



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
В Г. ВОЛГОДОНСКЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**(Институт технологий (филиал) ДГТУ в г. Волгодонске)**



Методические указания

по дисциплине

«Оборудование машиностроительных производств»

для обучающихся по направлению подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств

профиль Технология машиностроения

2020 года набора

Волгодонск  
2021

## Лист согласования

Методические указания по дисциплине «Оборудование машиностроительных производств» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «ТСиИТ» протокол № 10 от «26» апреля 2021 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Важную роль при подготовке студентов играет опыт решения практических задач, который способствует более глубокому усвоению теоретического материала, приобретению навыков самостоятельного решения инженерных и научно-исследовательских задач.

При выборе рассматриваемых тем, прежде всего, предпочтение отдавалось изучению принципов работы и устройства технологического оборудования, наладки и настройки кинематических цепей станков, а также расчету кинематики их приводов.

### Тема «Кинематика станков»

#### Задача №1

1 На кинематической схеме токарно-винторезного станка мод.16К20 (рисунок 1) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подач и вспомогательного), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

2 Написать уравнения кинематического баланса (УКБ) цепей станка мод.16К20 (рисунок 1), обеспечивающих минимальные и максимальные:

- а) частоты вращения шпинделя;
- б) скорости продольной и поперечной подачи.

3 Определить возможные передаточные отношения звена увеличения шага.

4 Проанализировать кинематическую структуру привода главного движения.

Для этого:

- выявить группы передач, составляющие кинематическую структуру привода;
- определить передаточное отношение передач в группах и рассчитать их соотношение в каждой группе;
- определить знаменатель геометрического ряда частот;
- записать структурную формулу привода с указанием конструктивного порядка и характеристик групп;
- построить график частот.

#### Задача №2

1 На кинематической схеме зубофрезерного станка мод.53А50 (рисунок 2) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подачи, обката), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

2 Написать УКБ и вывести расчетные формулы кинематических цепей зубофрезерного станка мод. 53А50 (рисунок 2):

- а) обката (деления);
- б) вертикальной подачи фрезы; в) дифференциала;
- г) главного движения.

### Задача № 3

1 На кинематической схеме зубофрезерного станка мод.5К324 (рисунок 3) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подачи, обката), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

2 Написать УКБ и вывести расчетные формулы кинематических цепей зубофрезерного станка мод. 5К324 (рисунок 3):

- а) обката (деления);
- б) вертикальной подачи фрезы;
- в) дифференциала;
- г) главного движения.

