МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Озерский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ОТИ НИЯУ МИФИ)

А.А. Комаров

Методические материалы к аудиторным занятиям по курсу «Оборудование машиностроительных производств»

Озерск, 2017

Теоретический материал

Системы обозначений металлорежущих станков

Существует несколько видов классификации:

I. По степени специализации:

- ✓ Универсальные (станки общего назначения). Предназначены для обработки различных по конфигурации и размерам деталей. Применяются в единичном и мелко-серийном производстве;
- ✓ Специализированные станки. Предназначены для изготовления групп однотипных деталей. Применяются в серийном и крупно-серийном производстве;
- ✓ Специальные станки. Предназначены для изготовления одной детали или ряда деталей одного типа размеров. Применяются в массовом производстве.

II. По степени точности:

- ✓ Станки нормальной точности – Н;
- ✓ Станки повышенной точности – П;
- ✓ Станки высокой точности – В;
- ✓ Станки особо высокой точности – А;
- ✓ Особо точные станки – С.

III. По массе:

- ✓ Легкие (до 1т);
- ✓ Нормальные (до 10т);
- ✓ Крупные (до 30т);
- ✓ Тяжелые (до 100т);
- ✓ Особо тяжелые (уникальные) (свыше 100т).

IV. По размерным рядам, характеризующим наибольшие размеры обрабатываемых заготовок или геометрические размеры станка.

Для станков, обрабатывающих тела вращения, основным размером является диаметр заготовки; для станков, обрабатывающих отверстия – максимальный диаметр отверстий; для станков, обрабатывающих призматические заготовки устанавливаются габаритные размеры стола, либо наибольшие перемещения стола или ползуна.

Существуют стандартные ряды:

R5 $\varphi = \sqrt[5]{10} = 1{,}6(1{,}58)$

R10 $\varphi = \sqrt[10]{10} = 1{,}25$

$\varnothing_{max}$=100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000

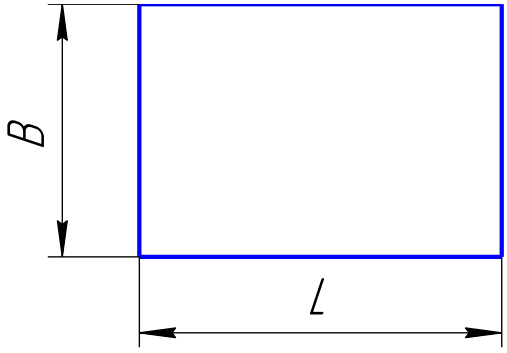


Рисунок 1.

Таблица

Номер стола	Габариты B×L
0	160×800
1	250×1000
2	315×1250

V. Классификация металлорежущих станков по ЭНИМС

Металлорежущий станок - машина для обработки резанием металлических и др. материалов, полуфабрикатов или заготовок с целью получения из них изделий путём снятия стружки режущим инструментом.

По ЭНИМС:

Каждый станок получает обозначение своей модели:

X X X X (3-х или 4-х цифровое обозначения)

Порядок расстановки цифр:

1-я цифра: номер группы станка

2-я цифра: тип станка (тип станка в соответствии с таблицей «Классификация станков»)

3-я и 4-я (или просто 3): типоразмер станка (номер стола)

Буквы между цифрами обозначают модификацию станка.

Столбец - первая цифра модели станка, строка - вторая цифра.

Например: 16А20Ф3 - 1 - Токарная группа, 6 - Токарные и лобовые.

Таблица «Классификация станков»

Наименование	Группа	1 тип	2 тип	3 тип	4 тип
Токарные	**1**	Автоматы и п/а одношпиндельные	Автоматы и п/а многошпиндельные	Револьверные	Сверлильно-отрезные
Сверлильные и расточные	**2**	Вертикально-сверлильные	Полуавто-маты одношпиндельные	Полуавтоматы многошпиндельные	Координатно-расточ-ные
Шлифовальные, доводочные	**3**	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные
Комбинированные, электро-физико-химические	**4**	Универсальные	Полуавтоматы	Автоматы	Электрохимические
Зубо- и резьбообрабатывающие	**5**	Зубострогальные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные для цилиндр-х колес и шлицевых валиков	Для обработки червячных колес
Фрезерные	**6**	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия	-	Копировальные и гравировальные
Строгальные, долбежные и протяжные	**7**	Продольные одностоечные	Продольные двухстоечные	Поперечно-строгальные	Долбежные
Разрезные	**8**	Отрезные с токарным резцом	Отрезные со шлифовальным кругом	Отрезные с фрикционным диском	Правильно-отрезные
Разные	**9**	Муфто- и трубообрабатывающие	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентрово-обдирочные	-

Наименование	Группа	5 тип	6 тип	7 тип	8 тип	9 тип
Токарные	**1**	Карусельные	Токарные и лобовые	Многорезцовые	Специализированные	Разные токарные
Сверлильные и расточные	**2**	Радиально-сверлильные	Расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
Шлифовальны, доводочные	**3**	-	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные и полировальные	Разные станки, раб. с прим. абр. мат.
Комбинированные электро- физико-химические	**4**	Электроискровые	-	Электроэрозионные, ультразвуковые	Анодно-механические	-
Зубо- и резьбообрабатывающие	**5**	Для обработки торцов зубьев	Резьбофрезерные	Зубоотделочные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообрабатывающие
Фрезерные	**6**	Вертикальные бесконсольные	Продольные	Широкоуниверсальные	Горизонтальные консольные	Разные фрезерные
Строгальные, долбежные и протяжные	**7**	Протяжные горизонтальные	-	Протяжные вертикальные	-	Разные строгальные
Разрезные	**8**	Пилы ленточные	Пилы дисковые	Пилы ножовочные	-	-
Разные	**9**	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	-	-

В зависимости от управления станка существуют ***дополнительные индексы:***
Ц – циклическое управление.
Т – операторное управление.
Ф – числовое управление.
Ф1 - станок с цифровым индикатором.
Ф2 - с позиционной системой ЧПУ.
Ф3 – с контурной системой ЧПУ.
Ф4, Ф5 - универсальная система ЧПУ.
Также при обозначении станка можно встретить следующие буквы:

Р - станок с револьверной головкой;

М - означает наличие у станка магазина накопителя.

Например:

16К20 ГПМ ПФ3РМ (с контурной системой ЧПУ, с револьверной головкой и магазином накопителем для заготовок)

Таблица «Виды станков»

	Модель станка	Вид станков
1	5А12 и 514	Зубодолбежные станки
2	3А240	Внутришлифовальный станок
3	7А256	Продольно-строгальный станок
4	5К324А	Зубофрезерный полуавтомат
5	736	Поперечно-строгальный станок
6	163А	Токарно-винторезный станок
7	6Р11Ф3-1	Вертикально-фрезерный консольный станок
8	6Б75ВФ1	Фрезерный широко универсальный станок
9	5В830	Зубошлифовальный полуавтомат высокой точности
10	3В161	Круглошлифовальный полуавтомат
11	7Б58	Станок протяжной горизонтальный
12	16К20Ф3	Токарно-винторезный станок
13	8Б72	Станок ножовочный
14	1336М	Токарно-револьверный станок
15	372Б	Плоскошлифовальный станок
16	1К62	Токарно-винторезный станок
17	2А150	Вертикально-сверлильный станок
18	9765М	Станок балансировочный зарезонансный для статической балансировки
19	2А125	Вертикально-сверлильный станок
20	6Н10	Вертикально-фрезерный консольный станок
21	3Е711ВФ3-1	Плоскошлифовальный станок
22	2Р135Ф2 – 1	Вертикально-сверлильный станок
23	2Н57	Радиально-сверлильный станок
24	6Н81	Горизонтально-фрезерный станок универсальный
25	7403, 7405	Станок долбежный с гидравлическим приводом
26	2620Г	Горизонтально-расточный станок
27	3756	Плоскошлифовальный станок
28	3185	Бесцентрово-шлифовальный полуавтомат повышеной точности
29	6902ПМФ2	Сверлильно-фрезерно-расточной станок
30	3М151Ф2	Круглошлифовальный станок
31	3Г182	Бесцентрово-шлифовальный полуавтомат
32	8А544	Автомат ленточно-отрезной
33	2А135	Вертикально-сверлильный станок

	Модель станка	Вид станков
34	5350А	Шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат
35	2А53	Радиально-сверлильный станок
36	1В61	Токарно-винторезный станок
37	1В340Ф30	Токарно-револьверный станок

Существует также кодовая система обозначения станков: XX (обозначают признак станка)

Таблица «Кодовое обозначение категорий станков»

№	Категории металлорежущих станков	Код
1	Специализированные станки	11
2	Специальные станки	12
3	Крупные станки массой более 10 т	21
4	Тяжелые станки массой 30-100 т	22
5	Уникальные станки массой более 100 т	23
6	Базовая модель из унифицированной гаммы	31
7	Унифицированная модель, не входящая в гамму	32
8	Полуавтоматы всех технологических групп	41
9	Автоматы всех технологических групп	42
10	Станки, приспособленные для встраивания в автоматические линии	43
11	Станки, приспособленные для работы с автоматическими манипуляторами	44
12	Станки, приспособленные для оснащения автоматическими загрузочными устройствами	45
13	Станки с программным управлением, приспособленные для встраивания в автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ	46
14	Станки, оснащенные резьбонарезным приспособлением	47
15	Станки с гидросуппортом	48
16	Станки повышенной точности	51
17	Станки высокой точности	52
18	Станки особо высокой точности	53
19	Станки особо точные	54
20	Станки с цифровой индикацией	55
21	Станки с цикловыми СУ	57
22	Станки с револьверной инструментальной головкой	58
23	Станки с функциональной системой ПУ	61
24	Станки с оперативной системой ПУ	62
25	Станки с продуктивными системами ПУ	63
26	Многоцелевые станки с продуктивными системами ПУ	64
27	Станки с универсальными системами ПУ	65
28	Многоцелевые станки с универсальными системами ПУ	66
29	Станки с целевыми системами ПУ	67
30	Автоматические линии механообработки из агрегатных станков с	81

№	Категории металлорежущих станков	Код
	функциональными системами управления (ФСУ)	
31	Автоматические линии механообработки из специальных станков с функциональными системами ФСУ	82
32	Автоматизированные линии для сборки узлов машин	83
33	Автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ	84
34	Автоматические манипуляторы (промышленные роботы)	85

Кроме данной системы обозначения станков существуют фирменные обозначения станков, т.е. модель станка не привязана к ЭНИМСу.

Например: ЕЗ – 60 – зуборезный станок для нарезания некруглых колес, где ЕЗ – Егорьевский завод; 60 – номер станка, присвоенный заводом.

ЕЗ – 35 – зуборезный станок для нарезания некруглых колес, где ЕЗ – Егорьевский завод; 35 – номер станка, присвоенный заводом.

КТ – 43 - резьбофрезерный полуавтомат.

МФ – 72 - станок специальный хонинговальный.

СС-94 - вертикально-сверлильный трехшпиндельный (рядный) станок.

МР-76М - двустороний фрезерно-центровальный полуавтомат барабанного типа.

МФ – 332 – абразивно-отрезной станок.

СС – 128 - вертикально-сверлильный двухшпиндельный станок.

ИР-500ПМ Ф4 – многоцелевой станок (обрабатывающий центр; для обработки корпусных деталей).

Практические занятия

Задание №1

Выполните **упражнение №1** - Определить вид станка по его обозначению

1. 5А12 и 514 ***2.*** 3А240 ***3.*** 7А256 ***4.*** 5К324А ***5.*** КТ – 43 ***6.*** 736 ***7.*** МФ – 72 ***8.*** 163А ***9.*** 6Р11Ф3-1 ***10.*** 6Б75ВФ1 ***11.*** 5В830 ***12.*** 3В161 ***13.*** СС-94 ***14.*** 7Б58 ***15.*** 16К20Ф3 ***16.*** 8Б72 ***17.*** 1336М ***18.*** 372Б ***19.*** 1К62 ***20.*** 2А150 ***21.*** МР-76М ***22.*** 9765М ***23.*** 2А125 ***24.*** 6Н10 ***25.*** 3Е711ВФ3-1 ***26.*** 2Р135Ф2 – 1 ***27.*** МФ – 332 ***28.*** 2Н57 ***29.*** 6Н81 ***30.*** 7403, 7405 ***31.*** 2620Г ***32.*** 3756 ***33.*** 3185 ***34.*** 6902ПМФ2 ***35.*** 3М151Ф2 ***36.*** 3Г182 ***37.*** 8А544 ***38.*** СС – 128 ***39.*** 2А135 ***40.*** 5350А ***41.*** 2А53 ***42.*** 1В61 ***43.*** 1В340Ф30

Задание №2

Выполнить **упражнение №2** – Установить соответствие обозначений станков из списков 1 и 2.

Список 1:

1. 57 ***2.*** 43 ***3.*** 81 ***4.*** 54 ***5.*** 55 ***6.*** 67 ***7.*** 51 ***8.*** 62 ***9.*** 63 ***10.*** 52 ***11.*** 41 ***12.*** 21 ***13.*** 66 ***14.*** 84 ***15.*** 45 ***16.*** 32 ***17.*** 85 ***18.*** 61 ***19.*** 46 ***20.*** 11 ***21.*** 82 ***22.*** 23 ***23.*** 58 ***24.*** 65 ***25.*** 31 ***26.*** 44 ***27.*** 48 ***28.*** 64 ***29.*** 42 ***30.*** 47 ***31.*** 83 ***32.*** 12 ***33.*** 53 ***34.*** 22

Список 2:

1. Станки с цикловыми СУ ***2.*** Станки, приспособленные для встраивания в автоматические линии ***3.*** Автоматические линии механообработки из агрегатных станков с функциональными системами управления (ФСУ) ***4.*** Станки особо точные ***5.*** Станки с цифровой индикацией ***6.*** Станки с целевыми системами ПУ ***7.*** Станки повышенной точности ***8.*** Станки с оперативной системой ПУ ***9.*** Станки с продуктивными системами ПУ ***10.*** Станки высокой точности ***11.*** Полуавтоматы всех технологических групп ***12.*** Крупные станки массой более 10 т ***13.*** Многоцелевые станки с универсальными системами ПУ ***14.*** Автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ ***15.*** Станки, приспособленные для оснащения автоматическими загрузочными устройствами ***16.*** Унифицированная модель, не входящая в гамму ***17.*** Автоматические манипуляторы (промышленные роботы) ***18.*** Станки с функциональной системой ПУ ***19.*** Станки с программным управлением, приспособленные для встраивания в автоматизированные комплексные участки с управлением от ЭВМ ***20.*** Специализированные станки ***21.*** Автоматические линии механообработки из специальных станков с функциональными системами ФСУ ***22.*** Уникальные станки массой более 100 т ***23.*** Станки с револьверной инструментальной головкой ***24.*** Станки с универсальными системами ПУ ***25.*** Базовая модель из унифицированной гаммы ***26.*** Станки, приспособленные для работы с автоматическими манипуляторами ***27.*** Станки с гидросуппортом ***28.*** Многоцелевые станки с продуктивными системами ПУ ***29.*** Автоматы всех технологических групп ***30.*** Станки, оснащенные резьбонарезным приспособлением ***31.*** Автоматизированные линии для сборки узлов машин ***32.*** Специальные станки ***33.*** Станки особо высокой точности ***34.*** Тяжелые станки массой 30-100 т.

Теоретический материал

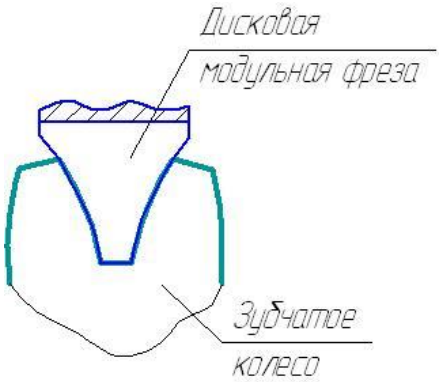
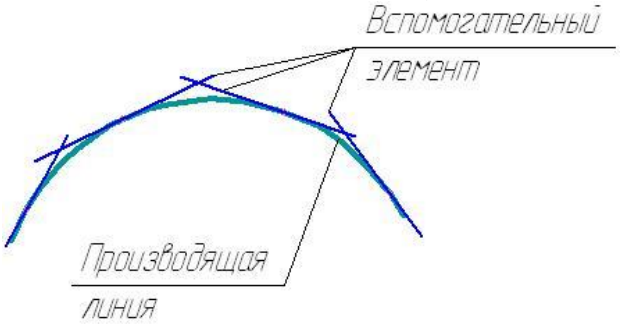
Методы геометрического формирования поверхностей

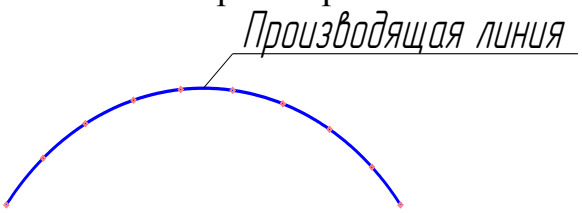
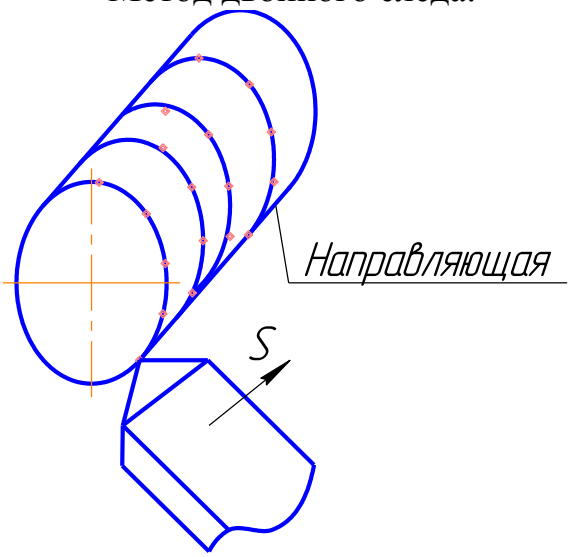
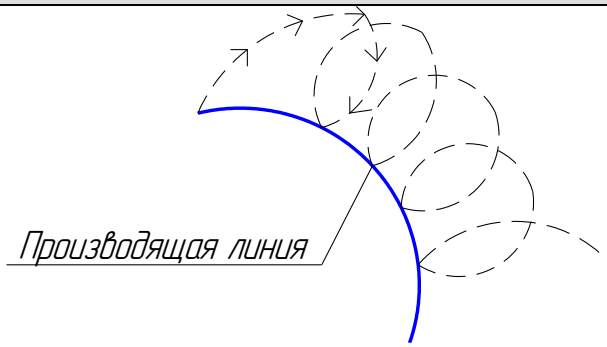
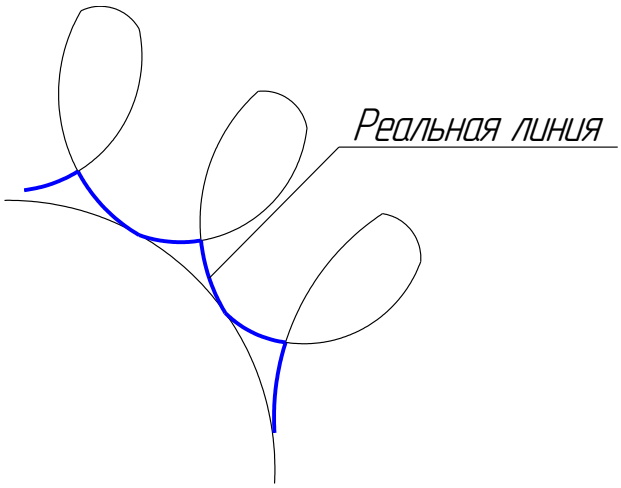
Образование реальной поверхности на твердом теле любым технологическим способом формирования материала (отливкой, пластическим деформированием, резанием, электрофизическим способом и т.д.) имеет один общий для всех видов обработки признак, состоящий в том, что всякая реальная поверхность является некоторым приближением к соответствующей геометрической поверхности. Следовательно, технологический процесс образования реальной поверхности представляет собой по существу процесс образования соответствующей ей геометрической поверхности, иначе говоря – процесс геометрического образования реальных поверхностей.

Под геометрической поверхностью обычно понимают след, оставляемый одной производящей геометрической линией, называемой образующей линией, при ее движении по другой производящей геометрической линии – направляющей. Под следом понимается образуемая поверхность как непрерывное множество последовательных геометрических положений движущейся образующей линии.

В зависимости от того, какой элемент является формообразующим, существует четыре вида формообразования.

Таблица «Методы геометрического формирования поверхностей»

Материальная линия	
Копирование	**Обкат**
Производящая линия соответствует форме материальной линии. Нарезание зубчатых колес дисковыми модульными фрезами: Не требует движения  формообразования	Перемещение материальной линии, производящая – касательная ко всем положениям (например, нарезание зубчатых колес долбяком).  1 движение формообразования – перенос материальной линии из одного положения в другое.

Материальная точка	
След	**Касание**
Точка перемещается по какой–либо траектории.  Метод двойного следа:  1 движение формообразования – перенос точки из одного положения в другое.	 2 движения формообразования  2 движения формообразования – перенос точки и материальной линии из одного положения в другое.

Практические занятия

1 «Буратино» с рисунками **таблицы**.

Упражнение «Буратино». Тот материал (узел, деталь и т.д.), который не удается запомнить, попытайтесь «записать» носом. Для этого сначала закройте глаза, затем начинаем двигать носом по воображаемой поверхности.

2 «Руководящая память» с рисунками **таблицы**.

Упражнение «Руководящая память». Аналогичное упражнение, но только «пишем» воображаемой ручкой.

3 После выполнения предыдущих упражнений, зарисуйте схемы методов геометрического формирования поверхностей по памяти на бумаге.

Теоретический материал

Станки токарной группы (универсальные и полуавтоматы)

Таблица «Классификация токарных станков»

<table>
<tr><th colspan="4">Токарные станки</th></tr>
<tr><td colspan="2">Универсальные – для выполнения самых разнообразных операций: обработки резцами наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, торцовых плоскостей, нарезания наружных и внутренних резьб, отрезки, сверления, зенкерования и развертывания отверстий</td><td colspan="2">Специализированные – используются для обработки определенных деталей, например, гладких и ступенчатых валов, прокатных валиков осей колесных пар железнодорожного транспорта, различного рода труб, муфт и т.д.</td></tr>
<tr><td>Токарно-винторезные</td><td>Токарные</td><td>Полуавтоматы (многорезцовые)</td><td>Гидрокопировальные</td></tr>
</table>

Практическое занятие

Упражнение

Пользуясь дополнительной литературой и Интернетом, найти рисунки токарных станков.

