

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 18.11.2024 00:46:10  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)**

**Кафедра машиностроительных технологий и оборудования**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

**О.Г. Локтионова**

*15.11.2021* 2021 г.

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ  
МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА**

**Методические указания по выполнению практической работы  
для студентов направления Машиностроение**

УДК 621.(076.1)

Составитель: Е.И.Яцун

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Зубкова О.С.*

**Расчет и проектирование кинематической схемы многоцелевого станка:** методические указания по выполнению практической работы/Юго-Зап. гос.ун-т; сост.: Е.И.Яцун. Курск, 2021. - 20 с. - Библиогр.: с.12.

Содержат сведения о методике проектирования приводов главного движения многоцелевых станков на основе построения графиков частот вращения; о выборе системы переключения диапазонов регулирования скорости; о правилах построения кинематической схемы привода в соответствии в ГОСТ 2.770-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики

Методические указания соответствует требованиям ФГОС, по направлению подготовки Машиностроение

Предназначены для студентов направления Машиностроение дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Усл.печ. л. [кол-во стр. : 16 x 0,93] . Уч.-изд. л. [кол-во стр. : 19].  
Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**СОДЕРЖАНИЕ**

	Стр.
Цель работы	4
Порядок выполнения работы	4
Построение графика частот вращения (ГЧВ)	5
Определение передаточных отношений передач	6
Выбор числа зубьев передач	7
Выбор принципа переключения диапазонов регулирования передач	7
Построение кинематической схемы привода главного движения	11
Библиографический список	12
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Электродвигатели постоянного тока, рекомендуемые к применению в приводах главного движения и приводах подач	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Нормальные ряды чисел в станкостроении (Нормаль станкостроения Н11-1)	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Примеры кинематических схем станков	18

### Цель работы:

1. Выполнить кинематический расчет привода главного движения.
2. Построить кинематическую схему привода в соответствии с ГОСТ 2.770-68.

### Порядок выполнения работы

1. По своим исходным данным ( $N_{расч.}$ ) выбрать тип регулируемого электродвигателя из условия  $N_{эд} \geq 1,1 \dots 1,2 N_{расч.}$  (ПРИЛОЖЕНИЕ 1):

Тип электродвигателя 2ПФ.....

Мощность электродвигателя  $N_{эд} = \dots$  кВт.

Максимальная/номинальная частота вала электродвигателя  $n_{эмакс.} = \dots$ ;  $n_{эном} = \dots$  мин<sup>-1</sup>.

2. Выбрать ряд частот от  $n_{шп.мин}$  до  $n_{шп.макс}$  для  $\phi = 1,26$  (ПРИЛОЖЕНИЕ 2): находим в колонке 1,26 первое значение от  $n_{шп.мин} = n_i$ ; каждое следующее значения ряда  $n_{i+1} = n_i \cdot \phi = n_i \cdot 1,26$ .

**Примечание.** Если напротив вашего  $n_{шп.мин}$  черточки нет, то берите относительно черты каждое следующее значение выше или ниже черты.

3. Теперь можно строить график частот вращения привода главного движения станка.

[Посмотрите фильм: Построение графика частот вращения металлорежущего станка/](#)

<https://youtu.be/D2cNTq4Ury4>

На графике вертикальные линии – валы:

I вал э/д; II – промежуточный; III – шпиндель.

Горизонтальные линии – это частоты. Их будет столько, сколько значений вы выписали от  $n_{шп.мин}$  до  $n_{шп.макс}$ . Их записать как на примере (Рис. 1) вдоль вала III. Для э/д (вал I) записать  $n_{эмакс.}$ ;  $n_{эном}$  вдоль вала I.

Передачи.

Линия вверх – повышающая передача;

Линия вниз – понижающая передача.

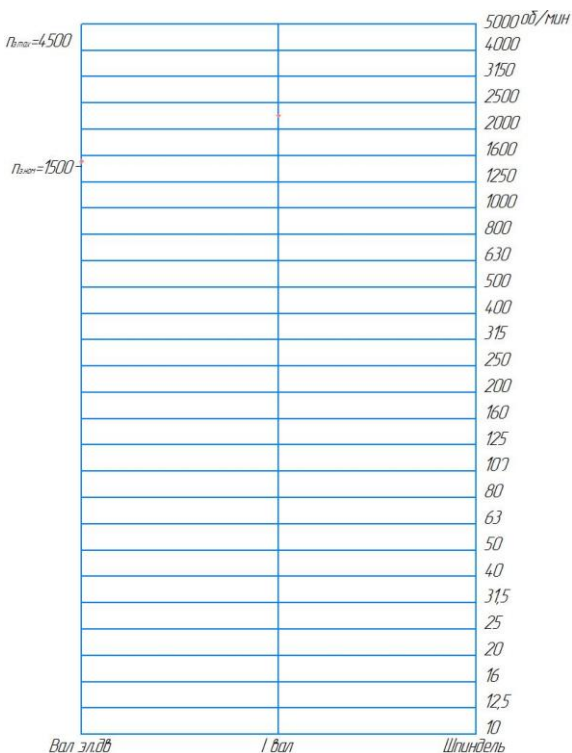
Для  $\phi = 1,26$  на графике:

повышающая передача вверх идет на 3 интервала не больше, меньше можно; понижающая передача - максимально вниз идет на 6 интервалов, меньше можно.

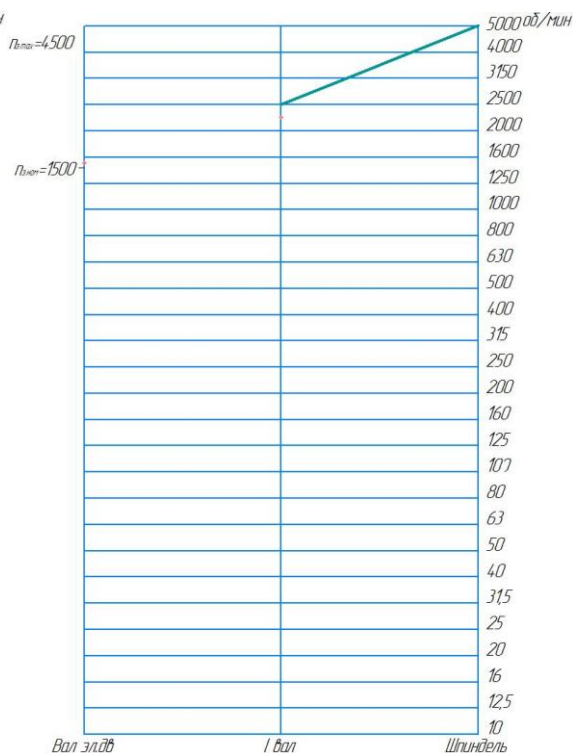
Построение лучше начать сверху от максимального значения  $n_{шп.макс.}$  на валу III.

