

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра Машиностроения и транспорта**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_\_ » декабря 2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

**Б1.Б.31**

#### **НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов**

#### **ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Автомобили и автомобильное хозяйство (прикладной бакалавриат)**

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	5
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	7
4.3 Лабораторные работы.....	9
4.4 Семинары .....	9
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	9
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>11</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>11</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>12</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>12</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по работе на семинарах.....	13
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>57</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>57</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>58</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>66</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>67</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является выработка инженерного и научного понимания проблем технологии ремонта, рационального подхода к использованию технической базы ремонтных и сервисных предприятий, практических навыков проведения ремонтных работ и ознакомления с основными нормативно-техническими документами по ремонту и требованиями к охране окружающей среды и технике безопасности при проведении ремонтных работ.

## Задачи дисциплины

- изучение вопросов состояния технологии производства и ремонта автомобилей, перспективы ее развития;
- формирование практических навыков по выбору и обоснованию исходных данных для проектирования технологических процессов изготовления и восстановления деталей и ремонта автомобилей;
- освоение общей методологии и принципов проектирования процессов изготовления и восстановления деталей и ремонта сборочных единиц автомобилей;
- решение практических задач технологии и организации производства и ремонта автомобилей.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3	готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	<b>знать:</b> - основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории естественных наук; классической и современной физики; современную научную аппаратуру; <b>уметь:</b> - выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности; <b>владеть:</b> - методами выполнения элементарных лабораторных исследований в области профессиональной деятельности.
ПК-9	способность к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов	<b>знать:</b> – основы транспортных и транспортно-технологических процессов; <b>уметь:</b> – исследовать и моделировать транспортные и транспортно-технологические процессы; <b>владеть:</b> – навыками работы в составе коллектива исполнителей.

1	2	3
ПК-14	способность к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций	<b>знать:</b> – основы обслуживания и ремонта ТиТТМО; <b>уметь:</b> – анализировать особенности состояния ТиТТМО; <b>владеть:</b> – навыками обслуживания и ремонта ТиТТМО.
ПК-16	способность к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	<b>знать:</b> – основы организации диагностики, ТО и ремонта ТиТТМО; <b>уметь:</b> – осваивать технологии и формы ТО и ремонта; <b>владеть:</b> – навыками диагностики, ТО и ремонта ТиТТМО.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.31 «Основы технологии производства и ремонта ТиТТМО» относится к базовой части.

Дисциплина Б1.Б.31 «Основы технологии производства и ремонта ТиТТМО» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин: Б1.Б.10 «Физика», Б1.Б.14 «Теоретическая механика». Б1.В.16 «Восстановление деталей и узлов автомобилей».

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, дисциплина Б1.Б.31 «Основы технологии производства и ремонта ТиТТМО» представляет основу для изучения таких дисциплин, как Б1.Б.32 «Технологические процессы технического обслуживания и ремонта ТиТТМО», Б1.Б.36 «Производственно-техническая инфраструктура предприятий».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	72	34	17	17	-	38	-	Зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в ин- терактив- ной, актив- ной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с пре- подавателем (всего)</b>	34	7	34
Лекции (ЛК)	17	5	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	2	17
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	38	-	38
Подготовка к лабораторным работам	28	-	28
Подготовка к зачету	10	-	10
<b>III. Промежуточная аттестация зачет</b>	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	72	-	72
зач. ед.	2	-	2

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			лекции	лаборатор- ные работы	самостоятельная работа обучающихся
1	2	3		6	7
<b>1.</b>	<b>Понятие о ремонте. Изде- лие. Производственный и технологический процес- сы. Технологичность кон- струкции изделия.</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
1.1.	Производственный и тех- нологический процессы	5	1	1	3
1.2.	Исходные данные и после- довательность разработки.	5	1	1	3
1.3.	Типизация технологических процессов.	6	1	1	4
<b>2.</b>	<b>Методы получения загото- вок. Точность обработ- ки и качеств поверхности деталей. Технологические методы обработки загото- вок. Станочные приспособ- ления.</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
2.1.	Методы получения загото- вок	3	0,5	0,5	1,5
2.2.	Понятие о точности и по- грешностях обработки	2,5	0,5	0,5	1,5
2.3.	Характеристика качества поверхности.	2,5	0,5	0,5	1,5

