

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных
процессов обработки материалов»
очной формы обучения*



УДК 621.01
ББК 34.63
Т74

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«26» марта 2021 г., протокол № 12

Составители: канд. техн. наук, доц. В. М. Шеменков;
канд. техн. наук, доц. С. А. Сухоцкий;
ассистент Е. Ю. Демиденко

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Приведены методические рекомендации к проведению лабораторных работ по дисциплине «Технологическое оборудование» для студентов специальности 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов» очной формы обучения.

Учебно-методическое издание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать
трафаретная. Усл. печ. л. . Уч. -изд. л. . Тираж 38 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ	4
1 Лабораторная работа № 1. Изучение конструкции, принципа работы и кинематики токарно-винторезного станка модели 16Д25.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции, принципа работы и кинематики фрезерного станка модели ВФ-130. Настройка станка на фрезерование винтовых канавок	13
3 Лабораторная работа № 3. Полуавтомат зубошлифовальный с ЧПУ модели Stanexim SMG405GF3-09. Программирование обработки.....	22
4 Лабораторная работа № 4. Токарный станок с ЧПУ модели СК6140А с системой Fanuc series 0i-TF. Программирование обработки.....	32
5 Лабораторная работа № 5. Изучение конструкции, принципа работы и кинематики плоскопрофилишлифовального станка с прямоугольным столом с ЧПУ модели ОРША-60120.....	37
Список литературы	43

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ

Общие требования безопасности

Допуск студентов к лабораторным занятиям производится только после инструктажа по технике безопасности, о чем делается соответствующая запись в специальном журнале (бланке).

Требования безопасности перед началом работы

1 Внимательно изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы, а также безопасные приемы ее выполнения.

2 Перед каждым включением оборудования предварительно убедиться, что его пуск безопасен.

Требования безопасности во время работы

1 Точно выполнять все указания преподавателя.

2 Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрических цепей, к корпусам стационарного электрооборудования, не производить переключения в цепях до отключения источника питания.

3 Запрещается во время работы оборудования снимать ограждения и предохранительные устройства, а также держать их открытыми.

4 Во время работы запрещается касаться руками вращающихся и перемещающихся частей, вводить руки в зону движения.

Требования безопасности по окончании работы

1 Полностью выключить оборудование.

2 Привести в порядок рабочее место.

3 Предупредить преподавателя обо всех, даже малейших и незначительных, неисправностях оборудования.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1 В случае травмирования кого-либо немедленно доложить преподавателю.

2 При выходе оборудования из строя (нет освещения, возгорание токопроводов, поломка механических деталей) необходимо:

– отключить оборудование (обесточить);

– доложить преподавателю о случившемся, а в случае возгорания приступить к немедленной его ликвидации первичными средствами пожаротушения.

1 Лабораторная работа № 1. Изучение конструкции, принципа работы и кинематики токарно-винторезного станка модели 16Д25

Цель работы: изучение кинематики, конструкции, технологических возможностей и настройка токарно-винторезного станка на нарезание однозаходных и многозаходных резьб.

1.1 Описание и характеристики станка

Станок предназначен для выполнения разнообразных токарных работ: продольная и поперечная обточки; обработка конусов и других поверхностей тел вращения; нарезание резьб различных типов; сверление; зенкерование и расточка отверстий; с помощью копировального устройства на станке можно выполнять копировальные работы.

Станок применяется в условиях мелкосерийного и индивидуального производства, в ремонтных и инструментальных цехах.

В конструкцию станка входят (рисунок 1.1):

- станина *A*, на которой монтируют все механизмы станка;
- шпиндельная (передняя) бабка *B*, жестко сбазируется на станине при сборке станка. В случае необходимости регулировки в горизонтальной плоскости необходимо снять облицовку коробки подач, ослабить винты, крепящие переднюю бабку, и специальным регулировочным винтом отрегулировать положение оси шпинделя по пробным проточкам до необходимой точности. В передней бабке размещены коробка скоростей, шпиндельный узел и другие элементы;

- коробка подач *B*, расположена на шпиндельной бабке *B* и служит для передачи движения суппорту *D* в продольном и поперечном направлениях с заданной подачей с помощью ходового винта при нарезании резьбы или ходового вала при обработке других поверхностей, а также для включения ходового винта;

- суппорт *D*, который крепится к фартуку *Г* станины винтами, несёт резцедержатель с резцом и сообщает ему, относительно оси заготовки, продольное и поперечное движение в горизонтальной плоскости. Суппорт состоит из нижних салазок (каретки), перемещающихся по направляющим станка. По направляющим нижних салазок в направлении, перпендикулярном линии центров, перемещаются поперечные салазки, на которых установлена резцовая каретка с резцедержателем.

Фартук служит для передачи движения суппорту в продольном и поперечном направлениях от ходового винта или ходового вала.

Задняя бабка *З* расположена на направляющих станины. В пиноли задней бабки может быть установлен центр для поддержки обрабатываемой заготовки или осевой инструмент (сверло, развёртка и т. п.) для обработки центрального отверстия в заготовке, закреплённой в патроне.

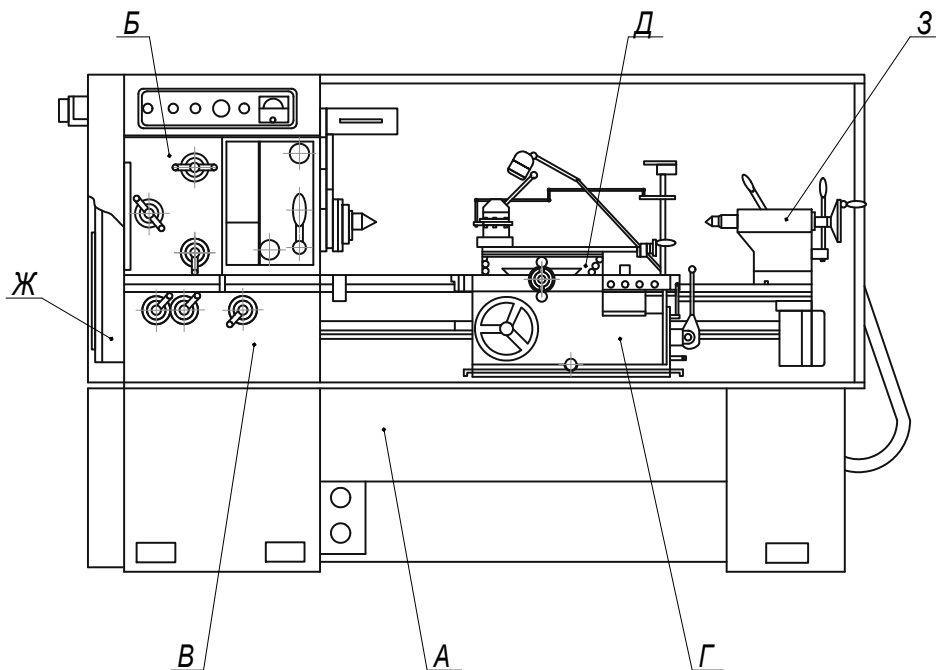


Рисунок 1.1 – Расположение составных частей станка модели 16Д25

Коробка скоростей, которая служит для обеспечения требуемой скорости резания. Наличие на станке двадцатисемискоростной коробки скоростей позволяет обеспечить обработку в широком диапазоне при соблюдении режимов резания, близких к оптимальным.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики станка 16Д25

Наименование параметра	Значение параметра
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемой над станиной, мм	500
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемой над суппортом, мм	290
Мощность привода главного движения, кВт	11
Частота вращения шпинделя, об/мин	8,5...2000
Количество прямых скоростей шпинделя	27
Количество скоростей, переключаемых без остановки шпинделя	9
Диапазон продольных подач, мм/об	0,05...10,7
Диапазон поперечных подач, мм/об	0,025...5,35
Количество подач продольных/поперечных	32 / 32
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2880 × 1320 × 1605
Масса станка, кг	2880

1.2 Кинематическая структура станка

Геометрическое образование винтовой поверхности происходит за счет перемещения образующей линии. В свою очередь, образующая линия получается методом копирования (обеспечивается профилем резца), а направляющая

(винтовая) линия получается как след при одном винтовом движении формообразования. Движение формообразования Φ_V является сложным и состоит из двух элементарных движений вращательного движения заготовки B_1 и согласованного с ним поступательного движения резца Π_2 , $\Phi_V(B_1\Pi_2)$. Таким образом, формообразующая часть кинематики станка состоит из одной кинематической группы с органами настройки привода главного движения i_V и привода подачи i_S . Структурная схема станка представлена на рисунке 1.2.

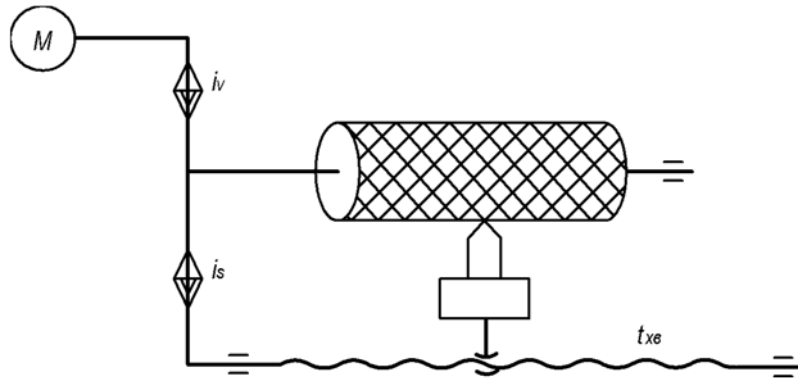


Рисунок 1.2 – Структурная схема станка

Движение в станке и кинематическая схема станка. Главным движением, определяющим скорость резания, является вращение шпинделя, несущего заготовку.

Движением, определяющим величины продольных и поперечных подач, является движение суппорта, на котором установлены резцы, а при обработке детали концевым инструментом движение подачи получает задняя бабка или пиноль задней бабки.

Вспомогательными движениями в станке являются:

- ускоренная продольная и поперечная подачи;
- ручное перемещение каретки (при обработке конических поверхностей);
- ручное перемещение пиноли задней бабки (только перемещение).

Продольная подача выражается значением перемещения суппорта за один оборот шпинделя. Конечными звеньями этой цепи являются шпиндель и реечная передача.

Конечными звеньями поперечной подачи являются шпиндель и ходовой винт.

Так как на станке можно нарезать метрические, дюймовые, модульные и питчевые резьбы, то на станке предусмотрено наличие подачи для нарезания резьбы.

Привод главного движения. Привод главного движения обеспечивает асинхронный электродвигатель, автоматическая коробка передач (АКП) и переборная коробка. Установленная на станке АКП имеет шесть электромагнитных муфт, включение которых в определенной последовательности позволяет получить девять ступеней скорости и тормозить шпиндель станка.

Переборная коробка дает с помощью включений зубчатых колес 16, 19, 20 и 22 первую ступень зубчатых колес; 18, 25, 26 и 21 – вторую ступень зубчатых колес; 17, 24, 26 и 21 – третью ступень частоты вращения (рисунок 1.3). Таким образом, шпиндель имеет 27 скоростей вращения.

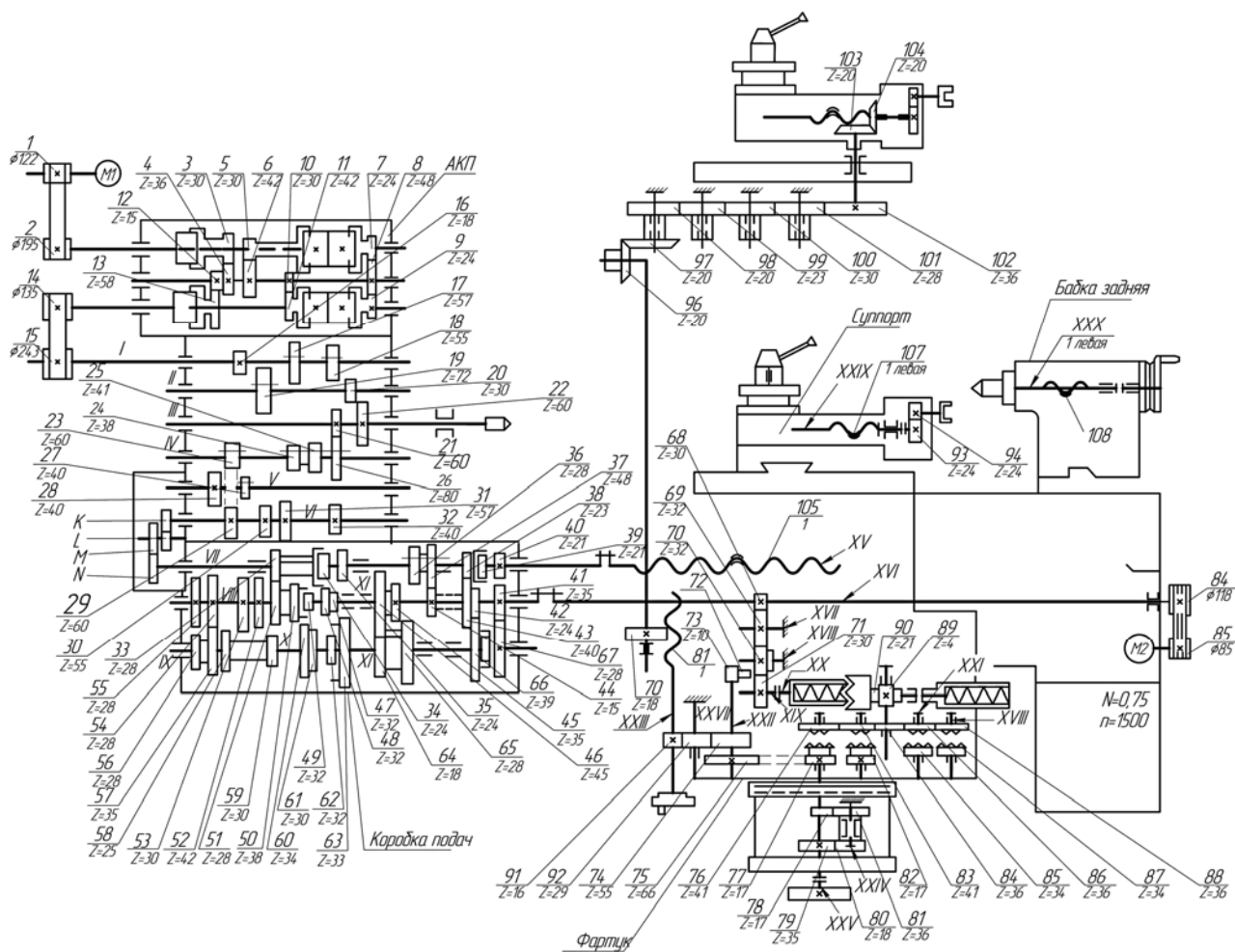


Рисунок 1.3 – Кинематическая схема станка модели 16Д25

Привод осуществляется следующим образом: от электродвигателя М₁ через клиноременную передачу 1 (Ø122) и 2 (Ø195) вращение передается на АКП.