# Этапы построения ГЧВ

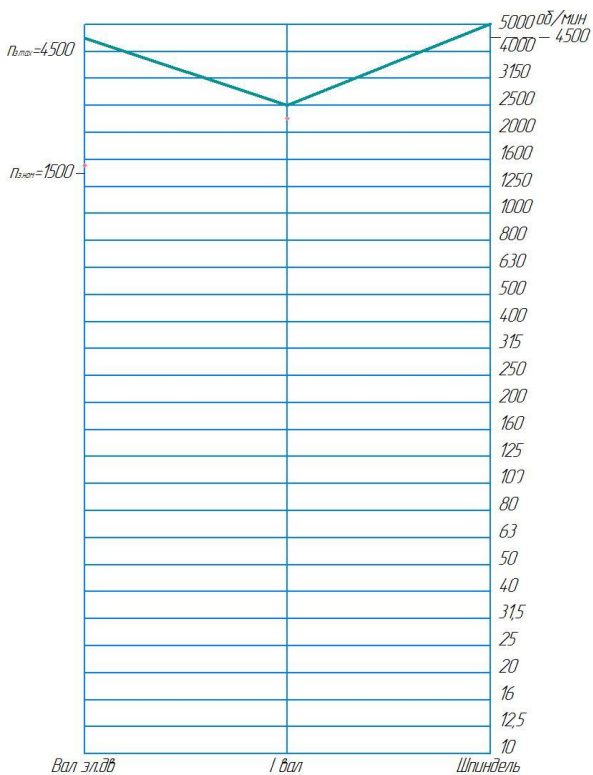
## Этап 1



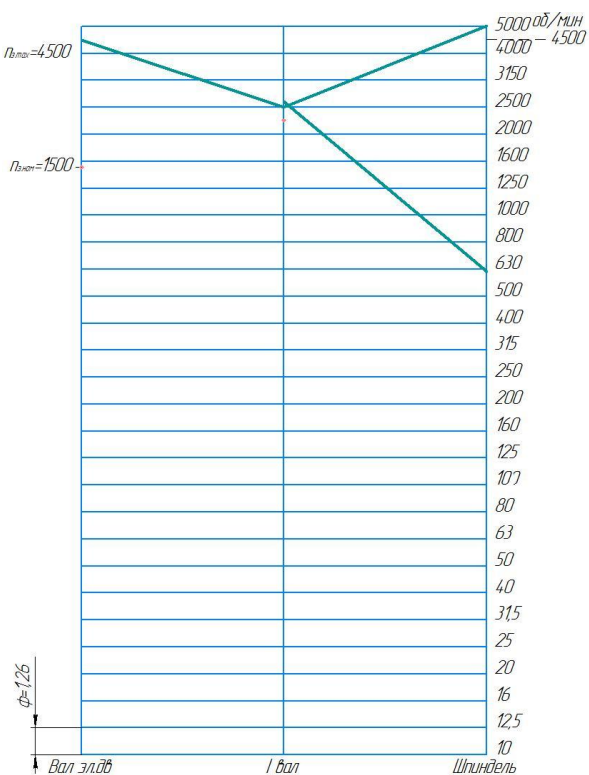
## Этап 2

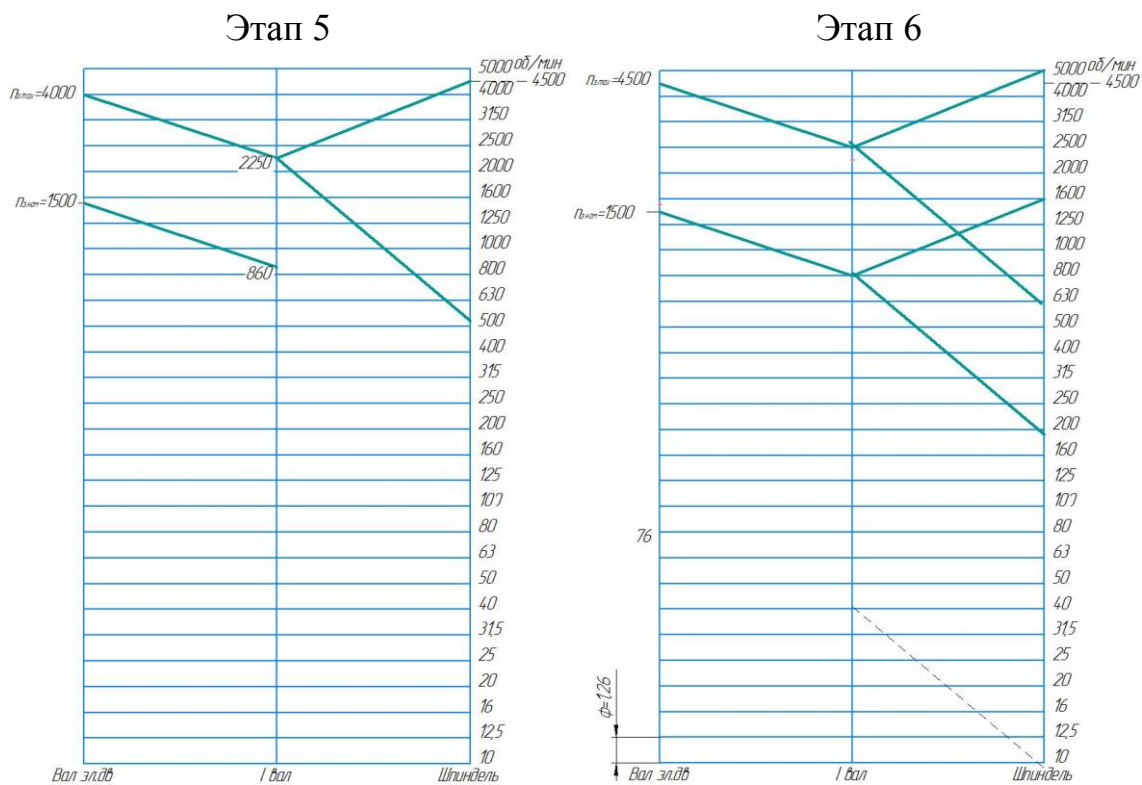


## Этап 3



## Этап 4





**Этап 7**

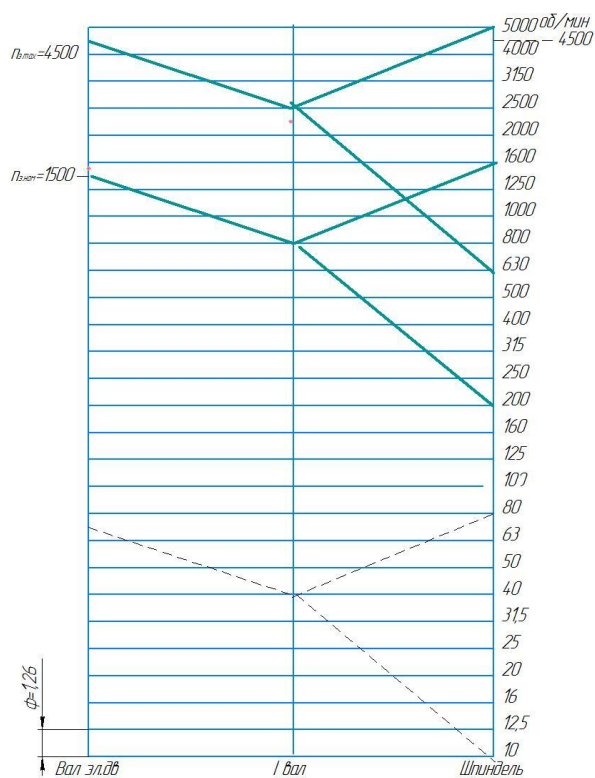


Рис. 1 Этапы построения графика частот вращения (ГЧВ)

4. Теперь надо определить передаточные отношения передач. Их в приводе три: ременная и две зубчатых передачи (Рис. 2).