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
2.4.	Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя.	2,5	1	1	1,5
2.5.	Обозначение шероховатости поверхностей. Правила обозначений шероховатости на чертежах	2,5	0,5	0,5	1,5
2.6.	Назначение и классификация приспособлений.	2,5	0,5	0,5	1,5
2.7.	Элементы приспособлений.	2,5	0,5	0,5	1
<b>3.</b>	<b>Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
3.1.	Основные понятия и определения.	4,75	1,25	1,25	2,25
3.2.	Методы определения припусков.	4,75	1,25	1,25	2,25
3.3.	Виды баз и их выбор.	4,75	1,25	1,25	2,25
3.4.	Примеры базирования	4,75	1,25	1,25	2,25
<b>4.</b>	<b>Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
4.1.	Методы сборки.	4,75	1,25	1,25	2,25
4.2.	Виды соединений деталей и способы их осуществления.	4,75	1,25	1,25	2,25
4.3.	Обкатка и испытание автомобилей	4,75	1,25	1,25	2,25
4.4.	Упрощенная методика разработки технических условий на приработку и испытание двигателей	4,75	1,25	1,25	2,25
	<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>38</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	<b>Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия.</b>		
1.1.	Производственный и технологический процессы	Производственный и технологический процессы. Основные понятия и определения. Типы машиностроительных производств. Факторы, влияющие на производственный и технологический процессы ремонта. Прием автомобилей в ремонт и выдача из ремонта.	Компьютерная презентация (1 час)
1.2.	Исходные данные и последовательность разработки.	Исходные данные и последовательность разработки. Классификация технологических методов обработки деталей, схемы обработки.	-
1.3.	Типизация технологических процессов.	Типизация технологических процессов. Технологическая операция как часть технологического процесса.	Компьютерная презентация (1 час)
2.	<b>Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления.</b>		
2.1.	Методы получения заготовок	Методы получения заготовок. Изготовление заготовок литьем. Изготовление заготовок давлением. Получение заготовок другими способами. Краткая характеристика технологических методов получения заготовок. Основные требования к конструкции заготовок.	-
2.2.	Понятие о точности и погрешностях обработки	Понятие о точности и погрешностях обработки. Влияние точности обработки на работоспособность автомобилей. Экономически достижимая точность обработки. Погрешности обработки. Случайные и систематизированные погрешности.	-
2.3.	Характеристика качества поверхности.	Характеристика качества поверхности. Характеристики детали, связанные с качеством ее поверхности. Состояние поверхности слоя детали.	-
2.4.	Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя.	Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя. Способы определения шероховатости поверхности. Оптимальный уровень чистоты при различной механической обработке деталей.	Компьютерная презентация (1 час)
2.5.	Обозначение шероховатости поверхностей. Правила обозначений шероховатости на чертежах	Обозначение шероховатости поверхностей. Правила обозначений шероховатости на чертежах. Параметры шероховатости.	-

1	2	3	4
2.6.	Назначение и классификация приспособлений.	Назначение и классификация приспособлений. Методика конструирования станочных приспособлений.	-
2.7.	Элементы приспособлений.	Основные элементы приспособлений. Оценка экономической эффективности применения приспособлений.	-
<b>3.</b>	<b>Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.</b>		
3.1.	Основные понятия и определения.	Основные понятия и определения. Нормирование технологических процессов обработки деталей и сборки изделий. Общие и операционные (промежуточные) припуски. Односторонние и двусторонние припуски. Оптимальная величина припуска.	Лекция-дискуссия (1 час)
3.2.	Методы определения припусков.	Методы определения припусков. Припуски на механическую обработку заготовок и методы их определения.	-
3.3.	Виды баз и их выбор.	Базы, виды баз и их выбор. Классификация баз для механической обработки деталей машин. Правила выбора баз при разработке технологического процесса. Закрепление деталей для обеспечения базирования.	Лекция-дискуссия (1 час)
3.4.	Примеры базирования	Примеры базирования. Принципы базирования заготовок при установке на металлорежущих станках. Принцип последовательности баз при механической обработке запчастей.	-
<b>4.</b>	<b>Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.</b>		
4.1.	Методы сборки.	Методы сборки. Сборка автомобилей. Особенности сборки двигателя. Общие положения по сборке агрегатов и автомобилей.	-
4.2.	Виды соединений деталей и способы их осуществления.	Виды соединений деталей и способы их осуществления. Сборка резьбовых соединений. Сборка соединений с натягом. Сборка заклепочных соединений.	-
4.3.	Обкатка и испытание автомобилей	Заводская и эксплуатационная обкатка автомобилей. Особенности эксплуатационной обкатки автомобиля.	-
4.4.	Упрощенная методика разработки технических условий на приработку и испытание двигателей	Способы ускорения приработки. Продолжительность процесса приработки сопряжений. Процессы, происходящие при приработке.	-

### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	1.	Разработка технологического процесса получения отливки методом литья в песчаные формы	4	Деловая игра (2 часа)
2	1.	Сверление	4	-
3	2.	Точение	3	-
4	2.	Фрезерование	3	-
5	3.	Шлифование	3	-
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>2</b>

