная головка; 3 – стойки перемещения шпиндельной головки

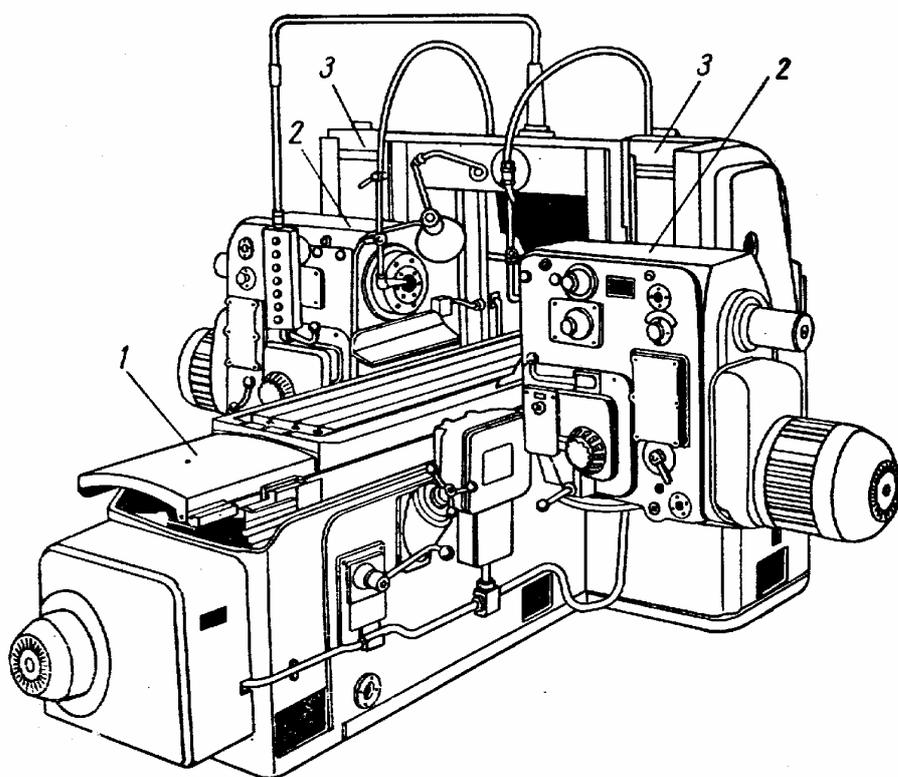


Рисунок 6 – Двухстоечный продольно-фрезерный станок А662

1 – стол; 2 – шпиндельная головка; 3 – стойки перемещения шпиндельной головки

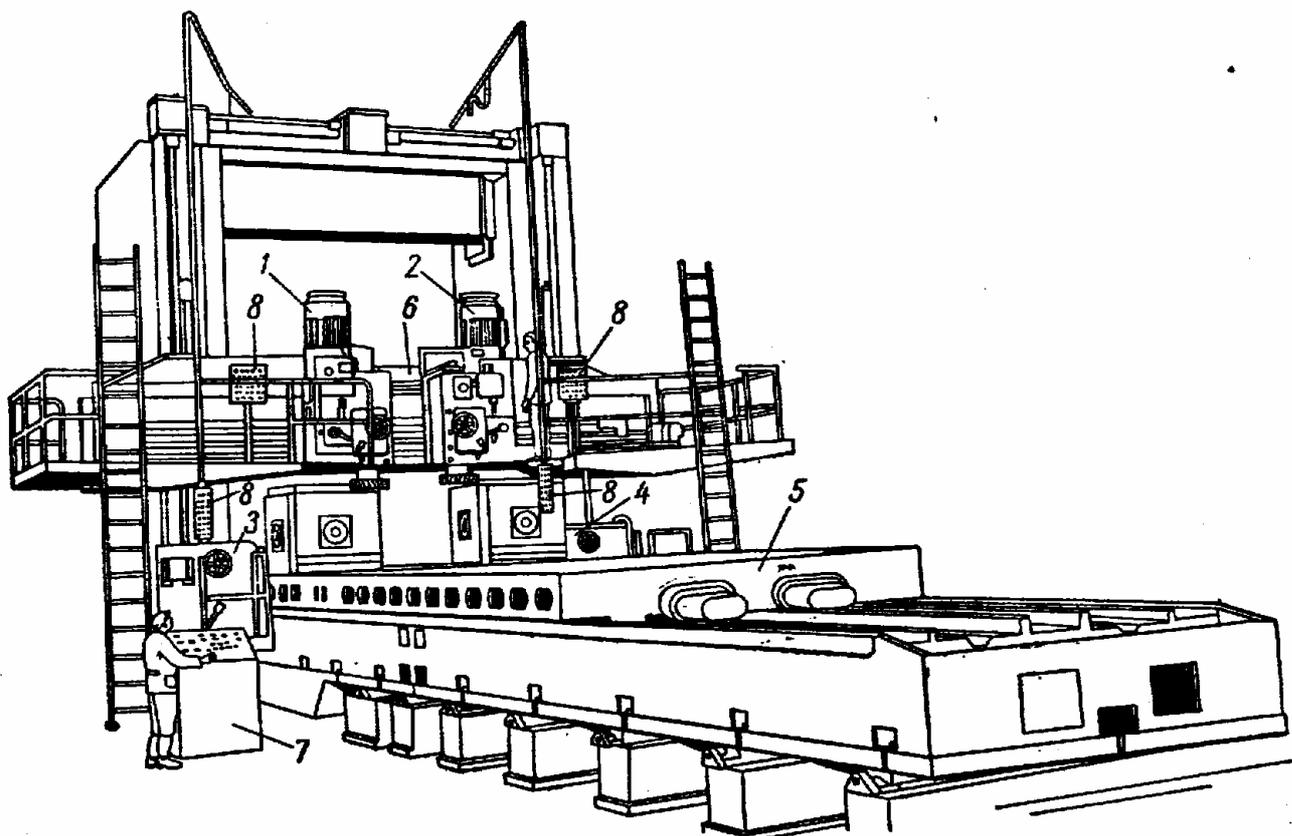


Рисунок 7 – Многошпиндельный двухстоечный продольно- фрезерный станок 6682<sup>4</sup>  
 1,2 – вертикальные шпиндельные головки; 3,4 – горизонтальные шпиндельные головки; 5 – стол (3,6×12 м); 6 – поперечина; 7 – пульт управления; 8 – кнопочные станции регулирования

#### 1.4 Фрезерные станки непрерывного действия

На станках непрерывного действия фрезеруют плоские поверхности больших партий однотипных деталей. Они бывают двух типов: **карусельно-фрезерные** и **барабанно-фрезерные**.

**Карусельно-фрезерные** станки, как показано на рисунке 8 оснащены фрезерной головкой, которая перемещается вертикально по стойке станка. На круглом столе – карусели с вертикальной осью вращения установлены заготовки. Они снимаются при окончании обработки без остановки станка. Фрезерование производится непрерывно. Карусель может иметь диаметр 750 ÷ 2 000 мм.

У **барабанно-фрезерных** станков, в соответствии с рисунком 9, барабан имеет горизонтальную ось вращения. Заготовки устанавливаются на гранях барабана, и они медленно вращаются вместе с барабаном, осуществляя круговую подачу. Обработка ведётся одной или несколькими фрезерными головками.

<sup>4</sup> Станок предназначен для обработки с трёх сторон крупногабаритных деталей весом до 120 т, длиной до 12 м, шириной и высотой до 3,6 м.