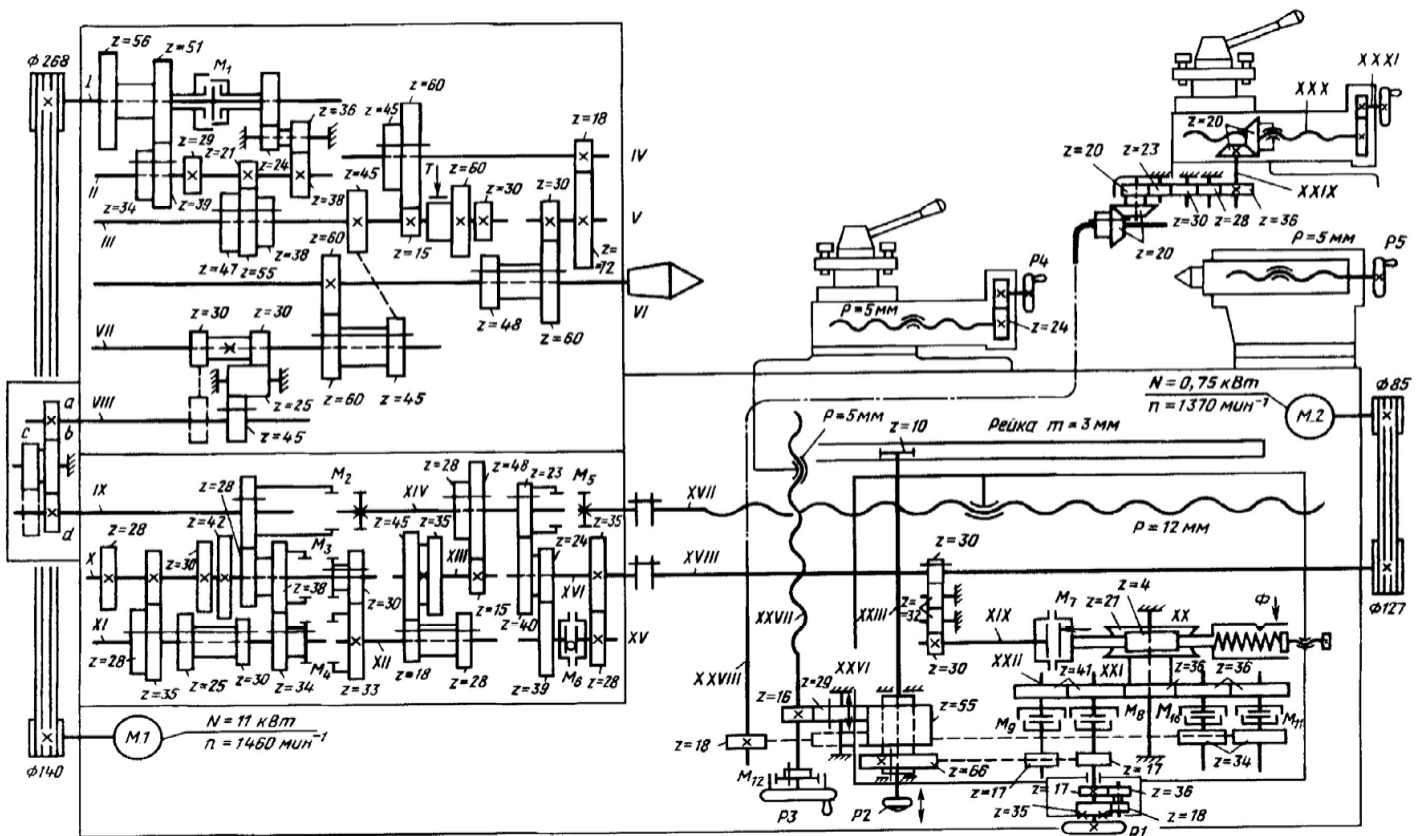
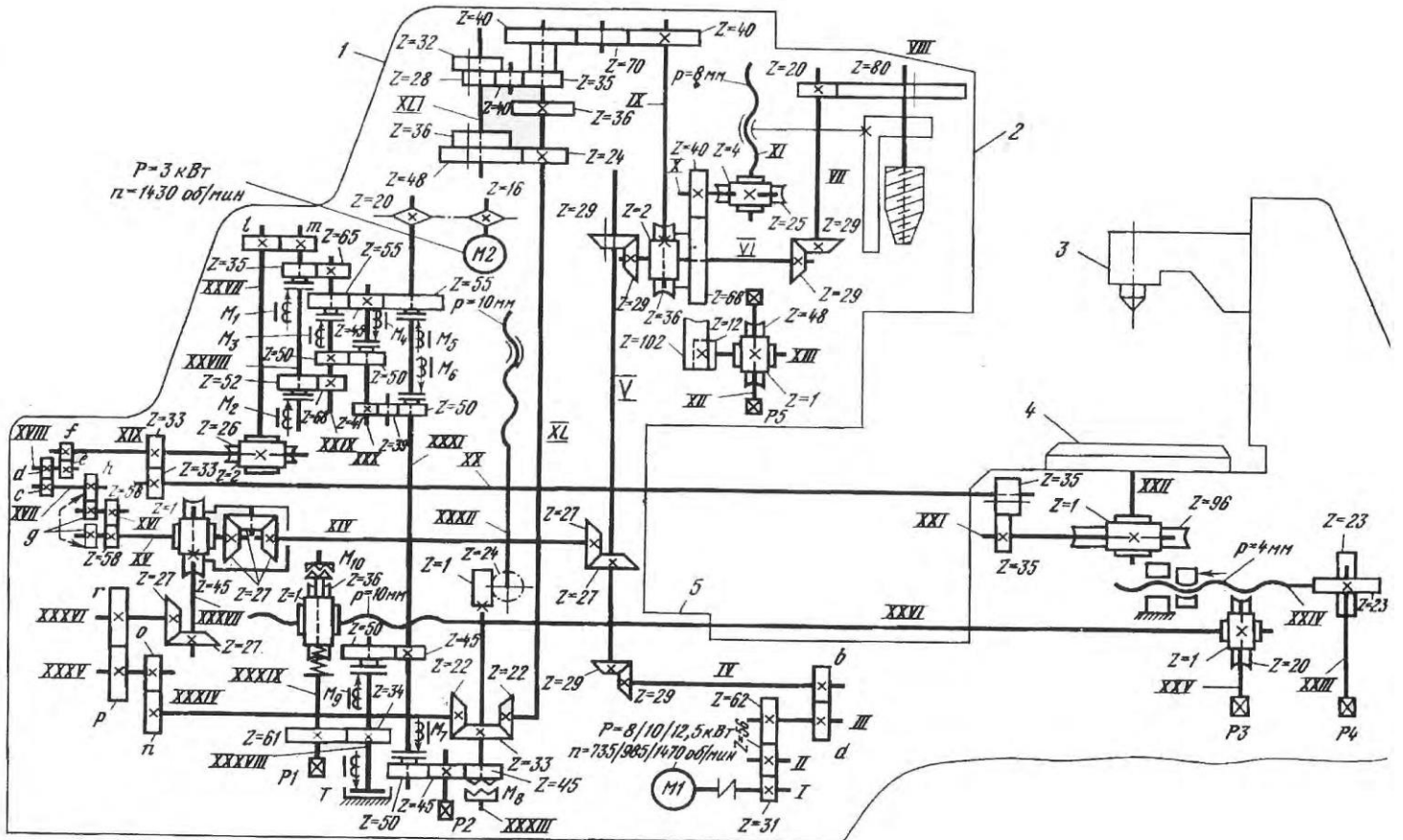
