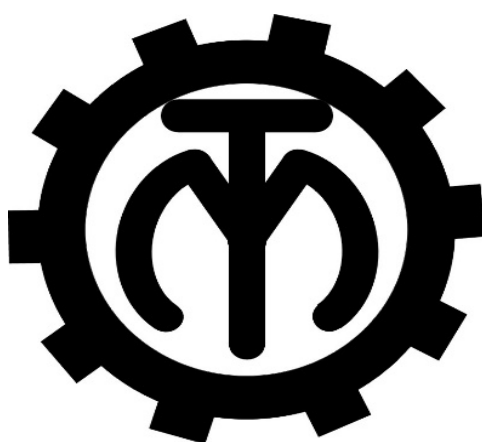


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

*Методические рекомендации к лабораторным работам  
для студентов направления подготовки  
15.03.03 «Прикладная механика»  
очной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 621.9  
ББК 34.6  
Т38

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «23» марта 2023 г.,  
протокол № 12

Составители: канд. техн. наук, доц. В. М. Шеменков;  
С. Г. Полторацкий

Рецензент А. П. Прудников

Изложены методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технологическое оборудование и инструмент», а также теоретические положения в области программирования и наладки обрабатывающего оборудования.

Учебное издание

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

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

© Белорусско-Российский  
университет, 2023

## Содержание

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ .....	4
1 Лабораторная работа № 1. Изучение конструкции и работы плоско-профилешлифовального станка с ЧПУ модели ОРША-60120.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции и принципа работы электроэрозионного копировально-прошивного станка с ЧПУ модели D7135ZNC.....	9
3 Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции и принципа работы зубофрезерного полуавтомата с ЧПУ модели GBCH-332 CNC26.....	12
4 Лабораторная работа № 4. Изучение конструкции и принципа работы зубошлифовального полуавтомата с ЧПУ модели SMG405GF3-09.....	15
5 Лабораторная работа № 5. Изучение конструктивных и геометрических параметров инструментов для обработки отверстий.....	18
6 Лабораторная работа № 6. Изучение конструкций и геометрических параметров протяжек.....	21
7 Лабораторная работа № 7. Изучение параметров абразивного инструмента.....	26
8 Лабораторная работа № 8. Изучение конструктивных и геометрических параметров зубообразующих инструментов.....	29
Список литературы.....	36

# **Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ**

## ***Общие требования безопасности***

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

## ***Требования безопасности перед началом работы***

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

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

## ***Требования безопасности во время работы***

1 Точно выполнять все указания преподавателя.

2 Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрических цепей, к корпусам стационарного электрооборудования.

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

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

## ***Требования безопасности по окончании работы***

1 Полностью выключить оборудование.

2 Привести в порядок рабочее место.

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

## ***Требования безопасности в аварийных ситуациях***

1 В случае травмирования кого-либо немедленно доложить преподавателю.

2 При выходе оборудования из строя необходимо:

– отключить оборудование (обесточить);

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

# 1 Лабораторная работа № 1. Изучение конструкции и работы плоскопрофилешлифовального станка с ЧПУ модели ОРША-60120

**Цель работы:** приобретение практических навыков управления плоскопрофилешлифовальным станком модели ОРША-60120 с системой ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 828D Basic.

## 1.1 Оборудование

Плоскопрофилешлифовальный станок модели ОРША-60120 с системой ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 828D Basic.

## 1.2 Вкладка «Шлифовка плоскости»

Переход к вкладке «Машинное окно» выполняется при нажатии клавиши «Наладка» или клавиши «CUSTOM» на пульте станка.

Из вкладки «Машинное окно» осуществляется выход к окнам:

- 1) «Параметры инструмента», клавиша «Инструмент»;
- 2) «Привязки», клавиша «Привязки»;
- 3) «Глобальные коррекции», клавиша «Коррекции»;
- 4) «Предварительная правка круга», клавиша «Правка круга»;
- 5) «Шлифовка плоскости», клавиша «Шлифовка плоскости»;
- 6) «Сервисные данные», клавиша «Сервисные данные».

Вкладка «Шлифовка плоскости» (рисунок 1.1) служит для осуществления плоской шлифовки в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах от касания обрабатываемой поверхности.

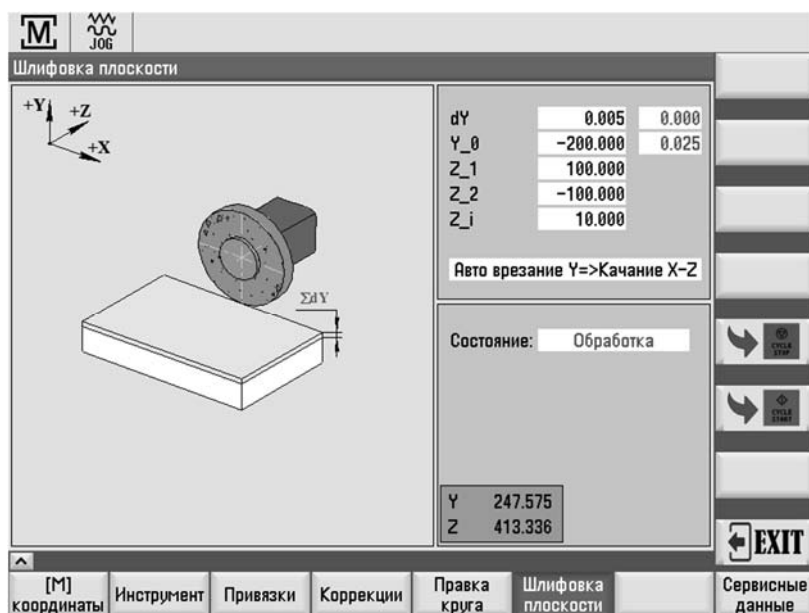


Рисунок 1.1 – Вкладка «Шлифование плоскости»

Изменяемые параметры:

- «dY» – съём по оси Y за проход, мм;
- «Y\_0» – координата касания кругом обрабатываемой поверхности по оси Y, мм;
- «Z\_1» – первая позиция осцилляции по оси Z, мм;
- «Z\_2» – вторая позиция осцилляции по оси Z, мм;
- «Z\_i» – шаг поперечного смещения по оси Z, мм. Для типа обработки «Маховичок Y=>Качание X-Z» «Z\_i» измеряется в миллиметрах в минуту.

Ячейка выбора типа обработки:

- «Автоврезание Y=>Качание X-Z»;
- «Маховичок Y=>Качание X-Z», при работе в данном режиме следует назначить ось Y для работы от маховичка;
- «Маховичок Y-Z=>Качание X», при работе в данном режиме следует назначить ось Y или ось Z для работы от маховичка.

Ячейка «Снятый припуск» (справа от «dY», выделено красным) – информация о величине снятого припуска с момента запуска программы обработки.

Ячейка «Припуск на обработку» (справа от «Y\_0», выделено зелёным) – назначается величина припуска, который необходимо снять в процессе обработки.

«Состояние:» – информация о состоянии процесса обработки.

Клавиши, активирующиеся при наведении курсора на ячейку соответствующего параметра, при активной клавише [Редактор], автоматически устанавливают значение:

- [Установить Y\_0] – для параметра «Y\_0»;
- [Установить Z\_1] – для параметра «Z\_1»;
- [Установить Z\_2] – для параметра «Z\_2».

### ***1.3 Последовательность обработки***

В режиме наладки JOG, перемещаясь по оси Y, коснуться обрабатываемой поверхности (в наивысшей точке). Нажать клавишу «Установить Y\_0», тем самым в ячейку параметра «Y\_0» занесётся значение координаты касания периферией шлифовального круга обрабатываемой поверхности.

Перемещаясь по оси Z, установить шлифовальный круг в начальную позицию шлифования. Нажать клавишу «Установить Z\_1», тем самым в ячейку параметра «Z\_1» занесётся значение координаты начальной позиции шлифования.

Перемещаясь по оси Z, установить шлифовальный круг в конечную позицию шлифования. Нажать клавишу «Установить Z\_2», тем самым в ячейку параметра «Z\_2» занесётся значение координаты конечной позиции шлифования.

Запустить осцилляцию стола по оси X и установить границу продольного перемещения стола и скорость его перемещения.

Задать скорость остальным параметрам обработки.

Нажать клавишу «CYCLE START» возле экрана оператора. Активируется программа шлифовки стола, а параметр «Состояние:» примет значение «Обработка».

Затем необходимо нажать клавиши «AUTO» и «CYCLE START» на пульте управления станка. Запустится программа обработки:

- отскок по  $Y$  от обрабатываемой поверхности на 20 мм;
- запуск вращения шлифовального круга и осцилляции стола;
- выход по оси  $Z$  в позицию « $Z_1$ »;
- включение вращения шлифовального круга, запуск подачи СОЖ и продольной осцилляции стола;
- подход по оси  $Y$ , не доходя 1 мм до обрабатываемой поверхности ускоренно, включение подачи СОЖ, а затем до касания с ней со скоростью 10 мм/мин. Далее круг опустится на величину врезания, установленную в параметре « $Y_0$ ».

*При активном типе обработки – «Автоврезание  $Y \Rightarrow$  Качание  $X-Z$ »:*

- продольное перемещение по оси  $Z$  до позиции « $Z_2$ » с шагом поперечного смещения « $Z_i$ »;
- врезание по оси  $Y$  на величину « $dY$ », и реверс направления продольного перемещения в позицию « $Z_1$ »;
- далее цикл шлифования продолжается до снятия заданной величины припуска.

По окончании цикла поперечного перемещения шлифовальный круг отскочит от обрабатываемой поверхности на 20 мм, стол выйдет в зону загрузки, остановится вращение шлифовального круга и подачи СОЖ, круг выйдет в позицию « $Z_1$ ». Цикл обработки прерывается.

Программа обработки построена таким образом, что в процессе её выполнения параметр « $Y_0$ » постоянно изменяется на величину « $dY$ » (в текущий момент поперечного хода), что позволяет запустить выполнение данной программы после её окончания без выполнения операции привязки круга к обрабатываемой поверхности (в том случае если не проводилась правка шлифовального круга). Также имеется возможность изменения значений параметров « $dY$ », « $Z_i$ » и «Припуск на обработку» в процессе выполнения данной программы, что позволяет скорректировать процесс обработки на следующем поперечном ходу.

*При активном типе обработки – «Маховичок  $Y \Rightarrow$  Качание  $X-Z$ »:*

- продольное перемещение по оси  $Z$  до позиции « $Z_2$ » со скоростью поперечного смещения « $Z_i$ »;
- реверс направления продольного перемещения в позицию « $Z_1$ »;
- ход по оси  $Y$  на величину врезания выполняется посредством маховичка, дискретность перемещения выбирается с пульта управления;
- порядок прерывания процесса обработки:
  - а) отвести круг от обрабатываемой поверхности по оси  $+Y$ ;
  - б) нажать клавишу «RESET», остановится вращение шлифовального круга и подачи СОЖ;

в) активировать ось X на пульте оператора и остановить осцилляцию стола в нужном месте кратковременным нажатием клавиши направления движения оси «+» или «-».