Теоретический материал

Сверлильные и расточные станки

Таблица 1 «Классификация сверлильных станков»

Сверлильные станки									
Назначение: служат для получения цилиндрических и конических (в редких случаях многогранных) сквозных и глухих отверстий, для развертывания и чистовой обработки отверстий, предварительно просверленных сверлами, или отверстий, полученных в отливке и путем штамповки, для расточки отверстий резцами, для нарезания внутренней резьбы метчиками, а иногда и для выполнения некоторых других операций.									
Типы сверлильных станков									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Одношпиндельные вертикально-сверлильные станки	Радиально-сверлильные станки	Многошпиндельные сверлильные станки			Горизонтально-сверлильные станки для глубокого сверления (токарно-сверлильные станки)	Центровальные станки - для получения в торцах заготовок центровых отверстий	Силовые головки и агрегатные станки на базе этих головок	Настольно-сверлильные станки (для приборостроения)	Специализированные сверлильные станки
		Станки с расположением шпинделей в один ряд	Станки с головками колокольного типа с переставными шарнирными шпинделями	Агрегатные многошпиндельные станки					

Таблица 2

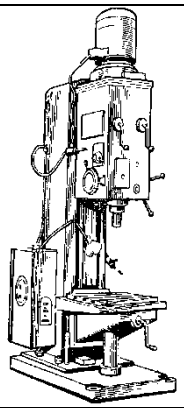
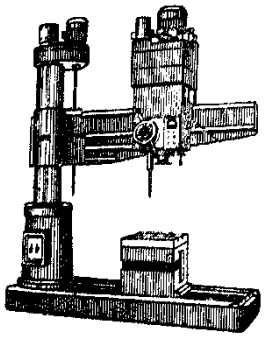
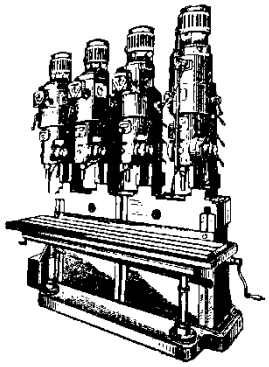
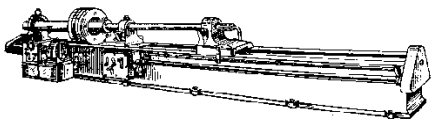
1	Одношпиндельные вертикально-сверлильные станки
2	Радиально-сверлильные станки
3	Станки с расположением шпинделей в один ряд
4	Станки с головками колокольного типа с переставными шарнирными шпинделями
5	Агрегатные многошпиндельные станки
6	Горизонтально-сверлильные станки для глубокого сверления (токарно-

	сверлильные станки)
7	Центровальные станки - для получения в торцах заготовок центровых отверстий
8	Силовые головки и агрегатные станки на базе этих головок
9	Настольно-сверлильные станки (для приборостроения)
10	Специализированные сверлильные станки

Таблица 3

Станки сверлильные															
Горизонтальные А								Вертикальные Б							
С горизонтальным расположением инструмента А1				С вертикальным расположением инструмента А2				С горизонтальным расположением инструмента Б1				С вертикальным расположением инструмента Б2			
Эл/привод В	Неэл/привод Г			Эл/привод В	Неэл/привод Г			Эл/привод В	Неэл/привод Г			Эл/привод В	Неэл/привод Г		
	Пневматический Г1	Гидравлический Г2	Механический Г3		Пневматический Г1	Гидравлический Г2	Механический Г3		Пневматический Г1	Гидравлический Г2	Механический Г3		Пневматический Г1	Гидравлический Г2	Механический Г3
6,7,8	-	-	-		-	-	-		-	-	-	1,2,3,4,5,9,10	-	-	-

Таблица 4

Общие виды некоторых типов сверлильных станков			
1. Вертикально-сверлильный станок	2. Радиально-сверлильный станок	3. Станки с расположением шпинделей в один ряд	6. Горизонтальный сверлильно-расточной станок
			

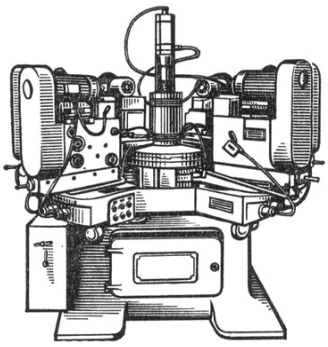
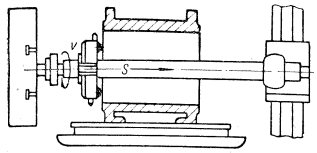
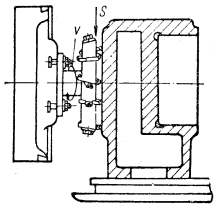
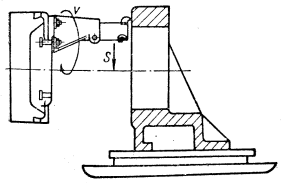
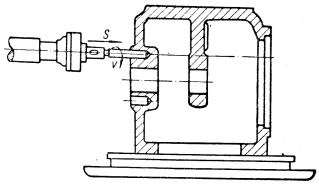
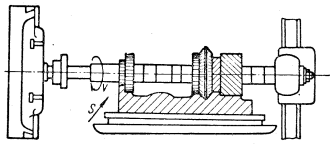
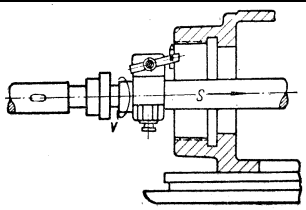
5. Многошпиндельный сверлильный станок	9. Настольно-сверлильный станок	8. Силовые головки и агрегатные станки на базе этих головок	7. Центровальные станки
			

Таблица 5

Обработка на расточных станках					
Черновая обработка			Чистовая и доводочная обработка		
Инструмент			Инструмент		
Резец, фасонный резец	Зенкер, развертка	Торцовая фреза	Резец, фасонный резец	Зенкер, развертка	Торцовая фреза
1,4,6	2	3	1,4,6	2	-

Таблица 6

Операции, выполняемые на расточных станках		
Типы расточных станков		
I. Горизонтально-расточные станки	II. Координатно-расточные станки	III. Алмазно-расточные (отделочно-расточные) станки
Назначение		
1) Растачивание цилиндрических поверхностей резцами	3) Обработка вертикальной плоскости торцевой фрезой	5) Обработка торцевых плоскостей резцами
		
2) Сверление отверстий сверлами и обработка их зенкерами и развертками	4) Обработка горизонтальных плоскостей и фасонных поверхностей цилиндрическими фасонными или наборными резцами	6) Нарезание внутренней резьбы резцом
		

Практическое занятие

Упражнение

Пользуясь дополнительной литературой и Интернетом, найти рисунки и фотографии сверлильных станков.

Теоретический материал

Узлы и движения горизонтально-расточных станков общего назначения

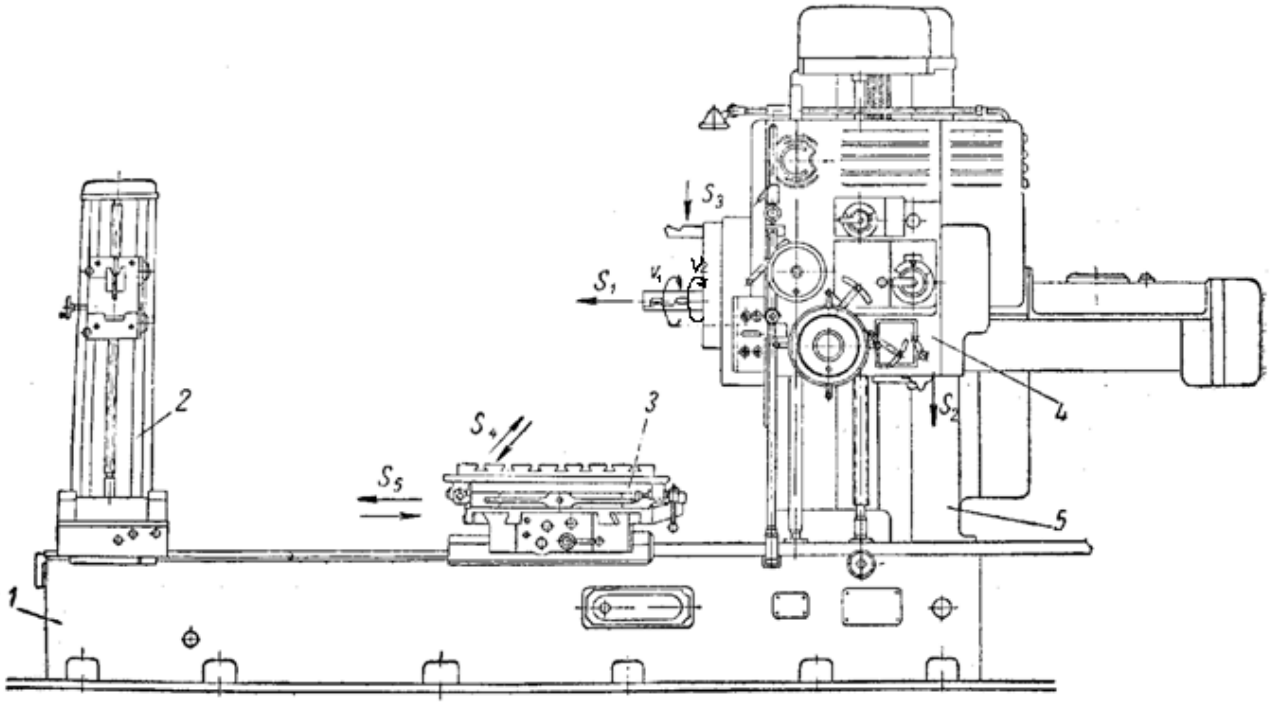


Рисунок 1.

Таблица 1

Основные узлы горизонтально-расточного станка						
1	**2**	**3**			**4**	**5**
Станина	Задняя стойка с люнетом	Стол			Шпиндельная бабка	Передняя стойка
		Нижняя каретка	Поворотная часть	Рабочий стол		

Таблица 2

Движения горизонтально-расточного станка						
V_1	**V_2**	**S_1**	**S_2**	**S_3**	**S_4**	**S_5**
Главное движение – вращение шпинделя	Главное движение – вращение план-шайбы	Движение подачи – осевое перемещение шпинделя	Движение подачи – вертикальное перемещение шпиндельной бабки по направляющим передней стойки	Движение подачи – радиальное перемещение резцовой каретки по план-шайбе	Движение подачи – поперечное движение стола	Движение подачи – продольное движение стола

Практические занятия

1 Сформулируйте определение всех видов движений горизонтально-расточного станка (рисунок 2)

Рисунок 2.

2 Заполнить таблицу

Таблица «Исполнительные движения»

Движения горизонтально-расточного станка					
V	**S_1**	**S_2**	**S_3**	**S_4**	**S_5**

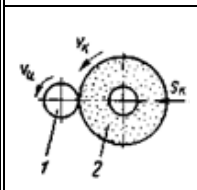
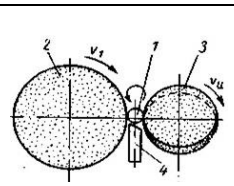
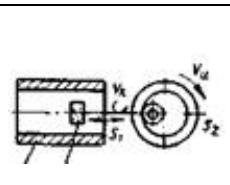
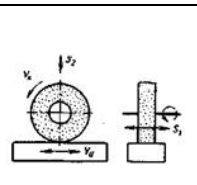
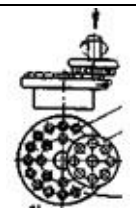
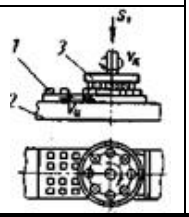
Координатно-расточные станки

Рисунок 3.

Теоретический материал

<u>Шлифовальные станки</u>

Таблица «Классификация шлифовальных станков»

Шлифовальные станки						
Для обработки цилиндрических деталей			Для обработки плоских поверхностей			Специальные
Наружное шлифование		Внутреннее шлифование	Круг работает периферией	Круг работает торцом		
Кругло-шлофова-льные	Бесцентрово-шлифоваль-ные			Круглый стол	Магнитный стол	
						

Таблица

Шлифовальные станки						
Для обработки цилиндрических деталей				Для обработки плоских деталей		Специальные
Наружное шлифование		Внутреннее шлифование		Круг работает периферией	Круг работает торцем	
Круглошлифовальный	Бесцентрово-шлифовальный	Внутришлифовальный	Бесцентрово-шлифовальный		Круглый стол	Магнитный стол
Номера прямого списка						
1	2	3	4		5	6	7

Список полных названий:

1 Круглошлифовальный станок для обработки наружных поверхностей цилиндрических деталей.

2 Бесцентрово-шлифовальный станок для обработки наружных поверхностей цилиндрических деталей.

3 Внутришлифовальный станок для обработки цилиндрических деталей.

4 Плоско-шлифовальный станок с периферийной работой круга.

5 Плоско-шлифовальный станок с работой круга торцем на круглом столе.

6 Плоско-шлифовальный станок с работой круга торцем на магнитном столе.

7 Специальные шлифовальные станки.

Главное движение — вращение шлифовального круга (его скорость измеряют обычно в метрах в секунду), все остальные движения являются движениями подачи. В процессе круглого шлифования заготовка *1* получает круговую v_u и продольную s_1 подачи. Последняя совершается в виде возвратно-поступательного движения стола, на котором в центрах установлена заготовка. В конце каждого хода шлифовальному кругу *2* сообщается поперечная подача $s_к$. Таким образом, припуск снимается за ряд проходов.

Схема круглого шлифования коротких деталей с применением только радиальной подачи s_1.

Заготовка 1 вращается со скоростью круговой подачи v_u, а шлифовальный круг 2 имеет прямолинейную подачу s_1 в обе стороны, а также радиальное перемещение s_2 при врезании.

Практическое занятие

Внутреннее шлифование:
Внутришлифовальный станок 8А228

Дать название составных частей станка (рисунок 2).

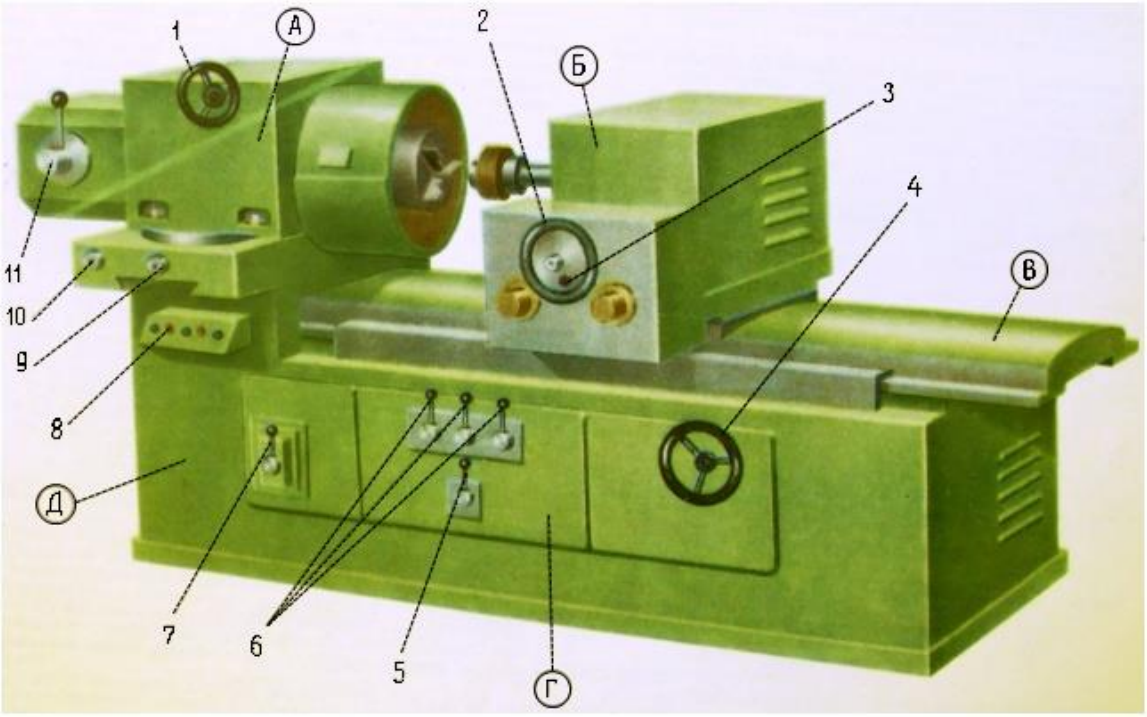


Рисунок 2.

Проверить правильность выполнения задания, пользуясь списками 1 и 2.

Список 1: А – бабка изделия; Б – шлифовальная бабка; В – стол; Г – гидравлический привод стола; Д – станина.

Список 2:

1. Маховичок изменения числа оборотов шпинделя; *2*. Маховичок ручного поперечного перемещения шлифовальной бабки; *3*. Грибок включения тонкой радиальной передачи шлифовального круга; *4*. Маховичок ручного продольного перемещения стола; *5*. Рукоятка включения гидропривода стола; *6*. Рукоятки изменения скорости хода стола; *7*. Рычаг отвода стола в нерабочее положение; *8*. Кнопочная станция; *9*. Квадрат для поперечного перемещения бабки изделия; *10*. Квадрат для поворота бабки изделия; *11*. Рукоятка гидрозажима изделия.

Теоретический материал

Существует два метода шлифования деталей на бесцентровых станках: на проход и в упор.

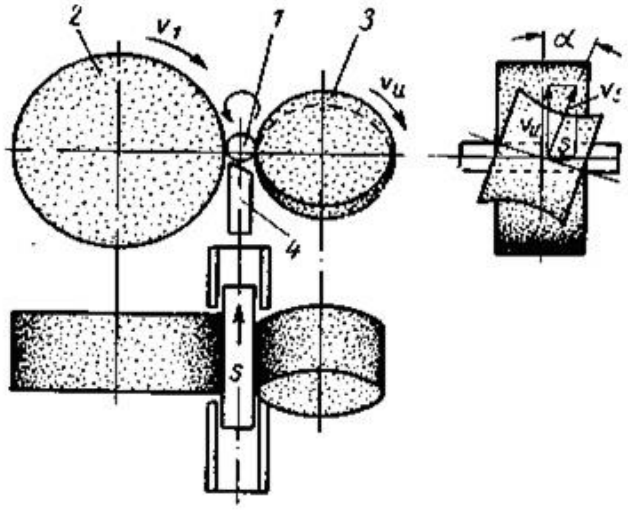


Рисунок 1

В первом случае обрабатываемая деталь *1* располагается между шлифовальным *2* и ведущим *3* кругами; опираясь на направляющую призму (нож) *4*. Шлифующий круг вращается с большой скоростью (30—40 *м/сек),* а ведущий круг с меньшей (0,2—*1,0 м/сек);* так как коэффициент трения между кругом *3* и деталью *1* больше, чем между деталью и кругом *2*, то ведущий круг сообщает детали вращение со скоростью круговой подачи v_u. Окружная скорость v_s вращения круга *3* разлагается на две составляющие: v_u и s.

Чтобы обеспечить линейный контакт ведущего круга с цилиндрической поверхностью детали, ведущему кругу придают форму однополого гиперболоида. Центр вращения детали располагают выше центра кругов *2* и *3* на 0,15—0,25 диаметра детали, что обеспечивает геометрическую точность формы последней

При работе по второму методу (в упор) деталь получает только вращательное движение, опираясь на нож *4*, а торцом в упор. Ось ведущего круга устанавливают горизонтально или с очень небольшим углом наклона ($\alpha = 1°$), чтобы прижать шлифуемую деталь к упору.

Практические занятия

Интерактивные занятия:

1 Один из студентов смотрит на рисунок 3 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по списку 3.

<u>Бесцентрово-шлифовальный станок:</u>

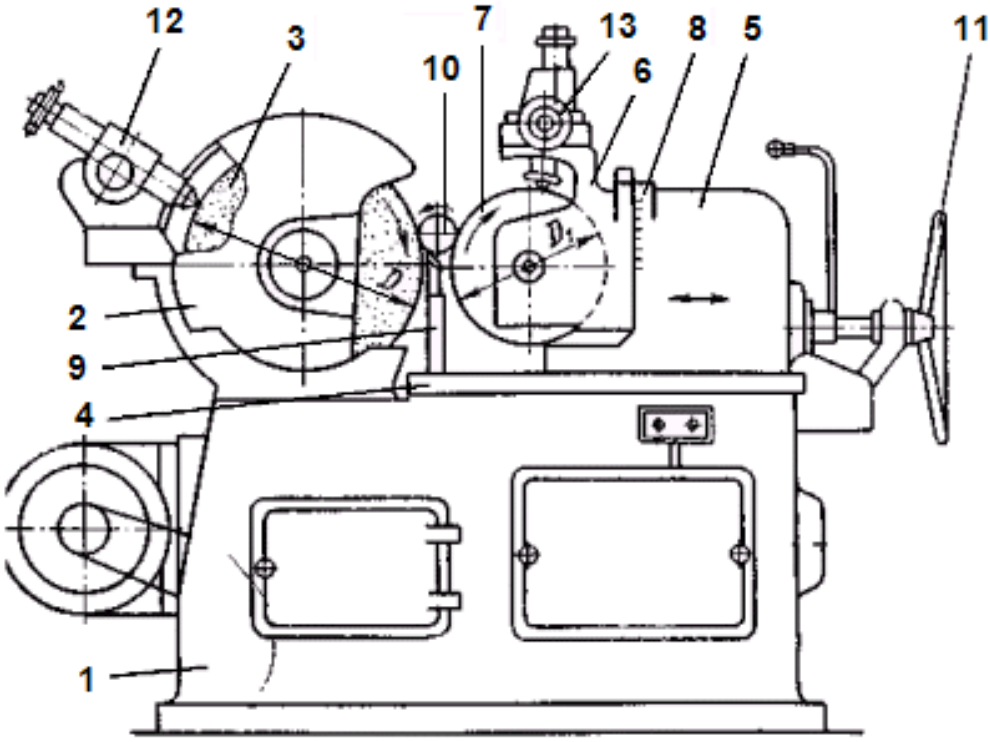


Рисунок 3.

Список 3

1. Станина ***2.*** Бабка ***3.*** Шлифовальный круг ***4.*** Плита ***5.*** Бабка ***6.*** Поворотная головка ***7.*** Подающий круг ***8.*** Шкала ***9.*** Направляющая призма ***10.*** Обрабатываемая деталь ***11.*** Маховик ***12, 13.*** Специальные устройства для правки шлифующего и подающего кругов.

2 Один из студентов смотрит на рисунок 4 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по спискам №4 и №5.