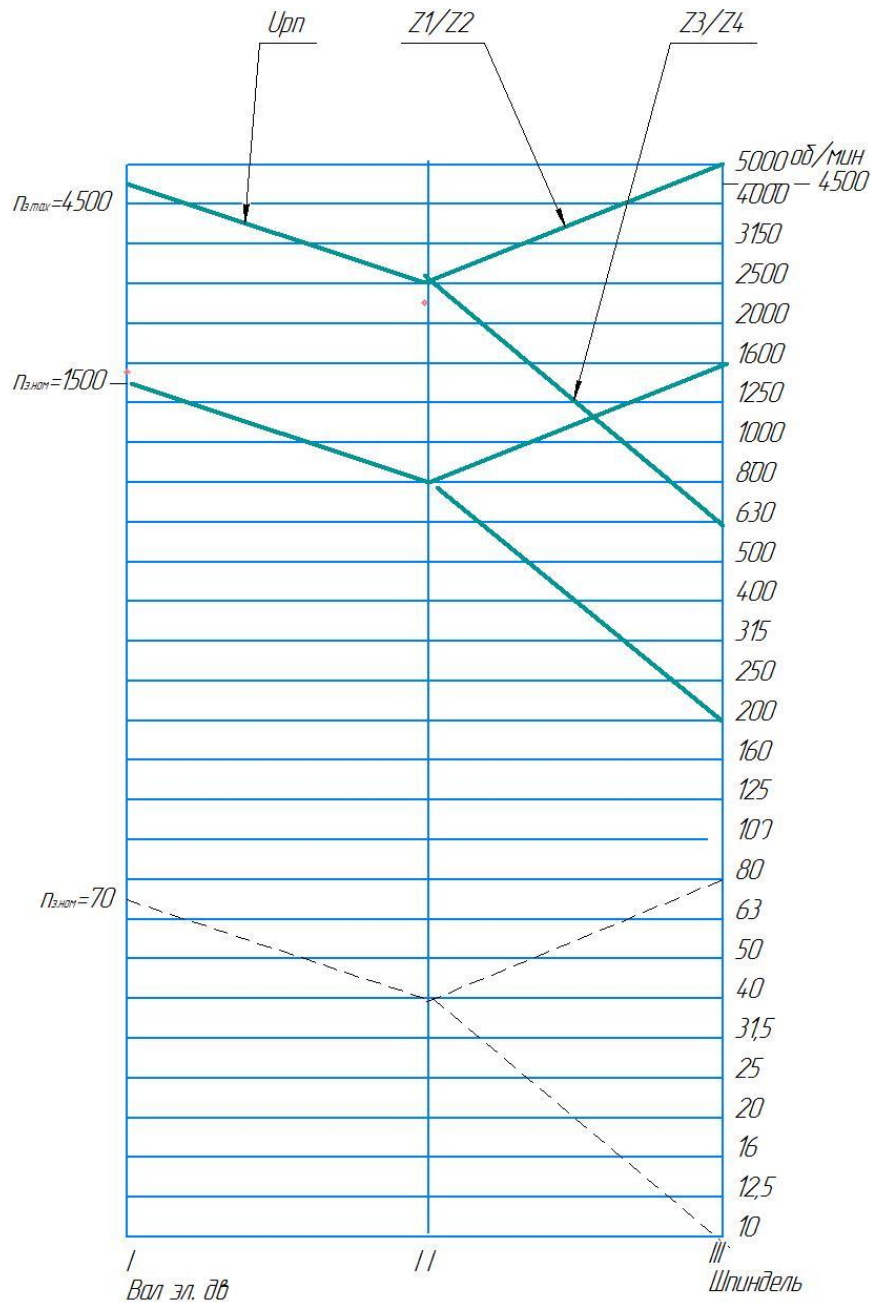


Рис. 2 График частот вращения

4.1 Постоянная (ременная) передача от вала I к валу II:

$$U_{рп} = n_{вм} / n_{вц} = d_1 / d_2.$$

Например (Рис. 2):

$$U_{р.п.} = 2500 / 4500 = 25 / 45 = d_1 / d_2.$$

Принимаем диаметры шкивов  $d_1 = 50$  мм,  $d_2 = 90$  мм.

4.2 Зубчатые передачи:

$Z_1/Z_2$  - повышающая передача  $U_1 = \varphi^k$ , где  $k$  - число интервалов вверх, их 3,

поэтому  $U_1 = \varphi^3$ .

$$U_1 = \frac{Z_1}{Z_2} = 1,26^3 = 2.$$

$Z_3/Z_4$  - понижающая передача  $U_2 = \varphi^{-6}$ .

$$U_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = 1,26^{-6} = 1/1,26^6 = 1/4.$$

5. Теперь надо выбрать числа зубьев передач.

Условие:  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 = \text{Const}$ .

$Z_{\min} = 20$ .

Для выбора чисел зубьев воспользуемся специальными таблицами [Проников А.С. Расчёт и конструирование металлорежущих станков. М., Высшая школа] / <https://www.chipmaker.ru/files/file/17432/> стр.92-93.

Например: пусть сумма чисел зубьев 103.

$$\text{Тогда } Z_1 + Z_2 = 99; Z_3 + Z_4 = 99 \quad (1).$$

Находим в таблице число зубьев одного из колес; число зубьев другого определяем из уравнения (1):

Если  $Z_1 = 33$ , то  $Z_2 = 99 - 33 = 66$ . Тогда  $Z_1/Z_2 = 2 = 66/33$  с учетом того, что передача повышающая.

$Z_3 = 20$ ;  $Z_4 = 99 - 20 = 79$ . Тогда  $Z_3/Z_4 = 1/4 = 20/79$  - передача понижающая.

6. Теперь можно строить кинематическую схему привода главного движения.

6.1 Сначала следует выбрать принцип переключения диапазонов регулирования передач в приводе главного движения обрабатываемого центра.

Варианты переключения:

- с помощью вилок и гидроцилиндра (Рис. 3, 4);
- электромагнитными муфтами (Рис. 5-7);
- барабаном (Рис. 8).