#### ***1.4 Порядок выполнения лабораторной работы***

- 1 Изучить конструкцию и назначение основных узлов станка.
- 2 Выполнить эскиз заготовки.
- 3 Выполнить эскиз детали.
- 4 Выбрать систему базирования заготовки.
- 5 Выполнить ввод параметров обработки и сформировать управляющую программу.
- 6 Привязать абразивный инструмент.
- 7 Выполнить пробную обработку детали.
- 8 Выполнить контроль детали по размерам чертежа.
- 9 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

#### ***1.5 Типовое содержание отчета по лабораторной работе***

- 1 Наименование лабораторной работы.
- 2 Цель лабораторной работы.
- 3 Основные узлы станка.
- 4 Технические характеристики станка.
- 5 Тип и параметры шлифовального круга.
- 6 Эскиз заготовки с размерами.
- 7 Эскиз детали с размерами.
- 8 Текст управляющей программы.
- 9 Контроль параметров точности обработанных поверхностей детали.
- 10 Ответы на контрольные вопросы.
- 11 Выводы.

#### ***Контрольные вопросы***

- 1 Для каких операций механической обработки предназначен станок с ЧПУ модели ОРША-60120?
- 2 Перечислите основные этапы наладки станка с ЧПУ модели ОРША-60120 на обработку плоских деталей.
- 3 В чем суть привязки шлифовального круга и как ее выполнить?
- 4 Какие параметры обрабатываемой детали необходимо ввести через панель оператора перед формированием управляющей программы?
- 5 Какие движения рабочих органов станка предусмотрены при обработке детали?



## **2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции и принципа работы электроэрозионного копировально-прошивного станка с ЧПУ модели D7135ZNC**

**Цель работы:** приобретение практических навыков управления электроэрозионным копировально-прошивным станком модели D7135ZNC с системой ЧПУ.

### **2.1 Оборудование**

Электроэрозионный копировально-прошивной станок модели D7135ZNC с системой ЧПУ.

### **2.2 Принцип обработки**

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) – осуществление импульсного разряда между электродом и заготовкой в диэлектрической жидкости (масле) с целью разрушения заготовки.

Интервал импульсов – интервал между импульсами разряда, обеспечивающий процесс деионизации во избежания непрерывного разряда и образования дуги.

Электроэрозионная обработка может привести к образованию различных продуктов эрозии, таких как металлический мусор, газ, пузырьки и т. д., которые необходимо своевременно удалять из электродного зазора путем промывки, в противном случае, изоляция электродного зазора уменьшится, и процесс деионизации будет разрушен, затем нормальный разряд преобразуется в дугу для разрушения электрода и заготовки.

Обычно большая часть энергии искрового разряда воздействует на заготовку, вызывая эрозию, и на электрод, вызывая износ электрода.

При пробое межэлектродного разряда основной ток – поток электронов, который бомбардирует анод для образования эрозии, достигает быстро своего максимума, затем уменьшается, поток ионов увеличивается постепенно. Когда разряд достигает стабильного состояния, поток электронов приближается к нулю, поток ионов достигает максимума, бомбардируя катод для образования эрозии.

Износ электрода, скорость удаления материала, шероховатость поверхности и боковой рабочий зазор взаимосвязаны, поэтому нельзя достичь их оптимальных значений одновременно. Во время работы, для обеспечения оптимальности одного параметра, требования к остальным параметрам необходимо понизить. Например, при черновой обработке уменьшается требование к шероховатости поверхности и боковому рабочему зазору, чтобы обеспечить высокую скорость удаления материала и близкий к нулю износ электрода; при чистовой обработке, чтобы гарантировать шероховатость поверхности и скорость бокового рабочего удаления, необходимо уменьшить режимы обработки.

### 2.3 Настройка режима обработки

Необходимо нажать клавишу «F2» в главном меню, чтобы войти в подменю «Machining Regime» (рисунок 2.1).

Нажмите < F2 > в главном меню, чтобы войти в подменю «Machining Regime», см. Рис. 6.

X: 0.000	Refer : 1		V 8.16 i
Y: 0.000	Steps : 1 / 9		F1: Insert
Z: 0.000	Direct: ↓		F2: Delete
Depth 10.000 <b>mm</b>	A.R.C : ████████		F3: PageUp
Remain 10.000	Finish: stop	T ↑ ↑ : 1	F4: PageDown
<b>Z max</b> 0.000	Timer : 0:00		F5: Value +
			F6: Value -
			F7: Expert ,
			F8: Memory
			F9: Document,
			F10: Quit
			5555555555
			2007/01/01
			00:00 Sun

Step	Depth	HV	LV	T on	T off	SV	GP	T ↓	T ↑	Po	Fo	TZ ↑	Pa
1	9.860	H 1	10	300	100	5	5	9	5	-	3	0	
2	9.890	H 1	8	300	100	5	5	8	5	-	3	0	
3	9.920	H 1	6	200	60	5	5	6	5	-	3	0	
4	9.940	H 1	4	150	60	6	5	4	5	-	3	0	
5	9.960	H 1	3	120	60	8	5	3	5	-	3	0	
6	9.970	H 1	2	80	60	9	5	2	5	-	3	0	
7	9.980	H 1	1	40	30	11	4	1	5	-	3	0	

<b>Trace</b>	<b>Off</b>	<b>Sound</b>	Pump	Work	Adju	Nstop
--------------	------------	--------------	------	------	------	-------

Рисунок 2.1 – Подменю «Machining Regime»

Для перехода в меню автоматического создания режима обработки нужно, нажав клавишу «F7», перейти в раздел «Expert Library» (экспертная библиотека). Далее, нажав клавишу «F1», перейти в подраздел «Auto Regime» (автоматический режим). После ввода начальной величины тока и глубины обработки экспертная библиотека самостоятельно создает многостадийный режим для черновой и чистовой обработки.

Для того чтобы перейти в подраздел «Fine Machining» (чистовая обработка), необходимо нажать в разделе «Expert Library» клавишу «F2». Система автоматически создаст многостадийный режим для чистовой обработки в соответствии с последней стадией режима обработки.

## ***2.4 Порядок выполнения лабораторной работы***

- 1 Изучить конструкцию и назначение основных узлов станка.
- 2 Выполнить эскиз заготовки.
- 3 Выполнить эскиз детали.
- 4 Выбрать систему базирования заготовки.
- 5 Выбрать материал и форму электрода.
- 6 Выполнить ввод параметров обработки и сформировать управляющую программу.
- 7 Привязать электрод.
- 8 Выполнить пробную обработку детали.
- 9 Выполнить контроль детали по размерам чертежа.
- 10 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

## ***2.5 Типовое содержание отчета по лабораторной работе***

- 1 Наименование лабораторной работы.
- 2 Цель лабораторной работы.
- 3 Основные узлы станка.
- 4 Технические характеристики станка.
- 5 Тип и параметры электрода.
- 6 Тип и параметры рабочей жидкости.
- 7 Эскиз заготовки с размерами.
- 8 Эскиз детали с размерами.
- 9 Контроль параметров точности обработанных поверхностей детали.
- 10 Ответы на контрольные вопросы.
- 11 Выводы.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Для каких операций обработки предназначен станок с ЧПУ модели D7135ZNC?
- 2 Перечислите основные этапы наладки станка с ЧПУ модели D7135ZNC на обработку деталей.
- 3 Как осуществляется настройка режимов обработки?
- 4 Какие параметры обрабатываемой детали необходимо ввести через меню управления станком перед формированием управляющей программы?
- 5 Какие движения рабочих органов станка предусмотрены при обработке детали?

### 3 Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции и принципа работы зубофрезерного полуавтомата с ЧПУ модели GBCH-332 CNC26

**Цель работы:** приобретение практических навыков управления зубофрезерным полуавтоматом модели GBCH-332 CNC26 с системой ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 828D.

#### 3.1 Оборудование

Зубофрезерный полуавтомат модели GBCH-332 CNC26 с системой ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 828D.

#### 3.2 Порядок формирования управляющей программы

1 Для того чтобы войти в экран ввода параметров, необходимо нажать на клавишу «CUSTOM» на панели оператора. После этого появится главное окно работы с программой (рисунок 3.1).

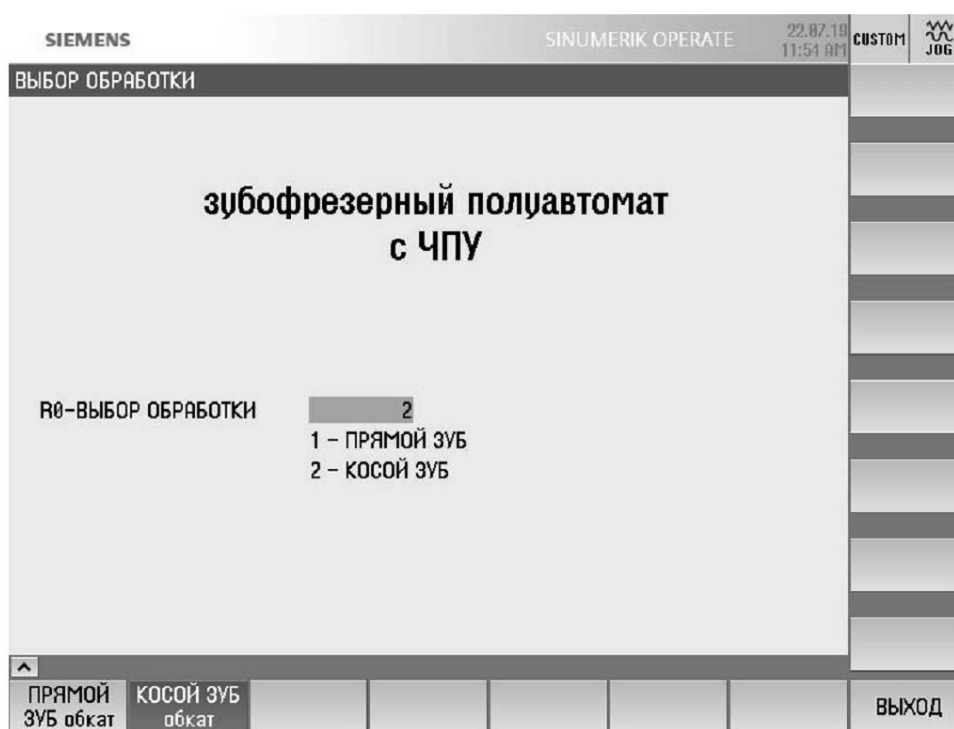


Рисунок 3.1 – Вид главного окна работы с параметрами

Смена типа обработки детали (прямой зуб или косой зуб) производится нажатием на соответствующую клавишу с переходом в экран ввода необходимых параметров.

2 Для перехода в экран параметров обработки прямого зуба необходимо в главном окне нажать клавишу «ПРЯМОЙ ЗУБ обкат» (рисунок 3.2). В данном

окне показаны все параметры выбранного режима обработки детали прямозубого колеса.