Плоскошлифовальный станок с горизонтальным шпинделем:

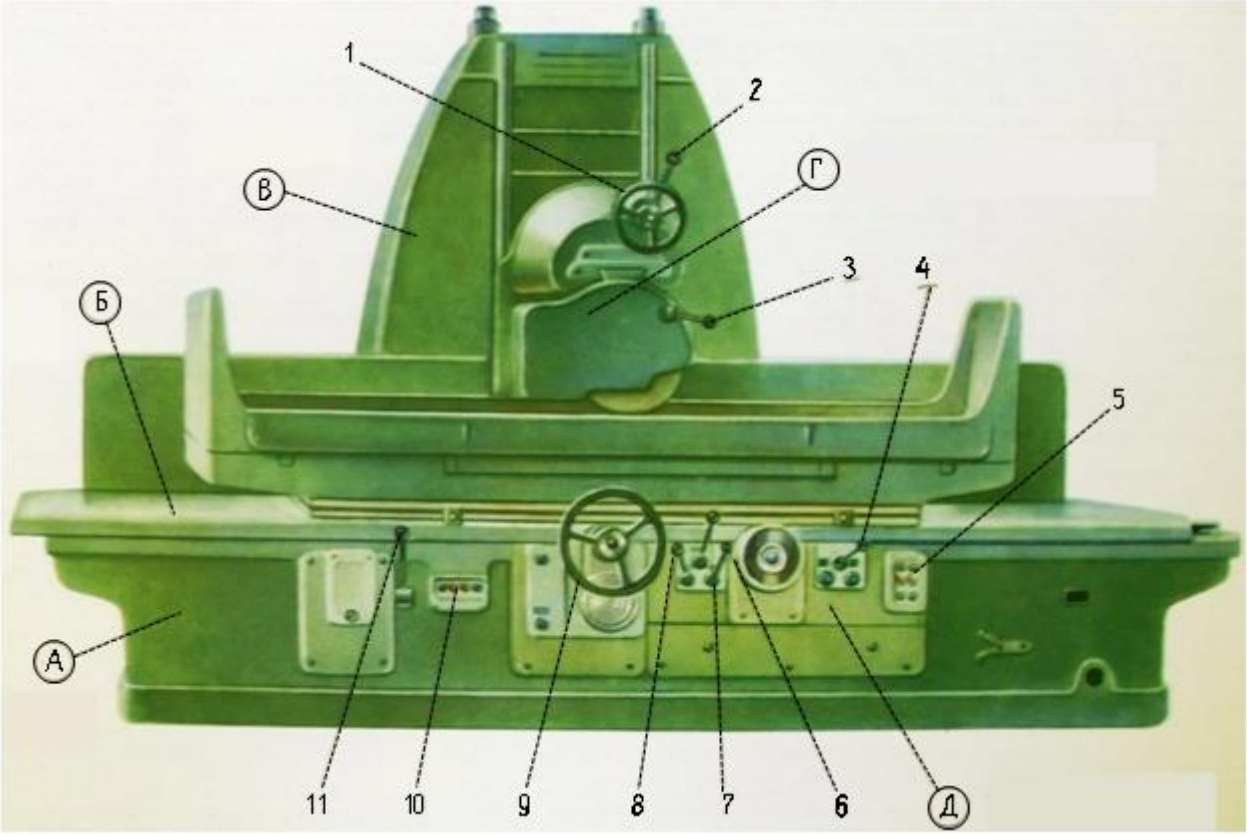


Рисунок 4.

Список 4:

А – станина; Б – стол; В – стойка; Г – шлифовальная бабка; Д — гидропривод.

Список 5:

1. Маховичок ручного поперечного перемещения шлифовальной бабки; *2.* Рукоятка включения и выключения поперечного перемещения шлифовальной бабки; *3.* Рукоятка алмазной правки шлифовального круга; *4.* Рукоятка включения поперечной подачи шлифовальной бабки; *5.* Кнопочная станция; *6.* Рукоятка настройки скорости стола; *7.* Рукоятка реверсирования стола; *8.* Рукоятка пуска и останова стола; *9.* Маховичок ручного вертикального перемещения шлифовальной бабки; *10.* Кнопки включения быстрого вертикального перемещения шлифовальной бабки; *11.* Рукоятка включения магнитной плиты.

3 Один из студентов смотрит на рисунок 5 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по списку №6

Плоскошлифовальный станок с вертикальным шпинделем:

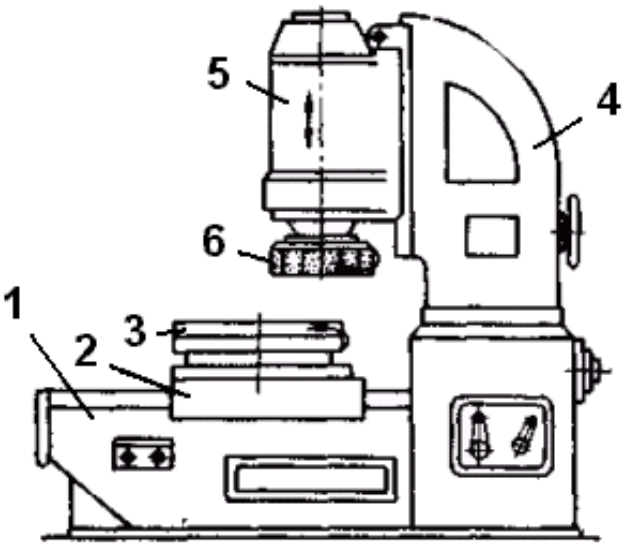


Рисунок 5.

Список 6:

1. Станина ***2.*** Салазки ***3.*** Круглый стол ***4.*** Направляющие колонны ***5.*** Шлифовальная бабка ***6.*** Шлифовальный круг

Теоретический материал

Строгальные и долбежные станки

Таблица «Классификация строгальных и долбежных станков»

Строгальные и долбежные станки					
Строгальные станки				Долбежные станки	
Поперечно-строгальные		Продольно-строгальные		С механическим приводом	С гидравлическим приводом
С механическим приводом	С гидравлическим приводом	Одностоечные	Двухстоечные		

Таблица

Строгальные и долбежные станки					
Строгальные станки А				Долбежные станки Б	
Поперечно-строгальные А1		Продольно-строгальные А2		С механическим приводом Б1	С гидравлическим приводом Б2
С механическим приводом А3	С гидравлическим приводом А4	Одностоечные А5	Двухстоечные А6		
Номера прямого списка					
1	2	3	4	5	6

Список полных названий:

1. Поперечно-строгальные станки с механическим приводом.
2. Поперечно-строгальные станки с гидравлическим приводом.
3. Одностоечные продольно-строгальные станки.
4. Двухстоечные продольно-строгальные станки.
5. Долбежные станки с механическим приводом.
6. Долбежные станки с гидравлическим приводом.

Практические занятия

1 Один из студентов смотрит на рисунок 1 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по спискам №1 и №2.

<u>Долбежный станок:</u>

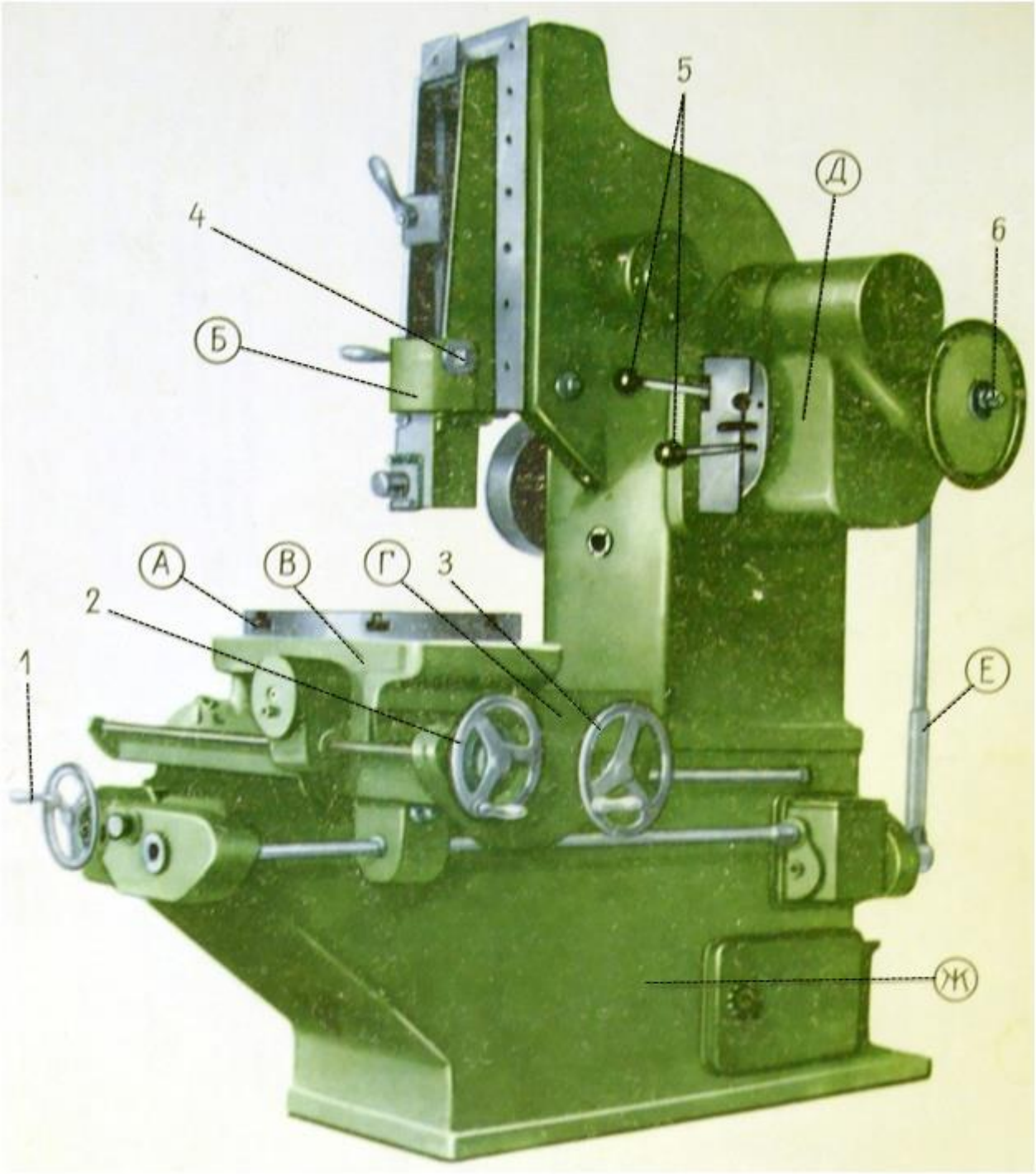


Рисунок 1

Список 1

А – стол; *Б* – долбяк; *В* – поперечные салазки; *Г* – продольные салазки; *Д* – коробка скоростей с кривошипно-кулисным механизмом; *Е* – привод подачи; *Ж* – станина.

Список 2

1. Маховичок ручного поперечного перемещения стола; *2.* Маховичок ручного кругового поворота стола; *3.* Маховичок ручного продольного перемещения стола; *4.* Квадрат для изменения места хода долбяка; *5.* Рукоятки переключения коробки; *6.* Квадрат для изменения длины хода долбяка.

2 Один из студентов смотрит на рисунок 2 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по спискам №3 и №4.

<u>Двухстоечный продольно-строгальный станок:</u>

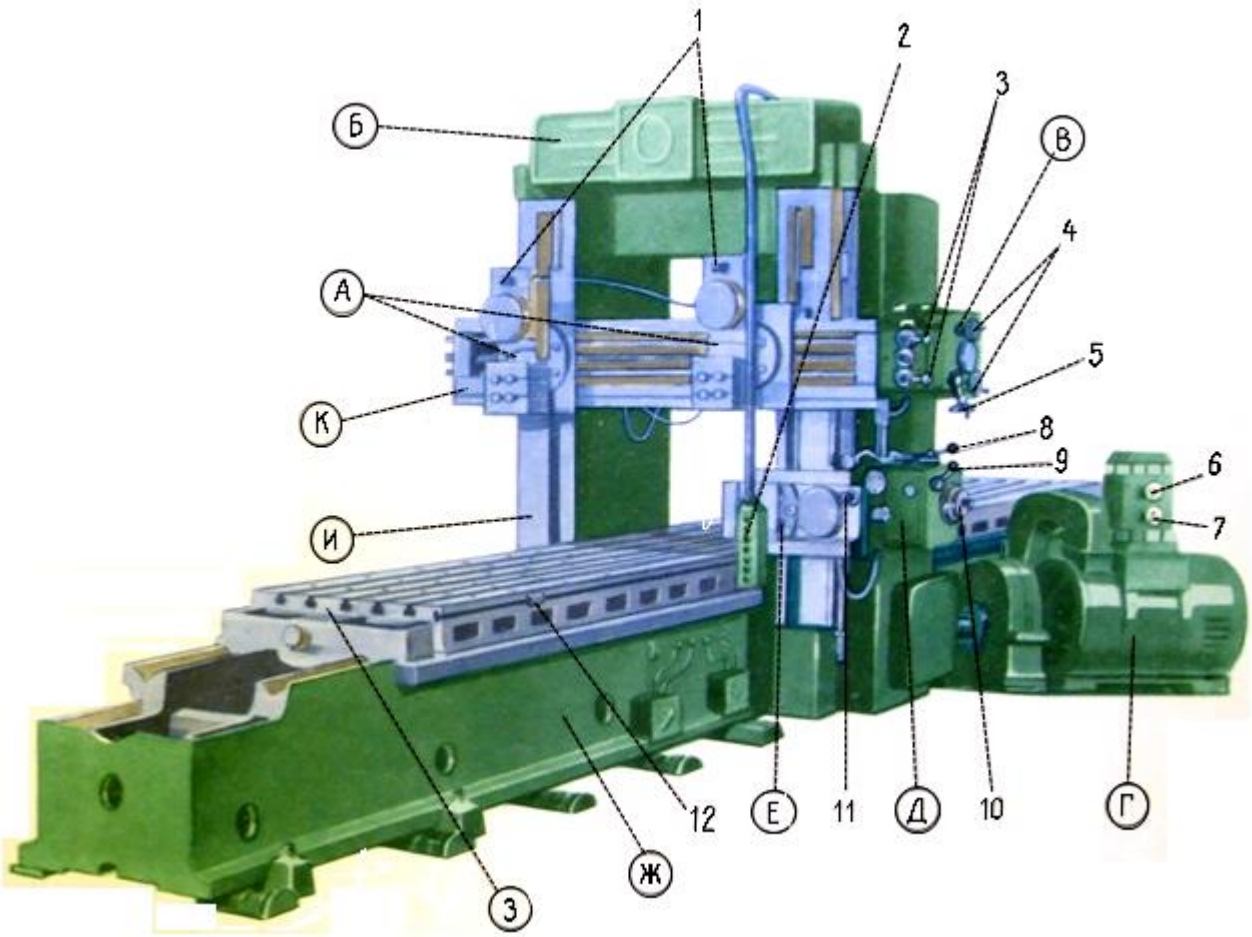


Рисунок 2.

Список 3

А — верхние суппорты; ***Б*** — портал; ***В*** — коробка подач верхних суппортов; ***Г*** — электрический привод движения резания; ***Д*** — коробка подач бокового суппорта; ***Е*** – боковой суппорт; ***Ж*** — станина; ***З*** — стол; ***И*** — боковые стойки; ***К*** — траверса.

Список 4

1. Квадраты для ручного вертикального перемещения верхних суппортов; *2.* Подвесная кнопочная станция; *3.* Рукоятки для изменения направления подачи верхних суппортов; *4.* Квадраты для ручного горизонтального перемещения верхних суппортов; *5.* Рукоятка включения подач и быстрых перемещений верхних суппортов; *6.* Маховичок для установки скорости рабочего хода стола; *7.* Маховичок для установки скорости холостого хода стола; *8.* Ррукоятка для изменения направления вертикальной подачи бокового суппорта; *9.* Рукоятка для включения подачи и быстрого перемещения бокового суппорта; *10.* Квадрат для ручного вертикального перемещения бокового суппорта; *11.* Квадрат для ручного горизонтального перемещения бокового суппорта; *12.* Упоры для установки длины и места хода стола.

Теоретический материал

Протяжные станки

Таблица 1 «Классификация протяжных станков»

<table>
<tr><th colspan="8">Протяжные станки</th></tr>
<tr><td colspan="6">Циклического действия</td><td colspan="2">Непрерывного действия</td></tr>
<tr><td colspan="2">Для внутреннего протягивания</td><td colspan="4">Для наружного протягивания</td><td rowspan="3">С применением заготовки</td><td rowspan="3">С перемещением инструмента</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Горизонтальные</td><td rowspan="2">Вертикальные</td><td colspan="2">Горизонтальные</td><td colspan="2">Вертикальные</td></tr>
<tr><td>С боковым расположением инструмента</td><td>С нижним расположением инструмента</td><td>Одинарные</td><td>Сдвоенные</td></tr>
</table>

Таблица 2

<table>
<tr><th colspan="8">Протяжные станки</th></tr>
<tr><td colspan="6">Циклического действия А</td><td colspan="2">Непрерывного действия Б</td></tr>
<tr><td colspan="2">Для внутреннего протягивания А1</td><td colspan="4">Для наружного протягивания А2</td><td rowspan="3">С перемещением заготовки Б1</td><td rowspan="3">С перемещением инструмента Б2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Горизонтальные А3</td><td rowspan="2">Вертикальные А4</td><td colspan="2">Горизонтальные А5</td><td colspan="2">Вертикальные А6</td></tr>
<tr><td>С боковым расположением инструмента А7</td><td>С нижним расположением инструмента А8</td><td>Одинарные А9</td><td>Сдвоенные А10</td></tr>
<tr><td colspan="8">Номера прямого списка</td></tr>
</table>

1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 3

№	1	2	3	4	5
1	А	А1	А3	-	Горизонтальные протяжные станки циклического действия для внутреннего протягивания
2	А	А1	А4	-	Вертикальные протяжные станки циклического действия для внутреннего протягивания
3	А	А2	А5	-	Горизонтальные протяжные станки циклического действия для наружного протягивания с боковым расположением инструмента
4	А	А2	А5	-	Горизонтальные протяжные станки циклического действия для наружного протягивания с нижним расположением инструмента
5	А	А2	А6	-	Вертикальные одинарные протяжные станки циклического действия для наружного протягивания
6	А	А2	А6	-	Вертикальные сдвоенные протяжные станки циклического действия для внутреннего протягивания
7	Б	Б1	-	-	Протяжные станки непрерывного действия с перемещением заготовки
8	Б	Б2	-	-	Протяжные станки непрерывного действия с перемещением инструмента

Таблица 4 «Развернутые названия»

1	Горизонтальные протяжные станки циклического действия для внутреннего протягивания
2	Вертикальные протяжные станки циклического действия для внутреннего протягивания
3	Горизонтальные протяжные станки циклического действия для наружного протягивания с боковым расположением инструмента
4	Горизонтальные протяжные станки циклического действия для наружного протягивания с нижним расположением инструмента
5	Вертикальные одинарные протяжные станки циклического действия для наружного протягивания
6	Вертикальные сдвоенные протяжные станки циклического действия для внутреннего протягивания
7	Протяжные станки непрерывного действия с перемещением заготовки
8	Протяжные станки непрерывного действия с перемещением инструмента

Практические занятия

1 Смотрим последовательно на таблицу №2. Читаем вслух развернутое название каждой детали по таблице №3.

2 Смотрим на таблицу №2 и самостоятельно даем развернутое название каждого станка, двигаясь по данной таблице снизу вверх. Проверяем правильность выполнения упражнения по таблице №4

3 Один из студентов смотрит на рисунок 1 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по спискам №1 и №2.

Горизонтально протяжной станок циклического действия для внутреннего протягивания:

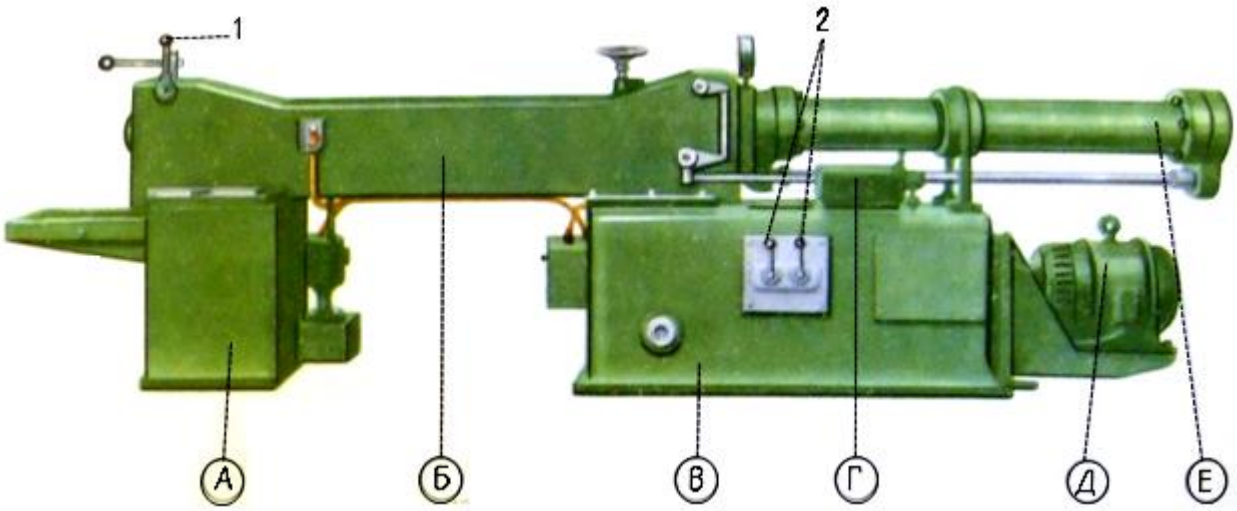


Рисунок 1.

Список 1

А – тумба; ***Б*** – верхняя станина с кареткой; ***В*** – нижняя станина; ***Г*** – золотниковое устройство; ***Д*** – привод станка; ***Е*** – рабочий цилиндр.

Список 2

1. Рукоятка управления золотником; 2. Рукоятки для изменения скорости протягивания.

3 Один из студентов смотрит на рисунок 3 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по списку №3.

Вертикально-протяжной станок для наружного протягивания:

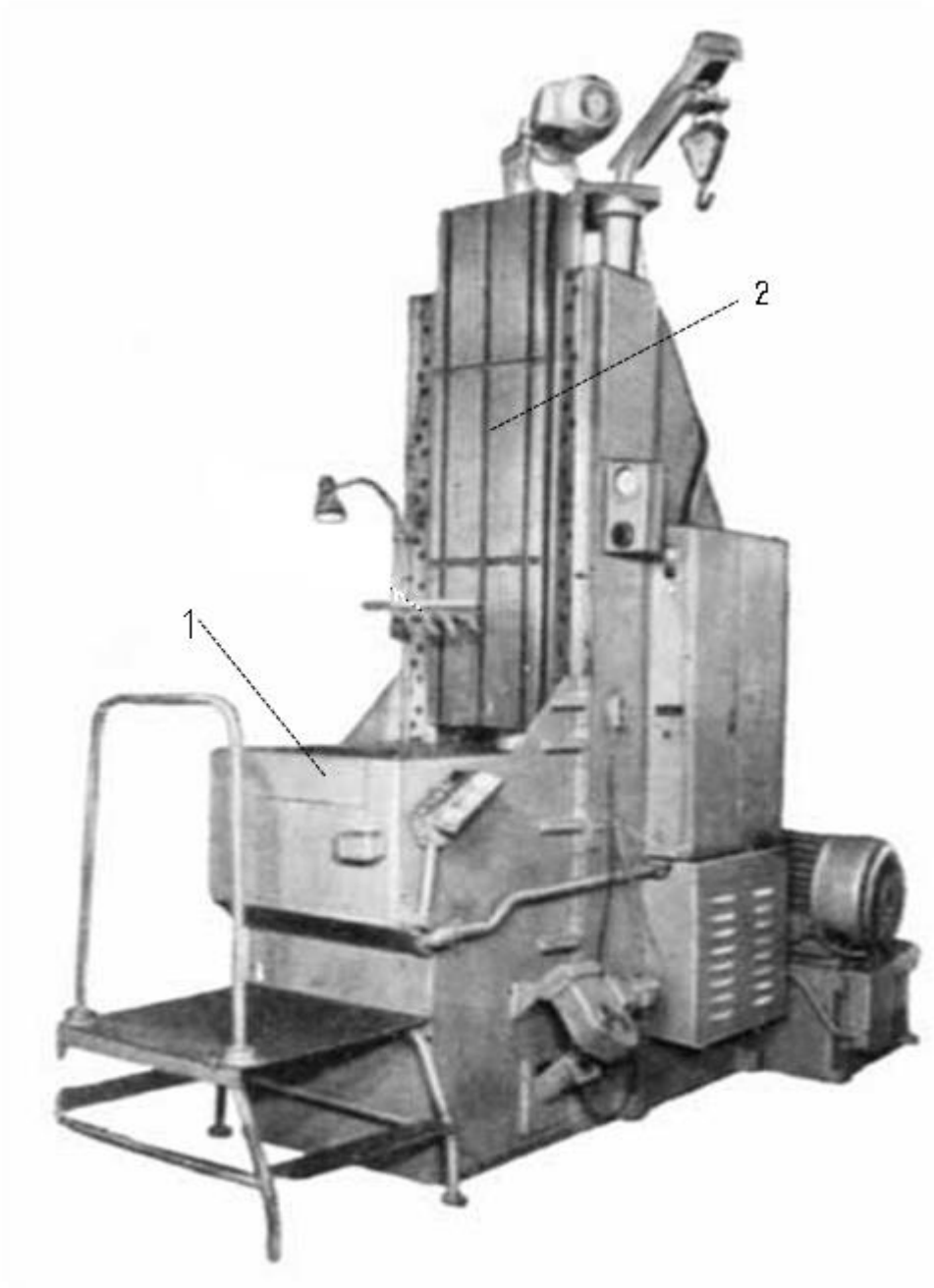


Рисунок 3.