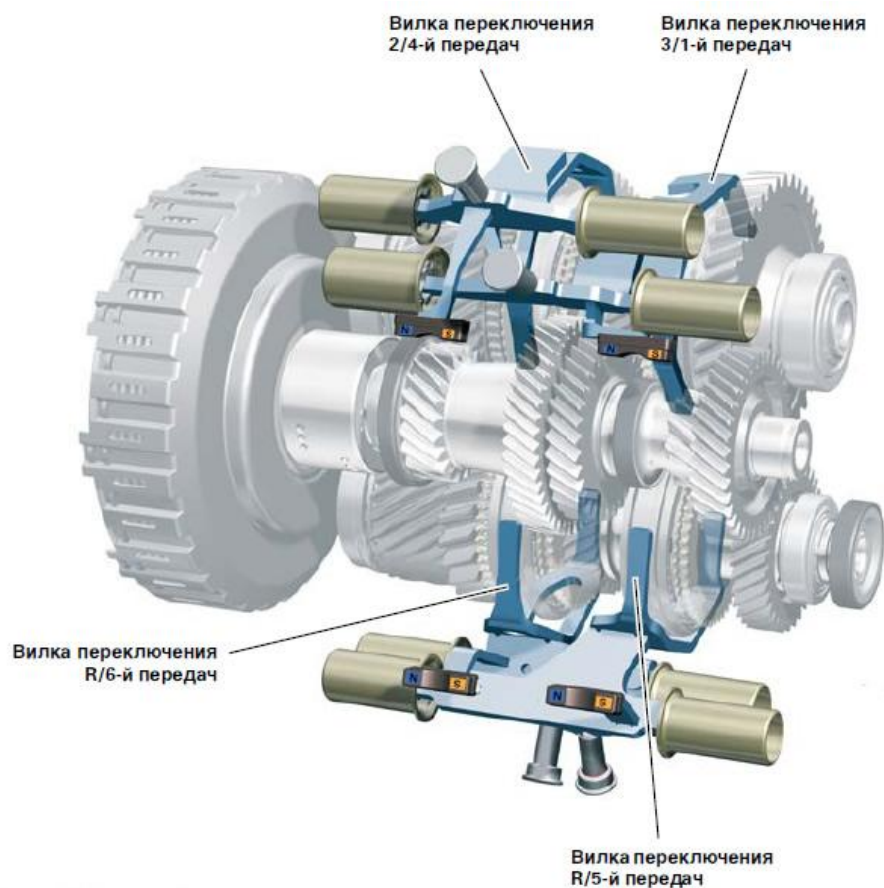


Рис. 3 Переключение блоков зубчатых колес с помощью вилок и гидроцилиндра

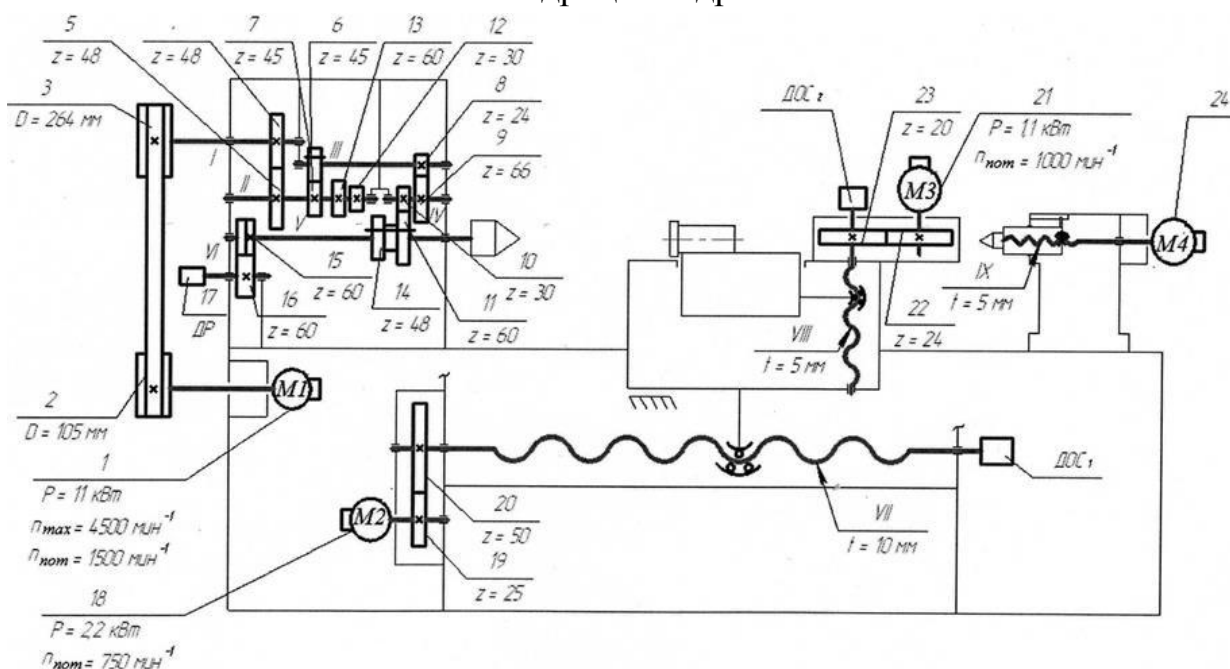


Рис. 4 Кинематическая схема привода главного движения токарного станка с ЧПУ – переключение скорости блоками колес