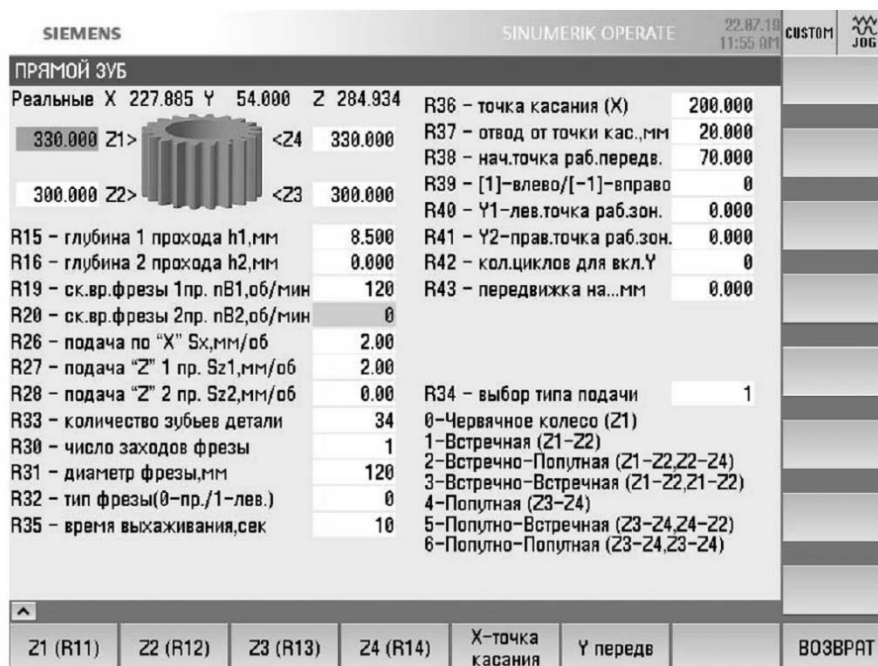


Рисунок 3.2 – Окно параметров программы обработки прямого зуба

3 Для перехода в экран параметров обработки прямого зуба необходимо в главном окне нажать клавишу «КОСОЙ ЗУБ обкат» (рисунок 3.3). В данном окне показаны все параметры выбранного режима обработки детали косозубого колеса.

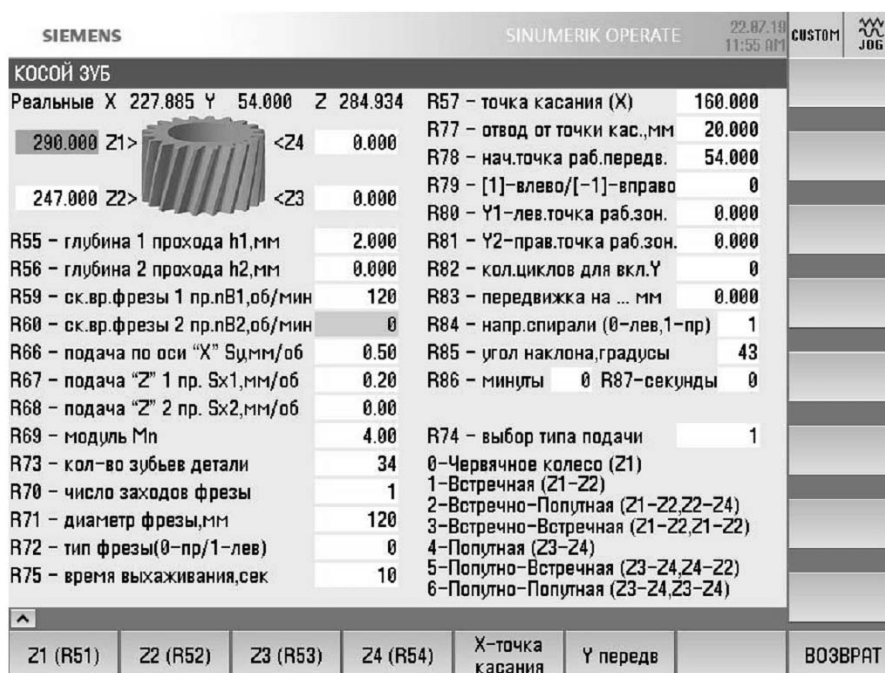


Рисунок 3.3 – Окно параметров программы обработки косого зуба

### ***3.3 Порядок выполнения лабораторной работы***

- 1 Изучить конструкцию и назначение основных узлов станка.
- 2 Выполнить эскиз заготовки.
- 3 Выполнить эскиз детали.
- 4 Подобрать режущий инструмент.
- 5 Выполнить ввод параметров обработки и сформировать управляющую программу.
- 6 Привязать режущий инструмент.
- 7 Выполнить пробную обработку детали.
- 8 Выполнить контроль детали по размерам чертежа.
- 9 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

### ***3.4 Типовое содержание отчета по лабораторной работе***

- 1 Наименование лабораторной работы.
- 2 Цель лабораторной работы.
- 3 Основные узлы станка.
- 4 Технические характеристики станка.
- 5 Тип и параметры режущего инструмента.
- 6 Эскиз заготовки с размерами.
- 7 Эскиз детали с размерами.
- 8 Текст управляющей программы.
- 9 Контроль параметров точности обработанных поверхностей детали.
- 10 Ответы на контрольные вопросы.
- 11 Выводы.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Для каких операций механической обработки предназначен полуавтомат с ЧПУ модели GBCN-332 CNC26?
- 2 Перечислите основные этапы наладки полуавтомата с ЧПУ модели GBCN-332 CNC26 на обработку деталей.
- 3 В чем суть привязки режущего инструмента и как ее выполнить?
- 4 Какие параметры обрабатываемой детали необходимо ввести через панель оператора перед формированием управляющей программы?
- 5 Какие движения рабочих органов станка предусмотрены при обработке детали?

## 4 Лабораторная работа № 4. Изучение конструкции и принципа работы зубошлифовального полуавтомата с ЧПУ модели SMG405GF3-09

**Цель работы:** приобретение практических навыков управления зубошлифовальным полуавтоматом модели SMG405GF3-09 с системой ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D.

### 4.1 Оборудование

Зубошлифовальный полуавтомат модели SMG405GF3-09 с системой ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D.

### 4.2 Порядок формирования управляющей программы

Программное окно обработки представляет собой модуль панели управления оператора, который позволяет максимально упростить и автоматизировать процесс наладки и обработки зубчатых колес. Для загрузки программного окна необходимо нажать на кнопку «СПУП» («MENU SELECT», «ПРОГРАММЫ», «СПУП»). Отобразится окно, изображенное на рисунке 4.1.

Параметры колеса		
1	Число зубьев	34
2	Модуль	2.5
3	Угол наклона зуба	0.0
4	Ширина колеса	30.000
5	Угол иск. конврга	20.000
6	Коеф. раг. зазора	0.250
7	Глуб. мод. модификации	0.000
8	Глуб. мод. модификации	0.000
9	Выс. мод. профиля головки	0.000
10	Глуб. мод. профиля головки	0.000
11	Выс. мод. профиля ножки	0.000
12	Глуб. мод. профиля ножки	0.000
13	Уклонение зуба	0.16
14	Коеф. смеж. иск. конврга	0.000
15	Коеф. высоты головки	1.000
16	Радиус закр. иск. конврга	1.000

Рисунок 4.1 – Вкладка «Параметры» программного окна СПУП

Во вкладке «Технология» (рисунок 4.2) имеется три группы параметров: общие параметры, правка круга, шлифовка колеса.

Общие параметры	
<input type="checkbox"/>	Ориентация впадины и верха колеса
<input type="checkbox"/>	Правка перед черновой шлифовкой
<input type="checkbox"/>	Черновая шлифовка
<input type="checkbox"/>	Правка перед чистой шлифовкой
<input type="checkbox"/>	Чистовая шлифовка

Правка круга	
Безоп. расстояние	0.000
Припуск для начальной	0.000
Глубина для начальной	0.000
F для начальной	0.000
Припуск для черновой	0.000
Глубина для черновой	0.000
F для черновой	0.000
Припуск для чистой	0.000
Глубина для чистой	0.000
F для чистой	0.000

Шлифовка колеса	
Безоп. расстояние	0.000
Черновой припуск	0.000
Черновая глубина	0.000
F черновая	0.000
Чистой припуск	0.000
Чистовая глубина	0.000
F чистовая	0.000
Корректор по Y	0.000
Черн. прип. до правки	0.000
Чист. прип. до правки	0.000
Скорость резания, м/с	0.000

Параметры	Круг.Ролик	Технология	Настройка	Форм-ние ШЦ	Целировани	Выход
-----------	------------	------------	-----------	-------------	------------	-------

Рисунок 4.2 – Вкладка «Технология»

Параметры шлифовки колеса отвечают за процесс шлифования зубчатого колеса.

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

2 Черновой припуск – величина припуска для черновой обработки.

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

4 F черновая – продольная подача (подача по оси X).

5 Чистой припуск – величина припуска для чистой обработки.

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

7 F чистовая – продольная подача (подача по оси X).

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

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

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

11 Скорость резания – скорость резания шлифовального круга является



исходным значением для определения частоты вращения круга.

Станок оснащен встроенной системой измерения, которая позволяет оперативно производить замеры обрабатываемых изделий. Система измерения контролирует направление и шаговую погрешность. Измеренные значения сохраняются в файлы в директории («MENU SELECT» / «Программы» / «Детали» / «RESULT»).

#### ***4.3 Порядок выполнения лабораторной работы***

- 1 Изучить конструкцию и назначение основных узлов станка.
- 2 Выполнить эскиз заготовки.
- 3 Выполнить эскиз детали.
- 4 Подобрать режущий инструмент.
- 5 Выполнить ввод параметров обработки и сформировать управляющую программу.
- 6 Привязать режущий инструмент.
- 7 Выполнить пробную обработку детали.
- 8 Выполнить контроль детали по размерам чертежа.
- 9 Составить отчет по лабораторной работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

#### ***4.4 Типовое содержание отчета по лабораторной работе***

- 1 Наименование лабораторной работы.
- 2 Цель лабораторной работы.
- 3 Основные узлы станка.
- 4 Технические характеристики станка.
- 5 Тип и параметры режущего инструмента.
- 6 Эскиз заготовки с размерами.
- 7 Эскиз детали с размерами.
- 8 Текст управляющей программы.
- 9 Контроль параметров точности обработанных поверхностей детали.
- 10 Ответы на контрольные вопросы.
- 11 Выводы.

#### ***Контрольные вопросы***

- 1 Для каких операций механической обработки предназначен полуавтомат с ЧПУ модели SMG405GF3-09?
- 2 Перечислите основные этапы наладки полуавтомата с ЧПУ модели SMG405GF3-09 на обработку деталей.
- 3 В чем суть привязки режущего инструмента и как ее выполнить?
- 4 Какие параметры обрабатываемой детали необходимо ввести через панель оператора перед формированием управляющей программы?
- 5 Какие движения рабочих органов станка предусмотрены при обработке детали?

## 5 Лабораторная работа № 5. Изучение конструктивных и геометрических параметров инструментов для обработки отверстий

**Цель работы:** изучение конструктивных элементов и геометрических параметров различных видов сверл, зенкеров, разверток; составление эскизов сверл, зенкеров, разверток.

### 5.1 Оборудование

- 1 Объекты исследования – комплекты сверл, зенкеров, разверток.
- 2 Угломеры: 2УРИ, универсальный, транспортир для контроля геометрических параметров сверла, зенкера и развертки.
- 3 Линейка, штангенциркуль, микрометр для контроля конструктивных параметров сверла, зенкера и развертки.

### 5.2 Измерение параметров инструментов

Измерение углов  $\gamma$  и  $\alpha$  у зенкеров и разверток осуществляется с помощью угломера 2УРИ для контроля углов заточки многолезвийных инструментов в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5.1.