Через зацепления 36/36 и 15/58 или 30/42 и 15/58 вращение передается на шкивы 14 ($\varnothing 135$) и 15 ($\varnothing 243$) и далее на вал 1. С вала 1 на вал 2 вращение передается через зацепление 55/30, далее на вал 3 (шпиндель) через зацепление 30/60 – это один путь передачи вращения от АКП на шпиндель. Второй путь: через шкивы 14 ($\varnothing 135$) и 15 ($\varnothing 243$) на вал 1. С вала 1 вращение через зацепление 57/38 передается на вал 4, затем через зацепление 80/60 на шпиндель вал 3. Например:

$$n_{un} = n_{\partial\mathcal{S}} \cdot \frac{122}{195} \cdot 0,985 \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{15}{58} \cdot \frac{135}{243} \cdot 0,985 \cdot \frac{55}{30} \cdot \frac{30}{60} \cdot$$

Привод подач.

Поперечная подача. Конечными звеньями являются шпиндель (вал 3) и вал 0053 (фартук) ($1_{об.шп.} \rightarrow S_{попер.}$). Движение осуществляется следующим образом: от шпинделя (вал 3) через зубчатые колеса 21–26 на вал 4, далее через зацепление 23–29 на вал 6, гитару сменных колес $K-L-M-N$ на вал 7, с вала 7 на вал 53 через зацепление 33–51, через зацепление 54–57 на вал 01; с вала 01 на вал 10 через зацепление 64–46, далее на вал 7 через зацепление 44–37, затем 38–43, 42–66, 67–41 на вал 06, через зацепление 68–69 на вал 061, через зацепление 69–70 на вал 08, через зацепление 70–71 на вал 010–00, через 90–89 переходим на перпендикулярный вал и через зацепления 84–83, 83–76; зубчатую муфту и зацепления 77–75, 74–92, 92–91 на винт поперечной подачи 0020. Например:

$$S_{попер.} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{60}{80} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{K}{L} \cdot \frac{N}{M} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \times \\ \times \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{32} \cdot \frac{32}{32} \cdot \frac{32}{30} \cdot \frac{21}{4} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{34}{55} \cdot \frac{55}{29} \cdot \frac{29}{16} \cdot t_{х.в.}.$$

Продольная подача. Конечными звеньями являются шпиндель (вал 3 → рейка 72/73 – вал 002 – фартук). Движение осуществляется следующим образом: от шпинделя (вал 3) через зубчатые колеса 21–26 на вал 4, далее через зацепление 23–29 на вал 6, гитару сменных колес $K-L-M-N$ на вал 7, с вала 7 на вал 53 через зацепление 33–51, через зацепление 54–57 на вал 01; с вала 01 на вал 10 через зацепление 64–46, далее на вал 7 через зубчатые колеса 44–37, затем 38–43, 42–66, 67–41 на вал 06, через зацепление 68–69 на вал 061, через зацепление 69–70 на вал 08, через зубчатые колеса 70–71 на вал 010–00, через 90–89 переходим на перпендикулярный вал и через зацепления 84–83, 83–76; зубчатую муфту и зацепления 77–75 на вал 002, на котором находится зубчатое колесо 73, которое обкатывается по зубчатой рейке 72 (характеристика зацепления – $\pi \cdot m \cdot z$). Например:

$$S_{попер.} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{60}{80} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{K}{L} \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{23}{40} \times \\ \times \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{32} \cdot \frac{32}{32} \cdot \frac{32}{30} \cdot \frac{21}{4} \cdot \frac{36}{41} \cdot \frac{17}{66} \cdot \pi \cdot m \cdot z.$$

Цепь нарезания резьб.

Метрическая резьба: конечные звенья – шпиндель 3 → винт 05:

$$t_{метр} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{21}{26} \left(\frac{z=60}{z=80} \right) \cdot \frac{23}{29} \left(\frac{z=60}{z=60} \right) \cdot \frac{K}{L} \cdot \frac{N}{M} \cdot \frac{33}{51} \cdot \left(\frac{z=28}{z=28} \right) \times \\ \times \frac{54}{57} \left(\frac{z=28}{z=35} \right) \cdot \frac{64}{46} \left(\frac{z=18}{z=45} \right) \cdot \frac{44}{37} \left(\frac{z=15}{z=48} \right) \cdot t_{х.в.}$$

Дюймовая резьба: конечные звенья – шпиндель 3 → винт 05:

$$t_{дюйм} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{21}{26} \left(\frac{z=60}{z=80} \right) \cdot \frac{23}{29} \left(\frac{z=60}{z=60} \right) \cdot \frac{K}{L} \cdot \frac{N}{M} \cdot \frac{33}{51} \cdot \left(\frac{z=28}{z=28} \right) \cdot \frac{50}{60} \left(\frac{z=38}{z=34} \right) \times \\ \times \frac{59}{52} \left(\frac{z=30}{z=42} \right) \cdot \frac{61}{63} \left(\frac{z=30}{z=33} \right) \cdot \frac{64}{46} \left(\frac{z=18}{z=45} \right) \cdot \frac{44}{37} \left(\frac{z=15}{z=18} \right) \cdot t_{х.в.} = \frac{25 \cdot 4}{n_p}.$$

Модульная резьба: конечные звенья – шпиндель 3 → винт 05
($1_{об.шп.} \rightarrow P_p = \pi \cdot m$):

$$t_{мод} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{21}{26} \left(\frac{z=60}{z=80} \right) \cdot \frac{23}{29} \left(\frac{z=60}{z=60} \right) \cdot \frac{K}{L} \cdot \frac{N}{M} \cdot \frac{33}{51} \cdot \left(\frac{z=28}{z=28} \right) \times \\ \times \frac{52}{59} \left(\frac{z=42}{z=30} \right) \cdot \frac{64}{46} \left(\frac{z=18}{z=45} \right) \cdot \frac{44}{37} \left(\frac{z=15}{z=48} \right) \cdot t_{х.в.}$$

Питчевая резьба (с нестандартным шагом): конечные звенья – шпиндель 3 → винт 05:

$$t_{питч} = 1_{об.шп.} \cdot \frac{21}{26} \left(\frac{z=60}{z=80} \right) \cdot \frac{23}{29} \left(\frac{z=60}{z=60} \right) \cdot \frac{K}{L} \cdot \frac{N}{M} \cdot t_{х.в.}$$

1.3 Наладка и настройка станка на нарезание резьбы

Назначение режимов резания. В зависимости от вида и шага нарезаемой резьбы выбрать необходимую скорость резания по таблице 1.2.

По принятой скорости резания и диаметру обрабатываемой заготовки определить необходимую частоту вращения шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где D – диаметр обрабатываемой детали.

Если на станке нет числа оборотов, совпадающих с расчётной частотой n_p , то принять ближайшее меньшее значение частоты на станке $n_{ст.}$

Определить фактическую скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{CM}}{1000}.$$

Таблица 1.2 – Скорости резания при нарезании наружной резьбы резьбовыми резцами

Метрическая резьба									
Шаг резьбы, мм		2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,6
Скорость резания, м/мин	при черновых проходах	30	27	25	24	22	21	21	21
	при чистовых проходах	50	49	44	42	41	38	38	38
Дюймовая резьба									
Число ниток		11	10	9	8	7	6	5	4
Скорость резания, м/мин	при черновых проходах	31	28	27	25	23	21	20	19
	при чистовых проходах	55	49	47	42	39	37	34	31

По таблице 1.3 выбрать число проходов при нарезании резьбы. Определить глубину резания

$$t = \frac{h}{k},$$

где h – высота профиля резьбы, мм;
 k – число проходов.

Таблица 1.3 – Число проходов при нарезании резьбовыми резцами

Метрическая резьба		Дюймовая резьба	
Шаг резьбы, мм	Сталь, чугун, бронза, латунь	Шаг резьбы, мм	Сталь, чугун, бронза, латунь
	Число проходов (черновое с боковым врезанием)		Число проходов (черновое с боковым врезанием)
0,75; 1,0	3	20	3
1,25; 1,16	3	18; 15	3
1,75;	4	14; 12	4
2,0	5	10; 9	5
2,5; 3,0	6	8; 7	5
3,5; 4,0	7	6	6
4,5	7	5; 4	7
5,0; 5,5	8	3; 5	8

При расчете глубины резания t в расчет принимать полную высоту профиля h и число проходов для черновой нарезки. Подача при нарезании резьбы равна шагу нарезаемой резьбы.

При нарезании резьбы резьбовой резец устанавливают так, чтобы ось его

профиля была перпендикулярна оси обрабатываемой детали. Вершина резбового резца должна быть расположена точно по высоте линии центров станка. Нарушение одного из этих условий приводит к искажению профиля резьбы.

Установка резбового резца проверяется по тому же шаблону, по которому резец затачивается.

Настройка станка.

1 Установить рукоятки переключения коробки скоростей в положения, обеспечивающие получение необходимого числа оборотов шпинделя.

2 Установить рукоятки переключения коробки подач в положения, соответствующие шагу нарезаемой резьбы.

3 Установить сменные колеса на гитаре в соответствии с видом нарезаемой резьбы и шагом резьбы.

При нарезании короткой резьбы отвод суппорта с резцом производится при обратном ходе суппорта без включения маточной гайки.

При нарезании длинных резьб суппорт с резцом отводится в обратную сторону при выключенной разъемной гайке. Выключение разъемной гайки можно производить в том случае, если нарезается четная резьба. Четной резьбой называется такая резьба, шаг которой делится без остатка на шаг резьбы ходового винта или, наоборот, шаг резьбы ходового винта делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы.

Нечетной называется резьба, при которой такое деление получается с остатком.

При настройке станка на нарезание многозаходных резьб в уравнение настройки вместо шага резьбы следует поставить ее ход S , мм, который определяется по выражению

$$S = k \cdot T,$$

где k – число заходов;

T – шаг резьбы, мм.

Для того чтобы нарезать все заходы резьбы, необходимо произвести деление – поворот заготовки на $1/k$ части окружности относительно неподвижного резца. При выполнении лабораторной работы деление производится за счет осевого смещения резца, при неподвижной заготовке. Смещение производится перестановкой резцовой каретки с индикатором, шрифт которого упирается в мерную плитку. Имея две плитки, разность длин которых равна шагу резьбы, можно осуществить точное перемещение резца.

Порядок выполнения лабораторной работы.

1 Произвести настройку станка на обработку детали.

2 Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем.

Содержание отчета. Цель работы. Назначение станка. Конструкция станка (основные узлы станка). Структурная схема станка. Уравнения кинематического

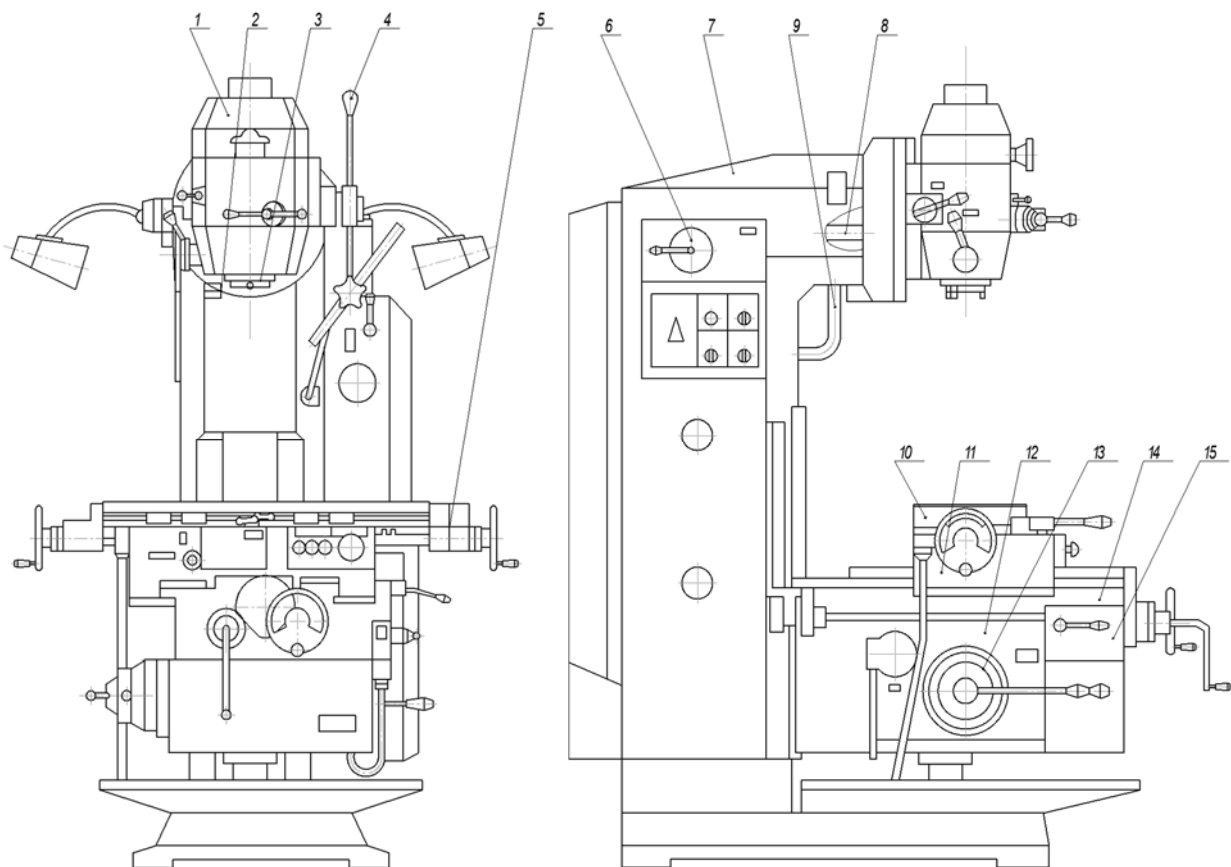
баланса для цепи главного движения, цепи подачи, цепи нарезания резьб. Расчет режимов резания. Выводы.