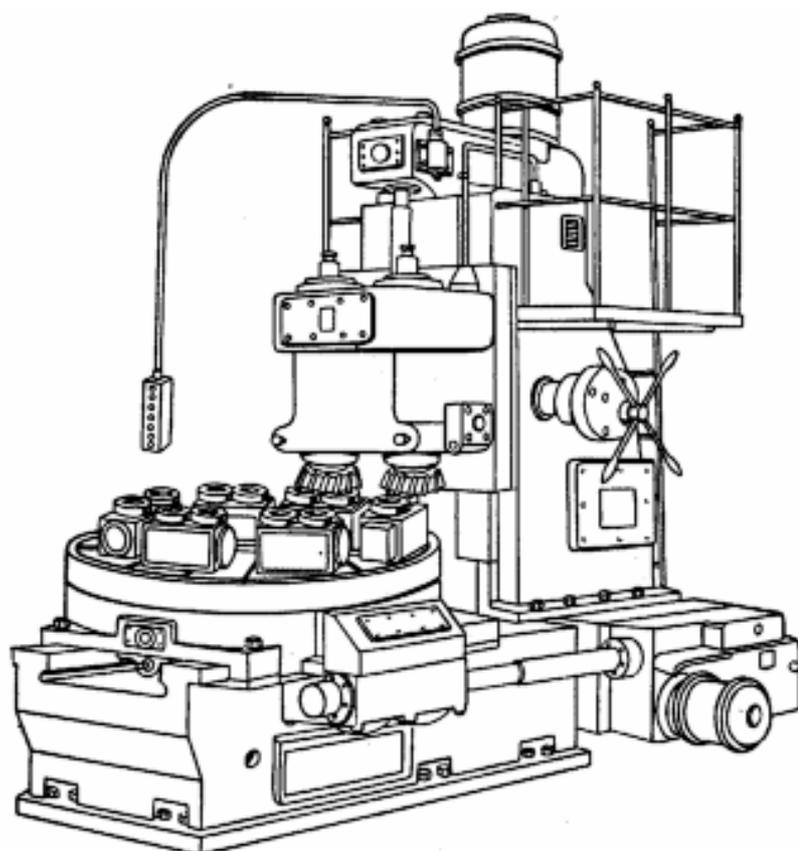


Рисунок 8 – Карусельно-фрезерный станок

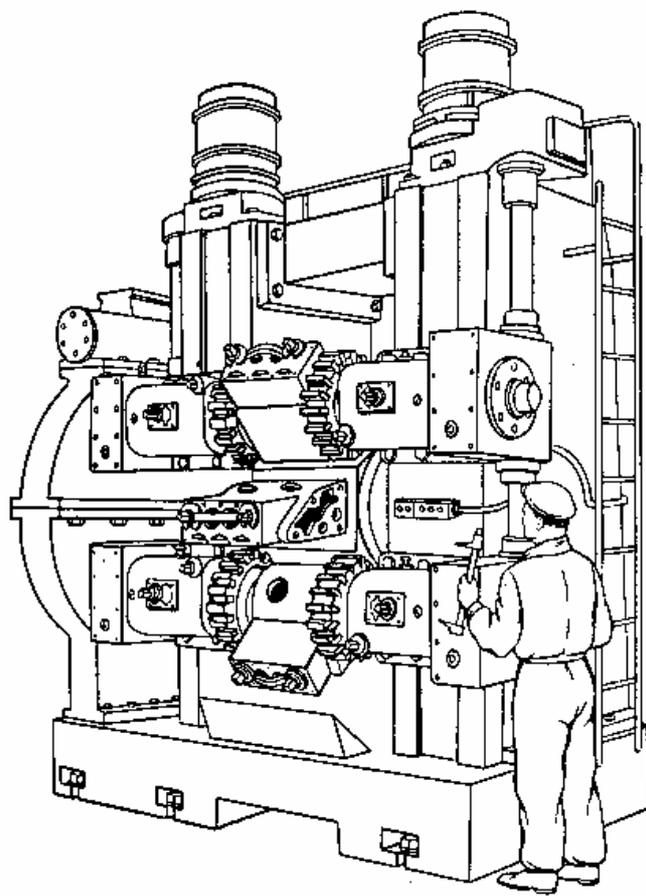


Рисунок 9 – Барабанно-фрезерный станок

## 2 КИНЕМАТИКА КОНСОЛЬНЫХ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

### 2.1 Кинематическая схема консольного универсально-фрезерного станка 6М82

На рисунке 10 приведена кинематическая схема консольного универсально-фрезерного станка. Станок располагает двумя самостоятельными приводами – приводом главного движения (вращение шпинделя) и приводом подачи (см. Приложение Б).

**Главное рабочее движение** сообщается шпинделю (вал V) от электродвигателя ( $N = 7\text{ кВт}$ ;  $n = 1440\text{ об/мин}$ ) через пятиваловую коробку скоростей. Вращение от двигателя через упругую соединительную муфту передаётся на вал I коробки скоростей. За счёт изменения положения подвижных блоков на валах II и IV коробки скоростей шпинделю сообщается 18 различных чисел оборотов в диапазоне от 31,5 до 1600 об/мин.

**Движение подачи** и быстрое перемещение стола в трёх направлениях осуществляется от второго двигателя ( $N = 1,7\text{ кВт}$ ;  $n = 1420\text{ об/мин}$ ).

Величина минутной подачи определяется по формуле:

$$s_m = n_{\text{э.д.}} \cdot i \cdot t,$$

где  $n_{\text{э.д.}}$  – число оборотов в минуту вала электродвигателя;

$i$  – передаточное отношение между валом электродвигателя и соответствующим ходовым винтом;

$t$  – шаг ходового винта, мм.

Таким образом, при постоянных значениях величин  $n_{\text{э.д.}}$  и  $t$  количество различных величин минутных подач  $s_m$  определяется числом возможных передаточных отношений  $i$  между валом электродвигателя и ходовым винтом.

Подачи сообщаются столу станка по следующей схеме: электродвигатель – вал VI – зубчатые колёса 26/50 – вал VII – зубчатые колёса 26/57 – вал VIII – тройной подвижной блок (18/36; 27/27; 36/18) – вал IX – второй тройной блок, перемещающийся по шлицевому валу X (18/40; 21/37; 24/34) – вал X – зубчатые колёса 40/40 или перебор 13/45 – 18/40 – вал XI – зубчатые колёса 28/35 – вал XII.

С вала XII движение может передаваться по трём направлениям:

1) вал XII – зубчатые колёса 18/33 – вал XIII – зубчатые колёса 33/37 – вал XIV – зубчатые колёса 18/16 – вал XV – зубчатые колёса 18/18 – ходовой винт продольной подачи;

2) вал XII – зубчатые колёса 18/33 – вал XIII – зубчатые колёса 33/37 – вал XIV – зубчатые колёса 37/33 – ходовой винт поперечной подачи XVII;

3) вал XII – зубчатые колёса 18/33 – вал XIII – зубчатые колёса 22/33 – вал XIII – зубчатые колёса 23/47 – ходовой винт вертикальной подачи XIX.

Таким образом может быть получено 18 продольных и поперечных подач стола в диапазоне от 25 до 1250 мм/мин и 18 вертикальных подач в пределах от 8,3 до 400 мм/мин.

