

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



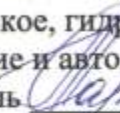
УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
/ С.А.Махновский  
2021г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОПЦ.08 ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ,  
СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ**  
Программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного  
оборудования (по отраслям)

Магнитогорск, 2021



**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Механическое, гидравлическое  
оборудование и автоматизация»  
Председатель  О.А.Тарасова  
Протокол № 6 от 17.02.2021г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от 24.02.2021 г.

**Разработчик:**

В.И.Шишняева,

Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины.



## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	5
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	8
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	10
Практическое занятие 1	10
Практическое занятие 2	15
Практическое занятие 3	22
Практическое занятие 4	27
Практическое занятие 5	24
Практическое занятие 6	26
Практическое занятие 7	31
Лабораторная работа 1	40

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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:**

- У1. Выбирать рациональный способ обработки деталей;
- У2. Оформлять технологическую и другую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;
- У3. Производить расчеты режимов резания;
- У4. Выбирать средства и контролировать геометрические параметры инструмента;
- У5. Читать кинематическую схему станка;
- У6. Составлять перечень операций обработки;
- У7. Выбирать режущий инструмент и оборудование для обработки вала, отверстия, паза, резьбы и зубчатого колеса.
- У01-1 Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- У01-2 Анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- У01-3 Определять этапы решения задачи;
- У01-4 Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- У01-5 Составить план действия;
- У01-6 Определить необходимые ресурсы;
- У01-7 Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- У01-8 Реализовать составленный план;
- У01-9 Оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- У02-1 Определять задачи для поиска информации;
- У02-2 Определять необходимые источники информации;
- У02-4 Структурировать получаемую информацию;
- У03-1 Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- У04.1 Организовывать работу коллектива и команды;
- У04.2 Взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами
- У05.1 Излагать свои мысли на государственном языке;
- У05.2 Оформлять документы
- У06.1 Описывать значимость своей профессии;
- У07.1 Соблюдать нормы экологической безопасности;

У08.2 Применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности;

У08.3 Пользоваться средствами профилактики перенапряжения характерными для данной профессии (специальности);

У09-1 Применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

У10-1 Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые);

У10-2 Понимать тексты на базовые профессиональные темы;

У10-3 Участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;

У10-5 Кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые);

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

ПК 1.1. Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу.

ПК 1.2. Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

ПК 1.3. Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

ПК 2.1. Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя.

ПК 2.2. Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов.

ПК 2.3. Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования.

ПК 2.4. Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.

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 технических регламентов.

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

ПК 3.4. Организовывать выполнение производственных заданий подчиненным персоналом с соблюдением норм охраны труда и бережливого производства.

А также формированию **общих компетенций**:

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

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению,

эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. 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 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 2. Виды обработки металлов резанием. Металлорежущие инструменты и станки		16	
Тема 2.1 Металлорежущие станки	Практическая работа 1 «Изучение кинематической схемы и конструкции токарно-винторезного станка мод.16К20»	1	У1,У2, У5, У6 У01-1 - У01-9, У02-1, У02-2, У05.1, У05.2. У06.1
Тема 2.2 Токарная обработка, применяемые станки и инструменты	Практическая работа 2 «Определение режимов резания для обработки цилиндрической поверхности на токарном станке»	2	У3, У4, У6,У7 У03-1, У04.1 У04.2, У06.1, У07.1, У08.2, У08.3, У09-1, У10-1- У10-3, У10-5,
	Лабораторная работа 1 «Измерение геометрических параметров резцов»	2	У1,У2, У4 У01-1 - У01-9, У02-1, У02-2, У02-4, У04.1 У04.2, У06.1, У07.1, У08.2, У08.3, У09-1, У10-1.
Тема 2.4 Сверление, зенкерование и развертывание, применяемый инструмент и станки	Практическая работа 3 «Определение режимов резания для обработки цилиндрического отверстия на сверлильном станке»	2	У3, У4, У6,У7 У03-1, У04.1 У04.2, У06.1, У07.1, У08.2, У08.3, У09-1
	Лабораторная работа 2 «Измерение геометрических параметров сверл»	2	У1,У2, У4 У01-1 - У01-9, У02-1, У02-2, У02-4, У03-1, У04.1 У04.2, У09-1, У10-1- У10-3.
Тема 2.5 Фрезерование, применяемый инструмент и станки	Практическая работа 4 «Выбор режимов резания при фрезеровании по эмпирическим формулам»	2	У3, У4, У6,У7 У01-1 - У01-9, У02-1, У02-2, У02-4, У03-1, У04.1 У04.2, У05.1, У05.2. У06.1, У07.1, У08.2, У08.3, У09-1, У10-1- У10-3, У10-5
	Практическая работа 5 «Изучение кинематической схемы	1	У1,У2, У5, У6 У01-1 - У01-9,

	и принцип работы универсально-фрезерного станка модели 6М82»		У02-1, У02-2, У02-4, У03-1, У04.1 У04.2, У05.1, У05.2. У06.1, У07.1, У08.2, У08.3, У09-1, У10-1-У10-3, У10-5
Тема 2.7 Протягивание, применяемый инструмент и станки	Практическая работа 6 «Определение режимов резания для процесса протягивания»	2	У3, У4, У6, У7 У03-1, У04.1 У04.2, У06.1, У07.1, У08.2, У09-1, У10-1, У10-3, У10-5
Тема 2.8 Шлифование, применяемый инструмент и станки	Практическая работа 7 «Решение задач на определение режимов резания для процесса шлифования»	2	У3, У4, У6, У7 У01-1 - У01-9, У02-1, У03-1, У04.1, У04.2, У05.1, У05.2. У06.1, У07.1, У08.2, У08.3, У09-1, У10-1-У10-3, У10-5.
ИТОГО		16	

### 3 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:**

У5 - 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.

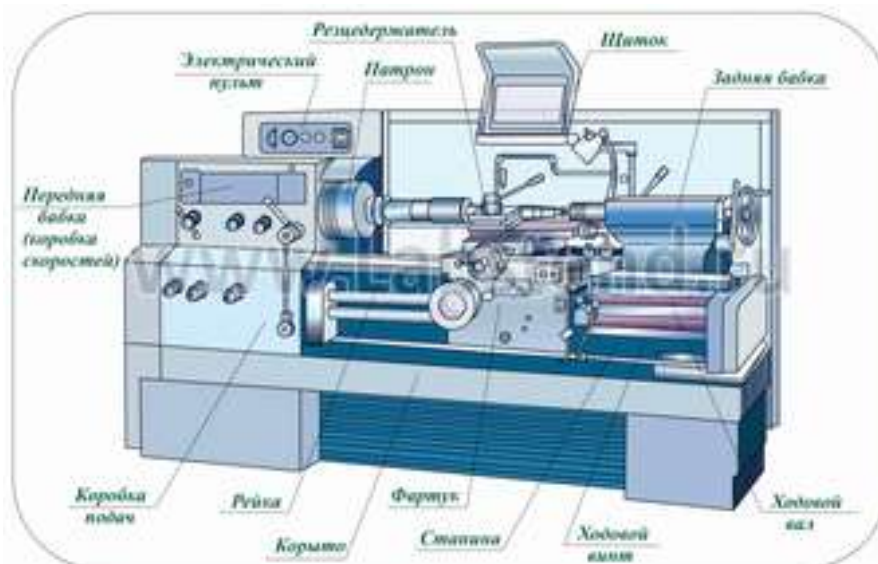


Рисунок 1- Общий вид токарно-винторезного станка 16К20

#### 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 от заготовки;

движение подачи - 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.