2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции, принципа работы и кинематики фрезерного станка модели ВФ-130. Настройка станка на фрезерование винтовых канавок

Цель работы: ознакомление с кинематикой, конструкцией и назначением фрезерных станков. Ознакомление с назначением и получением практических навыков по использованию делительных головок.

2.1 Описание и характеристики станка

Вертикально-фрезерный станок ВФ-130 (рисунок 2.1) предназначен для выполнения всех видов фрезерных работ.



1 – фрезерная головка; 2 – цилиндр подъема; 3 – шпиндель; 4 – механизм быстрого перемещения шпинделя; 5 – кронштейн; 6 – механизм переключения скорости; 7 – стойка; 8 – главный привод; 9 – система охлаждения; 10 – стол; 11 – салазки; 12 – коробка подач; 13 – механизм переключения коробки подач; 14 – консоль; 15 – механизм выключения подач; 16 – гайка поперечной подачи; 17 – электрошкаф

Рисунок 2.1 – Общий вид вертикально-фрезерного станка модели ВФ-130

В зависимости от типа применяемых фрез можно выполнять фрезерование плоскостей, уступов, пазов, косозубых колес и другие виды работ.

Технические характеристики станка представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики станка ВФ-130

Параметры	Значение
Рабочая поверхность стола (ширина × длина), мм	260 × 800
Наибольший ход стола, мм:	
продольный	500
поперечный	220
Наибольшее вертикальное перемещение вертикального шпинделя, мм	80
Наибольшее поперечное перемещение шпиндельной бабки, мм	200
Наибольший угол поворота вертикального шпинделя, град	±45
Число скоростей вращения шпинделя	12
Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	70...3120
Количество скоростей подач стола	18
Пределы скоростей продольных и вертикальных подач стола, мм/мин	20...1000
Мощность главного электродвигателя, кВт	3

2.2 Движения в станке и кинематическая схема станка

Главное движение – вращательное движение фрезы.

Вращение шпинделя (вал VII) осуществляется от асинхронного электродвигателя 1, мощностью 3 кВт и $n = 1425 \text{ мин}^{-1}$ через клиноременную передачу 2–3 и коробку скоростей (рисунок 2.2).

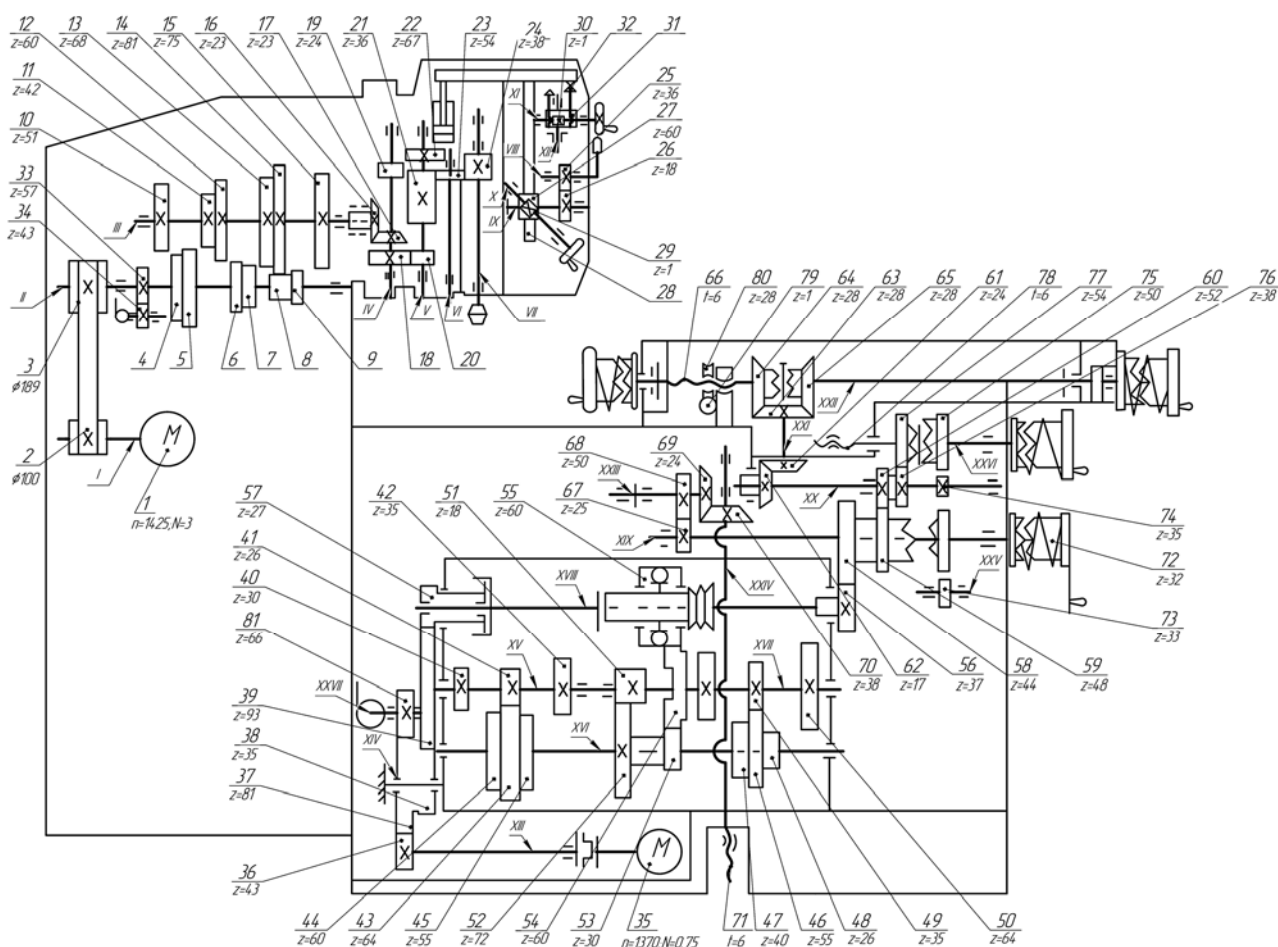
Путем перемещения блоков 4–5, 6–7, 8–9 по шлицевому валу II на валах III и IV получаем шесть скоростей. Благодаря перебору (пары 18–20 или 19–22) на шпинделе VII получаем 12 скоростей.

В общем виде цепь главного движения имеет вид:

$$n_{\text{шп}} = 1425 \cdot \frac{100}{189} \cdot 0,985 \cdot \left| \begin{array}{c} 51/51 \\ 60/42 \\ 42/60 \\ 34/68 \\ 21/81 \\ 27/75 \end{array} \right| \cdot \frac{23}{23} \cdot \left| \begin{array}{c} 67/24 \\ 24/67 \end{array} \right| \cdot \frac{36}{54} \cdot \frac{54}{38}.$$

Движение подачи – продольное или поперечное перемещение стола или вертикальное перемещение консоли.

Перемещение стола имеет 18 рабочих и одну ускоренную подачи. Привод подач осуществляется от асинхронного электродвигателя 35 через



Цепь вертикальной подачи

$$S_{\text{всгм}} = 1370 \cdot \frac{43}{81} \cdot \frac{35}{93} \cdot \left| \frac{26/64}{30/60} \cdot \frac{26/64}{40/82} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{60} \right| \cdot \frac{37}{44} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{24}{36} \cdot t_{\text{х.в.}}$$

Цепь поперечной подачи

$$S_{nonep} = 1370 \cdot \frac{43}{81} \cdot \frac{35}{93} \cdot \left| \frac{26/64}{30/60} \cdot \frac{26/64}{40/82} \cdot \frac{18 \cdot 30 \cdot 60}{72 \cdot 60 \cdot 60} \right| \cdot \frac{37}{44} \cdot \frac{48}{52} \cdot \frac{38}{54} \cdot t_{x.s.}.$$

Цепь продольной подачи

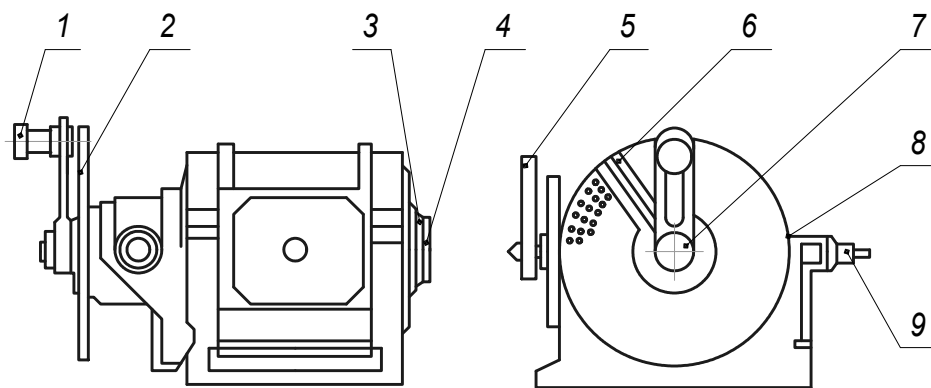
$$S_{\text{прод}} = 1370 \cdot \frac{43}{81} \cdot \frac{35}{93} \cdot \left| \frac{26/64}{30/60} \cdot \frac{26/64}{40/82} \cdot \frac{18 \cdot 30 \cdot 60}{72 \cdot 60 \cdot 60} \right| \cdot \frac{37}{44} \cdot \frac{48}{52} \cdot \frac{17}{24} \cdot \frac{28}{28} \cdot t_{\text{х.в.}}$$

Конические шестерни 64 и 65 на валу XXII сидят свободно для вращения и передают вращение винту 66 только при включении муфты влево или вправо, при этом продольное перемещение стола реверсируется.

Вертикальное перемещение стола вверх или вниз осуществляется при сцеплении муфты с шестернями – кулачками 59 или 72. Аналогично происходит поперечное перемещение стола при помощи муфты и шестерни – кулачков 75 и 77. Ускоренное перемещение стола получают, используя обгонную муфту 55 вала XVIII коробки подач.

2.3 Назначение универсальных делительных головок

Универсальные делительные головки предназначены для выполнения различных фрезерных, зубофрезерных, расточных, разметочных и других работ, связанных с поворотом детали на задний угол. Делительные головки позволяют делить окружность на любое число частей до 400 и на некоторые числа свыше 400. Общий вид головки показан на рисунке 2.3.



1 – рукоятка фиксации делительного диска; 2 – делительный диск; 3 – рукоятка стопорения шпинделя; 4 – рукоятка включения и выключения червяка; 5 – винт крепления поводка; 6 – прорезь; 7 – раздвижной сектор для отсчета отверстий на делительном диске; 8 – стопор делительного диска; 9 – хвостовик крепления гитары

Рисунок 2.3 – Общий вид универсальной делительной головки

При простом делении вращение шпинделю передается от рукоятки-фиксатора 2 (рисунок 2.4) делительного диска 1 через цилиндрические шестерни 5, 6, червяк 7 и червячное колесо 8, сидящее на шпинделе.

При дифференциальном делении угол поворота шпинделя определяется величиной поворота рукоятки-фиксатора относительно делительного диска и

величиной поворота самого диска, который получает вращение от шпинделя через смещение шестерни *a*–*г* гитары.

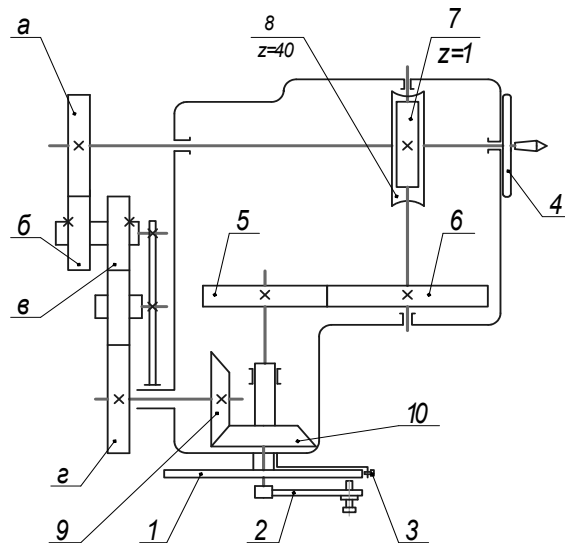


Рисунок 2.4 – Кинематическая схема универсальной делительной головки

При нарезании винтовых канавок шпиндель получает вращение от ходового винта фрезерного станка через сменные шестерни гитары, пару конических колес 9, 10 и промежуточный вал, цилиндрические шестерни 5, 6, червяк 7 и червячное колесо 8.

Способы деления.

Непосредственное деление применяется при делении окружности в градусном выражении, а также на число частей, например 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24.

При делении окружности этим способом необходимо, в первую очередь, поворотом рукоятки 4 (рисунок 2.3) на 180° выключить червяк из зацепления с червячным колесом и освободить от зацепления фиксатор лимба непосредственного деления.

Поворот шпинделя осуществляется вращением лимба непосредственного деления или патрона. После каждой установки на требуемый угол шпиндель необходимо закрепить поворотом рукоятки 3. Отсчет угла поворота производится по градусной шкале, нанесенной на лимбе непосредственного деления, и по штриху на передней втулке шпинделя.

При делении на части, или грани, расчет производят по формуле

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha},$$

где α – угол поворота шпинделя.

Простое деление окружности на равные и неравные части производится при неподвижном делительном диске с помощью рукоятки с фиксатором (см. рисунок 2.4). Величина поворота рукоятки отсчитывается по отверстиям на

делительном диске I и фиксируется стержнем фиксатора; величина поворота рукоятки определяется по формуле

$$n = \frac{40}{Z},$$

где Z – число, на которое необходимо разделить обрабатываемую деталь.