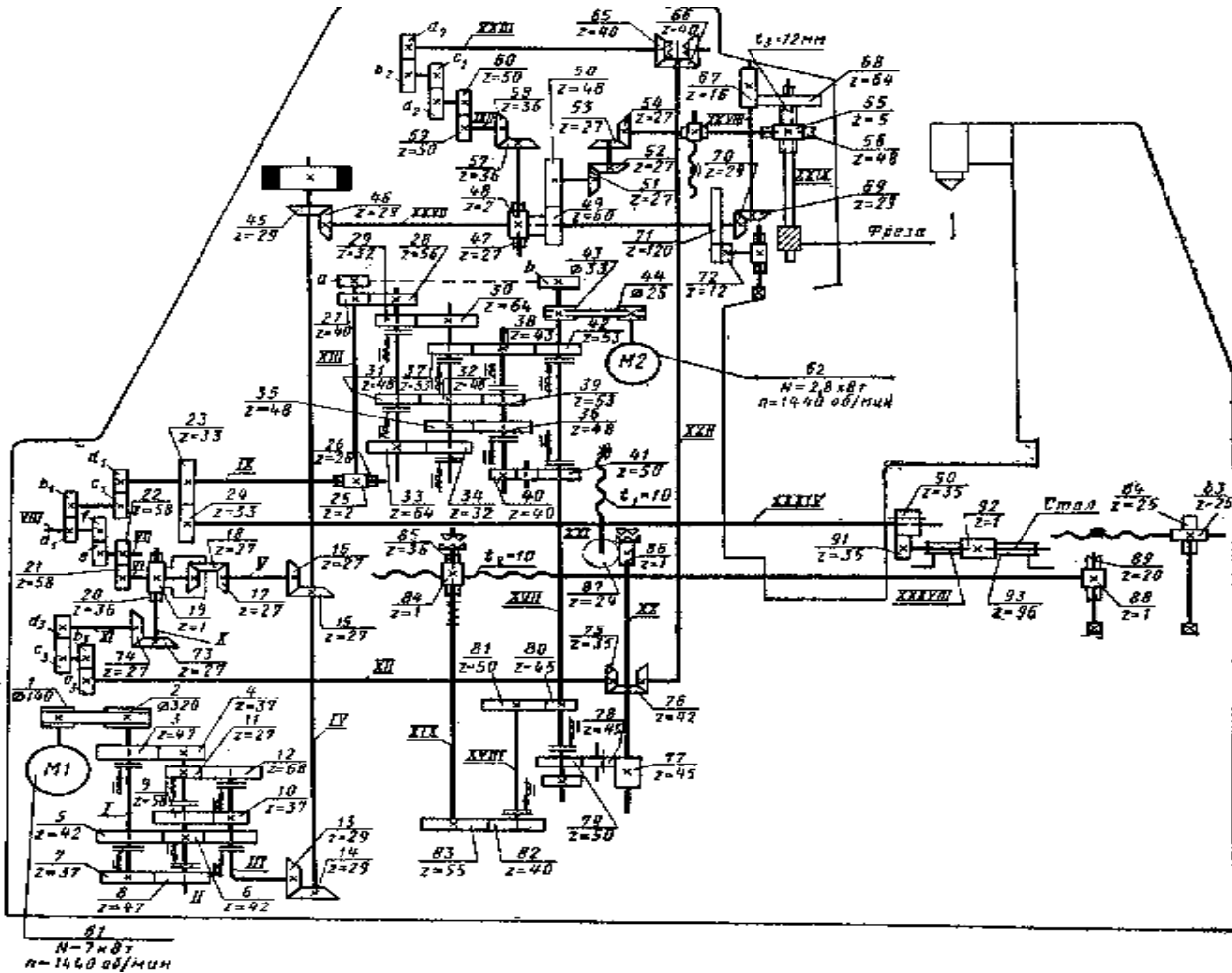