### 4.4. Семинары/ практические занятия

Учебным планом не предусмотрено

### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>				<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>	<i>ПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>3</i>	<i>9</i>	<i>14</i>	<i>16</i>				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<b>1.</b> Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия.	16	4	4	4	4	4	4	Лк, ЛР, СР	Зачет
<b>2.</b> Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления.	18	4,5	4,5	4,5	4,5	4	4,5	Лк, ЛР, СР	Зачет
<b>3.</b> Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.	19	4,75	4,75	4,75	4,75	4	4,75	Лк, ЛР, СР	Зачет
<b>4.</b> Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.	19	4,75	4,75	4,75	4,75	4	4,75	Лк, ЛР, СР	Зачет
<b><i>всего часов</i></b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>18</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов: лабораторный практикум / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации; сост. Н.И. Ющенко, А.С. Волчкова. - Ставрополь: СКФУ, 2015. - 126 с. : ил. - Библиогр.: с. 112-113.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458198>

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов: учебное пособие / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации; сост. Н.И. Ющенко, А.С. Волчкова. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 331 с.: ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458199">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458199</a>	ЛР, СР	ЭР	1
2.	Гринцевич, В.И. Организация и управление технологическим процессом текущего ремонта автомобилей: учебное пособие / В.И. Гринцевич ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. - 182 с. : табл., схем., граф. - Библиогр.: с. 143-145 - ISBN 978-5-7638-2643-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364026">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364026</a>	ЛР, СР	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Кулаков, А.Т. Особенности конструкции, эксплуатации, обслуживания и ремонта силовых агрегатов грузовых автомобилей: учебное пособие / А.Т. Кулаков, А.С. Денисов, А.А. Макушин. - М.: Инфра-Инженерия, 2013. - 448 с. - ISBN 978-5-9729-0065-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234778">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=234778</a>	ЛР, СР	ЭР	1
4.	Независимая техническая экспертиза транспортных средств: учебник / С.А. Дорофеев, Д.М. Жаров, А.Е. Ивановский и др. - М.: Университет «Синергия», 2016. - 513 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 448-461. - ISBN 978-5-4257-0247-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455429">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455429</a>	ЛР, СР	ЭР	1
5.	Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов : практикум / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации; сост. Н.И. Ющенко, А.С. Волчкова. - Ставрополь: СКФУ, 2015. - 96 с.: ил. - Библиогр.: с. 88-89.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458197">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458197</a>	ЛР, СР	ЭР	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы. В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематически отдельные разделы курса взаимосвязаны между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

В преподавании дисциплины используются преимущественно традиционные образовательные технологии:

- лабораторные работы.

До начала занятия в компьютерном классе студент должен ознакомиться с заданием на лабораторную работу.

Лабораторный практикум ориентирован на практическое изучение принципа работы, конструкций и экспериментального определения основных параметров наиболее важных и общих сборочных единиц, агрегатов и механизмов, овладение техникой измерений и грамотную обработку их результатов. Необходимо, чтобы студенты самостоятельно, в составе определенного коллектива, проводили измерения, расчеты и анализ полученных результатов, а отчет по каждой лабораторной работе оформлялся грамотно и аккуратно.

Самостоятельная работа студентов. Все разделы дисциплины с разной степенью углубленности изучения должны рассматриваться на лекционных, практических и лабораторных занятиях. Но для формирования соответствующих компетенций, необходима систематическая самостоятельная работа студента. Самостоятельная работа нужна как для проработки лекционного (теоретического) материала, так и для подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям, а также и при подготовке к контрольным мероприятиям.

Текущий контроль успеваемости осуществляется на лекциях, практических и лабораторных занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к выполнению практических заданий у доски; в виде проверки домашних заданий; в виде тестирования по отдельным темам; посредством защиты отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент:

- уясняет объём и учебную цель лабораторной работы;
- изучает теоретические материалы, относящиеся к данной работе, пользуясь конспектом лекций и соответствующими учебниками и учебными пособиями;
- изучает объём, последовательность выполнения работ и теоретические положений, которые она закрепляет;
- продумывает порядок выполнения работы;
- изучает технические условия для выполнения каждой работы;
- уясняет физическую сущность каждой работы;
- ознакомится с комплектом инструментов, приборов, приспособлений и оборудования для каждой лабораторной работы и порядком их использования при выполнении работ;
- уясняет меры по технике безопасности и противопожарные мероприятия, которые необходимо выполнять на каждой лабораторной работе.

Для повышения продуктивности работы студентов в лаборатории, рекомендуется использовать съемные устройства для хранения текстов рабочих программ. В таком случае допускается оформление отчета по лабораторной работе в виде одного файла, начинающегося с комментария, в котором помещается вся информация, перечисленная в пунктах 1) и 2) содержания отчетов, затем текст Си-программы и закомментированные результаты работы программы, в которых для контроля должны быть выведены и исходные данные задачи.

Промежуточный контроль включает зачет. Зачет проводится в устной форме, включая подготовку ответа студента на вопросы, или в форме тестирования. К зачету допускаются студенты, полностью выполнившие учебный план дисциплины

## **9.1. Методические указания для обучающихся по проведению лабораторных работ.**

### **Лабораторная работа №1**

#### **Разработка технологического процесса получения отливки методом литья в песчаные формы (деловая игра – 2 часа)**

##### **Цель работы:**

- 1) Изучить методику проектирования литой заготовки, получаемой литьем в песчаные формы;
- 2) Научиться разрабатывать технологию изготовления отливок данным способом.