Пример 1 – Требуется отфрезеровать 10 канавок.
Определяем число оборотов рукоятки:

$$n = \frac{40}{Z}; \quad n = \frac{40}{10} = 4.$$

Число 4 показывает, что после фрезерования каждой канавки рукоятку необходимо повернуть на четыре полных оборота.

Если при вычислении число оборотов рукоятки получится дробным, то его необходимо преобразовать таким образом, чтобы знаменатель дроби был равен числу отверстий одной из окружностей на делительном диске.

Пример 2 – Требуется отфрезеровать 18 канавок.
Определяем число оборотов рукоятки:

$$n = \frac{40}{Z}; \quad n = \frac{40}{18} = 2 \frac{12}{54}.$$

Число 2 показывает, что после фрезерования каждой канавки рукоятку необходимо повернуть на два полных оборота и 12 отверстий на окружности с числом отверстий 54.

Для точности деления рукоятку с фиксатором следует вращать всегда в одном направлении.

Число отверстий на делительном диске: 16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54.

Деление окружности в градусном выражении. Для деления окружности обрабатываемой детали на угол между осями фрезеруемых канавок необходимо сначала определить число канавок по формуле

$$Z = \frac{360^\circ}{\alpha},$$

где α – угол между осями фрезеруемых канавок.

Подставив значение α в формулу $n = \frac{40}{Z}$, получим $n = \frac{40\alpha}{360^\circ} = \frac{9}{\alpha}$.

Пример 3 – Требуется фрезеровать канавки, расположенные под углом $18^{\circ}54'$.

Определяем число оборотов рукоятки:

$$\alpha = 18^{\circ}54' = 18,9^{\circ} = \frac{189^{\circ}}{10}; \quad n = \frac{\alpha}{9};$$

$$n = \frac{189}{10 \cdot 9} = \frac{189}{90} = 2 \frac{1}{10} = 2 \frac{3}{30}.$$

После фрезерования каждой канавки нужно повернуть рукоятку на два полных оборота и три отверстия на окружности делительного диска с числом отверстий 30.

Угловое деление легко выполнить, если помнить, что при повороте на один промежуток между отверстиями на окружности делительного диска с 30 отверстиями угол равен $18'$, а с 54 отверстиями – $10'$.

Дифференциальное деление. Деление окружности на число частей свыше 42, не кратному числу отверстий на делительном диске, можно производить дифференциальным методом, сущность которого заключается в том, что угол поворота шпинделя определяется величиной поворота рукоятки с фиксатором относительно делительного диска и величиной поворота диска, получающего вращение от шпинделя через сменные гитары.

Гитара устанавливается на цилиндрический хвостик, на котором она может быть повернута и закреплена в требуемом положении. Для передачи вращения сменным шестерням в задний конус шпинделя вставляется оправка, на цилиндрическую шейку, на которой устанавливается сменная шестерня.

При выполнении дифференциального деления стопор делительного диска должен быть выключен.

Передаточное число сменных шестерен определяется по формуле

$$i = \frac{40(X - Z)}{X},$$

где X – вспомогательное число;

Z – число частей, на которое требуется разделить деталь.

Вспомогательное число X , по которому определяется направление вращения делительного диска относительно рукоятки, должно быть кратным числу 5 (должно оканчиваться на 0 или на 5), и близким по величине к заданному числу, в таком случае оно будет всегда кратным числу отверстий на делительном диске.

Если X больше Z , то направление вращения делительного диска совпадает с направлением вращения рукоятки и передаточное число будет иметь положительное значение. В том случае, когда X меньше Y , направление

вращения рукоятки противоположно направлению вращения делительного диска и передаточное число будет иметь отрицательное значение.

Передача вращения может осуществляться одной или двумя парами сменных шестерен. Набор сменных зубчатых колес для дифференциального деления и фрезерования винтовой канавки.

Число зубьев: $Z = 20 \dots 125$ через 5 по одной шестерне, $Z = 20, 25, 30, 35, 40, 45$ и т. д. до $Z = 125$).

Если передача осуществляется одной парой шестерен, то при положительном значении передаточного числа необходимо ввести в набор сменных шестерен паразитную шестерню, при отрицательном значении – две паразитные шестерни. Если передача осуществляется двумя парами сменных шестерен, то при положительном значении передаточного числа установка паразитных шестерен не требуется, при отрицательном значении – необходимо ввести одну паразитную шестерню.

После определения передаточного значения подбор сменных шестерен производится по формуле

$$i = \frac{a}{b} \cdot \frac{в}{г},$$

где a – число зубьев сменной (ведущей) шестерни на шпинделе;

b – число зубьев первой промежуточной (ведомой) шестерни;

$в$ – число зубьев второй промежуточной (ведомой) шестерни;

$г$ – число зубьев сменной шестерни на валике привода делительной головки.

Пример 4 – Требуется нарезать шестерню с числом зубьев $Z = 93$.

Подбираем вспомогательное число X , близкое заданному, кратное 5 и кратное числу отверстий на делительном диске. Принимаем $X = 90$, тогда

$$i = \frac{40(X - Z)}{X};$$

$$i = \frac{40(90 - 93)}{90} = -\frac{4}{3}.$$

Полученную дробь следует преобразовать так, чтобы значения числителя и знаменателя соответствовали числу зубьев сменных шестерен:

$$-\frac{4}{3} = -\frac{40}{30}.$$

Отрицательный знак указывает на необходимость ввести две параллельные шестерни.

Число оборотов рукоятки и делительная окружность определяется не по действительному числу зубьев нарезаемой шестерни, а по вспомогательному числу X :

$$n = \frac{40}{X}; \quad n = \frac{40}{90} = \frac{24}{54}.$$

Знаменатель дроби показывает, что фиксатор нужно установить на делительную окружность, имеющую 54 отверстия, а числитель – число отверстий, на которое нужно повернуть рукоятку при делении.

Фрезерование винтовых канавок. Фрезерование винтовых канавок производится при продольном перемещении стола фрезерного станка и одновременном вращении детали, закрепленной в делительной головке, относительно своей оси. Для согласования вращения детали с продольным перемещением стола устанавливается гитара с набором сменных колёс, которые передают вращение от ходового винта станка шпинделю делительной головки. Для делительной головки УДГ Д–250 устанавливаются две гитары (рисунок 2.5): малая гитара – на ходовой винт станка; большая – на цилиндрический хвостовик втулки.

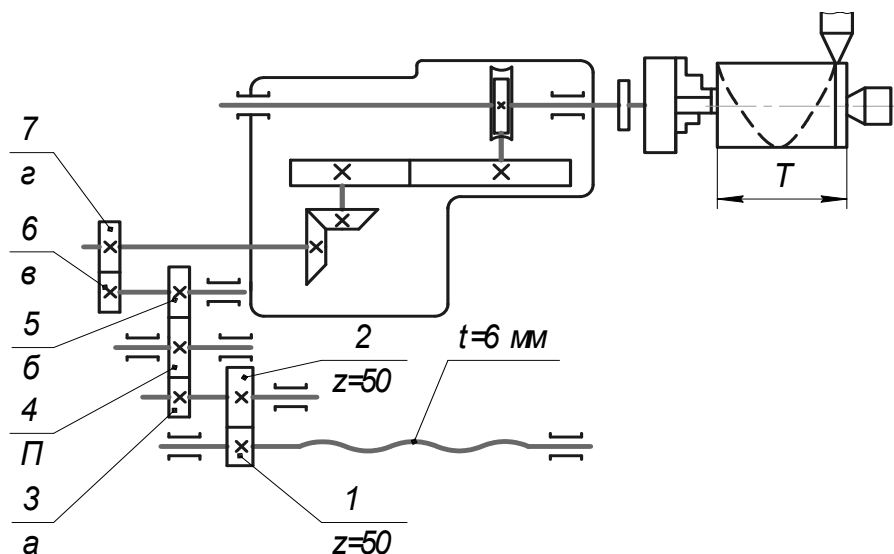


Рисунок 2.5 – Настройка УДГ на обработку винтовой канавки

Вращение от ходового винта передается через шестерни 50/50, находящиеся в постоянном зацеплении, и сменные шестерни $a-z$.

При настройке передачи вращения от ходового винта станка делительный диск головки следует освободить, отодвинув стопор 8.

Подбор сменных шестерен гитары производится по формуле

$$i = \frac{40 \cdot t}{T} = \frac{a}{b} \cdot \frac{v}{z},$$

где i – передаточное число сменных шестерен;

t – шаг ходового винта, $t = 6$ мм;

T – шаг нарезаемой спирали, мм.

При нарезании правых винтовых канавок между шестернями a и b устанавливается паразитная шестерня $П$.

Если необходимо нарезать несколько канавок, то деление производится одним из вышеописанных способов.

Пример 5 – Требуется нарезать цилиндрическую шестерню с винтовым зубом. $T = 450$ мм, $t = 6$ мм.

Определяем передаточное отношение сменных шестерен гитары:

$$t = \frac{40 \cdot t}{T}; \quad t = \frac{40 \cdot 6}{450} = \frac{240}{450} = \frac{8}{15}.$$

Подбираем сменные шестерни гитары настройки:

$$t = \frac{a}{b} \cdot \frac{в}{z}; \quad t = \frac{8}{15} = \frac{2 \cdot 4}{5 \cdot 3} = \frac{20}{50} = \frac{40}{30}.$$

Порядок выполнения лабораторной работы.

1 Произвести настройку станка на обработку детали.

2 Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем.

Содержание отчета. Цель работы. Назначение станка. Конструкция станка (основные узлы станка). Структурная схема станка. Уравнения кинематического баланса для цепи главного движения, цепи подач ($S_{нопер}$, $S_{прод}$, $S_{верт}$). Назначение делительной головки. Расчет настройки делительной головки по заданным данным. Схема установки гитары при делении и фрезеровании канавки. Выводы.

3 Лабораторная работа № 3. Полуавтомат зубошлифовальный с ЧПУ модели Stanexim SMG405GF3-09. Программирование обработки

Цель работы: ознакомление с работой системы подготовки программ для зубошлифовального станка, с основными правилами описания деталей и составления программ для их изготовления.

3.1 Описание и характеристики станка

Полуавтомат зубошлифовальный с ЧПУ модели SMG405GF3-09 (далее станок) предназначен для профильного шлифования боковых поверхностей прямозубых и косозубых зубчатых колес внешнего зацепления с возможностью

шлифования пазов делительных дисков, шлицев и прочих профилей шлифовальными кругами с применением смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

Технические характеристики станка представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики станка SMG405GF3-09

Наименование параметра	Значение параметра
1	2
Характеристики обрабатываемой детали:	
максимальный диаметр зубчатого колеса	360 мм
пределы модулей зубчатого колеса	1...10 мм
максимальная ширина зубчатого венца	120 мм
максимальный угол наклона зубьев	30 град
максимальная длина детали, устанавливаемой в центрах	270 мм
Характеристики инструмента:	
наибольший/наименьший (изношенный) диаметр шлифовального круга	360/250 мм
посадочный диаметр шлифовального круга	127 мм
диаметр правящего алмазного ролика	150 мм
Характеристики рабочих перемещений:	
продольный ход (ось X)	450 мм
поперечный ход (ось Y)	340 мм
вертикальный ход (ось Z)	190 мм
поворот в бабке изделия (ось A)	Не ограничено
поворота бабки шлифовальной (ось B)	± 300
Динамические и точностные характеристики станка:	
максимальная скорость продольного перемещения (ось X)	10 м/мин
максимальная скорость перемещения по остальным осям	5 м/мин
дискретность задания перемещений по линейным осям	0,001 мм
дискретность задания перемещений по круговым осям	0,001 град
диапазон частоты вращения шлифовального круга (бесступенчатая регулировка в заданном диапазоне)	1425...2850 об/мин
Система управления ЧПУ SIEMENS	SINUMERIK 840 Dsl
Количество управляемых осей	6
Количество одновременно управляемых осей	3
Силовые характеристики станка:	
мощность главного привода в режиме S1	8,2 кВт
род тока привода главного движения	Переменный трехфазный
напряжение	220 / 380 $\pm$ 10 % В
частота тока	(50 $\pm$ 1) Гц

Окончание таблицы 3.1

1	2
Характеристики точности и шероховатости обработки образца изделия:	
точность обработки образца-изделия по ГОСТ 1643–81	6
шероховатость обработанной поверхности образца-изделия	$Ra \leq 0,63$ мкм
Габариты станка:	
длина	4330 мм
ширина	2400 мм
высота	2460 мм
Масса станка	7500 кг

3.2 Описание компоновки

Станок выполнен как модульная конструкция из унифицированных (базовых) и оригинальных узлов (рисунки 3.1 и 3.2).