Рисунок 1 – Кинематическая схема токарно-винторезного станка 16К20





### Задача №4

1 На кинематической схеме зубодолбежного станка мод.5А14 (рисунок 4) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подачи, обката), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

2 Написать УКБ и вывести расчетные формулы кинематических цепей зубодолбежного станка мод. 5А140 (рисунок 4):

- а) обката (деления);
- б) круговой подачи;
- г) главного движения.

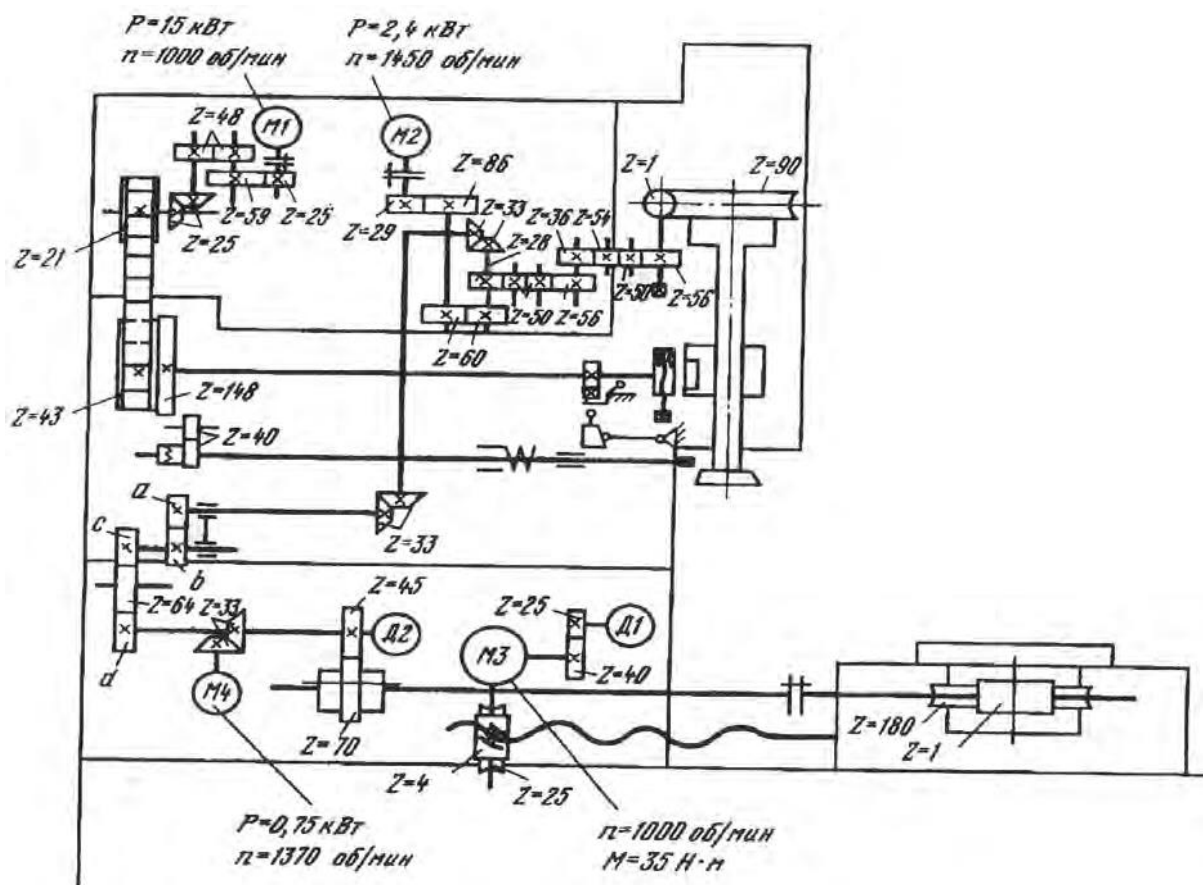


Рисунок 4 – Кинематическая схема зубодолбежного станка 5А140

## Задача №5

1 На кинематической схеме зубодолбежного полуавтомата мод. 5В150 (рисунок 5) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подачи, обката), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

2 Написать УКБ и вывести расчетные формулы кинематических цепей зубодолбежного станка мод. 5В150 (рисунок 5):

- а) обката (деления);
- б) круговой подачи;
- г) главного движения.

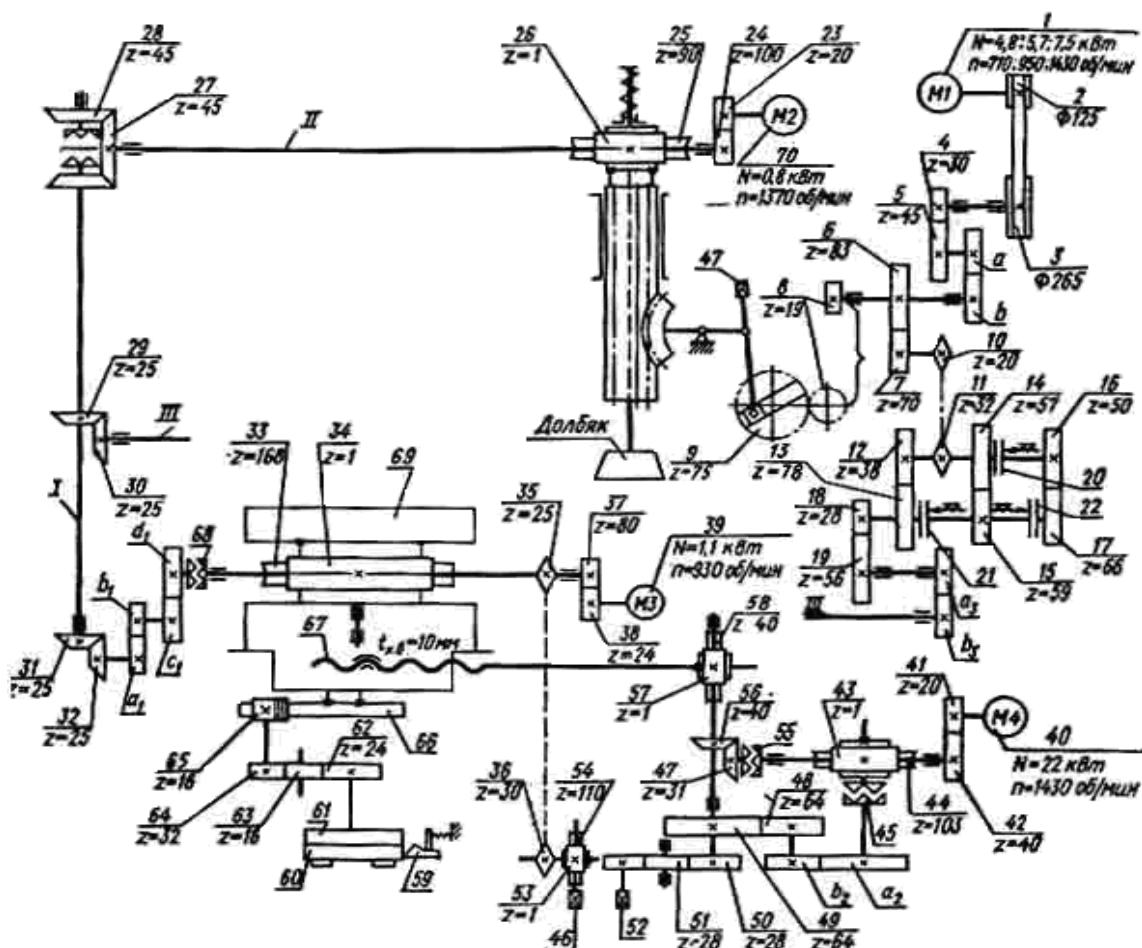


Рисунок 5 – Кинематическая схема зубодолбежного полуавтомата 5В150



### Задача №6

1 На кинематической схеме горизонтально-расточного станка мод. 262Г (рисунок 6) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подач и вспомогательного), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

2 Написать уравнения кинематического баланса кинематических цепей станка мод. 262Г (рисунок 6), обеспечивающих:

- а) максимальную подачу расточного шпинделя;
- б) минимальную вертикальную подачу шпиндельной бабки;
- в) максимальную подачу радиального суппорта;
- г) минимальный шаг нарезаемой резьбы.