##### **2 Порядок выполнения работы**

- 1) Изучить теоретическую часть;
- 2) По выданному преподавателем чертежу детали составить чертеж элементов литейной формы;
- 3) Разработать чертеж отливки и чертеж собранной формы;
- 4) Составить отчет по работе.

##### **3 Общие сведения о способах получения отливок.**

Отливка получается в результате заполнения полости литейной формы расплавленным металлом, его затвердевания и охлаждения в форме.

По сравнению с другими способами изготовления заготовок детали машин (свободнаяковка, штамповка, сварка) литейное производство позволяет получить заготовки сложной конфигурации с небольшими припусками на обработку резанием из самых различных металлов и сплавов.

Основным способом изготовления отливок является литье в песчаные формы, которым получают около 80% общего количества отливок. Однако малая точность в пределах 16-12 квалитетов и значительная шероховатость в пределах 320-160 R<sub>Z</sub>, полученные этим методом, во многих случаях не удовлетворяют требованиям современного машиностроения. В связи с этим все более широко применяют специальные способ литья. Литьё по выплавляемым моделям, литье в кокиль, литье под давлением и др.

##### **4 Разработка технологического процесса получения отливки**

Разработку технологии отливки целесообразно вести в следующей очередности:

- 1) Разработка чертежа элементов литейной формы;
- 2) Разработка чертежа отливки;
- 3) Разработка литейной формы в сборе перед заливкой;
- 4) Заполнение технологической карты.

#### 4.1 Проектирование чертежа элементов литейной формы

Чертеж элементов литейной формы выполняют в соответствии с ГОСТ 2.423 – 73 (СТ СЭП 4406-83).

Чертеж элементов литейной формы выполняют на копии чертежа детали.

При разработке чертежа элементов литейной формы необходимо следующее:

- а) определить положение отливки в форме при заливке;
- б) установить поверхность разъема формы;
- в) определить припуски на механическую обработку и допуски;
- г) наметить отверстия и поднутрения, выполняемые стержнями;
- д) наметить конструкцию литниковой системы;
- ж) определить величину усадки.

##### 4.1.1 Определение положения отливки в форме при заливке.

При выборе положения отливки в форме нужно руководствоваться следующими правилами:

- а) наиболее ответственные части отливки располагать в нижней части формы, т.к. металл в них получается более плотным;
- б) отливку в форме располагать так, чтобы при заливке и затвердевании обеспечить направленное затвердевание металла;
- в) обрабатываемые части отливок при заливке к затвердеванию металла должны быть расположены внизу формы, вертикально или наклонно;
- г) отливки цилиндрической формы, внешние и внутренние поверхности которых подвергают обработке резанием, при заливке должны быть расположены вертикально;
- д) поверхность отливок, служащие базой при обработке резанием следует располагать в одной полуформе;
- в) положение отливки в форме при заливке обозначают буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляют у стрелок, показывающих направление разъема формы (см. рисунок 4.1.).

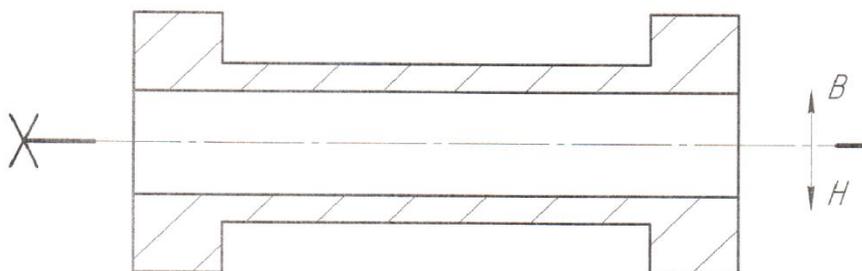


Рисунок 4.1 - Обозначение положения отливки в форме при заливке и плоскости разъема формы и модели

##### 4.1.2 Определение поверхности разъема формы

При определении поверхности разъема формы следует руководствоваться следующими положениями:

- а) всю отливку, если позволяет её конструкция, нужно располагать в одной нижней части формы, т.к. при этом исключается перекос отливки;
- б) поверхность разъема формы при заливке желательно иметь горизонтальной;
- в) поверхность разъема формы должна обеспечивать свободное извлечение модели из формы и удобство установки стержня, при этом количество стержней должно быть минимальным или вовсе, вместо них желательно применять песчаные болваны.

Разъем модели и формы показывают отрезком или ломанной или штрихпунктирной линией, заканчивается знаком "х - ... - х" (см. рисунок 4.1). Разъем модели обозначается индексом М, разъем формы - Ф. При совпадении разъема модели и формы указывается обозначением МФ. Если модель (или форма) имеет неплоский разъем, то он должен быть показан на чертеже ломаной (или кривой) линией.

При нескольких разъемах модели и Формы каждый разъем показывают отдельно.