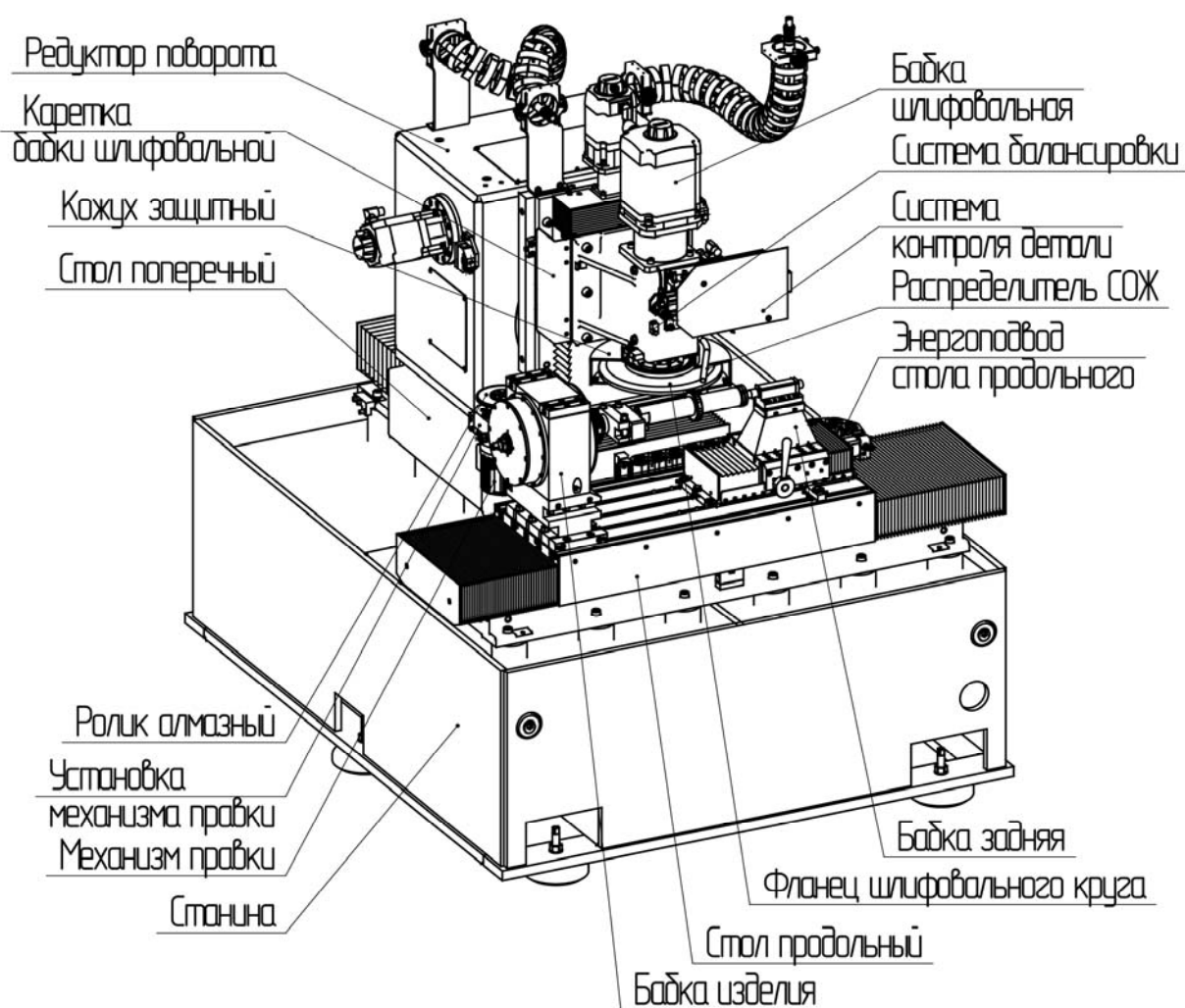


Рисунок 3.1 – Компоновка станка

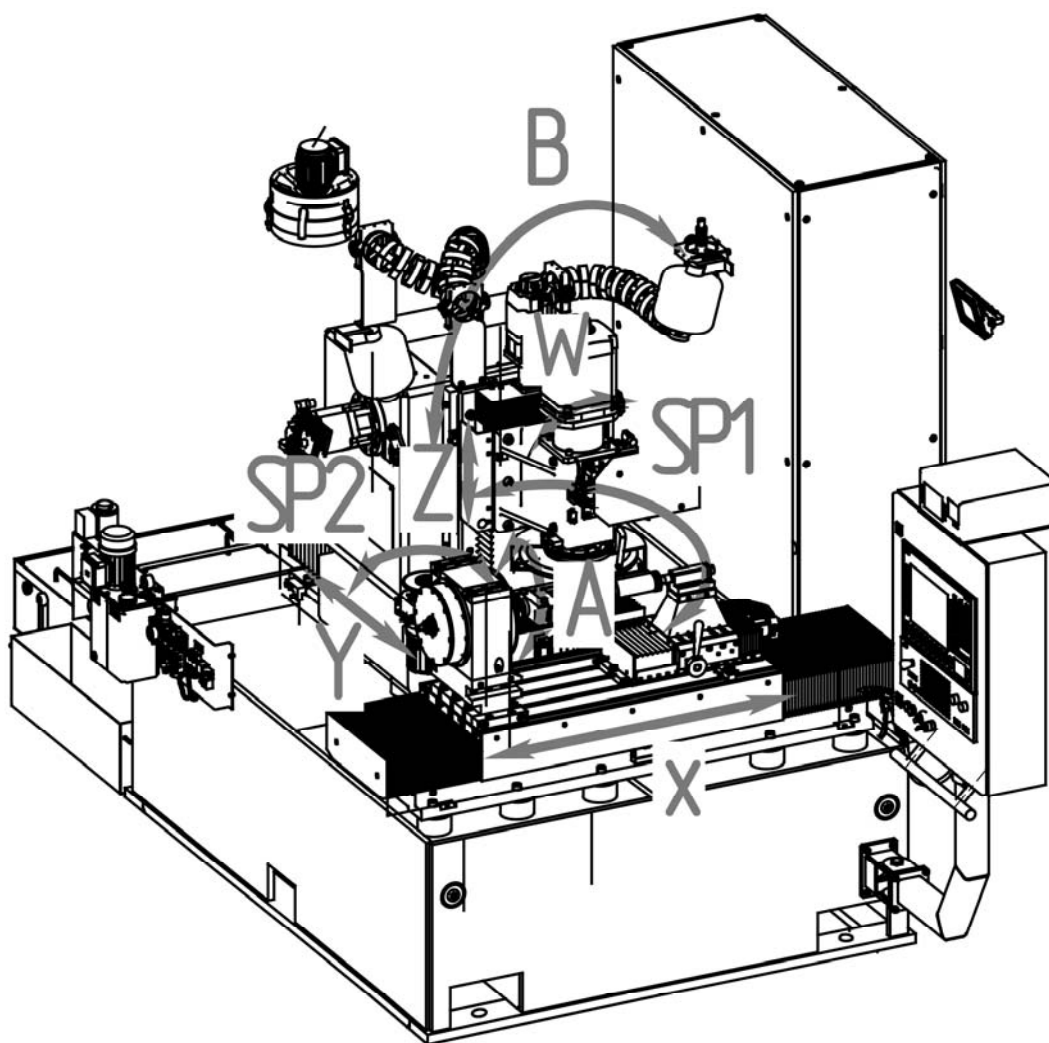


Рисунок 3.2 – Оси станка

Базой станка является прямоугольная станина, на которой монтируются основные узлы станка.

Деталь на станке установлена горизонтально в центрах на подвижном в продольном направлении столе (ось X) между бабкой изделия (ось A) и задней бабкой. Поджим заднего центра осуществляется пневматически.

В задней части станины перпендикулярно продольному столу установлен поперечный стол (ось Y), на котором смонтирован редуктор поворота (ось B), платформа которого поворачивается на $\pm 30^\circ$ относительно вертикальной оси и является основанием для каретки бабки вертикальной. На подвижной каретке бабки шлифовальной (ось Z) установлена бабка шлифовальная и система контроля детали. Каретка бабки шлифовальной перемещает бабку шлифовальную в процессе правки шлифовального круга согласованно с перемещением продольного стола.

Станок имеет ограждение кабинетного типа, предназначенное для предотвращения разбрызгивания СОЖ. Доступ в рабочую зону обеспечивают передние раздвижные двери, которые снабжены электрическими выключателями, блокирующими рабочий цикл при их открытии.

Сверху слева на ограждении установлен фильтр масляного тумана, предназначенный для отсоса аэрозолей из рабочей зоны. С правой стороны станины на кронштейнах установлен электрошкаф.

Пульт управления расположен спереди станка и имеет возможность перемещаться в удобное для оператора положение. Сзади станка установлены система очистки и подачи СОЖ. Станок оснащен централизованной автоматической системой смазки направляющих качения и шарико-винтовых пар.

Станок имеет шесть управляемых координат (осей) и два шпинделя. Расположение осей на станке приведено на рисунке 3.2.

На станке обеспечены следующие управляемые перемещения рабочих органов:

- перемещение платформы стола продольного – ось X ;
- перемещение платформы стола поперечного – ось Y ;
- перемещение каретки бабки шлифовальной – ось Z ;
- вращение шпинделя бабки изделия – ось A ;
- поворот бабки шлифовальной – ось B ;
- поворот датчика измерения – ось W ;
- вращение шпинделя бабки шлифовальной (главное движение) – SP1;
- вращение шпинделя механизма правки – SP2;
- перемещение центра бабки задней (пневмоцилиндр).

3.3 Балансировка шлифовального круга

Выбор процедуры ручного балансирования. После установки нового шлифовального круга необходимо провести процедуру динамической балансировки. Для этого необходимо на панели блока управления системы балансировки перейти в ручной режим, нажав клавишу «AUTO/MANUAL». Нажмите клавишу «ENTER», теперь выберите папку «Установка единицы измерения» и нажмите клавишу «ENTER». Вы перешли во вкладку, с которой в дальнейшем и необходимо работать.

Процедура ручного балансирования нового шлифовального круга. Для нового шлифовального круга необходимо выполнить процедуру балансирования согласно следующему алгоритму.

1 Установите балансировочные грузики на углы 60° и 300° . Перейдите на станке в режим «MDI» и введите следующие кадры:

G97 S1800 M3

M00

M30

2 Запустите цикл обработки.

3 Дождитесь пока на экране системы балансировки значения дисбаланса стабилизируются.

4 Нажмите функциональную кнопку «F4».

5 Остановите вращение шпинделя кнопкой «RESET».

6 Дождавшись полной остановки шпинделя, переставьте балансировочные

грузики на углы 60° и 240° .

7 Запустите повторно цикл в «MDI».

8 Дождитесь пока на экране системы балансировки значения дисбаланса стабилизируются.

9 Нажмите функциональную кнопку «F5».

10 Остановите вращение шпинделя кнопкой «RESET».

11 Дождавшись полной остановки шпинделя, переставьте балансировочные грузики на углы β_1 и β_2 .

12 Запустите повторно цикл в «MDI».

13 Дождитесь пока на экране системы балансировки значения дисбаланса стабилизируются. Если значения дисбаланса превышает допустимое значение, нажмите функциональную кнопку «F5».

14 Остановите вращение шпинделя кнопкой «RESET».

15 Дождавшись полной остановки шпинделя, переставьте балансировочные грузики на углы β_1 и β_2 .

16 Повторите пункты 12–15, пока дисбаланс не уменьшится ниже допустимого уровня.

3.4 Привязка шлифовального круга

Если на станке меняли шлифовальный круг, необходимо выполнить его привязку (рисунок 3.3). Для этого необходимо установить в центра цилиндрическую оправку SMG1000-590.342. Ось B повернуть до угла 0° .

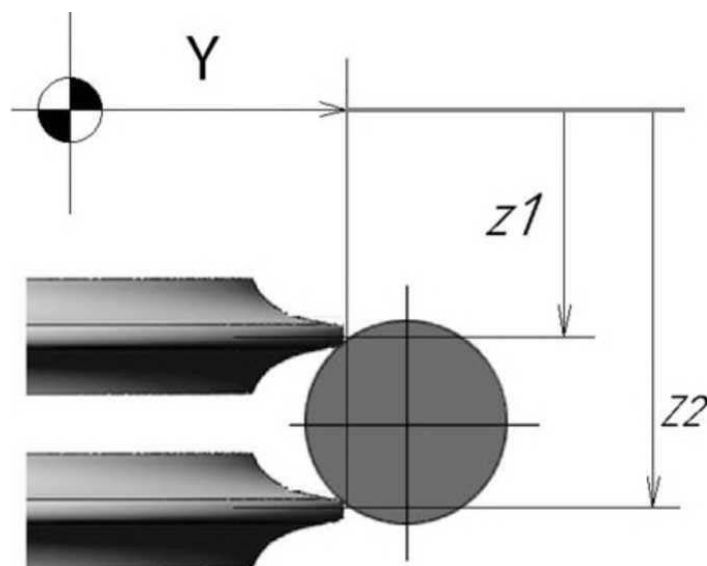


Рисунок 3.3 – Привязка круга по оси Z

Привязка шлифовального круга по оси Z .

Привязка шлифовального круга по оси Z осуществляется по следующему алгоритму.

1 Переместите шлифовальный круг в координату по оси Y , чтобы он находился над оправкой (см. рисунок 3.3).

2 Аккуратно опустите шлифовальный круг по оси Z до касания с оправкой и запишите координаты $Z1$ и Y .

3 Выведите круг на безопасное расстояние по осям Z и Y .

4 Опустите шлифовальный круг под оправку, аккуратно выйдите в ту же самую координату по оси Y , повторите те же действия, до касания кругом оправки снизу. Запишите координату $Z2$.

5 Вывести круг на безопасное расстояние по осям Z и Y .

6 Рассчитайте координату $Z0$ по формуле $Z0 = (Z1 + Z2)/2$.

7 Перейдите в режим «AUTO», откройте программу «KONST_Z». Внесите рассчитанное значение $Z0$ в первый кадр программы. Закройте программу и выберите ее на выполнение.

8 Запустите выполнение программы кнопкой «CYCLE START». Появится сообщение с координатой привязки.

По оси Z круг успешно привязан.

Примечание – Если профиль на шлифовальном круге не симметричный или круг имеет П-образный профиль, оправку необходимо касаться боковыми поверхностями.

3.5 Описание программного продукта и циклов обработки

Программное обеспечение предназначено для подготовки управляющих программ шлифования зубчатого колеса, правки шлифовального круга, измерения и обработки результатов замеров параметров зубчатого колеса (шаговых погрешностей, направления зуба, отклонения от профиля), наладки и выставки констант станка.

Программное обеспечение состоит из следующих основных модулей: правка, шлифование, наладка станка, измерение, документация в электронном виде.

Внешняя оболочка программы написана с помощью специальных библиотек компании Stanexim.

Данные библиотеки позволяют быстро создавать удобные и масштабируемые интерфейсы программ с динамической справочной информацией.

Модуль шлифования позволяет оператору настроить параметры технологии шлифования и создать управляющую программу.

Программный продукт представляет собой панель управления оператора, которая позволяет максимально упростить и автоматизировать процесс наладки и обработки зубчатых колес. Для загрузки программного продукта необходимо нажать на кнопку «СПУП» («MENU SELECT» >> «ПРОГРАММЫ» >> «СПУП»). Отобразится окно, изображенное на рисунке 3.4.