Посмотрите фильм/ <https://youtu.be/ywmMxacPUeI>

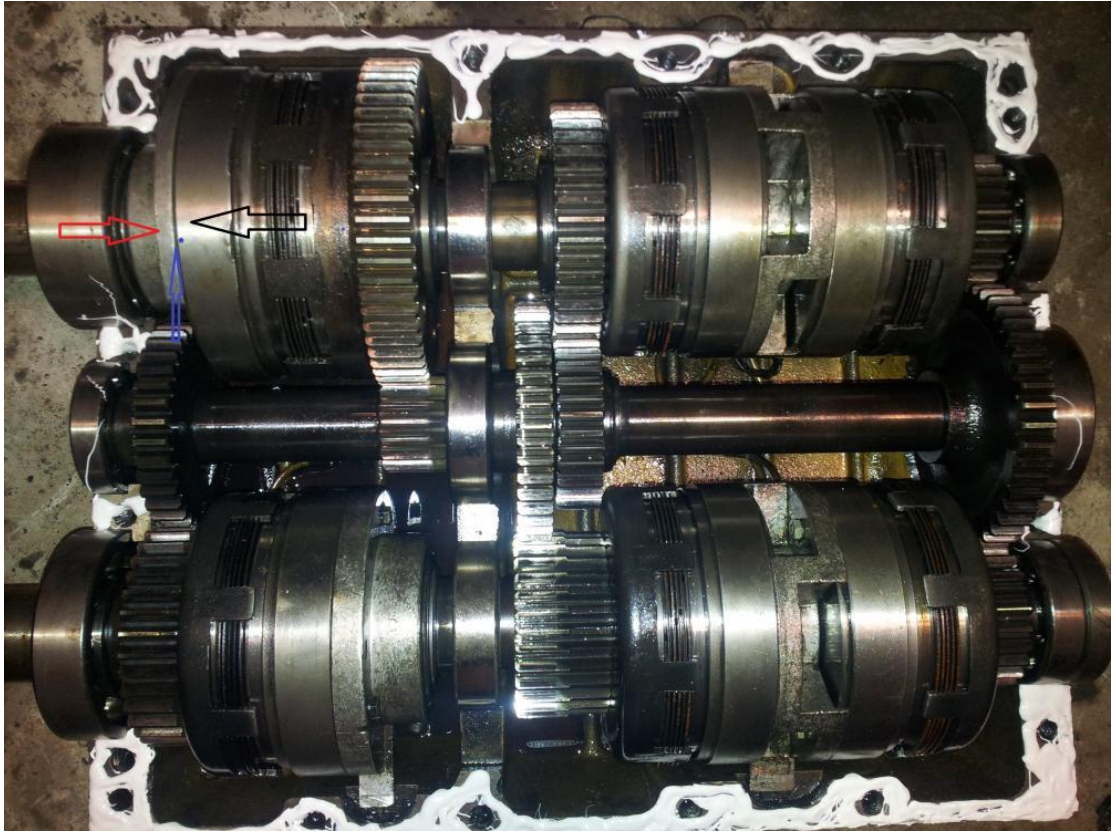


Рис. 5 Переключение передач электромагнитными муфтами

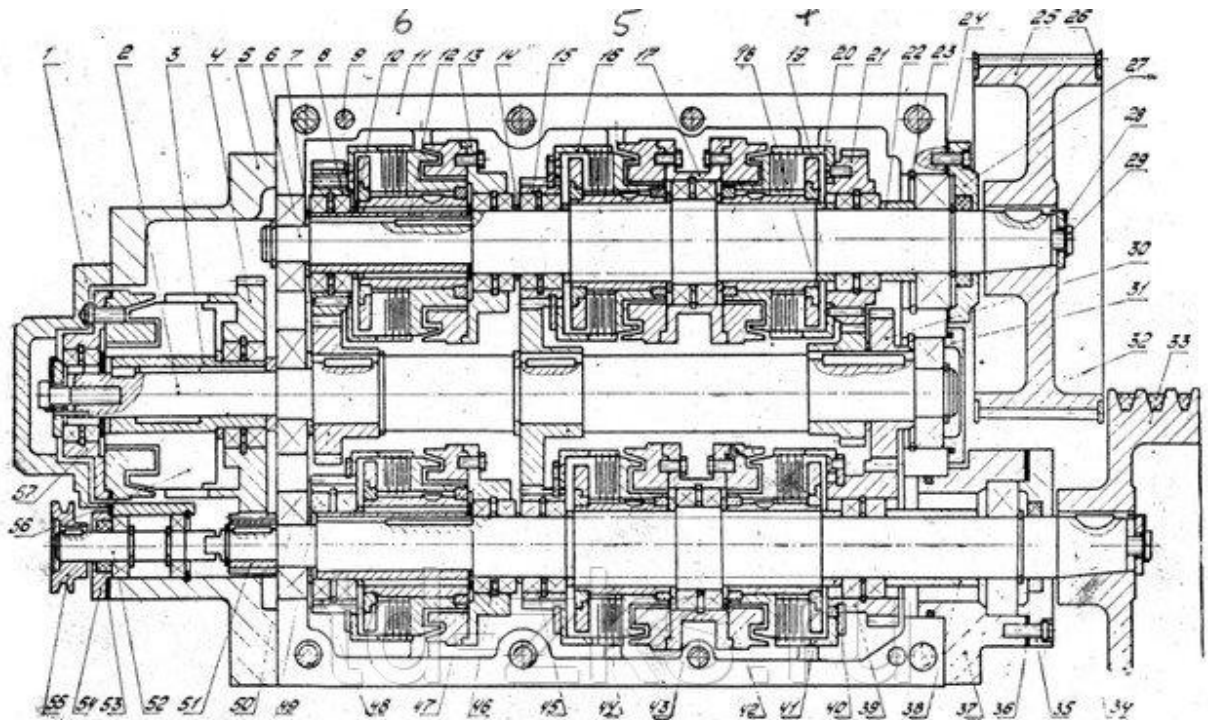


Рис. 6 Переключение передач электромагнитными муфтами – сборочный чертеж

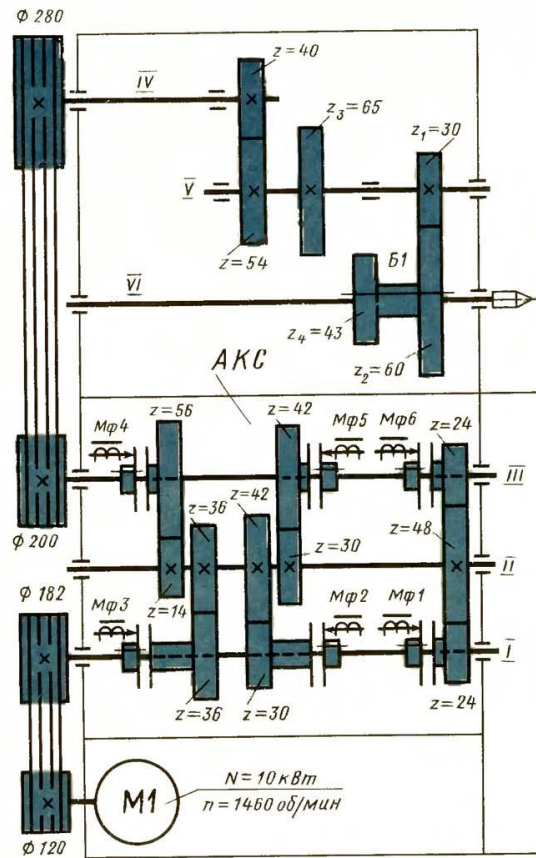


Рис. 7 Кинематическая схема с автоматической коробкой скоростей (АКС) с электромагнитными муфтами

Посмотрите фильм/ <https://youtu.be/yswmg5e1Z-Y>

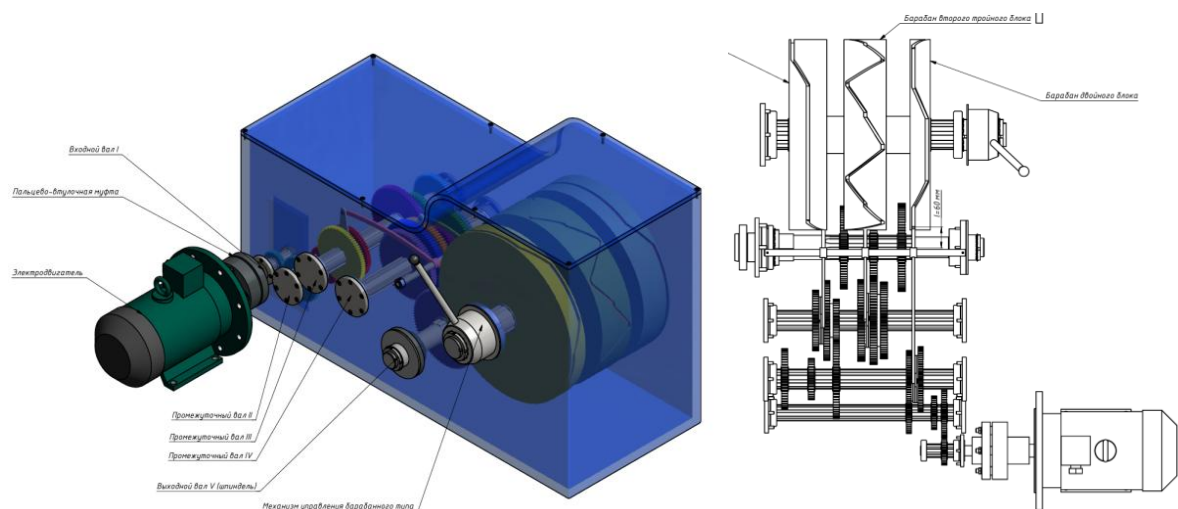


Рис. 8 Коробка с переключением скоростей с помощью барабана

## 6.2 Построение кинематической схемы привода главного движения обрабатывающего центра (ПРИЛОЖЕНИЕ 3)

Любой станок, оснащенный блоками ЧПУ, обладает рабочими органами, которым с помощью управляющих программ сообщаются определенные движения, зависящие от характера выполняемых работ. В ходе эксплуатации устройств используются стандартные кинематические схемы.

**Кинематическая схема станка** с компьютерным управлением состоит из нескольких кинематических цепей, каждая из которых включает в себя кинематические пары и звенья.

**Кинематическими звеньями** принято считать:

- зубчатые колеса станка;
- ходовые винты;
- шкивы и др.

Все кинематические схемы должны быть составлены в соответствии с требованиями ГОСТ 3462-61.

### **Кинематические группы**

При формировании кинематических схем основополагающее значение имеют кинематические группы.