##### 4.1.3 Определение припусков на механическую обработку и допусков

Припуски на механическую обработку для отливок для любых сплавов и допуски на размеры определяются по ГОСТ 26645 - 85.

#### 4.1.3.1 Определение допусков на размеры, предельные отклонения смещения и коробления

Определение допусков проводится в следующем порядке:

1) по таблице П.1 определяется класс точности отливки в зависимости от способа литья, габаритов отливки, типа сплава и способа производства.

В таблице П.1 ряд обозначен в числителе дроби;

2) по таблице П.2 определяются допуски на размеры ( $T$ ) в зависимости от номинальных размеров и класса точности отливок;

3) для определения допуска на коробление отливок при охлаждении и термообработке сначала по таблице П.4 определяется степень коробления в зависимости от соотношения размеров сторон отливок, а затем по таблице П.5 - предельные отклонения на коробления ( $T_{кор.}$ )

При этом следует руководствоваться следующими правилами:

1) допуски размеров элементов, образованных одной частью формы или одним стержнем, устанавливаются на 1-2 класса точнее;

2) допуски размеров элементов, образованных тремя и более частями формы (опоками), несколькими стержнями, а также толщины стенок ребер и фланцев, устанавливаются на 1-2 класса, грубее.

3) допускается устанавливать несимметричные предельные отклонения для размеров, расположенных в одной части формы и не подвергаемые механической обработке, при этом для охватывающих элементов (отверстие) поле допуска располагают “плюс”, а для охватываемых вал – “в минус”.

4) по таблице П.3 определяются предельные отклонения смещения элементов отливки по плоскости разъёма ( $T_{см.}$ ).

#### 4.1.3.2 Определение припуска на механическую обработку

Общий припуск на механическую обработку ( $Z$ ) складывается из основного ( $Z_{осн.}$ ) и дополнительного ( $Z_{д.}$ ) припусков:

$$Z = Z_{осн.} + Z_{д.}$$

Основной припуск определяется в следующем порядке:

1) по таблице П.1 определяется ряд припусков в зависимости от способа литья, типа сплава и габаритов отливки. В таблице 1 ряд обозначен в знаменателе дроби;

2) по таблице П.6 определяем основной припуск ( $Z_{осн.}$ ) в зависимости от допуска на размеры в ряда припуска;

3) по таблице П.7 определяется дополнительный припуск ( $Z_{д.}$ ) в зависимости от допуска на размер и погрешности расположения;

4) складывая основной и дополнительный припуски, получаем общий припуск на механическую обработку  $Z$ .

Контуры припусков изображаются тонкой линией, которую допускается дополнять красным цветом. Величину припуска указывают цифрой перед знаком шероховатости поверхности детали, линейными размерами или величиной уклона (см. рисунок 4.2).

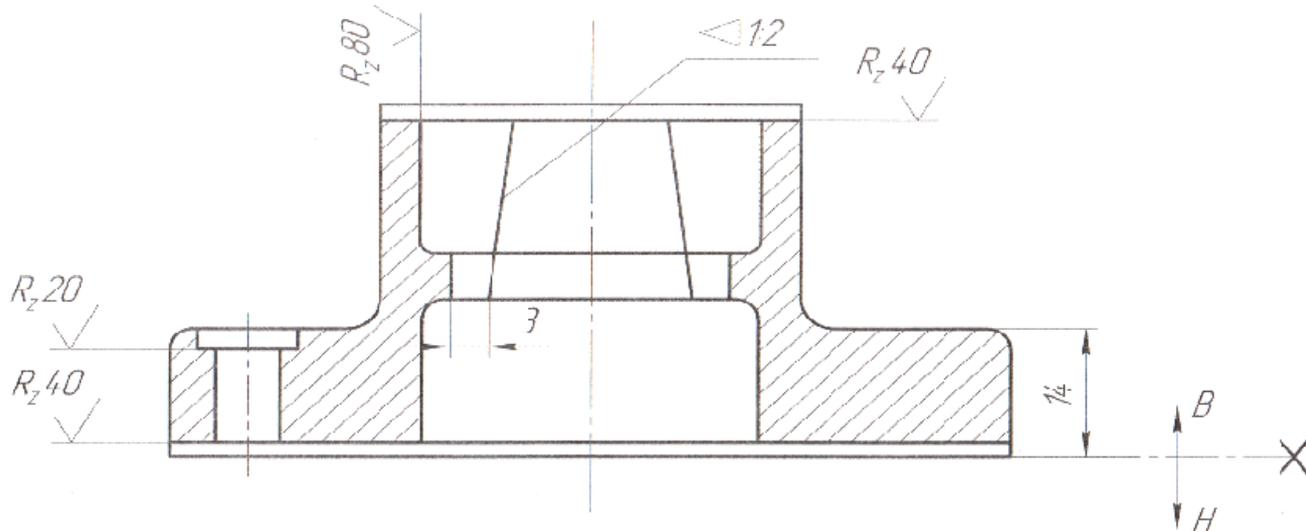


Рисунок 4.2 - Обозначение припусков на механическую обработку

Отверстия, впадины, проточки и т.п., невыполняемые при заливке детали, зачеркиваются сплошными тонкими линиями, которые допускаются выполнять красным цветом.