3 Проанализировать кинематическую структуру привода главного движения. Для этого:

- выявить группы передач, составляющие кинематическую структуру привода;
- определить передаточное отношение передач в группах и рассчитать их соотношение в каждой группе;
- определить знаменатель геометрического ряда частот;
- записать структурную формулу привода с указанием конструктивного порядка и характеристик групп;

### Задача №7

1 На кинематической схеме вертикально-сверлильного станка мод. 2Н135 (рисунок 7) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подач и вспомогательного), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

Написать уравнения кинематического баланса кинематических цепей станка мод. 2Н135 (рисунок 7), обеспечивающих минимальные и максимальные:

- а) частоту вращения шпинделя;
- б) подачу шпинделя.

2 Проанализировать кинематическую структуру привода главного движения. Для этого:

- выявить группы передач, составляющие кинематическую структуру привода;
- определить передаточное отношение передач в группах и рассчитать их соотношение в каждой группе;
- определить знаменатель геометрического ряда частот;
- записать структурную формулу привода с указанием конструктивного порядка и характеристик групп.

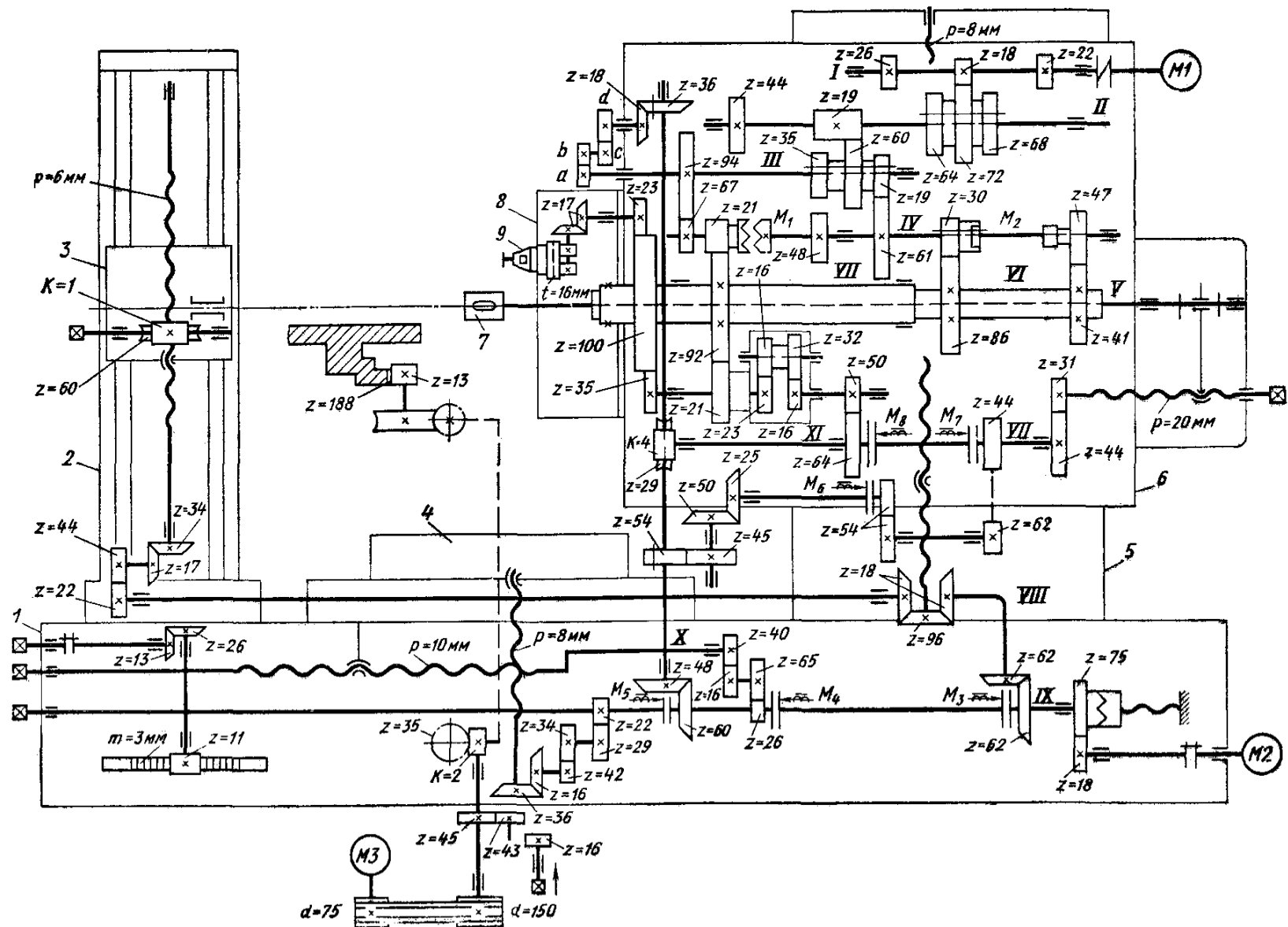


Рисунок 6 – Кинематическая схема горизонтально-расточного станка мод. 262Г

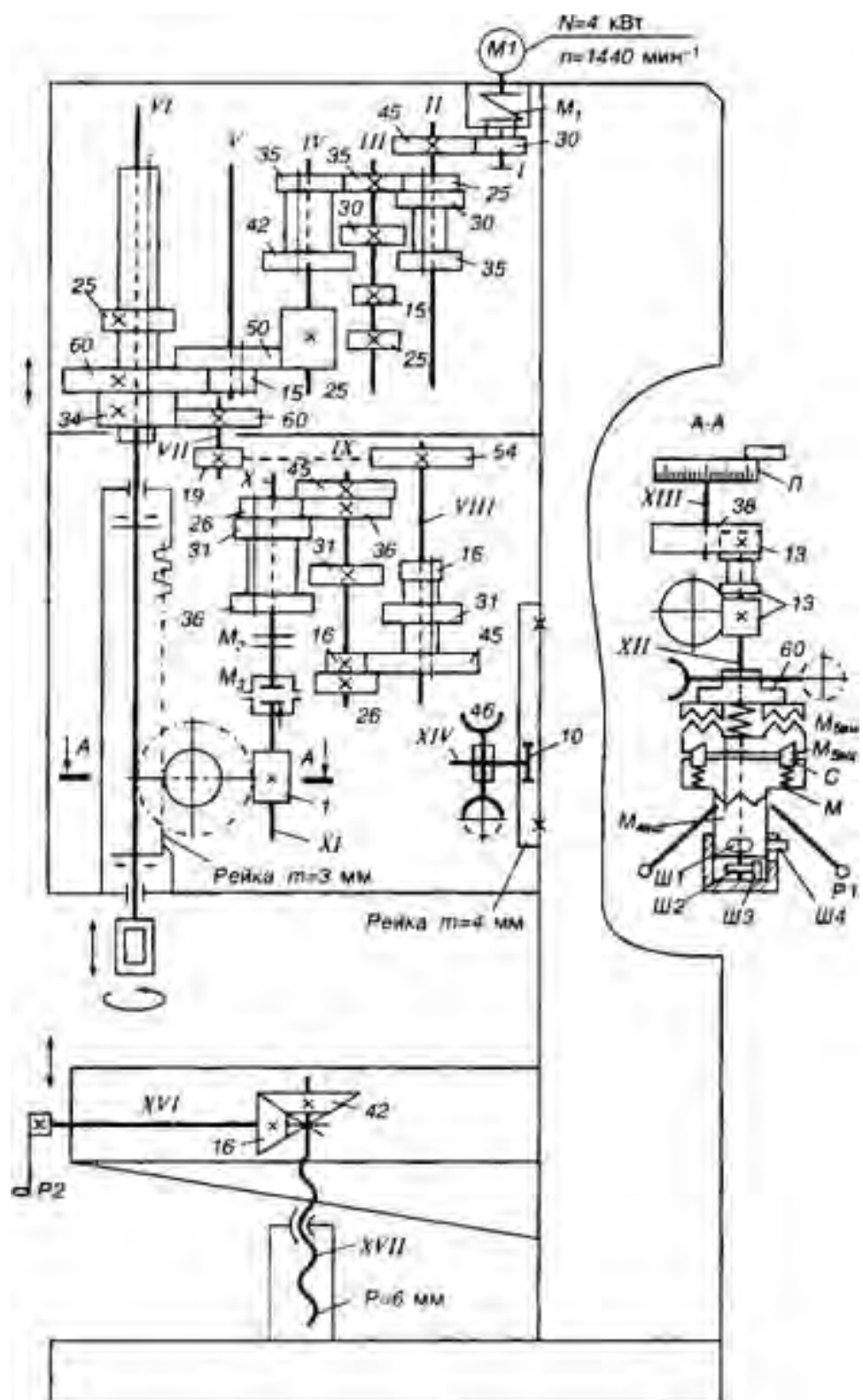


Рисунок 7 – Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка мод. 2Н135

## Задача №8

1 На кинематической схеме консольно-фрезерного станка с ЧПУ мод. 6Р13Ф2 (рисунок 8) найти механизмы, используемые для настройки и преобразования движений (главного, подачи и вспомогательного), изобразить их кинематические схемы, описать устройство и принцип работы.

2 Написать уравнения кинематического баланса кинематических цепей фрезерного станка мод. 6Р13Ф2 (рисунок 8), обеспечивающих минимальные и максимальные:

- а) частоту вращения шпинделя;
- б) продольную, поперечную и вертикальную подачи стола.

3 Проанализировать кинематическую структуру привода главного движения.