Список 3

1. – Стол; 2.- Станина с вертикальными направляющими.

Теоретический материал

Схемы протяжных станков непрерывного действия:

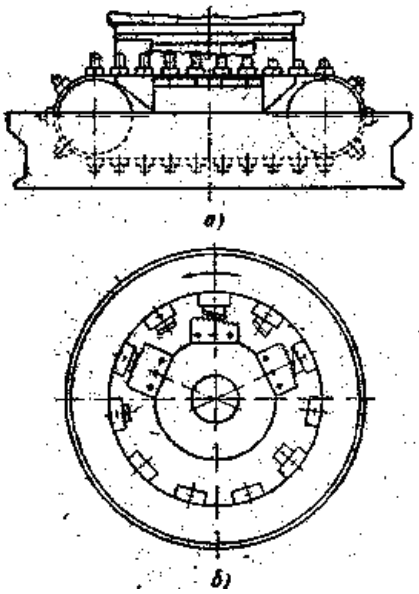


Рисунок 4.

а) Схема работы цепного протяжного станка непрерывного действия для наружного протягивания. Станок применяют в серийном и массовом производстве. Обрабатываемые детали устанавливают в специальных приспособлениях, расположенных на бесконечной цепи. Проходя между протяжкой и направляющей плитой, они обрабатываются и после обработки автоматически освобождаются из зажимных приспособлений.

б) Схема работы станка непрерывного действия служит для протягивания поверхностей, представляющих собой часть поверхности кругового цилиндра. Протяжки могут быть расположены либо в центральной части, либо по периферии вращающегося стола.

Практическое занятие

Прочитайте схему протяжного станка непрерывного действия, используя алгоритм чтения схем.

Теоретический материал

Исполнительные движения в станках

Движения для образования поверхностей осуществляются металлорежущими станками, которые имеют в своем составе специальные механизмы, обеспечивающие необходимые закономерности этих движений. Такие движения и соответствующие механизмы называются исполнительными.

По целевому назначению все исполнительные движения станка делятся на следующие виды:

- ✓ Движение формообразования ***Ф*** – движение, предназначенное для создания производящих линий;
- ✓ Установочное ***Уст*** – движение, предназначенное для первоначальной установки инструмента относительно заготовки для дальнейшей обработки;
- ✓ Движение деления ***Д*** – движение, предназначенное для перемещений движений формообразования в новое относительное положение;
- ✓ Движение врезания ***Вр*** – движение, необходимое для введения режущего элемента инструмента в исходное положение для формообразования в процессе резания;
- ✓ Вспомогательное движение ***Всп*** – движение, создающее необходимые условия для производительной обработки, но не относящееся к относительным перемещениям инструмента и заготовки;
- ✓ Движение управления ***Упр*** – движение, предназначенное для управления исполнительными органами станка.

Движение формообразования характеризуется определенными параметрами, которые требуют предварительной настройки. Если движение является простым или одноэлементным, а траектория движения замкнутая (вращательное движение), то достаточно настроить два параметра движения: скорость и направление.

Если движение простое, а траектория незамкнутая (прямолинейное движение), тогда нужно к уже имеющимся двум параметрам добавить еще два параметра для настройки – исходное положение и длина пути.

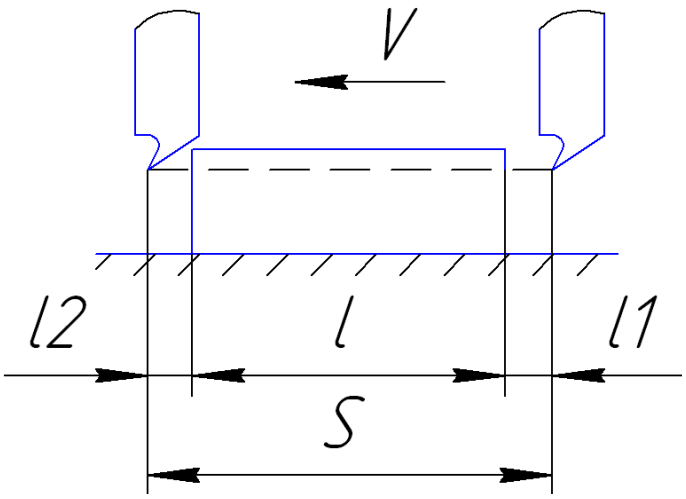


Рисунок 1.

Если движение сложное или многоэлементное, а траектория движения замкнута, то необходима настройка трех параметров: скорость, направление и траектория.

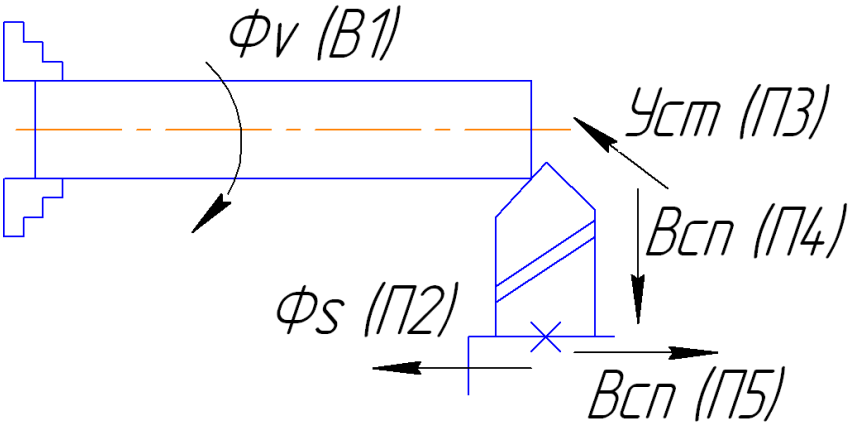


Рисунок 2.

Если движение сложное и имеет незамкнутую траекторию, то необходима настройка пяти параметров: скорость, направление, начальное положение, длина пути, траектория.

Таблица 1

1. Главное движение (с наибольшей скоростью)
2. Движение подачи
3. Движение обката
4. Движение врезания
5. Вспомогательные движения (отскока, ускоренный отвод заготовки)

Практические занятия

1 Один из студентов смотрит на рисунок 3 и вслух дает название его составных частей. Другой проверяет правильность выполнения работы по списку №1.

Станки токарной группы с вертикальной осью вращения (карусельные)

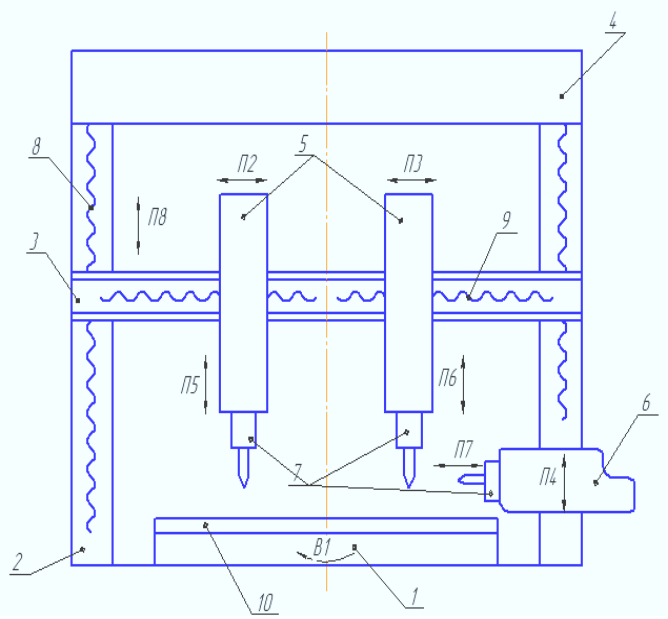


Рисунок 3.

Список 1

1. Станина ***2.*** Стойка ***3.*** Траверса ***4***. Поперечная стойка ***5***. Верхние суппорты ***6***. Боковые суппорты ***7.*** Резцедержатели ***8.*** Ходовые винты траверсы ***9***. Ходовые винты для перемещения верхних суппортов вдоль траверсы ***10***. Карусель (планшайба – вращающийся стол).

Таблица 2

Позиция	Перемещения в станке
Главное движение	
$В_1$	Вращение планшайбы
Движение подачи	
$П_2$	Перемещение верхнего суппорта по траверсе
$П_3$	Перемещение верхнего суппорта по

	траверсе
$П_4$	Перемещение бокового суппорта по стойке
$П_5$	Перемещение резцедержателей
$П_6$	
$П_7$	
Установочное движение	
$П_8$	Подвод траверсы

2 Сформулируйте определение всех видов перемещений в станке. Правильность выполнения упражнения проверить по таблице №2.

Таблица «Исполнительные движения»

Позиция	**Перемещения в станке**
Главное движение	
$В_1$	
Движение подачи	
$П_2$	
$П_3$	
$П_4$	
$П_5$	
$П_6$	
$П_7$	
Установочное движение	
$П_8$	

Теоретические материалы

Структура металлорежущего станка

Исполнительное движение обеспечивается исполнительными механизмами, образующие кинематическую структуру станка, эта структура состоит из кинематических групп, число и состав, которых определяется числом разных исполнительных движений.

Кинематическая группа представляет совокупность кинематических связей между исполнительными звеньями станка и кинематическая связь этих звеньев с исполнительным движением, то есть кинематическая группа есть устройство, которое создает необходимое движение с заданными параметрами.

Структурные группы состоят из внешних и внутренних кинематических связей: внутренняя связь обеспечивает заданную траекторию, а внешняя обеспечивает все остальные параметры. Кинематические группы могут быть простыми и сложными.

Простые состоят из одной кинематической пары.

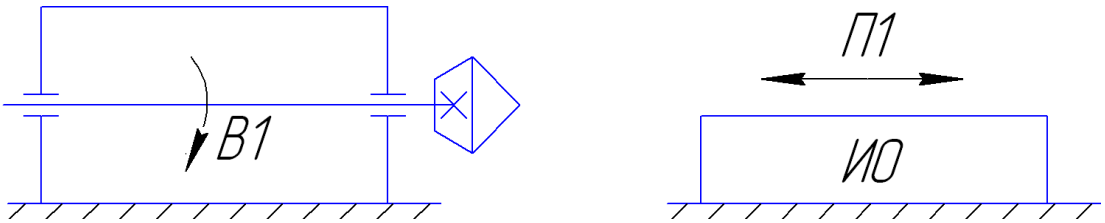


Рисунок 1.

Сложные группы включают в себя несколько кинематических пар и с помощью кинематических цепей соединяют подвижные звенья между собой.

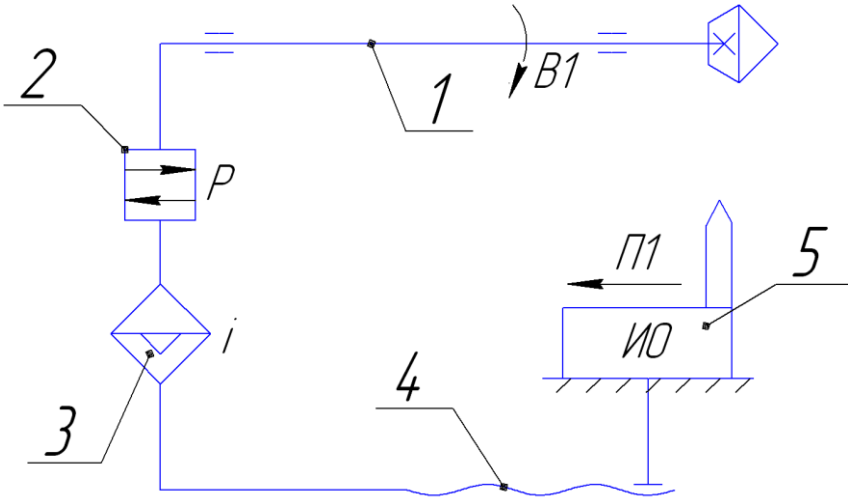


Рисунок 2: 1 – шпиндель; 2 – реверсивное устройство; 3 – звено настройки (регулирует скорость перемещения); 4 – винтовая пара; 5 – исполнительный орган (ИО).

Пример: структура привода главного движения токарного станка. Исполнительное звено является рабочим органом станка: шпиндель – главный рабочий вал станка (создает главное движение), штоссель – орган, совершает главное возвратно-поступательное движение, но при этом совершает вращение движение, ползун – совершает главное поступательное движение, стол – часть станка на который устанавливается заготовка. Движение исполнительного звена обеспечивается внешней кинематической связью с подключением через нее источников движения.

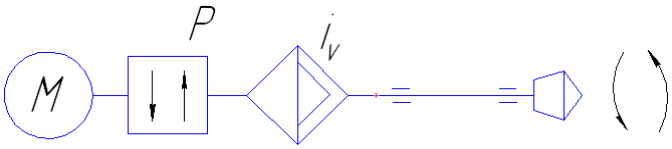


Рисунок 3.

i_v – звено настройки главного движения;

P_v – звено реверсирования главного движения.

Звенья настройки могут иметь разнообразные конструкции.

К основным видам относятся:

Таблица 1

Регулирование электродвигателя
Коробки скоростей
Коробки подач
Вариаторы
Гитары сменных зубчатых колес
Сменные кулачки
Регулируемый гидропневмопривод

Разработка и анализ любой кинематической структуры включает в себя следующие факторы:

1) представления об изделии и обрабатываемых поверхностях;

2) представление о способе обработки, об обрабатывающем инструменте, форме его режущих кромок и их относительном положении;

3) представление о методах формообразования геометрических поверхностей в целом и методах получения производящих линий.

Кинематическая структура станка составляется с помощью различных комбинаций кинематических групп, соединяемых между собой межгрупповыми и межструктурными связями.

Пример №1: параллельное соединение групп для поступательного движения.

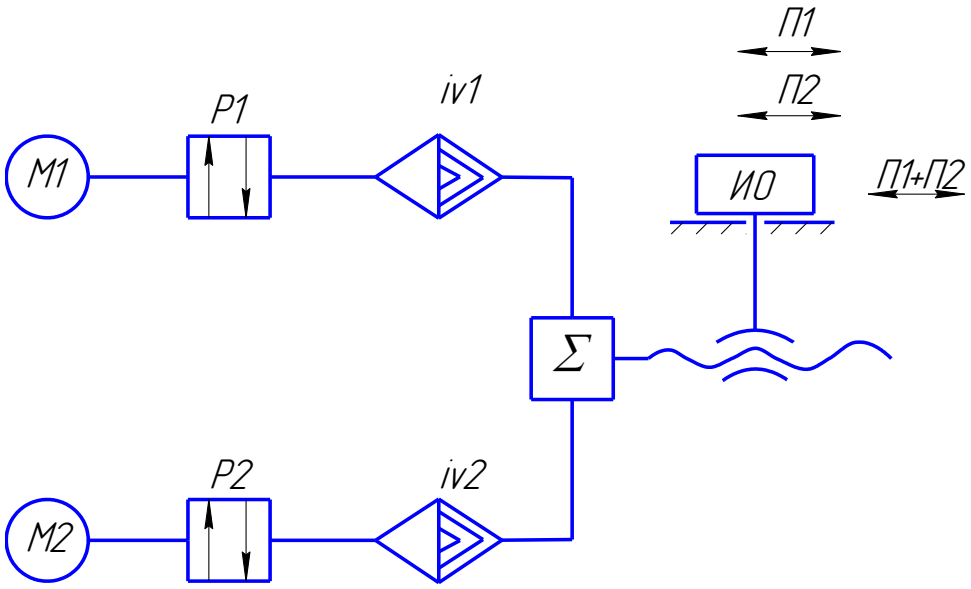


Рисунок 4.

Пример №2: последовательное соединение кинематических групп.

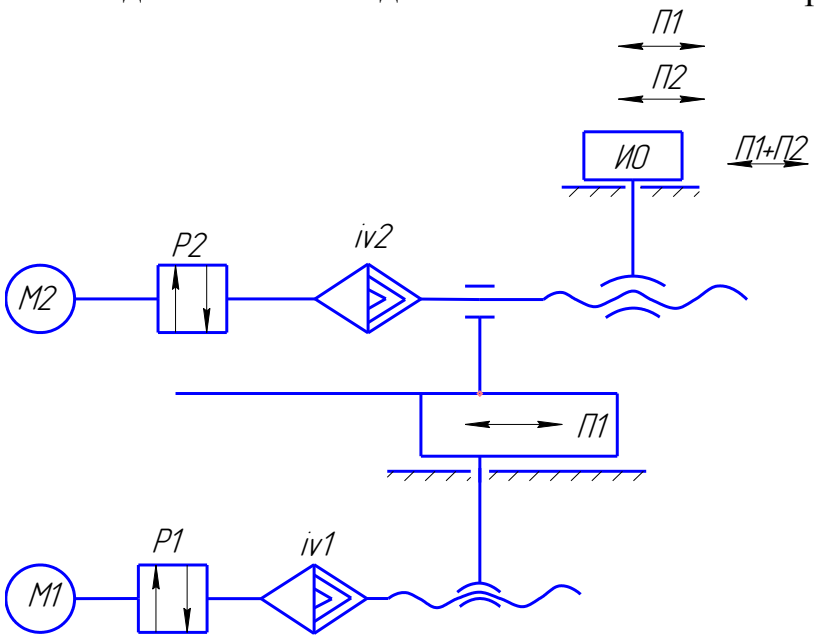


Рисунок 5.

Пример №3: комбинированное соединение кинематических групп.

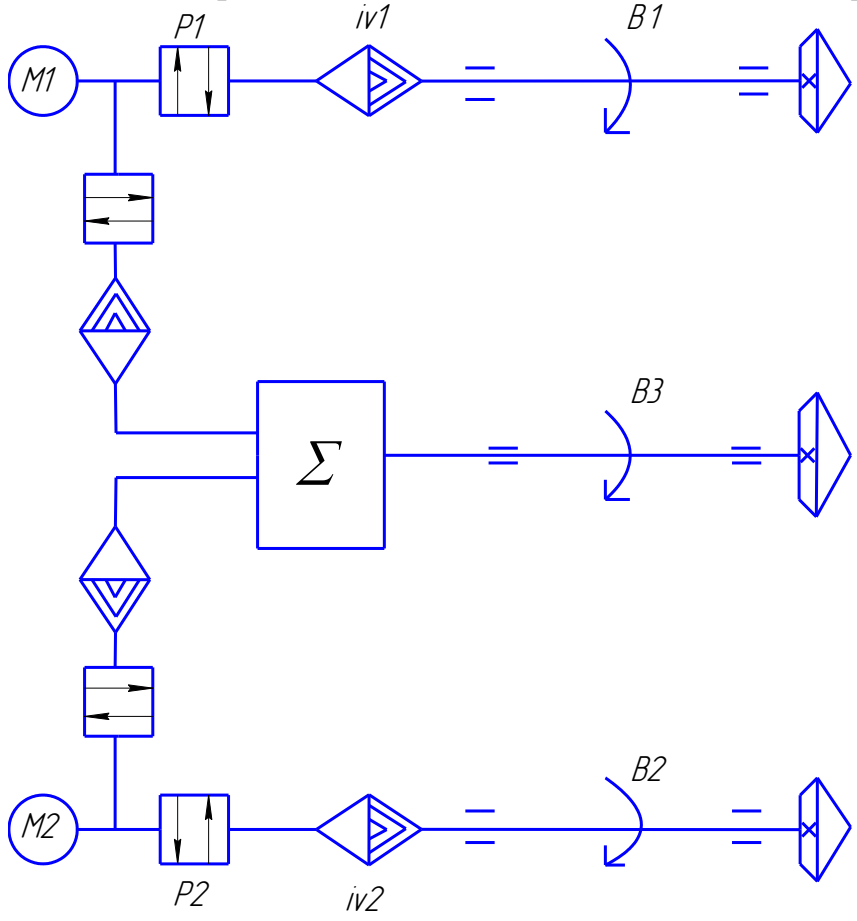


Рисунок 6.

Источники движения:
- Электродвигатели;
- Гидродвигатели;
- Гидроцилиндры;
- Пневмоцилиндры.

Суммирующие механизмы:
- Планетарные механизмы;
- Конические дифференциалы.

Звенья настройки:
- Регулируемые электродвигатели;
- Коробки скоростей;
- Коробки подач;
- Механические вариаторы;
- Гитары сменных зубчатых колес;
- Кулачковые механизмы;
- Кривошипные механизмы.

Анализ структурных схем металлорежущих станков позволяет сделать следующие выводы. Кинематическая структура станков зависит от геометрической формы, размеров обрабатываемой поверхности и метода обработки. Чем меньше необходимое число исполнительных формообразующих движений, тем меньше кинематических цепей в структуре станка, тем проще его кинематика и конструкция. Существенное значение имеют и другие факторы, например точность и шероховатость поверхности, динамика резания, условия обслуживания станка, а также экономические факторы.

Кинематическое согласование в кинематических цепях станков

Кинематическая структура станка реализуется с помощью станочных механизмов, совокупность которых образует кинематическую схему. Кинематические согласования, необходимые в структуре станка, описываются уравнениями кинематического баланса, которые составляются по кинематической схеме. Настройка кинематических согласований обеспечивается с помощью звеньев настройки в соответствии с формулами настройки, которые получаются из уравнений кинематического баланса.

Металлорежущие станки, кроме основных движений – движения резания и движения подачи, - имеют вспомогательные и специальные движения. Для правильного и точного исполнения этих движений используются кинематические согласования между ними.

Например:

Рассмотрим резьбофрезерный станок (см. п.12).