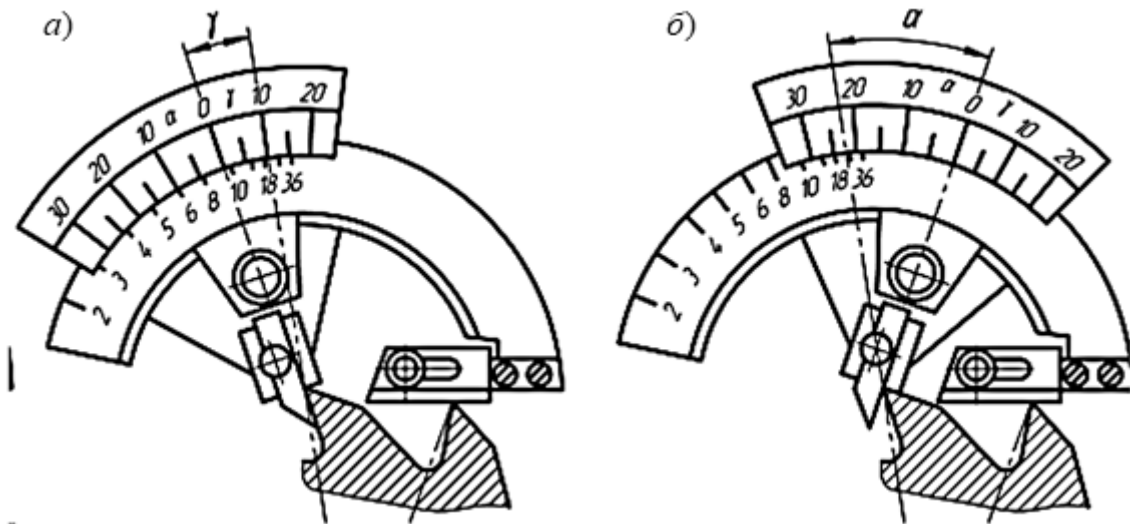


Рисунок 5.1 – Измерение переднего (а) и заднего (б) углов зенкеров и разверток

Измерение угла заборного конуса  $\phi$  у сверл и разверток осуществляется с помощью универсального угломера в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5.2.

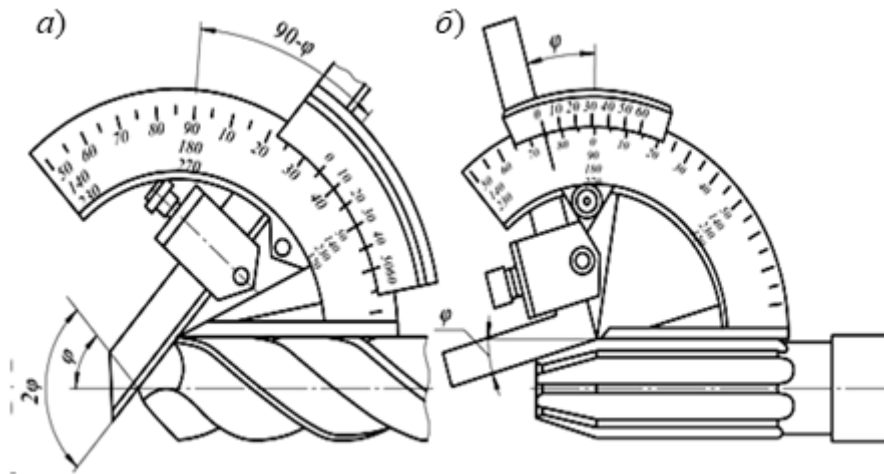


Рисунок 5.2 – Измерение заборного конуса у сверл (а) и разверток (б)

Измерение угла наклона стружечной канавки  $\omega$  у сверл и зенкеров можно измерить ученическим транспортиром по следам от прокатывания инструмента по бумаге в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5.3.

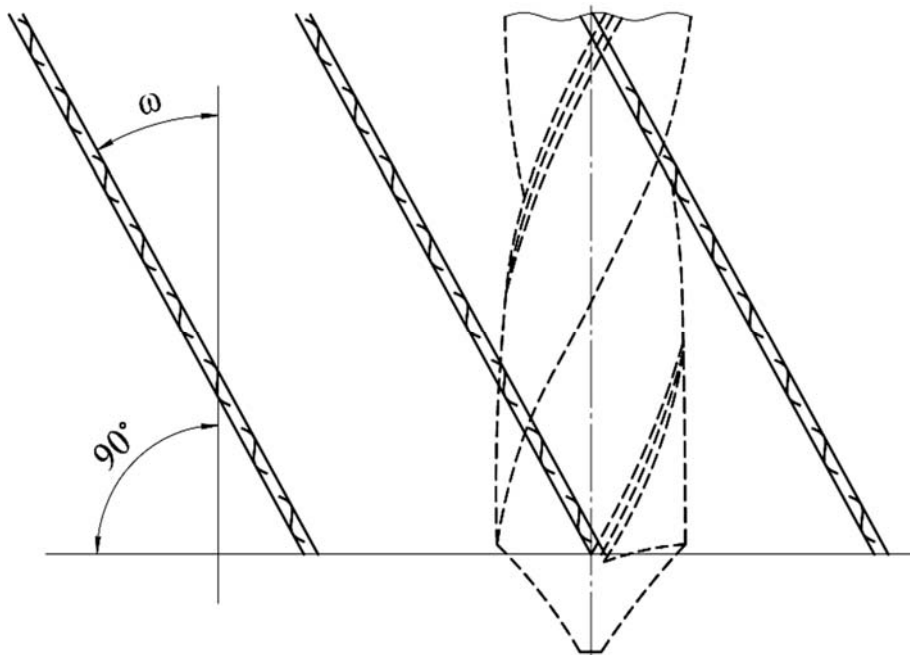


Рисунок 5.3 – Измерение угла наклона стружечных канавок  $\omega$  по следам от прокатывания инструмента по бумаге

Измерение угла наклона поперечной режущей кромки  $\psi$  у сверл осуществляется с помощью универсального угломера в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5.4.

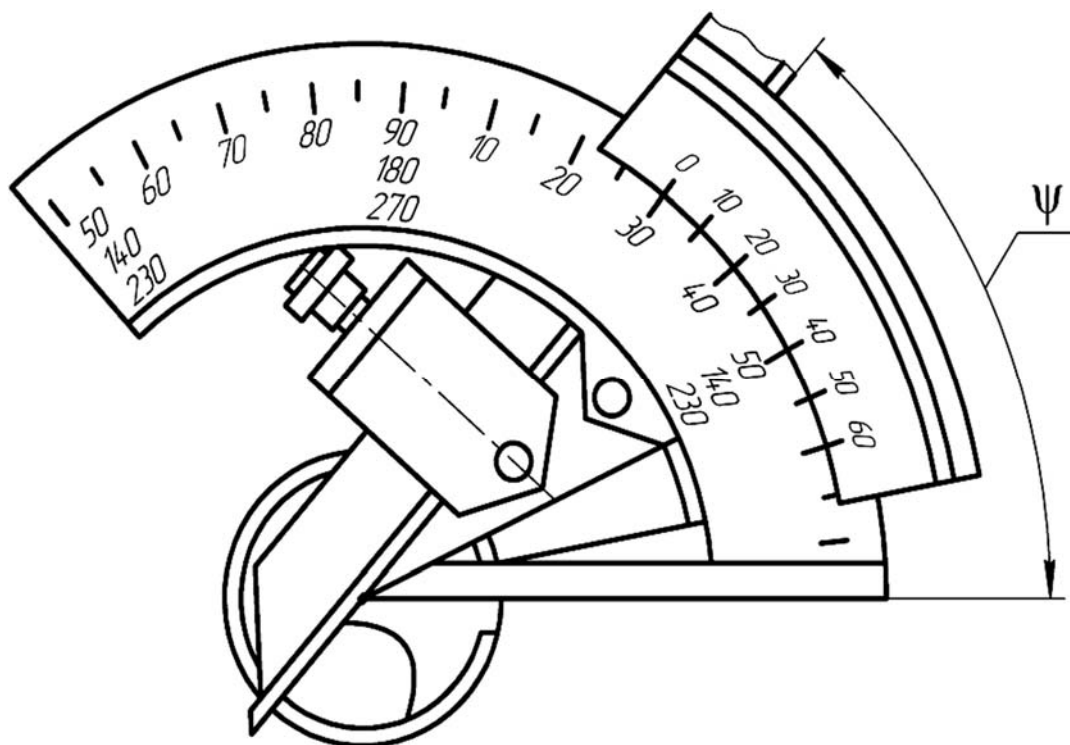


Рисунок 5.4 – Измерение угла наклона поперечной режущей кромки у сверл

### 5.3 Порядок выполнения работы

- 1 Получить у лаборанта или преподавателя методические материалы и инструменты.
- 2 Изучить инструкции по технике безопасности и выполнению работы.
- 3 По плакатам и натурным образцам ознакомиться с конструкцией и геометрией сверл, зенкеров, разверток разного назначения.
- 4 Составить эскизы выданных инструментов и нанести условные обозначения параметров отдельных частей инструментов, элементов конструкции и геометрии (длина, диаметр, углы и т. д., таблица 5.1).
- 5 На эскизах показать:
  - а) контур обрабатываемой поверхности детали;
  - б) направление векторов скорости главного движения и подачи;
  - в) поверхности, по которым выполняют переточку зубьев инструмента.
- 6 Измерить линейные размеры и геометрические параметры инструментов. Результаты измерений занести в таблицу 5.1.
- 7 Оформить отчет по работе.
- 8 Сдать лаборанту или преподавателю полученные для работы инструменты и методические пособия.

Таблица 5.1 – Результаты измерения параметров инструментов

Параметры инструмента	Вид инструмента		
	Сверло	Зенкер	Развертка
Диаметр $d$ , мм			
Общая длина инструмента $L$ , мм			
Длина рабочей части $l_{РАБ}$ , мм			
Длина режущей части $l_{РЕЖ}$ , мм			
Длина хвостовика $l_{ХВ}$ , мм			
Толщина (диаметр) сердцевины $d_c$ , мм			
Ширина ленточки $f$ , мм			
Главный угол в плане $\varphi$ , град			
Угол наклона стружечной канавки $\omega$ , град			
Передний угол $\gamma$ , град			
Задний угол $\alpha$ , град			

### ***Контрольные вопросы***

1 Назначение сверл, зенкеров, разверток и обеспечиваемые ими параметры точности размеров и шероховатость обработанных поверхностей.

2 Основные части сверл, зенкеров, разверток; элементы их конструкции и угловые параметры.

3 Приборы и способы измерения угловых и линейных параметров инструментов.

4 Материалы, используемые для рабочей и крепежной (хвостовика) частей инструментов.

5 Поверхности, по которым перетачивают сверла, зенкеры и развертки.

6 Крепление изучаемых инструментов на станках.

## **6 Лабораторная работа № 6. Изучение конструкций и геометрических параметров протяжек**

***Цель работы:*** ознакомление с разными системами резания и типами протяжек; изучение конструктивных и геометрических параметров, заточки и контроля для обработки отверстий.

### ***6.1 Оборудование***

1 Заточной станок модели ЗЕ642.

2 Натурные образцы различных типов протяжек.