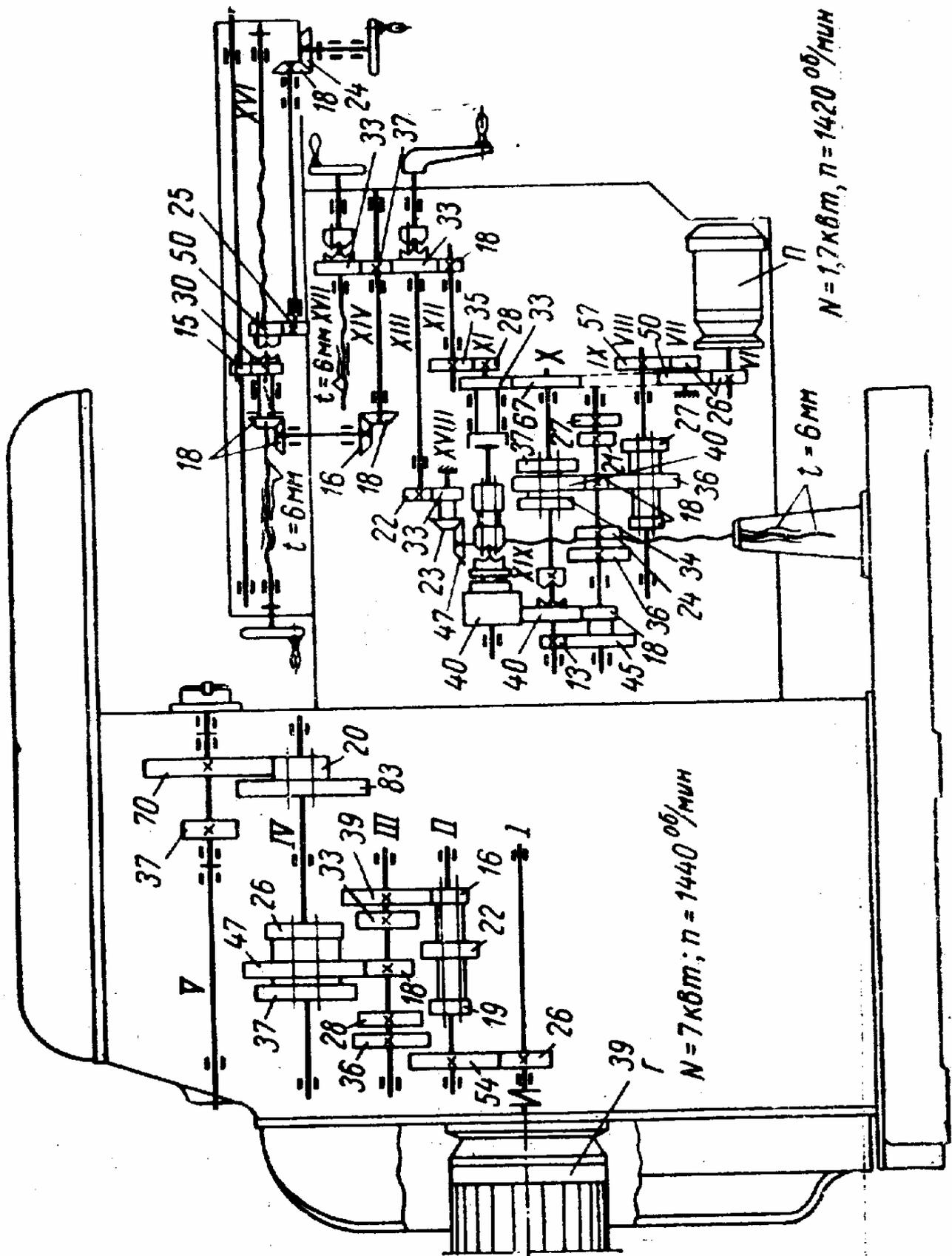


Рисунок 10 – Кинематическая схема консольного универсально-фрезерного станка 6М82

Чтобы получить быстрое перемещение стола в любом из трёх направлений, требуется включить насаженную на вал XI фрикционную муфту, которая соединит колесо  $z = 33$  с валом XI. В этом случае движение от электродвигателя к валу XI будет передаваться через промежуточные зубчатые колёса  $z = 50$  и  $z = 67$ , минуя коробку подач. С вала XI на соответствующие ходовые винты быстрое движение передаётся по тем же цепям, что и рабочие подачи. Скорость быстрого перемещения стола в продольном и поперечном направлениях составляет 3000 мм/мин, а в вертикальном – 1000 м/мин.

## 2.2 Кинематическая схема консольного вертикально-фрезерного станка 6М12П

Кинематическая схема вертикально-фрезерного станка 6М12П, приведённая на рисунке 11, в значительной степени совпадает с рассмотренной выше схемой (см. Приложение). Здесь числа оборотов шпинделя также изменяются от 31,5 до 1600 об/мин. Однако кинематическая цепь главного движения несколько отличается от рассмотренной.

