

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г. И. Носова»  
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОП.07 Обработка металлов резанием, станки и инструменты  
для обучающихся специальности**

**15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования  
(по отраслям)**

Магнитогорск, 2022



**ОДОБРЕНО**

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Механического, гидравлического  
оборудования и автоматизации»  
Председатель О.А. Тарасова  
Протокол № 10 от 22.06.2022 г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

*Разработчик:*

преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Е.А. Киселева

Методические указания разработаны на основе рабочей программы ОП.07 Обработка металлов резанием, станки и инструменты



## Содержание

1 Введение .....	4
Практическая работа 1 .....	6
Практическая работа 2 .....	11
Практическая работа 3 .....	18
Практическая работа 4 .....	21
Практическое работа 5 .....	28
Практическая работа 6 .....	34
Практическая работа 7 .....	53
Практическая работа 8 .....	60
Практическое работа 9 .....	67
Практическое работа 10 .....	81
Практическая работа 11 .....	91
Лабораторная работа 1 .....	95
Лабораторная работа 2 .....	98

## 1 Введение

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи), необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.08 «Обработка металлов резанием, станки и инструменты» предусмотрено проведение практических занятий. В рамках практического занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У 2.3.03. выбирать рациональный способ обработки деталей;

У 2.3.04. оформлять технологическую и другую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;

У 2.3.05. производить расчеты режимов резания;

У 2.3.06. выбирать средства и контролировать геометрические параметры инструмента;

У 2.3.07. читать кинематическую схему станка;

У 2.3.08. составлять перечень операций обработки;

У 2.3.09. выбирать режущий инструмент и оборудование для обработки вала, отверстия, паза, резьбы и зубчатого колеса.

Уо 01.08 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 02.09 применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

Уо 03.04 применять современную научную профессиональную терминологию;

Уо 03.07 применять исследовательские приемы и навыки, чтобы быть в курсе последних отраслевых решений;

Уо 06.03 описывать значимость своей специальности для развития экономики и среды жизнедеятельности граждан российского государства;

Уо 09.07 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

Содержание практических ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.3. Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования

ПК 3.1. Определять оптимальные методы восстановления работоспособности промышленного оборудования

ПК 3.2. Разрабатывать технологическую документацию для проведения работ по монтажу, ремонту и технической эксплуатации промышленного оборудования в соответствии требованиями

ПК 3.3. Определять потребность в материально-техническом обеспечении ремонтных, монтажных и наладочных работ промышленного оборудования

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических работ по учебной дисциплине ОП.08 «Обработка металлов резанием, станки и инструменты» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты в виде таблиц, схем;

- развитие аналитических интеллектуальных умений у будущих специалистов;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Раздел 2. Виды обработки металлов резанием. Металлорежущие инструменты и станки

#### Тема 2.1 Металлорежущие станки

#### Практическая работа 1

#### «Изучение кинематической схемы и конструкции токарно-винторезного станка мод.16К20»

**Цель работы:** формирование умений производить эксплуатацию токарно-винторезных станков

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2.3.07 - читать кинематические схемы токарно-винторезных станков

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий
2. Атлас «Металлорежущие станки»
3. Условные обозначения элементов кинематических схем.

**Задание:**

Настроить продольную подачу на станке, согласно заданного значения

**Исходные данные:**

Подача- 0,15мм/об, 0,18мм/об, 0,2мм/об.

#### **Краткие теоретические сведения**

Металлорежущие станки в большинстве случаев состоят из механизмов, сходных по кинематике: шпиндельных коробок, коробок подач, фартуков, суппортов, столов, гитар и т. п. Приспособления для крепления заготовок разнообразны по конструкции, их сложность зависит от назначения станка, универсальности и характера производства. Для универсальных станков, используемых в единичном и серийном производстве, применяют стандартные зажимные приспособления. В специальных станках, используемых в массовом производстве, применяют специальные зажимные приспособления с максимальной автоматизацией их действий.

В качестве механизма главного движения применяют индивидуальный привод, который состоит из электродвигателя, ременной или зубчатой передачи, коробки скоростей со шпинделем (шпиндельной бабки). Индивидуальный привод позволяет получать большую частоту вращения шпинделя и менять ее, расстановливать станки соответственно технологическому процессу, более рационально использовать мощность электродвигателя, т. е. включать станки независимо друг от друга.

Электродвигатели индивидуальных приводов устанавливают на передней тумбе станка или на полу, возле нее. В некоторых станках электродвигатели устанавливают непосредственно на шпиндельной бабке, например у полуавтоматов мод. 116. Такое расположение электродвигателя вызывает колебания станка, их нужно избегать.

Встроенный привод — это такой привод, у которого детали электродвигателя являются органической частью станка, например корпус передней бабки является корпусом электродвигателя, а ротор смонтирован непосредственно на шпинделе. Приводы такого типа



применяют в шлифовальных, токарных и других станках. В некоторых металлорежущих станках в корпусе передней бабки устанавливают зубчатые колеса, создающие различные частоты вращения шпинделя. Шпиндельные коробки при такой конструкции применяют во многих токарно-винторезных станках, например в станках мод. 16К20.

Для изучения конструкции и кинематики механизмов металлорежущих станков рассмотрим токарно-винторезный станок мод. 16К.20, общий вид которого приведен на рисунке 1.

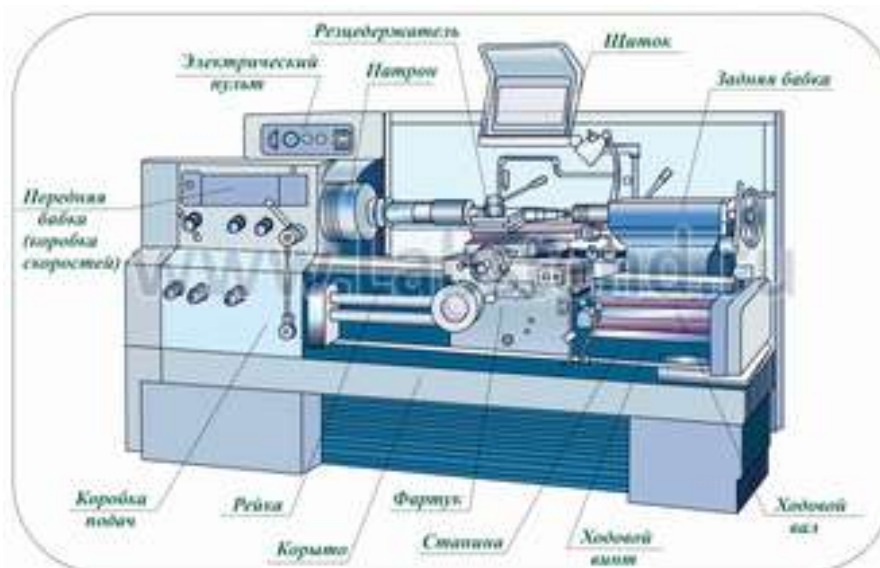


Рисунок 1- Общий вид токарно-винторезного станка 16К20

#### Общие сведения о станке

Станок предназначен для выполнения разнообразных токарных работ, нарезания метрической, дюймовой, модульной и пильевой резьб, одно-и многозаходных резьб с нормальным и увеличенным шагом, нарезания торцевых резьб.

#### Технические характеристики базовой модели:

Длина обрабатываемой детали –1400 мм.

Высота центров над плоскими направляющими – 215 мм;

Наибольший диаметр обрабатываемой детали:

.....над отверстием станины – 630 мм.

.....прутка, проходящего через отверстие шпинделя, - 50 мм.

Частота вращения шпинделя, об/мин - 12,5.....1600.

Подача суппорта, мм/об:

продольная - 0,05.....2,8.

поперечная - 0,025.....1,4

Мощность электродвигателя главного движения - 10 кВт.

Движения в станке:

Главное движение - вращение шпинделя о заготовкой;

движение подач - перемещения каретки в продольном и салазок - в поперечном направлениях.

Вспомогательные движения

ускоренные перемещения каретки в продольном

салазок - в поперечном направлениях;

- перемещение верхней части суппорта только вручную под углом 90° к оси вращения заготовки.

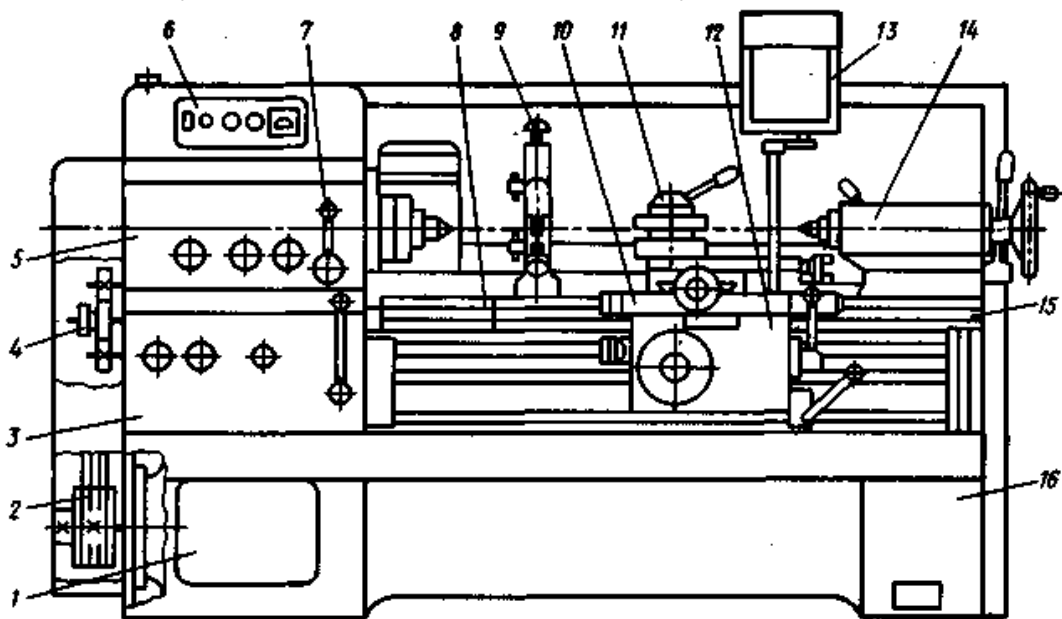


Рисунок 2 - Компоновка станка мод. 16К20:

1 — передняя тумба; 2 — ременная передача; 3 — коробка подач; 4 — коробка передач (сменные зубчатые колеса); 5 — шпиндельная блока; 6 — кнопочная станция; 7 — орган управления; 8 — мостик; 9 — люнет; 10 — суппорт; 11 — резцедержатель; 12 — фартук; 13 — предохранительный щиток; 14 — задняя бабка; 15 — станина; 16 — основание

На рисунке 2. показана компоновка основных узлов универсального токарно-винторезного станка мод. 16К20, элементы и компоновка которого являются типовыми для токарно-винторезных и многих других станков.

Подвижными элементами станка являются суппорт и фартук, а переустанавливаемыми — задняя бабка и люнет.

Жесткая коробчатой формы станина 15 с калеными шлифованными направляющими установлена на монолитном основании 16, одновременно служащим стружкосборником и резервуаром для охлаждающей жидкости.

Шпиндель с фланцевым передним концом смонтирован в прецизионных подшипниках качения. Выходной вал шпиндельной бабки через сменные зубчатые колеса 4 соединен с коробкой подач 3, обеспечивающей перемещение суппорта 10.

Перемещение суппорта 10 может быть осуществлено от ходового вала при точении или от ходового винта при нарезании резьб. Для нарезания резьб повышенной точности предусмотрено непосредственное соединение ходового винта с выходным валом коробки подач 3.

Механические перемещения суппорта 10 осуществляют с помощью рукоятки фартука, направление поворота которой совпадает с направлением перемещения суппорта.

Быстрые перемещения суппорта 10 включают дополнительным нажатием кнопки, встроенной в рукоятку.

Фартук 12 оснащен механизмом отключения подачи, позволяющим обрабатывать детали по упорам при продольном и поперечном точении.

Для определения работы совокупности кинематических цепей станка используется условное изображение, в одной плоскости (плоскости чертежа), которое называется кинематической схемой. Назначение кинематической схемы станка - дать полное представление о том, как передается движение к исполнительным механизмам. Передачи и механизмы в схемах показывают наглядным контуром, напоминающим форму действующих

устройств. На кинематической схеме приводят данные, по которым настраивают станок: для зубчатых колес указывают модуль, число зубьев, а для винтов — шаг резьбы.

Кинематическая схема токарно-винторезного станка мод. 16К20 показана на рисунке 3. На выносках проставлены числа зубьев  $z$  колес. Составим уравнения баланса для следующих кинематических цепей:

1) главного движения (с перебором; реверсивная муфта М1 включена влево)

$$1460 \times (140/268) \times (51/39) \times (21/55) \times (15/60) \times (18/72) \times (30/60) = n_{\text{шп}}$$

где:  $n_{\text{шп}}$  - частота вращения шпинделя, об/мин;

$n_{\text{дв}}=1460$  - частота вращения электродвигателя, об/мин;

2) винторезной цепи при нарезании специальных резб или повышенной точности (муфты М2 и М5 включены, коробка подач отключена)

$$1 \text{ об.шп.} \times (60/60) \times (30/45) \times (K/L) \times (M/N) \times P_x = P_n$$

$P_n$  — шаг нарезаемой резьбы;

3) продольной подачи (муфты М2 и М5 выключены, а муфты М3, М4 и М6 включены):

$$1 \text{ об.шп.} \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{K}{L} \times \frac{L}{N} \times \frac{28}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{23}{40} \times \frac{24}{39} \times \frac{28}{35} \times \frac{30}{32} \times \frac{32}{30} \times \frac{4}{21} \times \frac{36}{41} \times \frac{17}{66} \\ \times m_1 = S_{np}$$

где:  $K, L, M$  — числа зубьев сменных колес гитары  $\frac{K}{L} \times \frac{L}{N} = \frac{40}{86} \times \frac{86}{64}$   
 $S_{np}$  — продольная подача, мм/об;  $m$  — модуль;

4) Поперечной подачи (муфты М2 и , М5 выключены, а муфты М3, М4 и М6 включены):

$$1 \text{ об.шп.} \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{K}{L} \times \frac{L}{N} \times \frac{28}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{23}{40} \times \frac{24}{39} \times \frac{28}{35} \times \frac{30}{32} \times \frac{32}{32} \times \frac{32}{30} \times \frac{4}{21} \times \frac{36}{36} \times \frac{34}{55} \\ \times \frac{55}{29} \times \frac{29}{16} \times 5 = S_{\text{поп.}}$$

где  $S_{\text{поп.}}$  — поперечная подача, мм/об;

5) подачи верхнего суппорта (муфты М2 и М5 выключены, а муфты М3,  $m_1$  и М6 включены)

$$1 \text{ об.шп.} \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{K}{L} \times \frac{L}{N} \times \frac{28}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{23}{40} \times \frac{24}{39} \times \frac{28}{35} \times \frac{30}{32} \times \frac{32}{32} \times \frac{32}{30} \times \frac{4}{21} \times \frac{36}{36} \times \frac{34}{55} \\ \times \frac{55}{29} \times \frac{29}{18} \times \frac{20}{20} \times \frac{20}{23} \times \frac{23}{30} \times \frac{30}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{20}{20} \times P_{\text{в.с.}} = S_{\text{вс}}$$



Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

## Тема 2.2 Токарная обработка, применяемые станки и инструменты

### Практическая работа 2

#### Определение режимов резания для обработки цилиндрической поверхности на токарном станке

**Цель работы:** формирование умений решения задач на определение режимов резания для обработки цилиндрической поверхности на токарном станке

#### Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У2.3.03 Выбирать рациональный способ обработки деталей;
- У2.3.04 Оформлять технологическую и другую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;
- У2.3.05 Производить расчеты режимов резания;

#### Задание:

На токарно-винторезном станке мод. 16К20 обрабатывается (точение на проход) вал диаметром  $D$  до диаметра  $d$  на длине  $l_1 = 0,8 \cdot l$ . Длина вала  $l$ . Способ крепления заготовки на станке выбрать самостоятельно.

Исходные данные приведены в таблице 2.1.

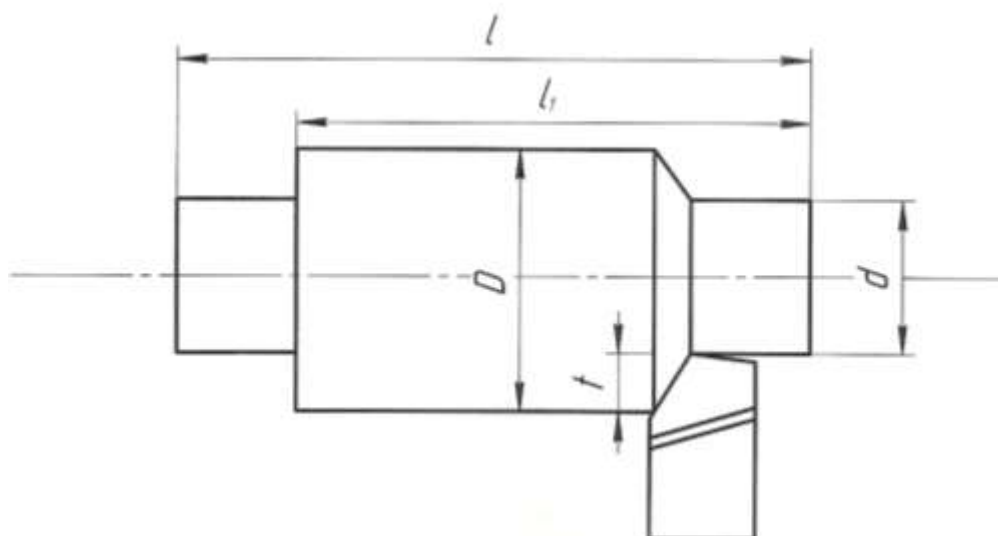


Таблица 2.1 – Исходные данные

№ вар .	Марка обрабатываемого материала	Механические свойства		Диаметр заготовки D, мм	Диаметр детали d, мм	Длина детали L, мм	Шероховатость Ra, мкм	Точность мм
		$\sigma$ , МПа	НВ					
1	Сталь 15ХА	735	-	85	80	300	6,3	h11
2	Сталь 18ХГ	884	-	75	70	250	6,3	h9
3	Сталь 20ХГР	980	-	75	65	200	3,2	h12
4	Сталь 40ХГТ	1470	-	95	88	50	6,3	h9
5	Сталь 33ХС	884	-	62	55	225	3,2	h11
6	Сталь 40ХС	1225	-	72	65	400	3,2	h10
7	Сталь 20Х	800	131	72	68	250	1,6	h12
8	Сталь 18ХГТ	1000	156	115	108	400	3,2	h10
9	Сталь 25 ХГМ	1200	205	112	105	500	3,2	h8
10	Сталь 12ХН3А	950	156	45	38	250	6,3	h9
11	Сталь 30Х	900	163	125	118	400	6,3	h9
12	Сталь 30ХН3А	1000	280	72	68	350	6,3	h9
13	Сталь 40ХН2МА	1100	235	42	38	250	3,2	h12
14	Сталь 20ХГСА	780	-	110	104	600	6,3	h11
15	Сталь 27ХГР	950	-	85	78	250	6,3	h10

**Краткие теоретические сведения:**

От выбора режима резания (глубины резания, подачи и скорости резания) зависит производительность труда, качество и стоимость изготовления обрабатываемых деталей.

Токарь должен уметь правильно выбирать режимы резания, исходя из наилучшего использования режущих свойств резца и мощности станка при обеспечении заданных точности и чистоты обработки.

**1. Глубина резания**

Припуск на обработку можно снять в один или несколько проходов; выгоднее работать с возможно меньшим количеством проходов. Следует весь припуск снимать за один проход, если мощность и прочность станка, а также прочность резца и жесткость обрабатываемой детали допускают это. Если же припуск на обработку велик, а обработанная поверхность должна быть точной и чистой, следует припуск распределить на два прохода, оставляя на чистовую обработку 0,5—1 мм на сторону или 1—2 мм по диаметру.

Глубину резания необходимо назначать возможно большей с тем, чтобы сократить число проходов и повысить производительность обработки.

При необходимости получения высокой точности и низкой шероховатости надо разделить припуск на черновой и чистовой, имея в виду, что увеличение глубины резания при чистовой обработке ведет к уменьшению в значительной степени величины подачи, а следовательно, к возможной потере производительности.

Припуск  $t_0$  на обработку при продольном точении определяется как полуразность диаметров заготовки  $D$  и обработанной детали  $d$ , мм:

$$t_0 = (D - d) / 2 \quad (1)$$

Если обработка ведется за один проход, то глубина резания равна припуску. На окончательных операциях припуск не должен быть больше 0,5мм, на промежуточных – от 0,5 до 5мм, на черновых – может быть больше 5мм.

## 2. Подача

Для получения наибольшей производительности следует работать с возможно большими подачами.

Величина подачи при черновой обработке - ограничивается жесткостью детали, прочностью резца и слабых звеньев механизма подачи станка.

На выбор подачи накладываются ряд ограничений.

При черновой обработке подача ограничена:

- 1) прочностью державки резца;
- 2) прочностью пластинки твердого сплава;
- 3) прочностью механизма подачи станка;
- 4) жесткостью державки резца;
- 5) жесткостью обрабатываемой детали;

При черновой обработке ограничения связаны, прежде всего, с действующей силой резания.

При чистовой обработке ограничения связаны с качеством обработанной поверхности. При этом подача ограничена:

- 1) точностью обработки;
- 2) шероховатостью обработанной поверхности;
- 3) жесткостью обрабатываемой детали;
- 4) жесткостью державки резца.

При работе лезвийным инструментом из быстрорежущей стали подача не должна быть менее 0,01...0,03 мм/об., а из твердого сплава – менее 0,1 мм/об.

Примерные подачи для чернового точения указаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Рекомендуемые подачи при обработке металлов

Глубина резания в мм	Проходные резцы			Подрезные резцы		
	сталь		чугун и бронза	сталь		чугун и бронза
	$\sigma = 50-80$ кг/мм <sup>2</sup>	$\sigma = 80-120$ кг/мм <sup>2</sup>		$\sigma = 50-80$ кг/мм <sup>2</sup>	$\sigma = 80-120$ кг/мм <sup>2</sup>	
Рекомендуемые подачи в мм/об						
0,5-1	2-3	1,5-2,5	2,5-4	1,8-2,4	1,5-2	2-3
1,5-2	1,8-2,4	1,2-2	2-3	1,4-2	1,2-1,8	1,8-2,5
3-4	1,2-2	0,8-1,2	1,5-2,5	1-1,5	0,8-1,2	1,5-2

Примечание.

Меньшие значения подач приведены для более прочных материалов, большие — для менее прочных.

Величина подачи при получистовой и чистовой обработке определяется требованиями чистоты обработанной поверхности и точности детали.

Примерные подачи для получистового точения указаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Средние подачи при получистовом точении стали

Радиус r вершины резца в мм	Класс чистоты поверхности		
	<4	<5	<6
	Величина подачи в мм/об		
0,5	0,45-0,55	0,25-0,4	0,15-0,25
1	0,57--0,65	0,36-0,45	0,18-0,35
2	0,67-0,7	0,5-0,55	0,25-0,4

### 3. Скорость резания

Скорость резания зависит главным образом от обрабатываемого материала, материала и стойкости резца, глубины резания, подачи и охлаждения.

На основании опыта токарей-скоростников передовых заводов и лабораторных исследований разработаны специальные таблицы, по которым можно выбрать необходимую скорость резания при обработке твердосплавными резцами.

Расчет скорости резания

Расчет скорости резания выполняется отдельно для черновой и чистовой обработки по общей эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} k_v, \text{ м/мин,}$$

где  $K_v = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5$  – поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки (таблица 2.4-2.8)

$K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние марки инструментального материала;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий стойкость резца;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий поперечное сечение стержня резца;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий работу с охлаждением;

$C_v, m, X_v, Y_v$  – эмпирические коэффициент и показатели степеней (таблица 2.10);

$T$  – период стойкости инструмента, мин; выбирается по таблице 2.9)

Таблица 2.4 - Поправочные коэффициенты к скорости резания при работе быстрорежущими резцами:  $K_1$

K1		
Материал заготовки	Механические характеристики, $\sigma_{6.p}$ , МПа	K1
Сталь углеродистая	400-500	2,63
	500-700	1,7
	700-900	1
Сталь хромистая	500-700	2,2
	700-900	1,4
	900-1100	1,0
Сталь хромоникелевая	500-700	2,2
	700-900	1,45
	900-1100	1,0

Таблица 2.5 - Поправочный коэффициент к скорости резания в зависимости от периода стойкости резца:  $K_2$

K2							
Период стойкости резца, мин	T	30	40	90	120	180	240
Сталь углеродистая		1,09	1,05	0,95	0,92	0,87	0,84



Таблица 2.6 - Поправочный коэффициент к скорости резания в зависимости от поперечного сечения стержня резца: К3

Поперечное сечение стержня резца ВхН, мм <sup>2</sup>	К3
	Материал заготовки
	Сталь
12x12; 10x16	0,85
16x16; 12x20	0,9
20x20; 16x25	0,95
30x30; 25x40	1,06
40x40; 30x33	1,12
40x60	1,18

Таблица 2.7 - Поправочный коэффициент к скорости резания в зависимости от главного угла в плане: К4

Главный угол в плане $\varphi$	К4
	Материал заготовки
	Сталь
30	1,3
60	0,83
75	0,72
90	0,64

Таблица 2.8 - Поправочный коэффициент к скорости резания при работе с охлаждением: К5

К5		
Материал заготовки	Механические характеристики, $\sigma_{в.р}$ , МПа	К5
Сталь углеродистая	300-600	1,25
	600-800	1,2
	800-900	1,15
Сталь хромистая и хромоникелевая	500-600	1,25
	600-800	1,2
	800-1100	1,15

Таблица 2.9 - Период стойкости инструмента

Инструмент	Вид обработки	Инструментальный материал	Обрабатываемый материал		
			Сталь углеродистая	Сталь легированная	Сталь высокопрочная, коррозионно-стойкая, жаропрочная
			Период стойкости T, мин		
Резец	Точение: черновое получистовое чистовое тонкое	ТС (ВК, ТТК, ТК)	90	60	30
		БВТС (ТМ, ТН)	60	60	30
		ТС (ВК, ТТК)	70	70	70
		СТМ	90	80-90	80-90

Таблица 2.10 - Значения коэффициента и показателей степени в формулах составляющих силы резания при точении

Обрабатываемый материал	Материал режущей части	Вид обработки	Коэффициенты и показатели степени в формулах для составляющей			
			Осевой P <sub>x</sub>			
			C <sub>p</sub>	x	y	n
Сталь конструкционная стальное литье	Твердый сплав	Наружное попер. точение	339	1,0	0,5	-0,4
	Быстрорежущая сталь	Наружное попер. точение	67	1,2	0,65	0

После получения расчетных скоростей вычисляются частоты вращения  $n$  шпинделя:  
 $n = 1000 V / (\pi D)$ , об/мин

где  $D$  – наибольший диаметр, мм (при черновом точении – диаметр заготовки, при чистовом – диаметр предварительно обработанной поверхности).