3 Угломер Бабченицера, штангенциркуль.

## 6.2 Общие положения

Протяжки являются сложнорежущими многолезвийными инструментами высокой производительности. Они применяются при обработке сквозных отверстий различной формы и наружных поверхностей, к которым предъявляются высокие требования по шероховатости и точности обработки.

Важной особенностью процесса протягивания является отсутствие движения подачи за счет превышения ширины или высоты последующего зуба к ширине или высоте предыдущего.

В зависимости от способа приложения силы к протяжкам, которая необходима для осуществления процесса резания, их можно разделить на протяжки и прошивки.

У протяжки тяговое усилие станка прикладывается к хвостовой части, а у прошивки – к заднему торцу. Соответственно, тяговым усилием станка протяжка протаскивается в обрабатываемое отверстие, а прошивка продавливается через него.

В зависимости от вида протягивания отверстие протяжки для обработки может быть для цилиндрических отверстий протяжки для протягивания многогранных отверстий – шпоночные и шлицевые.

Каждая протяжка и прошивка для обработки отверстий состоит из следующих основных частей (рисунок 6.1): 1 – хвостовая часть; 2 – шейка; 3 – переходный конус; 4 – передняя направляющая; 5 – режущая часть; 6 – калибрующая часть; 7 – задняя направляющая; 8 – опорная цапфа.

Передний угол  $\gamma$ , град (рисунок 6.2), принимается в зависимости от обрабатываемого материала (по справочной литературе).

Задний угол  $\alpha$ , град, принимается в зависимости от типа протяжки, от величины  $\alpha$  зависит размерная стойкость протяжек.

Шпоночные протяжки имеют большее значение  $\alpha = 3...7$  град, т. к. их конструкция позволяет регулировать высоту протягиваемого шпоночного паза.

Угол  $\eta$  спинки принимается обычно равным  $45...50$  град.

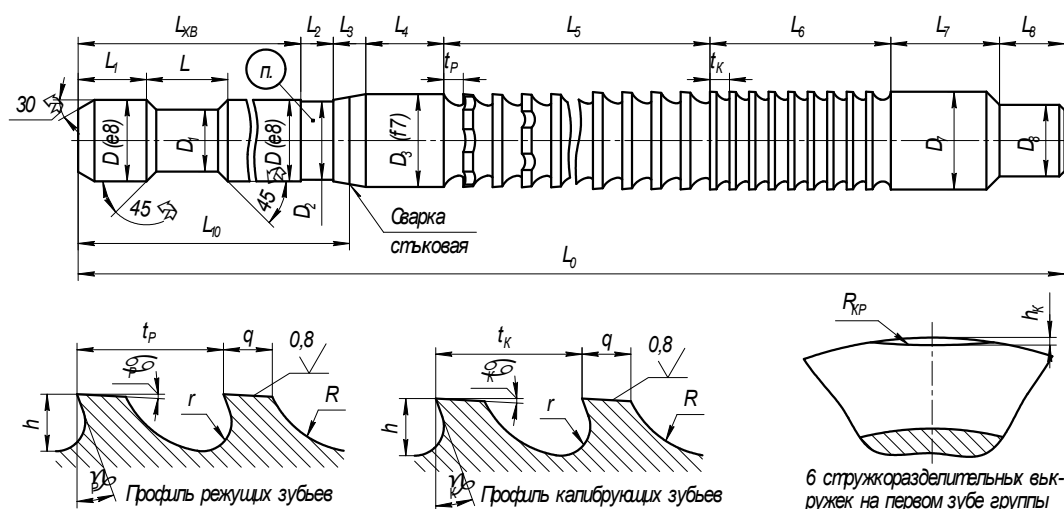
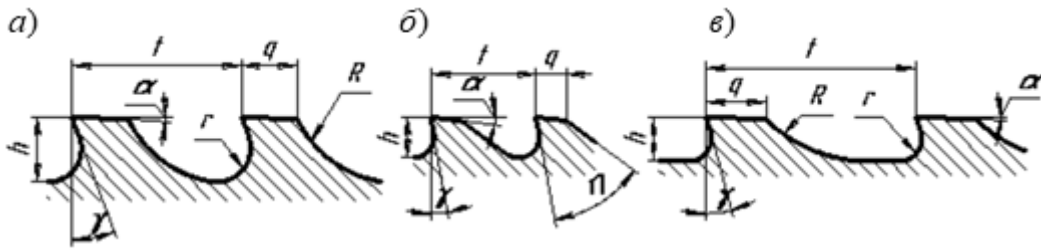


Рисунок 6.1 – Протяжка для обработки цилиндрического отверстия



*a* – двухрадиусная форма канавки; *б* – канавка с плоской спинкой и радиусной передней поверхностью зуба; *в* – удлиненная канавка с закругленными спинкой и передней поверхностью зубьев и прямолинейным участком по дну канавки

Рисунок 6.2 – Формы стружечных канавок протяжек

По мере износа протяжек переточка их, в основном, производится по передней поверхности конической поверхностью круга тарельчатой формы (рисунок 6.3). Так как передняя поверхность круглых протяжек является конической, то при положительном угле  $\gamma$  необходимо, чтобы в сечении плоскостью, перпендикулярной образующей конуса, радиус конической поверхности круга был меньше радиуса кривизны конической передней поверхности протяжки. Это условие обеспечивается подбором соответствующего диаметра круга и угла его установки относительно оси протяжки.

Диаметр шлифовального круга определяется согласно формуле

$$D_{KP} = \frac{D_1 \cdot \sin(\beta - \gamma)}{\sin \gamma}, \quad (6.1)$$

где  $D_1$  – диаметр окружности, на которой расположена точка сопряжения прямолинейной образующей передней поверхности с радиусной впадиной зуба,  $D_1 = 0,85 \cdot D_{np}$ ;

$\beta$  – угол установки шпинделя заточного станка.

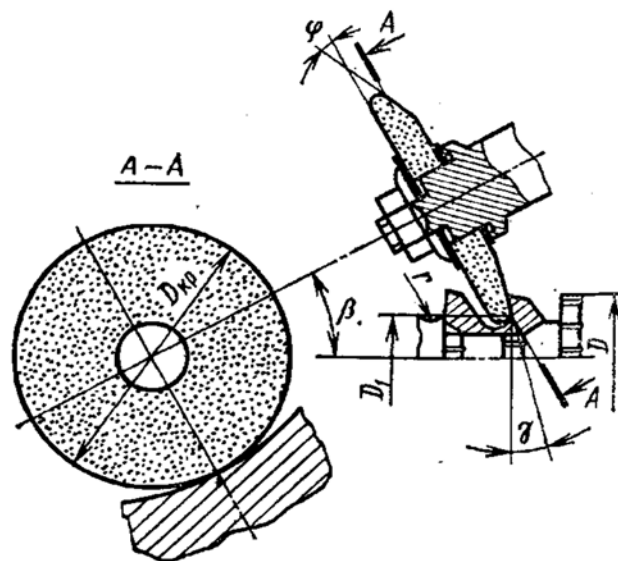


Рисунок 6.3 – Схема заточки зуба круглой протяжки по передней поверхности

После выбора  $D_{KP}$  необходимо произвести правку круга алмазно-металлическим карандашом.

Для заточек протяжек из быстрорежущих и инструментальных сталей применяются круги из электрокорунда белого 24А и 25А зернистостью 16...25, твердостью СМ1, СМ2 на керамической связке.

Окружная скорость круга применяется в пределах 18...25 м/с при окружной скорости протяжки 10...15 м/мин.

Разовая подача на глубину шлифования не должна превышать 0,03...0,05 мм.

После снятия всего припуска необходимо дать время на выхаживание до исчезновения искры в зоне заточки.

Шероховатость обработки контролируется с помощью эталонных образцов.

### **6.3 Порядок выполнения работы**

1 Изучить методические указания.

2 Ознакомиться с натурными образцами протяжек и мерительным инструментом.

3 Произвести измерения конструктивных и геометрических параметров протяжек (по заданию преподавателя) и выполнить чертеж протяжки.

4 Изучить маркировку образцов протяжек.

5 Ознакомиться с заточкой протяжек и их контролем.

6 Произвести расчет диаметра круга для заточки протяжки по переднему углу, дать эскиз.

7 Составить отчет по работе.

### **6.4 Содержание отчета**

1 Задание по варианту.

2 Описание назначения и области применения протяжек, их типов и схем резания.

3 Эскиз протяжки с указанными конструктивными и геометрическими параметрами.

4 Расчет диаметра шлифовального круга и эскиз заточки зуба протяжки по переднему углу  $\gamma$  (по варианту задания из таблицы 6.1).



Таблица 6.1 – Варианты заданий по заточке переднего угла

Номер варианта	$D_{ПР}$ , мм	Угол $\beta$ , град	Угол $\gamma$ , град
1	10	10	5
2	15	15	6
3	20	20	8
4	25	25	10
5	30	30	12
6	32	35	14
7	36	40	15
8	40	45	16
9	48	50	18
10	50	12	20
11	55	16	12
12	60	18	7
13	65	22	9
14	68	24	11
15	70	32	13
16	75	26	17
17	80	28	19
18	85	34	20
19	90	36	6
20	100	38	8
21	95	42	10
22	110	44	12
23	120	46	14
24	140	48	15
25	150	9	16

## 7 Лабораторная работа № 7. Изучение параметров абразивного инструмента

**Цель работы:** ознакомление с различными типами кругов и их характеристиками; изучение способов крепления кругов.

### 7.1 Оборудование

- 1 Объекты исследования – комплекты абразивных инструментов.
- 2 Линейка, штангенциркуль для контроля конструктивных параметров абразивных инструментов.

### 7.2 Общие сведения

Абразивная обработка является одним из самых распространенных способов механической обработки конструкционных материалов. Это наиболее универсальный метод, с помощью которого осуществляют как высокопроизводительную предварительную, так и отделочную высокоточную обработку практически любых материалов, включая твердые сплавы, сверхтвердые синтетические материалы, минералокерамику и т. д.

К основным видам абразивной обработки относятся: шлифование, хонингование, суперфиниш, полирование, притирка.

Рабочим материалом любого абразивного инструмента являются абразивные зерна, представляющие собой частицы природных или искусственных материалов.

*Алмаз природный* представляет собой прозрачный минерал, состоящий из кристаллов одной из аллотропических форм углерода с небольшим количеством примесей. Обладает наивысшей твердостью, хорошей теплопроводностью, малыми коэффициентами линейного и объемного расширения, низкой адгезией к большинству конструкционных материалов, за исключением железа и сплавов на его основе. Его недостатки – хрупкость, анизотропия (прочность кристалла в различных направлениях изменяется в 500 раз) и невысокая термостойкость на воздухе – около 700 °С (вследствие взаимодействия с кислородом). Отличается универсальностью в применении.

*Корунд* – модификация окиси алюминия ( $Al_2O_3$ ). Применяется обычно в виде абразивных зерен для полирования стекла и металлов.

*Наждак* содержит корунд (10 %...30 %), связанный с минералами магнетитом, гематитом или шпинелью. Используется, как и корунд.

*Гранат* представляет собой группу минералов, преимущественно алмадин и пироп. Шлифзерно и шлифпорошки из них применяют при изготовлении шкурки для обработки древесины, кожи, пластмасс, стекла.