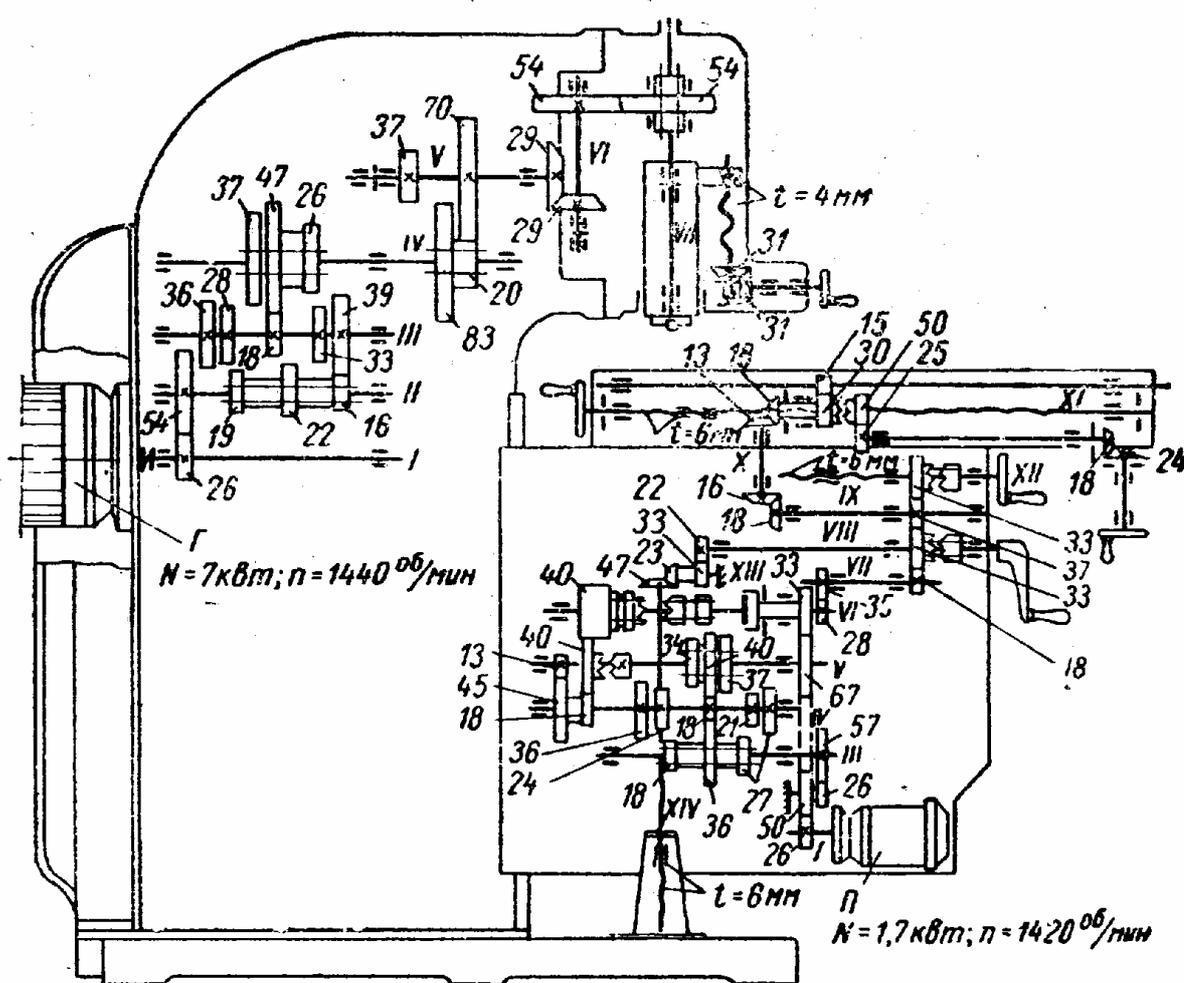


Рисунок 11 – Кинематическая схема консольного вертикально-фрезерного станка 6М12П

*Главное движение* от электродвигателя ( $N = 7$  кВт;  $n = 1440$  об/мин) к шпинделю осуществляется по следующей схеме: электродвигатель – упругая соединительная муфта – вал I – постоянные зубчатые колёса 26/54 – вал II – тройной передвижной блок зубчатых колёс, дающий три переключения между валами II и III (16/36; 19/36; 22/33) – вал III – второй такой же блок, дающий три переключения между валами III и IV (18/47; 28/37; 39/26) – вал IV – двойной передвижной блок, дающий переключение между валами IV и V (20/70; 83/37) – вал V – конические зубчатые колёса 29/29 – вал VI – зубчатые колёса 54/54 – шпиндель станка VII.

Кинематические цепи подачи станка модели 6М12П полностью соответствуют рассмотренным выше цепям станка модели 6М82. Все обозначения на приводах подачи на схемах – рисунок 10 и рисунок 11, совпадают. Значения подачи также совпадают.

### **3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. Кинематика консольных фрезерных станков**

#### **3.1 Цель работы**

Ознакомление со способами обработки заготовок на фрезерных станках, с устройством фрезерных станков различных типов и с кинематикой консольных фрезерных станков.

#### **3.2 Приборы и материалы**

Кинематические схемы консольных фрезерных станков и образцы фрез.

#### **3.3 Описание (содержание) работы**

1. Для выполнения работы студенты в соответствии с индивидуальными заданиями получают кинематические схемы фрезерных станков, составляют уравнения кинематических цепей главного движения и движения подачи и рассчитывают частоту вращения шпинделя и величину подачи.

2. В соответствии с индивидуальным заданием по образцу детали студенты определяют, какими фрезами и на каких станках фрезеровалась данная деталь.