#### 4.2.4 Обозначение стержней и знаков стержней

Стержни в литейных формах предназначаются для получения отверстий и других полостей или внутренних отливок.

Изготавливаются они в стержневых ящиках из различных стержневых смесей. После извлечения из стержня они тщательно просушиваются красятся специальными огнеупорными покрытиями к устанавливаются в литейную форму перед заливкой.

Для фиксации стержней в формы конструируются стержневые этапы, которые должны обеспечить точность и устойчивость стержня при заливке.

Стержни обозначаются буквами “СТ” и номерами в порядке их установления в форму, например, СТ. 1 (см. рисунок 4.3).

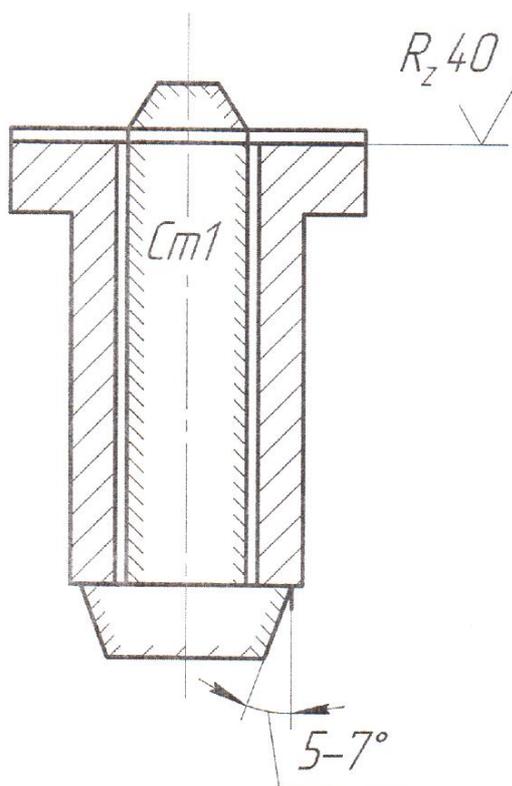


Рисунок 4.3 - Обозначение стержней на чертеже литейной формы

Стержни в разрезе штрихуют только у контурных линий. Длина линии 3-30 мм. Размеры знаков стержней и зазоры между знаками стержней и модели принимаются по ГОСТ 3606-30. Формовочные уклоны для знаков ( $\alpha$ ) принимаются в пределах  $5-7^\circ$ .

#### 4.1.5 Определение формовочных уклонов

Формовочные уклоны назначаются на моделях для лучшего извлечения модели из формы после уплотнения формовочной смеси.

Величины формовочных уклонов определяют по ГОСТ 3212-80. На чертеже элементов литейной формы формовочные обозначаются, как показано на рисунке 4.4.

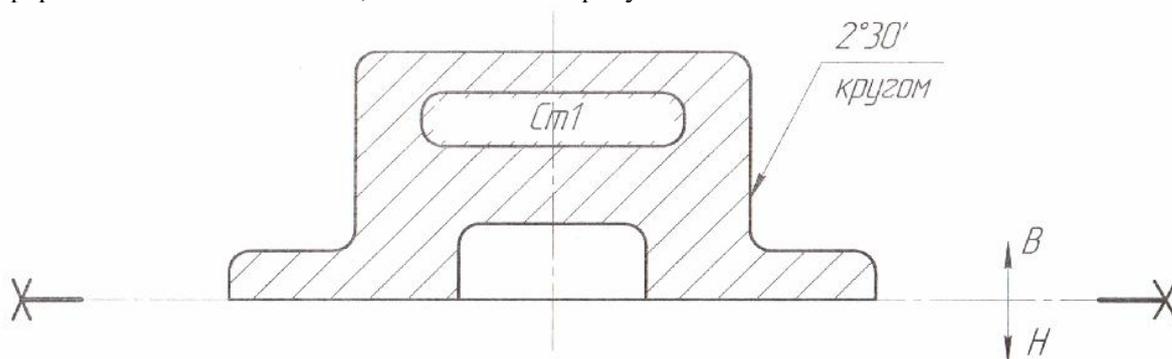


Рисунок 4.4 - Обозначение формовочных уклонов на чертеже

#### 4.1.6 Изображение и обозначение литниковой системы

Литниковая система предназначена для подвода расплавленного металла к полости формы.

Литниковую систему изображают сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять красным цветом (см. рисунок 4.5).

Прибыли применяются для получения питания массивных узлов отливок и получения качественных отливок.

Прибыль обозначают порядковым номером на полке линии – выноски, перед которым ставят слово “прибыль”. Прибыль также обозначают линией или красным цветом (см. рисунок 4.5).