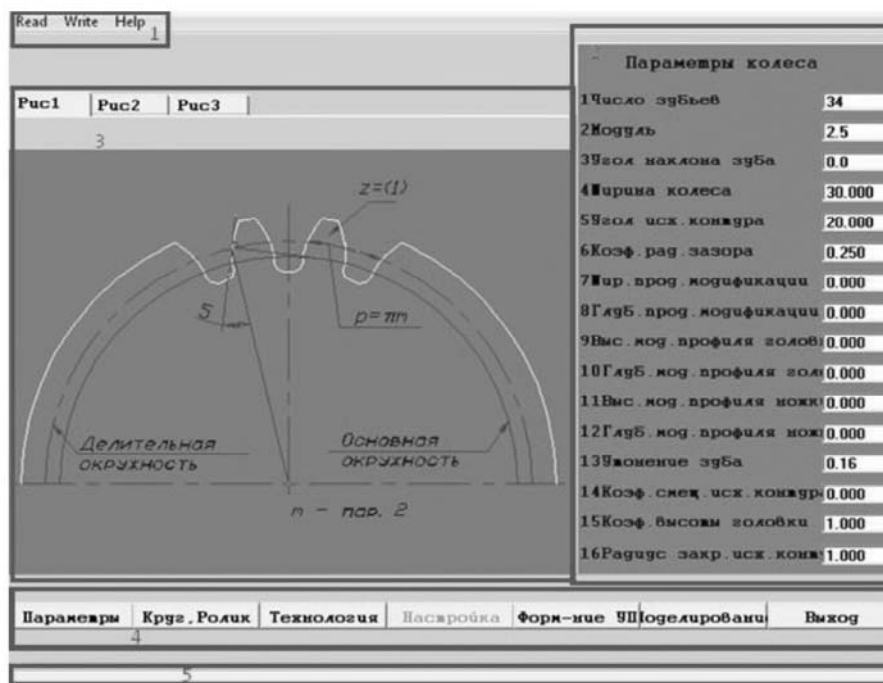


Рисунок 3.4 – Параметры колеса

3.6 Окно «Технология»

При нажатии на функциональную клавишу «Технология» откроется диалоговое окно.

В окне «Технология» имеется три группы параметров: общие параметры, правка круга, шлифовка колеса.

Общие параметры отвечают за включение/отключение блоков обработки. Всего пять блоков.

1 Ориентация впадины и торца колеса. Данный блок отвечает за ориентацию колеса с предварительно нарезанными зубьями. При выборе данного блока в начале программы обработки автоматически выполнится процедура ориентации детали.

2 Правка перед черновой шлифовкой. Данный блок запускает черновую правку круга перед черновой обработкой зубчатого венца. При выборе данного блока обязательно должны быть введены параметры, отвечающие за черновую правку шлифовального круга.

3 Черновая шлифовка. Блок, вызывающий программу чернового шлифования зубчатого венца. При выборе данного блока обязательно должны быть введены параметры, отвечающие за черновое шлифование.

4 Правка перед чистовой шлифовкой. Данный блок запускает чистовую правку круга перед чистовой обработкой зубчатого венца. При выборе данного блока обязательно должны быть введены параметры, отвечающие за чистовую правку шлифовального круга.

5 Чистовая шлифовка. Блок, вызывающий программу чистового шлифования зубчатого венца. При выборе данного блока обязательно должны

быть введены параметры, отвечающие за чистовое шлифование.

Параметры правки круга отвечают за процесс правки шлифовального круга. Имеются следующие параметры:

1 Безопасное расстояние – величина зазора между шлифовальным кругом и алмазным роликом в момент перехода на новый рабочий ход правки.

2 Припуск для начальной правки – припуск для предварительной правки шлифовального круга. Данный припуск определяется экспериментально, зависит от профиля, нанесенного на шлифовальный круг. Припуск для начальной правки круга не влияет на изменение диаметра шлифовального круга.

Внимание!!! Если пренебречь данным припуском, возможен съем значительного слоя абразивного материала, что в свою очередь может привести к аварийной ситуации.

3 Глубина для начальной правки – глубина резания для рабочего хода начальной правки шлифовального круга.

4 Подача для начальной – значение подачи для рабочего хода начальной правки шлифовального круга.

5 Припуск для черновой – величина припуска для черновой правки круга.

6 Глубина для черновой – глубина резания для рабочего хода черновой правки круга.

7 Подача для черновой – величина подачи для рабочего хода черновой правки шлифовального круга.

8 Припуск для чистовой – величина припуска для чистовой правки круга.

9 Глубина для чистовой – глубина резания для рабочего хода чистовой правки круга.

10 Подача для чистовой – величина подачи для рабочего хода чистовой правки шлифовального круга.

Параметры шлифовки колеса отвечают за процесс шлифования зубчатого колеса. Имеются следующие параметры:

1 Безопасное расстояние – расстояние между зубчатым колесом и шлифовальным кругом, на которое осуществляется отвод последнего в момент смены обрабатываемой впадины.

2 Черновой припуск – величина припуска для черновой обработки.

3 Черновая глубина – снимаемый припуск за двойной ход черновой обработки.

4 Подача черновая – продольная подача (подача по оси X), $F_{\max} = 10000$ мм/мин.

5 Чистовой припуск – величина припуска для чистовой обработки.

6 Чистовая глубина – снимаемый припуск за двойной ход чистовой обработки.

7 Подача чистовая – продольная подача (подача по оси X), $F_{\max} = 10000$ мм/мин.

8 Корректор по Y – дополнительное смещение, применяется для достижения необходимого размера.

9 Черновой припуск до правки – величина снимаемого припуска между правками шлифовального круга. Работает в цикле черновой обработки колеса.

Определяется экспериментально. Если значение равно «нулю» – цикл не работает.

10 Чистовой припуск до правки – величина снимаемого припуска между правками шлифовального круга. Работает в цикле чистовой обработки колеса. Определяется экспериментально. Если значение равно «нулю» – цикл не работает.

11 Скорость резания, м/с – скорость резания шлифовального круга, является исходным значением для определения частоты вращения круга.

3.7 Окно «Формирование УП»

При нажатии на кнопку «Формирование УП» откроется окно.

В области «Замена директории в ЧПУ» можно прописать новый путь сохранения управляющей программы, в конце изменения необходимо нажать на кнопку «Заменить».

Кнопка «Расчет и формирование УП» отвечает за формирование программы с параметрами обработки. После нажатия на данную кнопку с левой стороны появится текст программы.

Кнопка «Запись УП в ЧПУ» осуществляет передачу в ЧПУ программы с параметрами обработки и активирует головную программу «KOLESO». После появления в строке состояния записи «Программа успешно записана» можно запускать программу на выполнение. Для этого необходимо в режиме «AUTO» нажать на кнопку на пульте управления «CYCLE START».

Внимание!!! Включение подачи смазывающей охлаждающей технологической среды (СОТС) осуществляет вручную.

Кнопка «Запись УП на диск» осуществляет запись сформированной программы в директорию, указанную при сохранении.

3.8 Система измерения

Станок оснащен встроенной системой измерения, которая позволяет оперативно производить замеры обрабатываемых изделий. Система измерения контролирует направление и шаговую погрешность. Измеренные значения сохраняются в файлы в директории («Menu Select» / «Программы» / «Детали» / «RESULT»). Для обработки данных их необходимо перенести на персональный компьютер (далее ПК) и обработать в программном продукте «EXCEL». Для автоматической обработки необходимо данные перенести на ПК в директорию «D:\RESULT» и открыть прилагаемый файл «Расчеты».

Порядок выполнения лабораторной работы.

- 1 Произвести настройку станка и контроллера.
- 2 Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем.

4 Лабораторная работа № 4. Токарный станок с ЧПУ модели СК6140А с системой Fanuc series 0i-TF. Программирование обработки

Цель работы: ознакомление с работой системы подготовки программ для токарного станка с устройством ЧПУ Fanuc series 0i-TF, с основными правилами описания деталей и составления программ для их изготовления.

4.1 Описание и характеристики станка

Станок модели СК6140А является полнофункциональным токарным станком нормальной точности с числовым программным управлением, разработанным и спроектированным с использованием современных технологий.

Ключевые технические характеристики станка.

Максимальный диаметр обработки над станиной – 400 мм.

Максимальный диаметр обработки над суппортом – 200 мм.

Максимальная длина заготовки – 1000 мм.

Количество инструментов в револьверной головке – 6 шт.

Частота вращения шпинделя – 20...1620 об/мин.

Мощность главного привода – 7,5 кВт.

Габаритные размеры – 2600 × 1352 × 1672 мм.

4.2 Программирование

Интерполяция фигуры движения инструмента. Функция перемещения инструмента вдоль прямых линий и дуг называется интерполяцией (рисунки 4.1 и 4.2).

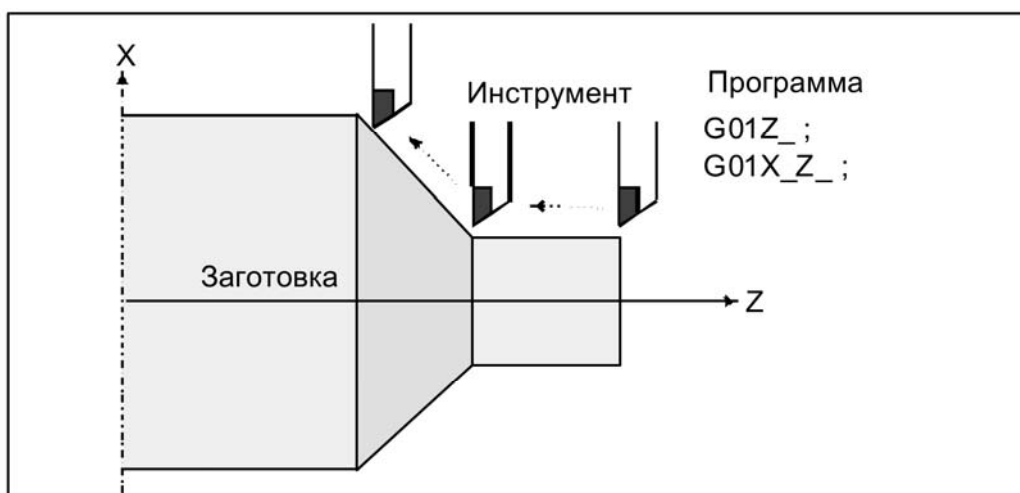


Рисунок 4.1 – Перемещение инструмента вдоль прямой линии

Термин интерполяция относится к операции, при которой инструмент движется вдоль прямой линии или дуги.

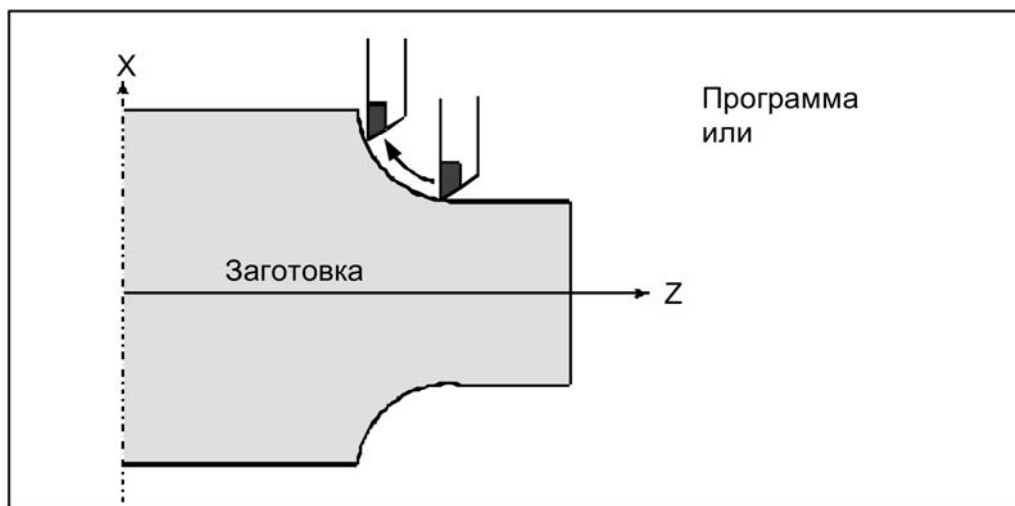


Рисунок 4.2 – Движение инструмента вдоль дуги

Символы запрограммированных команд G01, G02, ... называются подготовительной функцией и обозначают тип интерполяции, выполняемой в блоке управления (рисунок 4.3).

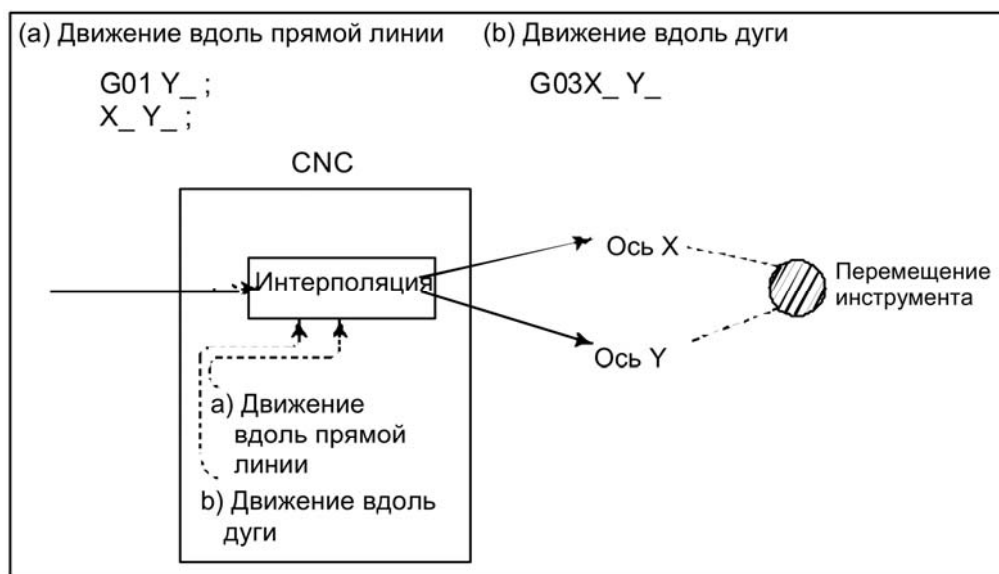


Рисунок 4.3 – Движение инструмента вдоль дуги

Функция подачи. Перемещение инструмента с заданной скоростью для резки заготовки называется подачей (рисунок 4.4).