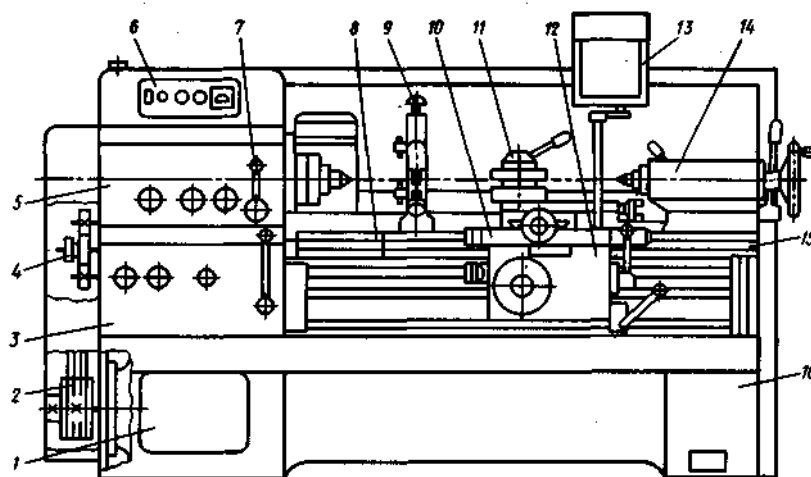


Рисунок 2 - Компоновка станка мод. 16K20:

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. 16K20, 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 шрифованными 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. 16K20 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 M1 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 резьб или повышенной точности (муфты М2 и М5 включены, коробка подач отключена)

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

$P_H$  — шаг нарезаемой резьбы;

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

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

где: К, L, М — числа зубьев сменных колес гитары  $\frac{K}{L} \times \frac{L}{N} = \frac{40}{86} \times \frac{86}{64}$   
 $S_{\text{пр}}$  — 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, М4 и М6 включены)

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

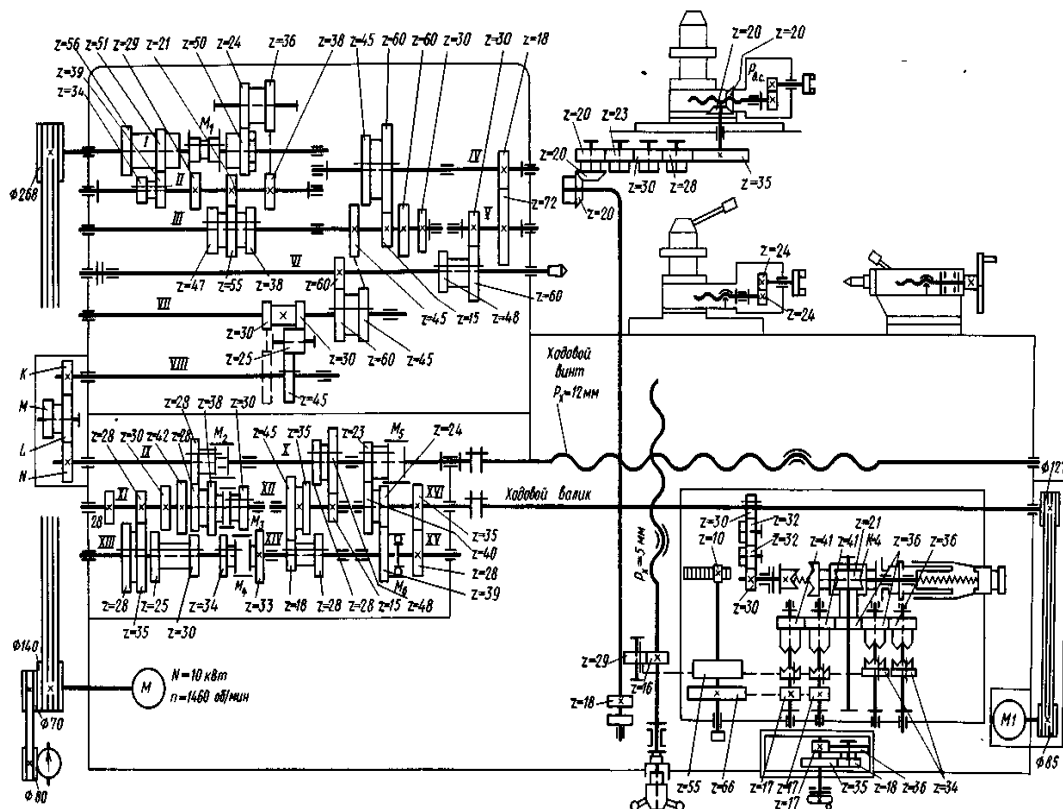


Рисунок 3 - Кинематическая схема станка мод. 16К20, где: РВ.С. — шаг ходового винта верхнего суппорта; S В.С.— подача верхнего суппорта, мм/об.

### Порядок выполнения работы:

1. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы
2. Изучить конструкцию и кинематическую схему токарно-винторезного станка
3. Ответить на вопросы.

Как называется свойство объекта выполнять заданные функции в определенных условиях эксплуатации?

Назовите определение надежности?

4. Перечислить основные узлы станка, пояснить их назначение.
5. На кинематической схеме ( рис.3) показать цепи: - главного движения, продольной и поперечной подач, винторезную цепь, подачи верхнего суппорта.
6. На станке настроить по заданию преподавателя значение продольной подачи.

### 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 2.2 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:**

- У1. Выбирать рациональный способ обработки деталей;
- У2. Оформлять технологическую и другую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;
- У3. 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.

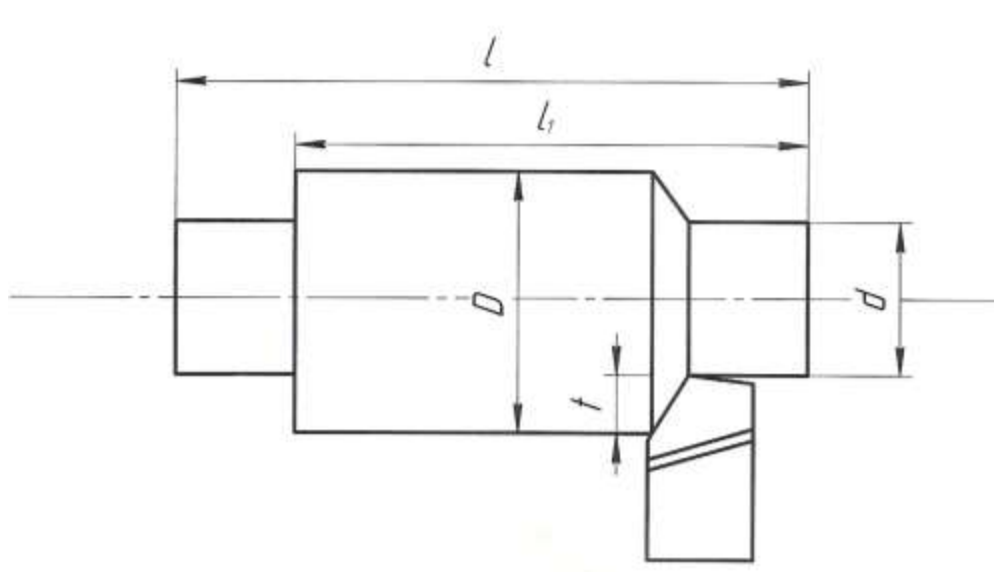




Таблица 2.1 – Исходные данные

№ 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	HB					
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 накладывается 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-- ,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:  $K_1$

К1		
Материал заготовки	Механические характеристики, $\sigma_{в.р}$ , МПа	К1
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:  $K_2$

К2							
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
12х12; 10х16	0,85
16х16; 12х20	0,9
20х20; 16х25	0,95
30х30; 25х40	1,06
40х40; 30х33	1,12
40х60	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>			
			С <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:  
 $N_{\text{э}} = P_z V / (60 \cdot 1020)$ , 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°.