Расчетные значения  $n$  корректируются по паспорту станка.

Если ближайшее большее значение частоты вращения шпинделя превышает расчетное не более чем на 5%, то для дальнейших расчетов принимается оно. В противном случае принимается ближайшее меньшее значение  $n$ .

Далее необходимо рассчитать действительные скорости резания с учетом откорректированных частот вращения:

$$V = \pi D n / 1000, \text{ м/мин.}$$

#### 1.4. Расчет мощности привода

Таким образом, рассчитаны все элементы режима резания:  $V$ ,  $S$ , и  $t$ . Теперь необходимо проверить достаточность мощности предварительно выбранного станка. Проверку обычно производят только для черновой обработки.

Величина силы резания выбирается из таблицы 2.11

Таблица 2.11 - Режимы резания при точении конструкционных и легированных сталей

Глуб. резания $t$ в мм	Сила резания $P_z$ , кг	Подача $s$ , мм/об								
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1		34	46	58	67	78	84	95	102	118
1,5		51	68	85	100	117	143	165	182	200
2		95	114	133	157	191	228	259	284	305
3		140	165	172	200	235	286	340	388	438
4		186	202	238	266	313	382	455	518	585

Эффективную мощность, затрачиваемую на резание, рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{э}} = P_z V / (60 \cdot 1020), \text{ кВт}$$

Мощность привода станка рассчитывается с учетом его КПД:

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{э}} / \eta$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью и при необходимости корректируют параметры режима резания или выбирают другой станок.

Для станка модели 16К20,  $\eta$  – коэффициент полезного действия станка,  $\eta = 0,8$ ,  $N_{\text{ст}} = 10$  кВт.

### 1.5. Расчет основного времени

Основное время рассчитывается по формуле

$$T_{\text{маш}} = L_{\text{рх}} / (n S), \text{ мин,}$$

где  $L_{\text{рх}} = L + l_1 + l_2$  – длина рабочего хода инструмента с учетом врезания и перебега, мм;

$L$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – длина врезания, мм ( $l_1 = t / \tan \varphi$ );

Главный угол в плане  $\varphi$  изменяется в пределах 30-60°.

$l_2$  – перебег, мм, ( $l_2 = 0,672 t$ ).

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Выбрать режущий инструмент.
4. По индивидуальным данным составить эскиз обработки.
5. Выполнить расчет режима резания:
  - а) глубина резания;
  - б) скорость резания;
  - в) подача,
  - г) мощность привода
4. Определить машинное время
5. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1 - Операционная технологическая карта

№ п/п	Наименование операции	Оборудование, оснастка	Режущий инструмент	Содержание переходов	Режим резания	Норма времени

### Ход работы:

1. Выполнить конспект с необходимыми расчетами
2. Защитить практическую работу

### Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### Критерии оценки:

Универсальная шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог

90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

**Тема 2.4 Сверление, зенкерование и развертывание, применяемый инструмент и станки**  
**Практическая работа 3**

**Изучение кинематической схемы и принцип работы вертикально-сверлильного станка модели 2Н125**

**Цель работы:** формирование умений производить эксплуатацию вертикально-сверлильного станка

**Выполнив работу, Вы будете:**

У 2.3.07 уметь: читать кинематические схемы вертикально-сверлильных станков

**Материальное обеспечение:**

Методические указания по выполнению практических занятий  
Атлас «Металлорежущие станки»

Условные обозначения элементов кинематических схем.

**Задание:**

Изучить основные части, назначение рукояток управления, устройство и работу основных механизмов станка.

Научиться практическим приемам наладки и настройки вертикально-сверлильного станка модели 2Н125.

Приобрести определенный навык в управлении станком и обработке деталей.

**Краткие теоретические сведения**

Станок универсальный вертикально-сверлильный 2Н125, с условным диаметром сверления 25 мм, используется на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, зенкования, зенкерования, развертывания и подрезки торцев ножами. Принцип работы и особенности конструкции станка.

Станок 2Н125 относится к конструктивной гамме вертикально-сверлильных станков средних размеров (2Н118, 2Н125, 2Н125Л, 2Н135, 2Н150, 2Г175) с условным диаметром сверления соответственно 18, 25, 35, 50 и 75 мм. По сравнению с ранее выпускавшимися станками (с индексом

А) станки новой гаммы имеют более удобное расположение рукояток управления коробками скоростей и подач, лучший внешний вид, более простую технологию сборки и механической обработки ряда ответственных деталей, более совершенную систему смазки. Агрегатная компоновка и возможность автоматизации цикла обеспечивают создание на их базе специальных станков.

Пределы чисел оборотов и подач шпинделя позволяют обрабатывать различные виды отверстий на рациональных режимах резания.

Наличие на станках механической подачи шпинделя, при ручном управлении циклами работы.

Допускает обработку деталей в широком диапазоне размеров из различных материалов с использованием инструмента из высокоуглеродистых и быстрорежущих сталей и твердых сплавов.

Станки снабжены устройством реверсирования электродвигателя главного движения, что позволяет производить на них нарезание резьбы машинными метчиками при ручной подаче шпинделя.

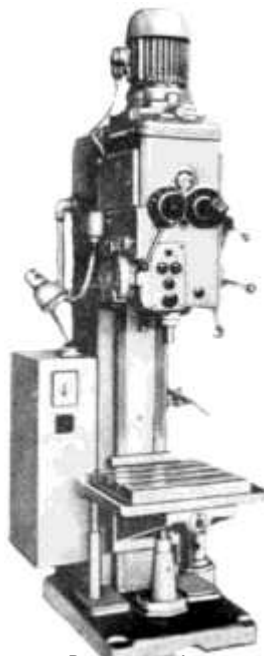


Рисунок 1 –

Общий вид Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр сверления, мм.....	25
Расстояние от оси шпинделя до..... лицевой стороны ..... колонны, мм	250
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм.....	60-700
Наибольший ход шпинделя, мм.....	200
Перемещение шпинделя за один оборот штурвала, мм .....	212
Наибольшее установочное перемещение сверильной головки, мм.....	170
Размеры рабочей поверхности стола, мм длина.....	500

ширина.....	400
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм.....	270
Число скоростей вращения шпинделя.....	12
Пределы частот вращения шпинделя, мин.....	45-2000
Количество величин подач.....	9
Пределы величин подачи, мм/об.....	0,1-1,6
Мощность главного электродвигателя, кВт.....	2,2

### **Порядок выполнения работы:**

Прежде чем приступить к непосредственному выполнению лабораторной работы необходимо:

- 1) ознакомиться с общим устройством, кинематической схемой станка, принципом действия основных механизмов станка, системой управления станка, его технической характеристикой и правилами техники безопасности;
- 2) перед пуском станка изучить назначение всех его рукояток;
- 3) изучить пуск станка;
- 4) после изучения всех узлов, рычагов, рукояток станка пустить его в ход и испытать на холостом ходу;
- 5) получить от преподавателя индивидуальное задание (на одного или группу учащихся) на наладку станка;
- б) наладить и настроить станок на необходимые для обработки режимы резания;
- 7) убедиться в правильности и надежности крепления на станке обрабатываемой детали и инструмента;
- 8) совместно с руководителем занятия или лаборантом обработать деталь.
- 9) выполнить необходимые измерения.
- 10) Составить уравнение кинематического баланса для: - наименьшего числа оборотов шпинделя; - минимальной вертикальной подачи шпинделя;
- 11) Представить полный расчет настройки вертикально-сверлильного станка по следующим данным: материал заготовки - серый чугун с HB 195; материал режущей части инструмента – P18, диаметр сверла  $D = 30$  мм; диаметр рассверливаемого отверстия  $d = 20$  мм; характер обработки - рассверливание; чистовая обработка; число проходов -1; требуемая точность отверстия - до 12 квалитета; деталь – жесткая; форма заточки сверла – ДП; длина отверстия –90 мм
- 12) Начертить схему установки детали и инструмента на станке.

### **Ход работы:**

Выполнить конспект с необходимыми расчетами

Защитить практическую работу

### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл. За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Практическая работа 4**

**«Определение режимов резания для обработки цилиндрического отверстия на сверлильном станке»**

**Цель работы:** формирование умений выбора режимов резания при обработке отверстий.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

У 2.3.05. производить расчеты режимов резания;

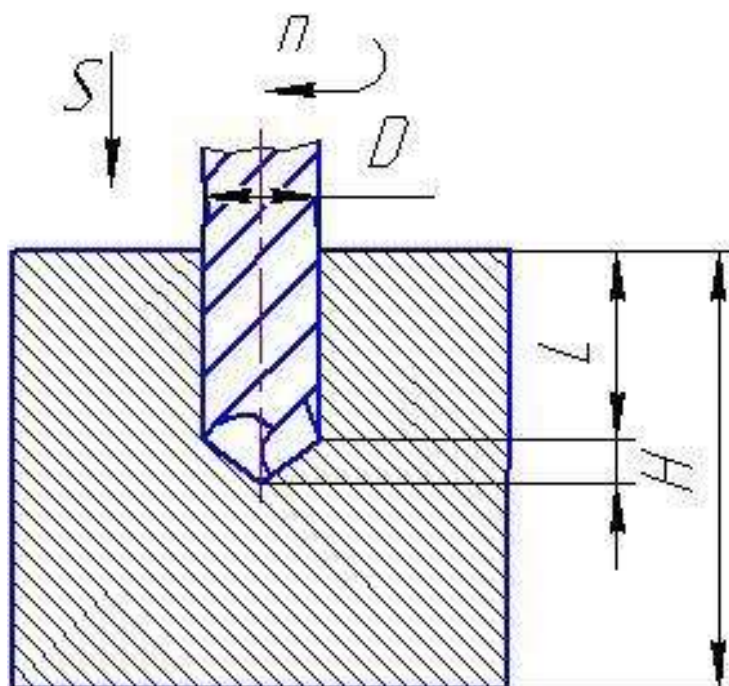
У 2.3.06. выбирать средства и контролировать геометрические параметры инструмента;

У 2.3.08. составлять перечень операций обработки;

У 2.3.09. выбирать режущий инструмент и оборудование для обработки вала, отверстия, паза, резьбы и зубчатого колеса и оборудование для обработки вала, отверстия, паза, резьбы и зубчатого колеса.

**Задание:**

Выбрать режимы резания при сверлении отверстия диаметром  $D$  и глубиной  $L$  в заготовке толщиной  $H$ . Станок вертикально-сверлильный мод. 2Н135, согласно исходных данных.



Исходные параметры к заданию приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1

№ вар.	Материал заготовки	D, мм	L, мм	H, мм
1	Смотреть данные к задаче №1	15	40	60
2		16	25	40
3		17	15	20
4		18	50	50
5		19	40	40
6		20	30	40
7		21	80	80
8		22	20	30
9		23	60	80
10		24	45	60
11		25	35	50
12		26	40	40
13		27	60	80
14		28	90	90
15		29	35	50



### **Краткие теоретические сведения:**

**Сверление** – основной технологический способ образования отверстий в сплошном материале обрабатываемой заготовки. Сверлением могут быть получены как сквозные, так и глухие отверстия. При сверлении используют стандартные свёрла. Отверстия диаметром больше 30 мм в сплошном материале обычно сверлят двумя свёрлами (первое – диаметром 12...15 мм, второе – в размер отверстия).

Сверление применяют для обработки глухих и сквозных отверстий цилиндрических, конических и многогранных внутренних поверхностей.

Сверление обеспечивает точность обработки отверстий по 10-11-му квалитетам и качество поверхности Rz 80...20мкм ( при обработке отверстий малого диаметра в цветных металлах и сплавах до Ra 2,5мкм).

Главное движение при сверлении- вращательное  $D\omega$ , а движение подачи – поступательное  $Ds$ .

При расчете режимов резания можно, пренебрегая жесткостью системы обработки, представить, что это одновременное растачивание несколькими резцами, поэтому принцип расчета будет аналогичен токарной обработке. Однако при малых диаметрах сверла, менее 10 мм, режимы резания рассчитываются исходя из целостности сверла после обработки. Другими словами, режимы считаются таким образом, чтобы сверло не изломалось, поэтому расчет производится исходя из характеристик прочности инструмента.

#### *Режимы резания при сверлении.*

При сверлильных работах рекомендуется задавать режимы исходя из мощности используемого оборудования.

Наиболее удобный материал режущего инструмента – быстрорежущая сталь (P18, P6M5).

1.Подача при сверлильных работах определяется по формуле:

$$S = CD^{0.6} \cdot K_{is}$$

где S- подача, мм/об;

D- диаметр сверла, мм

C- коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и иных технологических факторов: чистота поверхности, наличие дальнейшей обработки и т.д, (таблица 3.2)

$K_{is}$ - коэффициент на подачу, зависящий от условия выхода стружки (таблица 3.3)

Обрабатываемый материал	НВ	Группа подач, определяемая технологическими факторами		
		I	II	III
Сталь	≤160	0,085	0,063	0,042
	160-240	0,063	0,047	0,031
	240-300	0,046	0,038	0,023
	>300	0,038	0,028	0,019

I группа подач- сверление глухих отверстий или рассверливание без допуска по 5-му классу точности или под последующее рассверливание

II группа подач- сверление глухих и сквозных отверстий в деталях нежесткой конструкции, сверление под резьбу и рассверливание под последующую обработку зенкером или развертками

III группа подач- сверление глухих и сквозных отверстий и рассверливание под дальнейшую обработку

Таблица 3.3

Длина отверстия в диаметрах до	3	4	5	6	8	10
Коэффициент K <sub>is</sub>	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.70

## 2. Мощность

Затрачиваемая мощность при сверлении зависит от крутящего момента.

Крутящий момент вычисляется по формуле:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p$$

M<sub>кр</sub>- крутящий момент, воспринимаемый сверлом при резании, Н\*м

C<sub>M</sub>, q, y- коэффициенты на крутящий момент при сверлении, зависящий от условий резания (таблица 3.4)

D- диаметр сверла, мм

S- подача, мм/об

$$K_p = K_{MP}$$

$K_{MP}$ - коэффициент на крутящий момент, зависящий от механических свойств материала (таблица 3.5)

Таблица 3.4

Обрабатываемый материал	$C_m$	$q$	$y$
Сталь конструкционная углеродистая, $\sigma_{ey} = 750 \text{ МПа}$	0,0345	2,0	0,8

Таблица 3.5

Обрабатываемый материал	$K_{MP}$	Показатель $n$		
		$C \leq 0.6\%$	$\sigma_{ey} < 450 \text{ МПа}$	-1,0
Сталь	$K_{MP} = \left( \frac{750}{\sigma_{ey}} \right)^n$		$\sigma_{ey} = 450 \dots 550 \text{ МПа}$	1,75
			$\sigma_{ey} > 550 \text{ МПа}$	1,75
		хромистая сталь		1,75
		$C > 0.6\%$		1,75

У нормальных сверл диаметром выше 10 мм не возникает опасности излома от чрезмерно большого крутящего момента, так как для этих диаметров наибольшие напряжения, возникающие в сверле, обычно лимитируются скоростью затупления при возрастании скорости резания и подачи. Для сверл диаметра меньше 10 мм, крутящий момент рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 0,00867 \cdot D^2, \text{ для обеспечения целостности инструмента}$$

Приравняв

$$M_{\text{кр}} = 0,00867 \cdot D^2 \text{ и } M_{\text{кр}} = 10 C_m D^q S^y K_p$$

можно вычислить максимально возможные подачи для сверл малого диаметра при сверлении заданного материала (таблица 3.6).

Таблица 3.6

Обрабатываемый материал	Сталь	Чугун	Медные сплавы	Алюминиевые сплавы
Максимально возможная подача, мм/об	0,01	0,019	0,037	0,11

Для обеспечения жесткости СПИД при сверлении, необходимо устанавливать сверло в патроне с минимальным по возможности вылетом (больше на 3-5 мм чем глубина обрабатываемого отверстия).

3. Скорость резания при сверлении вычисляется по формуле:

$$v = \frac{9.75 \cdot N_{ст} \cdot \eta_{ст} \cdot \delta_{ст} \cdot \pi \cdot D}{M_{кр} \cdot T^{0.2}}$$

4. Частота вращения инструмента  $n$  (об/мин) вычисляется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

5. Эффективная мощность, кВт, резания

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{716200 \times 1,36}$$

6. Мощность привода станка рассчитывается с учетом его КПД:

$$N_{ст} = N_e / \eta$$

Полученный результат сравнивают с паспортной мощностью и при необходимости корректируют параметры режима резания или выбирают другой станок.

Для станка модели 2Н135,  $\eta$  – коэффициент полезного действия станка,  $\eta = 0,8$ ,  $N_{ст} = 4,5$  кВт.

7. Расчет основного времени

Основное время рассчитывается по формуле

$$T_{маш} = L_{рх} / (n S), \text{ мин,}$$

где  $L_{рх} = L + l_1 + l_2$  – длина рабочего хода инструмента с учетом врезания и перебега, мм;

$L$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – длина врезания, мм ( $l_1 = t / \tan \phi$ );

Угол между режущими кромками  $2\phi$  для стальных поковок и закаленной стали  $125^\circ$ .

l2 – перебег, мм, (l2 = 0,672 t).

### Порядок выполнения работы:

1. Выбрать режущий инструмент;
2. По индивидуальным данным составить эскиз обработки;
3. Определить режимы резания.
4. Определить машинное время
5. Заполнить таблицу 3.7.

Таблица 3.7 - Операционная технологическая карта

№ п/п	Наименование операции	Оборудование, оснастка	Режущий инструмент	Содержание переходов	Режим резания	Норма времени

6. Ответить на вопросы.

а) Какие материалы обрабатываются инструментами, оснащенными пластинками твердого сплава ВК8 и Т15К6?

б) Какие инструменты потребуются для обработки отверстия в сплошном материале по 4-му классу точности?

### Ход работы:

1. Выполнить конспект с необходимыми расчетами
2. Защитить практическую работу

### Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.  
Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.  
Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### Критерии оценки:

Универсальная шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
60 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 60%	2	Неудовлетворительно

## Практическое работа 5

### Изучение кинематической схемы и принцип работы радиально-сверлильного станка модели 2A55

**Цель работы:** формирование умений производить эксплуатацию радиально-сверлильных станков

Выполнив работу, Вы будете:

**уметь:**

производить работы на радиально-сверлильном станке;  
читать кинематические схемы

**Материальное обеспечение:**

Методические указания по выполнению практических занятий

Атлас «Металлорежущие станки»

Условные обозначения элементов кинематических схем.

**Задание:**

Изучить назначение, конструкцию и принцип работы радиально-сверлильного станка Ответить на вопросы.

#### Краткие теоретические сведения

1. Способы обработки на сверлильных станках

Сверлильные станки предназначены для сверления глухих и сквозных отверстий, рассверливания, зенкерования, развёртывания, растачивания и нарезания резьбы (рисунок 1). Сверление – основной технологический способ образования отверстий в сплошном материале обрабатываемой заготовки. Сверлением могут быть получены как сквозные, так и глухие отверстия. При сверлении используют стандартные свёрла. Отверстия диаметром больше 30 мм в сплошном материале обычно сверлят двумя свёрлами (первое – диаметром 12...15 мм, второе – в размер отверстия). Точность отверстий, полученных сверлением, находится в пределах 12...14 квалитетов.

Рассверливание выполняют для увеличения диаметра отверстия, полученного литьём, ковкой, штамповкой или сверлением.

Зенкерование – технологический способ обработки предварительно просверленных отверстий или отверстий, изготовленных литьём или штамповкой. Зенкерование осуществляется инструментом зенкером. В отличие от рассверливания зенкерование обеспечивает большую производительность и точность обработки (10...11 квалитет).

Зенкерование может быть и окончательной операцией при обработке просверленных отверстий по 11...13 квалитетам или для полуступенчатой обработки перед развёртыванием.

Зенкер отличается от свёрла более жесткой рабочей частью, отсутствием поперечной режущей кромки и увеличенным числом зубьев.

Развёртывание – технологический способ окончательной обработки предварительно обработанных отверстий в целях получения точных по форме и диаметру цилиндрических и конических отверстий (6...9 квалитет точности) с малой шероховатостью ( $Ra = 0,32...1,25$  мкм). В качестве инструмента используют развёртки, имеющие чётное число режущих кромок. Развёртки являются многолезвийным инструментом, срезающим очень тонкие слои с обрабатываемой поверхности.

Отверстия диаметром до 10 мм развёртывают после сверления, а свыше 10 мм – после сверления и зенкерования.

При развёртывании в резании участвует большое число зубьев одновременно.

Развёртывание характеризуется небольшой глубиной резания  $= 0,05 \dots 0,3$  мм, что способствует малой шероховатости и высокому качеству обработки.

Нарезание внутренней резьбы на сверлильных станках осуществляют машинными метчиками. Рабочая часть метчика имеет форму винта с продольными и винтовыми канавками, благодаря которым образуются режущие кромки.

При сверлении, зенкеровании и развёртывании обычно режущему инструменту сообщают главное движение резания – вращающее движение режущего инструмента и движение подачи – осевое перемещение режущего инструмента. При нарезании резьбы метчиками инструмент получает только вращательное движение, а принудительная подача отсутствует, т.к. метчик – инструмент самоподающийся.

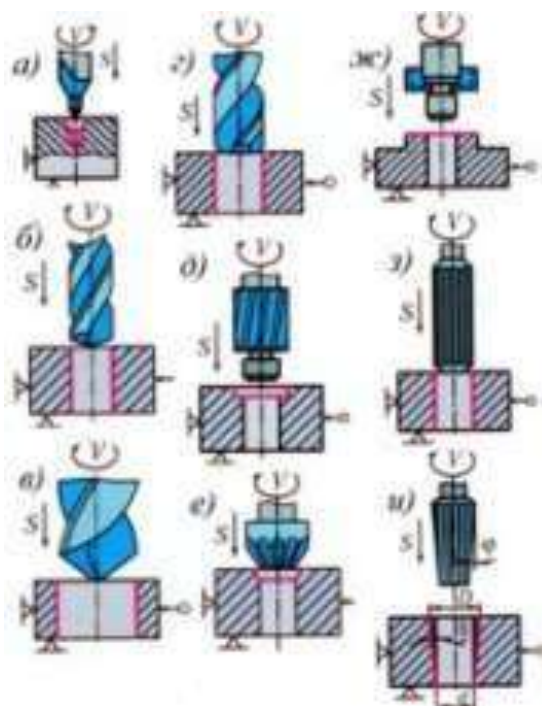


Рисунок 1 – Обработка отверстий на вертикально-сверлильном станке: а) зацентровка, б) сверление отверстия в сплошном материале, в) рассверливание, г) зенкерование, д) зенкование уступа, е) зенкование фаски, ж) зенкование бобышек, з)развертывание цилиндрического отверстия; и) развертывание конического отверстия

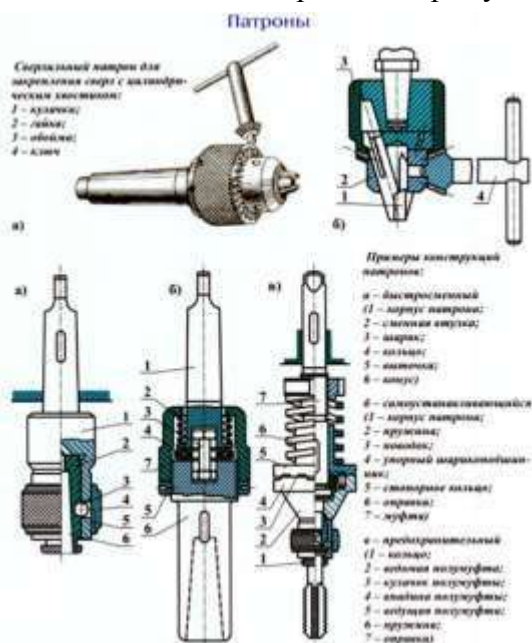
Приспособления для закрепления режущего инструмента и заготовок

Режущие инструменты закрепляют в шпинделе станка с помощью различных приспособлений. использование на одном станке режущего инструмента разных диаметров становится возможным благодаря переходным втулкам, которые обеспечивают закрепление инструмента, имеющего цилиндрический хвостовик в коническом отверстии шпинделя. Для инструментов с цилиндрическим хвостовиком применяют патроны двух типов – трёхкулачковые и цанговые.

Для установки и закрепления заготовок применяют машинные тиски, угольники, поворотные столы, прихваты, призмы и другие приспособления. В серийном производстве часто используют специальные приспособления –кондукторы. Применение кондукторов позволяет повысить точность обработки и увеличить производительность труда. В единичном производстве применяют сверление по разметке.

Для направления инструмента строго по оси отверстия служат кондукторные втулки из инструментальной закалённой стали.

Рисунок 2- Приспособления для закрепления режущего инструмента и заготовок



Радиально-сверлильный станок общего назначения 2А53 служит для сверления, рассверливания, зенкерования, подрезки торцов в обоих направлениях, развертывания, растачивания отверстий и нарезания резьбы метчиками в крупных деталях, перемещение которых по столу станка осуществлять тяжело, а в некоторых случаях и невозможно.

Радиальный сверлильный станок 2А53 (рис.3) предназначен для получения сквозных и глухих отверстий в деталях с помощью сверл, для развертывания и чистовой обработки отверстий, предварительно полученных литьем или штамповкой, и для выполнения других операций. Главное движение и движение подачи в сверлильном станке сообщаются инструменту.