Например, для подачи инструмента со скоростью 150 мм/мин (подача в минуту) или 150 мм/об (подача за оборот), указать в программе следующее:

F150.0

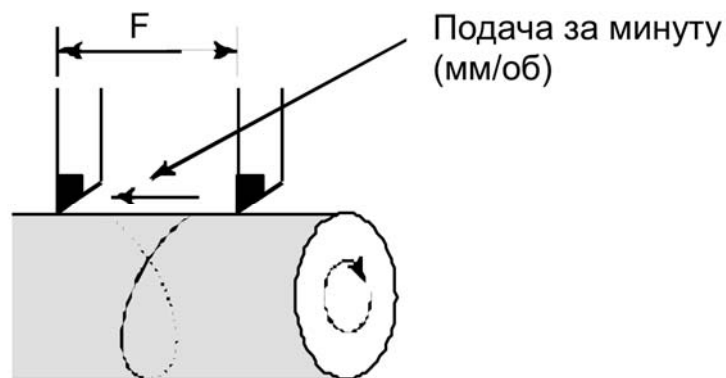


Рисунок 4.4 – Функция подачи

Референтная позиция. В станке с ЧПУ предусматривается фиксированное положение. Как правило, в данном положении выполняется замена инструмента и программирование точки абсолютного нуля. Это положение называется референтной позицией (рисунок 4.5).

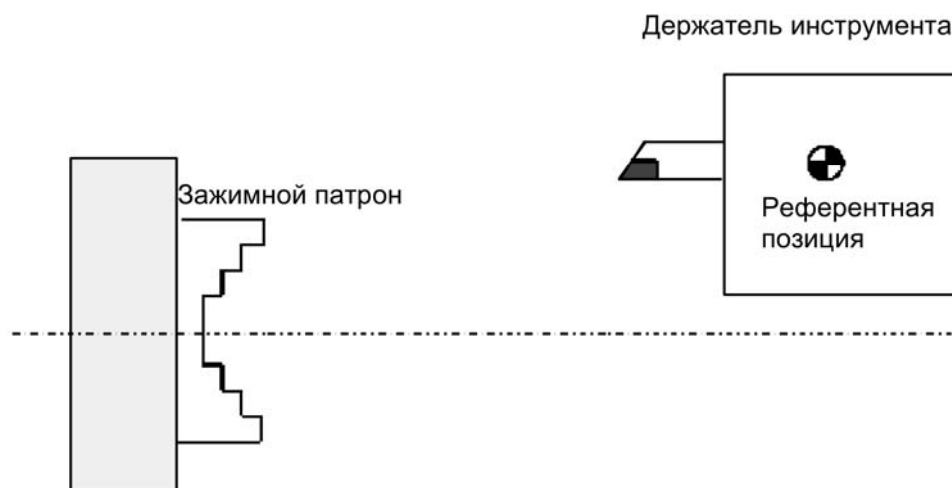


Рисунок 4.5 – Референтная позиция

Можно переместить инструмент на референтную позицию двумя способами:

- 1) ручной возврат на референтную позицию. Возврат на референтную позицию выполняется при помощи операции нажатия кнопки вручную;
- 2) автоматический возврат на референтную позицию. Обычно ручной возврат на референтную позицию выполняется в первый раз после подключения электроэнергии. Для того чтобы переместить инструмент на референтную позицию для последующей смены инструмента, используется функция автоматического возврата на референтную позицию.

Конфигурация программы. Группа команд, направляемых в ЧПУ для управления станком, называется программой. Посредством ввода команд инструмент перемещается вдоль прямой линии или дуги, или происходит

включение или отключение двигателя шпинделя. В программе задаются команды в последовательности, соответствующей фактическим перемещениям инструментов (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Конфигурация программы

Группа команд в каждом шаге последовательности называется блоком (рисунок 4.7). Программа состоит из групп блоков для серии операций обработки. Номер для обозначения каждого блока называется номером последовательности, а номер для обозначения каждой программы называется номером программы. Блок и программа имеют следующие конфигурации.

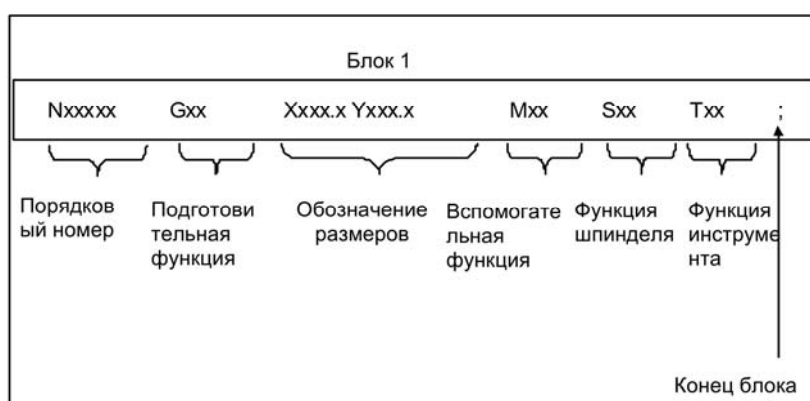


Рисунок 4.7 – Конфигурация блока

Абсолютное и инкрементное программирование. Существует два способа программирования перемещения инструмента: абсолютное и инкрементное программирование. При абсолютном программировании задается значение координат конечной позиции. Инкрементное программирование используется для программирования величины перемещения инструмента.

G90 и G91 используются для абсолютного или для инкрементного программирования соответственно.

Программирование диаметра и радиуса. Так как при программировании управления токарного станка с ЧПУ поперечное сечение заготовки обычно круглое, то ее размеры можно задавать двумя путями: диаметр и радиус (рисунок 4.8).

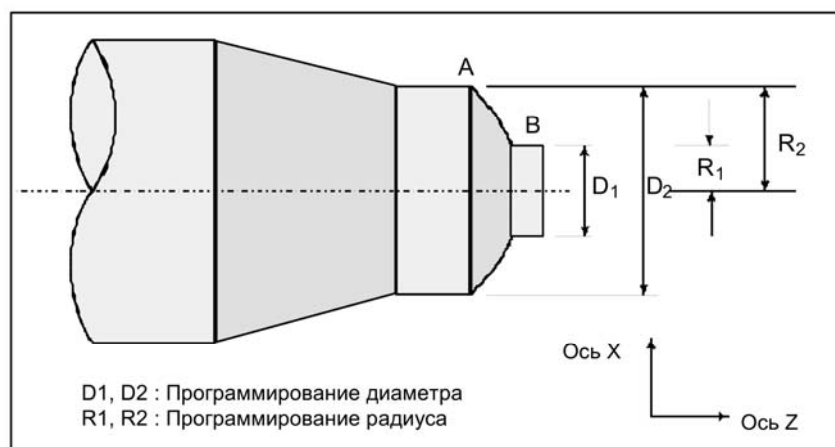


Рисунок 4.8 – Программирование диаметра и радиуса

Если указан диаметр, то используется программирование диаметра, а при задании радиуса – программирование радиуса.

Функция выбора инструмента. Путем указания числового значения до восьми цифр после адреса T кодовый и стробирующий сигналы передаются в станок. Они используются для выбора инструментов в станке.

В блоке может быть запрограммирован один T-код. Значение после T-кода обозначает требуемый инструмент. Часть значения также используется как номер коррекции на инструмент, который определяет величину коррекции на инструмент или т. п.

Пример

N1G00X1000Z1400;

N2T0313; (Выбор инструмента ном. 3 и коррекции на инструмент ном. 13)

N3X400Z1050.

Функция управления инструментом. Функция управления инструментом полностью контролирует данные инструмента, включая информацию о коррекции на инструмент и данные о ресурсе инструмента.

Номер типа инструмента задается T-кодом. Номер типа инструмента – любой номер, который пользователь может определить свободно. С помощью номеров типа инструменты могут быть сгруппированы по различным условиям, например, ресурс, значение коррекции и условия резки.

Если каждый тип считается имеющим один инструмент, то номера типов инструмента эквивалентны уникальным номерам инструмента.

Для каждого инструмента зона хранения информации хранится в ЧПУ

(статическое оперативное запоминающее устройство). Эта зона содержит информацию, например, номер типа инструмента, ресурс инструмента, статус инструмента (например, условие разрыва), номер коррекции на инструмент (H , D , G или W), скорость шпинделя S , скорость рабочей подачи F и свободно определяемые пользовательские данные. Такие данные называются данными управления инструментом.

Порядок выполнения лабораторной работы.

- 1 Произвести настройку станка на обработку детали.
- 2 Выполнить индивидуальное задание, выданное преподавателем.

5 Лабораторная работа № 5. Изучение конструкции, принципа работы и кинематики плоскопрофилешлифовального станка с прямоугольным столом с ЧПУ модели ОРША-60120

Цель работы: ознакомление с основными узлами и элементами станка плоскопрофилешлифовального с прямоугольным столом с ЧПУ модели ОРША-60120, приобретение практических навыков управления шлифовальным станком с ЧПУ в ручном режиме.

Программное обеспечение: система числового программного управления ЧПУ Sinumeric 828D фирмы «Siemens».

5.1 Описание и характеристики станка

Профилешлифовальный станок с ЧПУ ОРША-60120 предназначен для высокоточной обработки шлифованием как плоских поверхностей деталей, так и шлицевых валов, зубчатых колёс и деталей, профиль которых является сочетанием окружностей, дуг, прямых отрезков и т. д. (рисунок 5.1).

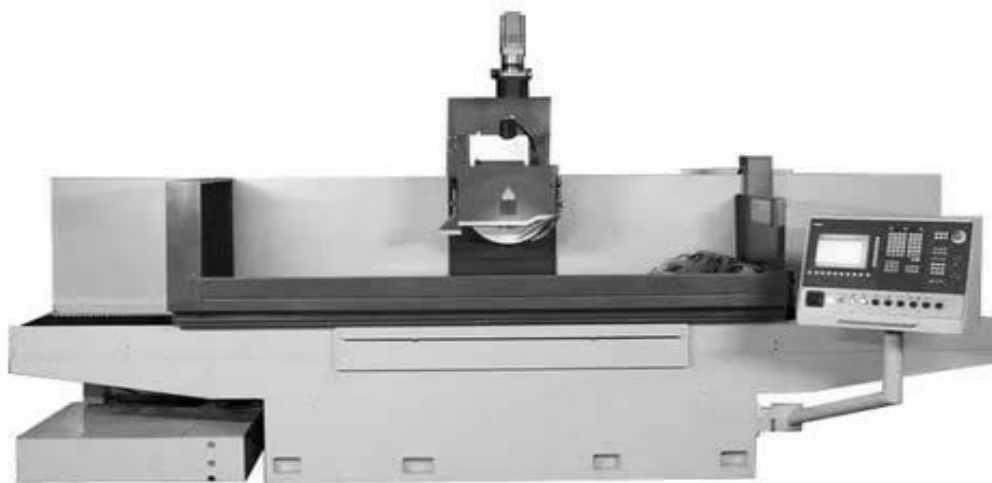


Рисунок 5.1 – Внешний вид станка ОРША-60120

Правка и профилирование абразивного круга выполняются перемещением закреплённого на столе алмазного ролика по координатам Y и Z управляемым системой числового программного управления.

Технические характеристики станка представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Технические характеристики станка ОРИА-60120

Наименование параметра	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8–82	B
Размеры зеркала стола (длина / ширина), мм	1200 / 600
Размер образца изделия, мм	710 × 300 × 200
Плоскостность, мкм	6
Параллельность, мкм	8
Шероховатость поверхности обработанной периферией круга Ra	0,63
Рабочие подачи стола, м/мин	1...25
Рабочие подачи шлифовальной головки, мм/ход	0,002...0,08
Рабочие подачи суппорта, мм/ход	0,3...40
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки (вместе с приспособлением и электромагнитной плитой), кг	1200
Наибольшее расстояние от зеркала стола до оси шпинделя, мм	650 (800)
Диаметр шлифовального круга, мм	400
Высота шлифовального круга, мм	20...100
Посадочный диаметр шлифовального круга, мм	127
Мощность главного привода, кВт	11
Частота вращения шлифовального шпинделя, об/мин	1450
Наибольшая длина обрабатываемых поверхностей, мм	1200
Наибольшая ширина обрабатываемых поверхностей с выходом шлифовального круга (при высоте круга 40 мм), мм	600
Наибольшая ширина обрабатываемых поверхностей без выхода шлифовального круга, мм	700
Наибольшая высота обрабатываемых поверхностей, мм	440 (590)
Пределы продольного перемещения стола (ось X), мм/мин	2...28
Пределы вертикального перемещения головки (ось Z), мм/ход	0,001...0,3
Пределы поперечного перемещения (ось Y), мм/ход	0,3...20
Управляемое количество координат	3
Дискретность вертикальных и поперечных подач, мкм	1
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	4800 × 3850 × 2400
Масса, кг	8900

Поперечные перемещения колонны и вертикальное позиционирование шлифовальной головки осуществляется по линейным направляющим фирмы Schneebel, технические решения которой основаны на передовых технологиях.

Применение датчиков обратной связи Heidenhain, основанных на фотоэлектрическом методе считывания и образующих с приводами подач

закрытый контур, гарантируют высокую точность позиционирования даже в сильно изменяющихся условиях эксплуатации шлифовального станка.

Управление станком и процессом профилирования абразивного круга от ЧПУ, выбор оптимальных режимов шлифования и правки режущего инструмента, возможность подналадки в диалоговом режиме по результатам шлифования, визуальная диагностика параметров и работы систем станка способствуют эффективной эксплуатации профилишлифовального станка.

Технологические возможности станка с ЧПУ ОРША-60120 представлены на рисунке 5.2.