- главное движение- вращение фрезы;
- движение заготовки;
- движение фрезы относительно заготовки.

$$\Phi(\text{В}_1, \text{В}_2, \text{П}_3) = \Phi_V(\text{В}_1) + \Phi_5(\text{В}_2, \text{П}_3)$$

$$1\ \text{об.заг.}(\text{В}_2) \rightarrow \text{Т мм, фрезы}\ (\text{П}_2)$$

$$2 - 3 - P_t - i_t - 4 - 5 - t - 1$$

P_t и i_t – звенья реверса и настройки по шагу резьбы

$$n_{\text{фрезы}}(\text{В}_1) \rightarrow n_{\text{заг}}(\text{В}_2)$$

$$1 - 6 - 7 - 8 - i_S - 3 - 2$$

$$n_{\text{э/д}}(\text{М}) \rightarrow n_{\text{фрезы}}(\text{В}_1)$$

$$\text{М} - 9 - P_V - i_V - 1$$

Рассмотрим зубофрезерный станок (см. п.14).

Формообразование прямых зубьев: В_1 – вращение фрезы, согласованное с ним движение В_2, и вертикальное движение фрезы

$$\Phi(В_1, В_2, П_3) = \Phi_V(В_1, В_2) + \Phi_5(П_3)$$

Кинематическая связь для формообразования профиля: связь между $В_1$ и $В_2$

$$1\ об.фр.(В_1) \rightarrow \frac{k}{z_{заг}}\ об.заг.(В_2)$$

$$1 - 3 - 4 - \Sigma - i_{обк.} - 5 - 2$$

Φ_V = Д – движение деления.

$$n_{э/д}(М1) \rightarrow n_{фрезы}(В_1)$$

$$М1 - 6 - Р - i_V - 3 - 1$$

$$1\ об.заг.(В_2) \rightarrow S_В \frac{мм}{об.заг.}, фрезы\ (П_3)$$

$$2 - 5 - i_V - 7 - t - 1$$

Формообразование косых зубьев:

$$\Phi(В_1, В_2, П_3, В_4 = \Phi_V(В_1, В_2) + \Phi_5(П_3, П_4))$$

При дополнительном вращении за 1 оборот заготовки должно произойти перемещение фрезы на шаг фрезеруемой винтовой поверхности зуба. Шаг этой винтовой поверхности должен соответствовать 1 обороту заготовки.

$$1\ об.заг.(В_4) \rightarrow Т\ мм, фрезы\ (П_3)$$

$$2 - 5 - i_{обк.} - \Sigma - 8 - i_{диф} - 9 - 7 - t - 1$$

М2 - для вспомогательного движения.

Таблица 2 «Определения»:

1) Стол	- часть станка, на который устанавливается заготовка
2) Шпиндель	- главный рабочий вал станка (создает главное движение)
3) Кинематическая группа	- совокупность кинематических связей между исполнительными звеньями станка и кинематическая связь этих звеньев с исполнительным движением, то есть кинематическая группа есть устройство, которое создает необходимое движение с заданными параметрами
4) Станок	- машины для изготовления частей других машин в основном путем снятия с заготовки стружки режущим инструментом
5) Направляющие станка	- детали станка, обычно опорные поверхности, которые, взаимодействуя с сопряжёнными поверхностями подвижных элементов (стола станка, суппорта и др.), обеспечивают их точное перемещение

6) Станина	- основная, как правило, неподвижная часть машины, на которой размещаются и по которой перемещаются её остальные узлы
7) Реверс	- механизмы, изменяющие направления движения в механизмах станков

Практические занятия

1 Читаем вслух определения из таблицы №2 несколько раз, выделяя голосом ключевое слово. Смотрим на левую часть таблицы, закрывая правую часть, и воспроизводим по памяти определение термина.

2 Один из студентов смотрит на левую часть таблицы №2 и воспроизводит по памяти определение термина. Другой проверяет правильность выполнения работы по правой части**.**

Таблица 3 «Символы»:

Символ	Обозначение
Σ	суммирующее звено
Р	Реверс
i_V	звено настройки главного движения
$i_{обк.}$	звено настройки движения обката
М	Электродвигатель
i_S	звено настройки движения подачи
P_t	Звено реверса по шагу резьбы
i_t	звено настройки по шагу резьбы
$i_{диф}$	дифференцирующее звено

Определите смысл каждого символа. Проверить правильность выполнения упражнения по таблице №4.

Таблица 4 «Символы»

Символ	Обозначение
Σ	
Р	
i_V	
$i_{обк.}$	

M	
i_S	
P_t	
i_t	
$i_{диф}$	

Теоретический материал

Структурная схема токарно-винторезного станка

На токарно-винторезных станках выполняют следующие виды операций: обработки резцами наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, торцовых плоскостей, нарезания наружных и внутренних резьб, отрезки, сверления, зенкерования и развертывания отверстий. Некоторые токарно-винторезные станки оснащаются копировальными устройствами, которые позволяют обрабатывать сложные контуры без специальных фасонных резцов и комбинированного инструмента, а также значительно упрощают наладку и подналадку станков.

$В_1$ - главное движение- вращение заготовки;

$В_2$ - продольное движение резца;

$П_3$ - поперечное движение резца.

$$\Phi(В_1, В_2, П_3) = \Phi_V(В_1) + \Phi_5(В_2, П_3)$$

Нарезание винтовой поверхности:

$$1\ \text{об.заг.}(В_2) \rightarrow T\ \text{мм, фрезы}\ (П_2)$$

$$2 - 3 - i_{зу} - 4 - 5 - P_S - i_S - 6 - 7 - t_{х.в.} - 1$$

Движение продольной подачи:

$$1\ \text{об.заг.}(В_1) \rightarrow S\ \text{мм, резца}\ (П_2)$$

$$2 - 3 - i_{зу} - 4 - 5 - P_S - i_S - 6 - 7 - i_{ф/прод} - z_р - 1$$

Движение поперечной подачи:

$$1\ \text{об.заг.}(В_1) \rightarrow S\ \text{мм, резца}\ (П_3)$$

$$2 - 3 - i_{зу} - 4 - 5 - P_S - i_S - 6 - 7 - i_{ф.поп} - t_{поп} - 1$$

$$n_{э/д}(М1) \rightarrow n_{заг}(В_1)$$

$$М - 9 - P_V - 8 - i_V - 5 - 4 - 3 - 2$$

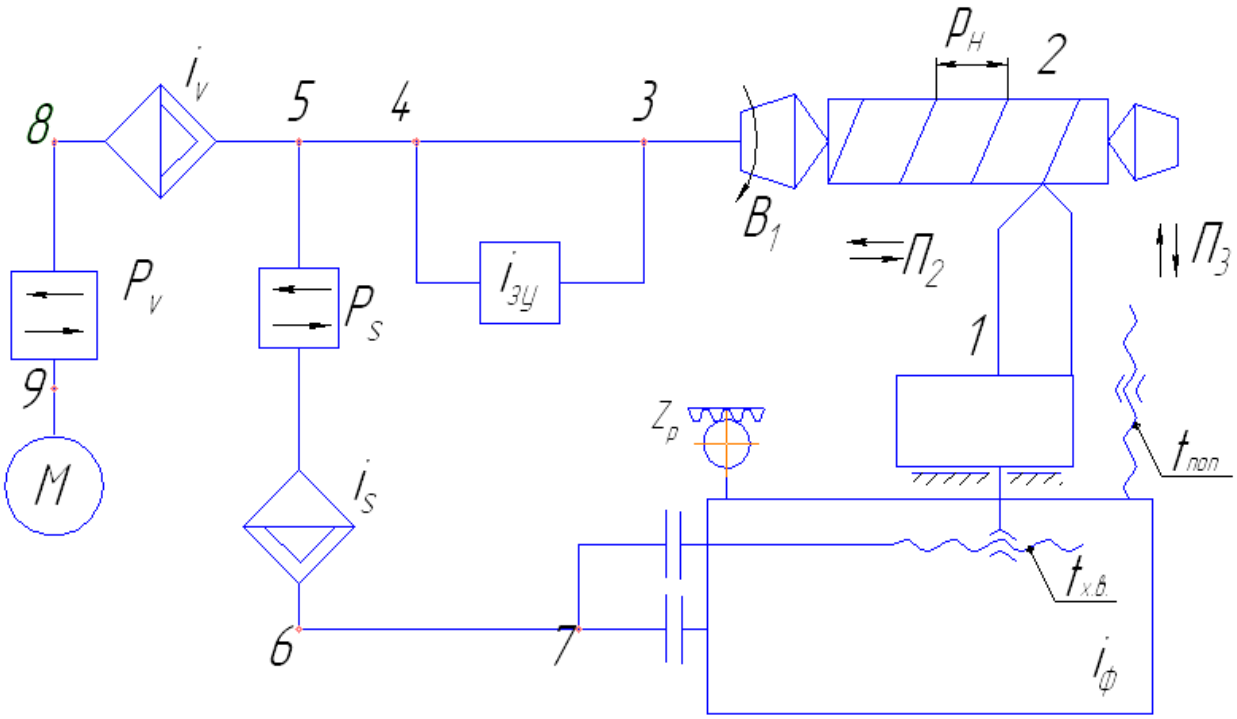


Рисунок 1.

Таблица 1 - «Условные обозначения»:

P_V	Звено реверсирования главного движения
P_S	Звено реверсирования подачи
i_V	Звено настройки главного движения
$i_{зу}$	Звено увеличения шага
i_S	Звено настройки подачи
$i_ф$	Механизм фартука
$t_{поп}$	Шаг винта поперечной подачи
$t_{х.в.}$	Шаг ходового винта
М	Электродвигатель

Таблица 2 - «Исполнительные движения»:

В1	главное движение (вращение шпинделя с заготовкой)
П2	перемещение каретки в продольном направлении
П3	перемещение салазок в поперечном направлении
П4	быстрое перемещение каретки в продольном направлении
П5	быстрое перемещение салазок в поперечном направлении

Таблица 3 - «Основные узлы»:

1	коробка скоростей
2	коробка подач

3	механизм фартука
4	приклад (гитара сменных зубчатых колес)

Практические занятия

1 Определите смысл указанных условных обозначений. Правильность выполнения упражнения проверьте по **таблице №1**.

Таблица «Условные обозначения»

P_V	
P_S	
i_V	
$i_{зу}$	
i_S	
$i_ф$	
$t_{поп}$	
$t_{х.в.}$	
М	

2 Определите смысл указанных исполнительных движений. Правильность выполнения упражнения проверьте по **таблице №2**.

Таблица «Исполнительные движения»

В1	
П2	
П3	
П4	
П5	

3 Определите смысл указанных основных узлов. Правильность выполнения упражнения проверьте по **таблице №3**.

Таблица «Основные узлы»

1	
2	
3	
4	

Кинематическая схема токарно-винторезного станка

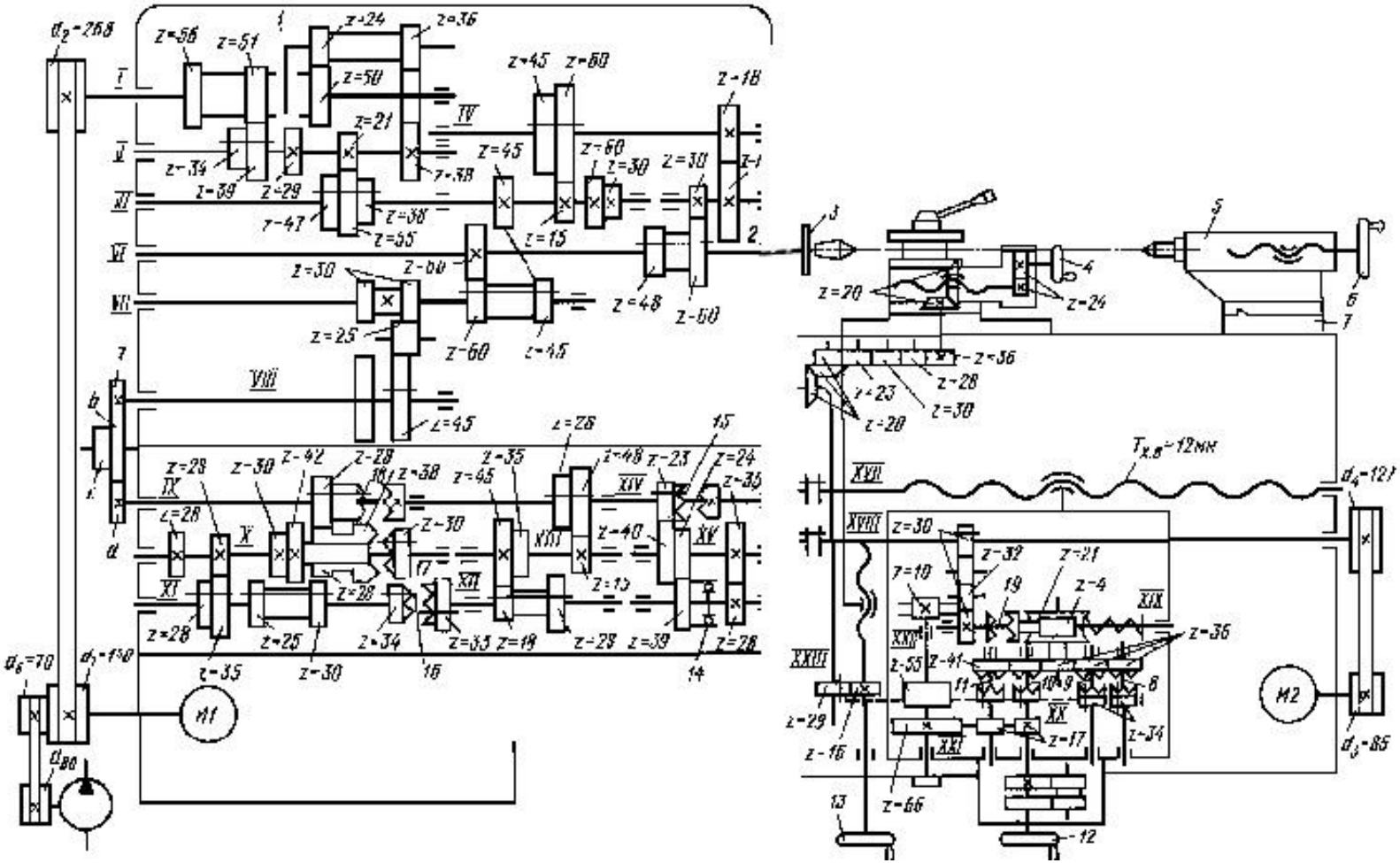


Рисунок 2.

4 На основе имеющейся кинематической схемы токарно-винторезного станка, рисунок 2, составьте его структурную схему. Полученную схему сравните со схемой, приведенной на рисунке 1.

Теоретический материал

Структурная схема резьбофрезерного станка

(Используются однодисковые фрезы или многониточные гребенчатые)
Образующая – метод копирования.
Направляющая – метод касания.
Форма винтовая - 2 движения.
$В_1$ – главное движение - вращение фрезы;
$В_2$ – движение заготовки;
$П_3$ – движение фрезы относительно заготовки.

$$Ф(В_1, В_2, П_3) = Ф_V(В_1) + Ф_5(В_2, П_3)$$

$$1\ об.заг.(В_2) \rightarrow Т\ мм, фрезы\ (П_2)$$

$$2 - 3 - P_t - i_t - 4 - 5 - t - 1$$

и – звенья реверса и настройки по шагу резьбы

$$n_{фрезы}(В_1) \rightarrow n_{заг}(В_2)$$

$$1 - 6 - 7 - 8 - i_S - 3 - 2$$

$$n_{э/д}(М) \rightarrow n_{фрезы}(В_1)$$

$$М - 9 - P_V - i_V - 1$$

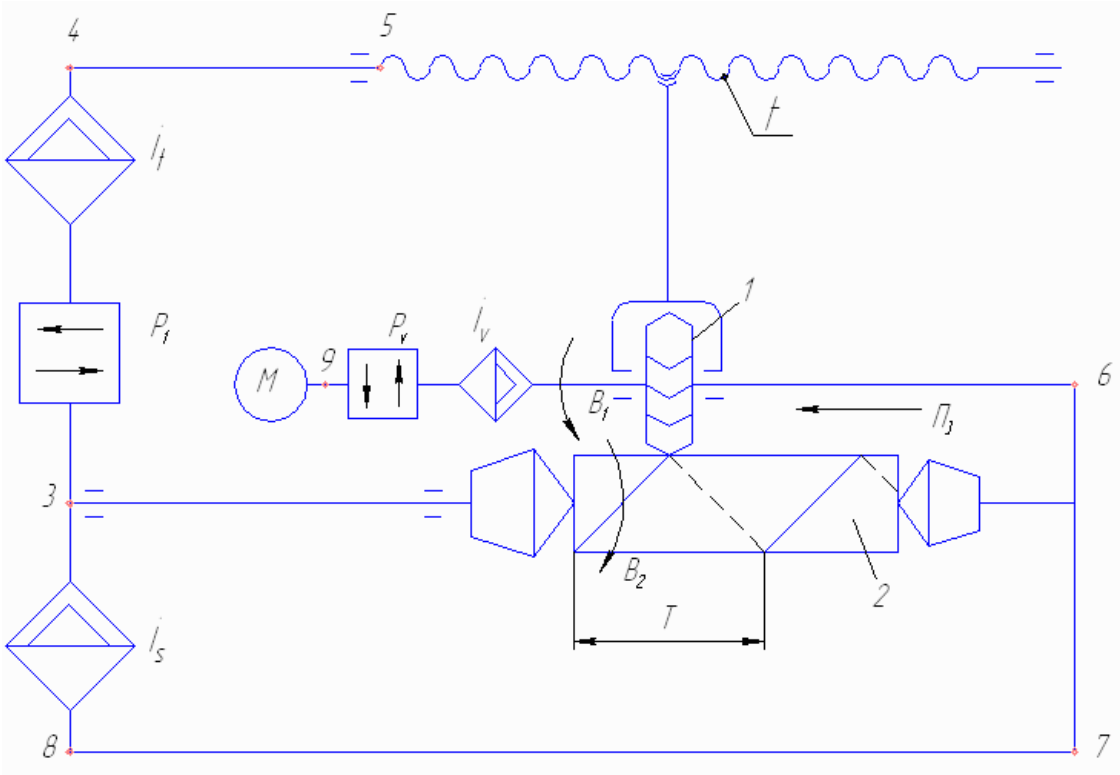


Рисунок 1.

Таблица 1 - «Условные обозначения»:

P_V	Звено реверсирования главного движения
P_t	Звено реверсирования по шагу резьбы
i_V	Звено настройки главного движения
i_t	Звено настройки по шагу резьбы
i_S	Звено настройки подачи
М	Электродвигатель

Таблица 2 - «Исполнительные движения»

В1	главное движение
В2	вращение заготовки
П3	движение продольной подачи
П4	движение врезания
В5	вспомогательное движение круговой подачи
П6	вспомогательное движение продольной подачи
П7	вспомогательное движение радиальной подачи

Таблица 3 - «Основные узлы»:

1	групповая фреза
2	заготовка

Практические занятия

1 Определите смысл всех условных обозначений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №1.

Таблица «Условные обозначения»

P_V	
P_t	
i_V	
i_t	
i_S	
М	

2 Определите смысл всех исполнительных движений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №2.

Таблица «Исполнительные движения»

В1	
В2	
П3	
П4	
В5	
П6	
П7	

3 Определите смысл всех основных узлов. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №3.

Таблица «Основные узлы»

1	
2	

4 На основе имеющейся **кинематической схемы резьбофрезерного станка,** рисунок 2, составьте его структурную схему. Полученную схему сравните со схемой, приведенной на рисунке 1.

Кинематическая схема резьбофрезерного станка

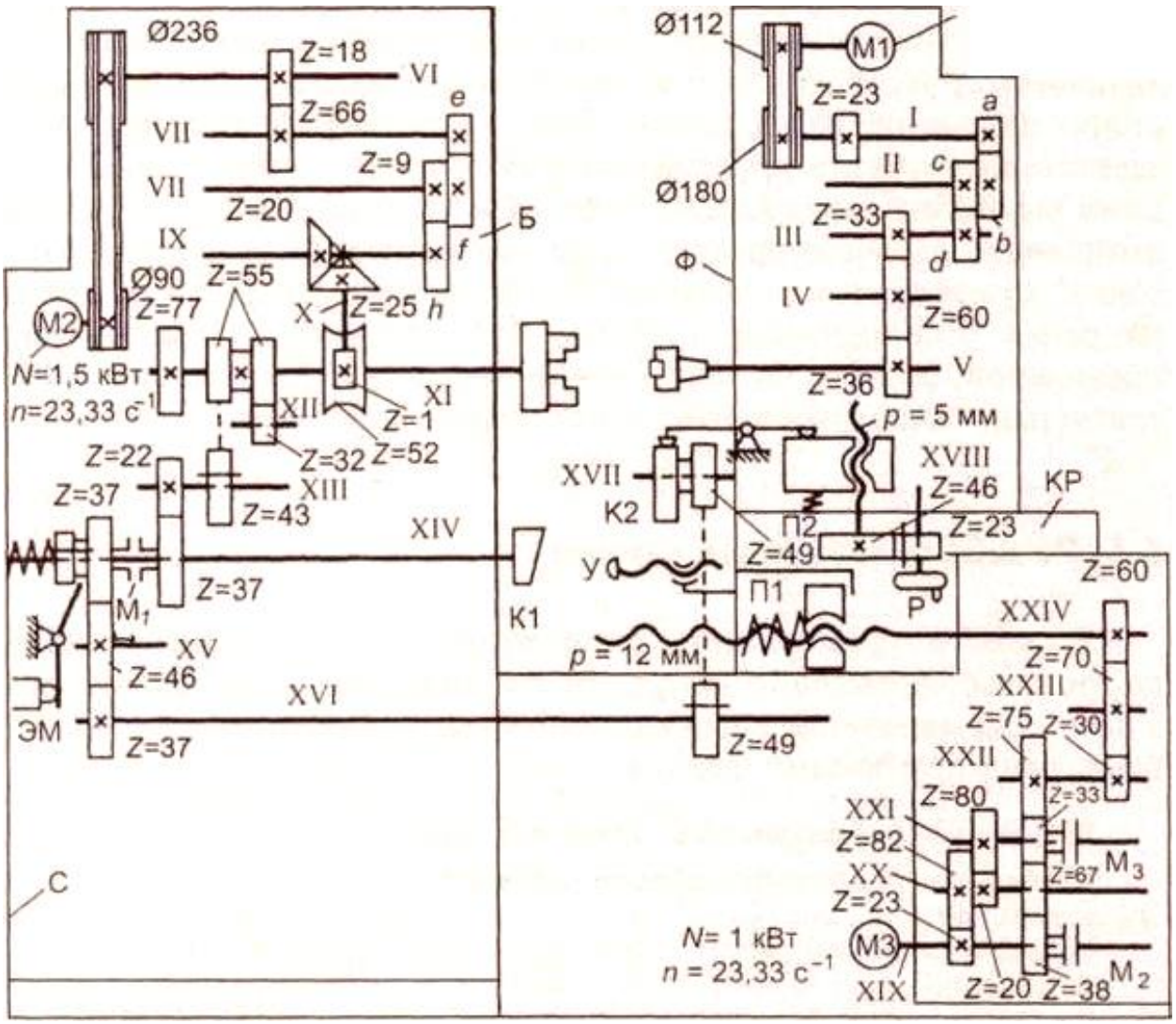


Рисунок 2.