$l_2$  – перебега, 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 таблицу1.

Таблица1 - 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

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

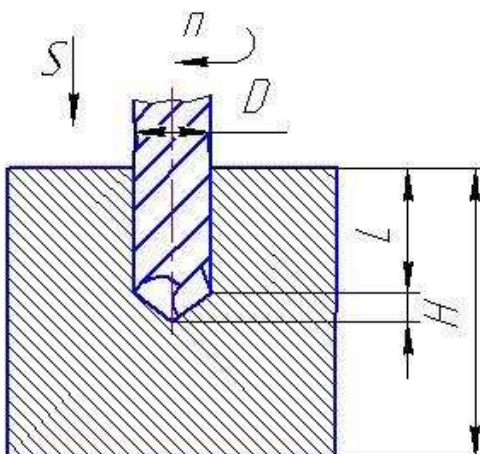
**Цель работы:** формирование умений выбора режимов резания при обработке отверстий.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- У3. Производить расчеты режимов резания.
- У4. Выбирать средства и контролировать геометрические параметры инструмента;
- У6. Составлять перечень операций обработки;
- У7. Выбирать режущий инструмент 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  $D_g$ , а движение подачи – поступательное  $D_s$ .

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:

$$S = CD^{0.6} \cdot K_b$$

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)

Kis- коэффициент на подачу, зависящий от условия выхода стружки (таблица 3.3)

Таблица 3.2

Обрабатываемый материал	HB	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 Kis	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:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p$$

Mкр- крутящий момент, воспринимаемый сверлом при резании, Н\*м

Cм, q, y- коэффициенты на крутящий момент при сверлении, зависящий от условий резания (таблица 3.4)

D- диаметр сверла, мм

S- подача, мм/об

$$K_p = K_{MP}$$

Kмр- коэффициент на крутящий момент, зависящий от механических свойств материала (таблица 3.5)

Таблица 3.4

Обрабатываемый материал	См	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		
Сталь	$K_{MP} = \left(\frac{750}{\sigma_{ey}}\right)^n$	C ≤ 0.6%	$\sigma_{ey} < 450 \text{ МПа}$	-1,0
			$\sigma_{ey} = 450 \dots 550 \text{ МПа}$	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:

$$v = \frac{9,75 \cdot N_{cm} \cdot \eta_{cm} \cdot \delta_{cm} \cdot \pi \cdot D}{M_{\text{кр}} \cdot T^{0,2}}$$

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

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

5. Эффективная мощность, кВт, резания

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

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 ( $l_1 = t / \tan \varphi$ );

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

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

#### 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

**Тема 2.5 Фрезерование, применяемый инструмент и станки**

**Практическая работа 4**

**«Выбор режимов резания при фрезеровании по эмпирическим формулам»**

**Цель работы:** формирование умений выбора режимов резания при фрезеровании по эмпирическим формулам

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- У3. Производить расчеты режимов резания.
- У4. Выбирать средства и контролировать геометрические параметры инструмента;
- У6. Составлять перечень операций обработки;
- У7. Выбирать режущий инструмент и оборудование для обработки вала, отверстия, паза, резьбы и зубчатого колеса.

**Задание:** Выбрать режим резания при фрезеровании паза вилки дисковой фрезой.

**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. Подбираем диаметр фрезы

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

В табл. 4.1 приведены данные для выбора цилиндрических фрез, в табл. 4.2 — торцовых фрез и в табл. 4.3 — дисковых фрез.

Таблица 4.1 - Рекомендуемые диаметры цилиндрических фрез

Ширина фрезерования $B$ 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 4.2 - Рекомендуемые диаметры торцовых фрез

Глубина резания $t$ в мм до	4	4	6	6	6	8	10
Ширина фрезерования $B$ в мм до	40	70	90	120	180	250	350
Диаметр фрезы $D$ в мм	50—63	80—100	125—160	160—200	250	315—400	400—500

Таблица 4.3 - Рекомендуемые диаметры дисковых фрез

Ширина фрезерования $B$ 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 рис. 4.1 показан срез, получающийся при одинаковых глубине фрезерования  $t$  и подаче  $S_{зуб}$ , но при разных диаметрах фрез. Срез, получающийся при большем диаметре фрезы (рис. 4.1, а), имеет меньшую толщину, чем срез при меньшем диаметре фрезы (рис. 4.1, б).

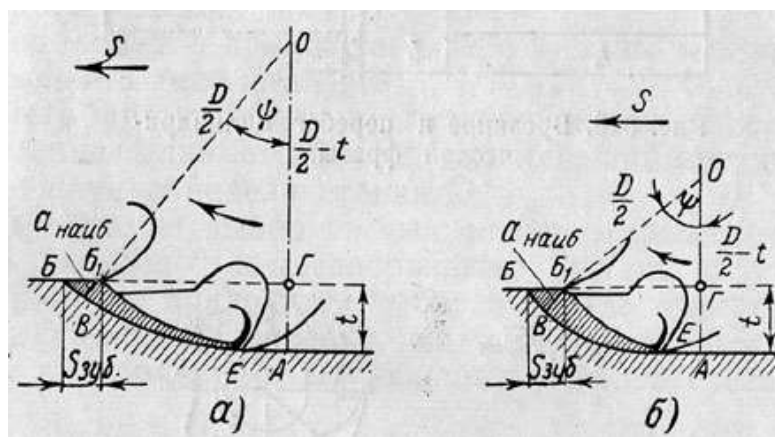


Рисунок 4.1 – Влияние диаметра фрезы на толщину стружки

Так как удельное давление возрастает с уменьшением толщины срезаемого слоя анаиб (см. табл. 38), 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. 328 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  $L$ .