Применение приспособлений и специального инструмента значительно повышает производительность станка и расширяет круг возможных операций, позволяя производить на нем сверление квадратных отверстий, выточку внутренних канавок, вырезку круглых пластин из листа и т.д. При соответствующей оснастке на станке можно выполнять многие операции характерные для расточных станков. Компонка станков традиционная для радиально-сверлильных станков и включает: Стационарную плиту с Т-образными пазами для зажима обрабатываемой детали,

закрепленную на фундаменте

Колонна, поворачивающаяся вокруг вертикальной оси на подшипниках цоколя

Рукав с возможностью вертикального перемещения по колонне и с возможностью вращения вокруг вертикальной оси вместе с колонной

Сверлильная головка с возможностью горизонтального перемещения по направляющим рукава

Шпиндель, смонтированный в цилиндрической гильзе, с возможностью вертикального перемещения в корпусе сверлильной головки

Подача обеспечивается гильзой шпинделя. Все остальные перемещения - позиционирующие

Все части станков перемещаются с минимальным усилием и фиксируются в рабочем положении посредством гидравлических зажимов

Все органы управления сосредоточены на панели управления сверлильной головки

Предварительный набор частоты вращения и подачи



шпинделя, а также гидравлическое управление коробками скоростей и подач обеспечивает быстрое изменение режимов

Шпиндель станка уравновешен в любой точке его перемещения

Штурвальное устройство управления сверлильной головкой имеет возможность выключения механической подачи при достижении заданной глубины сверления

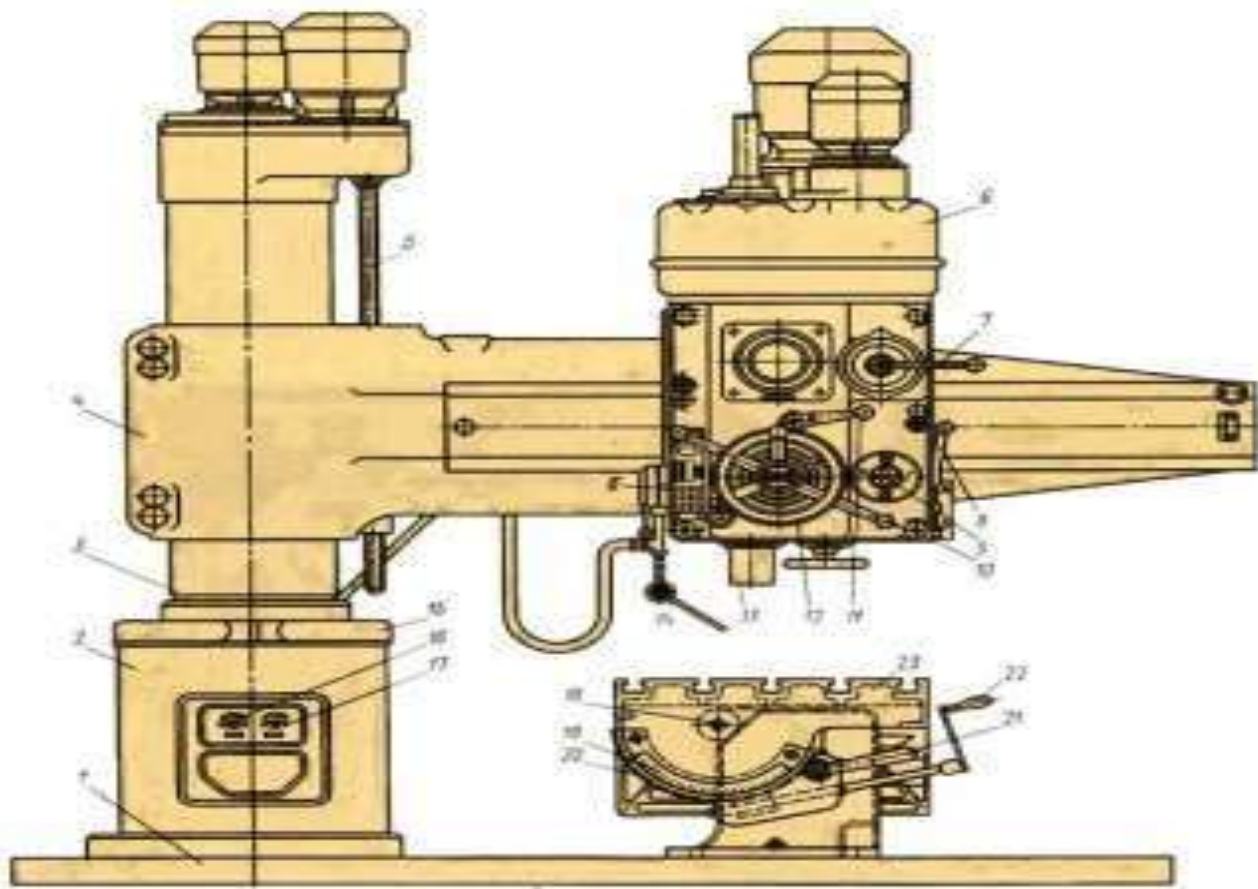


Рисунок 3 - Общий вид и компоновка станка

Основные узлы станка: нижняя плита 1, колонна 2, гильза 3, траверса (рукав) 4, шпиндельная бабка 6 и стол 23.

При работе на радиально-сверлильных станках обрабатываемая заготовка устанавливается на столе 23 или непосредственно на нижней плите 1 станка. Так как заготовка в этом случае неподвижна, то после окончания обработки каждого отверстия необходимо перемещать шпиндель станка в поперечном направлении для обработки других отверстий.

Частота вращения шпинделя радиально-сверлильного станка 2А55 регулируется механическим путем с помощью коробки скоростей в диапазоне от 30 до 1500 об/мин (12 скоростей). Привод подачи радиально-сверлильного станка выполнен от главного двигателя Д1 через коробку подач. Скорость подачи регулируется от 0,05 до 2,2 мм/об, наибольшее усилие подачи  $F = 20000 \text{ Н}$ .

Траверса радиально-сверлильного станка может поворачиваться вокруг оси колонны на  $360^\circ$  и вертикально перемещается по колонне на 680 мм со скоростью 1,4 м/мин. Зажим траверсы на колонне производится автоматически. Все органы управления станком сосредоточены на сверлильной головке, что обеспечивает значительное сокращение вспомогательного времени при работе на станке.

Изменение положения шпинделя осуществляется поворотом траверсы 4 и гильзы 3 вокруг оси колонны 2 вручную. При этом шпиндель 13 перемещается по дуге окружности. Кроме того, вращением маховичка 12 вручную шпиндельную бабку и

шпиндель можно перемещать по направляющим траверсы относительно оси колонны в радиальном направлении.

Путем поворота траверсы и радиального перемещения шпиндельной бабки можно установить шпиндель в любое место, расположенное на расстоянии 450—1500 мм от оси колонны 2.

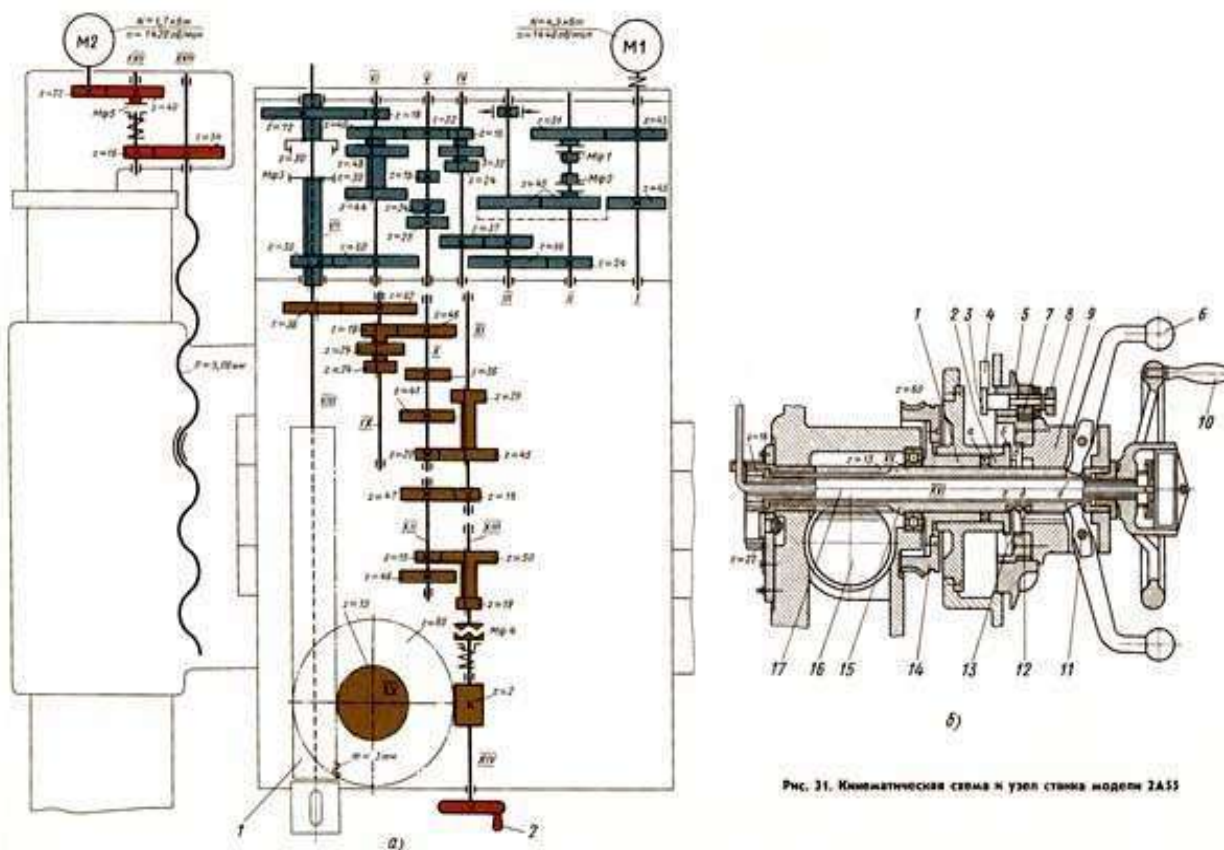


Рис. 31. Кинематическая схема и узел станка модели 2А55

Рисунок 4 – Кинематическая схема

Перемещение по плоскости стола крупногабаритных и тяжелых деталей вызывает большие неудобства и потерю времени. Поэтому при обработке большого количества отверстий в таких деталях применяют радиально-сверлильные станки. При работе на них деталь остается неподвижной, а шпиндель со сверлом перемещается относительно детали и устанавливается в требуемое положение.

Сверлильные станки предназначены для сверления, зенкования, зенкерования, развертывания отверстий, для подрезания торцов изделий и нарезания резьб метчиками. Применяются они в основном в единичном и мелкосерийном производстве, а некоторые модификации этих станков — в условиях массового и крупносерийного производства.

Основными формообразующими движениями при сверлильных операциях являются:  $v$  - главное — вращательное движение  
 $s$  - движение подачи пиноли шпинделя станка

Кинематические цепи, осуществляющие эти движения, имеют самостоятельные органы настройки  $iv$  и  $is$ , посредством которых устанавливается необходимая скорость вращения инструмента и его подача.

К вспомогательным движениям относятся:

- поворот траверсы и закрепление ее на колонне
- вертикальное перемещение и закрепление траверсы на нужной высоте
- перемещение и закрепление шпиндельной головки на траверсе
- переключение скоростей и подач шпинделя

Основными узлами радиально-сверлильных станков являются: фундаментная плита  
колонна траверса (рукав)  
механизм перемещения и зажима рукава на колонне  
механизм перемещения и зажима шпиндельной головки на рукаве шпиндельная головка  
Основными параметрами станка являются наибольший диаметр сверления отверстия по стали, вылет и максимальный ход шпинделя.

#### Инструкция по использованию станка

Станок рассчитан на сверление отверстий диаметром до 35 мм быстрорежущими сверлами в стали средней твердости (предел прочности при растяжении  $\sigma_0 = 55—65$  кг/мм<sup>2</sup>),

и соответственно допускает усилие подачи до 1250 кг и крутящий момент на шпинделе до

3750 кгсм при мощности до 4-х кВт.

В пределах этих параметров станок может быть использован и для сверления сверлами больших диаметров при соответствующих режимах резания.

Как обычно в станках, полная мощность электродвигателя может быть использована по прочности шпинделя, начиная с 4-ой ступени чисел оборотов (140 об/мин).

Меньшие числа оборотов шпинделя обычно применяются в сверлильных станках для операций, не требующих затраты полной мощности электродвигателя, ко требующих большой крутящий момент на шпинделе.

Таким образом, на первых трех числах оборотов шпинделя электродвигатель обеспечивает получение максимально допустимого по прочности шпинделя крутящего момента, а на последующих числах оборотов используется полностью мощность двигателя.

Наибольшее допустимое усилие подачи обуславливается прочностью деталей станка и жесткостью его конструкции.

Превышение допустимого усилия подачи вызывает срабатывание предохранительной муфты, настроенной на усилие 1250 кг, и увеличенный отжим рукава со сверлильной головкой.

Величина усилия подачи зависит не только от геометрия режущего инструмента.

Габариты обрабатываемых деталей ограничиваются по высоте расстоянием от конца шпинделя до фундаментной плиты, равных 1500 мм и вылетом шпинделя от образующей колонны: наименьшим — 400 мм и наибольшим — 1200 мм.

При расположении деталей вне фундаментной плиты — в яме, высота обрабатываемых деталей может быть значительно увеличена.

Наибольшая глубина отверстия, которое может быть просверлено с одной установки, определяется ходом шпинделя, равным 300 мм. Используя ход рукава по колонне, равный 700 мм, можно обрабатывать отверстия значительно большей длины, нежели ход шпинделя.

Широкие диапазоны чисел оборотов (от 50 до 2240 об/мин) и подач (от 0,06 до 1,22 мм/об) позволяют подобрать оптимальные режимы резания при различных операциях и обрабатываемых материалах.

Однорукоятное управление скоростями и подачами, предварительный выбор чисел оборотов, заблокированный зажим сверлильной головки и колонны, автоматический зажим рукава на колонне, удобное сосредоточенное расположение всех органов управления — все это обеспечивает минимальную затрату времени на выполнение вспомогательных операций.

Для дальнейшего уменьшения вспомогательного времени целесообразно применять универсальную специальную оснастку.

При работе с частой сменой инструмента рекомендуется пользоваться быстросменным патроном, предохраняющим метчики от поломки.

**Порядок выполнения работы:**

Определить основные узлы станка (сборочные единицы);

Рассмотреть механизм вращательного движения подачи, обращая внимание на то, как движение от электродвигателя передается к коробке скоростей, шпинделю и коробке подач;

Установить различные скорости вращения шпинделя, и различные величины подач. при каждой установке пустить и остановить станок;

Выяснить назначение и способы применения различных приспособлений для сверления (прижимных планок, угольников, машинных тисков, струбцин, кондукторов, переходных втулок, сверлильных патронов и др.);

Изучить конструктивные особенности имеющихся в наличии сверл, разверток, зенкеров, метчиков.

Ответить на контрольные вопросы.

Какие типы сверлильных станков вы знаете?

Виды работ, выполняемых на сверлильных станках.

Что включает в себя кинематическая схема станка?

Виды режущего инструмента, используемого на сверлильных станках.

Какие виды движения сообщаются режущему инструменту при сверлении, при нарезании резьбы метчиком?

Какими характеристиками определяется режим резания при сверлении? От чего зависит выбор скорости резания?

Какие приспособления применяются при работе на сверлильных станках? Какие приспособления используют для закрепления заготовок?

Для чего применяются кондукторы и кондукторные втулки?

**Ход работы:**

Выполнить конспект с необходимыми расчетами. Защитить практическую работу

**Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл. За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 2.5 Фрезерование, применяемый инструмент и станки****Практическая работа 6****«Выбор режимов резания при фрезеровании по эмпирическим формулам»**



					ин		мм		М-мел		
1	60	200	2	НВ=19 0	Ц	Р6М5	80	12	К	до 5	пониж
2	45	240	3	НВ=19 0	Т	ВК6	63	16	К	5 – 10	пониж
3	65	280	4	НВ=15 0	Ц	Р6М5	83	14	К	св. 10	пониж
4	55	320	5	НВ=15 0	Т	ВК6	80	18	К	5 - 10	пониж
5	60	240	6	НВ=15 0	Ц	Р6М5	80	12	М	5 - 10	пониж
6	65	360	3	НВ=15 0	Т	Р6М5	10 0	20	М	5 - 10	пониж
7	70	400	4	НВ=15 0	Ц	Р6М5	80	12	М	до 5	пониж
8	75	240	5	НВ=15 0	Т	ВК6	12 5	22	М	5 - 10	повыш
9	80	260	2	НВ=19 0	Ц	Р6М5	10 0	16	К	св. 10	повыш
10	85	320	3	НВ=10 0	Т	Р6М5	12 5	22	К	5 - 10	повыш
11	65	360	3	НВ=15 0	Т	Р6М5	10 0	20	М	5 - 10	пониж
12	65	280	4	НВ=15 0	Ц	Р6М5	83	14	К	св. 10	пониж

13	80	260	2	НВ=19 0	Ц	Р6М5	10 0	16	К	св. 10	повыш
14	75	240	5	НВ=15 0	Т	ВК6	12 5	22	М	5 - 10	повыш
15	60	200	2	НВ=19 0	Ц	Р6М5	80	12	К	до 5	пониж

Краткие теоретические сведения:

Наивыгоднейшим следует считать такой режим резания при работе на фрезерном станке, при котором наиболее удачно сочетаются скорость резания, подача и глубина срезаемого слоя, обеспечивающие в данных конкретных условиях (т. е. с учетом наилучшего использования режущих свойств инструмента, скоростных и мощностных возможностей станка) наибольшую производительность труда и наименьшую стоимость операции при соблюдении заданных технических условий в отношении точности и чистоты обработки.

Научно-исследовательским институтом труда Государственного комитета по вопросам труда и заработной платы разработаны при участии крупнейших отечественных ученых с учетом практического применения в производственных условиях режимы резания при фрезеровании инструментами из быстрорежущей стали и твердых сплавов. Они могут служить в качестве исходных данных при назначении скоростей резания и минутных подач.

Решающим фактором, определяющим уровень режима резания, является материал режущей части фрезы. Как упоминалось выше, применение фрез с пластинками из твердого сплава позволяет работать на больших скоростях резания и больших подачах по сравнению с фрезами из быстрорежущей стали; как увидим далее, твердосплавные фрезы дают возможность повышения производительности в два-три раза против быстрорежущих. Поэтому твердосплавные фрезы целесообразно применять почти на всех видах фрезерной обработки; препятствием к их применению может явиться недостаточная мощность оборудования или специфические свойства материала обрабатываемой заготовки.

Однако в ряде случаев применение для режущей части фрез углеродистых, легированных инструментальных и быстрорежущих сталей является рациональным, особенно когда чистота обработанной поверхности и точность полученной поверхности детали имеют большее значение, чем скорость выполнения работы.

При фрезеровании стальных поковок, стальных и чугунных отливок, покрытых окалиной, литейной коркой или загрязненных формовочным песком, глубина фрезерования должна быть больше толщины загрязненного слоя, чтобы зубья фрезы не оставляли на обработанной поверхности черновин, так как скольжение по корке отрицательно действует на фрезу, ускоряя износ режущей кромки.

Для наиболее часто встречающихся случаев фрезерования рекомендуется черновую обработку производить по стали с глубиной резания 3—5 мм, а по стальному и чугунному литью — с глубиной резания 5—7 мм. Для чистового фрезерования берут глубину резания 0,5—1,0 мм.

## 1. Глубина фрезерования

Глубина фрезерования за один проход (ось Z) зависит от жесткости фрезы, длины режущей кромки и жесткости станка. Подбирается опытным путем, в ходе наблюдения за работой станка, постепенным увеличением глубины резания. Если при работе возникают посторонние вибрации, получаемый рез низкого качества – следует уменьшить глубину за проход и произвести коррекцию скорости подачи.

При фрезеровании стальных поковок, стальных и чугунных отливок, покрытых окалиной, литейной коркой или загрязненных формовочным песком, глубина фрезерования должна быть больше толщины загрязненного слоя, чтобы зубья фрезы не оставляли на обработанной поверхности черновин, так как скольжение по корке отрицательно действует на фрезу, ускоряя износ режущей кромки.

Для наиболее часто встречающихся случаев фрезерования рекомендуется черновую обработку производить по стали с глубиной резания 3—5 мм, а по стальному и чугунному литью — с глубиной резания 5—7 мм.

Для чистового фрезерования берут глубину резания 0,5—1,0 мм.

Краткие рекомендации по выбору фрез:

При выборе фрез нужно учитывать следующие их характеристики:

- диаметр и рабочая длина;
- геометрия фрезы;
- угол заточки;
- количество режущих кромок;
- материал и качество изготовления фрезы.

Лучше всего отдавать предпочтение фрезам имеющих максимальный диаметр и минимальную длину для выполнении конкретного вида работ.

Короткая фреза большого диаметра обладает повышенной жесткостью, создает значительно меньше вибраций при интенсивной работе, позволяет добиться лучшего качества съема материала. Выбирая фрезу большого диаметра следует учитывать механические характеристики станка и мощность шпинделя, чтобы иметь возможность получить максимальную производительность при обработке.

Для обработки мягких материалов лучше использовать фрезы с острым углом заточки режущей кромки, для твердых – более тупой угол в диапазоне до 70-90 градусов.

Материал и качество фрезы определяют срок службы, качество реза и режимы. С фрезами низкого качества сложно добиться расчетных значений скорости подачи на практике.

## 2. Диаметр фрезы



Диаметр фрезы выбирают в основном в зависимости от ширины фрезерования В и глубины резания t.

В таблице 5.2 приведены данные для выбора цилиндрических фрез, в таблице 5.3 — торцовых фрез и в таблице 5.4 — дисковых фрез.

Таблица 5.2 - Рекомендуемые диаметры цилиндрических фрез

Ширина фрезерования В в мм до	Диаметр фрезы D в мм при глубине резания t в мм			
	до 2	до 5	до 8	до 10
70	63	80	100	100
100	80	100	100	100
150*	100	110	110	130

\* Применять сборные составные фрезы по ГОСТ 1979—52.

Таблица 5.3 - Рекомендуемые диаметры торцовых фрез

Глубина резания t в мм до	4	4	6	6	6	8	10
Ширина фрезерования В в мм до	40	70	90	120	180	250	350
Диаметр фрезы D в мм	0 - 63	0 - 100	125 - 160	160 - 200	250	315 - 400	400 - 500

Таблица 5.4 - Рекомендуемые диаметры дисковых фрез

Ширина фрезерования В в мм до	Диаметр фрезы D в мм при глубине резания t в мм					
	до 5	до 10	до 20	до 30	до 60	до 100
10	50	63	80	100	160	-
20	63	80	100	125	200	315
40	80	100	125	160	200	315

Рассмотрим влияние диаметра фрезы на производительность фрезерования.

Диаметр цилиндрической фрезы влияет на толщину среза: чем больше диаметр фрезы  $D$  тем тоньше получается срез; при одной и той же подаче  $s_{зуб}$  и глубине фрезерования  $t$ .

На рисунке 5.2 показан срез, получающийся при одинаковых глубине фрезерования  $t$  и подаче  $s_{зуб}$ , но при разных диаметрах фрез. Срез, получающийся при большем диаметре фрезы (рис. 7.2, а), имеет меньшую толщину, чем срез при меньшем диаметре фрезы (рис. 7.2, б).

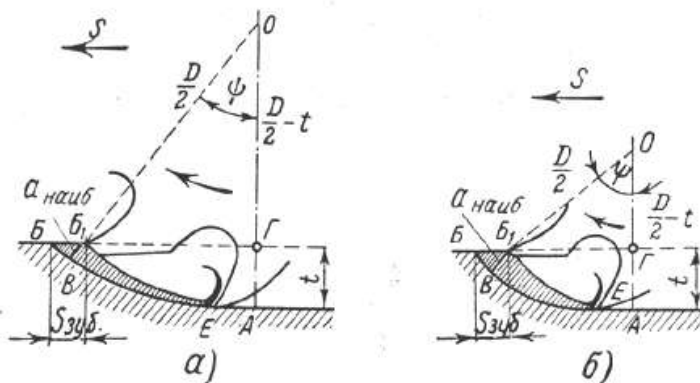


Рисунок 5.2 – Влияние диаметра фрезы на толщину стружки

Так как удельное давление возрастает с уменьшением толщины срезаемого слоя а наиболее, выгоднее работать с более толстыми срезами, т. е. при прочих равных условиях при меньшем диаметре фрезы. Диаметр фрезы влияет на величину пути, который должна пройти фреза для одного прохода.

На рис. 5.3 показан путь, который должна пройти фреза при обработке детали длиной  $L$ ; на рис. 329 — путь, который должна пройти торцовая фреза при несимметричном фрезеровании заготовки длиной  $L$ ; на рис. 330 — путь, который должна пройти торцовая фреза при симметричном фрезеровании заготовки длиной  $L$ .

На рисунке 5.3 показан путь, который должна пройти фреза при обработке детали длиной  $L$ .

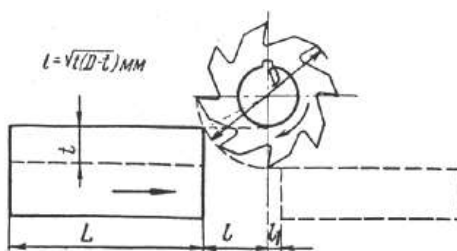


Рисунок 5.3 – Врезание и перебег цилиндрической фрезы

На рисунке 5.4 — путь, который должна пройти торцовая фреза при несимметричном фрезеровании заготовки длиной  $L$ .

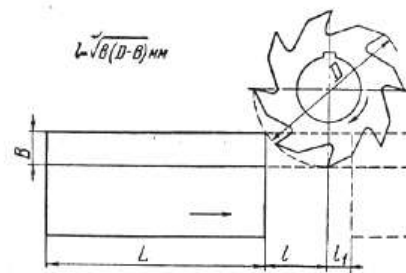


Рисунок 5.4 – Врезание и перебег торцевой фрезы при несимметричном фрезеровании

На рисунке 5.5 — путь, который должна пройти торцовая фреза при симметричном фрезеровании заготовки длиной

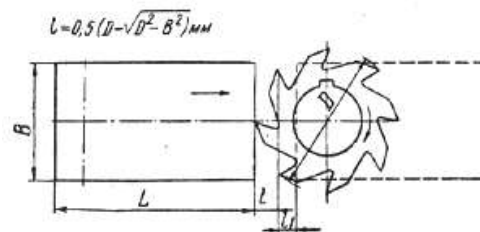


Рисунок 5.5 – Врезание и перебег торцевой фрезы при симметричном фрезеровании

Величина врезания  $\ell$  (путь врезания): при работе цилиндрическими, дисковыми, отрезными и фасонными фрезами зависит от диаметра фрезы  $D$  глубины фрезерования  $t$  и выражается формулой 5.1.

$$\ell = \sqrt{t(D-t)} \text{ мм}; \quad (5.1)$$

При работе торцовыми и концевыми фрезами при несимметричном фрезеровании зависит от диаметра фрезы  $D$  ширины фрезерования  $B$  и выражается формулой 5.2.

$$\ell = \sqrt{B(D-B)} \text{ мм}; \quad (5.2)$$

При работе торцовыми фрезами при симметричном фрезеровании зависит от диаметра фрезы  $D$  ширины фрезерования  $B$  и выражается формулой 5.3.

$$\ell = 0,5(D - \sqrt{D^2 - B^2}) \text{ мм}; \quad (5.3)$$

Величина перебега  $\ell_1$  выбирается в зависимости от диаметра фрезы в пределах 2—5 мм.