Теоретический материал

Структурная схема зубодолбежного станка

Применяется для нарезания зубчатых колес внешнего и внутреннего зацепления с прямыми и косыми зубьями. Нарезание зубчатых колес производится методом обкатки, при этом при формообразовании долбяк и заготовка воспроизводят движения пары сопряженных элементов цилиндрической зубчатой передачи.

$$\Phi(\text{П}_1, \text{В}_2, \text{В}_3) = \Phi_V(\text{П}_1) + \Phi_5(\text{В}_2, \text{В}_3)$$

Движение обката – это взаимосогласованные движения и

$$\frac{1}{z_{\text{долб}}}\text{об. долб.} \rightarrow \frac{z_{\text{долб}}}{z_{\text{заг}}}\text{об. заг.}$$

$$1\ \text{об. долб.}(\text{В}_2) \rightarrow \frac{z_{\text{долб}}}{z_{\text{заг}}}\text{об. заг.}(\text{В}_3)$$

$$1 - 3 - 4 - i_{\text{обк.}} - 5 - 6 - 2$$

Эта же связь осуществляет и делительный процесс, поэтому движение Φ_5 (В_2, В_3) является и движением деления Φ_5 = Д.

$$1\ \text{дв. ход долб.}(\text{П}_1) \rightarrow S_{\text{круг.долб.}}\frac{\text{мм}}{\text{дв. ход}}(\text{В}_2)$$

$$1 - 9 - 8 - P_S - i_S - 4 - 3 - 1$$

$$n_{\text{э/д}}(\text{М}) \rightarrow n_{\text{дв.ход долб.}}(\text{П}_1)$$

$$\text{М} - 7 - i_V - 8 - 9 - 1$$

Движение врезания – Вр (П_4)

$$1\ \text{дв. ход долб.}(\text{П}_1) \rightarrow S_{\text{р}}\frac{\text{мм}}{\text{дв. ход}}(\text{П}_4)$$

$$1 - 9 - 8 - 10 - 11 - 12 - i_{\text{вр}} - 13 - t - 2$$

Вспомогательное движение – Всп. (П_6)
Движение отскока - Всп. (П_5)

$$1\ \text{дв. ход долб.}(\text{П}_1) \rightarrow 1\ \text{дв. ход долб.}(\text{П}_5)$$

$$1 - 9 - 8 - 10 - 11 - 14 - 1$$

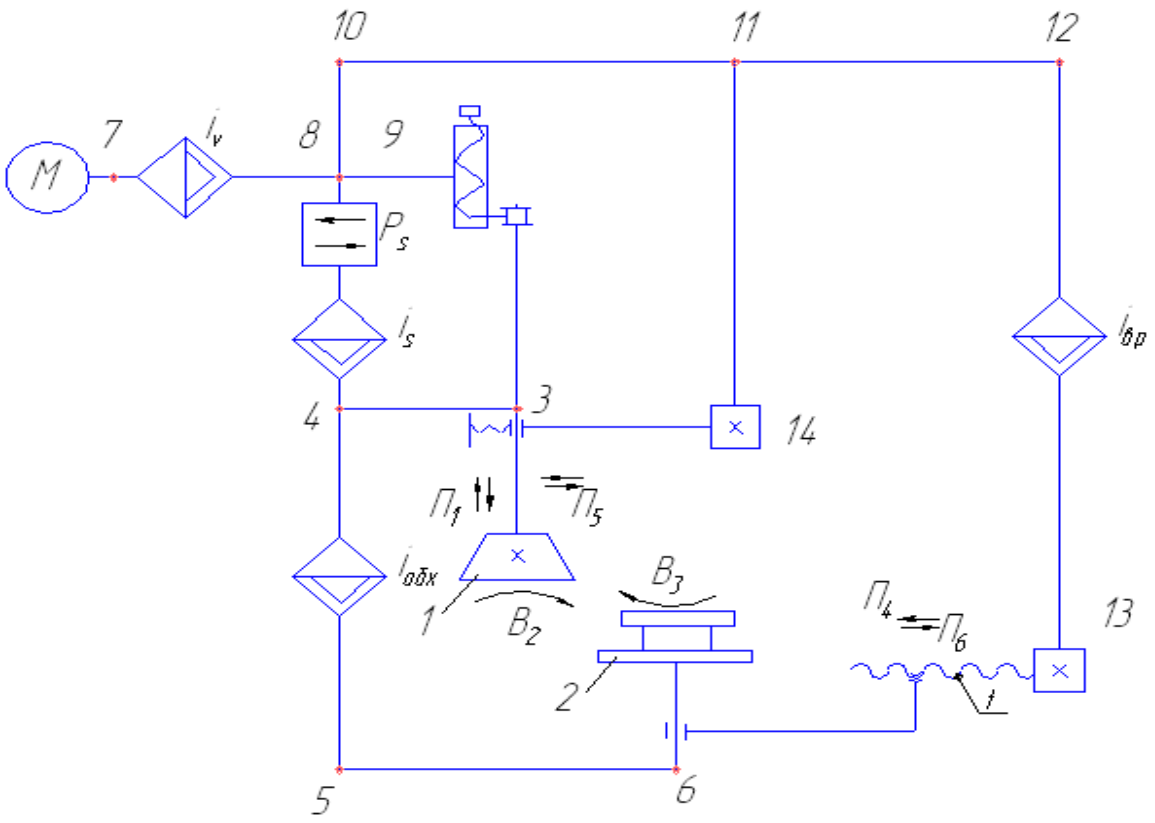


Рисунок 1.

Таблица 1 - «Условные обозначения»:

P_S	Звено реверсирования по шагу резьбы
i_V	Звено настройки главного движения
i_S	Звено настройки движения подачи
$i_{вр}$	Звено настройки движения врезания
$i_{обк.}$	Звено настройки движения обката
М	Электродвигатель

Таблица 2 - «Исполнительные движения»:

П1	движение резания
П2	движение врезания
П3	вспомогательное движение отскока (для отвода резцов)
П4	вспомогательное движение для установки резцовой головки по высоте

Таблица 3 - «Основные узлы»:

1	Стол
2	Долбяк

Практические занятия

1 Определите смысл всех условных обозначений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №1

Таблица «Условные обозначения»

P_S	
i_V	
i_S	
$i_{вр}$	
$i_{обк.}$	
М	

2 Определите смысл всех исполнительных движений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №2.

Таблица «Исполнительные движения»

П1	
П2	
П3	
П4	

3 Определите смысл всех основных узлов. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №3

Таблица «Основные узлы»

1	
2	

4 На основе имеющейся кинематической схемы зубодолбежного станка, рисунок 2, составьте его структурную схему. Полученную схему сравните со схемой, приведенной на рисунке 1.

<u>Кинематическая схема зубодолбежного станка</u>

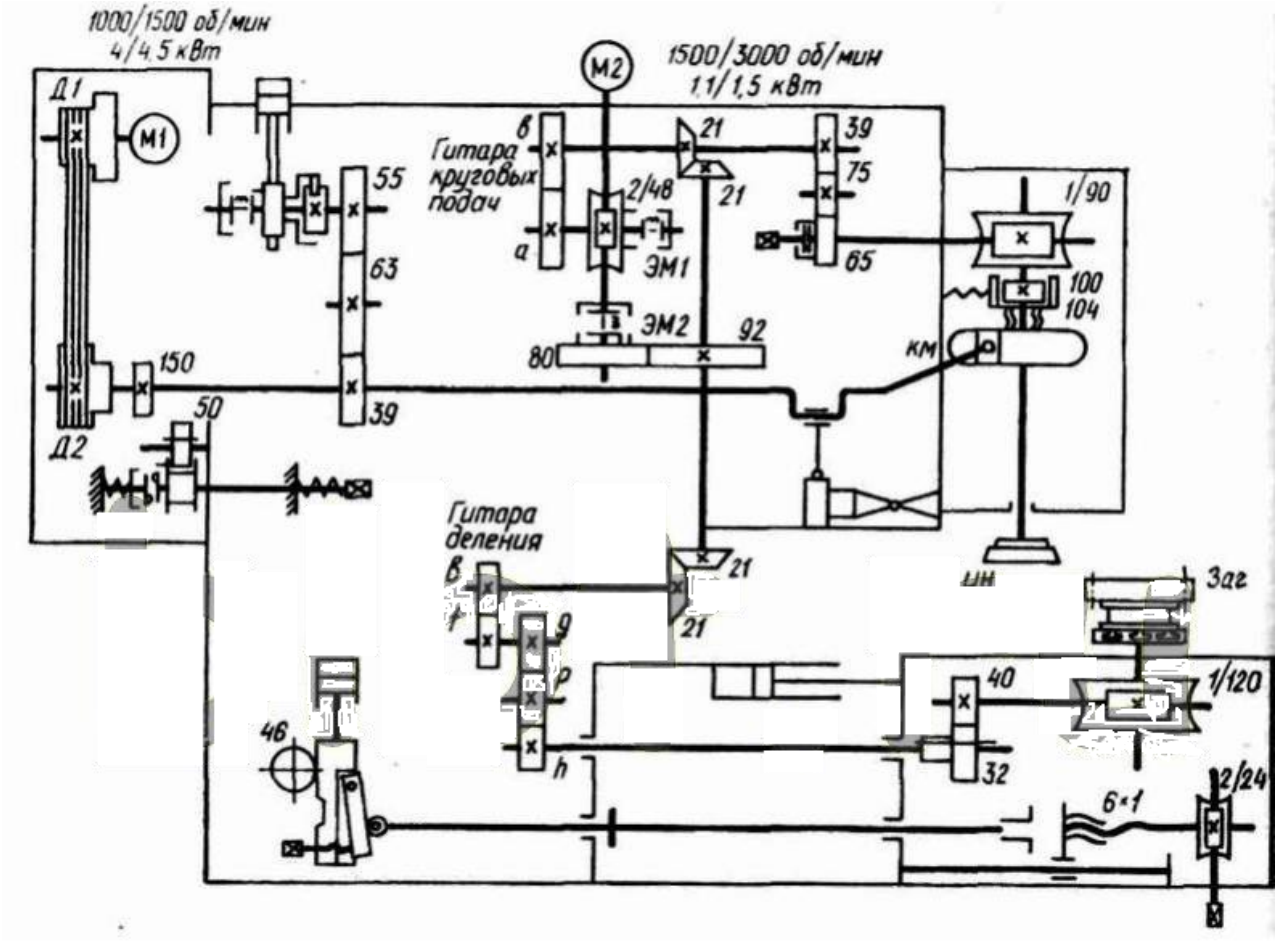


Рисунок 2

Теоретический материал

Структурная схема зубофрезерного станка

Этот станок применяется для нарезания цилиндрических колес с прямыми и косыми наружными зубьями, а также червячных колес методами радиальной и тангенциальной подач. Инструмент – червячная модульная фреза. Станок работает по методу обката и воспроизводит движение пары сопряженных элементов червячной передачи.

Формообразование: образующая линия получается методом касания и представляет собой прямую линию у прямозубых колес и винтовую у косозубых.

1 – червячная фреза, 2- заготовка

Формообразование прямых зубьев: $В_1$ – вращение фрезы, согласованное с ним движение $В_2$ и вертикальное движение фрезы $П_3$:

$$Ф(В_1, В_2, П_3) = Ф_V(В_1, В_2) + Ф_5(П_3)$$

Кинематическая связь для формообразования профиля: связь между $В_1$ и $В_2$:

$$1\ об.фр.(В_1) \rightarrow \frac{k}{z_{заг}}\ об.заг.(В_2)$$

$$1 - 3 - 4 - \Sigma - i_{обк.} - 5 - 2$$

$Ф_V$ = Д – движение деления.

$$n_{э/д}(М1) \rightarrow n_{фрезы}(В_1)$$

$$М1 - 6 - Р - i_V - 3 - 1$$

$$1\ об.заг.(В_2) \rightarrow S_В \frac{мм}{об.заг.}, фрезы\ (П_3)$$

$$2 - 5 - i_S - 7 - t - 1$$

Формообразование косых зубьев:

$$Ф(В_1, В_2, П_3, В_4) = Ф_v(В_1, В_2) + Ф_5(П_3, В_4)$$

При дополнительном вращении $В_4$ за 1 оборот заготовки должно произойти перемещение фрезы на шаг фрезеруемой винтовой поверхности зуба. Шаг этой винтовой поверхности должен соответствовать 1 обороту заготовки.

$$1\ об.заг.(В_4) \rightarrow Т\ мм, фрезы\ (П_3)$$

$$2 - 5 - i_{обк.} - \Sigma - 8 - i_{диф} - 9 - 7 - t - 1$$

М2 – для вспомогательного движения

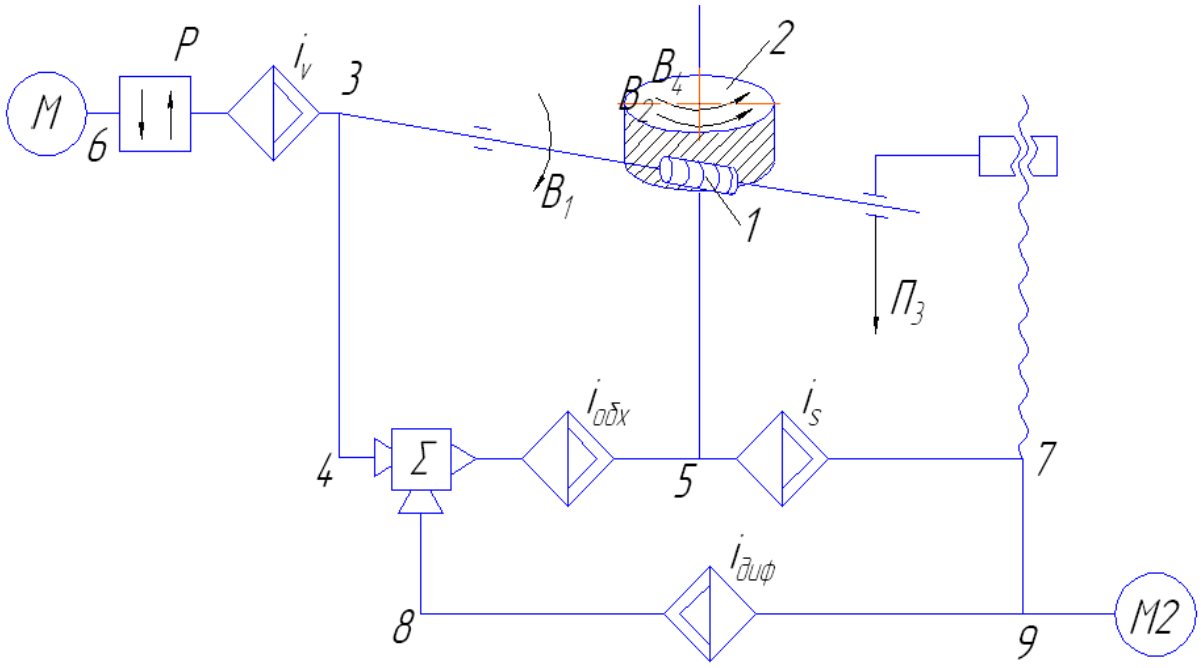


Рисунок 1

Таблица 1 - «Условные обозначения»:

P	Реверс
i_V	Звено настройки главного движения
i_S	звено настройки движения подачи
$i_{диф}$	Дифференцирующее звено
Σ	Суммирующее звено
$i_{обк.}$	Звено настройки движения обката
M1	Электродвигатель
M2	Электродвигатель для осуществления вспомогательных движений

Таблица 2 - «Исполнительные движения»:

B1	Главное вращательное движение (вращение фрезы)
B2	Вращение стола (заготовки)
П3	Ускоренная подача стола
B4	Дополнительный поворот заготовки для получения косозубых колес

Таблица 3 - «Основные узлы»:

1	Червячная фреза
2	Заготовка

Практические занятия

1 Определите смысл всех условных обозначений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №1.

Таблица «Условные обозначения»

P	
i_V	
i_S	
$i_{диф}$	
Σ	
$i_{обк.}$	
M1	
M2	

2Определите смысл всех исполнительных движений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №2.

Таблица «Исполнительные движения»

B1	
B2	
П3	
B4	

3 Определите смысл всех основных узлов. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №3.

Таблица «Основные узлы»

1	
2	

4 На основе имеющейся кинематической схемы зубофрезерного станка, рисунок 2, составьте его структурную схему. Полученную схему сравните со схемой, приведенной на рисунке 1.

Кинематическая схема зубофрезерного станка

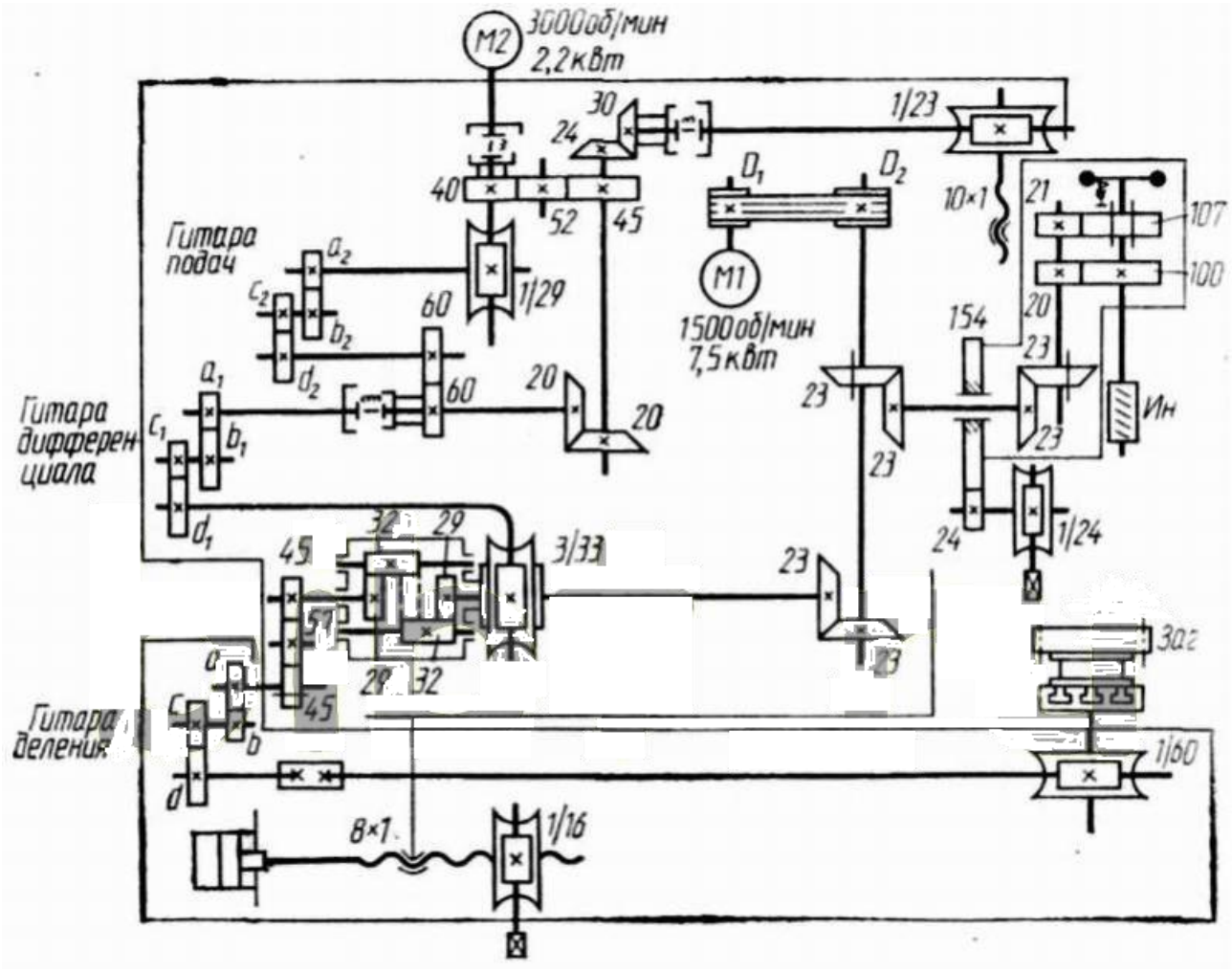


Рисунок 2

Теоретический материал

Структурная схема зубострогального станка

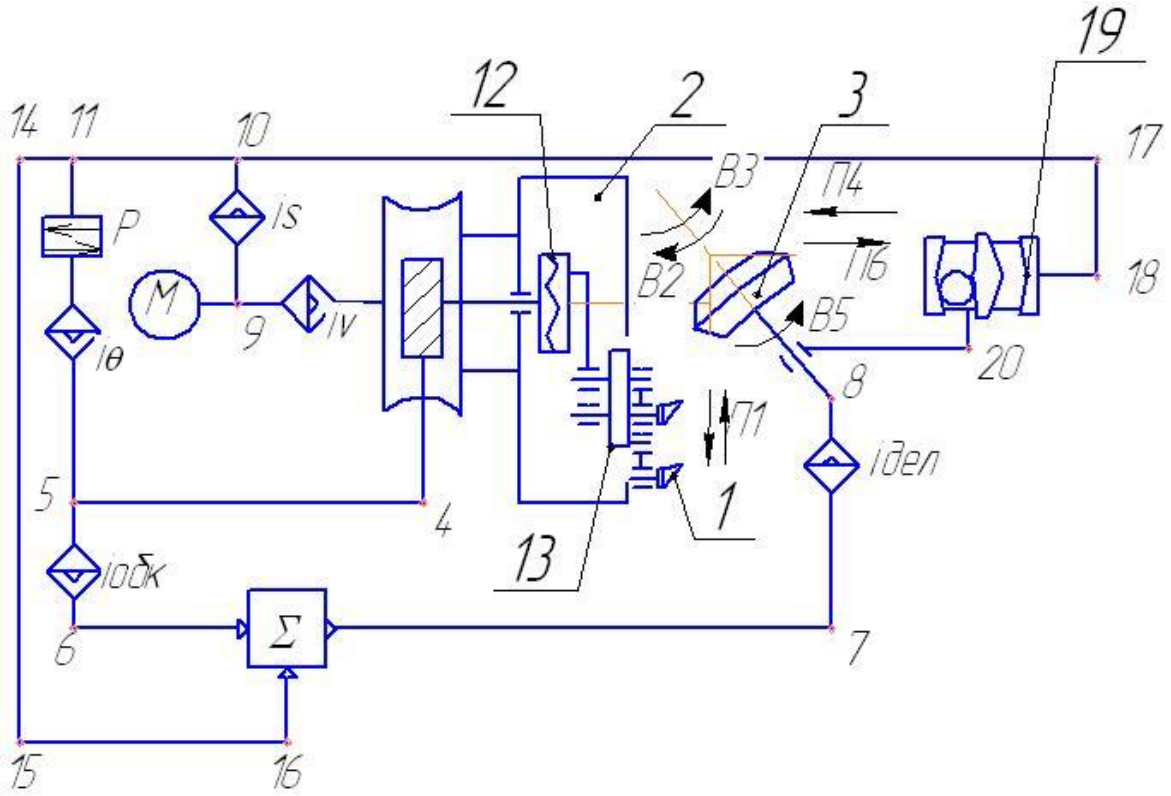


Рисунок 1

Таблица 1 - «Условные обозначения»:

P	Реверс
i_V	Звено настройки главного движения
i_S	Звено настройки движения подачи
i_θ	Звено настройки угла качания
Σ	Суммирующее звено
$i_{обк.}$	Звено настройки движения обката
M	Электродвигатель
$i_{дел}$	Звено настройки цепи деления

Таблица 2 - «Исполнительные движения»:

П1	Главное движение
В2	Вращение люльки
В3	Вращение заготовки
П4	Движение врезания

В5	Делительное движение (поворот заготовки)
П6	Вспомогательное движение для быстрого отвода заготовки

Практические занятия

1 Чтение структурной схемы зубострогального станка, рисунок 1.