В них включают:

1. **Источник движения** - двигатели различных типов.
2. **Исполнительные органы**, которые принимают непосредственное участие в формировании траектории исполнительного движения. К ним относят шпиндели, суппорты, рабочие столы и т. д.
3. **Органы настройки** двигательных параметров - коробки скоростей, подачи, вариаторы и др.
4. **Кинематические связи** – передачи зубчатые, ременные и т.д.

## Библиографический список

1. Компоновка металлообрабатывающих станков и проектирование приводов: методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектов, практических и лабораторных заданий/Юго-Зап. гос.ун-т; сост.: Е.И.Яцун. Курск, 2013. 108 с.
2. <https://www.chipmaker.ru/files/file/17432/> Проников А.С. Расчёт и конструирование металлорежущих станков. М., Высшая школа]
3. <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/5130/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82.pdf?sequence=1/> В.И. Глубокий, В.И. Туромша. Расчет главных приводов станков с ЧПУ Методическое пособие по дисциплине «Конструирование и расчет станков» для студентов машиностроительных специальностей Минск БНТУ 2011.
4. ГОСТ 3462-61 ГОСТ 2.770-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Электродвигатели постоянного тока,  
 рекомендуемые к применению в приводах главного движения и приводах  
 подач

Тип электродвигателя	Номинальная мощность электродвигателя $N_3$ кВт	Частота вращения электродвигателя $n_3$ мин <sup>-1</sup> .	
		$n_{3 \text{ ном.}}$ номинальная	$n_{3 \text{ max}}$ максимальная
2ПФ-132 МГУ4	2,0	750	3000
2ПБ-132 МГУ4	1,1	750	3000
2ПБ-160 МГУ4	2,1	750	3000
2ПБ-132 МГУ4	2,4	1500	4000
2ПБ-160 МГУ4	2,5	1000	4000
2ПБ-160 МГУ4	2,5	750	3000
ПБСТ-43 У4	2,8	1500	3600
ПБСТ-53 У4	3,3	1000	3000
ПБСТ-62 У4	4,7	1000	3000
ПБСТ-63 У4	5,4	1000	3000
ПБСТ-62 У4	7,2	1600	3600
ПБСТ-63 У4	7,8	1500	3600
2ПФ-132 МГУ4	4,0	1500	4000
2ПФ-132 ГУ4	4,2	1000	3000
2ПФ-160 МГУ4	4,2	750	2500
2ПФ-132 ГУ4	5,5	1500	4000
2ПФ-160 ГУ4	5,6	750	2500
2ПФ-160 МГУ4	6,0	1000	3000
2ПФ-160 МГУ4	7,5	1500	4000
2ПФ-160 ГУ4	8,0	1000	3000
2ПФ-180 МГУ4	9,0	750	2500

2ПФ-160 ГУ4	10,0	1500	4000
2ПБ-132 ГУ4	3,2	1500	4000
2ПБ-160 ГУ4	3,2	1000	3000
2ПБ-180 МГУ4	3,4	750	2500
2ПБ-180 ГУ4	4,2	750	2500
2ПБ-180 МГУ4	4,5	1000	3000
2ПБ-160 ГУ4	5,3	1500	4000
2ПБ-180 ГУ4	5,6	1000	3000
2ПБ-220 ГУ4	6,0	750	2500
2ПО-160 ГУ4	3,2	750	2500
2ПО-160 ГУ4	4,0	1000	3000
2ПО-180 МГУ4	4,5	750	2500
2ПО-180 ГУ4	5,2	750	2500
2ПО-160 МГУ4	6,0	1500	4000
2ПО-200 МГУ4	6,0	750	2500
2ПО-180 МГУ4	6,3	1000	3000
2ПО-160 ГУ4	7,1	1500	4000
2ПО-200 ГУ4	7,1	750	2500
2ПО-180 ОГУ4	7,5	1000	3000
ПБСТ-53 У4	3,3	1000	3000
ПБСТ-52 У4	4,1	1500	3600
ПБСТ-53 У4	4,8	1500	3600

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Нормальные ряды чисел в станкостроении  
(Нормаль станкостроения Н11-1)

Знаменатели рядов предпочтительных чисел													
1,060	1,12	1,26	1,58	1,41	1,78	2,00	1,060	1,12	1,26	1,58	1,41	1,78	2,00
0,100	-	-	-		-		1,000	-	-	-	-	-	-
0,106							1,060						
0,112	-						1,120	-					
0,118							1,180						
0,125	-	-		-		-	1,250	-	-				
0,132							1,320						
0,140	-						1,400	-			-		
0,150							1,500						
0,160	-	-	-				1,600	-	-	-			
0,170							1,700						
0,180	-			-	-		1,800	-				-	
0,190							1,900						
0,200	-	-					2,000	-	-		-		-
0,212							2,120						
0,224	-						2,240	-					
0,236							2,360						
0,250	-	-	-	-		-	2,500	-	-	-			
0,265							2,645						
0,280	-						2,800	-			-		
0,300							3,000						
0,315	-	-			-		3,150	-	-			-	
0,335							3,350						
0,355	-			-			3,550	-					
0,375							3,750						
0,400	-	-	-				4,000	-	-	-	-		-
0,425							4,250						
0,450	-						4,500	-					
0,475							4,750						
0,500	-	-		-		-	5,000	-	-				
0,530							5,300						
0,560	-				-		5,600	-			-	-	
0,600							6,000						
0,630	-	-	-				6,300	-	-	-			
0,670							6,700						
0,710	-			-			7,100	-					
0,750							7,500						
0,800	-	-					8,000	-	-		-		-
0,850							8,500						
0,900	-						9,000	-					
0,950							9,500						



## Продолжение прилож. 2

1,060	1,12	1,26	1,58	1,41	1,78	2,00	1,060	1,12	1,26	1,58	1,41	1,78	2,00
10,00	-	-	-		-		100,0	-	-	-		-	
10,60							106,0						
11,20	-			-			112,0	-					
11,80							118,0						
12,50	-	-					125,0	-	-		-		-
13,20							132,0						
14,00	-						140,0	-					
15,00							150,0						
16,00	-	-	-	-		-	160,0	-	-	-			
17,00							170,0						
18,00	-				-		180,0	-			-	-	
19,00							190,0						
20,00	-	-					200,0	-	-				
21,20							212,0						
22,40	-			-			224,0	-					
23,60							236,0						
25,00	-	-	-				250,0	-	-	-	-		-
26,45							264,5						
28,00	-						280,0	-					
30,00							300,0						
31,50	-	-		-	-	-	315,0	-	-			-	
33,50							335,0						
35,50	-						355,0	-			-		
37,50							375,0						
40,00	-	-	-				400,0	-	-	-			
42,50							425,0						
45,00	-			-			450,0	-					
47,50							475,0						
50,00	-	-					500,0	-	-		-		-
53,00							530,0						
56,00	-				-		560,0	-				-	
60,00							600,0						
63,00	-	-	-	-		-	630,0	-	-	-			
67,00							670,0						
71,00	-						710,0	-			-		
75,00							750,0						
80,00	-	-					800,0	-	-				
85,00							850,0						
90,00	-			-			900,0	-					
95,00							950,0						

## Продолжение прилож. 2

1,060	1,12	1,26	1,58	1,41	1,78	2,00
1000	-	-	-	-	-	-
1060						
1120	-					
1180						
1250	-	-				
1320						
1400	-			-		
1500						
1600	-	-	-			
1700						
1800	-				-	
1900						
2000	-	-		-		-
2120						
2240	-					
2360						
2500	-	-	-			
2645						
2800	-			-		
3000						
3150	-	-			-	
3350						
3550	-					
3750						
4000	-	-	-	-		-
4250						
4500	-					
4750						
5000	-	-				
5300						
5600	-			-	-	
6000						
6300	-	-	-			
6700						
7100	-					
7500						
8000	-	-		-		-
8500						
9000	-					
9500						