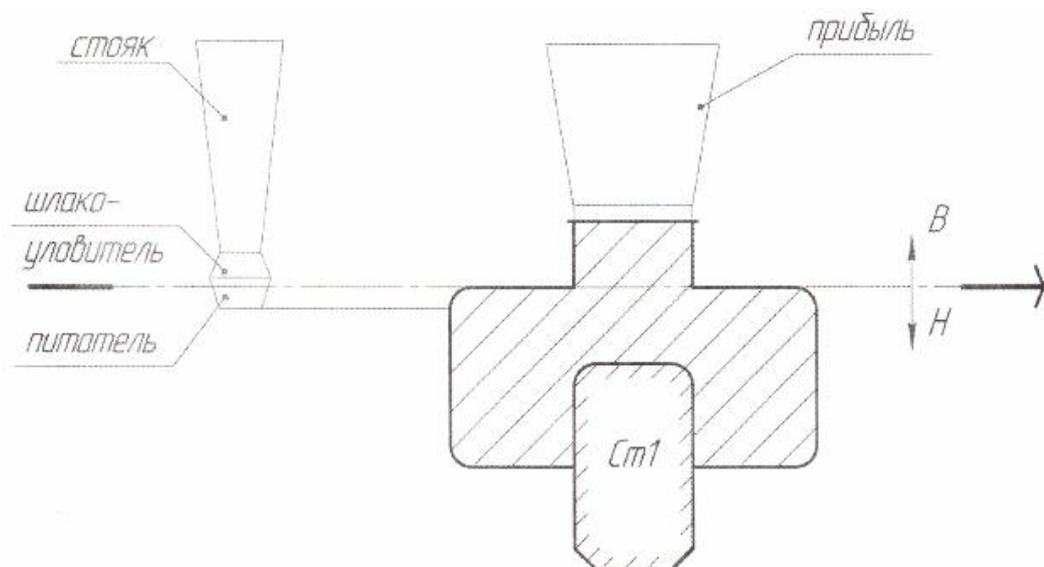


Рисунок 4.5 - Обозначение литниковой системы и прибыли

#### 4.1.7 Определение величины линейной усадки литейных сплавов

При изготовлении моделей и стержневых ящиков приходится учитывать линейную усадку металлов и сплавов.

Линейная усадка - уменьшение линейных размеров отливки при её охлаждении от температуры заливки до температуры окружающей среды.

Линейную усадку определяют по выражению:

$$E_{\text{лин}} = (l_{\text{мод}} - l_{\text{отл}}) \cdot 100 / l_{\text{отл}};$$

где  $l_{\text{мод}}, l_{\text{отл}}$  - размеры модели и отливки при температуре 20°C.

Для того, чтобы правильно получить размеры отливки, необходимо её размеры увеличить на величину усадки.

В таблице 4.1 приведены значения линейной усадки для наиболее литейных сплавов.

Таблица 4.1 - Линейная усадка литейных сплавов

	Сплавы	Усадка, %
	Чугун серый	0,9÷1,2
	Чугун высокопрочный	1,6÷2,3
	Сталь углеродистая (0,14÷0,75%С)	1,5÷2,0
	Бронзы	1,4÷2,4
	Латуни	1,5÷2,2
	Алюминиевые	1,0÷2,0
	Магниевые	1,1÷1,9

#### 4.1.8 Технологические указания

Технологические особенности изготовления отливки, которые не могут быть отражены графически, приводятся в специальных “Технологических указаниях”, на свободном поле чертежа. Например:

Технологические указания:

- 1) Усадка 2%;
- 2) Линейные уклоны по ГОСТ 3212-80;
- 3) Прибыли удалять огневой резкой после термической обработки и т.д.

#### 4.2 Проектирование чертежа отливки

При проектировании чертежа отливки нужно руководствоваться следующими правилами:

1) чертеж отливки в совокупности с техническими требованиями должен содержать все данные для изготовления, контроля и приемки отливки;

2) на чертеже отливки должны быть показаны полностью все размеры, необходимые для её геометрического построения, при этом целесообразно руководствоваться следующим:

а) сохраняются размеры чертежа детали и системы их поставки между литыми поверхностями, а так же размеры, характеризующие положение и конфигурацию тех механически обработанных поверхностей детали от которых назначается величина припуска на механическую обработку;

б) должны быть указаны величины всех припусков на механическую обработку, предпочтительно от базовых механически обработанных поверхностей;

На всех размерах отливки должны быть проставлены допуски, определяемые по ГОСТ 26645 - 85.