Следовательно, для уменьшения пути врезания и перебега фрезы, т. е. для сокращения холостого хода станка, целесообразно выбирать меньший диаметр фрезы.

Диаметр фрезы влияет на величину крутящего момента: чем меньше диаметр фрезы, тем меньший крутящий момент надо сообщить шпинделю станка.

Таким образом, выбор фрезы с меньшим диаметром является, казалось бы, более целесообразным. Однако с уменьшением диаметра фрезы приходится выбирать более тонкую, т. е. менее жесткую фрезерную оправку, поэтому приходится уменьшать нагрузку на оправку, т. е. уменьшать сечение срезаемого слоя.

### 3. Подача (S зуб)

Подача при черновой обработке зависит от обрабатываемого материала, материала режущей части фрезы, мощности привода станка, жесткости системы станок — приспособление — инструмент — деталь, размеров обработки и углов заточки фрезы.

Подача S зуб при чистовой обработке зависит от класса чистоты поверхности, обозначенной на чертеже детали. Основной исходной величиной при выборе подачи для чернового фрезерования является подача S зуб .

Для торцовых фрез на выбор подачи S зуб оказывает способ установки фрезы относительно заготовки, что обуславливает величину угла встречи зуба фрезы с заготовкой и толщину срезаемой стружки при входе и выходе зуба фрезы из контакта с заготовкой.

Установлено, что для торцовой твердосплавной фрезы наиболее благоприятные условия врезания зуба в заготовку достигаются при расположении фрезы относительно заготовки, т. е. при смещении фрезы относительно заготовки на величину  $C = (0,03 - 0,05)D$ . Такое смещение оси фрезы дает возможность увеличить подачу на зуб против подачи при симметричном фрезеровании чугуна и стали в два раза и более.

Подача при фрезеровании выбирается по данным таблиц 7.5, 7.6.

В таблице 5.5 приводятся рекомендуемые подачи при черновом фрезеровании твердосплавными торцовыми фрезами для этих двух случаев.

Таблица 5.5 - Рекомендуемые подачи при обработке плоскостей торцовыми фрезами с пластинками из твердого сплава

Поддачи при черновой обработке S зуб в мм/зуб					
Мощность станка в кВт	Схемы установки фрезы по рис. 8.1	Сталь $\sigma_s$ в кг/мм <sup>2</sup>			
		$< 60$		$\geq 60$	
		Марка твердого сплава			
		T5K10	T15K6	T5K10	T15K6
Св. 10	а	0,20-0,24	0,14-0,18	0,16-0,20	0,12-0,15
	б	0,40-0,48	0,28-0,36	0,32-0,40	0,24-0,30
5-10	а	0,15-0,18	0,12-0,15	0,12-0,14	0,09-0,11
	б	0,30-0,36	0,22-0,30	0,24-0,28	0,18-0,22

Поддачи при чистовой обработке S зуб в мм/зуб		
Обрабатываем	Вспомога	Класс чистоты по ГОСТ 2789-80

мый материал		-тельный угол в плане	Δ 5	Δ 6	Δ 7	Δ 8
Сталь $\sigma_{\text{в}}$ кГ/мм <sup>2</sup>	∠ 70	5	0,8-0,5	0,55-0,40	0,25-0,20	0,15
		2	1,6-1,0	1,1-0,80	0,50-0,40	0,30
	≥ 70	5	1,0-0,7	0,60-0,45	0,30-0,20	0,20-0,15
		2	2,0-1,4	1,2-0,90	0,60-0,40	0,40-0,30

Примечания.

1. Приведенные значения черновых подач рассчитаны для работы стандартными фрезами. При работе нестандартными фрезами с увеличенным числом зубьев значения подач следует уменьшать на 15 - 25%. 2. В первоначальный период работы фрезы до износа, равного 0,2—0,3 мм, чистота обработанной поверхности при чистовом фрезеровании снижается примерно на один класс.

В таблице 5.6 приводятся рекомендуемые подачи при черновом фрезеровании плоскостей инструментом из быстрорежущей стали P18.

Таблица 5.6 - Рекомендуемые подачи  $s$  зуб в мм/зуб при черновом фрезеровании плоскостей инструментом из быстрорежущей стали P18

Мощность станка в кВт	Жесткость системы С-П-И-Д	Фрезы цилиндрические				Фрезы торцевые			
		с крупным зубом и вставными ножами		с мелким зубом		с крупным зубом и вставными ножами		с мелким зубом	
		Обрабатываемый материал							
		сталь	чугун	сталь	чугун	сталь	чугун	сталь	чугун
Св. 10	Повыш	0,4-0,6	0,6-0,8			0,2-0,3	0,4-0,6		
	Средн.	0,3-0,4	0,4-0,6			0,15- 0,25	0,3-0,5		
	Пониж	0,2-0,3	0,25- 0,4			0,1-0,15	0,2-0,3		
5-10	Повыш	0,2-0,3	0,25- 0,4	0,1- 0,15	0,12-0,2	0,12-0,2	0,3-0,5	0,08- 0,12	0,2-0,3
	Средн.	0,12-0,2	0,2-0,3	0,06- 0,1	0,1-0,15	0,08- 0,15	0,2-0,4	0,06- 0,1	0,15- 0,03
	Пониж	0,1-0,15	0,12-0,2	0,06- 0,08	0,08-0,12	0,06-0,1	0,15- 0,25	0,04- 0,08	0,1-0,2

Примечание.

Большие подачи брать для меньших глубины резания и ширины обработки, меньшие — для больших глубины и ширины обработки.

При торцовом фрезеровании твердосплавными фрезами на величину подачи влияет также главный угол в плане ф. Подачи, приведенные в табл. 8.4, рассчитаны на фрезы с  $\phi = 60 - 45^\circ$ . Уменьшение угла в плане ф до  $30^\circ$  позволяет увеличить подачу в 1,5 раза, а увеличение угла ф до  $90^\circ$  требует снижения подачи на 30%.

1. Назначение стойкости фрез. В таблице 5.7 приводятся средние стойкости (Т) фрез.

Таблице 5.7 - Средние стойкости (Т) фрез.

Цилиндрические, дисковые торцевые фрезы										
Ширина фрезы В, мм	Затылованные диаметром D, мм									
	-	30	40	50	60	80	100	130	160	210
	Незатылованные диаметром D, мм									
	30	40	50	60	80	100	130	160	210	290
6	40	50	60	70	80	95	115	130	160	225
10	50	60	70	80	95	115	130	160	190	265
20	60	70	80	95	115	130	160	190	225	315
40	70	80	95	115	130	160	190	225	265	-
80	80	95	115	130	160	190	225	265	315	-
160	95	115	130	160	190	225	265	315	400	-
320	115	130	160	190	225	265	315	-	-	-

Примечание: D – наружный диаметр фрезы, мм.

2. Скорость подачи (S)

Скорость подачи (S) – скорость перемещения режущего инструмента (оси X/Y), вычисляется по формуле:

$$S = fz \times Z \times n \text{ (мм/мин), где}$$

fz - подача на один зуб фрезы (мм)

z - количество зубьев фрезы

n - частота вращения шпинделя (об/мин)

Скорость врезания по высоте (ось Z) следует выбирать примерно 1/3 – 1/5 от скорости подачи (S).

Вычисление скорости резания

Скорость резания V (м/мин) - путь пройденный точкой (краем) режущей кромки фрезы в минуту, назначается по наибольшему диаметру зубцов фрезы и вычисляется по формуле 5.4.

$$V = \frac{C_v \times D^q \times K_v}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z^q} \quad (5.4)$$

Где D – наружный диаметр фрезы, мм;

T – стойкость фрезы, мин;

S<sub>z</sub> - подача на зуб, мм/зуб;

t – глубина резания, мм;

C<sub>v</sub>, K<sub>v</sub>, K<sub>m</sub>, K<sub>φ</sub> – коэффициенты;

q, m, x, y, n, z - показатели степени.

Коэффициент K<sub>v</sub> учитывает влияние марки инструментальной стали на скорость фрезерования.

Коэффициент K<sub>m</sub> учитывает влияние марки обрабатываемого материала на скорость фрезерования.

Коэффициент K<sub>φ</sub> учитывает влияние угла в плане φ на угловой корке на скорость фрезерования.

Числовые значения коэффициента C<sub>v</sub> приведены в таблице 5.8, значения показателей степени q, m, x, y, n, z представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.8 - Числовые значения коэффициента C<sub>v</sub>

Тип фрезы	Материал фрезы	Сталь углеродистая σ <sub>s</sub> < 75 кг/мм <sup>2</sup>	
		S <sub>z</sub>	C <sub>v</sub>
Цилиндрические	Сталь быстрорежущая	>0,1	35,4
		≤0,1	55,0
	Твердый сплав	>0,15	7180
		≤0,15	13600
Торцовые	Сталь быстрорежущая	>0,1	41

		$\leq 0,1$	64,7
	Твердый сплав	0,08 – 0,2	300
Дисковые со вставными зубьями	Сталь быстрорежущая	$> 0,1$	48,5
		$\leq 0,1$	75,5
	Твердый сплав	0,08 – 0,12	40

Таблица 5.9 - Числовые значения показателей степени q, m, x, y, n, z

Тип фрезы	Обработыв металл	Материал фрезы	Показатели степени						
			S <sub>z</sub>	y	m	q	n	z	x
Цилиндрические	Сталь	Сталь быстрореж	$> 0,1$	0,2	-	-	-	-	-
			$\leq 0,1$	0,4	0,33	0,45	0,1	0,1	0,3
		Твердый сплав	$> 0,15$	0,35	-	-	-	-	-
			$\leq 0,15$	0,6	0,6	0,25	0,18	0,5	0,45
Торцовые, дисковые	Сталь	Твердосплавные торцевые	0,04-0,08	0,1	0,2	0,2	-	0,1	-0,2
			0,08-0,2	0,4	-	-	-	-	-
		Твердосплавные дисковые	0,04-0,09	0,47	0,35	0,3	-	0,1	0,5

Числовые значения коэффициента K приведены в таблицах 5.10 - 5.12.

Таблица 5.10 - Числовые значения коэффициента K<sub>и</sub>

Марка инструментальной стали	P18,P9	9XC	Y10A,Y12A	-
Значение K <sub>и</sub>	1,0	0,6	0,5	-



Марка твердого сплава типа ТК	T15K6	T14K8	T5K7	T5K10
Значение $K_H$	1,0	0,94	0,82	0,74
Марка твердого сплава типа ВК	BK8	BK06	BK3	BK2
Значение $K_H$ при $s_z = 0,2$ мм/зуб	1,0	1,26	1,58	1,58
Значение $K_H$ при $s_z = 0,05$ мм/зуб	1,0	1,47	1,58	1,2

Таблица 5.11 - Числовые значения коэффициента  $K_M$

Обрабатываемый металл	Формула для расчета Коэффициента $K_M$	Значения коэффициента $C_1$
1	2	3
Углеродистые стали ( $C \leq 0,6\%$ )	$K_M = \frac{C_1 \cdot 70^x}{\sigma_{BP}^x}$	1,0
Углеродистые стали ( $C > 0,6\%$ )		0,8
Хромистые стали		0,8
Хромоникелевые, хромованадиевые, хромомолибденовые, хромоникелемолибденовые, хромовольфрамные и никелевые стали		0,75
Хромомолибденоалюминиевые, марганцовистые, хромомарганцовистые и кремнемарганцовистые		0,7
Хромокремнемарганцовистые		0,8
Инструментальные углеродистые	$K_M = \frac{C_1 \cdot 180}{HB}$	1,0
Инструментальные легированные		0,7
Инструментальные быстрорежущие		0,5
Нержавеющие, жароупорные стали		0,4

В формуле для коэффициента  $K_M$  показатель степени  $x$  имеет значение:

- для малоуглеродистой стали ( $\sigma_{BP}^x = 30 \dots 50 \text{ кг/мм}^2$ )  $x = -1$ ;

- для углеродистой стали ( $\sigma_{BP}^x = 55 \dots 85 \text{ кг/мм}^2$ )  $x = -1$ ;

- для высоколегированной стали ( $\sigma_{\text{ВР}}^{\text{X}} = 90...140 \text{ кг/мм}^2$ )  $\chi = 2$ .

Таблица 5.12 - Числовые значения коэффициента  $K_{\varphi}$

Тип фрезы	Главный угол в плане $\varphi$ угловой кромки, град.				
	90	60	45	30	20
Торцевые	0,96	1,00	1,06	1,18	1,30
Дисковые двухсторонние и концевые	1,00	1,05	1,10	1,23	1,37

Выбор скоростей резания и подач при скоростном фрезеровании фрезами, оснащенными режущими пластинками из твердого сплава, можно производить по таблице 5.13.

Таблица 5.13 - Средние значения скорости резания и подачи при скоростном фрезеровании фрезами, оснащенными пластинками из твердого сплава

Режим резания	Твердый сплав Т15К6				
	Сталь углеродистая		Сталь легированная		
	НВ $\leq$ 200	НВ $>$ 200	НВ $\leq$ 300	300 $<$ НВ $\leq$ 40	НВ $>$ 40
				0	0
$v$ , м/мин	200-220	150-180	150-200	110-150	75-100
$s_z$ , мм/зуб	0,2–0,15	0,12–0,15	0,1–0,12	0,07–0,1	0,05–0,08

Примечание:

1 Указанные режимы резания даны для стойки фрез  $T = (1,0...1,5) D$ , мин.

2 Чистовое скоростное фрезерование фрезами с пластинками из твердого сплава проводится со стали со скоростью резания  $v = 300...800$  м/мин, а для чугуна – со скоростью резания  $v = 200...300$  м/мин.

3. Частота вращения шпинделя вычисляется по следующей формуле 5.5:

$$N = 1000 V / (\pi D), \text{ об/мин}, \quad (5.5)$$

где  $D$  – наружный диаметр фрезы, мм

$\pi$  – число Пи, 3.14

$V$  – скорость резания (м/мин) - путь пройденный точкой (краем) режущей кромки фрезы в минуту.

После вычисления частоты вращения  $n$  надо округлить её до ближайшего меньшего паспортного значения частоты вращения шпинделя станка.

#### 9. Вычисление силы резания

Значение тангенциальной составляющей силы резания  $P_z$  при фрезеро-вании вычисляют по формуле 5.6:

$$P_z = C \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^z \cdot D^q \quad (5.6)$$

Где  $B$  – ширина фрезы, мм;

$C$  – коэффициент;

$x, y, z, q$  – показатели степени.

Числовые значения коэффициента  $C$  и показателей степени  $x, y, z, q$  приведены в таблице 5.11.

Значение коэффициента  $C$  изменяется при изменении значений переднего угла  $\gamma$  режущей кромки фрезы и скорость резания  $v$  что учитывается умножением коэффициента  $C$  на поправочные коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$ , значения которых приведены в таблицах 5.14, 5.15.

Таблица 5.14 – Значения коэффициента  $C$  и показателей степени  $x, y, z, q$

Обрабатываемый металл и тип фрезы	Коэффициент, показатели степени				
	$C$	$x$	$y$	$z$	$q$
Сталь и стальное литье					
Цилиндрические, концевые и торцевые при несимметричном резании	68	0,86	0,74	1,0	0,86
Торцевые при симметричном резании, дисковые и отрезные	82	1,10	0,80	0,95	1,10
Угловые	39	0,86	0,74	1,0	0,86

Выпуклые и вогнутые фасонные	47	0,86	0,74	1,0	0,86
Чугун					
Цилиндрические, концевые и торцевые при несимметричном резании	48	0,83	0,65	1,0	0,83
Торцевые при симметричном резании, дисковые и отрезные	70	1,14	0,70	0,90	1,14

Таблица 5.15 – Значение поправочных коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$

Передний угол $\gamma$ , град.	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20
$K_1$	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Скорость резания $v$ , м/мин	50	75	100	125	150	175	200	250
$K_2$	1,0	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88	0,85

При оптимальном износе фрезы сила трения увеличивается:

- при обработке вязких сталей – на 75-90%;
- при обработке средних и твердых сталей.

#### 10. Расчет мощности резания

Эффективная мощность резания  $N_3$  (кВт) при фрезеровании определяется по формуле 5.7.

$$N_3 = C \cdot n \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot z \cdot B^z \cdot D^q, \quad (5.7)$$

Где  $n$  – частота вращения фрезы, об/мин;

$z$  – число зубьев фрезы;

$C$  – коэффициент;

$x, y, z, q$  – показатели степени.

Числовые значения коэффициента  $C$  и показателей степени  $x, y, z, q$  приведены в таблице 5.16.

Таблица 5.16 – Значения коэффициента С и показателей степени x,y,z,q

Обрабатываемый металл и тип фрезы	Коэффициент, показатели степени				
	С	x	y	z	q
Сталь и стальное литье					
Цилиндрические, торцевые при несимметричном резании	$3,5 \cdot 10^{-5}$	0,86	0,74	1,00	0,14
Торцевые при симметричном резании, дисковые и отрезные	$4,22 \cdot 10^{-5}$	1,10	0,80	0,95	0,10

Охлаждение при фрезеровании стали может осуществляться 3-5%-ным раствором эмульсола в воде; скорость охлаждения в воде не менее 10 л/мин.

#### 10. Определение основного технологического времени

Основное технологическое время  $T_0$  (мин) при цилиндрическом фрезеровании определяется по формуле 5.8:

$$T_0 = \frac{l+l_1+l_2}{s_M} \cdot i \quad (5.8)$$

где  $l$  – длина фрезерования, мм;

$l_2$  – перебег фрезы, мм;

$s_M$  – минутная подача (мм/мин) определяется по формуле 5.9:

$$s_M = s_z \cdot Z \cdot n \quad (5.9)$$

где  $s_z$  – подача на один зуб, мм/зуб;

$Z$  – число зубьев фрезы;

$n$  – частота вращения, об/мин;

$i$  – число проходов;

$l_1$  – врезание фрезы, мм определяется по формуле 5.10:

$$l_1' = \sqrt{t \cdot (D - t)}, \quad (5.10)$$

$$l_1^n = 0,5 \cdot (D - \sqrt{D^2 - t^2}),$$

$$l_1' = \sqrt{t \cdot (d - t - 2 \cdot l)};$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$D$  – наружный диаметр фрезы, мм.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Выбрать режущий инструмент.
4. По индивидуальным данным составить эскиз обработки.
5. Выполнить расчет режима резания:
6. Ответить на вопросы.

С какой целью и в каких случаях изготавливаются напайные и сборные фрезы?

Какой инструмент и приспособление понадобятся для обработки зубчатых колес на консольно-фрезерных станках?

### **Ход работы:**

1. Выполнить конспект с необходимыми расчетами
2. Защитить практическую работу

### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

### Практическая работа 7

#### «Изучение кинематической схемы и принцип работы универсально-фрезерного станка модели 6М82»

##### Цель работы:

1. Ознакомиться с назначением станка, областью применения и настройкой его на изготовление заданной детали
2. Изучить взаимодействие частей и механизмов станка

##### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- производить работы на универсально-фрезерном станке;
- читать кинематические схемы

##### Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий
2. Атлас «Металлорежущие станки»
3. Условные обозначения элементов кинематических схем.

##### Задание:

1. Изучить назначение, конструкцию и принцип работы универсально-фрезерного станка
2. Ответить на вопросы.

#### Краткие теоретические сведения

Фрезерные станки — предназначены для обработки с помощью фрезы плоских и фасонных поверхностей, тел вращения, зубчатых колёс и т. п. металлических и других заготовок. При этом

фреза, закрепленная в шпинделе фрезерного станка совершает вращательное (главное) движение, а заготовка, закреплённая на столе, совершает движение подачи прямолинейное или криволинейное (иногда осуществляется одновременно вращающимся инструментом). Управление может быть ручным, автоматизированным или осуществляться с помощью системы ЧПУ (CNC). Режущий инструмент фрезерной группы станков - концевые фрезы.



Рисунок 1- Концевые фрезы.

Во фрезерных станках главным движением является вращение фрезы, а движение подачи — относительное перемещение заготовки и фрезы.

Вспомогательные движения необходимы в станке для подготовки процесса резания. К вспомогательным движениям относятся движения, связанные с настройкой и наладкой станка, его управлением, закреплением и освобождением детали и инструмента, подводом инструмента к обрабатываемым поверхностям и его отводом; движения приборов для автоматического контроля размеров и т. д. Вспомогательные движения можно выполнять на станках как автоматически, так и вручную. На станках-автоматах все вспомогательные движения в определенной последовательности выполняются автоматически.

### **6М82 Станок горизонтальный консольно-фрезерный с поворотным столом - универсальный**

#### Обозначение консольно-фрезерных станков

6 - фрезерный станок (номер группы по классификации ЭНИМС)

М – серия (поколение) станка (Б, К, Н, М, Р, Т), например, 682, 6Б82, 6К82, 6Н82, 6М82, 6Р82, 6Т82

8 – номер подгруппы (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) по классификации ЭНИМС (8 - горизонтально-фрезерный)

2 – исполнение станка - типоразмер (0, 1, 2, 3, 4) (2 - размер рабочего стола - 320 x 1250)

Буквы в конце обозначения модели:

Г – станок горизонтальный консольно-фрезерный с неповоротным столом

К – станок с копировальным устройством для обработки криволинейной поверхности



Б – станок с повышенной производительностью (повышенный диапазон чисел оборотов шпинделя, подач стола и повышенная мощность двигателя главного движения).

П – повышенная точность станка - (н, п, в, а, с) по ГОСТ 8-XX

Ш – станок широкоуниверсальный

Ф1 – станок с устройством цифровой индикации УЦИ и преднабором координат

Ф2 – станок с позиционной системой числового управления ЧПУ

Ф3 – станок с контурной (непрерывной) системой ЧПУ

Ф4 – станок многоцелевой с контурной системой ЧПУ и магазином инструментов

## 2. Общие сведения

Консольно-фрезерные станки моделей 6М82 предназначены для фрезерования всевозможных деталей из стали, чугуна и цветных металлов цилиндрическими, дисковыми, фасонными, угловыми, торцовыми, концевыми и другими фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Возможность настройки станка на различные полуавтоматические и автоматические циклы позволяет успешно использовать станки для выполнения работ операционного характера в поточных и автоматических линиях в крупносерийном производстве.

Общий вид и компоновка станка показаны на рисунке 2.

По сравнению с ранее выпускавшимися станками серии Н в станках серии М увеличены частоты вращения шпинделя, скорости быстрых перемещений и подач стола. Для удобства перемещения стола вручную маховик помещен с передней стороны станка.

Внешне станок 6М82 отличается от ранее выпускаемой модели 6Н82 лишь наличием маховичка продольной подачи на передней стороне стола.

Консольно-фрезерные станки моделей 6М82 представляют собой оригинальные станки высокой точности и жесткости. Универсальный консольно-фрезерный станок модели 6М82 отличается от горизонтального консольно-фрезерного станка модели 6М82Г тем, что его стол может быть повернут вокруг вертикальной оси на угол до 45° в обе стороны, тогда как стол станка модели 6М82Г — неповоротный.

Станки модели 6М83 (6М83Г) отличаются от станков 6М82 (6М82Г) увеличенными размерами рабочего стола и более мощным двигателем главного движения.

На универсальном фрезерном станке модели 6М82 можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса, фрезеровать всевозможные спирали, для чего стол его поворачивается вокруг своей вертикальной оси.

На станке модели 6М82 можно успешно обрабатывать легкие сплавы.

Техническая характеристика и высокая жесткость станков позволяют полностью использовать возможности как быстрорежущего, так и твердосплавного инструмента.

Технологические возможности станка могут быть расширены с применением делительной головки, поворотного круглого стола, накладной универсальной головки и других приспособлений.

Станки автоматизированы и могут быть настроены на различные, автоматические циклы, что повышает производительность труда, исключает необходимость обслуживания станков рабочими высокой квалификации и облегчает возможность организации многостаночного обслуживания.

### 3. Состав и конструкция фрезерного станка 6М82

**Станина 5** является основанием станка. Ее вертикальные направляющие служат для движения консоли 18, а горизонтальные — для перемещения хобота 8. Внутри станины расположена коробка скоростей, а с левой и правой стороны — ниши, закрытые дверцами 1. В нишах на четырех панелях размещено электрооборудование станка. На дверце, находящейся с правой стороны станка (на рис. 36 не показана), находится переключатель, который устанавливается в одно из следующих трех положений: «автоматический цикл», «подача от рукоятки», «круглый стол».

«Автоматический цикл» обычно целесообразно применять только для изготовления больших партий одинаковых изделий. При этом цикле всеми движениями стола управляют кулачки, установленные в переднем пазу стола.

В положение «круглый стол» переключатель устанавливают при наладке станка для обработки заготовок на круглом вращающемся столе. Этот способ обработки чаще всего применяют для непрерывного фрезерования деталей.

**Консоль 18** служит для подъема или опускания стола 13. Внутри нее помещены механизмы подачи и быстрых перемещений стола с отдельным электродвигателем. На передней стенке консоли находятся рукоятки для управления движениями стола и включения любой из 18 ступеней скоростей подачи стола.

**Салазки 17** могут двигаться вместе с поворотной плитой 16 и столом 13 по направляющим консоли, что позволяет осуществлять поперечную подачу стола. На поворотной плите 16 имеются направляющие для продольного перемещения стола.

**Стол 13** служит для установки на него обрабатываемых заготовок и для перемещения их в продольном направлении. Т-образные пазы стола предназначены для головок болтов, крепящих изделие или приспособление. Паз, расположенный на передней боковой поверхности стола, служит для установки кулачков 26, автоматически переключающих продольные перемещения стола.

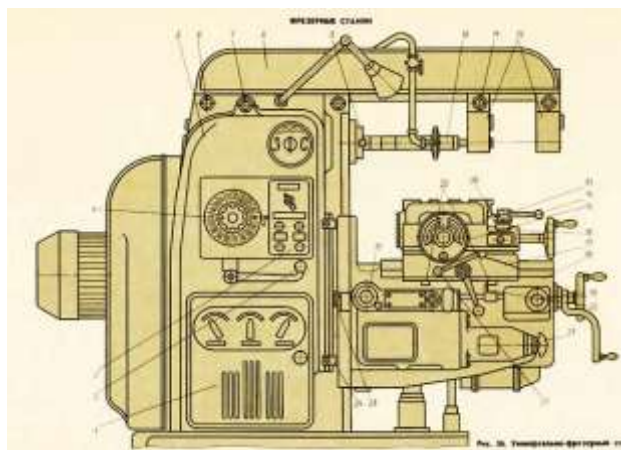


Рисунок 2 - Общий вид и компоновка станка

Хобот 8. Помещенные на нем одна или две подвески 12 служат для опоры правого конца оправки 10. Левый конический конец оправки устанавливают во внутренний конус шпинделя 9 и закрепляют в нем болтом. Хобот закрепляется на направляющих станины двумя гайками 6. Для перемещения хобота гайки 6 слегка отвинчивают, затем вращением шестигранной головки 7 хобот передвигают по направляющим станины в нужное положение и закрепляют в нем завинчиванием гаек 6. Подвески 12 закреплены на хоботе болтами 11.