## Примеры кинематических схем станков

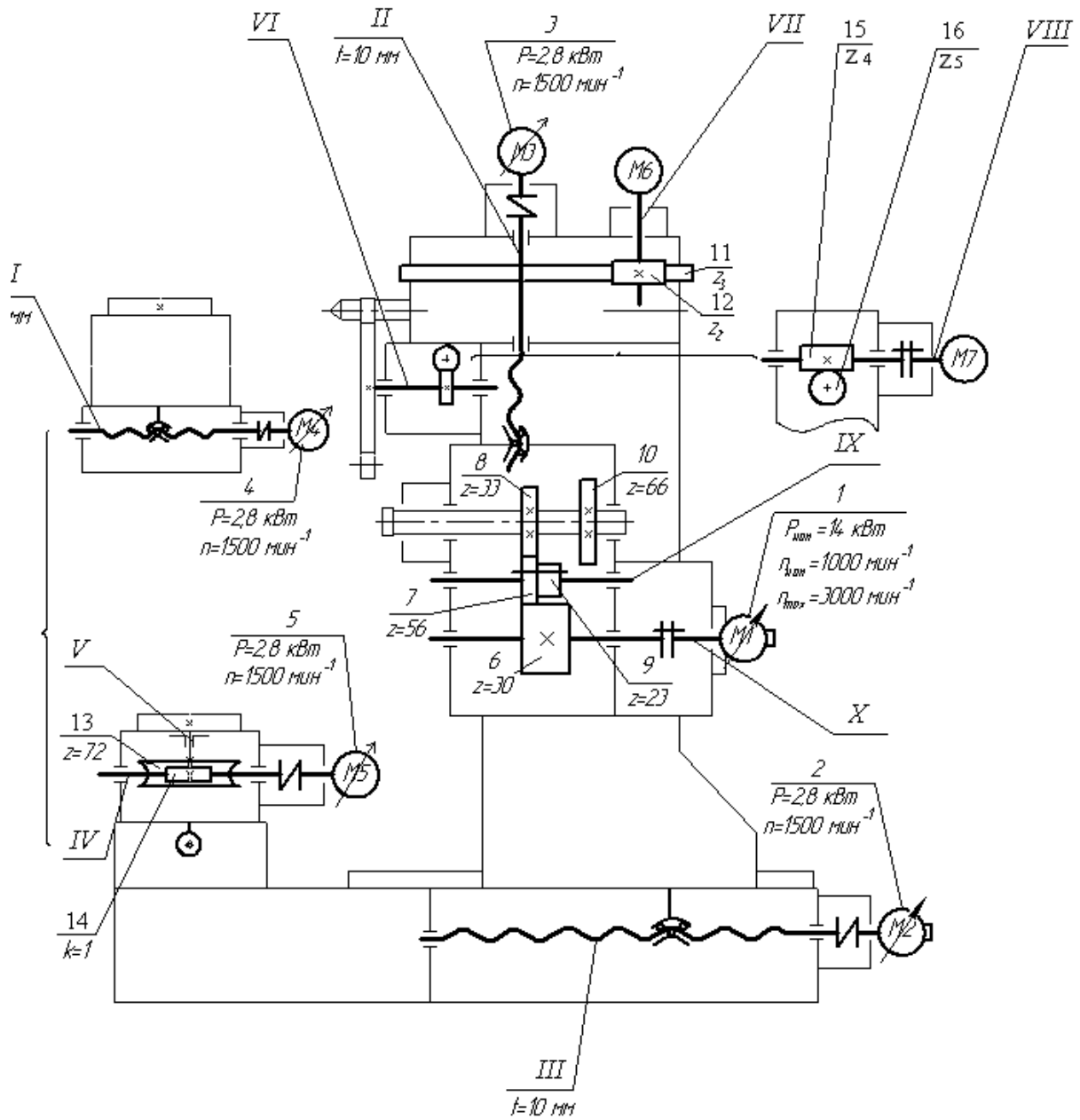


Рис. П1 Кинематическая схема горизонтально-расточного станка

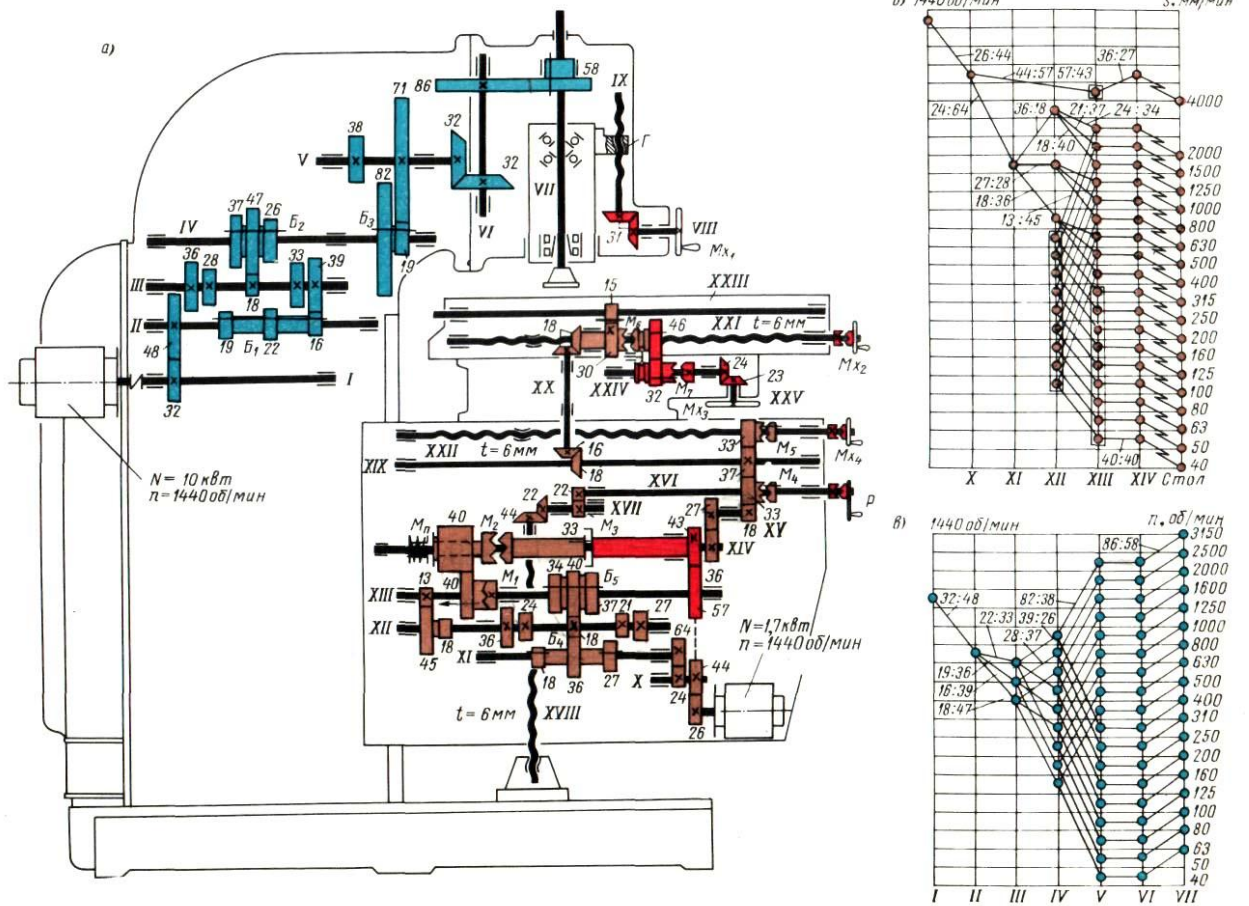


Рис. П2 Кинематическая схема горизонтально-фрезерного станка