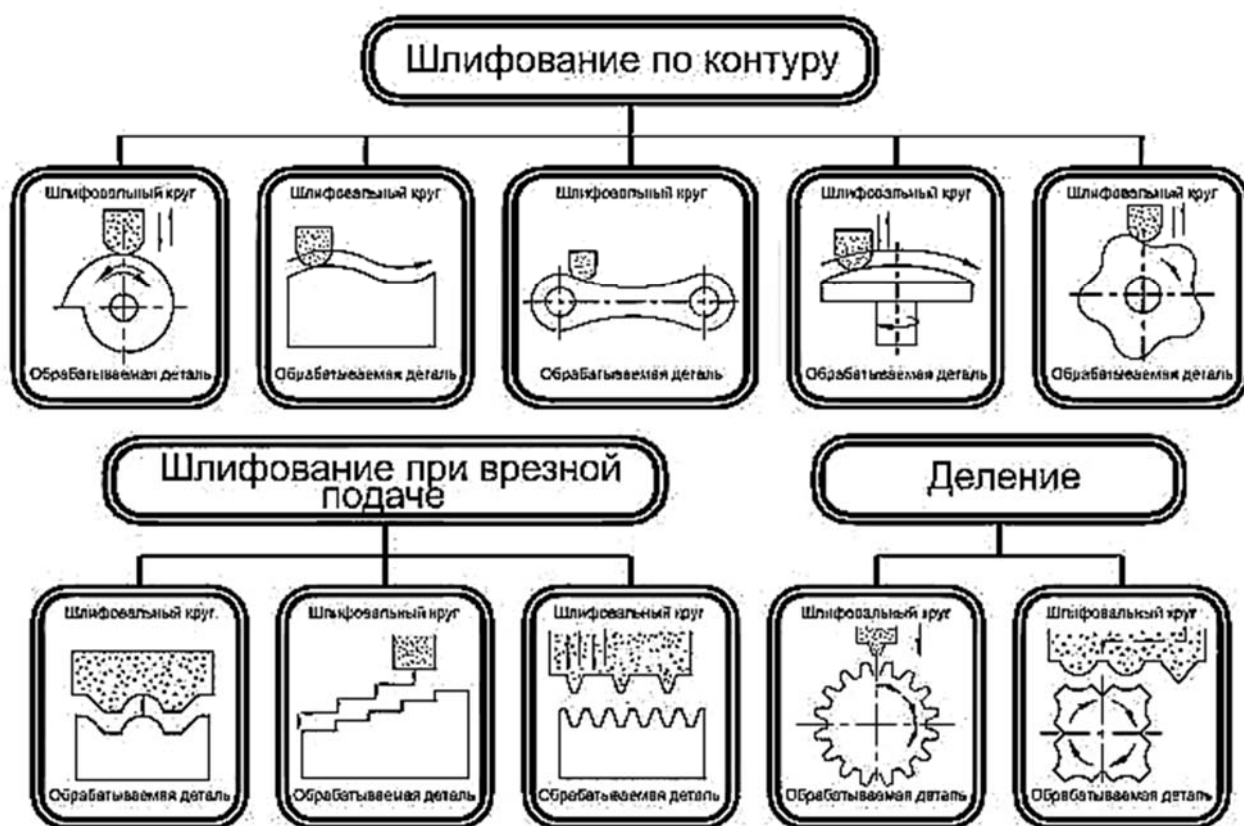


Рисунок 5.2 – Технологические возможности станка ОРША-60120

Особенности конструкции станка. В опорах шлифовального шпинделя применяются сверхточные подшипники фирмы ИВС (в передней опоре – 4-е, в задней опоре – 2-а).

Автоматическая смазка всех направляющих перемещений от отдельной станции смазки.

Обратная связь контроля перемещений по осям Y и Z осуществляется с помощью фотоимпульсных преобразователей.

Станок оснащен системой числового программного управления ЧПУ Sinumeric 828D фирмы Siemens с сервоприводами по координатам Y и Z , обеспечивающих круговую и линейную интерполяции.

Жесткая конструкция станины колонны, стола, которые изготовлены из чугунных отливок.

Механизм правки шлифовального круга с вращающимися алмазными роликами, который устанавливается на столе станка справа.

Станок комплектуется системой охлаждения. Емкость бака – 250 л, насос производительностью 100 л/мин. Имеется магнитный сепаратор и бумажный фильтр-транспортёр для очистки СОЖ.

Имеется электронный маховичок для перемещения по координатам Y и Z с дискретностью 1 мкм.

Перемещение всех органов осуществляется автоматически (по оси X – от гидроцилиндра, по направляющим скольжения с долговечным полимерным покрытием; по осям Y и Z посредством шариковинтовой пары качения, закаленным роликовым линейным направляющим).

Описание конструкции станка. Основанием станка является *станина*, на которой установлены крестовый суппорт, колонна, пульт управления, механизм поперечной и вертикальной подачи.

Суппорт станка обеспечивает продольное и поперечное перемещение стола. *Колонна* обеспечивает вертикальное перемещение шлифовальной головки. Все рабочие перемещения на станке автоматизированы. Продольное перемещение стола осуществляется посредством гидроцилиндра. Автоматическое и ускоренное перемещение суппорта осуществляется через ременную передачу от асинхронного электродвигателя. Автоматическая вертикальная подача осуществляется от гидромотора через редуктор, а ускоренное перемещение от асинхронного электродвигателя через ременную передачу и редуктор.

Ручное перемещение крестового суппорта, шлифовальной головки и стола выполняется посредством маховиков.

Вращение шпинделя осуществляется асинхронным электродвигателем.

Гидростанция станка выполнена отдельным агрегатом и установлена справа от станка. Пульт управления станком расположен на кронштейне, который крепится к станине. С левой стороны станка установлен агрегат системы охлаждения.

Колонна смонтирована на задней стенке станины и служит для осуществления вертикальных перемещений шлифовальной головки, которая установлена и жёстко закреплена на её верхней плоскости. Направляющие поверхности образованы самой колонной и планками, привернутыми к станине. Предварительный натяг в системе вертикальных направляющих достигается:

- в плоскости, параллельной оси шлифовального шпинделя, – при помощи подогнанных жёстких втулок и усилия тарельчатых пружин;
- в плоскости, перпендикулярной оси шлифовального шпинделя, – за счёт использования направляющих V-образной формы.

К нижней плоскости колонны закреплен червячный редуктор вертикальных перемещений.

Стол имеет рабочую поверхность с тремя Т-образными пазами для установки и крепления обрабатываемых деталей, электромагнитной плиты или установочного приспособления. На нижней плоскости стола расположены продольные направляющие качения V-образная и плоская, а также зубчатая

рейка, которая обеспечивает ручное перемещение стола от шестерни механизма ручных перемещений. По краям нижней поверхности стола закреплены кронштейны, к которым присоединены штоки гидроцилиндра. На верхней плоскости стола установлено ограждение рабочей зоны. Сбор охлаждающей жидкости происходит в ванне стола, а слив – через проем в задней стенке стола в сборник и далее в бак охлаждения.

Головка шлифовальная состоит из корпуса и шпинделя. Шпиндель установлен на высокоточных радиально-упорных подшипниках качения, собранных с предварительным натягом. К нижней поверхности корпуса шлифовальной головки жёстко прикреплен опорный конец винта шарико-винтовой пары качения вертикальных перемещений. С целью обеспечения защиты подшипников передней опоры во фланце сделаны специальные каналы и лабиринты.

Кинематическая схема станка представлена на рисунке 5.3.

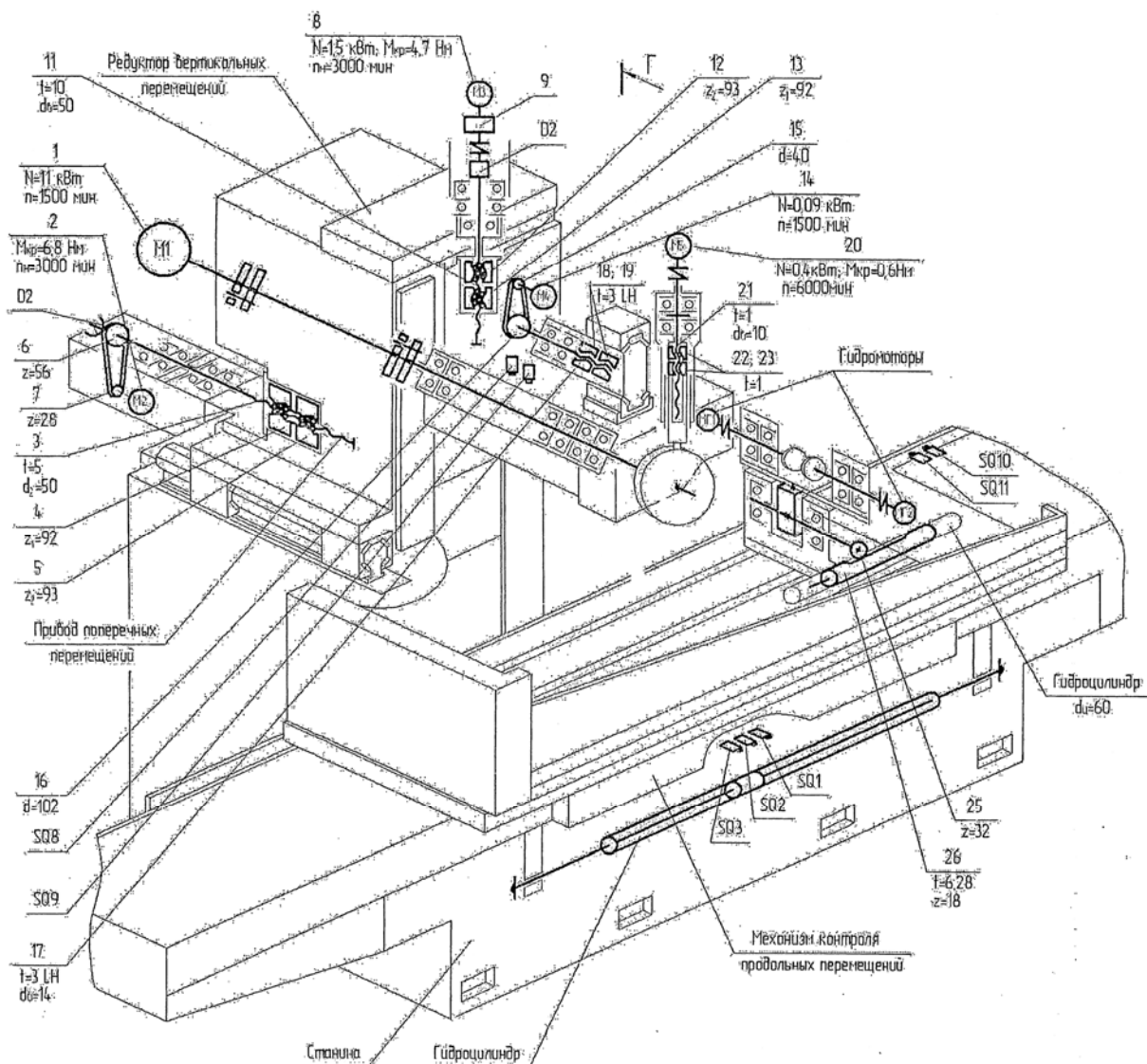


Рисунок 5.3 – Кинематическая схема станка с ЧПУ ОРША-60120

Профилирование шлифовального круга осуществляется с помощью вращающегося алмазного ролика, установленного на столе, путем перемещения шлифовальной головки по координатам Y и Z с помощью ЧПУ (рисунок 5.4).



Рисунок 5.4 – Лицевая панель пульта оператора

Порядок выполнения лабораторной работы.

- 1 Запустить систему ЧПУ Sinumeric 828D.
- 2 Изучить назначение клавиш пульта оператора (см. рисунок 5.4).
- 3 Изучить назначение узлов станка: узлы, размещенные на станине; принцип действия передачи винт–гайка; узлы суппорта; шпиндельный узел; головка правки шлифовального круга (рисунок 5.5); состав привода (блок питания, логика включения станка, движения осей); основные элементы станка.
- 4 Отработать включение станка.
- 5 Отработать ручные перемещения шлифовальной головки по осям X , Y , Z .
- 6 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.



Рисунок 5.5 – Профилирование шлифовального круга

Содержание отчета. Цель работы. Описание назначений клавиш и элементов пульта. Основные узлы, размещенные на станине. Система координат шлифовального станка. Принцип действия головки для правки шлифовального круга. Шпиндельный узел. Управление станком (описать основные приемы, связанные с включением станка и ручными перемещениями). Выводы.

Список литературы

- 1 **Металлорежущие станки:** учебник / В. Д. Ефремов [и др.]; под общ. ред. П. И. Ящерицына. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 696 с.
- 2 **Сергель, Н. Н.** Технологическое оборудование машиностроительных предприятий : учебное пособие / Н. Н. Сергель. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 732 с. : ил.
- 3 **Технология машиностроения:** учебное пособие в 2 ч. Ч. 2: Высокоэффективные технологии и оборудование современных производств / Под ред. А. А. Жолобова. – Минск: РИВШ, 2020. – 480 с.: ил.
- 4 **Харченко, А. О.** Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А. О. Харченко. – 2-е изд. – Москва: Вузовский учебник; ИНФРА-М, 2020. – 260 с.
- 5 **Сергель, Н. Н.** Металлорежущие станки: учебное пособие в 2 ч. / Н. Н. Сергель. – Барановичи: БарГУ, 2009. – Ч. 1. – 257 с.
- 6 **Сергель, Н. Н.** Металлорежущие станки: учебное пособие в 2 ч. / Н. Н. Сергель. – Барановичи: БарГУ, 2009. – Ч. 2. – 257 с.
- 7 **Ящерицын, П. И.** Металлорежущие станки: учебник / П. И. Ящерицын, В. Д. Ефремов; под общ. ред. А. И. Кочергина. – Минск: БГАТУ, 2001. – 446 с.
- 8 **Попилов, Л. Я.** Основы электротехнологии и новые ее разновидности / Л. Я. Попилов. – Ленинград: Машиностроение, 1971. – 216 с.
- 9 **Металлорежущие станки.** Альбом общих видов, кинематических схем и узлов / Под общ. ред. А. М. Кучера. – Москва: Машиностроение, 1972. – 308 с.
- 10 **Вардашкин, Б. Н.** Станочные приспособления: справочник / Б. Н. Вардашкин; под ред. Б. Н. Вардашкина и А. А. Шатилова. – Москва: Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с.
- 11 **Горошкин, А. К.** Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А. К. Горошкин. – Москва: Машиностроение, 1979. – 303 с.
- 12 **Краткий справочник металлиста** / П. Н. Орлов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986. – 960 с.
- 13 **Технологическое обеспечение машиностроительного производства:** учебное пособие / Под ред. Ж. А. Мрочака. – Москва: ИКТИ РАН, 2013. – 462 с.