#### **3.4 Оформление результатов работы**

Оформление результатов работы студенты осуществляют в виде отчёта, в котором приводятся расчёты кинематических цепей и карандашные эскизы деталей с указанием способов их обработки в соответствии с индивидуальным заданием.

#### **3.5 Контрольные вопросы**

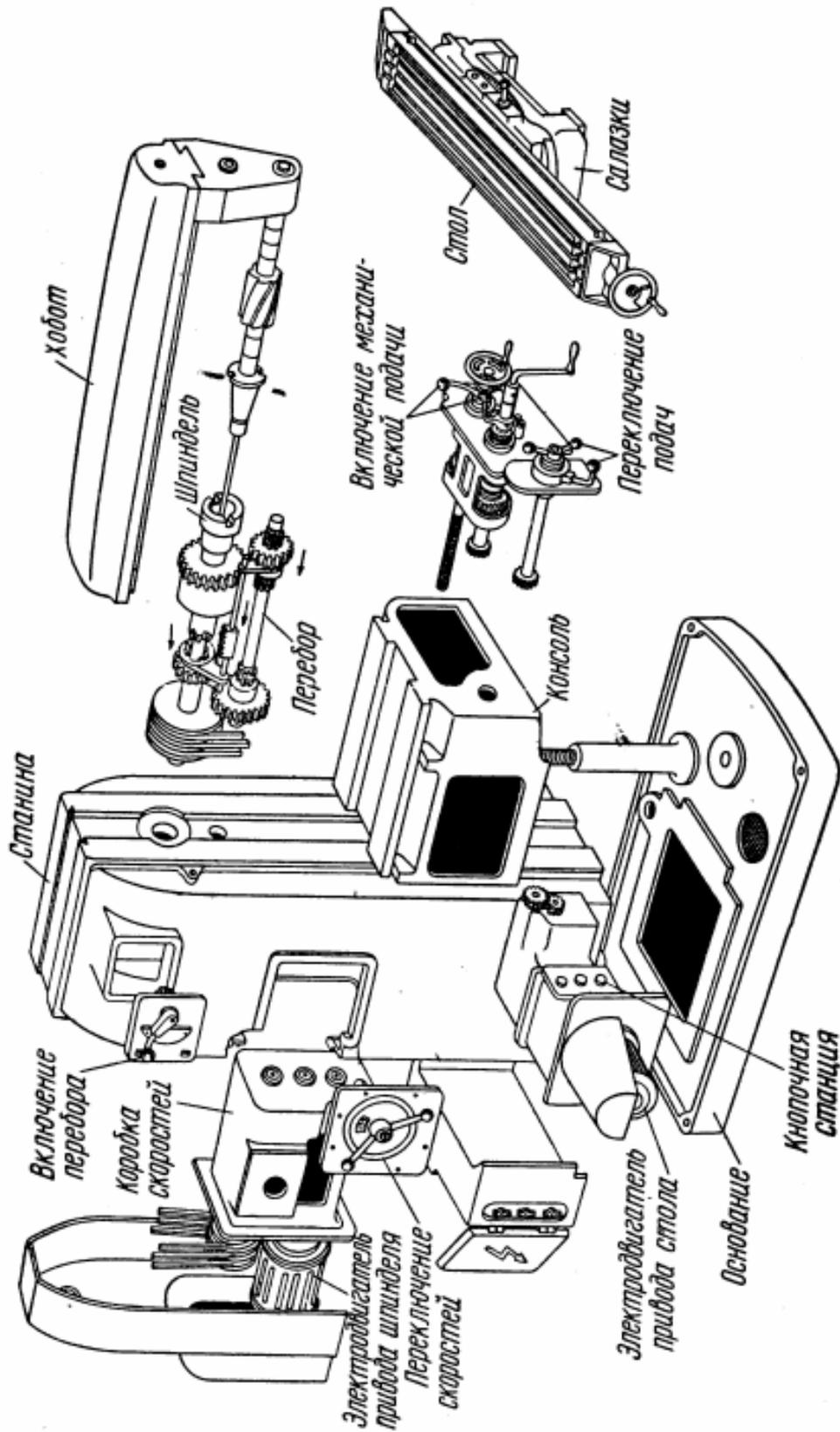
- 1 Классификация фрезерных станков.
- 2 Маркировка фрезерных станков.
- 3 Конструкция консольного горизонтально-фрезерного станка.
- 4 Конструкция консольного вертикально-фрезерного станка.
- 5 Виды обработки, производимые на консольных фрезерных станках.
- 6 Назначение и особенности конструкции бесконсольных фрезерных станков.
- 7 Назначение и особенности конструкции продольно-фрезерных станков.
- 8 Типы фрезерных станков непрерывного действия и их назначение.
- 9 Особенности кинематики главного движения и движения подачи консольных фрезерных станков.
- 10 Способ реверсирования движения подачи, применяемый в консольных фрезерных станках.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дальский А.М., Арутюнова И.А., Барсукова Т.М. и др. Технология конструкционных материалов. – М.: Машиностроение, 1977г., 664с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1986г., 544с.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990г., 528с.
4. Общетехнический справочник. Под редакцией Скороходова Е.А. – М.: Машиностроение, 1982г., 415с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник. Под редакцией Буранчикова В.И. – М.: Машиностроение, 1990г., 400с.
6. Романов А.Б., Барсуков М.Ф. Инструмент для обработки резанием. Методические указания к лабораторным работам. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1983г., 35с.
7. Копылов Р.Б. Работа на фрезерных станках. – Л.: Лениздат, 1971г., 416с.
8. Полухин П.И., Гринберг Б.Г., Жадан В.Т. и др. Технология металлов. – М.: Высшая школа, 1966г., 378с.