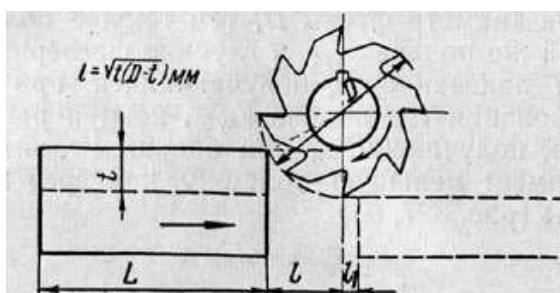


Рис. 328. Врезание и перебег цилиндрической фрезы

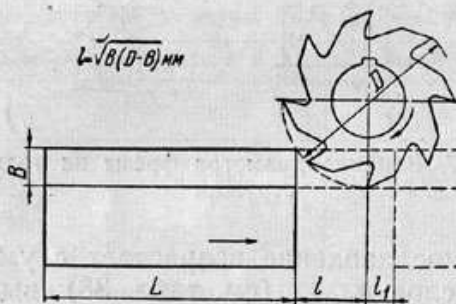


Рис. 329. Врезание и перебег торцовой фрезы при несимметричном фрезеровании

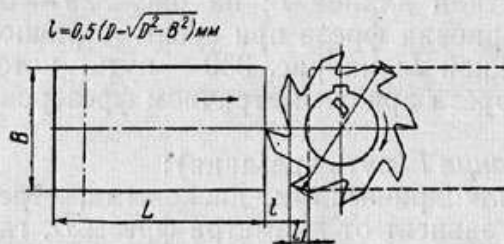


Рис. 330. Врезание и перебег торцовой фрезы при симметричном фрезеровании

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

$$l = \sqrt{t(D-t)} \text{ мм}; \quad (46)$$

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

$$l = \sqrt{B(D - B)} \text{ мм}; \quad (47)$$

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

$$l = 0,5(D - \sqrt{D^2 - B^2}) \text{ мм}. \quad (48)$$

Величина перебега  $l$  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.

В конце книги в приложениях 2 и 3, даны таблицы значений пути врезания и перебега фрез.

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.

#### Подача

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 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  $s_{\text{зуб}}$  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, как на рис. 324, в, 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 (рис. 324, а) чугуна и стали в два раза и более.

В табл. 44 приводятся рекомендуемые подачи при черновом фрезеровании твердосплавными торцовыми фрезами для этих двух случаев.

Таблица 44 - Рекомендуемые подачи при обработке плоскостей торцовыми фрезами с пластинками из твердого сплава



I. Поддачи при черновой обработке $s_{зуб}$ в мм/зуб									
Мощность станка в кВт	Схема установки фрезы по рис. 34	Сталь $\sigma_b$ в кг/мм <sup>2</sup>				Чугун HB			
		< 60		> 60		< 180		> 180	
		Марка твердого сплава							
		T5K10	T15K6	T5K10	T15K6	BK8	BK6	BK8	BK6
Св. 10	$\alpha$	0,20—0,24	0,14—0,18	0,16—0,20	0,12—0,15	0,32—0,38	0,22—0,28	0,25—0,32	0,18—0,24
	$\beta$	0,40—0,48	0,28—0,36	0,32—0,40	0,24—0,30	0,65—0,80	0,45—0,56	0,50—0,64	0,38—0,48
5—10	$\alpha$	0,15—0,18	0,12—0,15	0,12—0,14	0,09—0,11	0,24—0,29	0,19—0,24	0,20—0,24	0,14—0,18
	$\beta$	0,30—0,36	0,22—0,30	0,24—0,28	0,18—0,22	0,48—0,56	0,38—0,48	0,38—0,45	0,28—0,36

II. Поддачи при чистовой обработке $s_0$ в мм/об						
Обрабатываемый материал	Вспомогательный угол в плане $\varphi_1^\circ$	Класс чистоты по ГОСТ 2789—59				
		$\nabla 5$	$\nabla 6$	$\nabla 7$	$\nabla 8$	
Сталь $\sigma_b$ в кг/мм <sup>2</sup>	< 70	5 2	0,80—0,50 1,6—1,0	0,55—0,40 1,1—0,80	0,25—0,20 0,50—0,40	0,15 0,30
	> 70	5 2	1,0—0,7 2,0—1,4	0,60—0,45 1,2—0,90	0,30—0,20 0,60—0,40	0,20—0,15 0,40—0,30

**Примечания.**

1. Приведенные значения черновых поддач рассчитаны для работы стандартными фрезами. При работе нестандартными фрезами с увеличенным числом зубьев значения поддач 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.

Таблица 45 - Рекомендуемые поддачи  $s$  зуб в мм/зуб при черновом фрезеровании плоскостей инструментом из быстрорежущей стали P18

Мощность станка (шириной головки) в кВт	Жесткость системы станок-приспособление-инструмент-деталь	Фрезы цилиндрические				Фрезы торцовые				Фрезы дисковые трехсторонние			
		с крупным зубом и вставными ножами		с мелким зубом		с крупным зубом и вставными ножами		с мелким зубом		с крупным зубом и вставными ножами		с мелким зубом	
		сталь	чугун	сталь	чугун	сталь	чугун	сталь	чугун	сталь	чугун	сталь	чугун
Св. 10	Повышенная	0,4—0,6	0,6—0,8			0,2—0,3	0,4—0,6			0,15—0,25	0,3—0,5		
	Средняя	0,3—0,4	0,4—0,5			0,15—0,25	0,3—0,5			0,12—0,2	0,25—0,4		
	Пониженная	0,2—0,3	0,25—0,4			0,1—0,15	0,2—0,3			0,10—0,15	0,2—0,3		
5—10	Повышенная	0,2—0,3	0,25—0,4	0,1—0,15	0,12—0,2	0,3—0,5	0,08—0,12	0,2—0,3	0,10—0,18	0,25—0,4	0,08—0,12	0,2—0,3	
	Средняя	0,12—0,2	0,2—0,3	0,06—0,1	0,1—0,15	0,2—0,4	0,06—0,1	0,15—0,03	0,08—0,15	0,2—0,3	0,06—0,1	0,15—0,25	
	Пониженная	0,1—0,15	0,12—0,2	0,06—0,08	0,08—0,12	0,15—0,25	0,04—0,06	0,1—0,2	0,05—0,1	0,15—0,25	0,04—0,08	0,1—0,2	
До 5	Средняя	0,1—0,15	0,12—0,2	0,05—0,08	0,06—0,12	0,04—0,06	0,15—0,3	0,04—0,06	0,12—0,1	0,04—0,06	0,15—0,25	0,04—0,06	0,12—0,2
	Пониженная	0,06—0,1	0,1—0,15	0,03—0,06	0,05—0,1	0,04—0,06	0,1—0,2	0,04—0,06	0,08—0,15	0,04—0,06	0,1—0,2	0,04—0,06	0,08—0,15

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

Таблица 46 - Рекомендуемые поддачи  $s_0$  в мм/об при черновом фрезеровании плоскостей инструментом из быстрорежущей стали P18

Класс чистоты по ГОСТ 2789—59	Диаметр цилиндрической фрезы в мм															
	50		63		80		100		110		130		150		200	
	сталь	чугун и медные сплавы	сталь	чугун и медные сплавы	сталь	чугун и медные сплавы	сталь	чугун и медные сплавы	сталь	чугун и медные сплавы	сталь	чугун и медные сплавы	сталь	чугун и медные сплавы	сталь	чугун и медные сплавы
$\nabla 5$	1,8—1,0	1,6—1,0	3,3—1,3	2,0—1,2	2,7—1,5	2,3—1,3	3,0—1,7	2,5—1,4	3,4—1,9	2,7—1,6	3,8—2,1	3,0—1,7	4,1—2,3	3,2—1,9	5,0—2,8	3,7—2,1
$\nabla 6$	1,0—0,6	1,0—0,6	1,3—0,7	1,2—0,7	1,5—0,8	1,3—0,7	1,7—1,0	1,4—0,8	1,9—1,1	1,6—0,9	2,1—1,2	1,7—1,0	2,3—1,3	1,9—1,1	2,8—1,6	2,1—1,2

При торцовом фрезеровании твердосплавными фрезами на величину поддачи влияет также главный угол в плане  $\phi$ . Поддачи, приведенные в табл. 44, рассчитаны на фрезы с  $\phi = 60$  —  $45^\circ$ . Уменьшение угла в плане  $\phi$  до  $30^\circ$  позволяет увеличить подачу в 1,5 раза, а увеличение угла  $\phi$  до  $90^\circ$  требует снижения поддачи на 30%.