*Кремень* является природным материалом на основе окиси кремния (свыше 90 %). Применяется для изготовления шкурок или в виде свободных зерен при обработке резины, пластмасс, древесины.

*Алмаз синтетический* получают из графита при высокой температуре и давлении. По своим свойствам и назначению близок к природному.

*Эльбор* – синтетический материал на основе кубического нитрида бора (BN) и примесей в виде окислов бора, алюминия и др. (до 20 %). По своим технологическим свойствам приближается к алмазу, имеет высокую химическую устойчивость. По назначению универсален.

*Карбид бора* состоит из 84 %...93 % ВС. Отличается высокой хрупкостью, вследствие чего применяется в виде свободных зерен или паст.

*Карбид кремния* состоит из  $\alpha$ -модификации SiC. В зависимости от количества примесей выпускается в виде зеленого (с наименьшим количеством примесей) и черного, имеющего пониженные технологические свойства. Зеленый карбид кремния универсален в применении, черный идет на изготовление абразивного инструмента для обработки неметаллических материалов.

*Электрокорунд* – искусственный корунд, выпускаемый в виде различных модификаций:

- нормального с содержанием 93 %...95 % окиси алюминия;
- белого с содержанием 98 %...99 % окиси алюминия;
- легированного хромом и титаном (хромистый, титанистый, хромотитанистый) для повышения абразивных свойств;
- циркониевого с добавками окиси циркония, что существенно улучшает работоспособность инструмента, особенно на черновых операциях.

*Монокорунд* состоит из технически чистой окиси алюминия, обладает высокими механическими и режущими свойствами, вследствие чего применяется для обработки труднообрабатываемых материалов.

*Сферокорунд* имеет вид полых сфер и применяется для обработки мягких материалов.

*Формокорунд* с добавками окиси железа (до 1,5 %) имеет форму цилиндров (С) или призм (Р) размерами 1,2...8 мм. Применяется для тяжелых обдирочных работ.

Зернистость алмазных и эльборовых материалов обозначается в зависимости от разности размеров ячеек верхнего и нижнего сит в виде дроби и разделяется на два диапазона – широкий и узкий. Широкий диапазон зернистости составляет 63/40...2500/1600, а узкий – 50/40...2500/2000. Микропорошки и субмикropорошки имеют зернистость 1/0...60/40.

В обозначение алмазных и эльборовых порошков включается обозначение материала (А – алмаз природный, АС – синтетический, АР – синтетический поликристаллический, ЛО – эльбор, ЛП – эльбор с повышенными механическими свойствами), а для поликристаллического алмаза дополнительно

буква разновидности (В – баллас, К – карбонада, С – спеки) и цифровой индекс (1...50), характеризующий прочность зерен на сжатие (чем больше цифра, тем прочнее зерно). Далее указывается интервал зернистости. В обозначение микропорошков и субмикропорошков к марке материала добавляется буква М или СМ соответственно.

Алмазные зерна, имеющие покрытия, маркируются буквами К (покрытие карбидом вольфрама) или А (карбидометаллическое) после обозначения зернистости.

Маркировка шлифовальных кругов рассмотрена на рисунке 7.1.

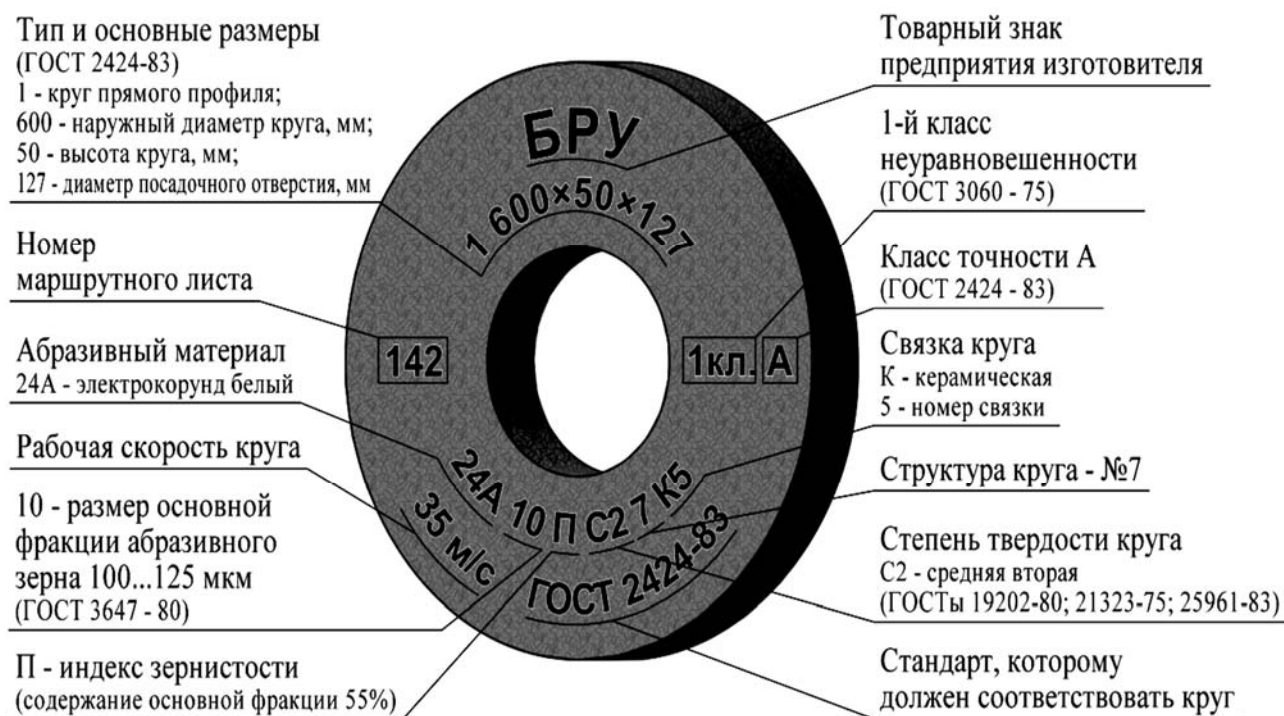


Рисунок 7.1 – Маркировка шлифовальных кругов

### 7.3 Порядок выполнения работы

1 Получить у лаборанта или преподавателя методические материалы и инструменты.

2 Изучить инструкции по технике безопасности и выполнению работы.

3 По плакатам и натурным образцам ознакомиться с конструкцией абразивных инструментов.

4 Составить эскизы выданных инструментов и нанести условные обозначения его параметров (таблица 7.1).

5 Оформить отчет по работе.

6 Сдать лаборанту или преподавателю полученные для работы инструменты и методические пособия.

Таблица 7.1 – Результаты измерения параметров абразивных инструментов

Параметры	Значение
Вид шлифовального материала	
Номер зернистости	
Индекс зернистости	
Степень твердости	
Номер структуры	
Вид связки	
Класс точности инструмента	
Класс неуравновешенности	
Форма круга	
Наружный диаметр круга, мм	
Высота круга, мм	
Диаметр посадочного отверстия, мм	
Допустимая окружная скорость	

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие существуют виды абразивных материалов?
- 2 Что такое зернистость круга?
- 3 Какие существуют виды связок?
- 4 Что такое твердость круга?
- 5 Что понимается под структурой круга?
- 6 Как расшифровать маркировку круга?
- 7 Каковы причины, вызывающие неуравновешенность круга?
- 8 Как выполняется статическая балансировка круга?
- 9 Как производят правку круга?
- 10 Как закрепляется круг на станке?

## **8 Лабораторная работа № 8. Изучение конструктивных и геометрических параметров зубообразующих инструментов**

***Цель работы:*** закрепление теоретических знаний о назначении, применении и конструкции зуборезных инструментов, а также приобретение навыков их эскизирования и измерения.

### ***8.1 Оборудование***

Режущие инструменты: долбяк дисковый, долбяк хвостовой, фреза червячная зуборезная, фреза червячная шлицевая, резец зубострогальный, фреза дисковая модульная, шевер дисковый.

Измерительные инструменты и приборы: штангенциркуль, угломер 2УРИ для измерения углов заточки многолезвийных инструментов, любой из приборов для контроля углов заточки резцов (МИЗ, КРИН) или универсальный угломер.

## 8.2 Измерение параметров инструментов

В работе предусмотрено измерение только тех параметров, которые занесены в таблицу.

Линейные размеры измеряют масштабной линейкой и штангенциркулем. При этом номинальные значения диаметров посадочных отверстий и хвостовиков уточняются по стандарту.

Передние и задние углы долбяков измеряют так же, как и резцов (рисунок 8.1, а, б), а фрез – как и фрез общего назначения с помощью угломера 2УРИ (рисунок 8.1, в, г).

Угол наклона стружечной канавки измеряют аналогично измерению заднего угла резцов с помощью универсального угломера или приборов КРИН, МИЗ для резцов.

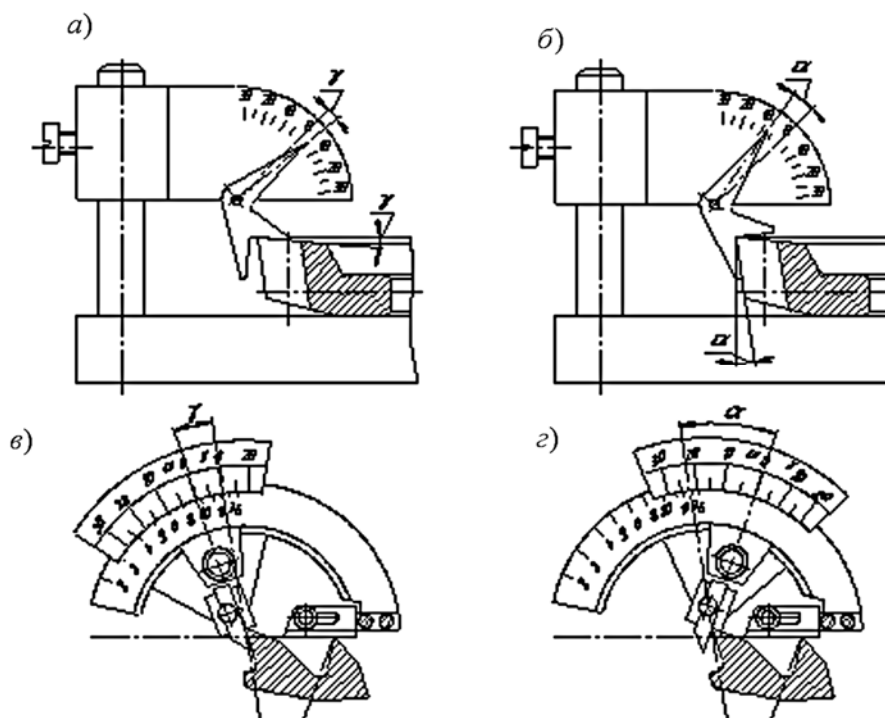


Рисунок 8.1 – Измерение передних и задних углов долбяков и фрез

## 8.3 Краткие сведения о зуборезных инструментах

Существуют два принципиально разных метода нарезания зубьев зубчатых изделий, такие как метод копирования и метод обкатки или огибания.