**Цикл обработки заготовок на станке.** Заготовку устанавливают на стол станка, поворачивают рукоятку 14 (или 22) в сторону перемещения стола и кнопкой «Быстро стол» с пульта управления включают ускоренное перемещение стола и установленной на нем заготовки к фрезе. При прекращении нажима на эту кнопку стол начинает перемещаться с рабочей подачей в том же направлении. В это время фреза обрабатывает поверхность заготовки. По окончании обработки кулачок 26 поворачивает рукоятку 14 в нейтральное положение, отключая подачу стола. Рабочий снимает обработанную деталь, поворачивает рукоятку 14 в обратную сторону и включает ускоренный обратный ход стола. Кнопка «Быстро стол» должна быть отпущена для остановки стола в исходном положении. На этом заканчивается цикл обработки.

Для обработки изделий с поперечной подачей нужно поворачивать в направлении включаемой подачи любую из двух рукояток 19. Отключение поперечной подачи в конце хода производится автоматически кулачками 25, действующими на рычаг 20.

Аналогично при работе с вертикальной подачей стола для включения его подъема и опускания нужно поворачивать рукоятку 19 вверх или вниз, а отключение движений консоли в конце хода происходит автоматически под действием кулачков 24, поворачивающих рычаг 23.

Для отключения рабочей подачи стола и салазок рукоятки 14 и 19 нужно устанавливать в среднее (нейтральное) положение.

#### 4. Кинематическая схема фрезерного станка 6М82 ( Рисунок 3)

Привод подач осуществляется от отдельного фланцевого электродвигателя, смонтированного в консоли. Рабочие подачи настраиваются с помощью переключаемых зубчатых колес коробки подач, состоящих из двух трехвенцовых блоков и одного передвигного зубчатого колеса с кулачковой

муфтой. На последнем валу коробки в кинематической цепи рабочих подач предусмотрена шариковая пружинная регулируемая муфта, предохраняющая механизм подач от перегрузок.

С последнего вала коробки подач движение передается в консоль. Затем через ряд цилиндрических и конических зубчатых колес, смонтированных в консоли и салазках, путем включения соответствующей кулачковой муфты приводится во вращение один из трех ходовых винтов, и таким образом осуществляются продольная, поперечная или вертикальная подачи.

Переключаемые зубчатые колеса коробки подач позволяют при разных зацеплениях получить 18 различных подач.

Кинематическая цепь для ускоренных (установочных) перемещений стола, салазок и консоли выполняется путем передачи движения от двигателя через паразитные зубчатые колеса непосредственно на зубчатое колесо фрикциона быстрого хода, смонтированного на последнем валу коробки подач.

Указанный фрикцион заблокирован с муфтой рабочих подач, тем самым устраняются случаи их одновременного включения.

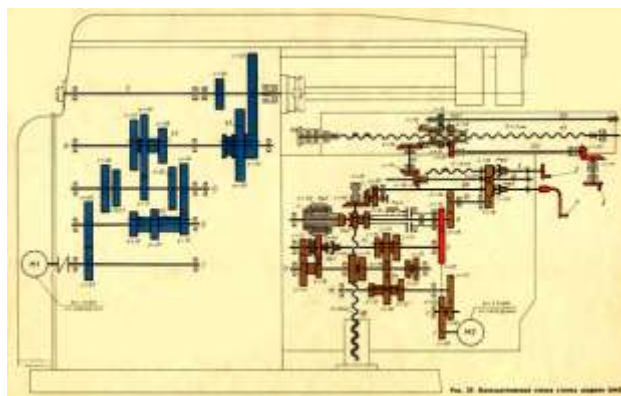


Рисунок 3 – Кинематическая схема станка

### Порядок выполнения работы:

1 Ознакомиться с краткой технической характеристикой, назначением и областью применения станка.

2. Ознакомиться с кинематической схемой станка, циклом работы, механизмами, назначением рукояток управления.

3. Ознакомиться с последовательностью наладки станка.

4 Ответить на вопросы:

А). Какие операции выполняются на фрезерных станках?

Б) Как расшифровать модель фрезерного станка 6М82?

В) Основные узлы станка мод. 6М82 и их назначение.

Г) Какие движения получают инструмент и заготовка при фрезеровании?

Д) Сравните главное движение и движение подачи при точении, сверлении и фрезеровании.

- Е) За счет каких узлов универсально-фрезерного станка обрабатываемая заготовка может получить продольное, поперечное и вертикальное перемещение?
- Ж). Как включаются вспомогательные (быстрые) подачи стола?
- З) \Чем отличаются вертикально-фрезерные станки от горизонтально- фрезерных?

**Ход работы:**

- 1.Выполнить конспект с необходимыми расчетами
- 2.Защитить практическую работу

**Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 2.7 Протягивание, применяемый инструмент и станки**

## Практическая работа 8

### Определение режимов резания для процесса протягивания

**Цель работы:** формирование умений определять режимы резания для процесса протягивания

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

У 2.3.05. производить расчеты режимов резания;

У 2.3.09. выбирать режущий инструмент и оборудование для обработки вала, отверстия, паза, резьбы и зубчатого колеса.

**Задание:**

1 Определить диаметр отверстия после протягивания, если число рабочих зубьев круглой протяжки равно 28, подача на зуб составляет 0,06 мм/зуб, а диаметр исходного отверстия заготовки равен  $D$ .

#### *Исходные данные*

№	1	2	3	4	5	6	7	8
D	62	65	68	70	72	74	76	78

№	9	10	11	12	13	14	15
D	80	82	84	86	88	90	92

#### **Краткие теоретические сведения:**

Производительность любого вида обработки резанием прежде всего определяется суммарной активной длиной режущих кромок. В этом отношении на одном из первых мест стоит протягивание, осуществляемое многозубыми инструментами - протяжками. Протяжные станки, предназначенные специально для протягивания, сообщают протяжке только одно продольное перемещение при рабочем ходе в направлении тяговой силы  $Q$ ).

Протягивание применяют для обработки отверстий различного профиля (рис. 7.1, а), а также наружных поверхностей (рис. 7.2, б). Протягиванием можно изготавливать детали с точностью обработки до 3-2-го класса и чистотой поверхности до 6-8-го, а в отдельных случаях и до 9-го класса. Несмотря на большую сложность и трудоемкость изготовления протяжки рентабельны и широко используют в серийном и массовом производстве.

На рисунке 7.2,а показана шпоночная протяжка, которая предназначена для образования шпоночных пазов в деталях типа втулок. Хвостовая часть (хвостовик), имеющая замок А, служит для закрепления протяжки в тяговом патроне протяжного станка.

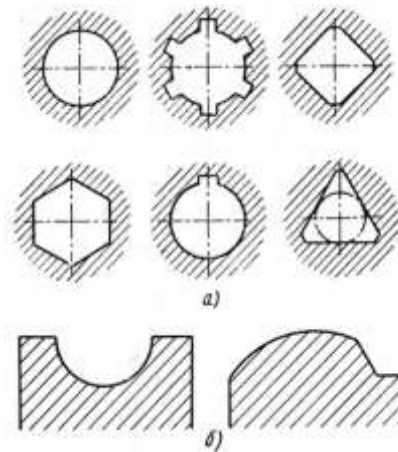


Рисунок 7.1 - Примеры протягиваемых профилей: а - отверстий; б - наружных поверхностей

Передняя направляющая часть обеспечивает направление режущих зубьев протяжки в начале работы. На режущей части протяжки расположены зубья, высота которых последовательно увеличивается на толщину срезаемого слоя  $a = Sz$ , называемой также подачей на зуб. Каждый режущий зуб срезает слой металла толщиной  $a$  и шириной  $b$  (рис. 7.2, б).

Для облегчения образования стружки на режущих зубьях делают стружкоразделительные канавки  $K$ , расположенные в шахматном порядке. Профиль канавок делают обычно полукруглым шириной 0,5-1,5 мм и глубиной 0,5-1 мм. С помощью калибрующих зубьев обработанная поверхность должна получить окончательные размеры, точность и требуемый класс чистоты.

Общий вид протяжки переменного сечения по ГОСТ 20365 для обработки цилиндрического отверстия показан на рисунке 7.3. Зубья калибрующей части не имеют стружкоразделительных канавок, по форме и размерам соответствуют последнему режущему зубу. Фактически калибрующие зубья не режут, а зачищают (калибруют) обработанную поверхность. Задняя направляющая служит для направления протяжки в конце рабочего хода и сохранения стабильности ее положения до выхода из заготовки.

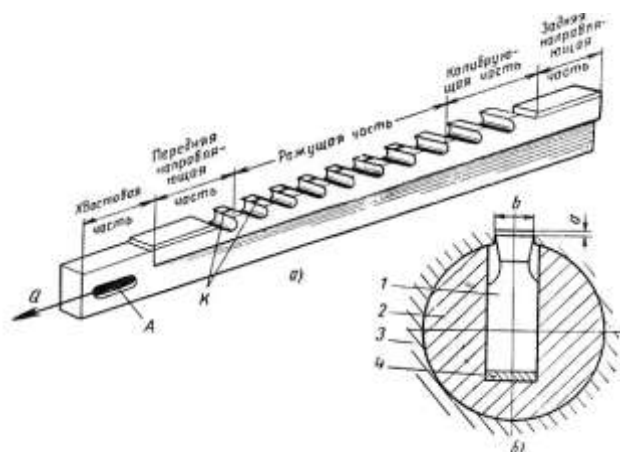


Рисунок 7.2 - Схема протягивания шпоночного паза: а - шпоночная протяжка; б - схема резания: 1 - протяжка; 2 - направляющая втулка; 3 - заготовка; 4 – прокладка

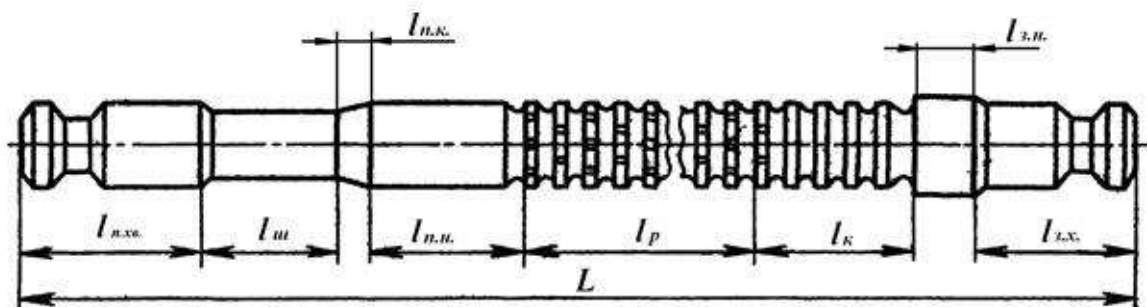


Рисунок 7.3 - . Конструктивные элементы круглой протяжки:  $l_{п.хв.}$  - передний хвостовик (передняя замковая часть);  $l_{ш}$  – шейка;  $l_{п.к.}$  – переходной конус;  $l_{п.н.}$  – передняя направляющая часть;  $l_{р}$  – режущая часть;  $l_{к}$  – калибрующая часть;  $l_{з.н.}$  – задняя направляющая часть;  $l_{з.хв.}$  – задний хвостовик (задняя замковая часть)

Силой  $Q$  протяжка протаскивается через неподвижную заготовку, а по окончании обработки готовая деталь снимается и протяжка возвращается в исходное положение для протягивания следующей заготовки.

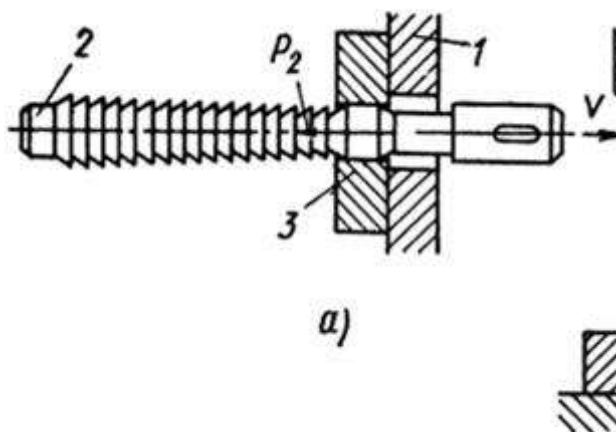


Рисунок 7.4 - Схема работы протяжки

При протягивании заготовка 3 своей торцевой частью опирается на стенку станка 1 и остается неподвижной, протяжка 2 совершает поступательное перемещение, которое является главным движением (рис. 7.4)

Номинальные размеры диаметров передней направляющей части и предварительно подготовленного отверстия одинаковы, а зазор обеспечивается выбором посадок.



Режущая часть  $l_r$  протяжки состоит из обдирочных, переходных и чистовых зубьев, которые, начиная со второго зуба, постепенно увеличивают свой размер с подъемом на зуб:

$$a = \frac{\Delta D}{2},$$

Где  $\Delta D = D_I - D_{I-1}$

Поступательные движения инструмента являются главными движениями, а скорость движения есть скорость резания  $v$  (м/мин).

Геометрические параметры зубьев протяжки и размеры среза показаны на рисунке 7.5.

Размеры зубьев протяжки характеризуются следующими величинами:

$t$  - осевой шаг (измеряется параллельно оси протяжки);

$h_0$  - глубина стружечной канавки;

$g$  - ширина задней поверхности;

$r$  - радиус закругления дна стружечной канавки;

$b$  - ширина зуба (ширина среза);

$\gamma$  и  $\alpha$  - передний и задний углы;

$\varphi_1$  - вспомогательный угол (угол поднутрения) выполняется на зубьях шпоночных и шлицевых протяжек.

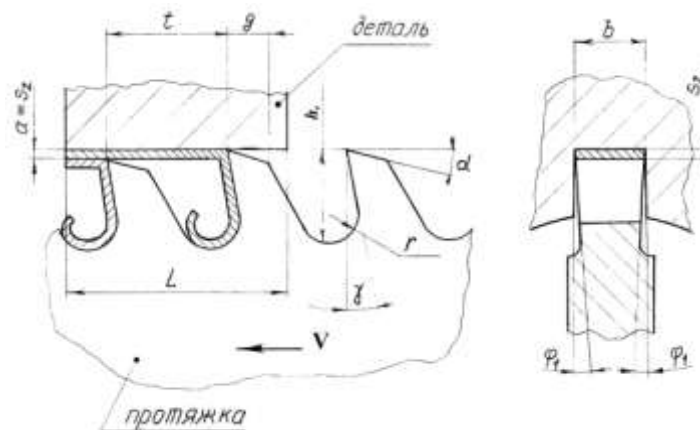


Рисунок 7.5 - Геометрические параметры зубьев шпоночной протяжки и размеры среза при протягивании

Величины углов  $\gamma$  зависят от обрабатываемого материала и типа протяжки и изменяются в пределах  $\gamma = 5...20^\circ$ . Меньшее значение  $\gamma$  следует выбирать для обработки чугуна; для углеродистых и малолегированных сталей принимается

$\gamma = 20^\circ$ . Передний угол  $\gamma$  оказывает влияние на усилие протягивания, шероховатость протянутой поверхности и стойкость протяжки.

У протяжек с односторонним расположением зубьев и свободным направлением в отверстии  $\gamma$  не делают больше  $15^\circ$  во избежание «подхватывания» протяжки обрабатываемым материалом.

Задний угол служит для уменьшения трения задней поверхности зуба о поверхность резания. Задние углы зубьев протяжек обычно составляют  $1-10^\circ$  и зависят от вида зубьев (черновые, чистовые, калибрующие), обрабатываемого материала, типа протяжки.

1. Припуск на диаметр, снимаемый протяжкой определяется по формуле:

$$\delta = D - D_0$$

где  $D$  – окончательный диаметр обрабатываемого отверстия;

$D_0$  – наименьший диаметр предварительного отверстия.

Величину припуска при круглом протягивании выбирают в пределах  $0,4 - 1,6$  мм при черновом протягивании и  $0,2 - 1,0$  мм при чистовом протягивании.

Благоприятные условия для протягивания создает применение в обильном количестве соответствующей смазочно-охлаждающей жидкости. Например, при протягивании деталей из сталей применяют сульфозрезол ( $10-15$  л/мин при внутреннем протягивании,  $30-40$  л/мин при наружном).

2. Сила резания для протяжек с прямыми зубьями определяется по формулам:

для цилиндрических протяжек

$$P_z = c_z s_z^{x_z} \pi D z_i \text{ кГ};$$

для шпоночных протяжек

$$P_z = c_z s_z^{x_z} b z_i \text{ кГ};$$

для многошлицевых протяжек

$$P_z = c_z s_z^{x_z} b n z_i \text{ кГ},$$

где  $D$  - диаметр окончательного отверстия в мм;

$z_i$  - число одновременно работающих зубьев;

$b$  - величина шпоночного паза или шлица в мм;

$n$  - число шлицев в отверстии.

Зубья протяжки изнашиваются как по передним, так и по задним поверхностям. Признаком затупления является увеличение шероховатости обработанной поверхности, соответствующее допускаемому износу зубьев по задним поверхностям:  $h_3 = 0,2$  мм для цилиндрических протяжек,  $h_3 = 0,3$  мм для шлицевых и шпоночных протяжек.

Стойкость протяжек  $T = 120 \div 160$  мин. Скорость резания при протягивании небольшая (1-12 м/мин) и лимитируется требованиями к шероховатости обработанной поверхности. Увеличение скорости резания не дает заметного увеличения производительности, так как вспомогательное время значительно больше машинного.

3. Подачу на зуб  $s_z$  выбирают из таблиц в зависимости от типа протяжки и вида обрабатываемого материала ( $s_z = 0,02 \div 0,2$  мм/зуб).

4. Скорость резания при протягивании определяют по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m s_z^{y_v}} \text{ м/мин,}$$

где  $C_v$  - коэффициент, характеризующий условия обработки;

$T$  - стойкость протяжки в мин;

$m$  и  $y_v$  - показатели степеней.

5. Мощность, необходимая на резание определяют по формуле:

$$N_e = \frac{P_2 v}{75 \cdot 60 \cdot 1,36} \text{ кВт.}$$

Мощность приводного электродвигателя протяжного станка

$$N_{дв} = \frac{N_e}{\eta} \text{ кВт,}$$

где  $\eta$  - к. п. д. станка ( $\eta = 0,75 \div 0,9$ ).

6. Машинное время при работе одной протяжкой:

$$T_m = \frac{L_p k}{1000 v} \text{ мин,}$$

где  $L_p$  - путь протяжки при рабочем ходе в мм\*;

$k$  - коэффициент, учитывающий обратный ход протяжки ( $k = 1,15 \div 1,5$ ; у протяжных станков применяют гидропровод с дифференциальным цилиндром и поэтому скорость обратного хода в несколько раз больше скорости рабочего хода);

$v$  - скорость резания в м/мин.

$L_p = L + l_p + l_k + l$ , где  $L$  - длина протягиваемого отверстия;  $l_p$  - длина режущей части протяжки;  $l_k$  - длина калибрующей части;  $l$  - длина перебегов ( $l = 10 \div 20$  мм).

7. Основное технологическое время:

$$t_0 = \frac{L}{1000 v} k$$

где  $L$  – длина рабочего хода протяжки;

$\kappa$  - коэффициент, учитывающий время обратного хода протяжки ( $\kappa = 1,2-1,5$ ).

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить конструкцию круглых внутренних протяжек
2. Выполнить схему обработки заготовки на протяжных станках

3. Выполнить расчет режимов резания:

а) глубина резания;

б) скорость резания;

в) сила резания

г) мощность

4. Определить машинное время

5. Ответить на вопросы:

Назовите существующие виды протягивания и охарактеризуйте их.

Какие преимущества имеет протягивание по сравнению с другими способами механической обработки?

Чем протягивание отличается от прошивания?

Назовите основные части и геометрические параметры круглой (шпоночной) протяжки.

Сколько рабочих зубьев должна иметь плоская протяжка, если на вертикально-протяжном станке с заготовки срезают припуск величиной 1,6 мм, а подача составляет 0,12 мм/зуб?

### **Ход работы:**

1. Выполнить конспект с необходимыми расчетами
2. Защитить практическую работу

### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 2.8 Шлифование, применяемый инструмент и станки**  
**Практическое работа 9**

**Изучение кинематической схемы и принцип работы круглошлифовального станка  
ЗБ151**

**Цель работы:**

1. Ознакомиться с назначением станка, областью применения и настройкой его на изготовление заданной детали
2. Изучить взаимодействие частей и механизмов станка

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- производить работы на круглошлифовальном станке;
- читать кинематические схемы

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий
2. Атлас «Металлорежущие станки»
3. Условные обозначения элементов кинематических схем.

**Задание:**

1. Изучить назначение, конструкцию и принцип работы круглошлифовального станка.
2. Ответить на вопросы.

## **Краткие теоретические сведения:**

Повышение требований к точности размеров, формы и расположения поверхностей, качеству поверхностных слоев рабочих элементов деталей машин, к надежности и долговечности работы машин и механизмов, вызвало значительное расширение области применения абразивной обработки.

Наиболее распространенным видом абразивной обработки является шлифование, при котором главное движение резания совершает инструмент и оно бывает только вращательным.

Шлифование является одним из производительных методов обработки разнообразных поверхностей, особенно тел вращения, резьбовых, шлицевых, зубчатых и др. В шлифовальной обработке абразивный инструмент оказывает большое влияние на качество обработки и производительность процесса.

Шлифовальные станки современных моделей обеспечивают изготовление деталей с малыми отклонениями формы, размеров, малым параметром шероховатости поверхности и высокой производительностью. Эти станки наряду с другими металлорежущими станками встраиваются в автоматические линии. Выпускают шлифовальные станки и с ЧПУ.

### **Понятие о шлифовании**

Шлифованием называют резание металлов абразивными кругами. Шлифовальный круг пористое тело, состоящее из большого числа абразивных зерен из материалов высокой твердости, скрепленных между собой связкой.

На режущих поверхностях круга зерна расположены беспорядочно на некотором расстоянии друг от друга и выступают на различную высоту. Поэтому все зерна работают неодинаково. Число зерен достигает десятков и сотен тысяч. Круг, вращаясь вокруг своей оси при перемещении заготовки, снимает тонкий слой металла (стружку) вершинами абразивных зерен. Съем стружки огромным числом беспорядочно расположенных зерен

приводит к ее сильному измельчению и большому расходу энергии. Шлифовальные круги различают по виду абразивного материала, зернистости, связке, твердости, структуре (строению), форме и размерам. Шлифованием обрабатывают гладкие и ступенчатые валы, сложные коленчатые валы, шлицевальные валы, кольца и длинные трубы, зубчатые колеса, направляющие станины, плоские поверхности и отверстия корпусных деталей и т. д.

### **Особенности шлифования**

К особенностям шлифования можно отнести высокую скорость резания, размельчение стружки, геометрию режущих зерен шлифовального круга, сильный нагрев шлифуемой поверхности и стружки. Получаемая при обработке поверхность представляет собой совокупность шлифовальных рисок, оставляемых вершинами абразивных зерен круга.

Образование рисок происходит в результате внедрения режущей кромки зерна в обрабатываемую поверхность (рис.1). В первый момент зерно не контактирует с обрабатываемой поверхностью, поэтому резание не происходит и режущая кромка зерна скользит по поверхности, сжимая металл под собой (рис. 1,а). Упругое скольжение вершины зерна сменяется пластическим

оттеснением металла с образованием наплывов (рис. 1,б). Далее давление кромки зерна превосходит силу сцепления между частицами металла и начинается сьем стружки (рис. 1,в).

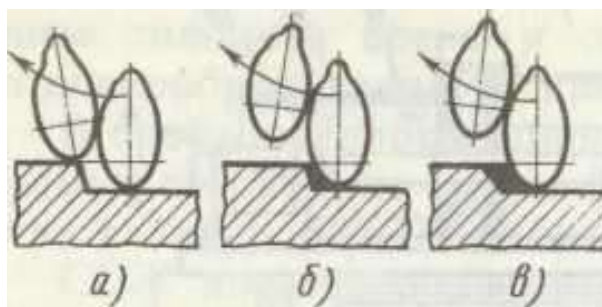


Рисунок 1 - Схема срезания абразивным зерном

Абразивные зерна, как правило, имеют отрицательные углы резания. Снятие стружки зерном осуществляется примерно за  $0,0001—0,0005$  с.

Шлифование сопровождается выделением теплоты в зоне резания. Возникающие в этой зоне значительные кратковременные перегревы часто приводят к появлению прижогов. На шлифуемой поверхности высокая температура сохраняется в течение долей секунды. Температура на поверхности быстро сравнивается со средней температурой массы металла заготовки вследствие его высокой теплопроводности. Из-за быстрого неравномерного нагрева и охлаждения в металле заготовки происходят структурные изменения, часто приводящие к поверхностным трещинам. Часть стружки при шлифовании отлетает от заготовки, а часть располагается в порах круга и вымывается СОЖ, небольшая часть мелкой стружки сгорает.

#### Способы шлифования

Для осуществления шлифования необходимо, чтобы заготовка и шлифовальный круг имели определенные относительные движения, без которых резание невозможно. При шлифовании главным движением резания является вращение инструмента (рис.2), а движения подачи (они могут быть различными) сообщаются заготовке или инструменту. Различают шлифование периферией круга и торцом круга; в первом случае режущей частью является наружная поверхность круга, образующая которой параллельна оси его вращения, а во втором случае торец круга.

В зависимости от расположения и формы обрабатываемой поверхности заготовки 2 шлифование подразделяют на: наружное (рис.2,а,б,в), когда обрабатывается наружная поверхность заготовки; внутреннее (рис.2,г), когда обрабатывается внутренняя поверхность; плоское (рис.2,д,е), когда обрабатывается плоская поверхность; профильное, когда обрабатывается поверхность, образующая которой представляет собой кривую или ломаную

линию

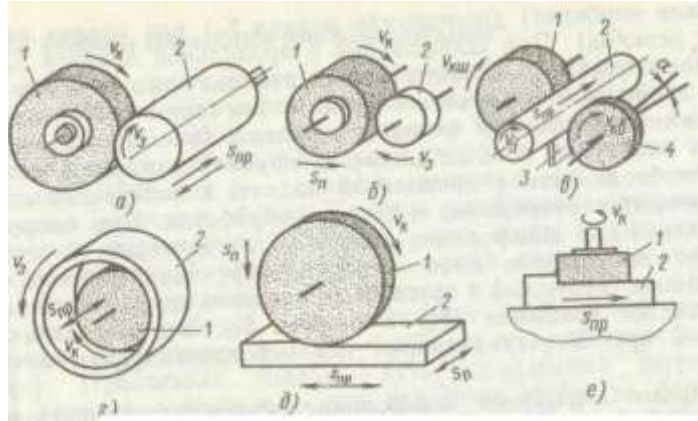


Рисунок 2 - Схемы основных видов шлифования

Шлифование поверхности вращения называют круглым шлифованием, сферической поверхности — сферошлифованием, боковых поверхностей зубьев зубчатых колес — зубошлифованием, боковых сторон и впадин профиля резьбы — резьбошлифованием, шлицевых поверхностей — шлицешлифованием.