2 Определите смысл всех условных обозначений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №1.

Таблица «Условные обозначения»

Р	
i_V	
i_S	
i_θ	
Σ	
$i_{обк.}$	
М	
$i_{дел}$	

3 Определите смысл всех исполнительных движений. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №2.

Таблица «Исполнительные движения»

П1	
В2	
В3	
П4	
В5	
П6	

4 На основе имеющейся кинематической схемы зубострогального станка, рисунок 2, составьте его структурную схему. Полученную схему сравните со схемой, приведенной на рисунке 1.

Кинематическая схема зубострогального станка

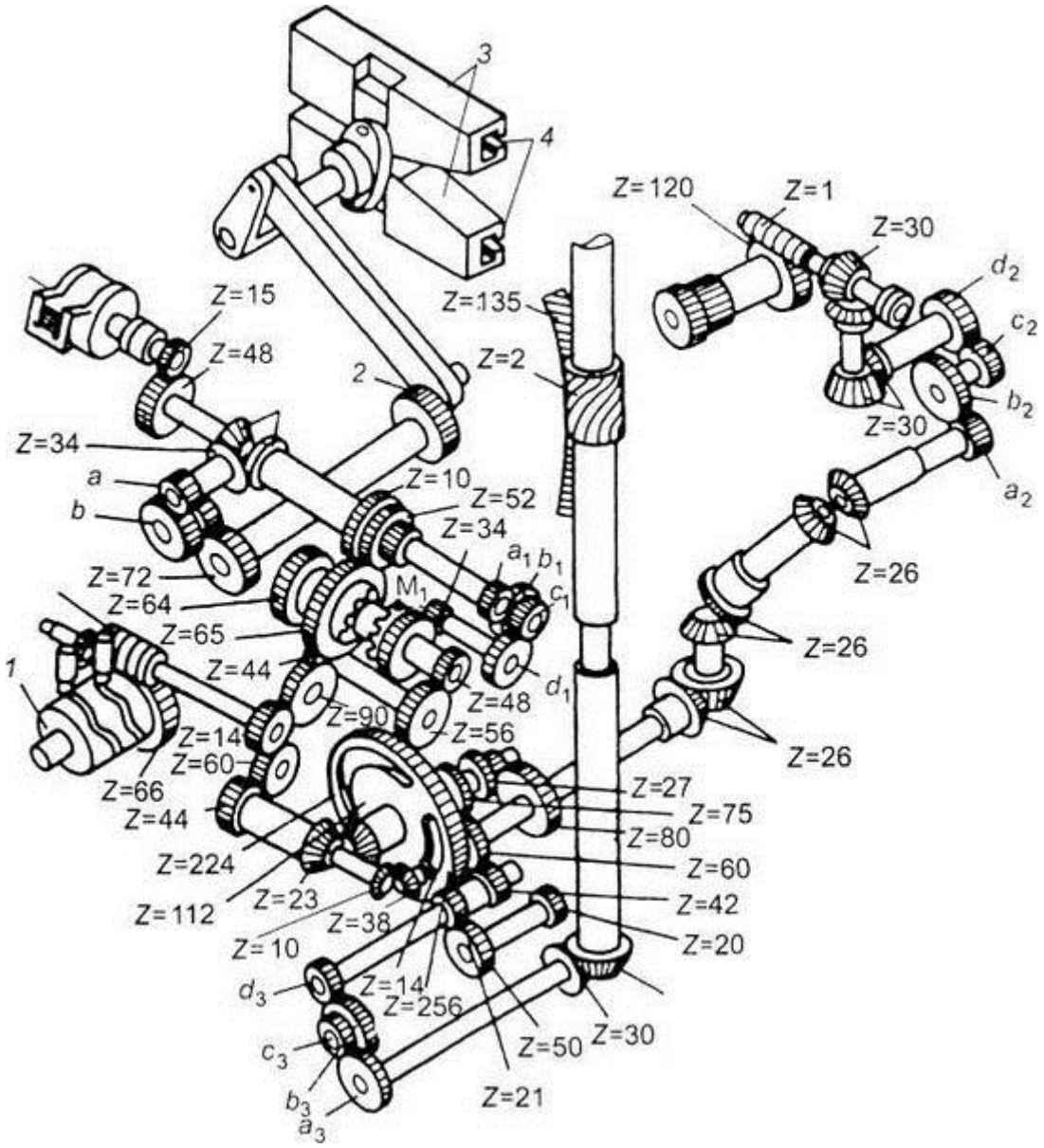


Рисунок 2

Теоретический материал

Кинематическая схема станка

Движение инструмента и заготовок совершается рабочими или исполнительными органами станка. Движение передается при помощи кинематических цепей, состоящих из отдельных пар – ременных, зубчатых, червячных, кулачковых, винтовых и т.д. Изображение кинематических пар, соединенных в определенной последовательности в кинематические цепи, называется кинематической схемой. В **таблице № 1**приведены условные изображения деталей и узлов металлорежущих станков (по ГОСТ 2.770-68; 2.780-68; 2.781-68 и 2.782-68).

Таблица 1 - «Условные обозначения элементов кинематических цепей»

Наименование	Обозначение
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.д.	
Шарнирное соединение стержней	
Подшипники скольжения и качения (без уточнения типа)	
Радиальный	
Радиально-упорный односторонний	
Радиально-упорный двусторонний	
Радиальный подшипник скольжения	
Подшипники качения	
Радиальный (общее обозначение)	

Наименование	Обозначение
Радиальный роликовый	
Радиальный самоустанавливающийся	
Радиально-упорный односторонний	
Радиально-упорный двусторонний	
Радиально-упорный роликовый односторонний	
Радиально-упорный роликовый двусторонний	
Упорный одинарный	
Упорный двойной	
Соединение детали с валом	
Свободное при вращении	
Подвижное без вращения	
При помощи вытяжной шпонки	
Глухое	
Соединение двух валов	

Наименование	Обозначение
Глухое	
Эластичное	
Шарнирное	
Телескопическое	
Предохранительной муфтой	
Муфты сцепления кулачковые (зубчатые)	
Односторонняя	
Двусторонняя	
Муфты сцепления фрикционные	
Общее обозначение	
Односторонняя	
Односторонняя электромагнитная	
Двусторонняя	
Двусторонняя электромагнитная	
Конусная односторонняя	
Дисковая односторонняя	
Дисковая двусторонняя	
Муфты обгона самовыключающиеся	

Наименование	Обозначение
Односторонняя	
Двусторонняя	
Тормоза	
Ленточный	
Дисковый	
Дисковый электромагнитный	
Храповые зубчатые механизмы с наружным зацеплением двусторонние	
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
Передачи ременные	

Наименование	Обозначение
Плоским ремнем	
Клиновидным ремнем	
Передачи зубчатые цилиндрические	
Внешнее зацепление	
Внутреннее зацепление	
Передача зубчатая коническая	
Передача червячная с цилиндрическим червяком	

Наименование	Обозначение
Передачи зубчатые	
Винтовая	
Реечная	
Гайка на винте, передающем движение	
Неразъемная	
Разъемная	
Шарнирная	
Электродвигатели	
Общее обозначение	M
N электродвигателей	M1 M2

Наименование	Обозначение
Насосы постоянной подачи	
С постоянным направлением потока	
С реверсивным потоком	
Насосы с регулируемой подачей	
С постоянным направлением потока	
С реверсивным потоком	
Гидромотор	
Гидроцилиндры	

Наименование	Обозначение
Общее обозначение	
Одностороннего действия с возвратом штока пружиной	
Двустороннего действия с односторонним штоком	
Двустороннего действия с двусторонним штоком	
Дифференциальный	
Камера мембранная одностороннего действия	
Насосы	
Ручной	

Наименование	Обозначение
Шестеренный	
Ротационный лопастной (пластинчатый)	
Радиально-поршневой	
Аксиально-поршневой	
Аккумулятор гидравлический	
Фильтр для жидкости или воздуха	
Проходы (каналы), показывающие направление потоков рабочей среды	
Места соединений проходов	
Регулирующий орган	

Наименование	Обозначение
Открывающийся	
Закрывающийся	
Клапаны	
Предохранительный с собственным управлением	
Дифференциальный или напорный золотник	
Редукционный	
Обратный	
Регулятор потока (дроссель)	

Практические занятия

1 Читаем вслух элементы кинематических цепей из **таблицы №1** несколько раз.

2 Смотрим на левую часть **таблицы №1**, закрывая правую часть, и воспроизводим по памяти условное обозначение каждого элемента.

Интерактивное занятие:

3 Один из студентов смотрит на левую часть **таблицы №1** и воспроизводит по памяти наименование каждого элемента кинематических цепей. Другой проверяет правильность выполнения работы по правой части**.**

Теоретический материал

Уравнения кинематического баланса и формулы настройки

Чтобы обеспечить необходимые перемещения конечных звеньев кинематической цепи для получения заданных формы и размеров детали, производят кинематическую настройку станка, которая в основном сводится к определению параметров органа настройки. Расчетные перемещения определяют исходя из формы поверхности, которая должна быть образована на заготовке, и вида режущего инструмента. Затем по кинематической цепи составляют уравнение кинематического баланса, связывающее начальное и конечное перемещения, и находят зависимость параметра органа настройки от расчетных перемещений и постоянных цепи.

Кинематическая цепь составляется из движущихся сопряженных между собой и передающих друг другу движения деталей.

Пример №1. Если началом кинематической цепи является электродвигатель (**рисунок 34**), то можно найти связь между начальным и конечным звеньями:

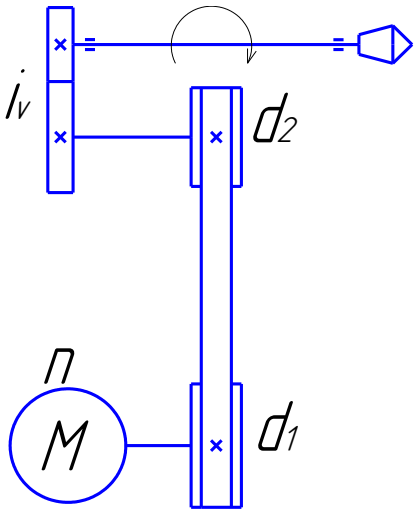


Рисунок 1.

$$n \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot \eta_p \cdot i_v = n_{шп}, \qquad (1)$$

где n, $n_{шп}$ - частота вращения начального и конечного звеньев;

η_p, i_v - коэффициент проскальзывания и передаточное отношение ременной передачи.

Для удобства вычислений рекомендуется в уравнении кинематического баланса (1) выделить постоянные величины структурной формулы и подсчитать их как коэффициент данной кинематической цепи, например:

$$n \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot \eta_p \cdot i_v = \text{С}_{\text{шп}} \cdot i_v = n_{\text{шп}}, \quad (2)$$

Это выражение справедливо и для станков, в цепи главного движения которых в качестве органа настойки используется коробка скоростей. Тогда в выражении (2) i_v будет передаточным отношением коробки скоростей.

Уравнение кинематического баланса для цепи главного вращательного движения имеет вид (об/мин)

$$n_{\text{н}} \cdot i = n_{\text{к}}, \quad (3)$$

где $n_{\text{н}}$ и $n_{\text{к}}$ - частота вращения начального и конечного звеньев, об/мин;

i - передаточное отношение кинематической цепи.

Уравнение кинематического баланса для цепи, у которой начальное звено имеет вращательное движение, а конечное – прямолинейное, будет (мм/мин)

$$n_{\text{мин}} \cdot i \cdot \text{Н} = s_{\text{мин}},$$

где Н – ход кинематической пары, преобразующей вращательное движение в прямолинейное, мм/об;

$s_{\text{мин}}$ - линейное перемещение конечного звена, мм/мин.

Величина хода равна перемещению прямолинейно движущегося звена за один оборот вращающегося звена. Для винтовой пары (винт-гайка)

$$\text{Н} = k \cdot t_{\text{в}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{в}}$ - шаг ходового винта, мм;

k - число заходов.

Для реечной передачи

$$\text{Н} = \pi \cdot m \cdot z$$

где m - модуль зацепления, мм;

z - число зубьев реечного колеса.

На этом основании уравнение кинематического баланса для минутной подачи (мм/мин):

Для цепи с винтовой парой

$$n_{\text{мин}} \cdot i \cdot k \cdot t_{\text{в}} = s_{\text{мин}} \quad (5)$$

Для реечной передачи

$$n_{\text{мин}} \cdot i \cdot k \cdot t_{\text{в}} = s_{\text{мин}} \quad (6)$$

Уравнение кинематического баланса для оборотной подачи (мм/об)

$$1\text{об} \cdot i \cdot \text{Н} = s \quad (7)$$

где s – линейное перемещение конечного звена, мм/об.

Из уравнений (5) – (7) определяют передаточное отношение органа настройки. Например, из уравнения (2) находят

$$i_{\text{в}} = \frac{n_{\text{шп}}}{\text{С}_{\text{шп}}}.$$

Это выражение является формулой настройки сменных колес гитары скоростей цепи.

Пример №2. Если началом кинематической цепи является исполнительный орган (рисунок 2), то можно найти связь между начальным и конечным звеньями:

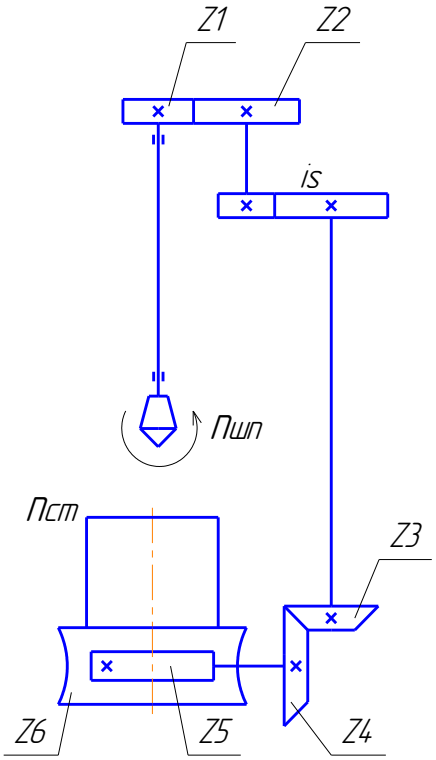


Рисунок 2

Уравнение кинематического баланса:

$$n_{шп} \cdot \frac{Z1}{Z2} \cdot i_S \cdot \frac{Z3}{Z4} \cdot \frac{Z5}{Z6} = n_{ст}$$

$$n_{шп} = C \cdot i_S = n_{ст}$$

$$C = \frac{Z1}{Z2} \cdot \frac{Z3}{Z4} \cdot \frac{Z5}{Z6}$$

$$i_S = \frac{n_{ст}}{C \cdot n_{шп}}$$

Пример: зубодолбежный станок

1. Радиальное перемещение долбяка до полной глубины врезания. При этом возникает возвратно поступательное движение долбяка и согласованное движение обката (вращение долбяка и заготовки)

2. Формообразование профиля зубьев. Происходит после окончания врезания за полный оборот заготовки.

3. Отвод долбяка после обработки.

4. Движение отскока.

С помощью кинематической схемы станка составляем уравнения кинематического баланса, которые являются математическим выражением кинематического согласования между рабочими органами станка.

1 – е согласование (обороты двигателя согласованы с двойными ходами долбяка)

$$n_{э/д} \rightarrow n_{\text{дв.ход долб.}}$$

Кинематическое согласование:

$$960\frac{\text{об}}{\text{мин}} \cdot \frac{24}{55} \cdot U = n_{\text{дв.ход.}} \quad (1)$$

U – Передаточное отношение звена настройки

Из (1) найдем формулу настройки для определения U.

$$U = \frac{n_{\text{дв.ход.}} \cdot 55}{960 \cdot 24} = \frac{n_{\text{дв.ход.}}}{420} \quad (2)$$

2 – согласование:

$$1\ \text{об.долб.} \rightarrow \frac{z_{\text{долб}}}{z_{\text{заг}}}$$

Кинематическое согласование:

$$1\ \text{об.долб.} \cdot \frac{90}{1} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{\text{A}}{\text{C}} \cdot \frac{\text{B}}{D} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{90}{1} = \frac{z_{\text{долб}}}{z_{\text{заг}}} \quad (3)$$

Из (3) находим формулу настройки:

$$\frac{\text{A}}{\text{C}} \cdot \frac{\text{B}}{D} = \frac{z_{\text{долб}}}{z_{\text{заг}}} \quad (4)$$

3 – согласование (цепь круговых подач):

$$1\ \text{дв.ход долб.} \rightarrow S_{\text{круг.долб.}}$$

Кинематическое согласование:

$$1\ \text{дв.ход долб.} \cdot \frac{4}{50} \cdot \frac{\text{a}}{b} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{1}{90} = \frac{S_{\text{круг.долб.}}}{\pi \cdot d_{\text{долб}}} \quad (5)$$

Из (5) Находим формулу настройки:

$$\frac{\text{a}}{b} = \frac{1125 \cdot S_{\text{круг.долб.}}}{\pi \cdot d_{\text{долб}}}$$

4 – согласование (движение врезания):

$$\frac{3}{4}\text{об.К}_1 \rightarrow 1\ \text{об.заг.}$$

$$1\text{об.К}_1 \rightarrow 1\frac{1}{3}\ \text{об.заг.}$$

Уравнение кинематического баланса:

$$1\text{об.К}_1 \cdot \frac{90}{1} \cdot U_{\text{П}} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{1}{90} = n_{\text{об.заг.}}$$

Движение отскока:

$$1\text{об.К}_2 = 1\ \text{дв.ход.долб.} = 1\text{дв.ход.заг.}$$

Таблица 1 - «Термины и определения»

1. Датчик обратной связи	– устройство для обеспечения контроля за действительным перемещением исполнительного органа (ДОС)
2. Меандр (в древней Греции архитектурные повторяющиеся элементы)	– передача, состоящая из системы одинаковых двойных блоков шестерен, соединенных по определенной схеме.
3. Жесткость системы СПИД	– отношение нормальной составляющей силы резания к смещению кромки инструмента относительно заготовки в направлении действия этой силы.
4. Податливость	– величина, обратная жесткости

Таблица 2 - «Символы»:

W	Податливость системы
i	передаточное отношение
z	число зубьев колеса
z_H	число зубьев передвижного (перекидного) колеса
φ	знаменатель геометрической прогрессии
j	Жесткость
P_y	составляющая силы резания, направленная по оси Y
y	отжатия системы по оси Y

Практические занятия

1 Определите смысл терминов. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №1.

Таблица «Термины»

Датчик обратной связи	
Меандр	
Жесткость системы СПИД	
Податливость	

2 Определите смысл всех символов. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №2.

Таблица «Символы»

W	
i	
z	
z_H	
φ	
j	
P_y	
y	

Теоретический материал

Методы подбора зубчатых колес в гитарах сменных колес

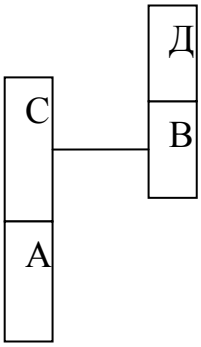
Каждый станок обеспечивается набором сменных зубчатых колес, этот ряд включает 43 колеса с числом зубьев от 30 до 127 с использованием всех простых чисел, попадающих в этот интервал.

Существует два метода подбора сменных зубчатых колес:

1) Точный метод подбора сменных зубчатых колес заключается в разложении передаточного отношения на простые множители в числителе и знаменателе и в подборе чисел зубьев по этим простым множителям.

$$i_x = \frac{106}{129} = \frac{2 \cdot 53}{3 \cdot 43} = \frac{53 \cdot 20}{43 \cdot 30}$$

Проверка на сцепляемость:



$$\text{А} + \text{С} \geq \text{В} + 15$$
$$\text{В} + \text{Д} \geq \text{С} + 15$$
$$\text{А} + \text{С} \geq 100$$
$$\text{В} + \text{Д} \geq 100$$

2) Приближенный метод:

Модель 5А12:

$\frac{A}{C} \cdot \frac{B}{Д}$ - гитара цепи обката (требует высокую точность настройки).

И - гитара цепи главного движения

$\frac{a}{в}$ – гитара цепи круговой подачи

а) Метод Кнаппе – заключается в прибавлении или вычитании малых чисел от числителя и знаменателя передаточного отношения: И=$\frac{a}{в}$

Находим приближенное передаточное отношение: И^1=$\frac{a \pm c}{в \pm c}$, где с<<а, с<<в.

Рекомендуется $\frac{a}{в} \approx 1$.

Погрешность настройки передаточного отношения: $И - И^1 = \frac{c}{b} \cdot \left(\frac{a-b}{b+c}\right)$

б) Метод введения приближенных отношений для стандартных соотношений при настройке.

$\pi = \frac{22}{7}$ (погрешность составляет 0,04%) $\frac{32 \cdot 27}{25 \cdot 11}$ (погрешность составляет 0,007%).

$$\frac{\pi}{25{,}4} = \frac{47}{2 \cdot 95}(0{,}0005\%) = \frac{5 \cdot 19}{32 \cdot 24}(0{,}01\%)$$

$$\frac{\pi}{25{,}4} = \frac{47}{2 \cdot 95}(0{,}0005\%) = \frac{5 \cdot 19}{32 \cdot 24}(0{,}01\%)$$

$$\pi \cdot 25{,}4 = \frac{21 \cdot 19}{5}(0{,}005\%) = \frac{30 \cdot 125}{47}(0{,}011\%)$$

$$25{,}4 = \frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9}(0{,}012\%) = \frac{18 \cdot 24}{17}(0{,}046\%)$$

в) Табличный метод подбора:

Например, в таблицах Сандакова М.В. приводится 52000 передаточных отношений для простой дроби $\frac{a}{в} < 1$.