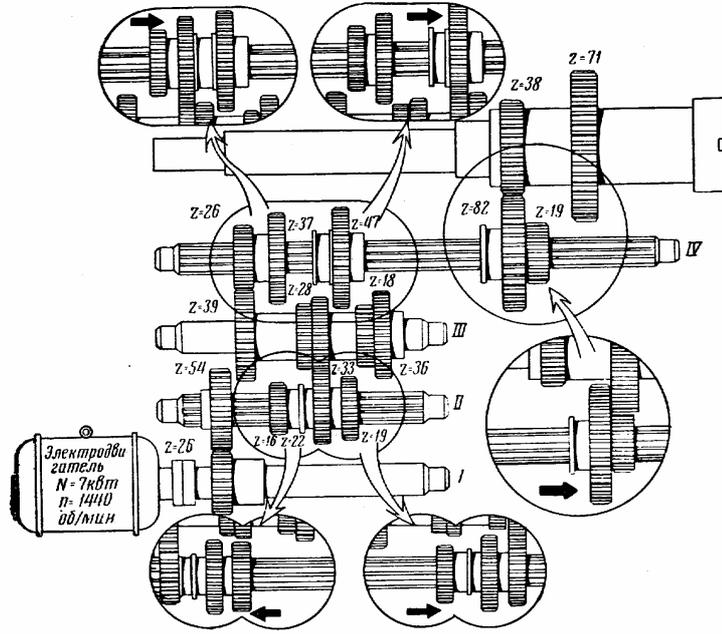
**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(обязательное)**