Поддачи при чистовой обработке твердосплавными фрезами, приведенные в табл. 44, даются на один оборот фрезы, так как поддачи на один зуб получаются слишком малыми. Поддачи даются в зависимости от класса чистоты обработанной поверхности по ГОСТ 2789—59.

В табл. 45 приведены рекомендуемые поддачи на один зуб фрезы при черновом

фрезеровании плоскостей цилиндрическими, торцовыми и дисковыми трехсторонними фрезами из быстрорежущей стали Р18.

В табл. 46 приведены подачи при чистовом фрезеровании плоскостей цилиндрическими фрезами из быстрорежущей стали Р18, а в табл. 47 — при чистовом фрезеровании плоскостей торцовыми и дисковыми трехсторонними фрезами из быстрорежущей стали Р18. Ввиду малых значений подач на один зуб фрезы, получающихся при чистовом фрезеровании, в табл. 46 и 47 приводятся подачи на один оборот фрезы.

Следует иметь в виду, что работа с подачами, указанными в табл. 44—47, ставит неперенным условием наличие минимального биения зубьев фрезы (см. табл. 50).

Таблица 47

Рекомендуемые подачи  $s_0$  в мм/об при чистовом фрезеровании плоскостей торцовыми и дисковыми трехсторонними фрезами из быстрорежущей стали Р18

Класс чистоты по ГОСТ 2789-59	Фрезы торцовые и дисковые трехсторонние			
	обрабатываемый материал			
	Сталь 45 прокат: 40X прокат: 40X нормализованная	Сталь 35	Сталь 45 улучшенная	Сталь 10, 20, 20X
▽ 5	1,2—0,5	1,4—0,5	2,6—1,0	1,8—0,7
▽ 6	0,5—0,23	0,5—0,3	1,0—0,4	0,7—0,3

Примечание. Подачи даны для жесткой системы станок — приспособление — инструмент — деталь при обработке фрезами со вспомогательным углом в плане  $\phi_1 = 2^\circ$ ; для фрез с  $\phi_1 = 0$  подачи можно увеличить на 50 — 80%.

### Пример

Задание: Выбрать режим резания при фрезеровании паза вилки дисковой фрезой.

Дано:

Станок: 6Н82Г

Заготовка:

Сталь 30Х5НМА,

$B=75$  мм

$F=300$  мм

$h=1,5$  мм

1. Выбор инструмента

Инструмент: дисковая фреза со встроенными ножами из быстрорежущей стали Р18,

$D=110$  мм

$Z=16$

2. Операция: фрезерование паза.

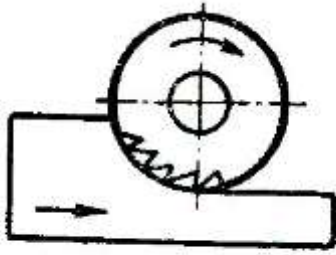


Рисунок 1 – Схема фрезерования паза

3. Назначаем режим фрезерования\

Определяем группу обрабатываемого материала /1 с 24/:

V

Определяем глубину резания,  $t$ , мм:

$$t=h=1,5 \text{ мм}$$

где:  $h$ - глубина паза

Определяем подачу за оборот,  $S_o$ , мм/об /1 с 280/:

$$S_{om}=0,17 \text{ мм/об}$$

Корректируем найденное значение поправочными коэффициентами:

$$S_o=0,17*1,0*1,0*0,5=0,075 \text{ мм/об}$$

Определяем скорость резания,  $U$ , м/мин:

$$U_m=32 \text{ м/мин}$$

Корректируем найденное значение поправочными коэффициентами:

$$U=32*1,0*1,0*0,8*0,9=14,4 \text{ м/мин}$$

Определяем число оборотов,  $n$ , об/мин:

$$n=(1000*U)/(\pi*D)$$

где:  $U$ - скорость резания

$D$ - диаметр фрезы

$$n=(1000*14,4)/(3,14*110)=57,6 \text{ об/мин}$$

Корректируем по паспортным данным /2 с 228/:

$$n=60 \text{ об/мин}$$

Определяем минутную подачу,  $S_m$ , мм/мин:

$$S_m=S_z*Z*n$$

где:  $Z$ - число зубьев

$$S_m=0,8*14*60=74 \text{ мм/мин}$$

Корректируем по паспортным данным /2 с 228/:

$$S_m=80 \text{ мм/мин}$$

Определяем машинное время,  $T$ , мин:

$$T=L/(n*S_o)$$

где:  $L$ - длина прохода инструмента

n- число оборотов

$S_o$  - подача за оборот

Определяем длину прохода инструмента, L, мм:

$$L=l+y+\Delta$$

где: l- длина паза

y- длина врезания инструмента

$\Delta$ - длина перебега инструмента (2...6 мм)

$$y=t(D-t)$$

$$y=1,5*(110-1,5)=24,5 \text{ мм}$$

$$L=110+24,5+2=136,5 \text{ мм}$$

$$T=136,5/75*80=0,02 \text{ мм}$$

Определяем мощность резания,  $N_e$ , кВт:

$$N_e=P_z*U/60*120$$

где:  $P_z$ - сила резания

U- скорость резания

$$N_e=300*14,4/60*120=0,70 \text{ кВт}$$

Определяем мощность двигателя, N, кВт:

$$N=N_e/\mu$$

где:  $\mu$ - КПД

$$N=0,70/0,8=0,88 \text{ кВт}$$

Вывод: мощности хватает.

Порядок выполнения работы:

1 Изучить работы, выполняемые на фрезерных станках

2. Заполнить таблицы 1,2 по схеме

Таблица 1

Основные типы фрез

п/п	Тип фрезы	Основные особенности	Назначение	Форма зуба

Таблица 2

Работы, выполняемые на фрезерных станках

	Инструменты и способ

п/п	Вид работы	выполнения	
		На горизонтально-фрезерном станке	На вертикально-фрезерном станке
	Фрезерование горизонтальных плоскостей		
	Фрезерование вертикальных плоскостей		
	Фрезерование пазов и канавок		

Выполнить расчет режимов резания:

- а) глубина резания;
- б) скорость резания;
- в) сила резания
- г) мощность
- д) определить машинное время

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?

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.

**Тема 4.1.**  
**Себестоимость продукции.**  
**Практическое занятие № 7.**  
**Расчет калькуляции себестоимости продукции**

**Цель работы:**

1. научиться рассчитывать калькуляцию себестоимости продукции;
2. научиться рассчитывать по калькуляции цеховую, производственную и полную себестоимость продукции;
3. научиться анализировать плановые и фактические затраты на производство продукции;
4. научиться определять пути снижения себестоимости продукции предприятия.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- У2 рассчитывать основные технико-экономические показатели деятельности подразделения (организации)

**Материальное обеспечение:**

1. Раздаточный материал с вариантами заданий;
2. Тетрадь для практических работ

**Задание:**

1. Рассчитать по калькуляции цеховую себестоимость продукции;
2. Рассчитать по калькуляции производственную себестоимость продукции;
3. Рассчитать по калькуляции полную себестоимость продукции;
4. Рассчитать разницу между полной плановой и фактической себестоимостью продукции;
5. Проанализировать причины снижения себестоимости продукции;
6. Разработать комплекс мероприятий по снижению себестоимости продукции.