По первому методу для нарезания цилиндрических изделий используют дисковые и пальцевые модульные фрезы (рисунок 8.2), головки для контурного

зубодолбления (рисунок 8.3), протяжки (рисунок 8.4). Режущий контур этих инструментов копирует себя в межзубных впадинах обрабатываемой детали. При этом фрезами и часто протяжками выполняют обработку зубьев методом деления, т. е. обрабатывается одна межзубная впадина, затем поворот заготовки на угловой шаг зубьев для обработки второй впадины и т. д. Обработка малопродуктивная, точность обработки низкая.

Более высокая производительность обеспечивается в случаях, когда все межзубные впадины вырезаются одновременно протяжками или головками для контурного зубодолбления (см. рисунок 8.3). Точность обработки зависит от точности изготовления инструмента и тоже не очень высокая, особенно при обработке головками. Такие инструменты дорогие и оправдывают себя только в массовом производстве зубчатых изделий.

Прямозубые конические зубчатые изделия по методу копирования нарезают дисковыми и пальцевыми фрезами или высокопроизводительными круговыми протяжками (рисунок 8.5).

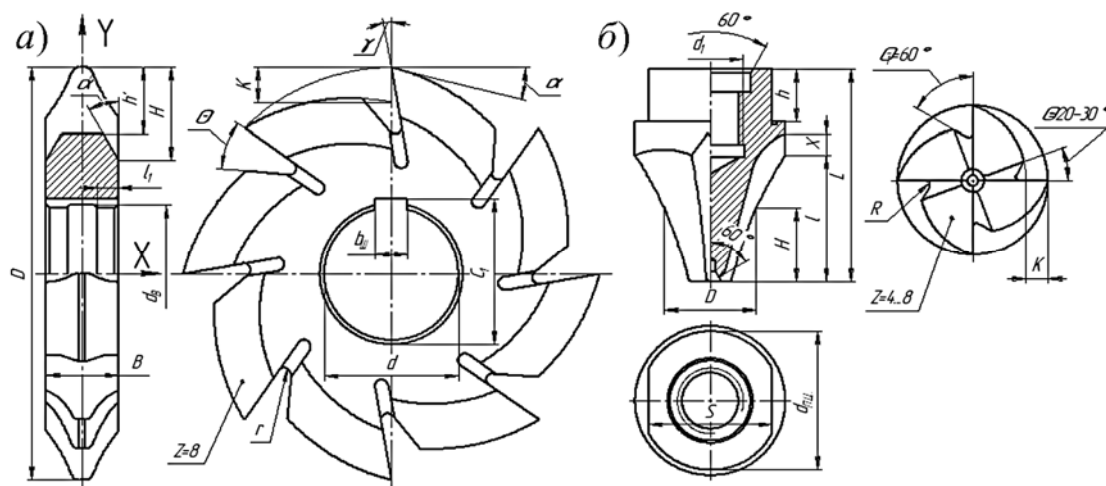


Рисунок 8.2 – Дисковые (а) и пальцевые (б) модульные фрезы

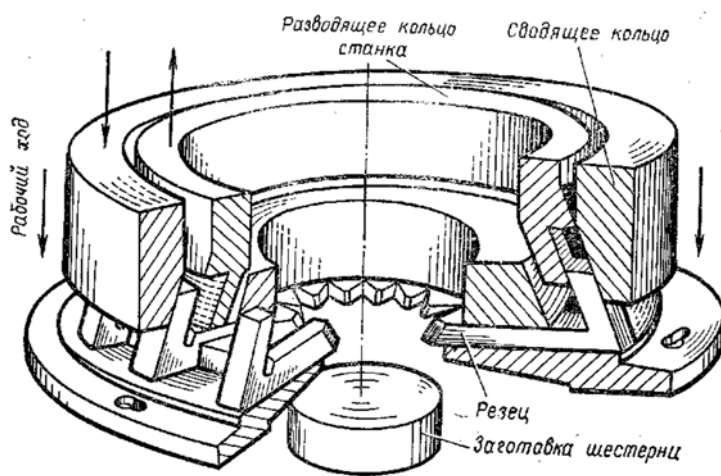


Рисунок 8.3 – Головка для контурного зубодолбления

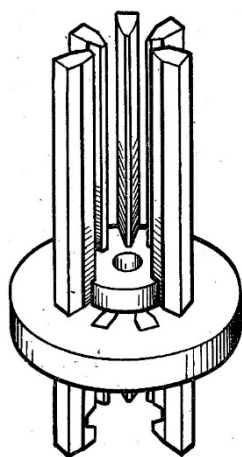


Рисунок 8.4 – Протягивание колес наружного зацепления

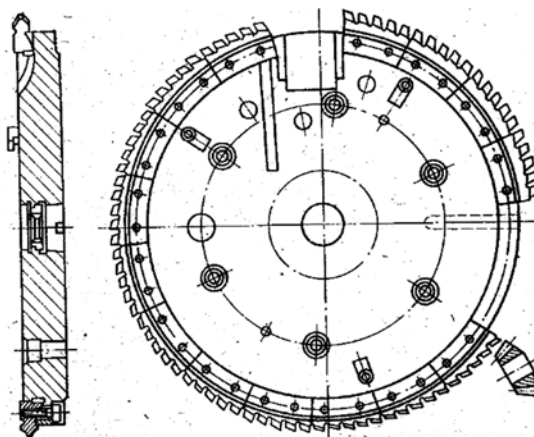


Рисунок 8.5 – Круговая протяжка для нарезания зубьев конических прямозубых колес

Эвольвента – кривая, описываемая любой точкой прямой линии, катящейся без скольжения по окружности. Поскольку колеса одного и того же шага зубьев (одного и того же модуля) могут быть самого разного диаметра (чисел зубьев), то эвольвентные поверхности боковых сторон зубьев колес разные по кривизне. Отсюда вывод: для нарезания колес каждого числа зубьев нужен свой инструмент, работающий по методу копирования. Для единичного и мелкосерийного производства это не только экономически невыгодно, но и практически неосуществимо. Поэтому наиболее широко применяемые инструменты (дисковые модульные фрезы) комплектуют в наборы из 8, 15 или 26 шт. для любого модуля. Каждая фреза из набора обслуживает колеса в определенном интервале чисел зубьев. Это является дополнительной причиной низкой точности зубьев, нарезаемых такими инструментами. Профиль зуба фрезы соответствует профилю межзубных впадин только одного изделия (одного числа зубьев), нарезаемого этой фрезой.

По методу обкатки профиль боковой поверхности зуба изделия образуется постепенно и представляет собой огибающую мгновенных положений в работе режущего контура зубообрабатывающего инструмента. Это является одной из причин более высокой точности зубообработки такими инструментами: ошибки профиля инструмента в меньшей мере переносятся на деталь. Обкатными инструментами являются червячные фрезы (рисунки 8.6 и 8.7) и долбяки (рисунки 8.8 и 8.9) для цилиндрических изделий, а также конические червячные фрезы (рисунок 8.10), зубострогальные резцы (рисунок 8.11), резцовые головки для нарезания прямых и круговых зубьев конических зубчатых изделий (рисунок 8.12).

Червячные фрезы и долбяки работают с непрерывной обкаткой, т. е. заготовка непрерывно вращается с одновременным согласованным вращением инструмента (движение обкатки), кроме того, инструмент перемещается вдоль зуба заготовки (движение осевой подачи при зубофрезеровании или главное движение резания при зубодолблении). Отсутствие при этом деления повышает точность окружного шага зубьев обработанных изделий и способствует повышению производительности обработки.



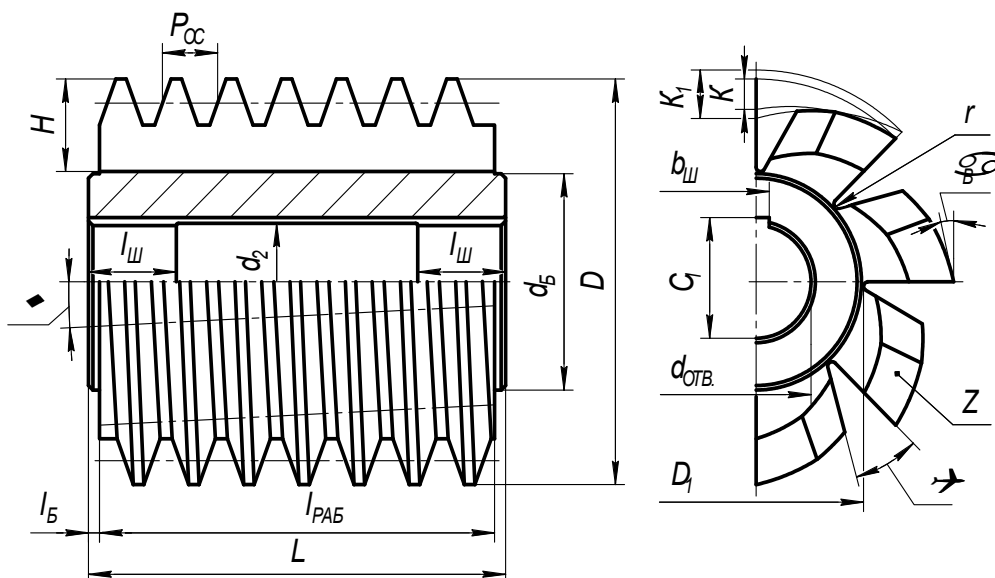
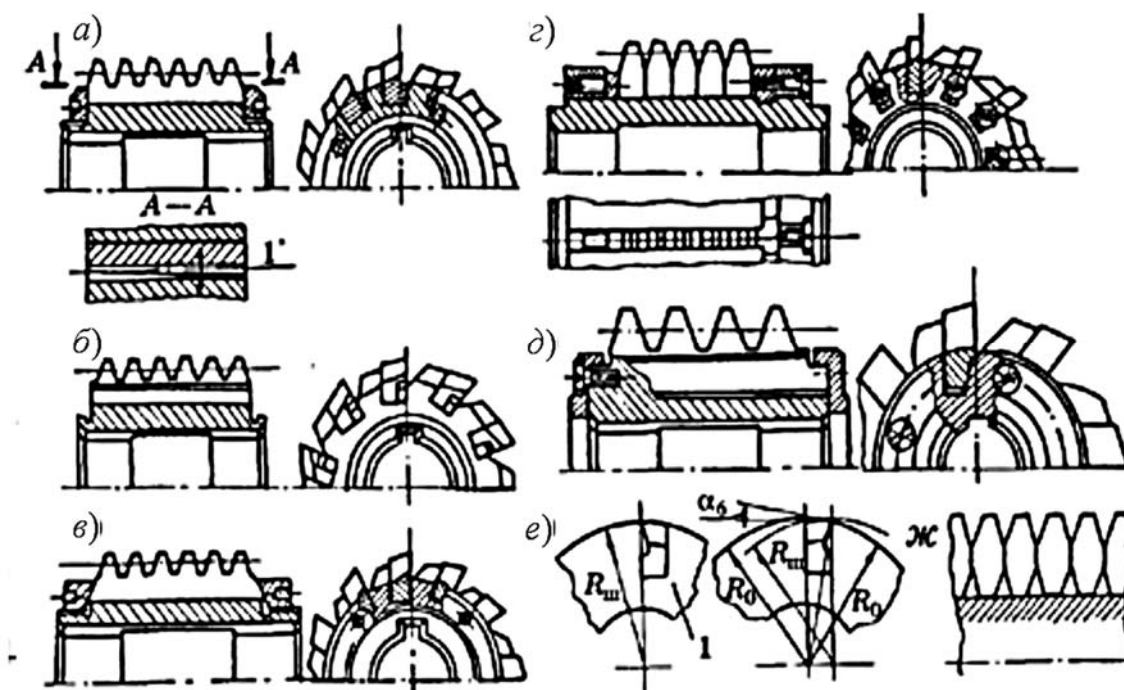