**Основные узлы консольного универсально-фрезерного станка 6М82.**

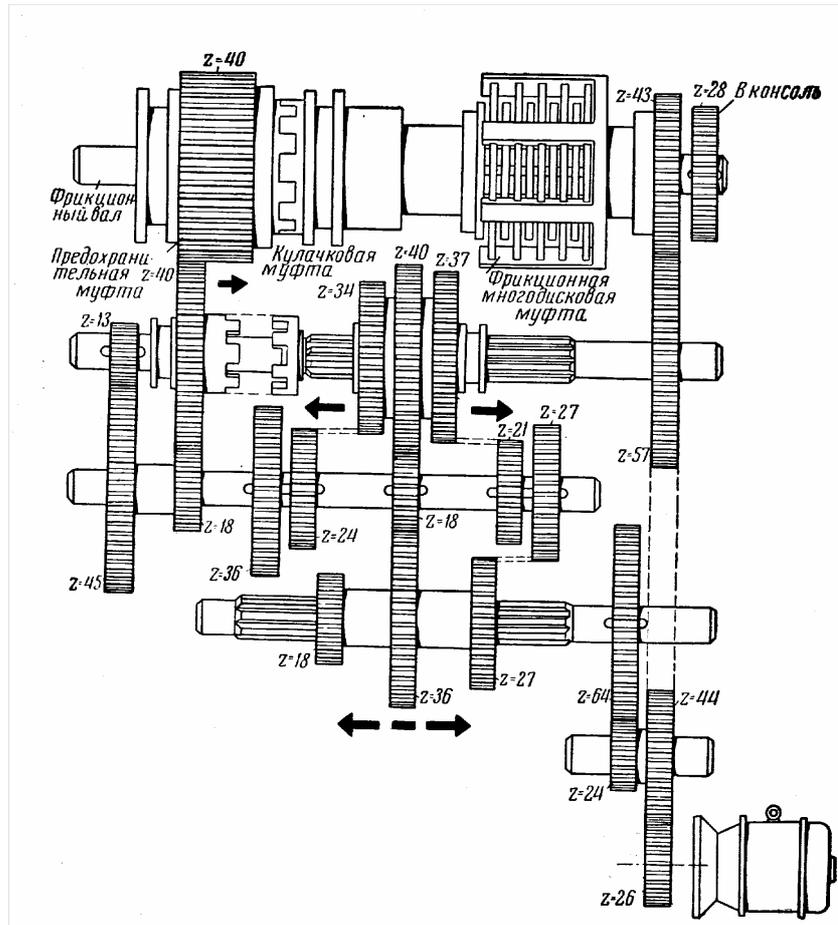


## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

**Возможные положения блоков зубчатых колёс коробки скоростей  
станка 6М82 (а) и коробка подач станка 6М82 (б)**



а

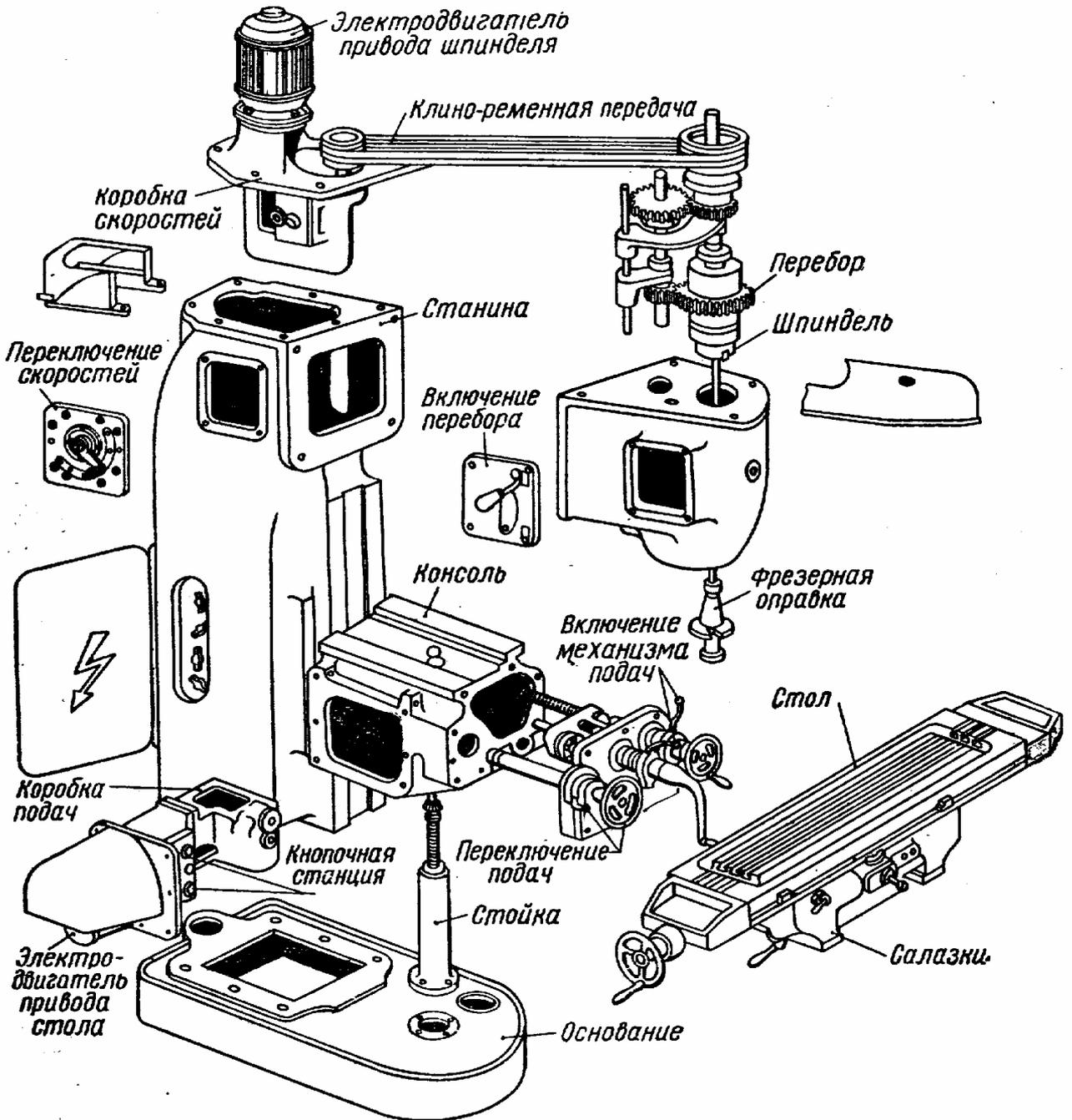


б

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

### Основные узлы консольного вертикально-фрезерного станка 6М12П



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1 Фрезерные станки .....	3
1.1 Консольные фрезерные станки .....	3
1.2 Бесконсольные фрезерные станки .....	6
1.3 Продольные фрезерные станки .....	6
1.4 Фрезерные станки непрерывного действия .....	9
2 Кинематика консольных фрезерных станков .....	11
2.1 Кинематическая схема консольного универсально-фрезерного станка 6М82 .....	11
2.2 Кинематическая схема консольного вертикально-фрезерного станка 6М12П .....	13
3 Лабораторная работа: кинематика консольных фрезерных станков .....	14
Литература .....	15
Приложение А Основные узлы консольного универсально-фрезерного станка 6М82 .....	16
Приложение Б Возможные положения зубчатых колёс коробки скоростей станка 6М82 (а) и коробка подач станка 6М82 (б) .....	17
Приложение В Основные узлы консольного вертикально-фрезерного станка 6М12П .....	18

Кафедра теоретических основ материаловедения

Методические указания

**Фрезерные станки**

Виктор Николаевич Коробко  
Александр Иванович Кузнецов  
Светлана Ивановна Гринёва  
Максим Максимович Сычёв

---

Отпечатано с оригинал-макета. Формат 60×90<sup>1/16</sup>.

Печ. л. Тираж экз.

---

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(Технический университет)

---

198013 Санкт-Петербург, Московский пр., 26