Для этого:

- выявить группы передач, составляющие кинематическую структуру привода;
- определить передаточное отношение передач в группах и рассчитать их соотношение в каждой группе;
- определить знаменатель геометрического ряда частот;
- записать структурную формулу привода с указанием конструктивного порядка и характеристик групп;

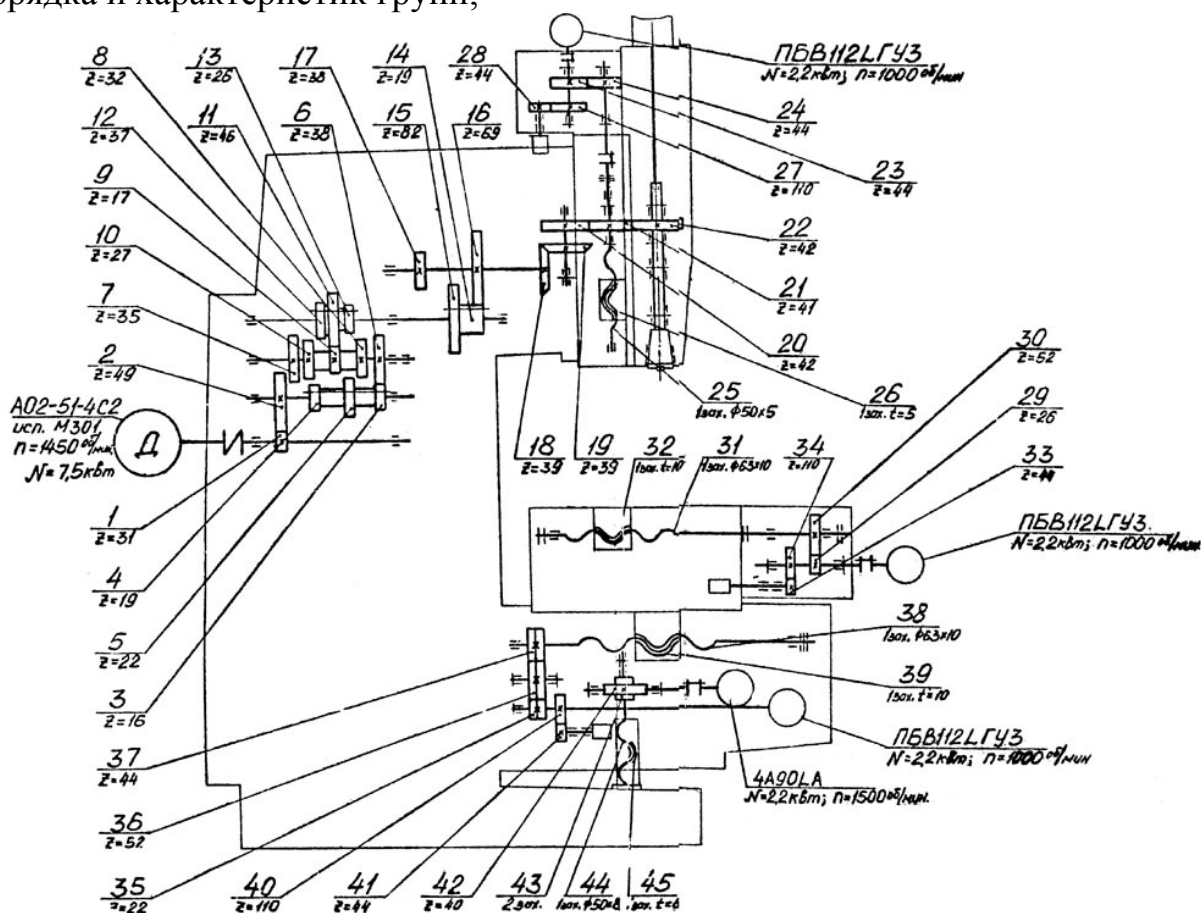


Рисунок 8 – Кинематика консольно-фрезерного станка с ЧПУ 6Р13Ф2

## Тема «Настройка зубодолбежных и зубофрезерных станков»

### Примеры решения задач

#### Настройка станка 5М32

Рассчитать настройку станка на нарезание прямозубого колеса по следующим данным.

Колесо: модуль  $m = 2,5$  мм; диаметр делительной окружности  $D_i = 157,5$  мм.

Фреза: число заходов  $k = 1$ ; наружный диаметр  $d_{фр} = 80$  мм; угол подъема винтовой линии зубьев  $\varphi = 1^\circ 59'$ , направление – правое.

Скорость резания  $V = 30$  м/мин.

$n_{ст}$ : 50, 63, 80, 105, 125, 160, 200, 240, 300.

Главное движение: 
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{фр}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 80} = 119 \text{ об/мин.}$$

Принимаем  $n_{ст} = 105$  об/мин.

#### Гитара деления и обкатки

Число зубьев колеса: 
$$Z = \frac{D_i}{m} = \frac{157,5}{2,5} = 63.$$

Передаточное отношение и шестерни гитары:

$$\frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{24}{Z} = \frac{24 \cdot 1}{63} = \frac{8 \cdot 1}{21} = \frac{2 \cdot 4}{7 \cdot 3} = \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{70}$$

Проверка сцепляемости шестерен гитары:

$$30 + 45 > 40 + 15;$$

$$40 + 70 > 45 + 15.$$

#### Угол разворота фрезерного суппорта

$$\varphi = \beta \pm \alpha = \varphi \beta = 0 \quad \varphi = 1^\circ 59'$$

## Глубина резания

$$t = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 2,5 = 5,625 \text{ мм.}$$

## Настройка станка 5М32

### Косозубое колесо с вертикальной подачей

$$\begin{aligned} m_n &= 3 \text{ мм}; & Z &= 60; & \beta &= 34^\circ 30' 36''; & \text{спираль правая} \\ k &= 1; & d_{фр} &= 112 & \varphi &= 1^\circ 40'; & \text{спираль правая} \\ v &= 35 \text{ м/мин}; & \text{величина подачи вдоль зуба колеса} &= S_o &= 1,3 \text{ мм/об}; \end{aligned}$$