Рисунок 8.6 – Червячная модульная фреза



*a, б* – крепление реек клиньями; *в* – крепление реек гайками; *г* – крепление отдельных зубьев винтами; *д* – крепление реек крышками; *е* – образование заднего угла круглым шлифованием; *ж* – фрагмент фрезы с МНП

Рисунок 8.7 – Некоторые варианты конструкций сборных червячных фрез

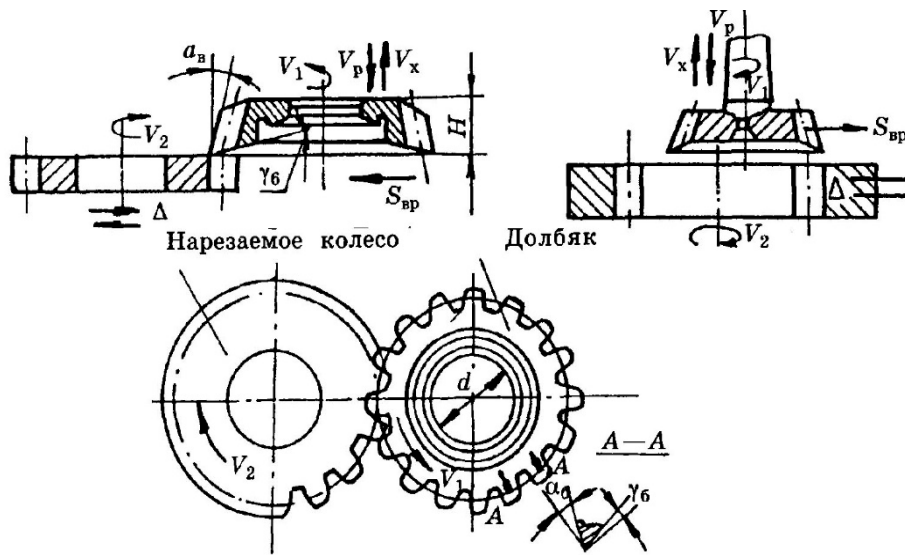
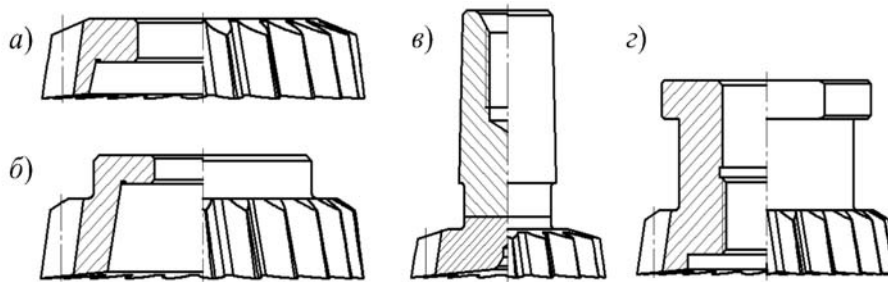


Рисунок 8.8 – Схемы зубодолбления



а – дисковый долбяк; б – чашечный долбяк; в – хвостовой долбяк; г – втулочный

Рисунок 8.9 – Виды долбяков

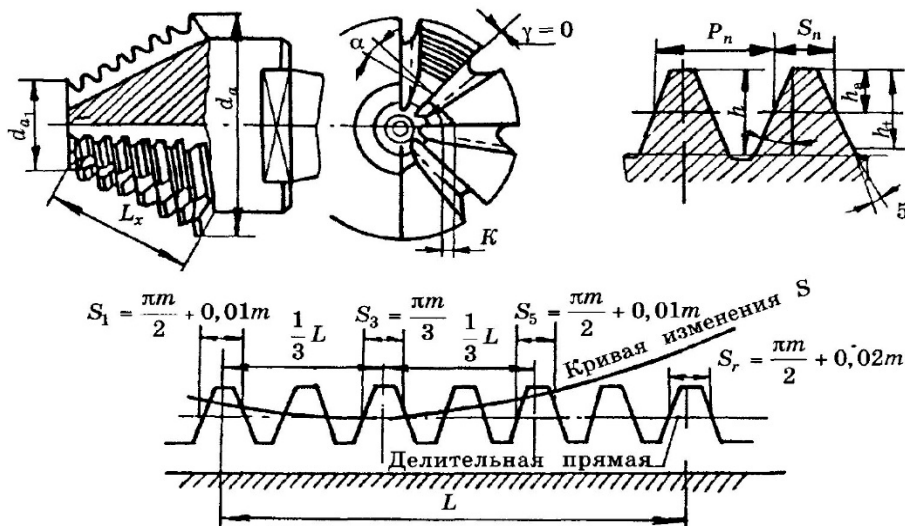


Рисунок 8.10 – Коническая червячная фреза для нарезания конических червячных колес

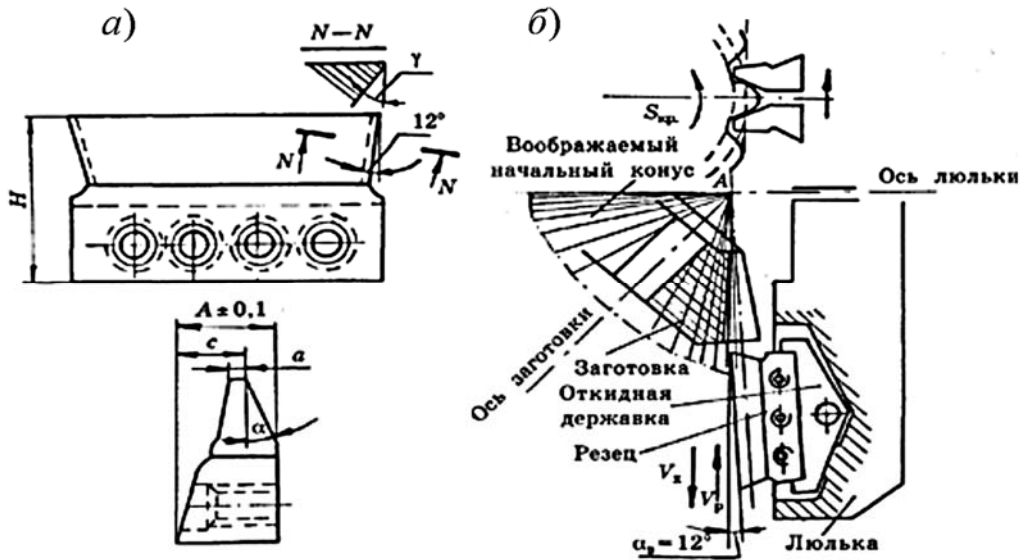


Рисунок 8.11 – Зубострогальный резец (а) и схема строгания зубьев прямозубых конических колес (б)

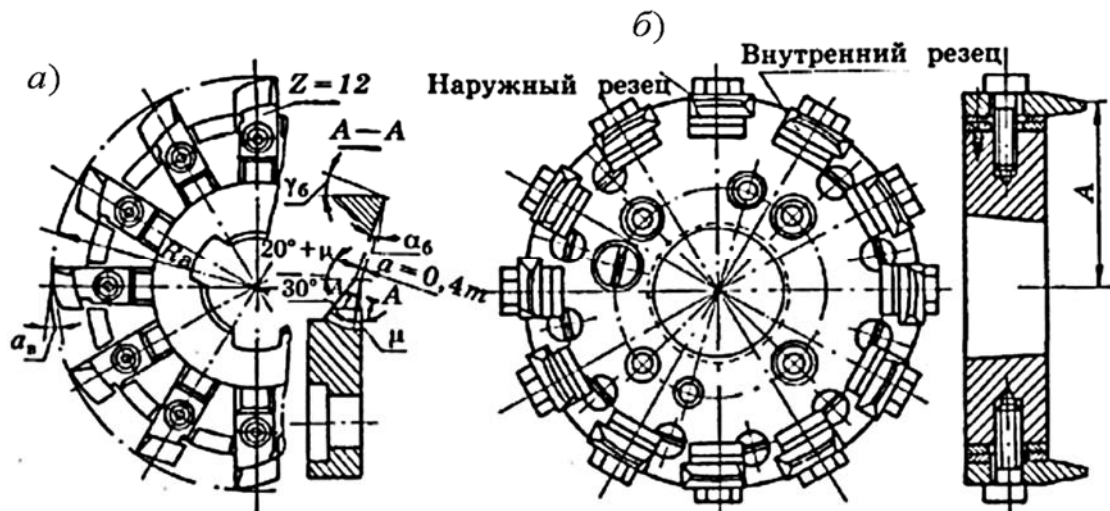


Рисунок 8.12 – Резцовые головки для нарезания конических колес с прямым (а) и круговым (б) зубом

Обкаточные инструменты до некоторой степени универсальны. Так, зубья эвольвентных колес разных диаметров, но одинакового модуля нарезают одним и тем же обкаточным инструментом, тогда как для дисковых модульных фрез необходим целый комплект.

#### 8.4 Порядок выполнения работы

- 1 Изучить инструкции по технике безопасности для выполнения работы.
- 2 Получить у лаборанта или преподавателя методические материалы и инструменты.
- 3 Ознакомиться с конструкцией и геометрией зуборезных инструментов, представленных на планшетах, плакатах и натурными образцами.

4 Составить эскизы выданных инструментов вместе с инструментами для их закрепления на станках и нанести условные обозначения параметров отдельных частей инструментов, элементов их конструкции и геометрии.

5 Измерить линейные размеры и геометрические параметры инструментов. Результаты измерений свести в таблицу 8.1.

6 Оформить отчет по работе.

7 Сдать лаборанту или преподавателю полученные для работы инструменты, методические и другие материалы.

Таблица 8.1 – Результаты измерения инструмента (указать инструмент)

Диаметр $D$ , мм	Модуль $m$ , мм	Число зубьев $Z$	Число заходов $i$	Угол зацепления $\alpha$ , град	Диаметр отверстия или хвостовика $d$ , мм	Длина (толщина) рабочей части $L$ , мм	Передний угол $\gamma$ , град	Задний угол $\alpha$ , град, или $K$ , мм

### Список литературы

1 **Жолобов, А. А.** Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ : учебное пособие / А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. М. Федоренко. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 339 с.

2 Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск : БГТУ, 2010. – 212 с.

3 Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве : учебное пособие: в 2 ч. / В. И. Аверченков [и др.]. – Брянск : БГТУ, 2010. – Ч. 1. – 303 с.

4 Технология машиностроения: учебное пособие: в 2 ч. Ч. 2: Высокоэффективные технологии и оборудование современных производств / А. А. Жолобов [и др.]; под ред. А. А. Жолобова. – Минск : РИВШ, 2020. – 480 с. : ил.

5 Станки с ЧПУ : устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : учебное пособие / А. А. Жолобов [и др.]. – Москва : ФЛИНТА; Наука, 2017. – 360 с. : ил.