**Краткие теоретические сведения:**

Себестоимость – это затраты предприятия на производство и реализацию продукции.

Калькуляция - это затраты предприятия на производство и реализацию единицы продукции.

Плановая себестоимость – это затраты предприятия на производство и реализацию продукции в соответствии с нормативами.

Фактическая себестоимость – это реальные затраты предприятия на производство и реализацию продукции.

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучите плановую и фактическую калькуляцию себестоимости продукции;
2. Рассчитайте калькуляцию плановой себестоимости продукции;
3. Рассчитайте калькуляцию фактической себестоимости продукции;
4. Рассчитайте разницу между полной плановой и фактической себестоимостью продукции;
5. Проанализируйте причины снижения себестоимости продукции;
6. Разработайте комплекс мероприятий по снижению себестоимости продукции.

**Ход работы:**

1. Определить сумму плановой цеховой себестоимости по следующим статьям затрат: **итого задано за вычетом отходов и брака + расходы по переделу**;  
Определить сумму плановой производственной себестоимости по следующим статьям затрат: **цеховая себестоимость + ОЗР**;
2. Определить фактический расход сырья или материала в соответствии с заданием;
3. Определить сумму фактического расхода сырья или материала;
4. Определить сумму фактической цеховой себестоимости;
5. Определить сумму фактической производственной себестоимости;
6. Сделать вывод о том, какие произошли изменения в фактической производственной себестоимости, с чем это связано.
7. Предложить мероприятия по снижению себестоимости продукции предприятия.

Задача.

Исходные данные:

**Калькуляция себестоимости 1 тонны агломерата.**

Наименование статей	Плановая себестоимость		Фактическая себестоимость	
	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Железосодержащее сырье	1,023	6866,5		
Флюсы	0,141	260,8		
Коксовая пыль	0,001	25,75		
Топливо	0,042	378,45		
<b>Итого задано</b>	---		---	
Отходы (-) (угар+шламы аглофабрик)	0,208	168,1		
<b>Итого задано за вычетом отходов и брака</b>	---		---	
Расходы по переделу:				
<i>Топливо технологическое:</i>				
газ коксовый	0,0164			
<i>Энергетические затраты:</i>				
электроэнергия	0,0352	261,35		
пар	0,001	5,50		
вода промышленная	0,002	7,3		
воздух	0,008	17,8		
<b>Итого энергозатрат</b>	---		---	
Основная зарплата	---	652,1	---	
Дополнительная зарплата	---	458,8	---	
Отчисления на соц.	---	266,00	---	

нужды				
Сменное оборудование	---	322,55	---	
Текущий ремонт	---	294,2	---	
Амортизация	---	98,4	---	
Транспортные расходы	---	188,35	---	
Прочие расходы цеха	---	279,13	---	
<b>Итого расходов по переделу</b>	---		---	
<b>Цеховая себестоимость</b>	---		---	
ОЗР	---	667,77	---	
<b>Производственная себестоимость</b>	---		---	

**Задание:** определить производственную себестоимость по плану и после проведения реконструкции по факту, если расход топлива снизился на 4,5%

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**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 4.3.

#### Прибыль и рентабельность предприятия

#### Практическое занятие № 8.

#### Расчет показателей прибыли и рентабельности предприятия

**Цель работы:**

1. научиться рассчитывать показатели прибыли и рентабельности предприятия;
2. научиться применять формулы для расчёта показателей прибыли и рентабельности предприятия;

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- У2 рассчитывать основные технико-экономические показатели деятельности подразделения (организации)

**Материальное обеспечение:**

1. Раздаточный материал с вариантами заданий;
2. Тетрадь для практических работ



**Задание:**

1. Решить задачи заданного варианта;

**Краткие теоретические сведения:**

Прибыль (убыток) – конечный финансовый результат предпринимательской деятельности предприятия, представляющий собой разницу между совокупными доходами и расходами.

В зависимости от деятельности предприятия различают следующие виды прибыли:

1. Производственная прибыль (прибыль от реализации продукции) – это разница между выручкой от реализации продукции и издержками предприятия.

Производственная прибыль определяется по формуле

$$\Pi_{\text{п}} = (\text{Ц} - \text{с/с}) \times \text{Q},$$

где Ц – цена единицы продукции, руб/ед.;

с/с – себестоимость единицы продукции, руб/ед.;

Q – объем произведенной продукции, ед.

2. Финансовая прибыль – прибыль, полученная от финансовой деятельности предприятия, которая включает:

- доходы от реализации материальных ценностей (продажа основных фондов);

- доходы (убытки) от внереализационных операций: (штрафы полученные (уплаченные), арендная плата, дивиденды, разница курсов валют и ценных бумаг и т.п);

Финансовая прибыль определяется по формуле

$$\Pi_{\text{ф}} = \Pi_{\text{мц}} - \Pi_{\text{во}},$$

где  $\Pi_{\text{мц}}$  – доходы от реализации материальных ценностей, руб.;

$\Pi_{\text{во}}$  – доходы (убытки) от внереализационных операций, руб.

3. Валовая прибыль – это совокупность производственной и финансовой прибыли.

4. Чистая прибыль – это прибыль, остающаяся у предприятия после уплаты налогов.

$$\Pi_{\text{ч}} = \Pi - \text{Н},$$

где  $\Pi$  – валовая прибыль, руб.;

Н – налог на прибыль, руб.

Рентабельность – относительный показатель эффективности производства, характеризующий уровень отдачи затрат и степень использования ресурсов, т.е. «доходность» предприятия, выраженная в процентах.

Различают:

1. Рентабельность продукции определяется по формуле

$$R_{\text{п}} = \frac{\Pi_{\text{п}}}{\text{с/с} \times \text{Q}} \times 100,$$

2. Рентабельность предприятия определяется по формуле

$$R = \frac{\Pi}{\text{С} + \text{О}} \times 100,$$

где  $\Pi$  – валовая прибыль, руб.;

С – стоимость основных средств предприятия, руб.;

О – сумма нормируемых оборотных средств предприятия, руб.

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно прочитайте условие задачи;
2. Определите последовательность выполнения решения задачи;
3. Выберите необходимые расчётные формулы для решения задачи;

**Ход работы:**

1. Решить задачи примерного содержания:

Задача № 1

Определите общую рентабельность и рентабельность каждого изделия, если известна себестоимость первого изделия 750 руб., оптовая цена 1000 руб., себестоимость второго изделия 850 руб., оптовая цена – 1100 руб. За год произведено 1млн. тонн первого изделия и 0,5 млн. тонн второго изделия.

Стоимость основных производственных фондов предприятия 500 млн. руб.

Задача № 2

Выручка от реализации продукции – 500тыс.руб.; затраты на производство продукции – 390тыс.руб.; прибыль от реализации материальных ценностей – 14тыс.руб.; прибыль от внереализационных операций – 12тыс.руб. Определите балансовую прибыль; уровень рентабельности реализованной продукции.

Задача № 3.

Определить общую рентабельность и рентабельность продукции, если известно, что себестоимость годового выпуска продукции составляет 480млн.руб., выручка от реализации – 768млн.руб.