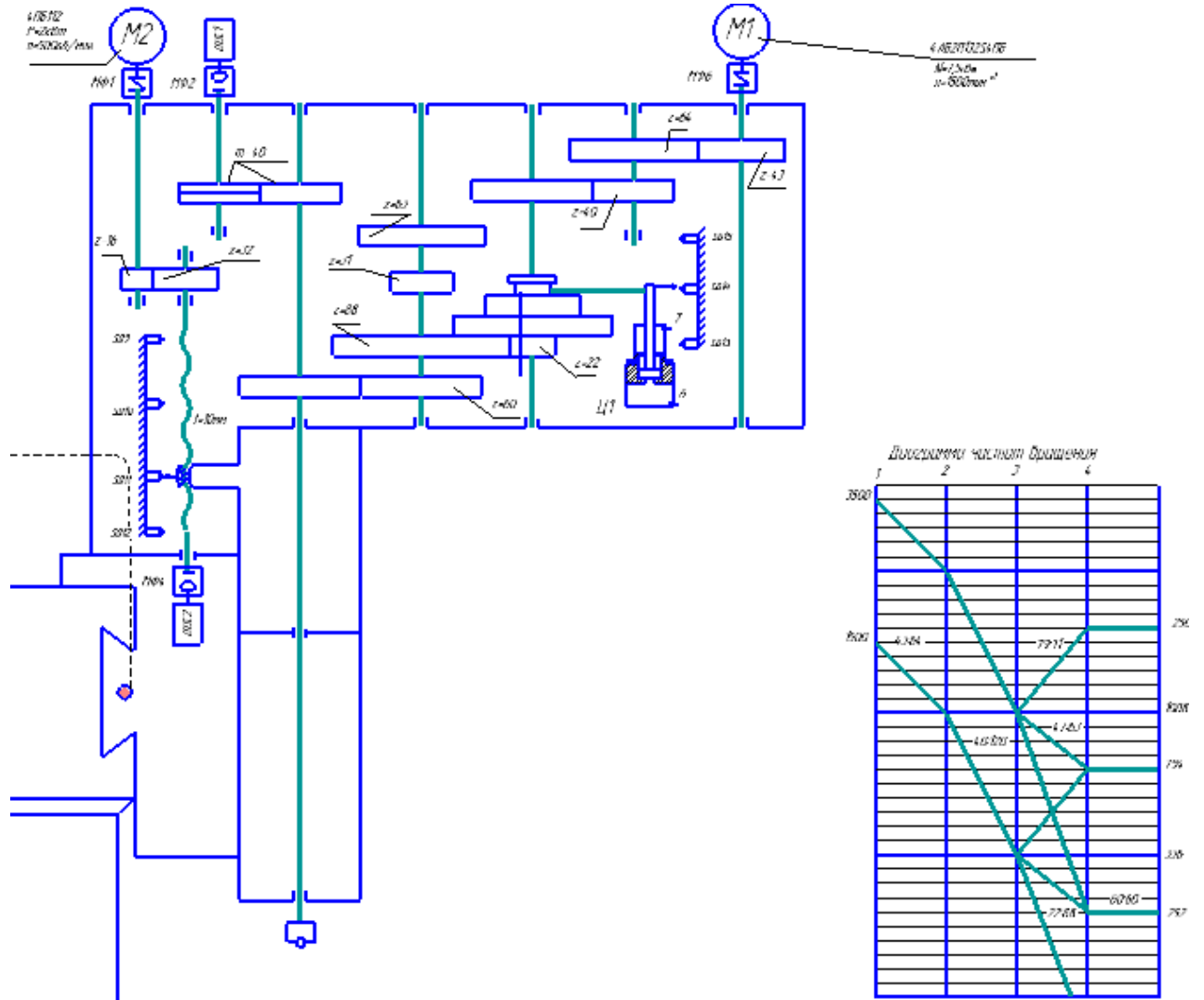


Рис. ПЗ Кинематическая схема вертикально-фрезерного станка

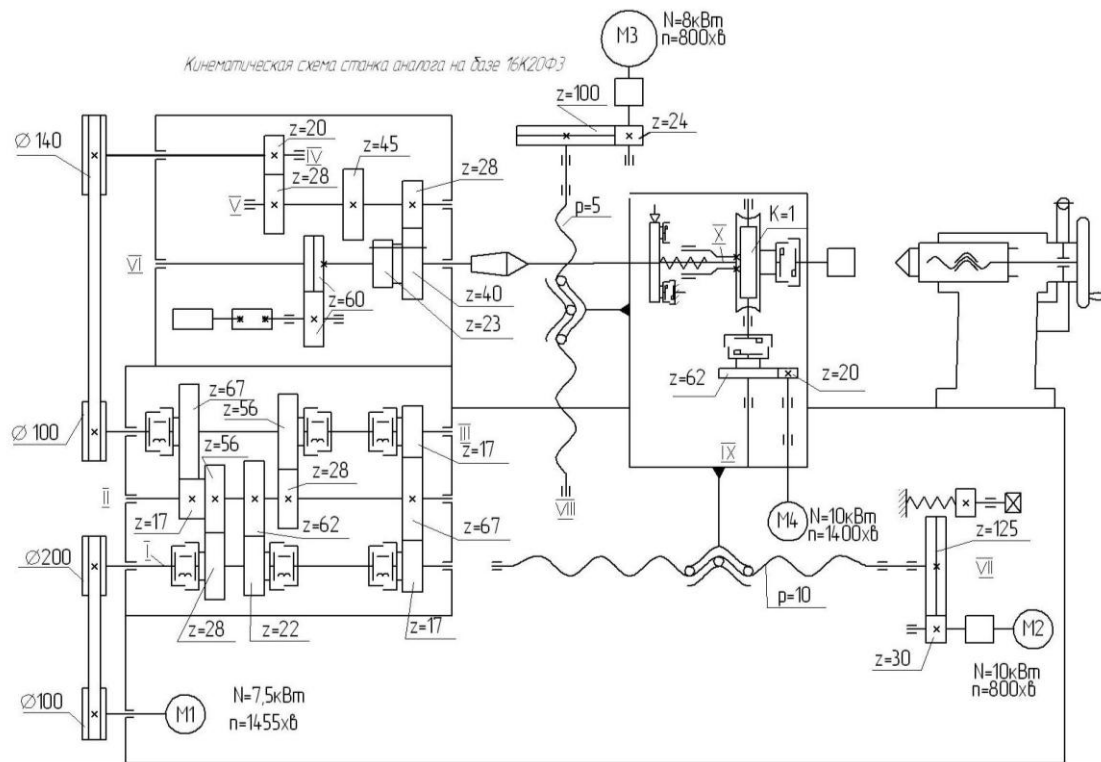


Рис. П4 Кинематическая схема токарного станка