Различают также шлифование в центрах (если заготовку крепят в центрах) и в патроне (если заготовку крепят в патроне). В машиностроении наиболее часто применяют круглое (наружное и внутреннее) и плоское шлифование. Плоское шлифование осуществляют периферией (рис. 2, д) и торцом (рис. 2, е) круга.

Скорость резания при шлифовании превосходит скорость резания при лезвийной обработке и составляет 25—35 м/с (обычное шлифование), 35—60 м/с (скоростное шлифование) и свыше 60 м/с (высокоскоростное шлифование). При шлифовании скорость резания значительно превосходит скорость подачи.

Шлифование, предназначенное для удаления с заготовок дефектного слоя, называют обдирочным. Шлифование одной или нескольких поверхностей одной или нескольких заготовок одновременно несколькими кругами называют многокруговым.

Абразивную обработку, при которой инструмент и заготовка совершают вращательное, возвратно-поступательное или другое сложное движение со скоростями одного и того же порядка, называют доводкой. Основными видами доводки являются притирка, хонингование, суперфиниширование.

Абразивную обработку, служащую только для уменьшения шероховатости обрабатываемой поверхности, называют полированием. Шлифование рабочей части лезвийного режущего инструмента называют затачиванием.

#### Абразивные материалы

Абразивные материалы делятся на естественные (алмаз, кварц, корунд, наждак, кремнь, гранит) и искусственные (нормальный электрокорунд, хромистый электрокорунд, титанистый электрокорунд, монокорунд; карбиды кремния, бора; синтетические алмазы и др.). Основными



свойствами абразивных материалов являются твердость, режущая способность, прочность и износостойкость.

Алмаз естественный (А) — разновидность углерода. Его характеризуют наивысшая по сравнению с другими абразивными материалами твердость и хрупкость. Алмазы, непригодные в ювелирном деле, называют техническими и используют для шлифования.

Алмаз синтетический (АС) получают из углеродсодержащих веществ (графит и др.) с добавлением металлических катализаторов (хром, никель, железо, кобальт и др.) под действием высокой температуры и давления. Существует пять марок шлифпорошков изсинтетических алмазов, которые различаются по механическим свойствам, форме и параметрам шероховатости: АСО — зерна с шероховатой поверхностью и пониженной прочностью и хрупкостью, работают с минимальными потреблением энергии и выделением теплоты, обладают хорошими режущими свойствами; АСП — зерна с меньшей хрупкостью и

большей прочностью, хорошо удерживаются в связке; АСВ — зерна, имеющие более гладкую поверхность, меньшую хрупкость и большую твердость; АСК — зерна с меньшей хрупкостью и большей твердостью, чем зерна АСО, АСП, АСВ; АСС — зерна блочной формы, имеют максимальную прочность по сравнению с алмазами других марок и естественными алмазами. Алмазные микропорошки выпускают: с нормальной режущей способностью из естественного алмаза (АМ) и из синтетических алмазов (АСМ); с повышенной режущей способностью из природных (АН) и синтетических (АСН) алмазов.

Электрокорунды получают из бокситов и глинозема. Они состоят из окиси алюминия  $Al_2O_3$  и его примеси. Доля  $Al_2O_3$  в нормальном электрокорунде и монокорунде составляет 93-96%. Нормальный электрокорунд 1А имеет разновидности 12А; 13А; 14А; 16А. Белый электрокорунд 2А имеет разновидности 22А, 23А, 24А, 25А. Легированный электрокорунд 3А имеет разновидности: 32А, 33А, 34А, 37А. Монокорунд 4А имеет разновидности 43А, 44А, 45А.

Карбид кремния — химическое соединение кремния и углерода, полученное при температуре 2100—2200°C и содержащее около 97—99 %  $SiC$ . Обладают высокими твердостью (тверже его только алмаз, эльбор, карбид бора), режущей способностью и теплостойкостью.

Карбид бора (КБ) — химическое соединение  $B_4C$ , обладает высокой режущей способностью, износостойкостью и химической стойкостью.

Кубический нитрид бора (КНБ) — сверхтвердый материал (43,6% бора и 56,4% азота). Обладает почти теми же абразивными свойствами, что и алмаз, и превосходит по износостойкости все известные абразивные материалы. КНБ не теряет режущих свойств при  $t = 1200^\circ C$ . Абразивный материал из КНБ выпускают в виде шлифпорошков: эльбор (Л); кубонит (КО); микропорошки (КМ).

#### Зернистость абразивных материалов

Зернистость абразивных материалов характеризует размеры абразивных зерен (длина, ширина, толщина). Абразивный материал делят на шлифзерна, шлифпорошки, микропорошки и изготавливают следующих зернистостей: шлифзерно (размеры 2000—160мкм) — 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шлифпорошки (размеры 125— 40

мкм) — 12, 10, 8, 6, 5, 4; микропорошки (размеры 63— 14 мкм) — М63, М50, М40, М28, М20, М14; тонкие микропорошки (размеры 10—5 мкм) — М10, М7, М5. Зернистость шлифзерна условно равна 0,1 размера (в мкм) стороны ячейки сита (сетки) в свету, на которой задерживаются при расसेве зерна основной фракции. Зернистость алмазных и эльборовых шлифпорошков обозначают дробью, у которой числитель соответствует размеру (в мкм) стороны верхнего сита, а знаменатель — размеру 1 (в мкм) стороны ячеек нижнего сита для основной фракции (например, 400/250; 400/315; 160/100; 160/125). Процентное содержание основной фракции обозначают индексами В (высокое), П (повышенное), Н (низкое), Д (допустимое).

#### Структура шлифовального круга

Внутреннее строение шлифовального круга - количественное (объемное) соотношение в массе круга и взаимное расположение фаз: абразивной (занимаемой зернами); связующей (занимаемой связкой); газообразной (занимаемой порами). Некоторые инструменты имеют дополнительную фазу, занимаемую наполнителями.

Основой структуры является объемное содержание абразивного зерна в инструменте. Структура обозначается номерами от 0 до 20. Чем меньше зерен в единице объема, тем выше порядковый номер структуры для абразивных инструментов. В порах размещается стружка, которая при выходе шлифовального круга из соприкосновения с заготовкой должна свободно вылетать из пор, так как в противном случае потеряет режущую способность. На рис. 3 показаны различные структуры шлифовальных кругов.

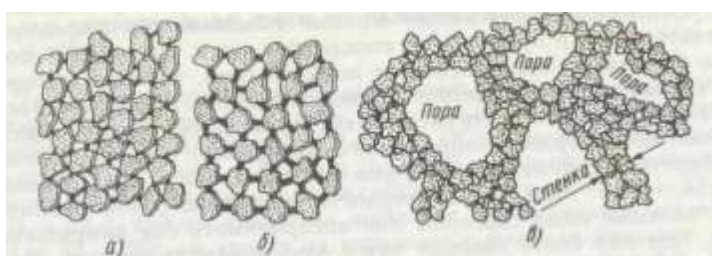


Рисунок 3 - Структуры шлифовальных кругов: а — закрытая, б - открытая, в — высокопористая

Алмазные круги имеют алмазозносное кольцо толщиной 1,5—3 мм, которое закрепляют на корпусе. Материал корпуса — стали, алюминиевые сплавы, пластмассы и др. Алмазный слой состоит из алмазных зерен, связки, наполнителя.

Материал или совокупность материалов, применяемых для закрепления абразивных зерен в абразивном инструменте, называют связкой. Различают органические, минеральные (керамические) и металлические связки. К органическим связкам относятся бакелитовая, вулканитовая, эпоксидная, глифталиевая и др.

В бакелитовой связке (Б) главной составляющей является жидкий или порошкообразный бакелит (искусственная смола). Круги на этой связке, работают на очень высоких скоростях (80 м/с и более), обладают высокой прочностью. При длительном воздействии температуры 250 - 300°C связка выгорает, при температуре 200°C и выше становится хрупкой, что приводит к разрушению кругов. Круги на бакелитовой связке используют главным образом без охлаждения, так как связка разрушается под действием щелочных растворов, содержащихся в СОЖ. Круги на бакелитовой связке можно изготавливать высотой 0,5 мм) и использовать для абразивной прорезки.

Вулканитовая связка (В) состоит в основном из синтетического каучука с различными добавками. Круги обладают большей (чем круги на бакелитовой связке) упругостью и используются для отрезки и прорезки.

Керамические связки (К) являются смесями огнеупорной глины, полевого шпата, кварца, мела, талька и других составляющих. Круги на этой связке имеют наибольшую пористость, поэтому меньше засаливаются, обладают хорошей водоупорностью, работают с СОЖ, легко режут металл. Недостаток — чувствительность к ударным нагрузкам.

Силикатную связку (С) изготавливают из жидкого стекла в смеси с окисью цинка, мелом, глиной и др. Она обладает достаточной прочностью. Круги на этой связке быстро изнашиваются, но работают с малым выделением теплоты. Их обычно применяют без охлаждения.

Металлические связки (М) изготавливают из сплавов меди, олова, цинка, алюминия, никеля и используют в основном для алмазных инструментов.

#### Твердость абразивного инструмента

Твердость абразивного материала это величина, характеризующая свойство материала сопротивляться нарушению сцепления между зернами и связкой при сохранении характеристик в пределах установленных норм. Чем выше твердость абразивного инструмента, тем большие силы способны они воспринимать без выкрашивания. Поэтому более твердые круги изнашиваются меньше. Мягкими абразивными инструментами называют такие, в которых абразивные зерна удерживаются слабо. Твердость абразивных инструментов зернистостью 12—М14 определяют на приборе Роквелла путем вдавливания стального шарика (0 5— 10 мм) в тело инструмента под нагрузкой 981 или 1471 Н. Затем измеряют глубину лунки.

#### Назначение, применение и выбор шлифовальных кругов

Типы и основные размеры шлифовальных кругов стандартизованы. Существует ряд типов и несколько сотен типоразмеров кругов (рис. 5).

Шлифовальные круги изготавливают классов точности АА, А и Б. Для кругов класса точности Б используют шлифовальные материалы с индексами В, П, Н, Д,

характеризующими содержание основной фракции для кругов класса А — только с индексами В, П, Н, для кругов класса АА — только с индексами В и П. Предельные отклонения зависят от номинальных размеров инструмента D, H, d (см. рис. 4). Контроль размеров абразивного инструмента осуществляют универсальным измерительным инструментом, специальными калибрами и шаблонами.

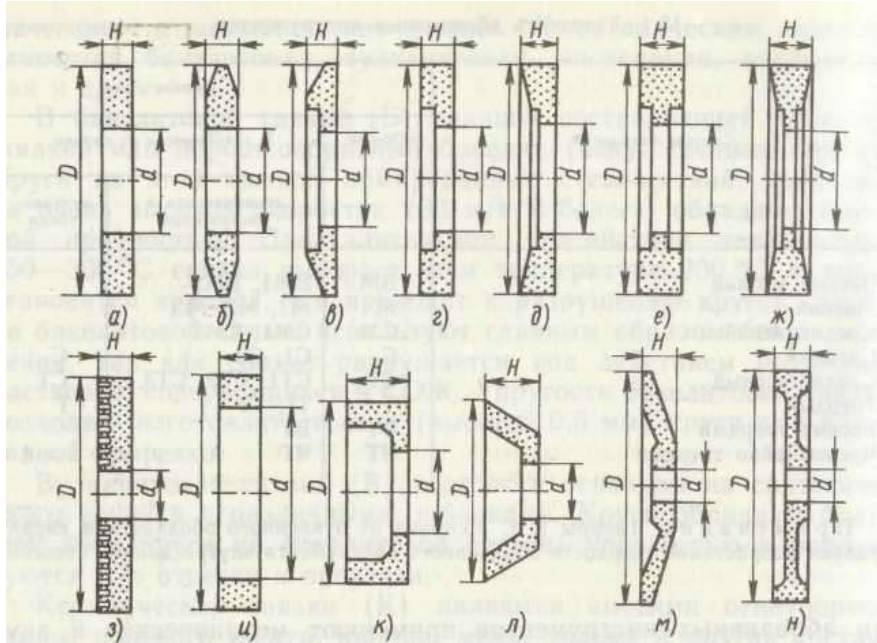


Рисунок 4 - Формы сечений шлифовальных кругов:

а - прямого профиля (ПП), б - с двухсторонним коническим профилем (2П), в - с коническим профилем (ЗП). г — с конической выточкой (ПВК), е — с двухсторонней выточкой (ПВД), ж — с двухсторонней конической выточкой (ПВДК), з - специальный, и - кольцевой (К), к — чашечный цилиндрический (ЧЦ), л—чашечный конический (ЧК), м — тарельчатый (Т), н — с двухсторонней выточкой и ступицей (ПВДС);

$D$  — наружный диаметр,  $H$  — высота,  $d$  - диаметр посадочного отверстия

Крепление шлифовальных кругов на шпинделе станка необходимо выполнять тщательно. Неправильно закрепленный и неуравновешенный круг при работе может разорваться. Круги диаметром меньше 100 мм надевают на шпиндель свободно и крепят фланцами и гайкой (рис. 5, а). Между кругом и фланцами ставят упругие прокладки из резины или кожи для обеспечения равномерного зажима круга. Круги диаметром от 100 до 1000 мм закрепляют на переходных фланцах (рис. 5,б); при этом необходимо, чтобы между кругом и шейкой фланца был зазор 0,1—0,3 мм. Фланцы 2 скрепляют винтами. По торцам круга устанавливают картонные прокладки. В кольцевом пазу 4 располагают балансировочные грузы

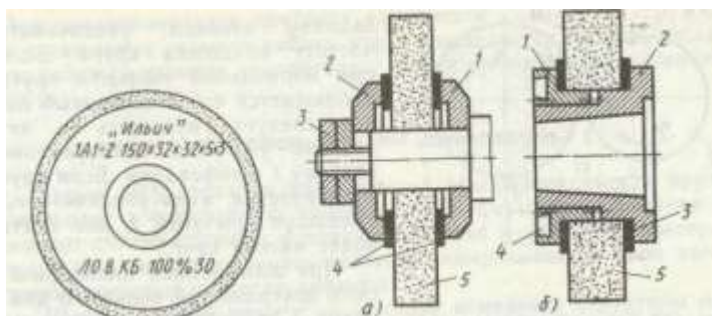


Рисунок 5 - Схемы крепления шлифовальных кругов:

а — фланцами; 1, 2 — фланцы, 3 — гайки, 4 — прокладки, 5 — круг;

б — на переходных фланцах; 4 — кольцевой паз, 3 — прокладки

Режимы обработки при шлифовании

Элементами режима круглого наружного шлифования являются следующие.

1. Окружная скорость, м/с, шлифовального круга:

где  $D$  -- диаметр круга, мм;

$n$  -- частота вращения круга, об/мин.

2. Окружная скорость, м/мин, заготовки:

где  $d$  -- диаметр заготовки, мм;

$n_3$  -- частота вращения заготовки, об/мин.

3. Глубина шлифования (резания) -- поперечное перемещение шлифовального круга перпендикулярно к обработанной поверхности за время одного продольного хода (глубина резания, т. е. толщина слоя металла, снимаемого за один рабочий ход, составляет 0,005-- 0,015 мм при чистовом шлифовании и 0,01--0,025 мм при черновом шлифовании).

4. Продольная подача -- путь, пройденный заготовкой (или кругом) параллельно оси вращения круга за одну минуту (мм/мин) или за один оборот шлифуемой заготовки (мм/об).

Силы резания и мощность при шлифовании

При шлифовании одно зерно круга снимает небольшой слой металла. Однако в работе одновременно участвует большое число зерен, поэтому суммарная сила резания значительна. Эта сила (рис. 6) раскладывается на три составляющие:  $P_x$  — сила, направленная вдоль оси шлифовального круга 1 (сила подачи) и необходимая для продольной подачи круга или заготовки 2;  $P_y$  — сила, направленная по радиусу шлифовального круга и стремящаяся оттолкнуть круг от заготовки (в значительной степени влияет на точность обработки);  $P_z$  — сила, направленная по касательной к кругу (по этой силе определяют мощность электродвигателя, необходимую для шлифования).

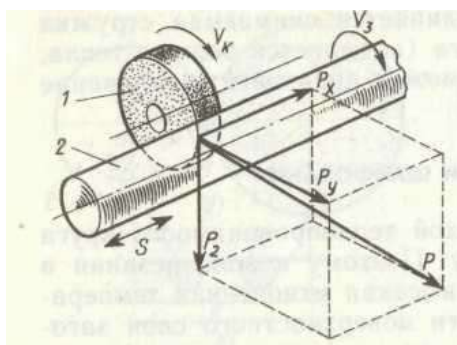


Рисунок 6 - Схема сил резания при шлифовании

Силу  $P_z$  резания определяют по эмпирическим формулам, приведенным в справочниках.

Сила  $P_y = (1...3)P_z$ ;  $P_x = (0,1...0,2)P_z$ .

Мощность (в кВт) электродвигателя, необходимая для вращения шлифовального круга:

$$N = \frac{P_z \cdot V_k}{102 \cdot \eta}$$

$V_k$  - окружная скорость круга, м/с;

$\eta$  — КПД механизма главного движения.

Мощность электродвигателя, необходимая для вращения шлифуемой заготовки, значительно меньше  $N_z$ .

Режущая способность шлифовального круга,

где  $Q_m$  — объем металла, снимаемого в единицу времени

#### Выбор режимов резания при шлифовании

Режимы резания при шлифовании подбирают так, чтобы обеспечить высокую производительность и заданную шероховатость обрабатываемой поверхности при наименьшей себестоимости. Скорость круга выбирают максимально допустимой, так как при этом увеличивается производительность и уменьшается шероховатость шлифуемой поверхности. Прочность кругов прямого профиля выше, чем прочность кругов фасонного профиля (поэтому допустимую частоту вращения последних принимают меньшей). При ручной подаче  $V_k$  принимают меньше, чем при механической подаче, поскольку последняя более равномерна. С увеличением скорости  $V_3$  уменьшаются время контакта круга с обрабатываемой поверхностью и температура нагрева заготовки. Однако появляется опасность возникновения вибраций. Нижний предел  $V_3$  должен ограничивать появление прижогов, а верхний -- исключать вибрации. Глубина  $t$  шлифования должна быть не более 0,05 поперечного размера зерна. При большей  $t$  поры круга быстро заполняются стружкой и круг засаливается. При обдирочном шлифовании  $t$  больше, чем при чистовом. При шлифовании нежестких заготовок, а также заготовок из твердых металлов  $t$  также уменьшают. Продольную подачу  $S_{пр}$  принимают для обдирочного шлифования 0,4-0,85, а для чистового 0,2-0,4 высоты круга за один оборот заготовки. При увеличении продольной подачи растет производительность, но увеличивается шероховатость поверхности. Значения  $V_k$ ,  $V_3$ ,  $t$ ,  $S_{пр}$  для определенных видов шлифования и материалов обрабатываемых заготовок выбирают по нормативам, приводимым в справочниках.

#### Использование СОЖ при шлифовании

В целях отвода из зоны резания выделяющейся теплоты, уменьшения трения и удаления абразива и стружки при шлифовании применяют СОЖ — эмульсии и масла. Чем больше площадь соприкосновения шлифовального круга с заготовкой и тверже ее материал, тем больше количество

СОЖ необходимо подавать в зону резания. Подачу СОЖ следует осуществлять равномерно по высоте шлифовального круга (5—8 л на каждые 10 мм высоты круга).

Подачу свободнопадающей струей (рис. 7, а) применяют в основном на универсальных круглошлифовальных станках в единичном и мелкосерийном производстве при шлифовании заготовок из материалов, отличающихся хорошей шлифуемостью (например, закаленных углеродистых сталей). СОЖ подается в зону резания через сопло с щелевым или круговым отверстием.

СОЖ, обладающую хорошими смазывающими свойствами, подают в зону резания через поры шлифовального круга (рис. 7, б). СОЖ, подведенная к осевому отверстию круга, под действием центробежных сил протекает через поры круга на его периферию. Подачу производят только при вращающемся круге, после чего через 2—5 мин начинают шлифование (за это время происходит равномерное заполнение круга жидкостью). Подачу СОЖ прекращают за несколько минут до выключения станка. Этот способ неприемлем для кругов на бакелитовой и вулканитовой связке, не имеющих сквозных пор.

Подачу СОЖ струйно-напорным способом осуществляют через одно или несколько сопел (рис. 7, в). СОЖ, подаваемая под давлением на рабочую поверхность круга вне зоны резания, очищает поры и абразивные зерна от стружки и отходов шлифования.

Подача СОЖ контактным способом (рис. 7, г) заключается в том, что одновременно с поливом зоны резания свободно падающей струей на обрабатываемую поверхность наносят (вне зоны резания) тонкий слой активного смазочного материала.

Подача СОЖ гидроаэродинамическим способом (рис. 7, д) заключается в использовании воздушных потоков, создаваемых кругом, для повышения скорости движения потоков жидкости относительно рабочей поверхности круга и шлифуемой поверхности. Этот способ особенно эффективен при скоростном и обдирочном шлифовании.

Шлифование в среде СОЖ (рис. 7, е) применяют в основном при ленточном и плоском шлифовании.

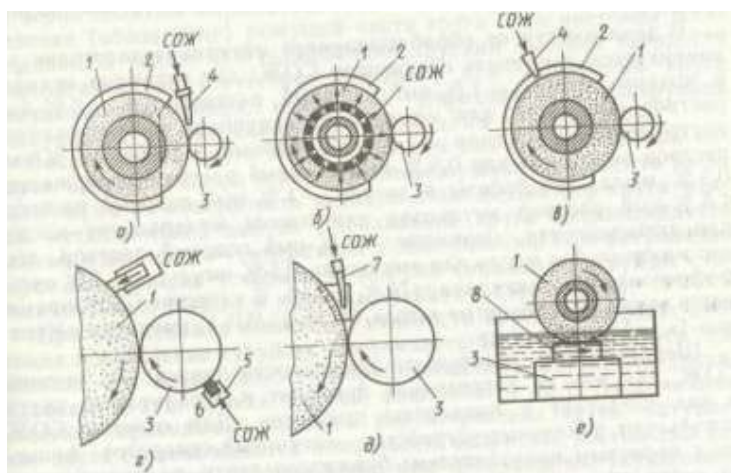


Рисунок 7 - Схемы подачи СОЖ при шлифовании:

1 — шлифовальный круг, 2 — кожух, 3 — заготовка, 4 — сопло, 5 — держатель, пористый элемент, 7 — насадка, 8—резервуар

ЗБ151 станок круглошлифовальный с горизонтальным шпинделем универсальный полуавтомат.

Станки предназначены для наружного шлифования цилиндрических изделий ипологих конусов.

На станках моделей ЗА151, имеющих гидравлический механизм врезания, можно выполнять следующие виды обработки:

продольное и врезное шлифование при ручном управлении;

продольное шлифование с автоматической поперечной подачей, осуществляющейсяпри реверсе стола;

врезное шлифование до упора при полуавтоматическом цикле работы.

На станках этих моделей предусмотрена возможность установки приборов активного контроля, которые поставляются с ними по особому заказу и за отдельную плату. Станки модели ЗА151 (рис.8) рассчитаны главным образом на работу в условиях серийного и массового производств, но могут также использоваться в единичном производстве.

Станки мод. ЗБ151 не имеют гидравлического механизма врезания. Они предназначены в основном для выполнения продольного шлифования и снабжены механизмом автоматической поперечной подачи, осуществляющейся при реверсе стола. На них можно выполнять также врезное и продольное шлифование при ручной поперечной подаче.

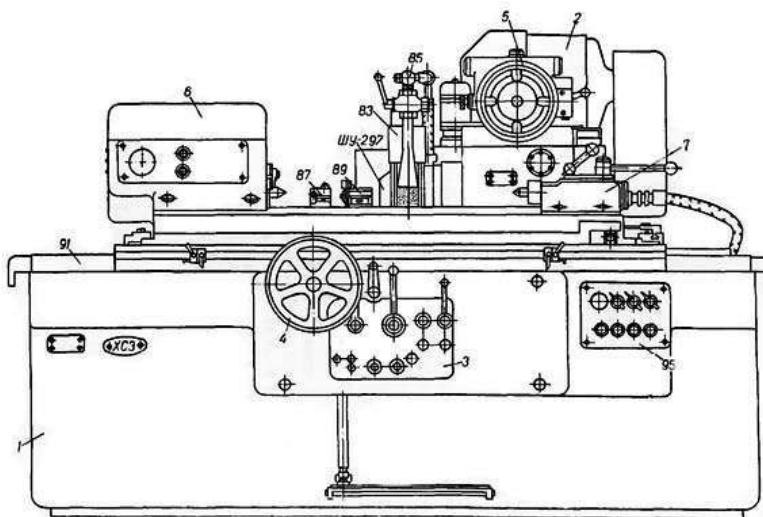


Рисунок 8 - Основные узлы круглошлифовального станка:

1- станина станка, 2- шлифовальная бабка, 3- гидравлическое управление механизм ручного перемещения стола, 4- механизм поперечной подачи, 5-передняя бабка, 6- задняя бабка, 7- маслопровод.



Кинематическая схема станка представлена на рисунке 9.

Обеспечение жестких допусков на геометрическую точность шлифуемых поверхностей требует решения комплекса проблем.

Постоянство положения оси вращения заготовки обеспечивают повышением точности формы центров, круглость которых должна быть не более 1 – 2 мкм. Для этого применяют центра с твердыми вставками.