Стоимость производственных фондов – 1100млн.руб.

Задача № 4.

Определить на каком из перечисленных заводов эффективнее производство катанки по следующими исходными данными:

Заводы	«А»	«Б»	«В»
Полная себестоимость, руб./т.	73,7	82,52	82,94
Оптовая цена руб./т.	119,06	110,7	111,42

Вывод об эффективности продукции сделать по рентабельности

Задача № 5.

Определить, является ли экономически обоснованным проведение реконструкции цеха, если в результате ее осуществления прибыль по цеху возрастает с 12 до 13,5млн.руб., в год при изменении стоимости производственных фондов с 40 до 46млн.руб.

2. Выбрать необходимые формулы

**Форма представления результата:** выполненная работа

**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 4.4.**

**Технико-экономические показатели работы предприятия**

**Практическое занятие № 9.**

**Расчёт технико-экономических показателей предприятия**

**Цель работы:**

1. Научиться рассчитывать абсолютную и сравнительную экономическую эффективность от капитальных вложений;
2. Научиться рассчитывать показатели экономической эффективности;
3. Научиться применять необходимые формулы для расчёта технико-экономических показателей работы предприятия;
4. Научиться анализировать технико-экономические показатели деятельности предприятия;
5. Научиться находить пути улучшения технико-экономических показателей деятельности предприятия.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- У2 рассчитывать основные технико-экономические показатели деятельности подразделения (организации)

**Материальное обеспечение:**

1. Раздаточный материал с вариантами заданий;
2. Тетрадь для практических работ

**Задание:**

1. Решить задачи заданного варианта;
2. Проанализировать технико-экономические показатели деятельности предприятия;
3. Предложить пути улучшения технико-экономических показателей работы предприятия.

**Краткие теоретические сведения:**

Главная цель предпринимательской деятельности – получить наилучший результат с наименьшими затратами. Данный результат можно оценить с помощью понятий «экономический эффект» и «экономическая эффективность».

*Экономический эффект* – это достигаемый результат в натуральном, стоимостном выражении в абсолютных единицах. Он может быть положительным и отрицательным. (например: прирост или снижение объема реализованной продукции (прибыли), экономия по элементам затрат, общая экономия от снижения себестоимости продукции).

*Экономическая эффективность* – относительный показатель результативности, определяется как отношение эффекта (результата) к затратам (ресурсам), обеспечившим его получение. Данный показатель может быть только положительным.

*Капитальные (единовременные) вложения* - это крупные затраты на создание и воспроизводство основных фондов.

На предприятиях черной металлургии установлены три основных показателя для определения экономической эффективности производства:

1. Экономический эффект от капитальных вложений;
2. Срок окупаемости капитальных вложений;
3. Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно прочитайте условие задачи;
2. Определите последовательность выполнения решения задачи;
3. Выберите необходимые формулы для решения задачи;
4. Проанализируйте технико-экономические показатели;

5. Предложите пути улучшения технико-экономических показателей работы предприятия.

**Ход работы:**

1. Решить задачи примерного содержания:

Задача № 1

Определить экономическую эффективность капитальных вложений в реконструкцию цеха, если:

1. Годовой выпуск продукции, тыс. тонн.  
до реконструкции – 2600  
после реконструкции – 3600
2. Капитальные вложения, тыс.руб.  
до реконструкции – 9100  
после реконструкции – 13800
3. Численность рабочих, чел.  
до реконструкции – 630  
после реконструкции – 560
4. Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности – 0,14

Статьи затрат	Доля УПР, %	S <sub>1</sub> , руб\тонну	S <sub>2</sub> , руб\тонну
Топливо технологическое	40	0,64	
Электроэнергия	60	0,2	
Пар	40	0,04	
Основная зарплата	50	21,7	
Дополнительная зарплата	50	10,5	
Отчисления на соц.страхование	30	3,4	
Износ инструментов	10	0,3	
Текущий ремонт	80	12,8	
Амортизация	100	2,8	
Транспортные расходы	15	0,1	
Прочие расходы	80	31,6	
Итого расходов	-		

На основании приведенных данных определить:

1. Снижение себестоимости на 1 тонну продукции за счет экономии на условно-постоянных расходах;
2. Годовую экономию, полученную после реконструкции цеха;
3. Срок окупаемости капитальных вложений;
4. Удельные капитальные затраты;
5. Годовую экономическую эффективность по приведенным затратам;
2. Применить формулы:
  1. Абсолютная величина затрат по статьям после увеличения выпуска продукции (S<sub>2</sub>), руб\тонн

$$S_2 = S_1 \left( 1 - \alpha + \frac{\alpha}{\beta} \right),$$

где S<sub>1</sub> - абсолютная величина затрат по статьям до увеличения выпуска продукции, руб\тонн

$\alpha$  - коэффициент условно-постоянных расходов  
 $\beta$  - коэффициент увеличения выпуска продукции

2. Коэффициент увеличения выпуска продукции ( $\beta$ )

$$\beta = \frac{Q_2}{Q_1},$$

где  $Q_1, Q_2$  - годовой выпуск продукции до и после увеличения, тонн

3. Снижение себестоимости 1т продукции ( $\Delta S$ ), руб/тонн

$$\Delta S = S_1 - S_2$$

1. Годовая экономия ( $\Delta \Gamma$ ), руб.

$$\Delta \Gamma = \Delta S \cdot Q_2$$

2. Срок окупаемости капитальных вложений ( $T$ ), лет.

$$T = \frac{K_2 - K_1}{\Delta \Gamma},$$

где  $K_1, K_2$  - капитальные вложения до и после реконструкции, руб.

3. Удельные капитальные затраты ( $g$ ), руб/тонн.

$$g = \frac{K}{Q}$$

4. Годовая экономическая эффективность по приведенным затратам ( $\Delta \phi$ ), руб.

$$\Delta \phi = (S_1 + E_n \cdot g_1) - (S_2 + E_n \cdot g_2),$$

где  $E_n$  - нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности

3. Проанализировать технико-экономические показатели;
4. Предложить пути улучшения технико-экономических показателей работы предприятия.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**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 5.1.

**Основы планирования, финансирования и кредитования организации**

**Практическое занятие № 10.**

**Разработка бизнес-плана предприятия**

**Цель работы:**

1. Научиться разрабатывать бизнес-план виртуального предприятия.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- УЗ разрабатывать бизнес-план;

**Материальное обеспечение:**

1. Раздаточный материал с вариантами заданий;
2. Тетрадь для практических работ

**Задание:**

1. Составить структуру бизнес-плана;
2. Разработать бизнес-план для заданного виртуального предприятия.

**Краткие теоретические сведения:**

**Бизнес- план-** документ внутрифирменного планирования, излагающий все основные аспекты планирования производственной, коммерческой деятельности предприятия, определяющий способы решения финансово-хозяйственных задач.

Структура бизнес-плана:

- 1) Краткое описание бизнеса;
- 2) Описание предприятия и его финансового состояния;
- 3) Описание планируемой к производству продукции, оказании услуг и др.;
- 4) Анализ рынка;
- 5) Производственный план;
- 6) Маркетинговый план;
- 7) Финансовый план;
- 8) Организационный план;
- 9) Резюме бизнес-плана

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно изучите описание предлагаемого предприятия;
2. Составьте структуру бизнес-плана;
3. Разработайте бизнес-план на основании его структуры

**Ход работы:**

1. Рассмотрите описание заданного предприятия;
2. Опираясь на лекционный материал составьте структуру бизнес-плана;
3. Разработайте бизнес-план с подробным описанием каждой составляющей его структуры;
4. Проанализируйте возможности воплощения бизнес-плана в жизнь.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**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 5.2.

### Основы менеджмента и принципы делового общения

#### Практическое занятие № 11.

#### Решение ситуационных производственных заданий по применению различных методов мотивации и контроля деятельности коллектива исполнителей

#### Цель:

- выработка навыков анализа системы мотивации труда для работников на предприятии;
- применение теоретических знаний о видах контроля к решению практических производственных ситуаций.

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- УЗ.4.4 использовать средства материальной и нематериальной мотивации подчинённого персонала для повышения эффективности решения производственных задач;
- УЗ.4.5 контролировать выполнение подчинёнными производственных заданий на всех стадиях работ

#### Материальное обеспечение:

- 1.Раздаточный материал с вариантами заданий;
- 2.Тетрадь для практических работ

#### Задание:

- 1.Проанализировать представленную производственную ситуацию;
- 2.Ответить на вопросы.

#### Краткие теоретические сведения:

**Мотивация** - это процесс побуждения себя и других к деятельности для достижения личных целей или целей организации.

Различают две группы теории мотивации труда - содержательные и процессуальные.

Содержательные теории мотивации труда в первую очередь стараются определить потребности, побуждающие людей к действию, особенно при определении объема и содержания работы. При закладке основ современных концепций мотивации наибольшее значение имели работы четырех человек: Абрахама Маслоу, Фредерика Герцберга, Дэвида Мак Клелланда, КлейтонаАльдерфера.

Процессуальные теории мотивации труда основываются в первую очередь на том, как ведут себя люди с учетом их восприятия и познания. К числу процессуальных теорий относятся теория ожидания, теория справедливости, модель мотивации Портера-Лоулера.

**Контроль**, представляет собой систему управленческих мер по наблюдению за ходом и проверке результатов деятельности организации, осуществляемую уполномоченными на то субъектами управления с целью выявления и устранения отклонений в этой деятельности от установленных требований или заданных параметров.

Выделяют следующие **виды контроля**:

- предварительный контроль. Осуществляется до фактического начала работ. Средства осуществления — реализация определенных правил, процедур и линий поведения. Используется по отношению к человеческим (анализ профессиональных знаний и навыков, необходимых для выполнения должностных обязанностей, отбор квалифицированных

людей), финансовым (составление бюджета) и материальным ресурсам (выработка стандартов минимально допустимых уровней качества, проведение проверок);

➤ текущий контроль. Осуществляется непосредственно в ходе проведения работ. Базируется на измерении фактических результатов, полученных после проведения работы. Для осуществления контроля аппарату управления необходима обратная связь;

➤ заключительный контроль. Одна из функций состоит в том, что контроль дает руководству информацию, необходимую для планирования, если аналогичные работы предполагается проводить в будущем. Также способствует мотивации, так как измеряет достигнутую результативность.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно прочитайте представленную производственную ситуацию;
2. Дайте ответы на вопросы, поставленные к данной производственной ситуации.

#### Производственная ситуация № 1.

По итогам работы за год дирекция предприятия выделила для материального стимулирования бригаде слесарей-ремонтников 20000 рублей. В бригаде 5 человек, бригадир распределил премию поровну (по 4000 рублей на каждого), чтобы никого не обидеть. Но это вызвало большое недовольство работников и конфликтную ситуацию в бригаде.

#### *Характеристика членов бригады:*

1. Самый молодой работник, 20 лет. Не женат, увлекается спортом, музыкой. В отношении карьеры не определился. Профессию выбрал случайно. Полученную работу старается выполнять хорошо, но безынициативен, оценка работы средняя.
2. Молодой рабочий, 25 лет. Работает по призванию (рабочая династия). Семья, маленький ребенок. Стремится к карьере, к достижению цели. Инициативен, полностью отдает себя работе, оценка работы высокая. Имеет большое желание учиться, повышать квалификацию. Его цель - стать бригадиром, а затем подняться по карьерной лестнице до управляющего корпорацией.
3. Рабочий, 40 лет. Семья, двое детей-студентов. Работает стабильно хорошо, оценка работы высокая. К моральным стимулам равнодушен, так же как и к карьере. Преимущество отдает материальным стимулам, так как оплачивает учебу детей и частное лечение жены, страдающей хроническим заболеванием. Свободное время проводит на даче, увлекается садоводством.
4. Бригадир, 43 года. Тщеславен, своей карьерой не доволен, должность бригадира считает не соответствующей своим способностям. Активно участвует в общественной жизни предприятия, работе клубов, движений, комитетов, активно самоутверждается. Это отнимает много времени, поэтому результаты работы средние. Разведен, не испытывает особых материальных затруднений. Регулярно и с большим желанием повышает квалификацию на курсах. Увлекается туризмом.
5. Пожилой работник (3 года до пенсии). Имеет большой профессиональный опыт, знания, навыки, физическую активность. Незаменим при консультировании в сложных ситуациях. Дети, внуки, жена на пенсии. Главная задача работника - спокойно доработать до пенсии. Показатели работы средние. Является наставником самого молодого работника (№ 1). Увлекается историей, мемуарами.

#### *Вопросы к ситуации:*

1. Определите основные мотиваторы для каждого члена бригады.



2. Почему работники были недовольны распределением премий поровну?
3. Как следует поступить в данной ситуации бригадиру?

### Производственная ситуация № 2.

В преддверии Олимпиады 2008г. появилось сообщение о том, что в Китае решили усилить контроль над приготовлением пищи в ресторанах. Вроде бы появились жалобы от посетителей, что при приготовлении тех или иных блюд используется некачественное сырьё. Известно, что в Китае в пищу идут даже такие экзотические продукты, как змеи, ласточкины гнёзда, протухшие определенным способом в земле яйца и т.д. Поэтому было решено при согласии ресторана установить камеру видеонаблюдения в цехах.

Владельцы многих центральных ресторанов Пекина сразу согласились на такой шаг; руководство заявило, что скрывать им нечего. Вместе с тем были рестораны, отказавшиеся от контроля по той причине, что существует будто бы коммерческая тайна приготовления тех или иных блюд у определённых поваров.

Вопросы:

1. Может ли являться видеонаблюдение в ресторане эффективной формой контроля?
2. Имеют ли право менеджеры ресторанов отказываться от видеонаблюдения?
3. Является ли видеонаблюдение коммерческой.

### Производственная ситуация № 3.

На одном из участков завода, который занимается ремонтом оборудования, сложилась критическая ситуация: участок едва справляется с заданиями, от чего страдают другие участки и цеха, возрастают потери от брака, нарушаются сроки ремонта оборудования, участились случаи хищений запасных частей, сократилась производительность труда. Имеет место нарушение трудовой дисциплины: прогулы, опоздания, пьянство, конфликты. Наблюдается высокая текучесть кадров, что приводит к низкой квалификации работников.

Вопросы с ситуации:

- 1) Разработайте систему контроля для данного участка (предварительный, текущий, заключительный);
- 2) Разработайте систему мотивации для работников данного предприятия для увеличения производительности труда;
- 3) Предложите другие мероприятия для ликвидации нарушений трудовой дисциплины и выхода из критической ситуации.

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**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