Таблица 1

Десятичная дробь	**Простая дробь**	**Разложение дроби на простые множители**
0,14130	13/92	
0,14132	92/651	
0,14144	99/700	
…. Диапазон 0,03…0,99899		

Таблица 2 - «Методы подбора зубчатых колес в гитарах сменных колес»

Методы подбора зубчатых колес в гитарах сменных колес				
Точный метод подбора	Приближенный метод подбора			
С помощью разложения передаточного	Метод Кнаппе	Метод введения приближенных отношений для	Табличный метод	
			Таблицы Сандакова	Таблицы Шишкова

отношения на простые множители		стандартных соотношений при настройке		
1	2	3	4	5

Таблица 3 - «Методы»:

№	Методы
1	Точный метод подбора
2	Метод Кнаппе
3	Метод введения приближенных отношений для стандартных соотношений при настройке
4	Табличный метод (таблица Сандакова)
5	Табличный метод (таблица Шишкова)

Таблица 4

№	Метод подбора	Формулировка
1	Точный метод подбора	Заключается в разложении на простые множители числителя и знаменателя передаточного отношения и подборе чисел зубьев шестерен по этим множителям
2	Метод Кнаппе	Заключается в прибавлении или вычитании малых чисел от числителя и знаменателя передаточного отношения: И=$\frac{а}{в}$
3	Метод введения приближенных отношений для стандартных соотношений при настройке	Используется при наличии в передаточном отношении числа π и дюймовой меры
4	Табличный метод (таблицы Сандакова)	В таблицах приводится 52000 передаточных отношений для простой дроби $\frac{а}{в}$<1
5	Табличный метод (таблицы Шишкова)	Логарифмический метод подбора зубчатых колес

Теоретический материал

Кинематическая схема токарно-винторезного станка

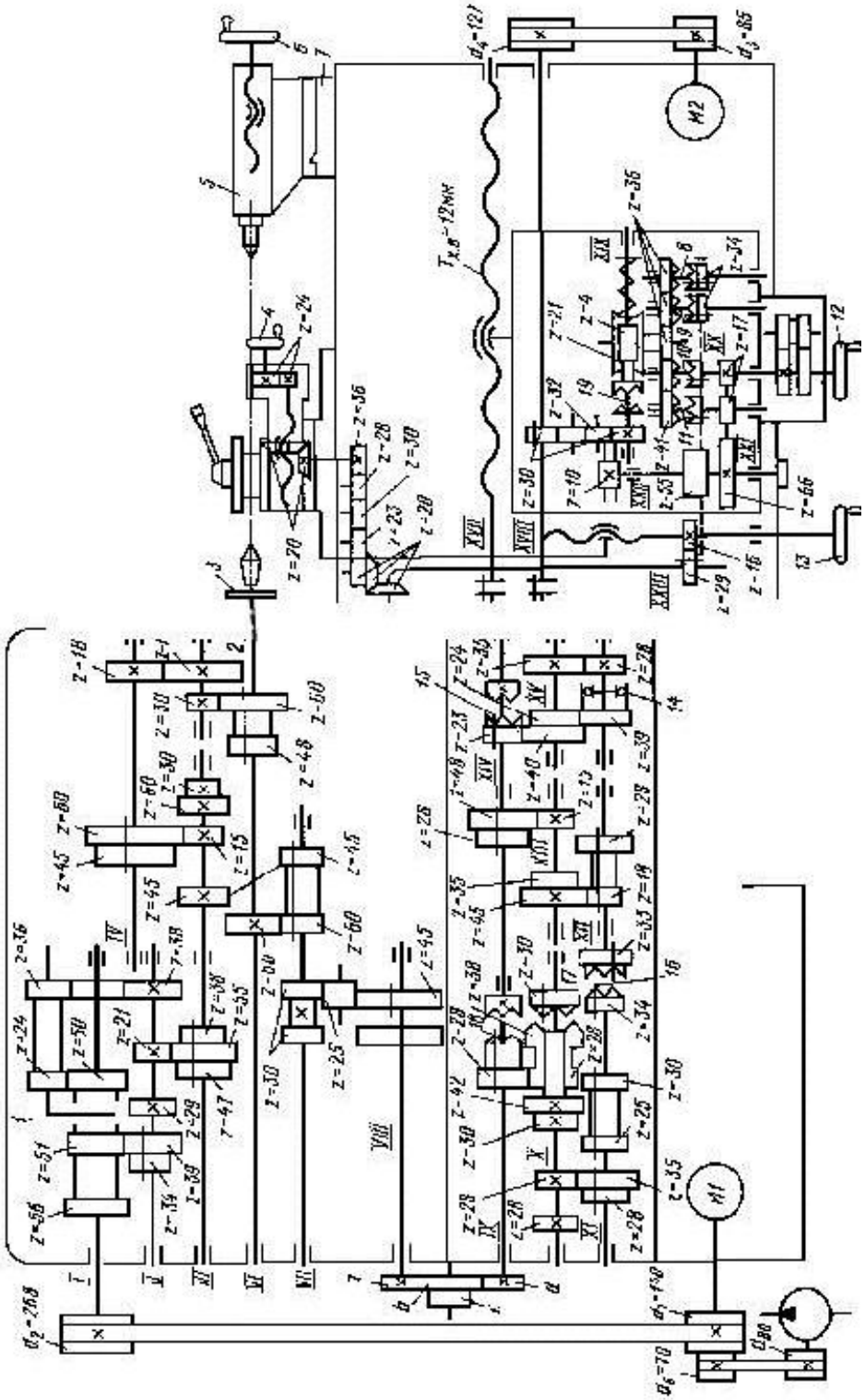


Рисунок 1

Чтение кинематической схемы токарно-винторезного станка.

От электродвигателя главного движения вращение через сменные шкивы клиноремённой передачи и коробку скоростей передаётся на шпиндель. Механизм подачи сообщает движение суппорту по четырём кинематическим цепям: винторезной, продольной и поперечной подачи, быстрого перемещения. От выходного вала коробки подач вращения может быть сообщено либо ходовому винту, либо ходовому валу.

Таблица 1 - «Символы»

Символ	Наименование
N	Мощность электродвигателя
Z	Число зубьев зубчатых колёс
N	Число оборотов электродвигателя
M	Муфты
D	Диаметры шкивов
П	Продольное движение
В	Вращательное движение
Т	Шаг ходового винта
К	Кулачки
Р	Звено реверса
I	Звено настройки

Таблица 2

Определения	
Вал	Вращающаяся (обычно в подшипниках) деталь машины, передающая крутящий момент, одна из основных деталей почти всех машин и механизмов
Подшипник	Конструктивный узел машин и механизмов, поддерживающий или направляющий вращающийся вал или ось
Муфта	Устройство для постоянного или временного соединения валов, труб, стальных канатов, кабелей и т. п.
Подшипник скольжения	Опора пли направляющая механизма или машины, в которой трение происходит при скольжении сопряжённых поверхностей
Подшипник качения	Опора вращающейся части механизма или машины, работающая в условиях преобладающего трения качения, обычно состоящая из внутреннего и наружного колец, тел качения и сепаратора
Фрикционная муфта	Муфта, передающая вращающий момент с помощью трения

Кулачковая муфта	Устройство, состоящее из двух частей (полумуфт), на торцовых поверхностях которых имеются выступы (кулачки) и впадины, входящие в зацепление
Кулачок	Звено кулачкового механизма, имеющее криволинейный профиль, переменная кривизна которого определяется кинематикой механизма
Компоновка	Расположение, структуризация отдельных частей в целостном объекте
Станок	Машины для изготовления частей других машин в основном путем снятия с заготовки стружки режущим инструментом

Практические занятия

1 Укажите смысл приведенных в таблице символов. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №1.

Таблица «Символы»

Символ	Наименование
N	
z	
n	
M	
D	
П	
B	
t	
K	
P	
i	

2 Укажите смысл приведенных в таблице терминов. Правильность выполнения упражнения проверьте по таблице №2

Таблица «Термины»

Термин	Определение
Вал	
Подшипник	
Муфта	
Подшипник скольжения	
Подшипник качения	
Фрикционная муфта	
Кулачковая муфта	

Кулачок	
Компоновка	
Станок	

3 Прочитайте образец чтения кинематической схемы токарно-винторезного станка, рисунок 1, с опорой на схему, приведенную на стр.88.

4 Прочитайте кинематическую схему токарно-винторезного станка, рисунок 1, самостоятельно.

Практические занятия

1 Чтение кинематической схемы, рисунок 1.

<u>Кинематическая схема резьбофрезерного станка</u>

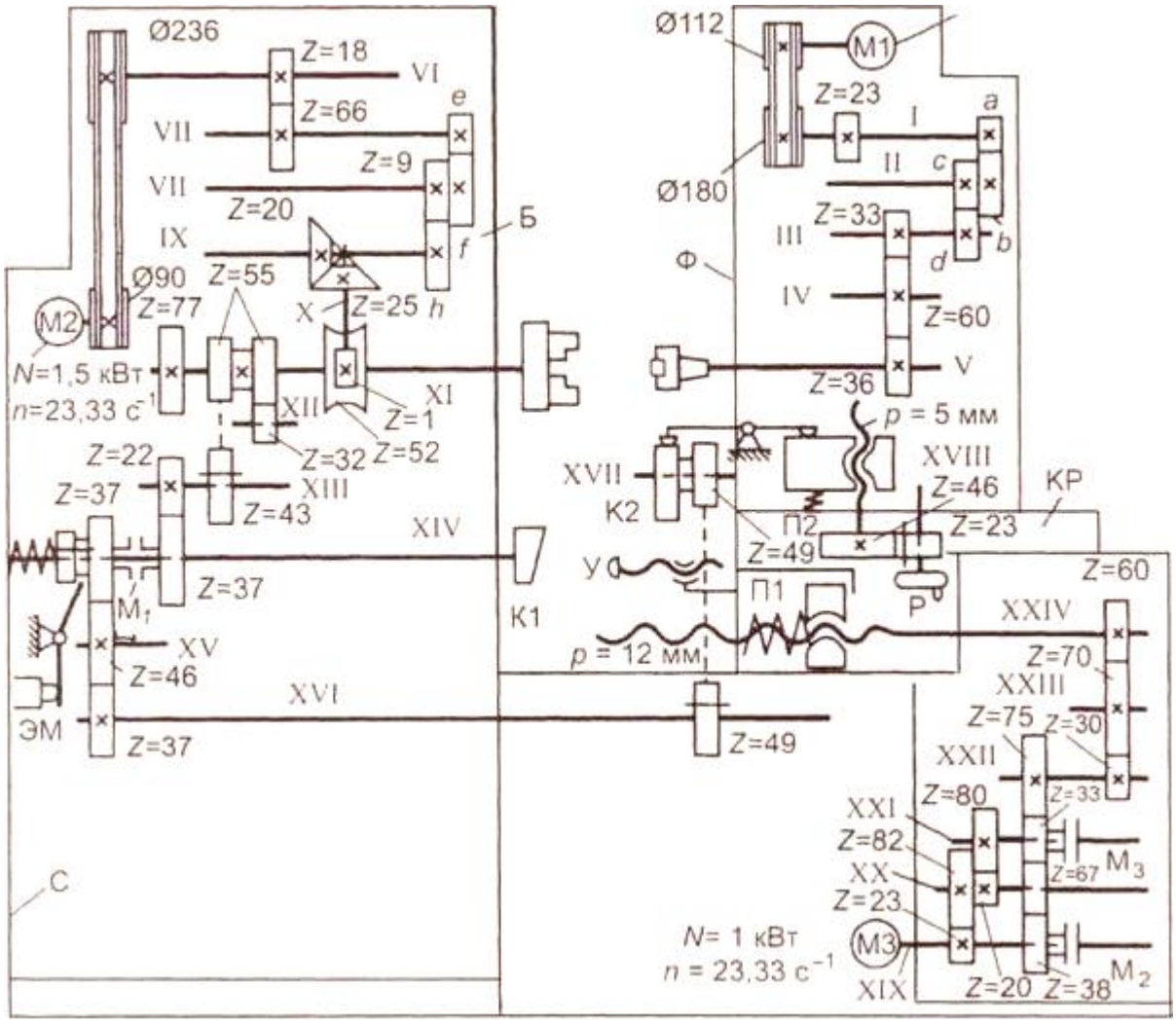


Рисунок 1.

2 Чтение кинематической схемы, рисунок 2.

Кинематическая схема зубодолбёжного станка

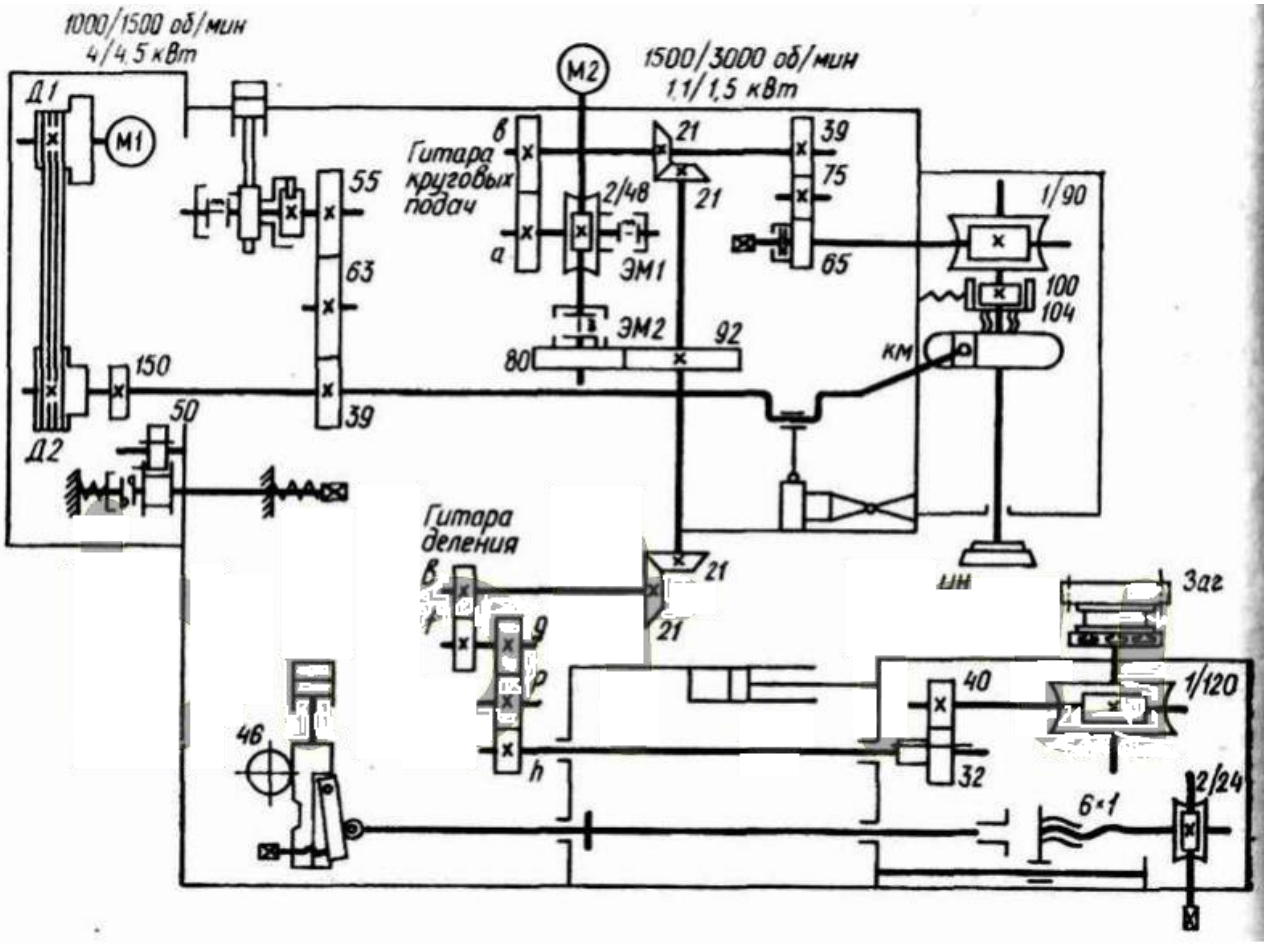


Рисунок 2

ЗЧтение кинематической схемы, рисунок 3.

Кинематическая схема зубофрезерного станка

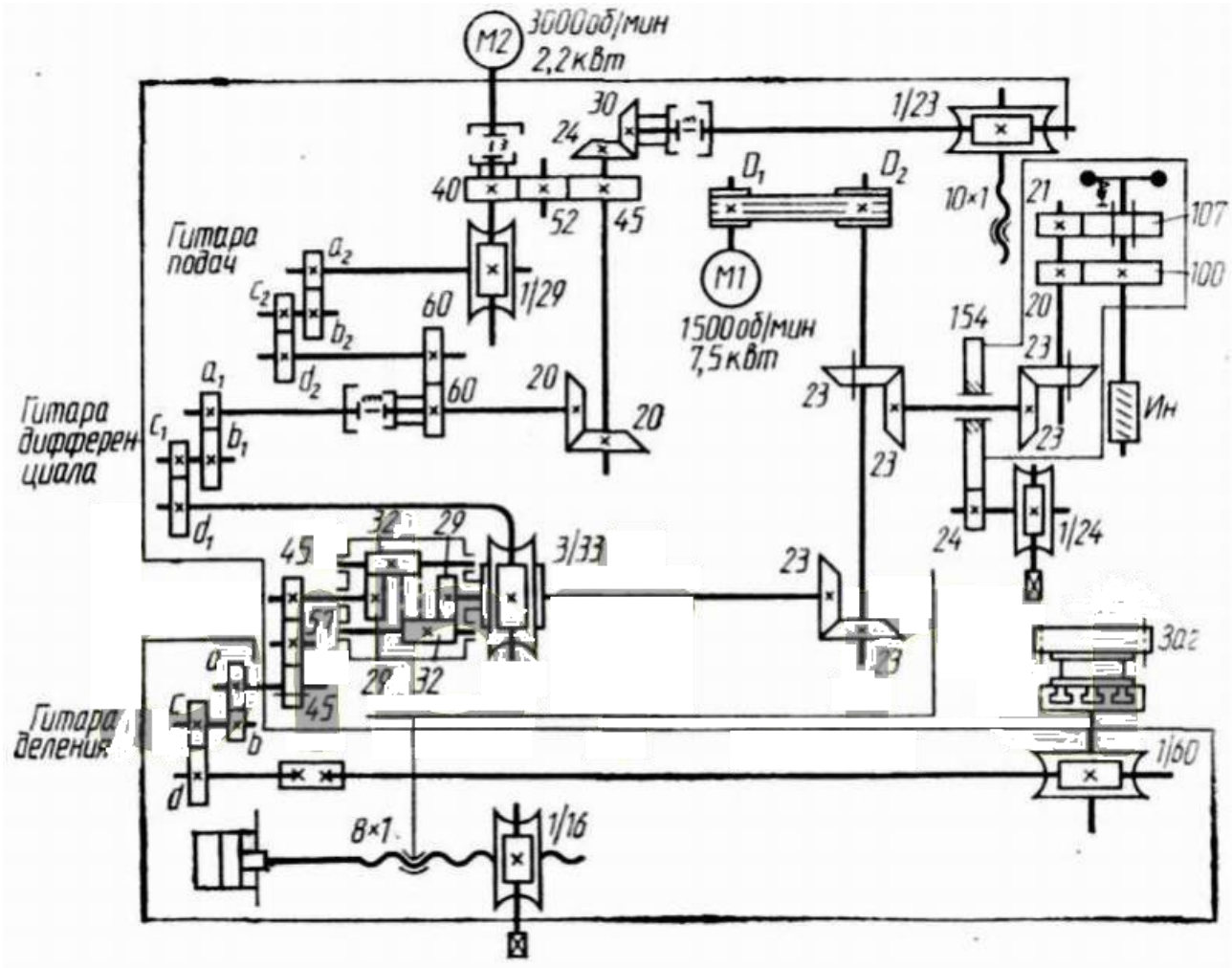


Рисунок 3

4 Чтение кинематической схемы, рисунок 4.

Кинематическая схема зубострогального станка

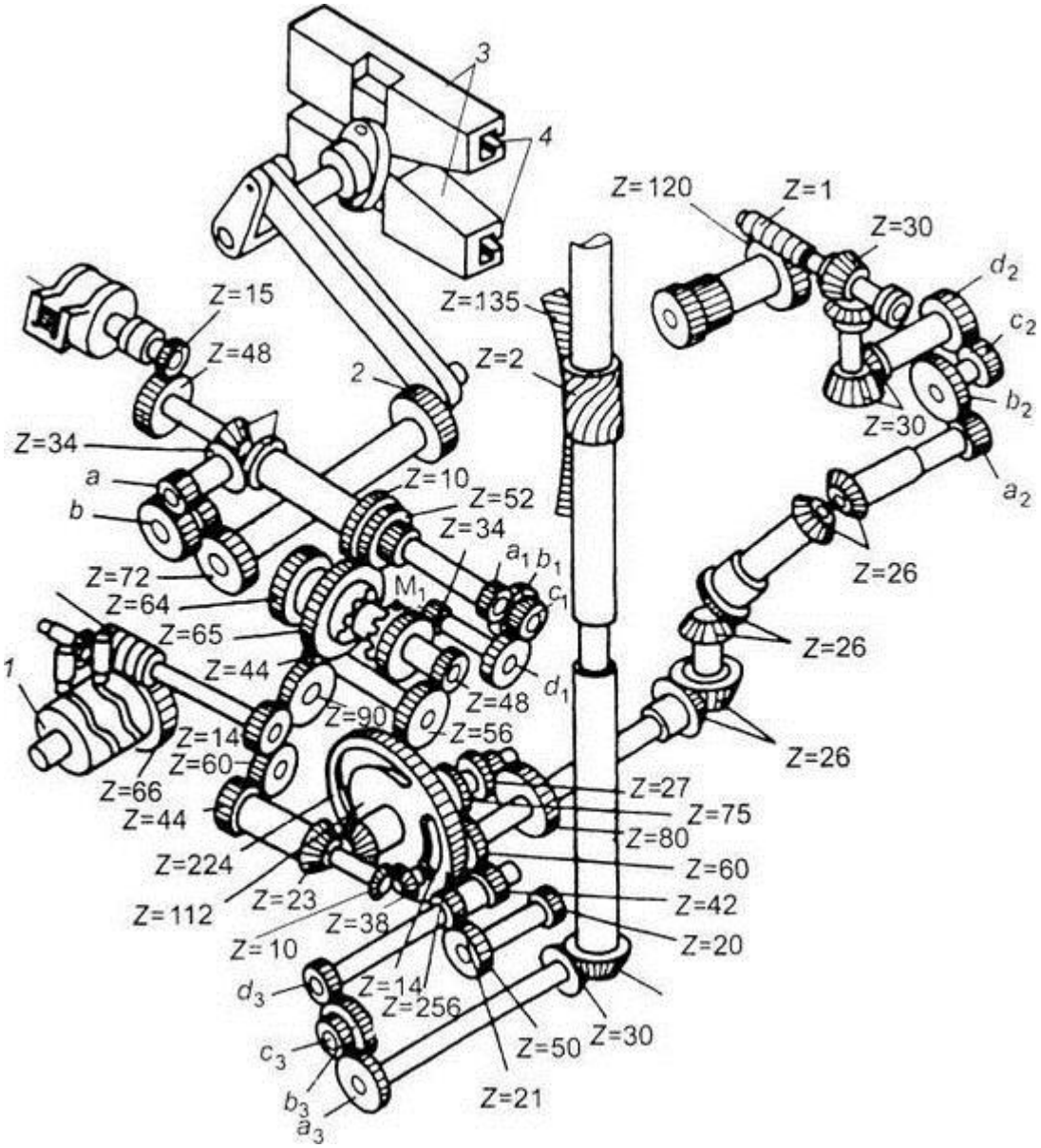


Рисунок 4