### Цепь главного движения

Передаточное отношение и шестерни гитары скоростей:

$$\frac{d_4}{b_4} = 1,79 \cdot \frac{1}{d_{фр}} = 1,79 \cdot \frac{1}{112} = 0,56; \quad d = 31; \quad d = 0,56b; \quad \frac{d_4}{b_4} = \frac{31}{56}$$

### Цепь деления и обкатки

Передаточное отношение и шестерни гитары деления и обката:

$$\frac{a c}{b d} = \frac{24 \cdot K}{Z}; \quad \frac{t}{f b d} = 1; \quad \frac{a c}{f b d} = \frac{24 \cdot 1}{60 \cdot 50 \cdot 60}$$

### Цепь вертикальной подачи

$$\text{Значение вертикальной подачи: } S_B = S_o \cdot \cos \beta = 1,3 \cdot 0,824 = 1,07 \text{ мм/об.}$$

Передаточное отношение и шестерни гитары подачи:

$$\frac{d_2}{b_2} = \frac{39}{80} \cdot S = \frac{39}{80} \cdot 1,07 = 0,52; \quad d_2 = 0,52 \cdot b_2.$$
$$\frac{1,52 \cdot b}{2} = 96; \quad \frac{b}{2} = 63; \quad \text{берём } \frac{b}{2} = 64. \quad \text{Тогда } d = 32, \text{ а } \frac{d_2}{b_2} = \frac{32}{64}$$

$$\text{Фактическая подача } S_b = 1,03.$$

### Настройка гитары дифференциала

Передаточное отношение гитары дифференциала рассчитаем по формуле

$$\text{настройки: } \frac{a_3 c_3}{b_3 d_3} = \frac{7,95775 \cdot \sin \beta}{K} \cdot m_n$$

Подставив заданные значения исходных данных,

$$\frac{a_3 c_3 b_3 d_3}{3 \cdot 1} = \frac{7,95775 \cdot 0,56655}{K} = 1,502821; \quad \sin 34^\circ 30' 36'' = 0,56655;$$

Заменив десятичную дробь на простую и разложив числитель и знаменатель на простые множители, по таблице определяем колеса:

$$\frac{a_3 c_3}{b_3 d_3} = \frac{97 \cdot 55}{71 \cdot 50} \cdot \frac{89 \cdot 65}{41 \cdot 45} \cdot \frac{1}{x} = 0,66542.$$

### Угол разворота фрезерного суппорта

$$\gamma_{фр.с} = \varphi - \beta = 32^\circ 50' 36''.$$

## Настройка станка 5М32

**Червячное колесо по методу радиальной подачи со следующими исходными данными:**  $Z = 75$ ;  $m = 1,5$  мм;  $D_{фр} = 72,6$  мм;  $k = 1$ ;  $V = 32$  м/мин.

Определим требуемую частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{фр}} = \frac{1000 \cdot 32}{3,14 \cdot 72,6} = 140 \text{ об/мин},$$

принимаем  $n_{ст} = 125$  об/мин.

### Цепь деления и обкатки

По формуле настройки определяем числа зубьев шестерен гитары:

$$b d = \frac{24 \cdot k}{Z} = \frac{24 \cdot 1}{75} = \frac{24}{75} = \frac{50}{70}$$

Угол разворота фрезерного суппорта  $\gamma = 0$ .

### Глубина резания

$$t = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 1,5 = 3,375 \text{ мм.}$$

## Задачи для решения

### 1 Настроить зубодолбежный станок для нарезания прямозубого зубчатого колеса по следующим данным:

Число зубьев колеса	– 60
Модуль	– 4,5 мм
Скорость резания	– 19 м/мин
Длина зуба	– 45 мм
Перебег инструмента	– 4 мм
Круговая подача	– 0,21 мм/дв.ход
Число зубьев долбяка	– 22
Радиальная подача	– 0,03 мм/дв.ход
Подъем винтовой линии кулачка	– 76,8 мм

### 2 Настроить зубофрезерный станок для нарезания прямозубого зубчатого колеса по следующим данным:

Число зубьев колеса	170
Модуль	– 1,5 мм
Диаметр фрезы	– 140 мм
Число заходов фрезы	1
Фреза правая	
Угол подъема винтовой линии фрезы	– 4°11'
Скорость резания	– 35 м/мин
Вертикальная подача	– 2,0 мм/об

**3 Настроить зубодолбежный станок для обработки  
прямозубого колеса по следующим данным:**

Число зубьев колеса	52
Модуль	– 5 мм
Скорость резания	– 22 м/мин
Длина зуба	– 25 мм
Перебег инструмента	– 3 мм
Круговая подача	– 0,17 мм/дв.ход
Число зубьев долбяка	25
Радиальная подача	–
0,05 мм/дв.ход	Подъем винтовой линии
кулачка	–
76,8 мм	

**4 Настроить зубофрезерный станок для нарезания  
прямозубого зубчатого колеса по следующим данным:**

Число зубьев колеса	105
Модуль	– 6,5 мм
Диаметр фрезы	– 110 мм
Число заходов фрезы	2
Фреза левая	
Угол подъема винтовой линии фрезы	– 4°30'
Скорость резания	– 40 м/мин
Вертикальная подача	– 2,0 мм/об