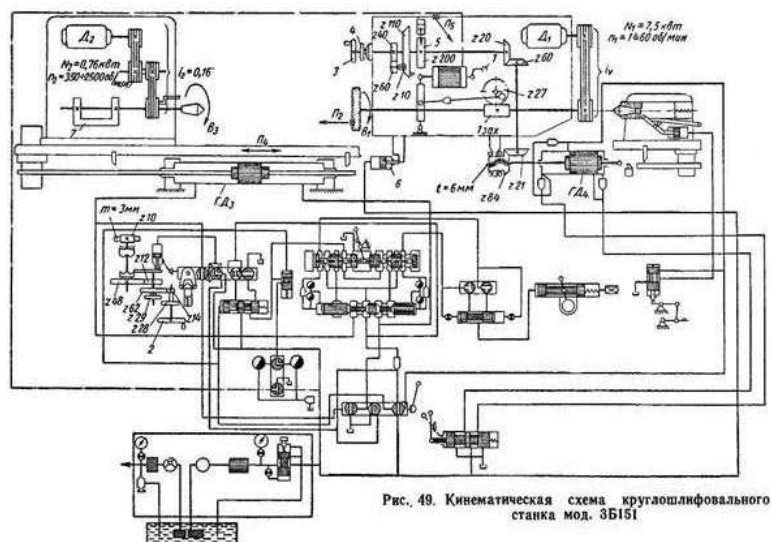


Рисунок 9 - Кинематическая схема станка

На станках с вращающимся шпинделем в передней бабке в качестве опор шпинделя применяют гидростатические подшипники позволяющие снижать влияние отклонения от круглости подшипниковых шеек шпинделя на круглость шлифуемой поверхности и длительное время сохранять требуемую точность вращения.

Для обеспечения параллельности оси вращения изделия ходу стола применяют следующие конструктивные решения:

повышают плавность поворота верхнего стола применением воздушной или гидравлической разгрузки, что позволяет снизить погрешность установки оси вращения заготовки параллельно продольному ходу стола;

применяют измерительные устройства для контроля параллельности оси вращения детали продольному ходу стола;

пиноль задней бабки монтируют с предварительным натягом, используя шариковые и роликовые направляющие;

применяют измерительно-управляющие устройства, которые следят за измерением шлифуемой поверхности и при необходимости выдают команды на исполнительные механизмы, обеспечивающие автоматическую коррекцию оси вращения заготовки;

выносят источники теплоты за пределы базовых узлов станка(гидростанции, установки СОЖ), установки смазки), вводят устройства для автоматического снижения температуры нагрева масла, СОЖ и ее стабилизации;

повышают суммарную статическую жесткость станка;

постоянство положения оси вращения шлифовального круга обеспечивают применением гидродинамических гидро- и пневмостатических подшипников;

повышают точность изготовления подшипниковых шеек шпинделя, круглость которых в зависимости от класса точности станка не превышает 0,3 – 1 мкм.

Стабильность указанных величин достигается применением на шлифовальной бабке роликовых направляющих качения в том числе с предварительным натягом, винтовой пары качения в последнем звене кинематической цепи подач, что исключает неблагоприятное влияние трения скольжения. В качестве привода механизма поперечных подач на прецизионных круглошлифовальных станках применяют шаговый электродвигатель, ротор которого дискретно поворачивается на малые углы ( $1,5^\circ$ ), что позволяет получать малые величины врезных подач, а кинематическая цепь становится короткой и жесткой. Колебания шлифовальной бабки относительно оси центров снижают путем тщательной балансировки круга вне станка с помощью грузиков, а затем после его установки на станок и правки, окончательной балансировки на станке специальными балансировочными механизмами.

Автоматическое управление режимами шлифования позволяет обеспечить стабильное качество шлифуемых поверхностей.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с краткой технической характеристикой, назначением и областью применения станка.
2. Ознакомиться с гидравлической схемой станка, циклом работы, механизмами, назначением рукояток управления.
3. Ответить на вопросы.  
В чем конструктивные особенности круглошлифовальных станков.  
Как устроен круглошлифовальный станок?  
  
Как осуществляется выбор шлифовальных кругов? Как работает кинематическая схема станка?

### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл. За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## **Практическое работа 10**

### **Изучение кинематической схемы и принцип работы плоскошлифовального станка модели ЗБ722**

#### **Цель работы:**

1. Ознакомиться с назначением станка, областью применения и настройкой его на изготовление заданной детали
2. Изучить взаимодействие частей и механизмов станка

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- производить работы на плоскошлифовальном станке;
- читать кинематические схемы

#### **Материальное обеспечение:**

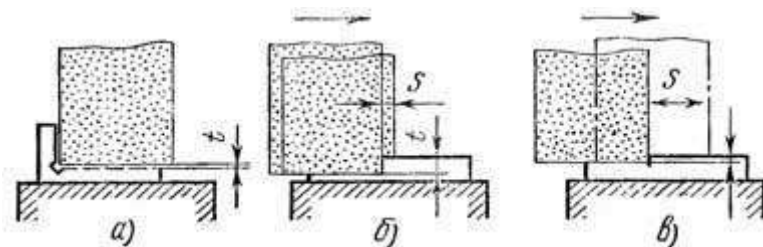
1. Методические указания по выполнению практических занятий
2. Атлас «Металлорежущие станки»
3. Условные обозначения элементов кинематических схем.

#### **Задание:**

1. Изучить назначение, конструкцию и принцип работы плоскошлифовального

- станка.  
2. Ответить на вопросы.

### Краткие теоретические сведения:



1. Способы и особенности плоского шлифования (рисунок 1).

Рисунок 1 - Способы шлифования периферией круга: а — врезанием, б — глубинным методом, в — с малой подачей на глубину и большой поперечной подачей,  $t$  — подача на глубину,  $s$  — продольная подача

В зависимости от поверхности круга, осуществляющей обработку, различают шлифование периферией круга и торцом круга. Рассмотрим основные способы шлифования периферией круга.

Шлифование врезанием применяется при обработке деталей, ширина которых меньше высоты или когда шлифуемая плоскость ограничена буртами. Шлифование производится без поперечной подачи. Подачу на глубину осуществляют при выходе круга за пределы детали с одной или двух сторон во время реверсирования стола (рис. 1, а). При этом способе шлифования происходит большой износ круга, что требует частых правок. Высокая точность обработки при этом не обеспечивается.

Глубинное шлифование — процесс, при котором за один ход стола при очень малой скорости продольной подачи снимается полный припуск. При этом шлифовальный круг подается сразу на всю глубину (рис. 1, б). При этом способе можно применять как попутное, так и встречное шлифование, съем стружки происходит лишь в одном направлении перемещения стола, реверс стола осуществляется при увеличенной скорости. Так как основная тяжесть съема припуска падает на абразивные зерна, расположенные около торца круга, происходит довольно значительный износ его, поэтому рекомендуется оставлять припуск 0,01—0,02 мм и снимать его с применением поперечной подачи после правки круга.

Шлифование с прерывистой поперечной подачей позволяет качественно обработать даже большие поверхности. Величина поперечной подачи зависит от высоты шлифовального круга и никогда не должна быть больше. В крайних положениях в поперечном направлении круг должен выступать за кромку детали на половину его высоты. В продольном направлении должна быть обеспечена возможность выхода круга за пределы обоих концов детали на 50—60 мм. Подача на глубину осуществляется обычно вместе с реверсированием в поперечном направлении. При этом способе шлифования особенно при обработке больших поверхностей, на последних ходах следует

выбирать очень маленькую величину подачи на глубину, чтобы уменьшить неточность, создаваемую кругом вследствие его износа (рис. 1, в).

Шлифование с непрерывной поперечной подачей. Поперечная подача осуществляется непрерывно, величина ее за каждый ход стола не должна превышать половины высоты круга. По сравнению с предыдущим способом, последний обеспечивает возможность получения более высокой точности обработки.

При всех способах шлифования периферией круга дуга контакта круга с деталью значительно меньше по сравнению со шлифованием торцом круга. Следствием этого являются сравнительно небольшие усилия резания и незначительное выделение тепла, поэтому периферией круга шлифуют детали, закаленные до высокой твердости, обладающие невысокой жесткостью, с высокими требованиями к точности. Производительность обработки при шлифовании периферией круга ниже по сравнению со шлифованием торцом круга.



*3Б722 станок плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем  
универсальный*

Плоскошлифовальный станок модели 3Б722 - станок общего назначения с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем, предназначен для шлифования плоскостей различных деталей периферией круга. Станина имеет продольные направляющие, по которым возвратно поступательно движется рабочий стол. По вертикальным направляющим стойки перемещается шлифовальная бабка со шлифовальным кругом.

Главное движение в станке — вращение шлифовального круга; продольная подача — прямолинейное возвратно-поступательное движение стола с заготовкой. Поперечная и вертикальная подачи сообщаются шлифовальной бабке с шлифовальным кругом.

Шлифовальный круг крепится на конце шпинделя шлифовальной бабки. Обрабатываемую деталь устанавливают на столе станка. В процессе работы стол получает прямолинейное возвратно-

поступательное движение, а шлифовальный круг — вращательное. Если ширина обрабатываемой детали больше ширины круга, то шлифовальной бабке сообщается периодическая поперечная подача после каждого одинарного или двойного хода стола. Шпиндельной бабке с кругом сообщается также вертикальная подача для снятия необходимого припуска.

Станок 3Б722, продольношлифовальный с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем, предназначен для шлифования плоскостей различных деталей периферией круга как в индивидуальном, так и в крупносерийном производстве.

Шлифуемые детали, в зависимости от материала, формы и размеров, могут закрепляться или на электромагнитной плите, или непосредственно на рабочей поверхности стола, или в специальных приспособлениях.

Конструктивная особенность станка - поперечная подача шлифовального круга обеспечивается перемещением стойки со шлифовальной бабкой по горизонтальным направляющим станины стойки. Шлифовальная бабка перемещается только в вертикальном направлении и имеет постоянный вылет относительно стойки.

Применение в станке винтовых пар качения, системы цифровой индикации вертикальных перемещений шлифовальной бабки, высокоточных подшипников в шпиндельном узле и ряда других конструктивных решений позволило повысить точность, долговечность и производительность станка по сравнению с аналогичными серийно выпускаемыми станками.

Корректированный уровень звуковой мощности  $L_{pA}$  не должен превышать 99 дБА.

Кинематика станка обеспечивает:

перемещение стола (стол - крестовой суппорт-станина)

возвратно-поступательное продольное перемещение: стол - крестовой

суппорт поперечное перемещение: крестовой суппорт-станина

автоматическую вертикальную и поперечную

подачу автоматический реверс суппорта

Жесткая конструкция станины гарантирует высокоточное шлифование.

Конструкция сборочных единиц станка, в т.ч шпиндельного узла, позволяет выбирать различные режимы шлифования с сочетанием различных подач и скоростей стола, обеспечивает шлифование деталей с заданной точностью и шероховатостью.

Расположение органов управления шлифовального станка

3Б722 Кожухи - 3Б722-80

Каретка - 3Б722-35

Шлифовальная бабка -

3Б722-30

Электрооборудование -

3Б722-90а Стол - 3Б722-20

Станина - 3Б722-10

Панель управления гидрокоробки подач - 3Б722-41  
Гидрокоробка подач шлифовальной бабки - 3Б722-54  
Панель управления стола - 3Б722-40

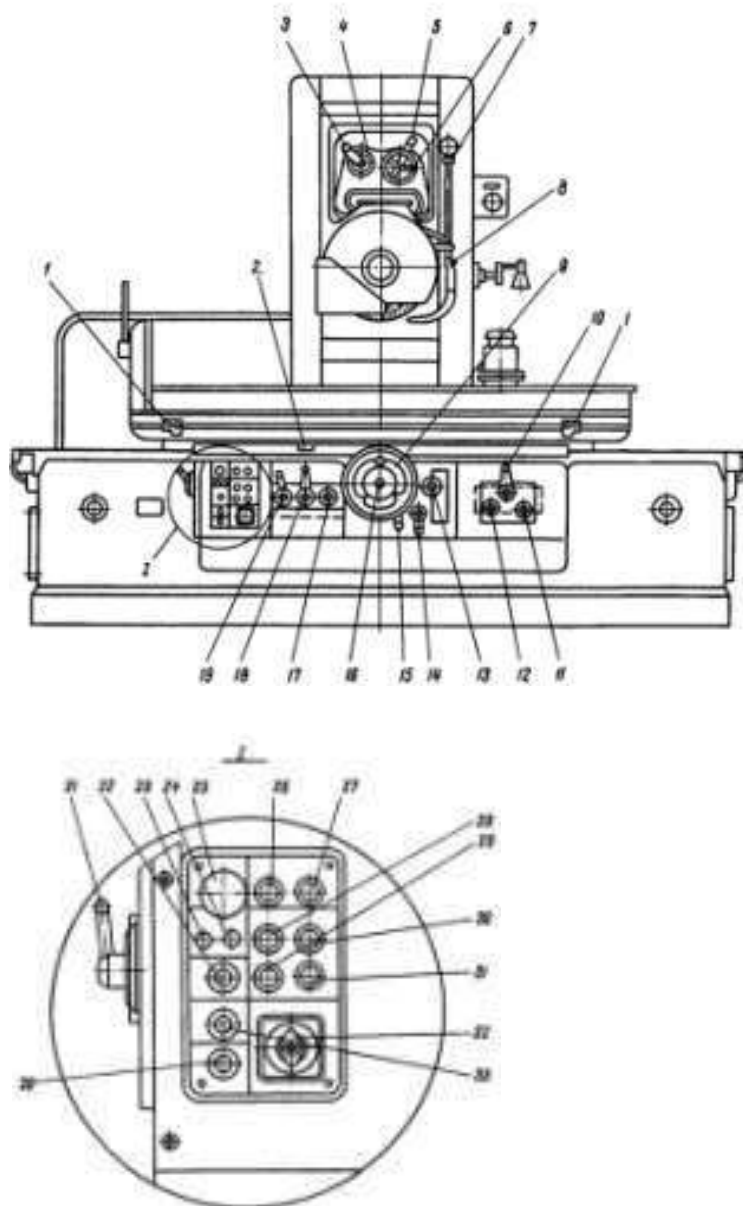


Рис. 4. Различные варианты управления

Гидрокоробка реверса стола - НГ-52  
Пульт управления - 3Б722-91

Трубопровод электрооборудования - 3Б722-92  
Кран манометра - 3Б722-48

Гидрокоробка сказки направляющих стола - НГ-60  
Золотник подачи реверсивный - 3Б722-59а  
Установка смазки шпинделя - 3Б722-57а  
Сильфонное реле - НГ-65В

Механизм ускоренного перемещения - 3Б722-376  
Охлаждение - 3Б722-75

Плита электромагнитная на напряжение 110, ГОСТ 3860-56 ЭП-32Г  
Магнитный сепаратор - СМ-ЗМА

Принадлежности - ЗБ722-85

Цилиндр стола - ЗБ722-50

Насосная установка -

ЗБ722-56Трубопровод -

ЗБ722-51 Колонка -

ЗБ722-15

Гидрокоробка реверса шлифовальной бабки -

ЗБ722-53Узел конечных выключателей - ЗБ722-46Б

Редуктор каретки - ЗБ722-26

Цилиндр шлифовальной бабки -

ЗБ722-52Редуктор колонки - ЗБ722-

27

Опора привода винта - ЗБ722-28

Механизм вертикальной подачи -

ЗБ722-36Плунжер механизма подач -

ЗБ722-55

Цепь вертикальной подачи шлифовальной бабки

Ручная подача. Движение от маховика 35 передается через шестерни 23, 22, муфту 21, коническую пару шестерен 20, 19 на гайку 18, связанную с ходовым винтом IX..

Так как гайка зафиксирована от вертикального перемещения, то при ее вращении винт IX будет перемещаться в осевом направлении и передвигать каретку со шлифовальной бабкой.

Автоматическая подача. В момент реверса шлифовальной бабки масло подается в ту или иную полость цилиндра механизма подачи 46 и перемещает плунжер-рейку 47. Последняя через шестерню 48 вращает кривошип 45, который через шатун 44 поворачивает на угол 40-50° рычаг 43 с сидящей на нем собачкой 37.

Собачка поворачивает храповик 25, соединенный с маховиком 35. Далее движение передается по описанной выше цепи к винту.

Регулирование величины автоматической подачи осуществляется поворотом перекрышки 24, в результате чего собачка 37 может поворачивать храповик 25 на всем пути своего движения или на части его. Изменение положения перекрышки 24 осуществляется от рукоятки 30 через шестерни 28, 27, 29, 26 и зубчатый сектор, нарезанный на перекрышке 24.



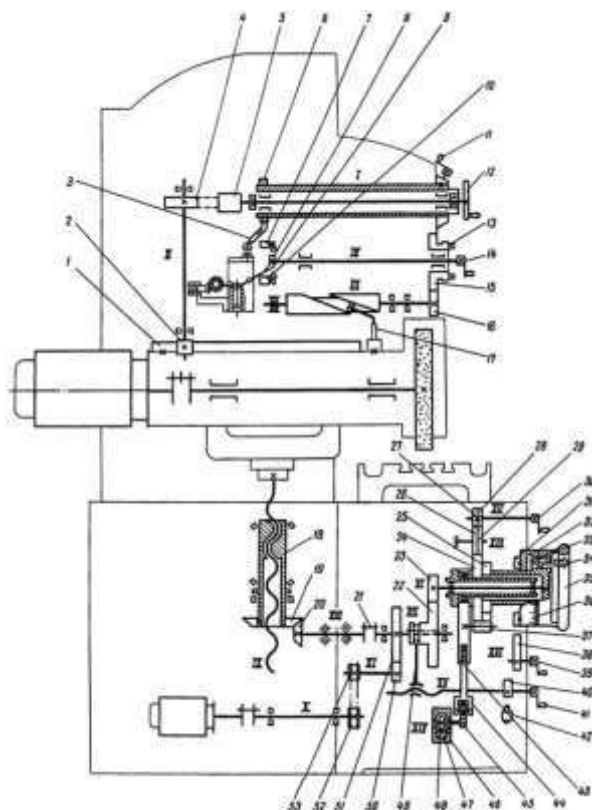


Рисунок 3 - Кинематическая схема плоскошлифовального станка 3Б722

Для автоматического прекращения подачи после снятия установленного припуска служит сектор 31, 88 крепленный на лимбе 36. При этом он входит в зону качения собачки 37, которая начинает скользить по нему, не задевая зубьев храповика 25.

При работе вручную до "жесткого упора" рукояткой 39 подводится жесткий упор 38, в который упирается в конце хода упор, закрепленный на лимбе 32. Лимб связан с маховиком 35 посредством зубчатого фиксатора 33, включение которого производится нажатием кнопки 34.

Ускоренное перемещение. Ускоренное установочное перемещение подготавливается поворотом рукояти 41. При этом при помощи винтовой канавки на валу рычагом 49 шестерня 22 выводится из зацепления с шестерней 23 и маховиком 35 отключается от цепи подачи. Одновременно кулачок 40 нажимает на конечный выключатель 42, который разблокирует кнопчную станцию пуска электродвигателя механизма ускоренного перемещения.

При включении электродвигателя движение от вала электродвигателя передается бесшумной цепью через звездочки 52, 53, шестерни 50, 51 на винт IX по рассмотренной ранее цепи.

При этом шлифовальная бабка перемещается вверх или вниз. Цепь поперечной подачи шлифовальной бабки

Ручная подача. От маховика 12 через червячную передачу (червяк 5 - шестерня 4) вращение передается реечной шестерне 2, которая находится в зацеплении с рейкой I, укрепленной на шлифовальной бабке.

Для того, чтобы при гидравлическом перемещении шлифовальной бабки от цилиндра не произошла поломка передачи, червяк 5 выводится из зацепления с шестерней 4 путем поворота рукоятки II. При этом эксцентриковая гильза кулачком 6 и рычагом 3 осуществляет блокировку, исключая перемещение шлифовальной бабки от гидроцилиндра привключенном червяке.

Автоматическая подача. При поперечном перемещении шлифовальной бабки от гидроцилиндра палец 17, укрепленный на корпусе бабки, скользит по спиральному пазу вала III, заставляя его вращаться. Далее через шестерни 16 и 15 приводится во вращение диск с переставляемыми упорами 13. Диск с упорами при максимальном поперечном проходе шлифовальной бабки делает почти полный оборот, и упоры, воздействуя на реверсивную рукоятку 14, поворачивают ее вместе с валиком и сидящим на нем рычагом 9. Рычаг одним из своих пальцев воздействует (при реверсе шлифовальной бабки) поочередно на конечные выключатели 7 и 10, которые дают команду на вертикальную автоматическую подачу, а другим пальцем переключает рычаг 8, связанный с реверсивным золотником гидрокоробки реверса шлифовальной бабки. Рукояткой 14 можно произвести также и ручной реверс шлифовальной бабки.

Привод шлифовальной бабки. Шпиндель шлифовального круга получает вращательное движение через муфту от фланцевого электродвигателя мощностью 10 кВт при 1460 оборотов в минуту.

Схема гидравлическая плоскошлифовального станка 3Б722 (рис.4).

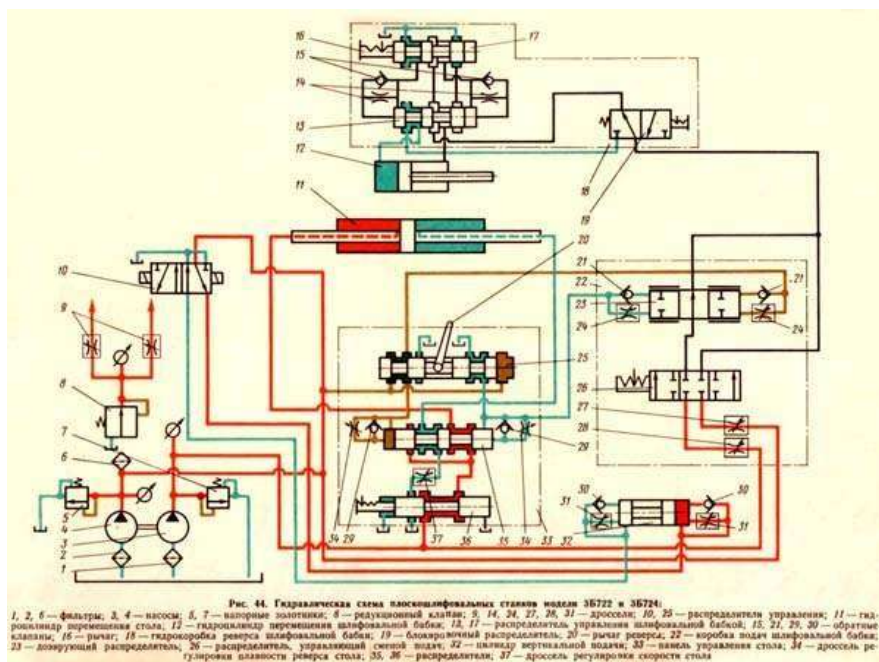


Рисунок 4 - Схема гидравлическая плоскошлифовального станка 3Б722

Гидропривод станка имеет три основные системы:

высокого давления (рабочую систему)

низкого давления (систему управления)

смазывание подшипников шлифовальной бабки

Передвижение и реверс стола. Масло из бака через фильтр 1 подается насосом 3 через напорный золотник 7 к распределителю 36.

При правом положении золотника распределителя 36 масло поступает в левую полость цилиндра 11, прикрепленного к столу. Стол движется влево. Масло, вытесняемое из правой полости цилиндра 11, через распределитель «95 и дроссель 37 сливается в бак. Дроссель 37 служит для регулировки скорости стола. При движении стола влево упор при помощи рычага 20 перемещает золотник распределителя 25. При этом масло от насоса 4 через напорный золотник 5, распределитель 25, обратный клапан 29 поступит под правый торец золотника распределителя 35 и переместит его в крайнее левое положение. Масло из-под левого торца золотника 35 вытесняется через дроссель 34 распределителя 25 в бак. Дроссель 34 служит для регулировки плавности реверса стола.

Как только золотник распределителя 35 переместится в крайнее левое положение, масло начнет поступать в правую полость цилиндра 11. Стол будет перемещаться вправо до тех пор, пока упор не передвинет золотник распределителя 25, после чего цикл повторится.

Поперечные подачи и реверс шлифовальной бабки. Золотник распределителя 26 может занимать одно из трех положений (см. рис. 44): крайнее правое соответствует прерывистой подаче, крайнее левое — непрерывной подаче и среднее — отсутствию подачи. Золотник распределителя 13 может занимать одно из двух крайних положений: правое, соответствующее перемещению шлифовальной бабки гидравлическим приводом, и левое, соответствующее перемещению шлифовальной бабки вручную.

Непрерывная подача шлифовальной бабки. Масло от насоса 4 через напорный золотник 5, дроссель 27, распределители 26 и 19 поступает в распределитель 13. Если золотник распределителя 13 находится в левом положении, то масло поступает в штоковую полость цилиндра 12 и шлифовальная бабка движется влево. Из поршневой полости цилиндра 12 масло через распределители 13 и 17 сливается в бак.

При перемещении рычагом 16 золотника распределителя 17 вправо масло от насоса 4 через распределители 26, 19, 13, 17 и обратный клапан 15 попадает под левый торец золотника распределителя 13 и перемещает его в правое положение, направляя поток масла в поршневую полость цилиндра 12. Шлифовальная бабка движется вправо. Из штоковой полости цилиндра 12 масло через распределители 13 и 17 сливается в бак. Дроссели 14 регулируют скорость перемещения золотника распределителя 13.

Прерывистая поперечная подача шлифовальной бабки происходит при каждом реверсе стола, т. е. при каждом перемещении золотника распределителя 25. От насоса 4 через распределитель 25 и обратный клапан 21 масло поступает в правую полость дозирующего распределителя 3. Из левой полости дозирующего распределителя 23 через дроссель 24 распределителя 25 масло сливается в бак. Во время перемещения дозатора из одного крайнего положения в другое часть масла от насоса 3 через напорный золотник 7, дроссель 28, распределитель 26, дозатор 23 поступает в распределитель 19 и далее идет так же, как в случае непрерывной подачи.

Вертикальная прерывистая подача шлифовальной бабки. При реверсе поперечной подачи шлифовальной бабки рычаг 16 через конечные выключатели включает один из электромагнитов распределителя 10, перемещая его золотник в одно из крайних положений. Если золотник распределителя 10 находится в левом положении, то масло от насоса через напорный золотник 5 и обратный клапан 30 попадает в цилиндр 32 вертикальной подачи — происходит вертикальная подача шлифовальной бабки. Из левой полости цилиндра 32 масло через дроссель 31 и распределитель 10 сливается в бак.

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой технической характеристикой, назначением и областью применения станка.
2. Ознакомиться с гидравлической схемой станка, циклом работы, механизмами, назначением рукояток управления.
3. Ответить на вопросы.  
 В чем конструктивные особенности плоскошлифовальных станков.  
 Как устроен плоскошлифовальный станок?  
 Как работает кинематическая схема станка?

### Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл. За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Практическая работа 11

### Решение задач на определение режимов резания для процесса шлифования

**Цель:** формирование умений решения задач на определение режимов резания для процесса шлифования

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- решать задачи на определение режимов резания для процесса шлифования

**Задание:**

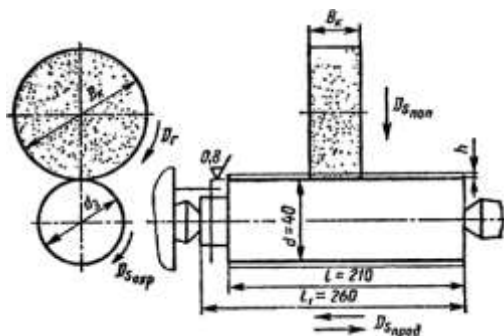
1 На кругло – шлифовальном станке 3М131 методом продольной подачи на проход шлифуется участок вала диаметром  $d = h6(-0,016)$  и длиной  $l =$  мм. Параметр шероховатости обработанной поверхности  $Ra = 0,8$  мкм. Припуск на сторону  $h = 0,2$  мм. Материал заготовки – Сталь 40Х, закалённая твёрдостью 53 HRCЭ . Способ крепления заготовки – в центрах. Эскиз обработки приводится на рисунке 1.

. НЕОБХОДИМО: выбрать шлифовальный круг, определить его характеристики, назначить режим резания, определить основное время обработки.

Исходные данные

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	22	25	28	30	32	34	36	38	40	42
L	102	108	110	120	122	126	128	130	135	140

№	11	12	13	14	15
D	44	46	38	50	36
L	145	150	155	160	165



## Рисунок 1 - Эскиз обработки заготовки

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Выбираем шлифовальный круг.
3. Устанавливаем характеристику круга. Для круглого наружного шлифования с продольной подачей, параметра шероховатости  $Ra=0,8$  мкм, конструкционной закалённой стали с  $HRC > 50$ , рекомендуется характеристика: Э,ЭБ40,СМ2К.
4. Назначаем режим резания
5. Определяем основное время обработки.

### РЕШЕНИЕ:

1. Выбираем шлифовальный круг. Выбор характеристики шлифовального круга производится по карте 3 страница 114-115. Материал абразивного зерна, твердость и связка круга назначаются в зависимости от марки и твердости шлифуемого материала, а также от принятой скорости круга (35 или 50 м/с). Зернистость выбирается в зависимости от требуемой шероховатости поверхности (параметр шероховатости  $Ra = 0,8$  мкм находится в одной подгруппе в пределах  $Ra = 1,25$  до  $Ra = 0,8$  мкм). Для данного условия шлифования по карте 3 выбираем шлифовальный круг 24А40НСМ25К, форма круга ПВД. Маркировка полной характеристики круга – ПВД 24А40НСМ25К8. Для кругло-шлифовальных станков принимают обычно круги ПП и ПВД, обеспечивающий удобное и надежное крепление круга на шпинделе шлифовальной бабки. В качестве материала абразивных зерен принимаем белый электрокорунд марки 24А зернистостью №40. Содержание основной фракции 45%, индекс зернистости Н, твердость круга СМ2, структура круга №5, разновидность принятой керамической связки К8.

Пример.

Размеры нового круга по паспортным данным станка 3М131 диаметр круга  $D_k = 600$  мм, ширина (или высота) круга  $B_k = 63$  мм

Назначаем режим резания

В процессе круглого шлифования методом продольной подачи в соответствии с ГОСТ 25762 -83 рассматриваются следующие элементы движения:

1. Вращение шлифовального круга – главное движение резания  $Dz$ . Оно характеризуется скоростью главного движения резания  $V_K$  (м/с):

$$V_K = \frac{\pi D_K \cdot n_K}{1000 \cdot 60}$$

где  $D_K$  – диаметр круга, мм;  $n_K$  - частота вращения круга, мин-1

Для нашего случая  $D_K = 600$  мм,  $n_K = 1112$  и  $1285$  об/мин.

$$V_k = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 34,91 \text{ м/с}$$

$$V_k = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1285}{1000 \cdot 60} = 35,43 \text{ м/с}$$

Скорость главного движения резания находится в пределах рекомендуемого диапазона.  $V_k = 30 \dots 35$  м/с.

2. Вращение заготовки – движение окружной подачи  $D_{\text{Сокр}}$ . Оно характеризуется скоростным движением окружной подачи  $V_{\text{Сокр}}$  и определяется по формуле

$$V_k = \frac{\pi \cdot d \cdot n_3}{1000}$$

где  $d$  – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки;  $n_3$  – частота вращения заготовки, мин<sup>-1</sup>. Диаметр обрабатываемой поверхности по данным  $d=40h6$ ,  $n_3=n_D=220$  об/мин (карта 6, страница 127).

Скорость движения окружной подачи:

$$V_{\text{Сокр}} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 220}{1000} = 27,6 \text{ м/мин}$$

Частота вращения заготовки может быть установлена на станке 3М131, имеющем бесступенчатое регулирование частот вращения заготовки в пределах 40...400 об/мин.

3. Возвратно-поступательное движение стола с заготовкой – движение продольной подачи  $D_{\text{Спрод}}$ . Продольная подача  $S_0$  устанавливается в зависимости от характера шлифования (предварительного или окончательного) и ширины шлифовального круга ( $B_k = 63$  мм):

$$S_0 = K_d \cdot B_k$$

где  $K_d$  – коэффициент, учитывающий продольную подачу (в долях ширины круга);  $B_k$  – ширина круга, мм.

Для того чтобы установить на станке припятую величину  $S_0$  нужно определить скорость (м/мин) движения продольной подачей  $V_{\text{Спрод}}$  (скорость движения стола):

$$V_{\text{Спр}} = \frac{S_0 \cdot n_3}{1000} = \frac{K_d \cdot B_k \cdot n_3}{1000}$$

Для окончательного шлифования  $K_d = 0,2 \dots 0,4$  [10] таблица 55, страница 30. Принимаем  $K_d = 0,3$ , тогда  $S_0 = 0,3 \cdot 63 = 18,9$  мм/об

Скорость движения продольной подачи (скорость продольного хода стола)

$$V_{\text{Спр}} = \frac{18,9 \cdot 220}{1000} = 4,15 \text{ м/мин}$$

На используемом станке 3М131 предусмотрено бесступенчатое регулирование скорости продольного хода стола в пределах 0,05...5,0 м/мин, поэтому принимаем  $V_{\text{Спрод}} = 5$  м/мин

4. Поперечная подача круга  $SX$  мм/ход (в справочнике [10] названа глубиной шлифования  $t$ ) :  $SX = 0,005 \dots 0,015$  мм/ход стола; учитывая высокие требования к точности обработки [ поле допуска по  $h6$  ( старое обозначение – 2-й класс) ] и шероховатости поверхности  $Ra=0,8$  мкм, принимаем  $SX = 0,005$  мм/ход. Так как на станке поперечные подачи регулируются бесступенчато в пределах  $0,002 - 0,1$  мм/ход, то принятая подача возможна.

$$N_{рез} = C_N \cdot V^{1,2} \cdot t^2 \cdot S^3 \cdot d^3$$

В соответствии с действующим стандартом подставим в формулу (31) вместо  $VД$ ,  $t$ ,  $S$  соответственно  $V_{Sокр}$ ,  $S_x$ ,  $S_0$ .

$$N_{рез} = C_N \cdot V_{Sокр}^{1,2} \cdot S_x^2 \cdot S_0^3 \cdot d^3$$

Выписываем из таблицы 56, с.303 коэффициенты и показатели степеней формулы для круглого наружного шлифования с поперечной подачей на каждый ход стола, зернистости круга 40, твёрдости СМ2:  $C_N = 2,65$ ;  $r = 0,5$ ;  $x = 0,5$ ;  $y = 0,55$ ;  $q = 0$ .

Тогда  $N_{рез} = 2,65 \cdot 350,5 \cdot 0,0050,5 \cdot 18,90,55 \cdot 400 = 5,5$  кВт у станка 3М131 НШП=  $NД \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6$  кВт. Так как  $NШП \geq N_{рез}$  ( $5,5 < 6$ ) обработка возможна.

Основное время обработки.

$$T_0 = \frac{L \cdot k}{n_3 \cdot S_0 \cdot S_x} \cdot K$$

где  $L$  – длина хода стола, при перебеге круга на каждую сторону, равным  $0,5 ВК$ ,  $L = l = 210$  мм,  $K$  – коэффициент точности учитывающий время на выхаживание, при окончательном шлифовании  $K = 1,4$  [12] стр 199 ]

$$T_0 = \frac{210 \cdot 0,2}{280 \cdot 18,9 \cdot 0,005} = 2,22 \text{ мин}$$

#### **Ход работы:**

1. Выполнить конспект с необходимыми расчетами
2. Защитить практическую работу

#### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.



### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Раздел 2. Виды обработки металлов резанием.Металлорежущие инструменты и станки Тема 2.1 Металлорежущие станки

### Лабораторная работа 1

#### Изучение кинематических схем коробок скоростей разных типов.

**Цель работы:** формирование умений читать кинематические схемы приводов движения металлорежущих станков

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У 2.3.07. читать кинематическую схему станка;

#### Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению практических занятий Атлас «Металлорежущие станки»

Условные обозначения элементов кинематических схем.

#### Задание:

Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы

Изучить конструкцию и кинематическую схему привода главного движения токарного станка

Составить уравнение баланса главного движения с перебором, реверсивная муфта М1 включена влево.

### Краткие теоретические сведения

Механизм, предназначенный для ступенчатого изменения частоты вращения ведомого вала при постоянной частоте вращения ведущего путем изменения передаточного отношения называют коробкой скоростей.

Изменение частоты вращения ведомого вала достигается вращением различных зубчатых кинематических пар между валами.

Коробки скоростей обеспечивают стандартный ряд частот вращения шпинделя. Они компактны, удобны в управлении и надежны в работе. К их недостаткам относят трудность или невозможность бесступенчатого регулирования частот вращения, возникновения вибраций и шума на некоторых частотах. Известно большое число различных конструкций коробок скоростей, но все они представляют собой сочетание отдельных типов механизмов.

Коробки скоростей по компоновке разделяют на коробки с зубчатыми колесами, встроенными в шпиндельную бабку, и коробки скоростей с отдельным приводом. У последних шпиндельную бабку и коробку скоростей выполняют в виде отдельных узлов, соединенных ременной передачей.

Коробки скоростей по способу переключения классифицируют на коробки со сменными зубчатыми колесами между валами и неизменным межосевым расстоянием, с передвижными колесами или блоками колес, с неподвижными вдоль валов колесами и кулачковыми муфтами, с фрикционными муфтами, с электромагнитными муфтами и с комбинированным переключением.

Некоторые схемы коробок скоростей показаны на рисунке 1.

В схеме двухвальной коробки со скользящим блоком зубчатых колес  $z_1$  и  $z_3$ , расположенных на валу I со шлицами, (рис. 1, а), зубчатые колеса  $z_2$  и  $z_4$  установлены на валу II неподвижно. Расстояние между колесами  $z_2$  и  $z_4$  немного больше длины подвижного блока колес, при этом зубчатые колеса  $z_1$  и  $z_2$  и колеса  $z_3$  и  $z_4$  выведены из зацепления. При переключении зубчатых колес обязательным условием является их остановка.

Схема на три частоты вращения, изображена на рис. 1, б. В схеме на четыре частоты вращения (рис. 1, в), на валу I расположены два подвижных блока, состоящие соответственно из колес  $z_1$  и  $z_3$  на валу II — неподвижные зубчатые колеса  $z_2$ ,  $z_4$ ,  $z_6$ ,  $z_8$ . Передвижение блоков обеспечивает зацепление зубчатых колес  $z_1$  с  $z_2$ ,  $z_3$  с  $z_4$ ,  $z_5$  с  $z_6$ ,  $z_7$  с  $z_8$ . Эту схему используют при наличии блокировки, исключающей возможность одновременного включения двух пар колес. Блокировочное устройство может быть конструктивно выполнено как механически, так и с применением гидравлики.

Трехвальные коробки скоростей на четыре частоты вращения (рис. 7.1, г) состоят из двух последовательно расположенных элементарных коробок скоростей на две частоты вращения. В качестве примера конструктивного исполнения на рис. 7.2. показан разрез

общего вида коробки скоростей станка мод. 16K20.

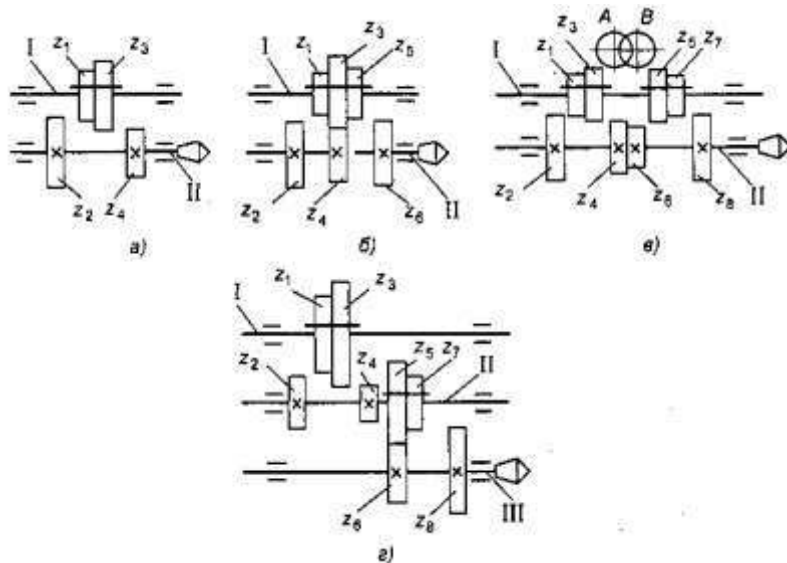


Рисунок 1 - Схемы коробок скоростей: а — на две скорости; б, в — на три скорости; г — на четыре скорости

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить схемы коробок скоростей

2. Ответить на вопросы:

Что называют коробкой скоростей?

Чем достигается изменение частоты вращения вала? Достоинства и недостатки коробки скоростей.

3. Зарисовать и записать принцип работы схемы на три и четыре частоты вращения.

### Ход работы:

Выполнить конспект с необходимыми расчетами  
Защитить практическую работу

### Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл. За

неправильный ответ – 0  
баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 2.2 Токарная обработка, применяемые станки и инструменты

### Лабораторная работа 2

#### «Измерение геометрических параметров резцов»

**Цель работы:** формирование умений определения основных элементов токарного проходного прямого резца

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- применять токарные проходные резцы

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению практических занятий

Атлас «Металлорежущие станки»

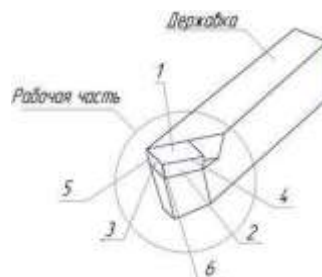
Справочник «Конструктора – машиностроителя».

**Задание:**

- изучить основные элементы токарного проходного прямого резца

Краткие теоретические сведения

Токарный проходной резец состоит из рабочей части и державки (рис. 1.1)



1 – передняя поверхность; 2 – главная задняя поверхность; 3 – вспомогательная задняя поверхность; 4 – главная режущая кромка; 5 – вспомогательная режущая кромка; 6 – вершина резца

## Рисунок 1.1. - Токарный проходной резец:

Рабочая часть содержит режущие лезвия и образуется в процессе заточки (переточки) резца.

Державка служит для закрепления резца в резцедержателе станка. Передняя поверхность – поверхность, по которой сходит стружка. Главная задняя поверхность обращена к обрабатываемой поверхности заготовки.

Вспомогательная задняя поверхность обращена к обработанной поверхности заготовки.

Главная режущая кромка образуется пересечением передней и главной задней поверхности.

Вспомогательная режущая кромка образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхности.

Вершина резца является сопряжением главной и вспомогательной кромки по радиусу или фаске.

По ГОСТ 25762–83 различают статические и кинематические углы токарного резца.

Статические углы используются при разработке чертежа инструмента, при его заточке и контроле.

Кинематические углы резца образуются в процессе резания и зависят от параметров режима резания (главным образом – от величины подачи).

Статические углы токарного резца измеряются в статической системе координат, а кинематические – в кинематической системе координат. И статическая, и кинематическая системы координат связаны с кинематикой резца.

Статическая система координат – это прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости  $V$  главного движения (рис. 1.3а). Для резца, установленного по оси центров, ось  $z$  направлена вертикально вверх, оси  $x$  и  $y$  расположены в горизонтальной плоскости (рис. 1.2а); ось  $y$  направлена вдоль оси державки резца, ось  $x$  – вдоль направления подачи резца.

Для отсчета статических углов токарного резца (углов заточки) используют следующие статические координатные плоскости: основную плоскость, плоскость резания и рабочую плоскость (рис. 1.3а).

Основная плоскость – плоскость, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки перпендикулярно вектору  $V$  скорости главного движения (плоскость  $OXY$ ).

Плоскость резания – плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная основной плоскости.

Рабочая плоскость – плоскость, проходящая через векторы  $V$  скорости главного движения и  $V_s$  скорости движения подачи (плоскости  $OXZ$ ).

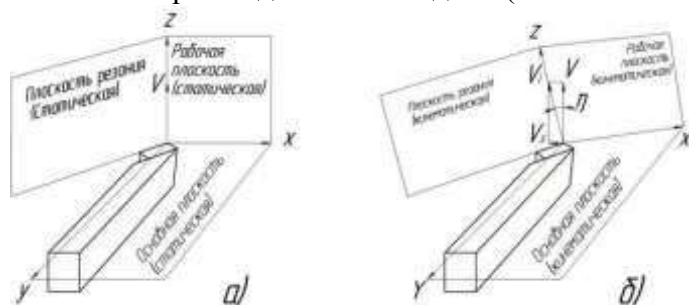


Рисунок 1.2 - (а). Статическая (а) и кинематическая (б) системы координат ( $\eta$  – угол скорости резания)

Главная секущая плоскость – плоскость, перпендикулярная проекции главной режущей кромки на основную плоскость

Вспомогательная секущая плоскость – плоскость, перпендикулярная проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

На рисунке 1.3 показаны статические углы токарного резца. В главной секущей плоскости расположены:

главный передний угол  $\gamma$  – угол между передней поверхностью и основной плоскостью. В зависимости от положения передней поверхности относительно основной плоскости различают положительный или отрицательный передний угол (рис. 1.4). Если же передняя поверхность совпадает с основной плоскостью, то передний угол равен нулю. На рисунке 1.4 показан положительный передний угол;

главный задний угол  $\alpha$  – угол между главной задней поверхностью и плоскостью резания;

угол заострения  $\beta$  – угол между главной задней и передней поверхностью резца.

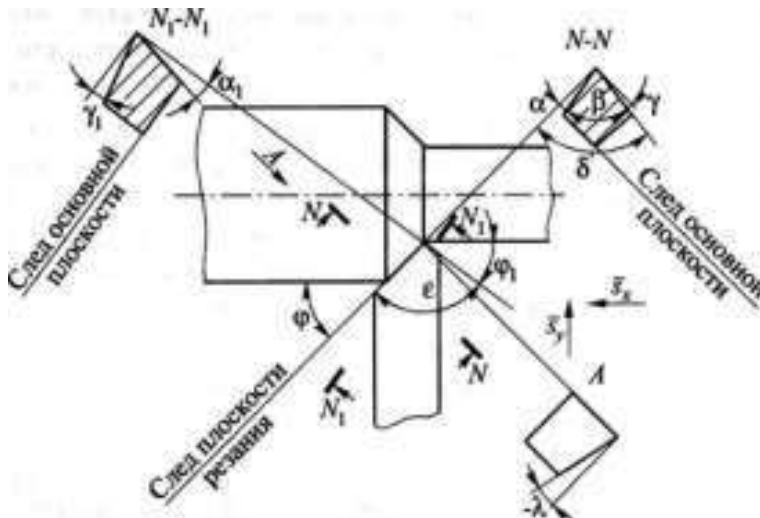


Рис. 1.3. Статические углы токарного резца:

N-N – главная секущая плоскость; N1-N1 – вспомогательная секущая плоскость

Из рисунка 1.3 следует:

$$\gamma + \beta + \alpha = 900 \quad (1.1)$$

Обычно задают углы  $\gamma$  и  $\alpha$ , а угол  $\beta$  рассчитывают по формуле (1.1)

Во вспомогательной секущей плоскости измеряют вспомогательный задний угол  $\alpha_1$  – это угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

В основной плоскости измеряются углы в плане:

главный угол в плане  $\phi$  – угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и рабочей плоскостью;

вспомогательный угол в плане  $\phi_1$  – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и рабочей плоскостью;

угол при вершине в плане  $\epsilon$  – угол между проекциями главной и вспомогательной режущими кромками на основную плоскость.

Из рисунка 1.3 следует:

$$\phi + \phi_1 + \epsilon = 180^\circ. \quad (1.2)$$

Обычно назначают углы  $\phi$  и  $\phi_1$ , а угол  $\epsilon$  определяют по формуле (1.2).

Угол наклона главной режущей кромки  $\lambda$  – угол, расположенный

в плоскости резания между главной режущей кромкой и основной плоскостью. Угол  $\lambda$  может быть положительным, равным нулю и отрицательным. Угол  $\lambda$  равен нулю, если главная режущая кромка находится в основной плоскости. На рисунке 1.4б показан отрицательный угол наклона главной режущей кромки.

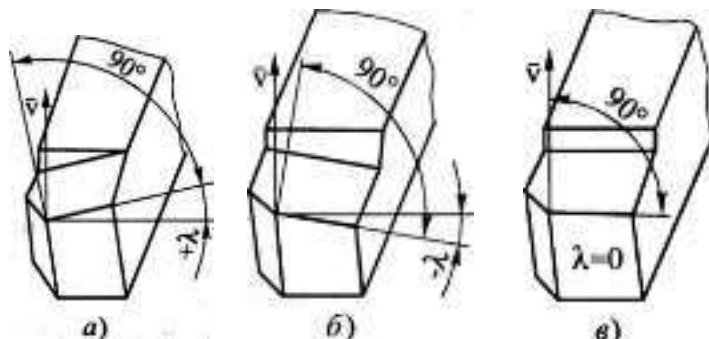


Рисунок. 1.4 - Угол наклона главной режущей кромки  $\lambda$  то карного проходного резца: а)  $\lambda > 0$ , б)  $\lambda < 0$ , в)  $\lambda = 0$

Кинематические углы токарного резца образуются в процессе резания и зависят от параметров режима резания (главным образом – от величины подачи). Углы заточки проходных резцов статические углы резцов называют также углами заточки, т.к. все углы могут быть установлены на лимбах трех поворотных тисков заточного станка. Значения углов заточки резцов зависят от свойств технологической системы, главным образом – от жесткости и виброустойчивости. Так, среднее значение переднего угла  $\gamma$  равно  $10^\circ$ . Однако, если не происходит выкраивание режущей кромки, этот угол можно увеличить до  $15-20^\circ$ . Для упрочнения режущей кромки затачивают упрочняющую фаску  $f$ , шириной примерно равной толщине срезаемого слоя  $a$ , под углом  $\gamma_f = 0 - -5^\circ$ . На передней поверхности часто затачивают лунку для обеспечения завивания стружки. Задний угол  $\alpha$  лежит в пределах  $8-12^\circ$ .

Меньшие значения применяют для черновой обработки, большие – для чистовой. Главный угол в плане  $\phi$  изменяется в пределах  $30-90^\circ$ . Меньшие значения используют в условиях повышенной жесткости техно- логической системы. Угол  $\phi = 90^\circ$  рекомендуется для обработки нежест- ких заготовок. Это ведет к уменьшению радиальной силы резания  $R_y$  и к увеличению точности обработки. Вспомогательный угол в плане  $\phi_1$  влияет на качество обработанной поверхности.

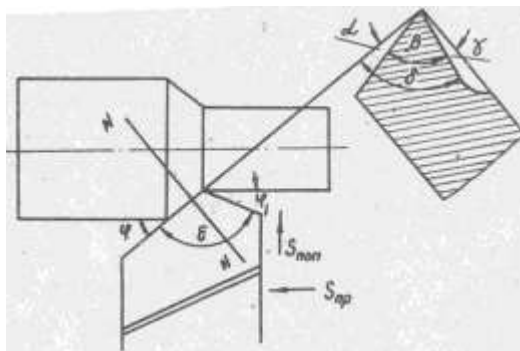


Рисунок. 1.5 - Геометрические параметры токарного проходного резца

При высоких требованиях к качеству поверхности этот угол уменьшают до 5-10°, а иногда делают нулевым (для резцов с зачищающими режущими кромками). Угол наклона режущей кромки  $\lambda$  влияет на направление схода стружки и на прочность режущего клина. Угол  $\lambda$  изменяется в пределах  $\pm 5^\circ$ . При положительных углах  $\lambda$  стружка сходит в направлении к обработанной поверхности. При отрицательных  $\lambda$

– в направлении к обрабатываемой поверхности

На рисунке 1.6 показан резец, установленный ниже центра детали на величину  $a$ . В этом случае плоскость резания, будучи касательной к поверхности резания, повернется на угол

$$\arcsin \frac{a}{r}$$

При этом задний угол  $\alpha$  увеличивается на эту величину, а передний настолько же уменьшается.

Измерение углов резца производят маятниковым (рис. 1.7) или специальным угломерами.

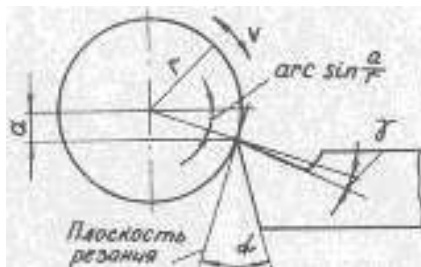


Рисунок 1.6 - Изменение геометрии резцов

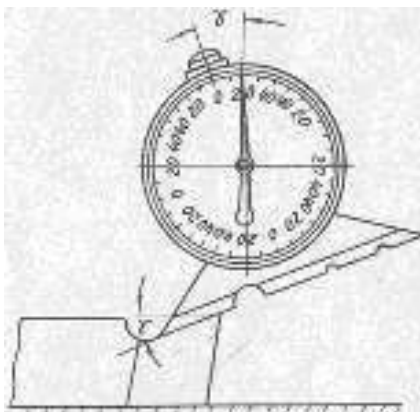


Рисунок 1.7 - Измерение углов маятниковым угломером

Порядок выполнения работы:

Изучить методические указания по выполнению работы.

Получить от преподавателя образец токарного проходного прямого резца.

Изучить назначение всех элементов токарного проходного прямого резца.

Измерить геометрические параметры резца: углы  $\phi$ ,  $\epsilon$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ .

Выполнить эскиз резца. На эскизе указать сечения по главной секущей плоскости и обозначить углы резца (рис. 1.5).

Ответьте на вопрос:

На каких плоскостях и видах измеряют углы заточки резца?

Ход работы:

Выполнить конспект с необходимыми расчетами



Защитить практическую работу

Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл. За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно