

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Югорский государственный университет» (ЮГУ)
НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ
**(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(НефтИн (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»)**



ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО «ЮГУ»

**НЕФТЯНОЙ
ИНСТИТУТ**

ОП.08
**ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ,
СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ**

15.00.00 МАШИНОСТРОЕНИЕ

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

**Методические указания к выполнению практических занятий
для обучающихся 2 курса образовательных учреждений
среднего профессионального образования
всех форм обучения (очная, заочная)**

Нижневартовск, 2023

ББК 34.65-5

О - 23

РАССМОТРЕНО

На заседании ПЦК «ЭТД»
Протокол № 01 от 12.01.2023 г.
Председатель Тен М.Б.

УТВЕРЖДЕНО

Председателем методического совета
НефтИн (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»
Хайбулина Р.И.
«24» января 2023 г.

Методические указания к выполнению практических занятий для обучающихся 2 курса образовательных учреждений среднего профессионального образования всех форм обучения (очная, заочная) по ОП.08 Обработка металлов резанием, станки и инструменты специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) (15.00.00 МАШИНОСТРОЕНИЕ), разработаны в соответствии с:

1. Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования по (отраслям) утвержденного МИНОБРНАУКИ РФ 9 декабря 2016 года приказ № 1580.

2. Рабочей программой учебной дисциплины ОП 08 Обработка металлов резанием, станки и инструменты, утвержденной на методическом совете НефтИн (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ» протокол № 4 от 31.08.2022 года.

Разработчик:

Тетикли Надежда Михайловна, высшая квалификационная категория, преподаватель нефтяного института (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

Рецензенты:

1. Таранина Л. Г., высшая квалификационная категория, преподаватель Нефтяного института (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

2. Аббасова Э. А., главный специалист ПТО управления добычи нефти АО «Самотлорнефтегаз».

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нефтяной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

© Нефтяной институт (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ», 2023

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению практических занятий соответствует Федеральным государственным образовательным стандартам (далее ФГОС) по специальности среднего профессионального образования 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Цель методических указаний: закрепление полученных теоретических знаний, приобретение расчетных навыков и навыков работы со схемами, таблицами. Представленные задачи могут быть использованы для самостоятельной работы обучающихся.

Методические указания к выполнению практических занятий по ОП.08 Обработка металлов резанием, станки и инструменты является частью рабочей программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Рабочей программой ОП.08 Обработка металлов резанием, станки и инструменты является профессиональной, устанавливающей базовые знания для освоения других специальных дисциплин.

Методические указания к выполнению практических занятий по ОП.08 Обработка металлов резанием, станки и инструменты предусматривает изучение разделов по литейному производству и обработке металлов давлением, электрофизические и электрохимические методы размерной обработки материалов, сварка, резание металлов, точение, строгание и сверление, фрезерование и развертывание, шлифование и доводочные виды обработки применительно к основным процессам обработки материалов резанием.

В результате освоения рабочей программой ОП.08 Обработка металлов резанием, станки и инструменты обучающийся должен

уметь:

- выбирать режущий инструмент и назначать режимы резания в зависимости от условий обработки;

- рассчитывать режимы резания при различных видах обработки;

знать:

- квалификацию и область применения режущего инструмента;

- методику и последовательность расчетов режимов резания.

Основная задача проведения практических занятий:

- изучение и анализ (описание) измерительных приборов;

- изучение способов использования контрольно-измерительных приборов;

- исследование количественных и качественных зависимостей между техническими величинами, параметрами, характеристиками.

Данные методические указания разработаны с целью оказания помощи обучающимся всех форм обучения среднего специального заведения

при организации их самостоятельной работы на практических занятиях по овладению системой знаний, умений и навыков, решения технологических задач.

Цели и задачи практических занятий:

- уметь анализировать изучаемые теоретические и практические положения, устанавливая логическую связь между теорией и практикой;

- получить навыки самостоятельной работы с материалом.

Формируемые общие и профессиональные компетенции:

| Код | |
|---------|---|
| ПК 1.1. | Выполнять подготовку рабочего места, заготовок, инструментов, приспособлений для изготовления режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места |
| ПК 1.2. | Выполнять слесарную и механическую обработку деталей приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда |
| ПК 1.3. | Выполнять пригоночные слесарные операции при изготовлении деталей приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда |
| ПК 1.4. | Выполнять сборку и регулировку приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с техническим заданием с соблюдением требований охраны труда |
| ОК 1. | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам. |
| ОК 2. | Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 3. | Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие |
| ОК 4. | Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами |
| ОК 5. | Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста. |
| ОК 6. | Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей |
| ОК 7. | Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях. |
| ОК 8. | Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности. |
| ОК 9. | Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности |
| ОК 10. | Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках |
| ОК 11. | Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере. |

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Оценка | Описание оценок |
|--------|---|
| 5 | Отлично- «5» - содержание материала освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному. |
| 4 | Хорошо-«4» - содержание материала освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. |
| 3 | Удовлетворительно-«3» - содержание материала освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки. |
| 2 | Условно неудовлетворительно- «2» - содержание материала освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. |

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| № темы | Номер и наименование занятия | Количество аудиторных часов | Общие и профессиональные компетенции |
|--------|--|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2.1 | Практическое занятие № 1. Изучение устройства токарно-винторезного станка | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |
| | Практическое занятие № 2. Изучение конструктивных параметров токарных резцов | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |
| | Всего | 4 | |
| 2.2 | Практическое занятие № 3. Определение элементов режима резания | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |
| | Практическое занятие № 4. Изучение устройства и принципа работы сверлильного станка | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |
| | Практическое занятие № 5. Изучение конструктивных параметров спирального сверла | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |
| | Практическое занятие № 6. Расчет режимов резания при сверлении | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |
| | Практическое занятие № 7. Изучение устройства и принципа работы универсального горизонтально-фрезерного станка | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|-----------|--------------------------|
| | Практическое занятие № 8. Определение резания при фрезеровании | 2 | ОК. 1-11 ПК 1.1 - 1.4 |
| | Всего | 12 | |
| | Итого: | 16 | |

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ТОКАРНО-ВИНТАРЕЗНОГО СТАНКА 16К20

Цель: научиться разбираться в назначении, устройстве и принципе работы рассматриваемого оборудования.

ПК 1.2 - Выполнять слесарную и механическую обработку деталей приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда

Общие сведения:

Токарные станки предназначены для обработки деталей с цилиндрическими, коническими, фасонными и другими поверхностями вращения.

При обработке с поверхности заготовки резами и другими инструментами срезается определенный слой металла. Обработка заготовки производится за счет вращения ее с определенной скоростью и поступательного перемещения режущего инструмента.

Наибольшее распространение ввиду своих исключительно широких технологических возможностей получили токарно-винторезные станки, отнесенные по классификации ЭНИМС к шестому типу и имеющие в своем обозначении цифру 6 (например, 1К62, 1м63, 16К20 и т.д.). В отличие от токарных станков токарно-винторезные позволяют обрабатывать винтовые поверхности, т.к. в них вращение заготовки кинематически связано с поступательным перемещением инструмента. В современных токарно-винторезных станках эта связь осуществляется либо посредством кинематических пар, либо электронной системой управления приводами.

Все узлы токарно-винторезного станка смонтированы на станине коробчатой формы, на которой выполнены основные базовые поверхности – продольные направляющие и плоскости прилегания. Слева на одной из плоскостей прилегания станка жестко закреплена шпиндельная бабка, в которой размещен механизм коробки скоростей, в большинстве случаев представляющие собой многоскоростную зубчатую передачу с выходным валом – шпинделем, на торце и в отверстии которого размещена вспомогательная оснастка для установки и закрепления обрабатываемых заготовок. С правой стороны станины на специальных направляющих находится задняя бабка, в коническом отверстии пиноли которой установлены концевые инструменты и вспомогательная оснастка (центры, патроны и т.д.). Шпиндель и отверстие пиноли расположены на общей оси, называемой линией

центров. Расстояние линии центров до станины связано с основной технологической характеристикой токарного станка – наибольшим диаметром заготовки, устанавливаемой над станиной.

Для станка 16К20 этот диаметр равен 400 мм и в его обозначении характеризуется числом 20. С левой стороны на боковой поверхности станины закреплена коробка подач, представляющая собой многоскоростную зубчатую передачу, которая получает вращение от шпинделя и через гитару сменных колес передает его двум своим выходным элементам: ходовому валу или ходовому винту. Ходовой винт имеется только у токарно-винторезных станков, где используются при нарезании резьбы. Между шпиндельной и задней бабками по основным направляющим станины перемещается суппорт, на карте которого выполнены направляющие для перемещения по ним поперечных салазок. На верхней плоскости салазок смонтирован верхний суппорт, который может совершать установочный поворот вокруг вертикальной оси. Салазки верхнего суппорта перемещаются вдоль своих направляющих и несут на себе поворотный резцедержатель. При нарезании резьбы движение поступает на суппорт по более короткой и точной кинематической цепи через ходовой винт и гайку, закрепленную в фартуке суппорта. При всех других видах обработки движение на суппорт передается по ходовому валу через механизм фартука на реечную шестерню, которая, зацепляясь с закрепленной на станине рейкой, перемещается вместе с суппортом в продольном направлении.

Ходовой винт и ходовой вал своими правыми цапфами установлены в подшипниках кронштейна станины. В этом же кронштейне установлен валик включения фрикционной муфты главного привода. Движение от ходового вала может также поступать на поперечные салазки или салазки верхнего суппорта.

Более подробно особенности кинематики и конструкции узлов целесообразно рассмотреть на примере станка 16К20, являющегося базовым для большинства современных моделей.

Универсальный токарно-винторезный станок 16К20 предназначен для выполнения различных токарных работ, в том числе для нарезания метрической, дюймовой, модульной, питчевой резьб повышенной точности.

Станок имеет 24 частоты вращения шпинделя при прямом вращении и 12 при обратном. Причем $n=500$ об/мин и $n=630$ об/мин повторяются дважды. Установка частоты вращения шпинделя осуществляется рукоятками по таблице, помещенной на шпиндельной бабке. Рукояткой устанавливают один из четырех диапазонов частоты вращения шпинделя в соответствии с обозначением положения рукоятки, нанесенном на таблице. Рукояткой, на ступице которой нанесены цифры от 1 до 6, устанавливают требуемые частоты вращения из выбранного ряда совмещением цифр со стрелкой, изображенной над рукояткой.

Значение подачи устанавливается рукоятками. Рукоятка имеет четыре фиксированных положения, обозначенных римскими цифрами, а рукоятка

– четыре фиксированных положения, обозначенных латинскими буквами А, В, С, D и два промежуточных, обозначенных стрелками. Величина поперечной подачи составляет половину продольной, указанной в таблице станка.

На основе станка мод. 16К20 как базовой модели выпускаются еще четыре модели: 16К20П - станок повышенной точности 16К20Г – станок нормальной точности с выемкой в станине, позволяющей обрабатывать заготовку диаметром до 630 мм на длине до 298 мм от торца шпинделя; 16К25 – облегченный станок нормальной точности с увеличенным диаметром обработки (до 500 мм); 16К20ФЗ – станок с программным управлением.

Токарные, токарно-винторезные и токарно-лобовые станки относятся к шестому типу первой группы станков по классификации ЭНИМС (вторая цифра в индексе модели). Например, станки 1А616, 1К62, 1М63, 1А680, 16К20, 1Н692 и др. Токарные станки обычно отличаются от токарно-винторезных отсутствием ходового винта для нарезания резьб резцом.

Производственные возможности токарно-винторезных станков характеризуются, прежде всего, высотой линии центров над станиной, что в индексе модели отражается одной или двумя цифрами, следующими за цифрой 6. Так, станок 1А616 имеет высоту линии центров 160 мм, а 1К62 — 200 мм, станок 164—400 мм, а 165 — 500 мм. Понятно, что высота линии центров определяет наибольший радиус заготовки. Токарно-винторезный станок позволяет обтачивать различные наружные и внутренние поверхности заготовок из любых машиностроительных конструкционных материалов (торцовые плоскости, конусы, цилиндры, резьбовые поверхности). Кроме того, на станках можно сверлить, зенкеровать и развертывать отверстия, накатывать рифления, разрезать заготовки и т. п., т. е. станки имеют широкие технологические возможности.

Токарно-винторезные станки предназначены для обработки, включая нарезание резьбы, единичных деталей и малых групп деталей. Однако бывают станки без ходового винта. На таких станках можно выполнять все виды токарных работ, кроме нарезания резьбы резцом. Техническими параметрами, по которым классифицируют токарно-винторезные станки, являются наибольший диаметр D обрабатываемой заготовки (детали) или высота Центров над станиной (равная $0,5 D$), наибольшая длина L обрабатываемой заготовки (детали) и масса станка. Ряд наибольших диаметров обработки для токарно-винторезных станков имеет вид: $D = 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000$ и далее до 4000 мм. Наибольшая длина L обрабатываемой детали определяется расстоянием между центрами станка. Выпускаемые станки при одном и том же значении D могут иметь различные значения L .

По массе токарные станки делятся на легкие - до 500 кг ($D = 100 - 200$ мм), средние - до 4 т ($D = 250 - 500$ мм), крупные - до 15 т ($D = 630 - 1250$ мм) и тяжелые - до 400 т ($D = 1600 - 4000$ мм). Легкие токарные станки применяются в инструментальном производстве, приборостроении, часо-

вой промышленности, в экспериментальных и опытных цехах предприятий.

Эти станки выпускаются как с механической подачей, так и без нее. На средних станках производится 70 - 80% общего объема токарных работ.

Эти станки предназначены для чистовой и получистовой обработки, а также для нарезания резьб разных типов и характеризуются высокой жесткостью, достаточной мощностью и широким диапазоном частот вращения шпинделя и подач инструмента, что позволяет обрабатывать детали на экономичных режимах с применением современных прогрессивных инструментов из твердых сплавов и сверхтвердых материалов.

Средние станки оснащаются различными приспособлениями, расширяющими их технологические возможности, облегчающими труд рабочего и позволяющими повысить качество обработки, и имеют достаточно высокий уровень автоматизации. Крупные и тяжелые токарные станки применяются в основном в тяжелом и энергетическом машиностроении, а также в других отраслях для обработки валков прокатных станов, железнодорожных колесных пар, роторов турбин и др. Все сборочные единицы (узлы) и механизмы токарно-винторезных станков имеют одинаковое название, назначение и расположение. Смотри рисунок 1. 1. Типичный токарно-винторезный станок 1620 завода "Красный пролетарий" показан на рисунке внизу.

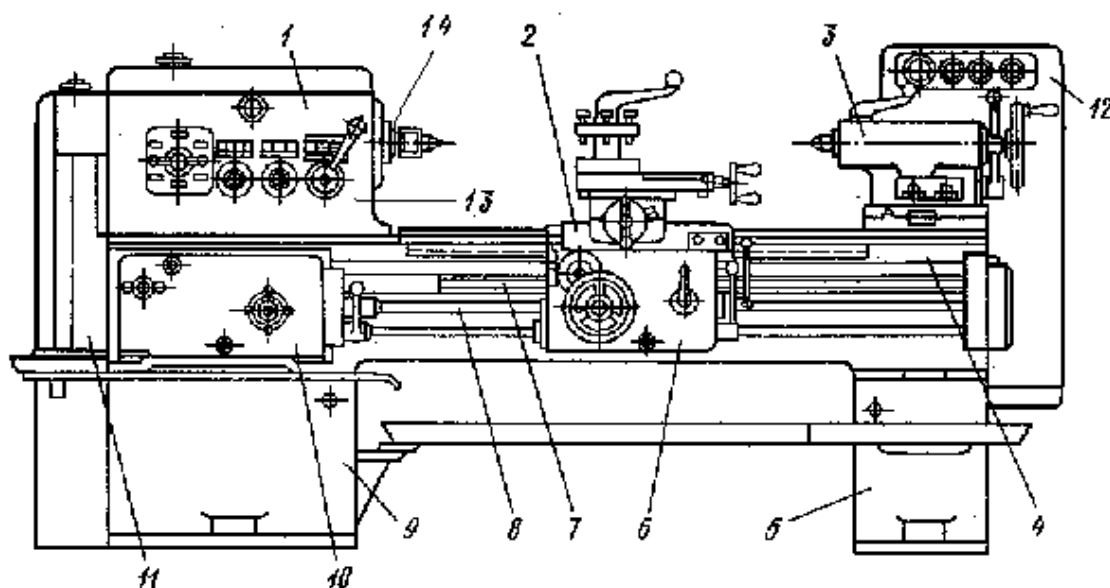


Рисунок 1.1 - Сборочные единицы (узлы)

и механизмы токарно-винторезного станка: 1620

- 1 - передняя бабка, 2 - суппорт, 3 - задняя бабка, 4 - станина, 5 и 9 - тумбы,
6 - фартук, 7 - ходовой винт, 8 - ходовой валик, 10 - коробка подач,
11 - гитары сменных шестерен, 12 - электропусковая аппаратура,
13 - коробка скоростей, 14 - шпиндель

Общий вид и размещение органов управления токарно-винторезного станка модели 16К20 (см. рис. 1.2): Рукоятки управления: 2 - заблокирован-

ная управление, 3,5,6 - установки подачи или шага нарезаемой резьбы, 7, 12 - управления частотой вращения шпинделя, 10 - установки нормального и увеличенного шага резьбы и для нарезания многозаходных резьб, 11 - изменения направления нарезания резьбы (лево- или правозаходной), 17 - перемещения верхних салазок, 18 - фиксации пиноли, 20 - фиксации задней бабки, 21 - штурвал перемещения пиноли, 23 - включения ускоренных перемещений суппорта, 24 - включения и выключения гайки ходового винта, 25 - управления изменением направления вращения шпинделя и его остановкой, 26 - включения и выключения подачи, 28 - поперечного перемещения салазок, 29 - включения продольной автоматической подачи, 27 - кнопка включения и выключения главного электродвигателя, 31 - продольного перемещения салазок.

Узлы станка: 1 - станина, 4 - коробка подач, 8 - кожух ременной передачи главного привода, 9 - передняя бабка с главным приводом, 13 - электрошкаф, 14 - экран, 15 - защитный щиток, 16 - верхние салазки, 19 - задняя бабка, 22 - суппорт продольного перемещения, 30 - фартук, 32 - ходовой винт, 33 - направляющие станины

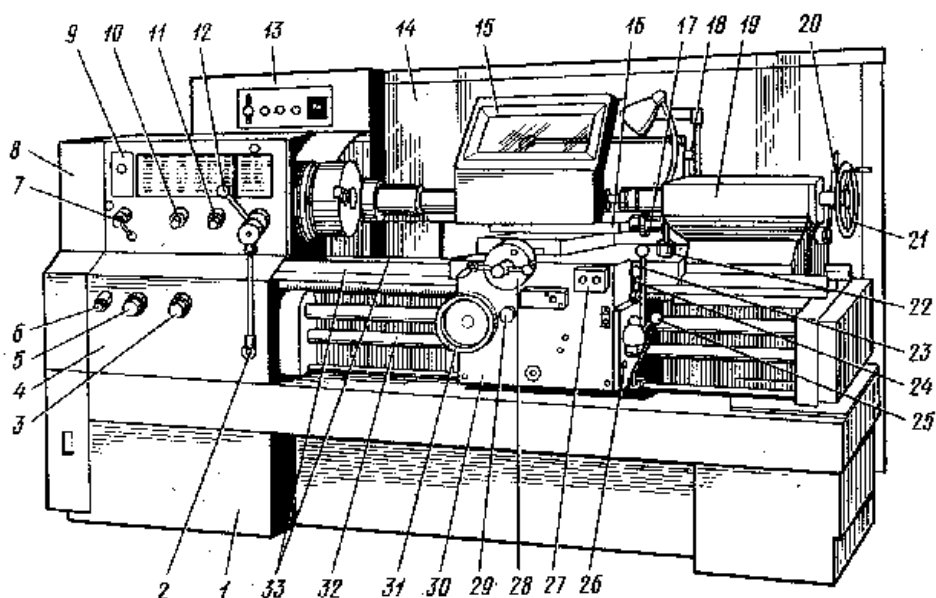


Рисунок 1.2 - Токарно-винторезный станок 16К20

1. Задание:

2. Изучить общие теоретические сведения.
3. Составить конспект по плану:
 - 3.1 назначение токарно-винторезного станка;
 - 3.2 устройство станка по вариантам:
 - I вариант – токарно-винторезный станок 16 К20;
 - II вариант – общий вид токарно-винторезного станка 1620;
 - 3.3 схема станка;
 - 3.4 принцип работы;
4. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Назначение токарно-винторезного станка 16К20
2. Устройство токарно-винторезного станка 16К20
3. Принцип работы токарно-винторезного станка
4. Назовите основные типы станков токарной группы
5. Какие виды работ выполняются на токарных станках?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Цель: Изучение конструктивных видов токарных резцов, конструкций измерительных приборов (штангенциркуля, угломера универсального) и приемов работы при измерении конструктивных параметров резцов.

ПК 1.3 - Выполнять пригоночные слесарные операции при изготовлении деталей приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда

Общие сведения:

Токарные резцы используются на токарных станках для получения из заготовок деталей с цилиндрическими, коническими, фасонными и торцовыми поверхностями, образующимися в результате вращения заготовки и поступательного перемещения резца.

Режущий инструмент (рис. 2.1.) состоит из рабочей части — головки *1* резца и присоединительной части — тела *5* резца.

Тело резца с опорной плоскостью *4* служит для закрепления его в резцедержателе. Головка резца образуется посредством специальной сточки, и ее основными элементами являются передняя поверхность, задние поверхности, режущие кромки и вершина.

Передней называется поверхность резца, по которой сходит стружка.

Задними называются поверхности резца, обращенные к обрабатываемой заготовке (главная *7* и вспомогательная *8*).

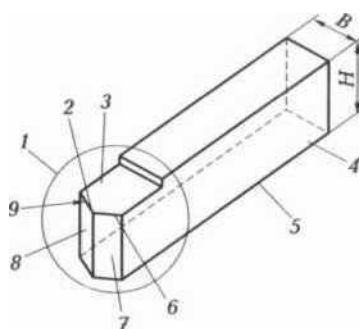


Рисунок 2.1 - Основные элементы токарного резца:

- 1* — головка резца; *2* — вершина лезвия;
 - 3* — передняя поверхность; *4* — опорная основная плоскость; *5* — тело резца; *6* — главная режущая кромка; *7* — главная задняя поверхность;
 - 8* — вспомогательная задняя поверхность;
 - 9* — вспомогательная режущая кромка;
- B* и *H* - соответственно ширина и высота державки

Режущие кромки образуются при пересечении передней и задних поверхностей. **Главная режущая кромка (лезвие)** выполняет основную работу резания и образуется пересечением передней и главной задней поверхностей. **Вспомогательная режущая кромка (лезвие)** образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей. Вспомогательных режущих кромок может быть две (например, у отрезного резца).

Вершина резца представляет собой место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок. При криволинейном сопряжении режущих кромок вершина имеет округленную форму с радиусом r (см. рис. 2.1).

Классификация резцов:

Резцы подразделяются следующим образом.

1. По типу станков (рис. 2.2) различают токарные, строгальные и долбежные резцы.

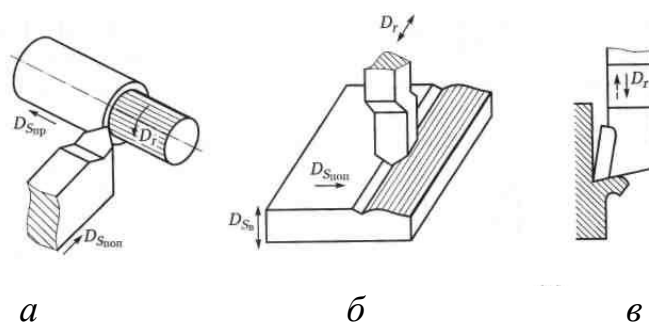


Рисунок 2.2 - Токарный (а), строгальный (б) и долбежный (в) резцы:

$D_{S\text{сп}}$ и $D_{S\text{прод}}$ — направления движения соответственно поперечной и продольной подачи; $D_г$ — направление главного движения (вращение заготовки); $D_{Св}$ — вертикальная подача

2. По направлению подачи (рис. 2.3) различают правые и левые резцы.

Правыми называются резцы, главная режущая кромка которых при наложении на них ладони правой руки (таким образом, чтобы четыре пальца были направлены к вершине) оказывается расположенной на стороне большого пальца. При работе на токарном станке такие резцы перемещаются справа налево (от задней бабки к передней).

Левыми называются резцы, главная режущая кромка которых при наложении на них ладони левой руки (как указано ранее) оказывается расположенной на стороне большого пальца.

3. По конструкции головки относительно стержня резцы подразделяются на прямые (рис. 2.4, а), отогнутые (рис. 2.4, б), изогнутые (рис. 2.4, в) и с оттянутой головкой (рис. 2.4, г).

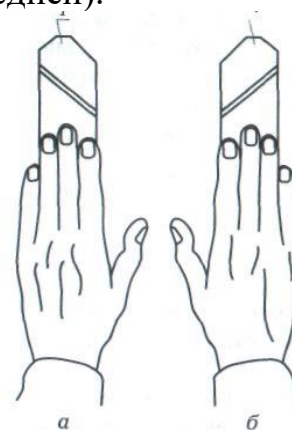


Рисунок 2.3 - Определение левого (а) и правого (б) резцов

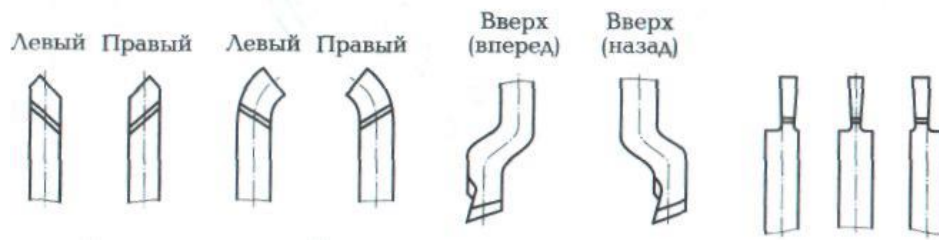


Рисунок 2.4 – Резцы прямые (а), отогнутые (б), изогнутые (в) и с оттянутой головкой (з)

4. По сечению стержня различают прямоугольные, квадратные и круглые резцы.

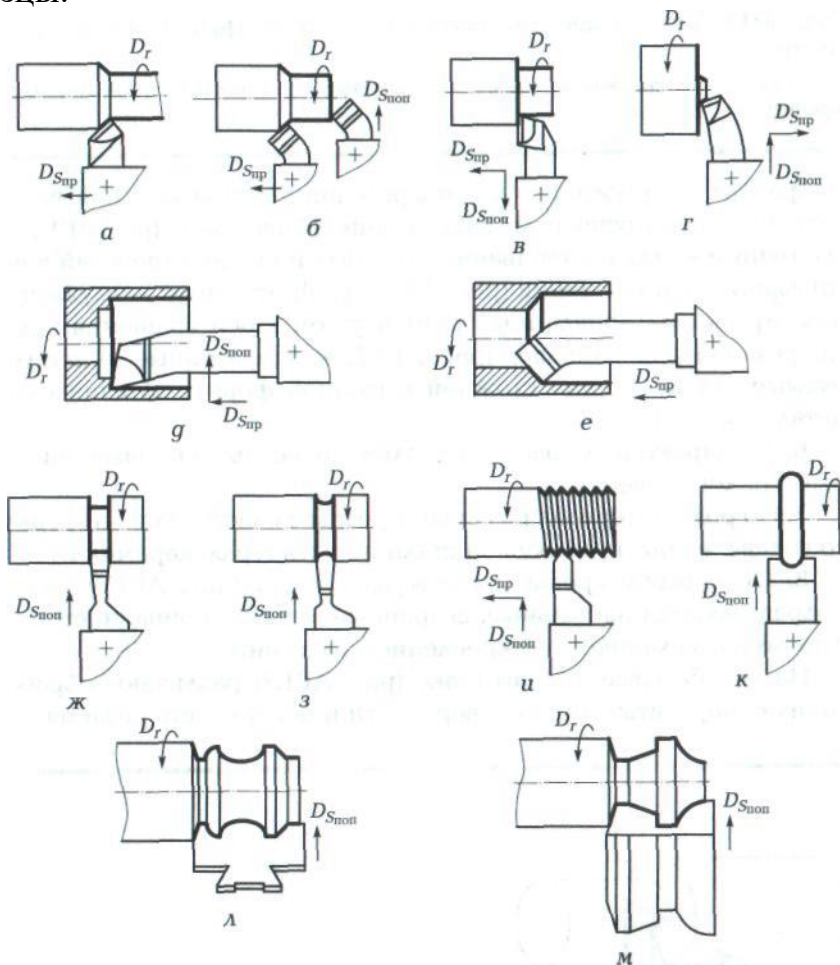


Рисунок 2.5. - Типы резцов, определяемые по назначению:

a - проходной прямой; *б* - проходной отогнутый; *в* - проходной упорный; *г* - подрезной; *д* - расточный для сквозных отверстий; *е* - расточный для глухих отверстий (упорный); *ж* - отрезной; *з* - прорезной; *и* - резьбовой; *к* - фасонный стержневой; *л* - фасонный призматический; *м* - фасонный круглый (дисковый)

5. По назначению (рис. 2.5) различают следующие резцы: проходные — производящие обтачивание детали вдоль оси ее вращения или в плоскости, перпендикулярной этой оси (рис. 2.5, *a* - *в*);

подрезные — служащие для подрезания уступов под прямым и острым углами к основному направлению обтачивания (рис. 2.5, *г*);

расточные — для растачивания сквозных и глухих отверстий в направлении оси вращения (рис. 2.5, *д, е*);

отрезные — служащие для отрезки материала под прямым углом к оси вращения и для прорезания узких канавок (рис. 2.5, *ж, з*);

фасонные — используемые для получения сложной фасонной формы обрабатываемой детали (рис. 2.5, *к- м*).

6. По характеру обработки различают резцы черновые, чистовые, тонкого точения.

7. По роду материала различают резцы с пластинами из твердого сплава, из быстрорежущей стали и из минералокерамики.

8. По способу крепления режущей части (рис. 2.6) резцы подразделяются на цельные, сваренные встык, с припаянной пластиной и с механическим креплением пластины.

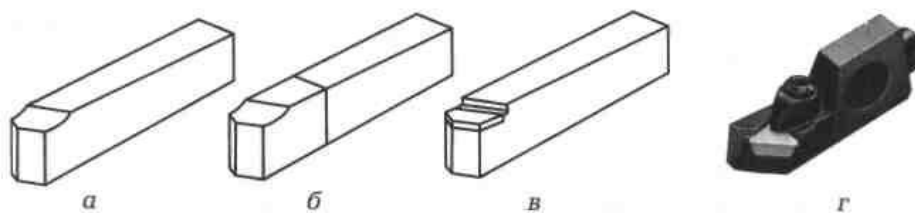


Рисунок 2.6 - Типы резцов, определяемые по способу крепления их режущей части:

а - цельный; *б* - сваренный встык; *в* - с припаянной пластиной; *г* - с механическим креплением пластины

На обрабатываемой заготовке (рис. 2.7) различают обработанную, обрабатываемую поверхности и поверхность резания.

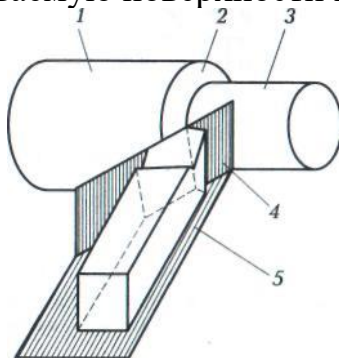


Рисунок 2.7 - Поверхности заготовки, образуемые при обработке резцом:

1— обрабатываемая поверхность;
2 — поверхность резания;
3 — обработанная поверхность;
4 — плоскость резания;
5 — основная плоскость

Под **обрабатываемой поверхностью** понимают поверхность заготовки, которая частично или полностью удаляется при обработке. Под **обработанной поверхностью** понимают поверхность, образованную на заготовке в результате обработки. **Поверхностью резания** называется поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно главной режущей кромкой.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите конструктивные элементы токарных резцов.

2. Нарисуйте в тетради эскизы токарных резцов по назначению.
3. Изучите и зарисуйте типы резцов, определяемые по способу крепления их режущей части.
4. Изучите и зарисуйте поверхности заготовки, образуемые при обработке резцом.

Содержание отчета по работе:

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Эскизы токарных резцов с указанием их конструктивных параметров.
3. Вывод по результатам работы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные элементы резца?
2. Как классифицируются резцы по форме и расположению головки относительно стержня?
3. Что принимается за основную плоскость резца?
4. Дайте определение, плоскости резания, основной плоскости.
5. Как подразделяются резцы по видам обработки?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Цель: научиться рассчитывать скорость резания при точении, частоту вращения шпинделя, глубину резания и основное машинное время.

ПК 1.1- Выполнять подготовку рабочего места, заготовок, инструментов, приспособлений для изготовления режущего и измерительного инструмента в со- с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места.

Общие сведения:

Для осуществления процесса резания рабочим органам токарного станка необходимо сообщить два движения: главное движение резания и движение подачи.

Главное движение резания D_r — это прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью в процессе резания.

Скорость главного движения резания — это скорость рассматриваемой точки режущей кромки инструмента или заготовки относительно поверхности резания в единицу времени.

Скорость резания, м/с, определяется по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/с} \quad (3.1)$$

где n - частота вращения заготовки (инструмента), об/мин;
 D - наибольший диаметр обрабатываемой заготовки (инструмента), мм.

При абразивной обработке (шлифовании) скорость резания, м/с, и определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{\text{ш.к}} \cdot n}{1000 \cdot 60}, \text{ м/с} \quad (3.2)$$

где n - частота вращения круга, об/мин;
 $D_{\text{ш.к}}$ - диаметр шлифовального круга, мм.

Движение подачи D_s — это прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого меньше скорости главного движения резания и которое предназначено для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность.

Скорость подачи, м/мин, при абразивной обработке (круглом шлифовании) определяется по формуле:

$$v_s = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n}{1000}, \text{ м/мин} \quad (3.3)$$

где n - частота вращения заготовки, об/мин;
 $D_{\text{заг}}$ - диаметр заготовки, мм.

В случае если известна скорость резания V , можно определить частоту вращения заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (3.4)$$

где v - скорость подачи, м/мин;
 D - диаметр заготовки, мм.

При токарной обработке заготовки (рис. 3.1, а) скорость резания в точках А и В режущей кромки будет величиной переменной.

Скорость движения подачи — это скорость рассматриваемой точки режущей кромки в движении подачи.

Подача S — это отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов или определенных долей цикла другого движения во время резания.

Глубина резания t , мм, — это размер срезаемого слоя с поверхности заготовки за один проход инструмента, измеренный в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (3.5)$$

где **d** - диаметр обработанной поверхности, мм;
D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

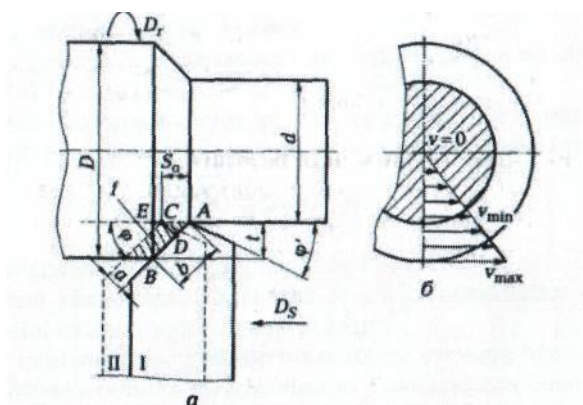


Рисунок 3.1 - Элементы резания при токарной обработке
D и **d** - диаметры заготовки соответственно до и после обработки;
a - толщина срезаемого слоя; **b** - ширина срезаемого спой; **D_r** - главное движение резания; **f** - площадь поперечного сечения срезаемого слоя;
t - глубина резания; **S_o** — подача на оборот заготовки; **φ** - главный угол в плане; **φ'** - вспомогательный угол в плане; **D_s** - направление движения подачи; **V_{min}** и **V_{max}** - минимальная и максимальная скорости резания

Машинное (основное) время **T_м** — это период времени, в течении которого оборудование (машина, агрегат, аппарат) без непосредственного участия рабочего осуществляет изменение размеров, формы или состояния обрабатываемого предмета труда (например, время точения валика на токарном станке при включенной механической подачи).

$$T_m = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{ мин} \quad (3.6)$$

где **L** - перемещение инструмента в направлении подачи, мм;
n - частота вращения заготовки, об/мин;
S_o - подача на оборот, мм/об.

Перемещение инструмента определяется по формуле:

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (3.7)$$

где **l** - размер обработанной поверхности в направлении движения подачи, мм;
y - перемещение (врезание) инструмента в направлении подачи, мм;
Δ - выход (перебег) режущего инструмента, $\Delta = 1 \dots 2$ мм.

При обработке заготовки в несколько проходов (при условии, что все они совершаются при одной и той же частоте вращения и одинаковой подаче) машинное время определяют по формуле

$$T_m = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин} \quad (3.8)$$

где **L** - перемещение инструмента в направлении подачи, мм;
n - частота вращения заготовки, об/мин;
S - подача на оборот, мм/об;
i - число проходов.

Число проходов зависит от припуска на обработку h и глубины резания t каждого прохода.

$$i = \frac{h}{t}, \quad (3.9)$$

где **h** - припуск на обработку на сторону, мм;
t - глубина резания, мм.

Задание:

Задача № 1. Определить скорость главного движения резания при обработке заготовки диаметром $D = 120$ мм на токарном станке с частотой вращения шпинделя $n = 500 \text{ мин}^{-1}$. Исходные данные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные

| Параметры | Варианты | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. |
| D, диаметр заготовки, мм | 80 | 120 | 35 | 100 | 62 | 70 | 168 | 55 | 120 | 85 | 200 | 150 | 60 | 116 | 85 |
| v, скорость резания, м/мин | 1200 | 280 | 250 | 280 | 250 | 180 | 125 | 120 | 354 | 124 | 450 | 380 | 248 | 290 | 132 |
| n, частота вращения шпинделя, об/мин | 800 | 400 | 1250 | 315 | 630 | 1600 | 420 | 1100 | 380 | 860 | 210 | 256 | 1540 | 356 | 860 |
| D _о , диаметр обработанной заготовки, мм | 79 | 118 | 34 | 98 | 60 | 68 | 160 | 50 | 114 | 80 | 192 | 142 | 58 | 14 | 82 |
| d, диаметр при окончательной обработки, мм | 76 | 116 | 32 | 96 | 58 | 66 | 158 | 49 | 112 | 79 | 190 | 140 | 56 | 11 | 80 |
| S _о , подача на оборот, мм/об | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,26 | 0,1 | 0,1 | 0,26 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,26 | 0,34 | 0,1 | 0,3 | 0,57 |

Методические указания:

1. Определить скорость главного движения резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин} \quad (3.10)$$

где **n** - частота вращения шпинделя, об/мин;
D - диаметр заготовки, мм.

2. Определить частоту вращения шпинделя токарного станка при точении заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (3.11)$$

где **v** - скорость главного движения резания шпинделя, м/мин;
D - диаметр заготовки, мм.

3. Определить глубину резания при обтачивании заготовки на токарном станке в два прохода:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (3.12)$$

где **d** - диаметр обработанной поверхности, мм;
D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

4. Определить машинное (основное) время при отрезке валика с наружным диаметром, за один проход с подачей и с частотой вращения шпинделя:

$$T_m = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{ мин} \quad (3.13)$$

где **L** - перемещение инструмента в направлении подачи, мм;
n - частота вращения заготовки, об/мин;
S_o - подача на оборот, мм/об.

Перемещение инструмента при отрезке валика отрезным резцом с режущей кромкой, параллельной оси:

$$L = \frac{D}{2} + y + \Delta, \text{ мм} \quad (3.14)$$

где **D** - наружный диаметр заготовки, мм;
y - перемещение (врезание) инструмента в направлении подачи, $y = 0$ мм;
Δ - выход (перебег) режущего инструмента, $\Delta = 2$ мм.

5. Определить машинное время при отрезке трубы с наружным диаметром, за один проход с подачей на оборот и с частотой вращения шпинделя:

$$T_m = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{ мин} \quad (3.15)$$

- где L - перемещение инструмента в направлении подачи, мм;
 n - частота вращения заготовки, об/мин;
 S_0 - подача на оборот, мм/об.

Перемещение инструмента при отрезке трубы отрезным резцом с режущей кромкой, параллельной оси:

$$L = \frac{D-d}{2} + y + \Delta, \text{ мм} \quad (3.16)$$

- где D - наружный диаметр заготовки, мм;
 d - внутренний диаметр заготовки, мм;
 y - перемещение (врезание) инструмента в направлении подачи, $y = 0$ мм;
 Δ - выход (перебег) режущего инструмента, $\Delta = 2$ мм.

6. Определить скорость движения подачи при точении заготовки с частотой вращения шпинделя за один оборот шпинделя:

$$v_s = S_0 \cdot n, \text{ мм/об} \quad (3.17)$$

- где n - частота вращения шпинделя, об/мин;
 S_0 - подача за один оборот шпинделя, мм/об.

6. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Что такое подача?
2. По какой формуле определяют глубину резания?
3. Дайте определение главному движению резания?
4. По какой формуле определяют машинное время?
5. Какие поверхности различают на обрабатываемой поверхности?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА

Цель работы: Ознакомление с конструктивными параметрами, принципом работы сверлильного станка, а также приобретением практических навыков в наладке станка.

ПК 1.2 - Выполнять слесарную и механическую обработку деталей приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда

Общие сведения:

Сверлильные станки предназначены для сверления (глухих и сквозных цилиндрических и конических отверстий), рассверливания, зенкеро-

вания, снятия фасок, разворачивания, растачивания, нарезания резьбы. Станки позволяют обтачивать наружные цилиндрические и конические поверхности, накатывать резьбу, обкатывать и раскатывать поверхности. Выполнение нескольких переходов за один рабочий ход комбинированным инструментом, а также быстросменное закрепление инструмента сокращает машинное и вспомогательное время.

По степени специализации станки подразделяются - на **универсальные** и **специальные**;

По степени автоматизации — на **автоматические, полуавтоматические автоматизированные**, с программным управлением, с механической и ручной подачей.

Станки бывают вертикально-сверлильные настольные и колонные, радиально-сверлильные, горизонтально-сверлильные, для глубокого сверления, центральные, многошпиндельные. Станки выпускают классов точности Н и П. Наиболее распространены вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные станки. Основными формообразующими движениями при сверлильных операциях являются вращение (v) и подача (S) шпинделя станка. Кинематические цепи, осуществляющие эти движения, имеют самостоятельные органы настройки, с помощью которых устанавливаются необходимые частота вращения и подача инструмента. Вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные станки предназначены для сверления отверстий диаметром 18, 25, 35, 50 и 75 мм. Вылет рукава радиально-сверлильных станков 1300—2000 мм.

Устройство основных узлов и механизмов сверлильных станков

На рис. 4.1 показан общий вид вертикально-сверлильного станка мод 2Н135, предназначенного для использования в единичном, мелко- и среднесерийном производстве.

Техническая характеристика

Наибольший диаметр сверления, мм 35

Частота вращения шпинделя (число ступеней 12), об/мин 31,5-1400

Подача (число ступеней 9), мм/об ... 0,1—1,6

Колонна 6 (рис. 4.1) станка — чугунная отливка, имеющая направляющие типа «ласточкин хвост», по которым вручную перемещаются сверлильная головка 16 (со шпинделем 9) и стол 13. Стол станка имеет три Т-образных паза. Колонна крепится к фундаментной плите 14, на которой установлен электронасос 15. Внутри плиты расположен резервуар с отстойником для СОЖ. Коробка 2 скоростей посредством блоков зубчатых колес сообщает шпинделю 9 вращение от электродвигателя 1 через муфту и зубчатую передачу. Последний вал коробки — гильза — имеет шлицевое отверстие, через которое вращение передается шпинделю. Через зубчатую пару вращение передается на коробку подач. Смазывание коробки осуществляется от плунжерного насоса 3. Блоки зубчатых колес коробки скоростей переключаются рукояткой 7, имеющей четыре положения по окружности и три вдоль оси. При движении рукоятки по окружности пере-

ключаются двойные блоки, при движении вдоль оси — тройной блок.

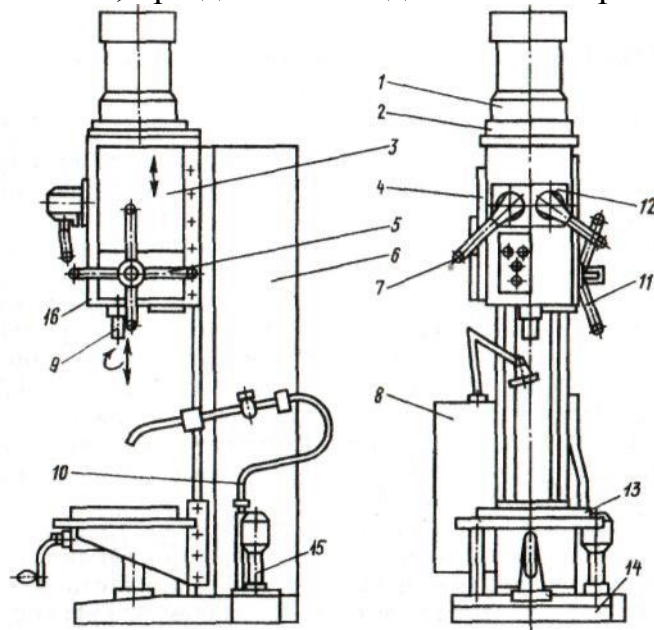


Рисунок 4.1 - Общий вид вертикально-сверлильного станка мод. 2Н135:

1 — привод, 2 — коробка скоростей. 3,4 — плунжерный насос, 5 — коробка подач, 6—колонна, 7 — механизм управления скоростями, 8 — электрооборудование, 9 — сверлильная головка, 10 — трубопровод охлаждения, 11— штурвал механизма подач, 12— механизм управления подачами, 13—стол, 14— основание, 15—насос системы охлаждения, 16 — сверлильная головка

Коробка 5 подач смонтирована в отдельном корпусе и установлена в сверлильной головке. Переключение подач производится рукояткой, расположенной на лицевой стороне сверлильной головки, через рычажную систему, которая перемещает вилки, связанные с блоками колес.

Механизм 12 управления подачами, состоящий из червячной передачи, горизонтального вала с речной шестерней, лимба, рукоятки, кулачковых и храповых обгонных муфт, является составной частью сверлильной головки, в чугунном корпусе которой смонтированы коробка скоростей, коробка подач, шпиндель и другие механизмы. Коробка скоростей содержит двух- и трехвенцовые блоки 1 зубчатых колес. Блоки переключаются рукояткой 14, в результате чего шпиндель 9 получает различную частоту вращения от электродвигателя 16. Переключение выполняется кулачково-зубчатым механизмом, передающим движение штангам, на которых закреплены вилки связанные с блоками 12 ступеней вращения.

Коробка 2 обеспечивает девять подач шпинделя посредством механизма переключения 3. Переключение выполняется одной рукояткой. Коробка подач получает вращение от одного из валов коробки скоростей, связанного со шпинделем, постоянными передачами. Механизм подачи обеспечивает ручное или механическое переключение шпинделя. Меха-

низм 5 или 6 подачи универсальных станков обеспечивает передачу от маховика ручного управления через реечную передачу 7 непосредственно на гильзу 8 шпинделя.

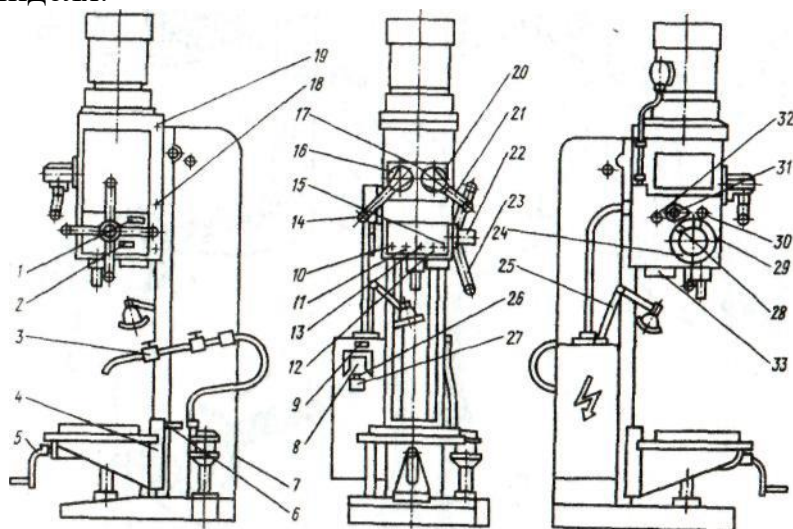


Рисунок 4. 2 - Органы управления станка модели 2Н135:

1 – заполнение СОЖ; 2 – слив; 3 – кран включения охлаждения; 4, 19 – болты для регулировки клина стола в сверлильной головке; 5 – рукоятка перемещения стола; 6 – винт зажима сверлильной головки и рукоятка зажима стола; 7 – колонна; 8 – вводный выключатель; 9 – главный переключатель; 10 – кнопка «Стоп»; 11 – кнопка включения качательного движения шпинделя при переключении; 12 – кнопка включения правого вращения шпинделя; 14 – рукоятка переключения скоростей; 15 – сигнальная лампа «Станок включен»; 16 – рукоятка смены частоты вращения шпинделя; 17 – рукоятка смены скорости вращения; 20 – подача за один оборот вращения шпинделя; 21 – рукоятка переключения передач; 22 – кнопка включения ручной подачи; 23 – штурвал механизма подач; 24 – лимб для отсчета глубины обработки; 25 – выключатель освещения; 27 – выключатель насоса охлаждения; 28 – кулачок для настройки глубины обработки; 29 – кулачок для настройки глубины нарезаемой резьбы; 30 – рычаг автоматического реверсирования главного привода при достижении заданной глубины резьбы; 31 – рычаг отключения подачи при достижении заданной глубины обработки; 32 – квадрат для ручного перемещения сверлильной головки; 33 – винт регулировки противовеса.

Для удаления инструмента из конуса шпинделя используется специальный механизм, состоящий из выбивного кулачка 18 обоймы 17 и кожуха 19. При подъеме шпинделя обойма задерживается нижней стенкой корпуса сверлильной головки, а шпиндель, перемещаясь вверх, увлекает за собой кулачок, который закреплен в нем шарнирно. Другой конец кулачка упирается в остановившуюся обойму. Кулачок поворачивается и /выдавливает инструмент из конуса шпинделя.

Глубина обработки устанавливается с помощью механизма 12, приводимого во вращение зубчатой парой и имеющего Диск с кулачками для

установки глубины сверления и автоматического выключения реверсом, а также лимб для визуального отсчета. Ускоренное перемещение шпинделя осуществляется механизмом 13 с электроприводом 15. Управление станком осуществляется кнопочной станцией 11 (для универсального станка) и 10 (для автоматизированного станка). Шпиндель смонтирован на двух шарикоподшипниках в гильзе. Осевое усилие подачи воспринимается нижним упорным подшипником, вес шпинделя — верхним. Подшипники регулируют гайкой.

Наладка станка на обычную работу с механической подачей шпинделя состоит в установке стола и сверлильной головки в положения, необходимые для работы, и их зажиме на направляющих колонны, а также в установке необходимой частоты вращения и подачи шпинделя. При наладке на работу с выключением подачи шпинделя на заданной глубине нужно: установить инструмент в шпинделе; закрепить заготовку, опустить шпиндель до упора инструмента в заготовку; установить лимб сверлильной головки так, чтобы против указателя находилась цифра, соответствующая глубине обработки с учетом угла заточки инструмента. Кулачок с буквой Я закрепляют так, чтобы его риска совпадала с соответствующей риской на лимбе. При обработке, когда достигается заданная глубина, подача шпинделя прекращается, но он будет вращаться до момента нажатия на кнопку «Стоп».

Наладка станка на нарезание резьбы с реверсом шпинделя на определенной глубине: устанавливают патрон с метчиком в шпиндель, а заготовку на столе; опускают шпиндель до упора инструмента в заготовку; устанавливают лимб на сверлильной головке для соответствующей глубины обработки; совмещают риски кулачка Р с соответствующей риской на лимбе и закрепляют кулачок; включают шпиндель и вручную вводят метчик в отверстие; через 2—3 оборота метчика включают механическую подачу. При достижении заданной глубины шпиндель автоматически реверсируется, и метчик выходит из отверстия. Для правого вращения шпинделя включают наружную кнопку.

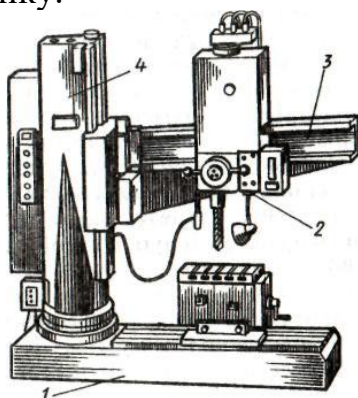


Рисунок 4.3 - Общий вид радиально – сверлильного станка модели 2554

Радиально-сверлильный станок мод. 2554 (рис. 4.3) предназначен для сверления, зенкерования, развертывания отверстий, нарезания резьбы мет-

чиками в корпусных и других деталях в условиях единичного и серийного производства. Использование специальной оснастки позволяет вырезать из листа круглые пластины, выполнять операции, характерные для расточных станков.

Техническая характеристика.

Наибольший диаметр сверления, мм 50

Вылет шпинделя от направляющих колонны, мм 350 – 1600

Частота вращения шпинделя (число ступеней 25), об/мин ... 21

Подача (число ступеней 21), мм/об 0,05 - 5

Заготовку крепят на плите 1(см. рис. 4.3) или в приспособлении, установленном на этой плите, или на приставном столе. Все движения выполняет шпиндель, который вращается (главное движение) и перемещается вдоль оси (движение подачи). Головка 2 со шпинделем может перемещаться по рукаву 3 и вместе с рукавом вокруг колонны 4. Рукав может также перемещаться вертикально по прямоугольным направляющим колонны. На сверлильной головке смонтированы коробки скоростей и подачи, а также гидравлические механизмы переключения.

Задание:

1. Внимательно изучить рисунки станков, зарисовать в тетрадь рис. 4.1, 4.2, и 4.3.
2. Описать основные узлы станка 2Н135, 2554.
3. Описать наладку станков.
4. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Что вы знаете о классификации сверлильных станков?
2. Назовите работы, выполняемые на сверлильных станках.
3. Какие режущие инструменты применяют на сверлильных станках?
4. Назовите основные узлы сверлильного станка 2Н135?
5. Что вы знаете о назначении сверлильных станков?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

Цель работы: Изучение конструктивных параметров спирального сверла, конструкций и принципов работы измерительных приборов, применяемых при контроле сверл, а также приобретение практических навыков измерения конструктивных параметров спирального сверла.

ПК 1.4 - Выполнять сборку и регулировку приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с техническим заданием с соблюдением требований охраны труда

Общие сведения:

Конструктивные элементы спирального сверла

Сверление — один из распространенных методов получения глухих и сквозных отверстий. Режущим инструментом при сверлении служит спиральное сверло, с помощью которого получают отверстия в сплошном материале (диаметром до 12 мм) или увеличивают диаметр предварительно просверленного или пробитого при штамповке отверстия (рассверливание). Точность обработки отверстий при сверлении и рассверливании соответствует 10-му и 11-му квалитетам, а шероховатость поверхности R_z 80...20 мкм. Режущая часть сверла изготавливается из быстрорежущих сталей (P18, P6M5, P6M3, P12 и др.) и твердых сплавов.

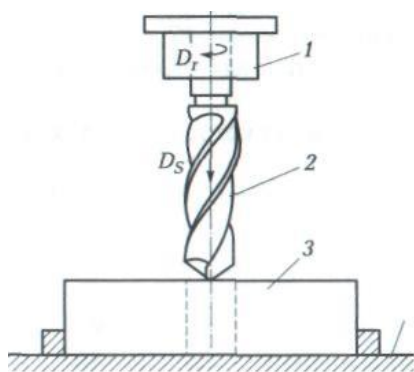


Рисунок 5.1 - Схема работы спирального сверла

- 1 – шпиндель;
- 2 – спиральное сверло;
- 3 – деталь;
- 4 – стол

Процесс резания осуществляется за счет двух совместных движений: вращательного движения — главного движения резания D_r , получаемого сверлом или деталью, и поступательного движения — движения подачи D_s , сообщаемого сверлу или детали в зависимости от модели станка рис. 5.1.

На сверлильных станках оба движение получает сверло, а на токарных и токарно-револьверных станках и автоматах вращательное движение сообщается заготовке, а поступательное движение — сверлу.

Конструктивные и геометрические параметры спирального сверла показаны на рис. 5.2. Сверло состоит из рабочей части, включающей в себя режущую и калибрующую части, шейки и хвостовика. Хвостовик — часть сверла, служащая для его закрепления в патроне, может быть цилиндрическим и коническим. Конический хвостовик имеет лапку, которая служит упором для выбивания сверла из гнезда. Цилиндрические хвостовики выполняются с поводком или без него (у сверл диаметром до 12 мм). Шейка — это промежуточная часть между хвостовиком и телом сверла, служащая для выхода шлифовального круга при шлифовании.

Рабочая часть сверла снабжена канавками и включает в себя режущую и направляющую части. Режущая часть, имеющая режущие кромки, выполняет основную работу резания. Направляющая часть, служащая для направления сверла в отверстие, обеспечивает получение заданного отверстия.

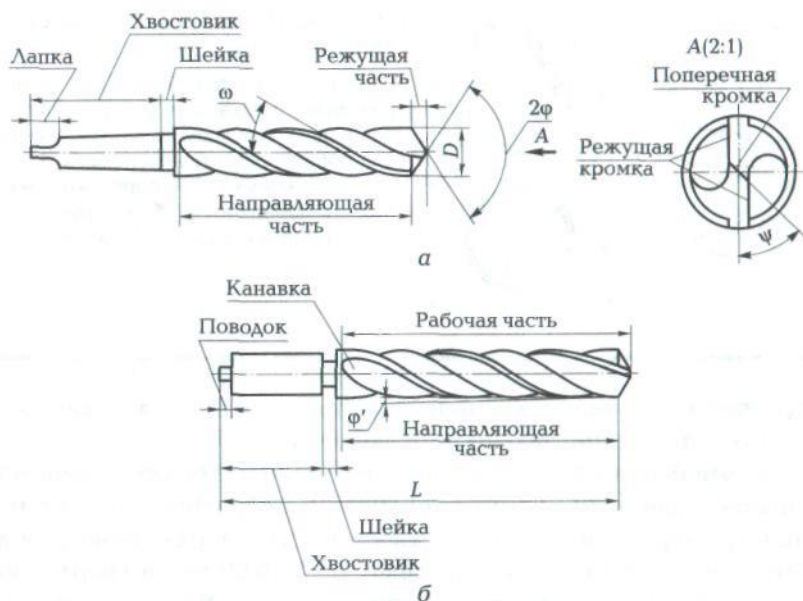


Рисунок 5.2 - Конструктивные и геометрические параметры спирального сверла

L – длина сверла; D – диаметр сверла; 2φ – угол при вершине сверла;
 φ' - вспомогательный угол в плане; ω – угол наклона винтовой стружечной канавки; ψ – угол наклона поперечной режущей кромки

Для уменьшения трения при сверлении глубоких отверстий, направляющая часть сверла выполняется с обратной конусностью (диаметр сверла уменьшается к хвостовику). Сверла диаметром до 18 мм имеют конусность в пределах 0,04...0,06 мм, а сверла диаметром 15...20 мм имеют конусность 0,05...0,10 мм на каждые 100 мм длины сверла.

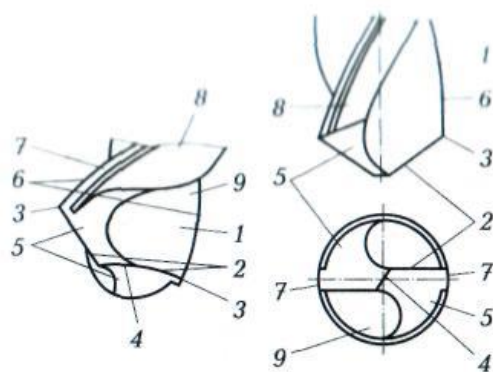


Рисунок 5.3 - Поверхности и режущие кромки сверла

- 1 – передняя поверхность;
- 2 – главная режущая кромка;
- 3 – вершина лезвия; 4 – поперечная кромка;
- 5 – главная задняя поверхность;
- 6- вспомогательная режущая кромка;
- 7 - вспомогательная задняя поверхность;
- 8 – спинка зуба;
- 9 – винтовая стружечная канавка

Поверхности и режущие кромки сверла показаны на рис. 5.3:

- передняя поверхность 1 — это часть поверхности винтовой стружечной канавки, по которой сходит стружка;
- главная режущая кромка 2 — это линия, образованная пересечением передней и главной задней поверхностей (их две);
- вершина лезвия 3 — это точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок;

- поперечная кромка (перемычка) 4 образуется пересечением двух главных задних поверхностей сверла;
- главная задняя поверхность 5 может быть конической, винтовой поверхностью или плоскостью;
- вспомогательная режущая кромка 6 образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей;
- вспомогательная задняя поверхность 7 (ленточка) — это часть конической поверхности с обратной конусностью, ось которой совпадает с осью сверла;
- спинка 8 зуба сверла, заниженная относительно ленточки, предназначена для уменьшения трения между сверлом и обработанной поверхностью отверстия;
- винтовая стружечная канавка 9, служащая для отвода стружки.

Методы измерения конструктивных параметров сверла

Для измерения конструктивных и геометрических параметров спирального сверла применяют штангенциркуль, микрометр, универсальный угломер и другие средства, имеющиеся в распоряжении лаборатории.

На рис. 5.4, а показана схема измерения диаметра сверла штангенциркулем, а на рис. 5.4, б — микрометром. При измерении диаметра сердцевины сверла микрометром необходимо использовать острые наконечники.

Для измерения общей длины сверла, длины режущей части, длины поперечной кромки, длины направляющей и рабочей частей, длины хвостовика, высоты и ширины ленточки l применяют штангенциркуль. Измерение диаметра сверла производится у вершины сверла.

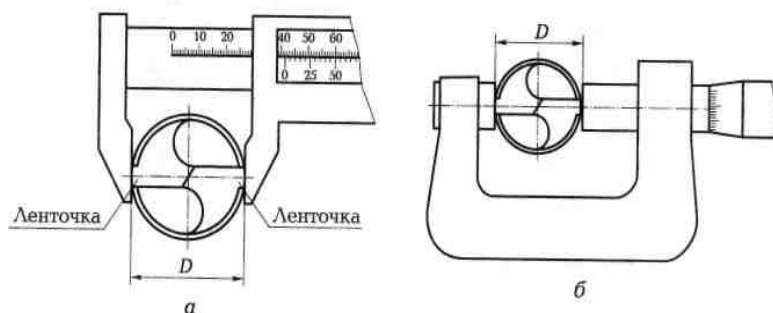


Рисунок 5.4 - Схемы измерения диаметра сверла штангенциркулем (а) и микрометром (б)

Порядок выполнения работы

1. Изучите конструктивные элементы спирального сверла.
2. Нарисуйте в тетради эскиз сверла, покажите его конструктивные элементы, а также изобразите схему измерения диаметра сверла штангенциркулем и микрометром.
3. Изучите принципы работы измерительных приборов (штангенциркуля, микрометра).
4. Измерьте все конструктивные элементы спирального сверла. Результаты измерений оформите в виде табл. 5.1.

Таблица 5.1.

| Результаты измерений конструктивных параметров спирального сверла | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|--------|
| Диаметр сверла D_c , мм | | Диаметр сердцевины d_c , мм | | Длина частей сверла, мм | | | Шаг винтовой канавки, мм | Длина поперечной кромки, мм | Размеры ленточки, мм | |
| У хвостовика | у вершины | У хвостовика | у вершины | Режущей L_p | Калибрующей, $L_{кал}$ | Рабочей $L_{раб}$ | | | Высота | Ширина |
| | | | | | | | | | | |

Содержание отчета по работе:

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Эскиз спирального сверла с указанием его конструктивных элементов.
3. Результаты измерений конструктивных параметров спирального сверла.
4. Выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы:

1. Из какого материала изготавливают спиральные сверла?
2. Назовите основные элементы и поверхности сверла.
3. Назовите особенности процесса резания при сверлении.
4. Из какого материала необходимо изготовить сверло, чтобы повысить его стойкость и получить высокую производительность?
5. Где больше диаметр сердцевины сверла: у вершины или у хвостовой части?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Цель: научиться выбирать и назначать по справочным данным параметры режима резания при сверлении, а также выбирать коэффициенты и показатели степеней для расчета мощности резания по эмпирическим формулам.

ПК 1.4 - Выполнять сборку и регулировку приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с техническим заданием с соблюдением требований охраны труда

Общие сведения:

При назначении элементов режима резания для сверления, рассверливания, зенкерования и развертывания чтобы процесс резания был наиболее производительным и экономичным необходимо учитывать конкретные условия обработки: материал режущей части инструмента; обрабатываемый материал и требования, предъявляемые к обрабатываемой поверхно-

сти; оборудование на котором будет происходить процесс обработки; применяемую смазочно-охлаждающую жидкость и др.

Подачу S_0 . при сверлении выбирают в зависимости от материалов обрабатываемой детали и режущей части инструмента. При сверлении отверстий, когда шероховатость и точность обработанной поверхности не являются определяющими, максимальное значение подачи S_0 ограничивается прочностью и жесткостью режущего инструмента (сверла).

При рассверливании отверстий подачу увеличивают в 1,5 - 2 раза по сравнению с табличной подачей. При сверлении глубоких отверстий вводится поправочный коэффициент.

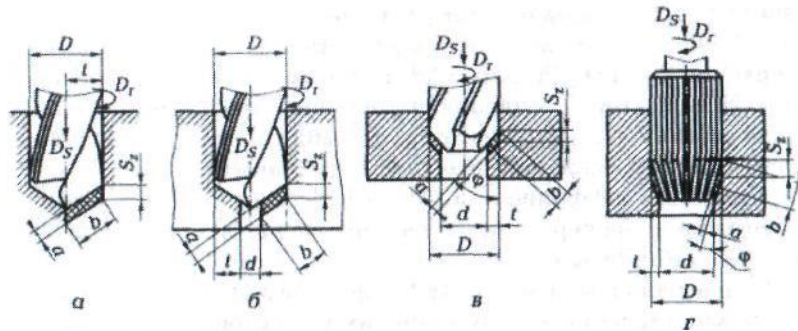


Рисунок 6.1 - Элементы режимов резания при сверлении (а), рассверливании (б), зенкерования (в) и развертывании (г):
 a - толщина срезаемого слоя; b - ширина срезаемого слоя; S_z - подача на зуб; D - диаметр сверла (зенкера, развертки); d - диаметр отверстия; φ - половина угла при вершине зенкера (развертки)

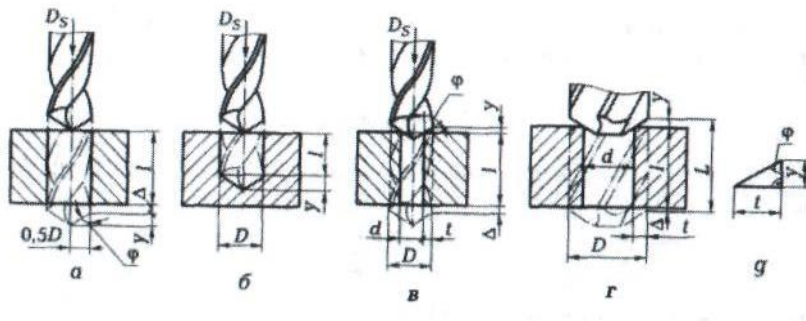


Рисунок 6.2 - Элементы пути, проходимого сверлом в направлении движения подачи:
 a - при сквозном (на выход) сверлении; b - при глухом сверлении; $в$ - при рассверливании; $г$ - при зенкерования; $д$ - схема врезания; D - диаметр сверла (зенкера, развертки); d - диаметр предварительно просверленного отверстия; t - глубина резания; l - глубина сверления (зенкерования) в направлении движения подачи; y - врезание; Δ - перебег инструмента

Задание: на вертикально-сверлильном станке 2Н135 сверлят глухое отверстие диаметром D на глубину l . Требуется назначить режим резания и определить машинное время.

Методические указания:

1. Выбирают тип сверла и его основные размеры. Геометрические па-

раметры заточки сверл из быстрорежущей стали.

Углы режущей части спиральных сверл выбирают в зависимости от материала заготовки.

2. Определить глубину резания t . При сверлении отверстия в сплошном материале глубина резания,

$$t = \frac{D}{2}, \text{ мм} \quad (6.1)$$

где D - диаметр сверла, мм.

3. Корректируют подачу S_0 по паспортным данным станка, на котором будет проводиться обработка (берется ближайшее меньшее фактически имеющееся значение подачи на станке) $S_0 = 0,4$ мм/об.

4. Проверяем принятую подачу по осевой составляющей силы резания, допустимой прочностью механизма подачи станка. Для этого определяем осевую составляющую силы резания по формуле.

$$P_o = C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.2)$$

где C_p - постоянный коэффициент, $C_p = 68$;
 y, q - показатели степеней, $y = 0,7$; $q = 1$;
 D - диаметр сверла, мм;
 K_p - поправочный коэффициент на осевую составляющую силы резания $K_p = 1$;
 S_0 - подача, $S_0 = 0,4$ мм/об.

5. При заданной оптимальной стойкости рассчитывают скорость главного движения резания, м/мин, допускаемую режущими свойствами резца, по эмпирической формуле

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_0^y} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (6.3)$$

где C_v - постоянный коэффициент, $C_v = 9,8$;
 y, q, m - показатели степеней, $y = 0,5$; $q = 0,4$; $m = 0,2$;
 D - диаметр сверла, мм;
 K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания, $K_v = 0,75$;
 S_0 - подача, $S_0 = 0,4$ мм/об;
 T - среднее значение периода стойкости $T = 45$ мин.

6. Определить частоту вращения шпинделя, об/мин, соответствующую расчетной скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (6.4)$$

где D - диаметр сверла, мм;
 v - скорость резания, м/мин.

7. Корректируют частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и устанавливают действительную частоту вращения $n_d = 250$ об/мин.

8. Определить действительную скорость главного движения резания:

$$v_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин} \quad (6.5)$$

где **D** - диаметр сверла, мм;
 n_d - действительная частота вращения, $n_d = 250$ об/мин.

9. Определить крутящий момент от сил сопротивления резанию при сверлении

$$M_{кр} = C_m \cdot D^q \cdot S_o^y \cdot K_p, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (6.6)$$

где **C_m** - постоянный коэффициент, $C_m = 0,0345$;
 y, q - показатели степеней, $y = 0,8$; $q = 2$;
D - диаметр сверла, мм;
 K_p - поправочный коэффициент на осевую составляющую силы резания $K_p = 1$;
 S_o - подача, $S_o = 0,4$ мм/об.

10. Определить эффективную мощность резания по формуле:

$$N_{эф} = \frac{M_{кр} \cdot n_d}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.7)$$

где **$M_{кр}$** - крутящий момент от сил сопротивления резанию при сверлении, Н·м;
 n_d - действительная частота вращения, $n_d = 250$ об/мин.

11. Определить машинное время при сверлении по формуле:

$$T_m = \frac{L}{n_d \cdot S_o} = \frac{l + y + \Delta}{n_d \cdot S_o}, \text{ мин.} \quad (6.8)$$

где **l** - глубина сверления, $l = 3 \cdot D$ мм;
 y - врезание резца, $y = 0,3 \cdot D$, мм;
 Δ - при сверлении глухого отверстия перебег, $\Delta = 0$ мм;
 S_o - подача, $S_o = 0,4$ мм/об;
 n_d - действительная частота вращения, $n_d = 250$ об/мин.

12. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Какие условия обработки учитываются при назначении режимов резания для сверления?
2. По какой формуле определяют глубину резания?
3. Какие параметры при сверлении влияют на подачу?
4. Назовите элементы пути, проходимого сверлом в направлении движения подачи?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

Цель работы: Ознакомление с конструктивными параметрами, принципом работы универсального горизонтально-фрезерного станка, а также приобретением практических навыков в наладке станка.

ПК 1.1 - Выполнять подготовку рабочего места, заготовок, инструментов, приспособлений для изготовления режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места.

Общие сведения:

Фрезерные станки в единой системе классификации станков составляют шестую группу, поэтому обозначение (шифр) любого фрезерного станка начинается с цифры 6. Различают две основные группы фрезерных станков:

1) общего назначения или универсальные (вертикально-фрезерные, горизонтально-фрезерные, продольно - фрезерные);

2) специализированные (шлицефрезерные, шпоночно-фрезерные, карусельно-фрезерные, копировально-фрезерные, резьбофрезерные и др.).

По конструктивным особенностям эти станки подразделяются на консольные (стол расположен на подъемном кронштейне — консоли), бесконсольные (стол перемещается на неподвижной станине в продольном и поперечном направлениях) и непрерывного действия (карусельные и барабанные). В единичном, мелко- и среднесерийном производстве наиболее распространены консольные фрезерные станки. Универсальный консольный горизонтально-фрезерный станок (рис. 7.1, а) имеет горизонтальный шпиндель 2 и выдвижной хобот 1, на который устанавливают серьгу 3, поддерживающую оправку с фрезой. Консоль 4 перемещается по направляющей стойки 5. На консоли расположены салазки 6 и стол 7. Широкоуниверсальный консольный горизонтально-фрезерный станок (рис. 7.1, б) помимо горизонтального шпинделя имеет шпиндельную головку 1, которая может поворачиваться на хоботе в двух взаимно перпендикулярных направлениях, благодаря чему шпиндель с фрезой можно устанавливать под любым углом к плоскости стола и к обрабатываемой заготовке. На головке 1 монтируют накладную головку 2 для сверления, рассверливания, зенкерования, растачивания и фрезерования.

Консольный вертикально-фрезерный станок (рис. 7.1, з) имеет вертикальный шпиндель 3, который размещен в поворотной шпиндельной головке 2, установленной на стойке 1. Бесконсольные вертикально - и горизонтально-фрезерные станки (рис. 7.1, д и е), служащие для обработки крупногабаритных деталей, имеют салазки 2 и стол 3, которые перемеща-

ются по направляющим станины 1. Шпиндельная головка 5 перемещается по направляющим стойки 6. Шпиндель 4 имеет осевые перемещения при установке фрезы. Продольно-фрезерные станки (рис. 7.1, ж) предназначены для обработки крупногабаритных плоскостей. На станине 1 установлены две вертикальные стойки 6, соединенные поперечиной 7. На направляющих стоек смонтированы фрезерные головки 3 с горизонтальными шпинделями и траверса (поперечина) 4. На последней установлены фрезерные головки 5 с вертикальными шпинделями. Стол 2 перемещается по направляющим станины 1. Карусельно-фрезерные станки (рис. 7.1, з), предназначенные для обработки поверхностей торцовыми фрезами, имеют один или несколько шпинделей 3 для черновой и чистовой обработки.

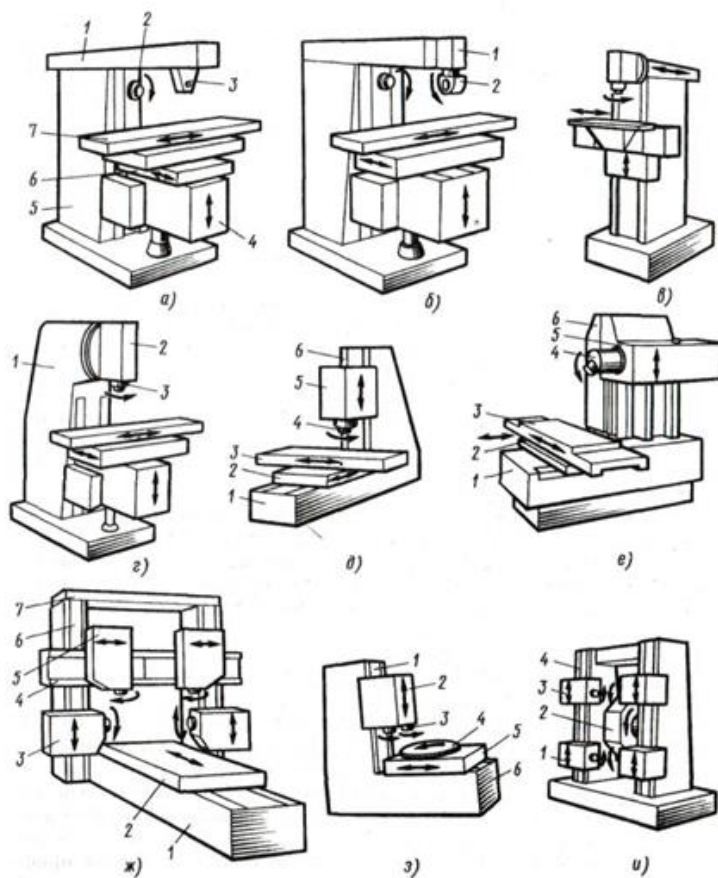


Рисунок 7.1 - Фрезерные станки:

- a* - универсальный консольный горизонтально-фрезерный,
- б* - широкоуниверсальный консольный горизонтально-фрезерный,
- в* - широкоуниверсальный бесконсольно - фрезерный, *г* - консольный вертикально-фрезерный, *д* - бесконсольный вертикально-фрезерный,
- е* - бесконсольный горизонтально-фрезерный, *ж* - продольно-фрезерный,
- з* - карусельно-фрезерный, *и* - барабанно-фрезерный

По направляющим стойки 1 перемещается шпиндельная головка 2. Стол 4, вращаясь непрерывно, сообщает установленным на нем заготовкам движение подачи. Стол с салазками 5 имеет установочное перемещение по направляющим станины 6. Барабанно-фрезерные станки (рис. 7.1, *и*) ис-

пользуются в крупносерийном и массовом производстве. Заготовки устанавливаются на вращающемся барабане 2, имеющем движение подачи. Фрезерные головки 3 (для черновой обработки) и 1 (для чистовой обработки) перемещаются по направляющим стоек 4.

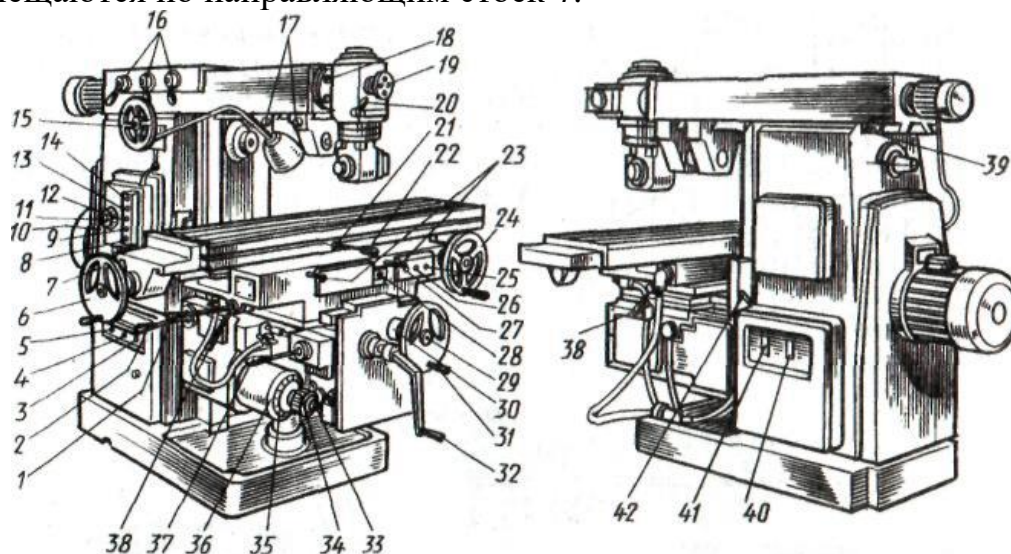


Рисунок 7.2 - Общий вид станка мод. 6P82Ш:

1, 22 - рукоятки включения продольных перемещений стола, 2, 37 - рукоятки включения поперечной и вертикальной подач стола, 3 - переключатель ввода «Включено - выключено», 4 - переключатель насоса охлаждения «Включено - выключено», 5 - переключатель вращения горизонтального шпинделя «Влево — вправо», 6, 24 - маховички ручного продольного перемещения стола, 7 - рукоятка переключения скоростей горизонтального шпинделя, 8, 27 - кнопка «Стоп», 9, 26 - кнопка «Пуск шпинделя», 10 - стрелка указателя частоты вращения шпинделя, 11 - указатель частоты вращения шпинделя, 12, 25 - кнопка «Быстро стоп», 13 - кнопка «Импульс шпинделя», 14 - переключатель освещения, 15 - маховичок ручного перемещения хобота, 16 - рукоятки переключения скоростей шпинделя поворотной головки, 17 - механизм зажима серьги, 18 - механизм зажима поворотной головки, 19 - маховичок выдвижения гильзы шпинделя, 20 - рукоятка зажима гильзы и шпинделя, 21 - звездочка механизма автоматического цикла, 22 - рукоятка включения продольной подачи стола, 23 - механизм зажима стола, 28 - переключатель ручного или автоматического управления стола, 29 - маховичок ручных поперечных перемещений стола, 30 - лимб механизма поперечных перемещений стола, 31 - кольцо нониуса, 32 - рукоятка ручных вертикальных перемещений стола, 33 - кнопка фиксации грибка переключения подачи, 34 - грибок переключения подачи, 35 - указатель подачи стола, 36 - стрелка указателя подачи стола, 38 - рукоятка зажима салазок на направляющих консоли, 39 - винт зажима хобота, 40 - реверсивный переключатель направления вращения шпинделя накладной головки, 41 - переключатель управления «Автоматический цикл - ручное управление — работа с круглым столом», 42 - рукоятка зажима консоли

Станки предназначены для выполнения различных фрезерных работ, а также сверлильных и несложных расточных работ в единичном и серийном производстве. К ним относятся станки моделей 6P82, 6P82Г, 6P83, 6P83Г, 6P82Ш, 6A54, 6P12, 6P13, 6P12Б, 6P13Б и др. На рис. 7.1, а, б, 20.2, 20.3 показаны соответственно общий вид, основные узлы широкоуниверсального консольного горизонтально-фрезерного станка мод 6P82Ш.

Привод горизонтального шпинделя (главного движения) осуществляется электродвигателем через зубчатые передачи. Число ступеней частот вращения равно числу вариантов передаточных отношений от электродвигателя до шпинделя.

Шпиндель поворотной головки приводится во вращение от электродвигателя через зубчатые передачи.

Привод подач стола в поперечном и продольном направлениях осуществляется через зубчатые передачи от электродвигателя.

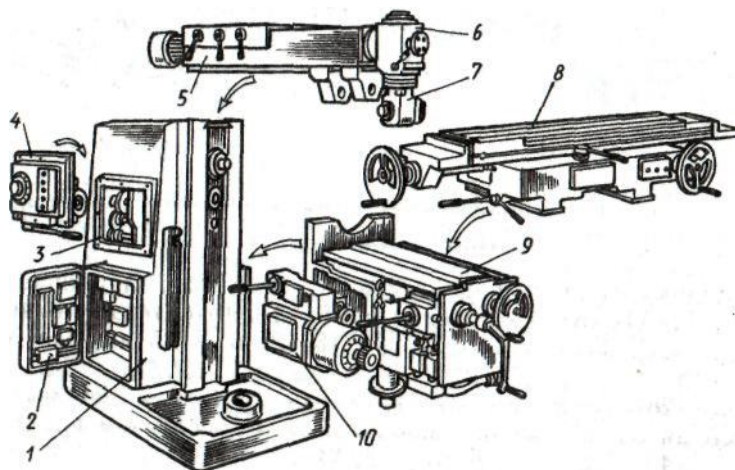


Рисунок 7.3 - Основные узлы станка мод. 6P82Ш:

- 1 – станина, 2 – электрооборудование, 3 – коробка скоростей.
4 – коробка переключения, 5 – хобот, 6 – поворотная головка,
7 – накладная головка, 8 – стол и салазки, 9 – консоль, 10 – коробка подач

Содержание отчета по работе:

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Эскиз станка 6P82Ш.
3. Описание основных узлов.
4. Сделать вывод

Контрольные вопросы:

1. В какую группу единой системе классификации станков входят фрезерные станки?
2. Назовите работы, выполняемые на фрезерных станках.
3. Какие режущие инструменты применяют на фрезерных станках?
4. Назовите основные узлы фрезерного станка 6P82Ш.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Цель: научиться выбирать и назначать по справочным данным параметры режима резания при фрезеровании, а также выбирать коэффициенты и показатели степеней для расчета мощности резания по эмпирическим формулам.

ПК 1.3 - Выполнять пригоночные слесарные операции при изготовлении деталей приспособлений, режущего и измерительного инструмента в соответствии с производственным заданием с соблюдением требований охраны труда.

Общие сведения:

Фрезерование – это один из высокопроизводительных методов обработки металлов резанием с помощью фрезы.

Фреза – многолезвийный инструмент, представляющий собой тело вращения, на образующей поверхности которого, а иногда и торце, имеются режущие зубья.

Выбор типа фрезы зависит от вида используемого оборудования и обрабатываемой поверхности. При **цилиндрическом фрезеровании** ось фрезы параллельна обрабатываемой поверхности, а зубья располагаются на цилиндрической поверхности. При **торцевом фрезеровании** ось фрезы перпендикулярна обработанной поверхности, а зубья располагаются как на торцевой, так и на цилиндрической поверхностях.

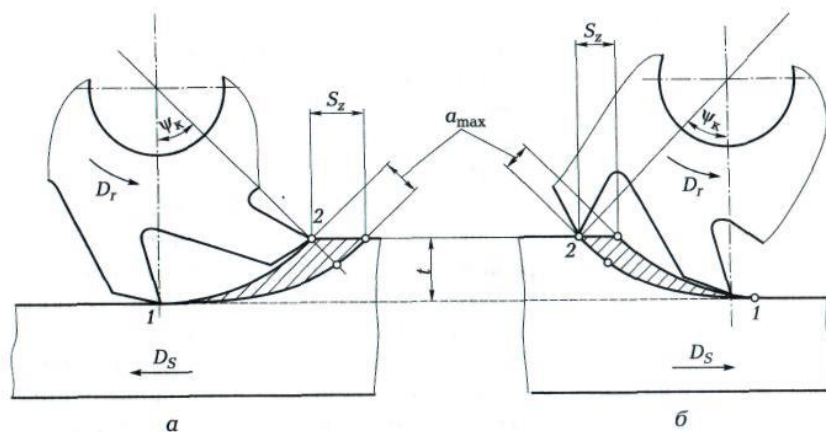


Рисунок 8.1 - Схемы встречного (а) и попутного (б) фрезерования:
 ψ_k - угол контакта фрезы; S_z - подача на зуб; t — глубина резания;
 α_{\max} - максимальная толщина стружки

Различают две схемы цилиндрического и торцевого фрезерования (рис. 8.1): - **встречное фрезерование** (рис. 8.1, а) — когда направление движения подачи D_s противоположно направлению вращения фрезы D_r . При встречном фрезеровании нагрузка на зуб фрезы увеличивается постепенно, и снятие стружки начинается в точке 1, а заканчивается в точке 2 с наибольшей толщиной срезаемого слоя α_{\max} . Встречное фрезерование при-

меняется при черновой обработке заготовок, а также при наличии корки или окалины;

- **попутное фрезерование** (рис. 8.1, б) — когда направление вращения фрезы D_r и направление движения подачи D_s совпадают, при этом каждый зуб фрезы начинает снимать стружку с наибольшей толщиной срезаемого слоя $\alpha_{\text{тах}}$ в точке 2, а заканчивает в точке 1. Попутное фрезерование применяется при чистовой обработке, когда требуется высокая точность обработки, а также при обработке тонких заготовок.

Задача № 1.

На вертикально-фрезерном станке 6Т13 производится торцевое фрезерование плоской поверхности шириной B и длиной l . Припуск на обработку h . Требуется назначить режим резания и определить машинное время.

Варианты данных к задаче № 1 приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1 – Исходные данные

| Параметры | Варианты | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-----------|-------------|-----------------|-----------|----------|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
| l , длина плоской поверхности, мм | 250 | 350 | 500 | 400 | 320 | 200 |
| Материал заготовки | Сталь 35 | Сталь Ст3 | Серый чугун | Бронза БрАЖ10-4 | Сталь 45Х | Сталь 35 |
| B , ширина плоской поверхности, мм | 80 | 60 | 100 | 120 | 70 | 90 |
| h , припуск на обработку, мм | 3,5 | 4 | 1,2 | 1,6 | 3 | 1,5 |
| S_z , подача на зуб фрезы, мм/зуб | 0,12 | | | | | |
| T , период стойкости, мин | 180 | | | | | |
| h_z , износ зубьев, мм | 1,2 | | | | | |
| D , диаметр фрезы, мм | 160 | | | | | |
| σ_B , МПа | 75 | | | | | |

Методические указания:

1. Определить скорость главного движения, допускаемую режущими свойствами фрезы при отношении $\frac{B}{D} = \frac{80}{160} = 0,5$ по формуле

$$v = v_{\text{таб}} K_v, \quad (8.1)$$

При расчете скорости резания вводим поправочный коэффициент на скорость при врезании

$$K_v = K_{vM} \cdot K_{vHB} \cdot K_{vH} \cdot K_{vH} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{v0} \cdot K_{vz} \cdot K_{vT} \cdot K_{vV} \cdot K_{v\phi}, \quad (8.2)$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 0,92 = 0,63$$

- где K_{vm} - коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала, $K_{vm} = 0,9$;
 K_{vnb} - коэффициент, учитывающий твердость материала заготовки, $K_{vnb} = 0,9$;
 $K_{vн}$ - коэффициент, учитывающий материал режущей части фрезы заготовки, $K_{vн} = 1$;
 $K_{vп}$ - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности, $K_{vп} = 0,9$;
 $K_{vф}$ - коэффициент, учитывающий характер фрезерования, $K_{vф} = 1$;
 $K_{vφ}$ - коэффициент, учитывающий главный угол в плане, $K_{vφ} = 1$;
 K_{v0} - коэффициент, учитывающий условия обработки, $K_{v0} = 1$;
 $K_{vф}$ - коэффициент, учитывающий тип фрезы, $K_{vф} = 1,1$;
 K_{vz} - коэффициент, учитывающий число зубьев фрезы, $K_{vz} = 1$;
 K_{vt} - коэффициент, учитывающий стойкость фрезы, $K_{vt} = 0,86$;
 $K_{vν}$ - коэффициент, учитывающий скорость резания, $K_{vν} = 0,92$.

тогда

$$v = v_{таб} K_v, \text{ м/мин} \quad (8.3)$$

- где $v_{таб}$ - скорость главного движения резания, $v_{таб} = 252$ м/мин;
 K_v - поправочный коэффициент на скорость резания при фрезеровании.

2. Определить частоту вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (8.4)$$

- где v - скорость главного движения резания, м/мин;
 D - диаметр фрезы, мм.

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения шпинделя $n_d = 315$ об/мин.

3. Определить действительную скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин} \quad (8.5)$$

- где n_d - действительная частота вращения шпинделя станка, $n_d = 315$ об/мин;
 D - диаметр фрезы, мм.

4. Определить скорость движения подачи

$$v_s = S_z \cdot z \cdot n_d, \text{ мм/мин} \quad (8.6)$$

- где n_d - действительная частота вращения шпинделя $n_d = 315$ об/мин;
 S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб;
 z - число зубьев, $z = 10$.

Корректируем скорость движения подачи по паспортным данным станка и устанавливаем действительную скорость подачи $v_{сд} = 315$ мм/мин.

5. Определить действительное значение подачи на зуб фрезы

$$S_{зд} = \frac{V_{сд}}{z \cdot n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (8.7)$$

где $V_{сд}$ - скорость движения подачи, мм/мин;
 S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб;
 n_d - действительная частота вращения шпинделя $n_d = 315$ об/мин.

6. Определить поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{75} \right)^n, \quad (8.8)$$

где n - показатель степени при обработке стали, $n = 0,3$;
 σ_B - МПа.

7. Определить главную составляющую силы резания – окружную силу, Н:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \cdot H \quad (8.9)$$

где C_p - постоянный коэффициент, $C_p = 825$;
 $u, y, x,$ - показатель степени, $u = 1,1$; $y = 0,7$; $x = 1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$;
 q, w
 D - диаметр фрезы, мм;
 n - частота вращения шпинделя, об/мин;
 K_{MP} - поправочный коэффициент;
 S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб, мм;
 z - число зубьев, $z = 10$;
 B - ширина плоской поверхности, мм.

8. Определить мощность, затрачиваемую на резание

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v_d}{60 \cdot 1020}, \text{ КВт} \quad (8.10)$$

где P_z - окружная сила, Н;
 v_d - действительная скорость главного движения резания, м/мин.

9. Определить машинное время по формуле:

$$T_m = \frac{L}{V_{sd}} = \frac{l + y + \Delta}{V_{sd}}, \text{ мин} \quad (8.11)$$

- где L - путь, проходимый инструментом в направлении подачи, мм;
 y - врезание, $y = 0,5(D - \sqrt{D^2 - B^2})$, мм;
 v_{sd} - действительная скорость движения подачи, $v_{sd} = 315$ мм/мин;
 l - длина врезания, $l = 500$ мм;
 Δ - перебег, $\Delta = 3$ мм.

Задача № 2.

На горизонтально-фрезерном станке 6Т82Г производится цилиндрическое фрезерование плоской поверхности шириной B и длиной l . Припуск на обработку h . Требуется назначить режим резания и определить машинное время.

Варианты данных к задаче № 2 приведены в табл. 14.1.

Методические указания:

1. Определить подачу на один зуб фрезы по формуле

$$S_z = S_{zтаб} \cdot K_{S_z}, \quad (8.12)$$

Поправочный коэффициент на подачу при фрезеровании определяется по формуле

$$K_{S_z} = K_{S_{нв}} \cdot K_{S_l} \cdot K_{S_{zZ}} \cdot K_{S_{zM}}, \quad (8.13)$$

$$K_{S_z} = 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,92$$

- где $K_{S_{нв}}$ - коэффициент, учитывающий твердость материала заготовки, $K_{S_{нв}} = 1,15$;
 K_{S_l} - коэффициент, учитывающий длину оправки, $K_{S_l} = 1$;
 $K_{S_{zZ}}$ - коэффициент, учитывающий крупные зубья фрезы, $K_{S_{zZ}} = 1$;
 $K_{S_{zM}}$ - коэффициент, учитываемый обрабатываемый материал, $K_{S_{zM}} = 0,8$.

тогда

$$S_z = S_{zтаб} \cdot K_{S_z}, \quad (8.14)$$

- где $S_{zтаб}$ - скорость главного движения резания, $S_{zтаб} = 0,25$ мм/зуб;
 K_{S_z} - поправочный коэффициент на подачу при фрезеровании.

2. Определить скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы при отношении $\frac{t}{D} = \frac{1,6}{80} = 0,02$ по формуле

$$v = v_{таб} K_v, \quad (8.15)$$

Поправочный коэффициент на скорость резания определить по формуле

$$K_v = K_{vHB} \cdot K_{vI} \cdot K_{vII} \cdot K_{vD} \cdot K_{vZ} \cdot K_{vB} \cdot K_{vT}, \quad (8.16)$$

$$K_v = 1,25 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,71$$

- где K_{vB} - коэффициент, учитывающий ширину фрезерования, $K_{vB} = 0,85$;
 K_{vHB} - коэффициент, учитывающий твердость материала заготовки, $K_{vHB} = 1,25$;
 K_{vI} - коэффициент, учитывающий длину оправки $K_{vI} = 1$
 K_{vII} - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности, $K_{vII} = 0,7$;
 K_{vD} - коэффициент, учитывающий диаметр фрезы, $K_{vD} = 0,95$;
 K_{vZ} - коэффициент, учитывающий число зубьев фрезы, $K_{vZ} = 1$;
 K_{vT} - коэффициент, учитывающий стойкость фрезы, $K_{vT} = 1$.

тогда

$$v = v_{таб} K_v, \text{ м/мин} \quad (8.17)$$

- где $v_{таб}$ - скорость главного движения резания, $v_{таб} = 36$ м/мин;
 K_v - поправочный коэффициент на скорость резания при фрезеровании.

3. Определить частоту вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (8.18)$$

- где v - скорость главного движения резания, м/мин;
 D - диаметр фрезы, мм.

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения $n_d = 100$ об/мин.

4. Определить действительную скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин} \quad (8.19)$$

- где n_d - действительная частота вращения шпинделя станка, $n_d = 100$ об/мин;
 D - диаметр фрезы, мм.

5. Определить скорость движения подачи

$$v_s = S_M = S_z \cdot z \cdot n_d, \text{ мм/мин} \quad (8.20)$$

- где n_d - действительная частота вращения шпинделя $n_d = 100$ об/мин;
 S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб;
 z - число зубьев, $z = 10$.

Корректируем скорость движения подачи по паспортным данным станка и устанавливаем действительную скорость подачи $v_{сд} = 315$ мм/мин.

6. Определить действительное значение подачи на зуб фрезы

$$S_{зд} = \frac{V_{сд}}{z \cdot n_{д}}, \text{ мм/зуб} \quad (8.21)$$

где $V_{сд}$ - скорость движения подачи, мм/мин;
 S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб;
 $n_{д}$ - действительная частота вращения шпинделя $n_{д} = 100$ об/мин.

7. Определить поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

$$K_{мр} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (8.22)$$

где n - показатель степени при обработке стали, $n = 0,55$;
 HB - 180.

8. Определить главную составляющую силы резания – окружную силу, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{мр} \cdot Н \quad (8.23)$$

где C_p - постоянный коэффициент, $C_p = 30$;
 u, y, x, q, w - показатели степени, $u = 1,0$; $y = 0,65$; $x = 0,83$; $q = 0,83$;
 $w = 0$;
 D - диаметр фрезы, мм;
 n - частота вращения шпинделя, об/мин;
 $K_{мр}$ - поправочный коэффициент;
 $S_{зд}$ - подача на зуб фрезы, мм/зуб, мм;
 z - число зубьев, $z = 10$;
 B - ширина фрезерования, $B = 85$ мм;
 t - глубина резания $t = 1,6$ мм.

9. Определить эффективную мощность резания

$$N_{эф} = \frac{P_z \cdot v_{д}}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт} \quad (8.24)$$

где P_z - окружная сила, Н;
 $v_{д}$ - действительная скорость главного движения резания, м/мин.

10. Определить машинное время по формуле:

$$T_m = \frac{L}{V_{сд}} = \frac{1 + y + \Delta}{V_{сд}}, \text{ мин} \quad (8.25)$$

- где L - путь, проходимый инструментом в направлении подачи, мм;
 y - врезание, $y = \sqrt{t \cdot (D - t)} = 11,2$, мм;
 $v_{сд}$ - действительная скорость движения подачи, $v_{сд} = 100$ мм/мин;
 l - длина фрезерования, $l = 350$ мм;
 Δ - перебег, $\Delta = 3$ мм.

Задача № 3.

На вертикально-фрезерном станке 6Т12 концевой фрезой фрезеруют сквозной паз шириной b , глубиной h и длиной l . Требуется назначить режим резания и определить машинное время.

Варианты данных к задаче № 3 приведены в табл. 23.1.

Методические указания:

1. Определить подачу на один зуб фрезы по формуле

$$S_z = S_{зтаб} \cdot K_{S_z},$$

Поправочный коэффициент на подачу при фрезеровании определяется по формуле

$$K_{S_z} = K_{S_{zD}} \cdot K_{S_{zZ}} \cdot K_{S_{zП}}, \quad (8.26)$$

$$K_{S_z} = 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,8$$

- где $K_{S_{zD}}$ - коэффициент, учитывающий отношение вылета фрезы e ее диаметру, $K_{S_{zD}} = 1$;
 $K_{S_{zZ}}$ - коэффициент, учитывающий конструкцию фрезы с нормальными зубьями, $K_{S_{zZ}} = 1$;
 $K_{S_{zП}}$ - коэффициент, учитывающий форму обрабатываемой поверхности (паза), $K_{S_{zП}} = 0,8$.

тогда

$$S_z = S_{зтаб} \cdot K_{S_z}, \quad (8.27)$$

- где $S_{зтаб}$ - скорость главного движения резания, $S_{зтаб} = 0,07$ мм/зуб;
 K_{S_z} - поправочный коэффициент на подачу при фрезеровании.

2. Определить скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы при отношении $\frac{t}{D} = 1$ по формуле

$$v = v_{таб} K_v, \quad (8.28)$$

Поправочный коэффициент на скорость резания определить по формуле

$$K_v = K_{v_{НВ}} \cdot K_{v_{М}} \cdot K_{v_{П}} \cdot K_{v_{D}} \cdot K_{v_{Т}} \cdot K_{v_{Z}} \cdot K_{v_{В}}, \quad (8.29)$$

$$K_v = 1,1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,9 \cdot 0,6 = 1,0$$

- где K_{VM} - коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал, $K_{VM} = 1$;
 K_{VHB} - коэффициент, учитывающий твердость материала заготовки, $K_{VHB} = 1,1$;
 K_{Vn} - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности, $K_{Vn} = 0,8$;
 K_{VD} - коэффициент, учитывающий диаметр фрезы, $K_{VD} = 1$;
 K_{Vz} - коэффициент, учитывающий число зубьев фрезы, $K_{Vz} = 1,9$;
 K_{Vt} - коэффициент, учитывающий стойкость фрезы, $K_{Vt} = 1$;
 K_{Vb} - коэффициент, учитывающий ширину фрезерования, $K_{Vb} = 0,6$.

тогда

$$v = v_{таб} K_v, \text{ м/мин} \quad (8.30)$$

- где $v_{таб}$ - скорость главного движения резания, $v_{таб} = 20$ м/мин;
 K_v - поправочный коэффициент на скорость резания при фрезеровании.

3. Определить частоту вращения шпинделя, соответствующую расчетной скорости главного движения резания

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (8.31)$$

- где v - скорость главного движения резания, м/мин;
 D - диаметр фрезы $D = 20$, мм.

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения $n_d = 315$ об/мин.

4. Определить действительную скорость главного движения резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/мин} \quad (8.32)$$

- где n_d - действительная частота вращения шпинделя станка, $n_d = 315$ об/мин;
 D - диаметр фрезы, мм.

5. Определить скорость движения подачи

$$v_s = S_M = S_z \cdot z \cdot n_d, \text{ мм/мин} \quad (8.33)$$

- где n_d - действительная частота вращения шпинделя $n_d = 100$ об/мин;
 S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб;
 z - число зубьев, $z = 6$.

Корректируем скорость движения подачи по паспортным данным станка и устанавливаем действительную скорость подачи $v_{сд} = 100$ мм/мин.

6. Определить действительное значение подачи на зуб фрезы

$$S_{zd} = \frac{V_{S_d}}{z \cdot n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (8.34)$$

- где V_{S_d} - скорость движения подачи, мм/мин;
 S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб;
 n_d - действительная частота вращения шпинделя $n_d = 3150$ об/мин.

7. Определить поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{75} \right)^n, \quad (8.35)$$

- где n - показатель степени при обработке стали, $n = 0,3$;
 σ_B - $\sigma_B = 65$ МПа.

8. Определить главную составляющую силы резания – окружную силу, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \cdot \text{Н} \quad (8.36)$$

- где C_P - постоянный коэффициент, $C_P = 68,2$;
 $u, y, x,$ - показатель степени, $u = 1,0$; $y = 0,72$; $x = 0,86$; $q = 0,86$; $w = 0$;
 q, w
 D - диаметр фрезы, $D = 20$ мм;
 n - частота вращения шпинделя, об/мин;
 K_{MP} - поправочный коэффициент;
 S_{zd} - подача на зуб фрезы, мм/зуб, мм;
 z - число зубьев, $z = 6$;
 B - ширина фрезерования, $B = 12$ мм;
 t - глубина резания $t = 20$ мм.

9. Определить эффективную мощность резания

$$N_{эф} = \frac{P_z \cdot v_d}{60 \cdot 1020}, \text{ КВт} \quad (8.37)$$

- где P_z - окружная сила, Н;
 v_d - действительная скорость главного движения резания, м/мин.

10. Определить машинное время по формуле:

$$T_M = \frac{L}{V_{S_d}} = \frac{1 + y + \Delta}{V_{S_d}}, \text{ МИН} \quad (8.38)$$

- где L - путь, проходимый инструментом в направлении подачи, мм;
 y - врезание, $y = \frac{D}{2} = \frac{20}{2} = 10$, мм;
 $v_{сд}$ - действительная скорость движения подачи, $v_{сд} = 100$ мм/мин;
 l - длина фрезерования, $l = 150$ мм;
 Δ - перебег, $\Delta = 3$ мм.

11. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. По какой формуле определяют главную составляющую силы резания?
2. Запишите формулу определения машинного времени.
3. По какой формуле определяют скорость движения подачи?
4. Назовите режимы резания при фрезеровании?
5. Охарактеризуйте особенности процесса фрезерования?

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обработка материалов резанием: учеб. пособие / С.Э. Завистовский. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 448 с. — (Среднее профессиональное образование). (Среднее профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <http://znanium.com>]
2. Технологическое оборудование. Металлорежущие станки: учебник / М.Ю. Сибикин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. — 448 с. — (Среднее профессиональное образование). [Электронный ресурс; Режим доступа <http://znanium.com>]
3. Металлообрабатывающие станки: учебник / Л.И. Вереина. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 440 с. — (Среднее профессиональное образование). [Электронный ресурс; Режим доступа <http://znanium.com>]
4. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учеб. пособие / А.О. Харченко. — 2-е изд. — Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2019. — 260 с. — (Среднее профессиональное образование). [Электронный ресурс; Режим доступа <http://znanium.com>]
5. Процессы формообразования и инструменты: Учебник - Москва: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 224 с.: - (Среднее профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <http://znanium.com>]

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ..... | 5 |
| ТЕМАТИЧЕСКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ..... | 5 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1..... | 6 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2..... | 11 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3..... | 15 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4..... | 20 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5..... | 25 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6..... | 29 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7..... | 33 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8..... | 37 |
| ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... | 47 |

ОП.08
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ,
СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ

15.00.00 МАШИНОСТРОЕНИЕ

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

**Методические указания к выполнению практических занятий
для обучающихся 2 курса образовательных учреждений
среднего профессионального образования
всех форм обучения (очная, заочная)**

Методические указания
разработал преподаватель: Тетикли Надежда Михайловна

Подписано к печати **24.01.2023 г.**

Формат 60x84/16

Тираж

Объем **3** п.л.

Заказ

1 экз.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Югорский государственный университет» (ЮГУ)

НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ

**(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,

г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.