3) количество видов, разрезов и сечений для изготовления отливки, должно быть наименьшим;

4) в чертеже отливки не производят элементы чертежа детали, относящиеся к механической обработке (предельные отклонения, шероховатость и т.д.);

5) на всех проекциях видимый контур отливки вычерчивается сплошной основной линией. Контуры поверхности после механической обработки, а так же контуры отверстия, впадин и выточек, не выполняемых при литье, вычерчивают сплошной тонкой линией;

6) остатки прибылей, выпоров, стяжек и питателей, если они не удаляются полностью в литейном цехе, изображают на чертеже отливка (см. рисунок 4.6);

7) припуски на механическую обработку и другие технологические припуски в сечениях штрихуют как одно целое с материалом отливки;

8) в чертеже отливки графически изображают только те формовочные уклоны, величины которых превышает  $3^\circ$ . При меньшей величине уклона не изображаются, а величина их оговаривается в "Технических требованиях" на поле чертежа;

9) На поле чертежа указывается "Технологические требования" к отливке, которые не могут быть изображены графически, сюда относятся например:

а) класс точности размеров, класс точности массы (например: 8-7- ГОСТ 26645 - 86);

б) величины предельных уклонов;

в) величины неуказанных литейных радиусов для внутренних сопряжений;

г) специальные требования по контролю отливки;

д) указания по термической обработке отливок.

Пример оформления чертежа отливки приведен на рисунке 4.6.

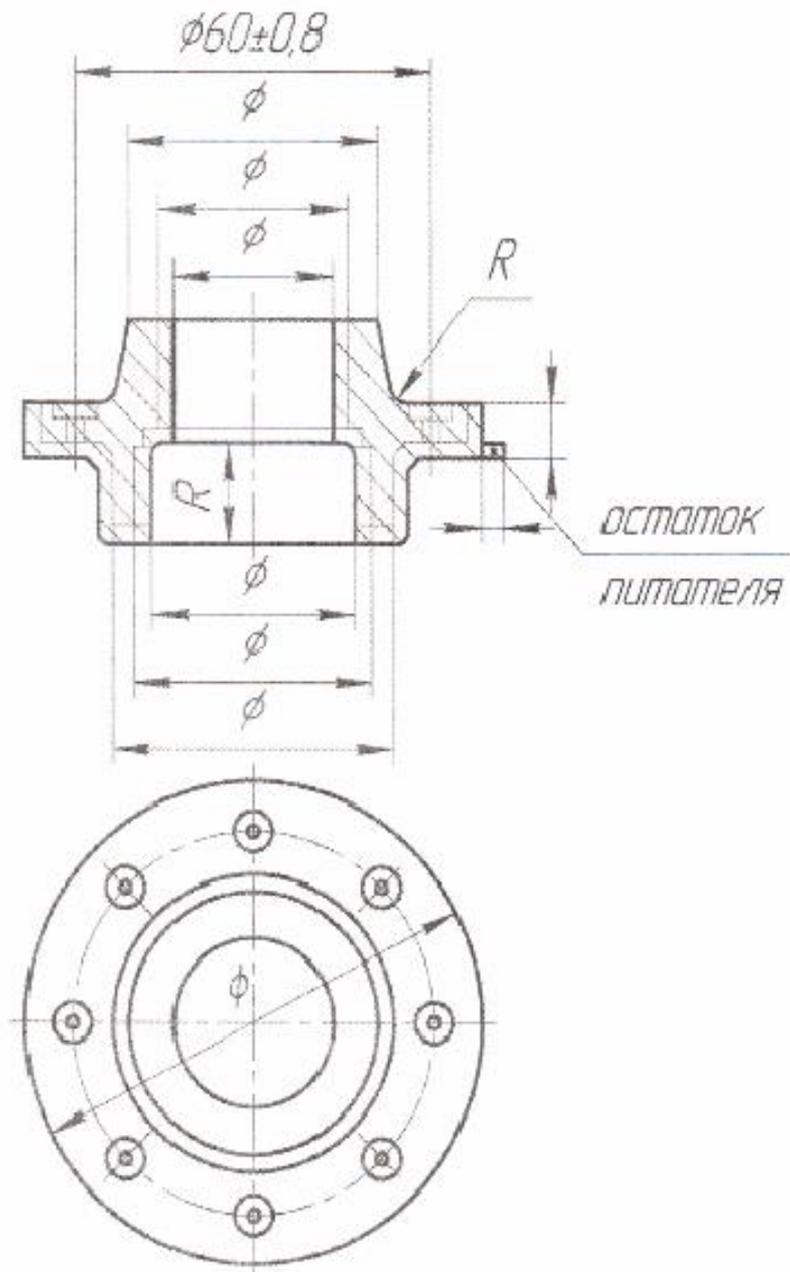


Рисунок 4.6 - Чертеж отливки

#### 4.3 Оформление чертежа собранной формы

Чертеж собранной формы представляет изображение её в состоянии готовности к заливке, т.е. с вынутыми моделями, установленными стержнями, холодильниками, жеробейками и т.д.

В чертеже должны быть изображены опоки, скобы их скрепляющие, центрирующие штыри, указаны размеры опок "в свету" высота опок.

На поле чертежа помещаются "Технологические указания" по изготовлению и сборке форм.

Пример оформления чертежа собранной формы показан на рисунке 4.7.

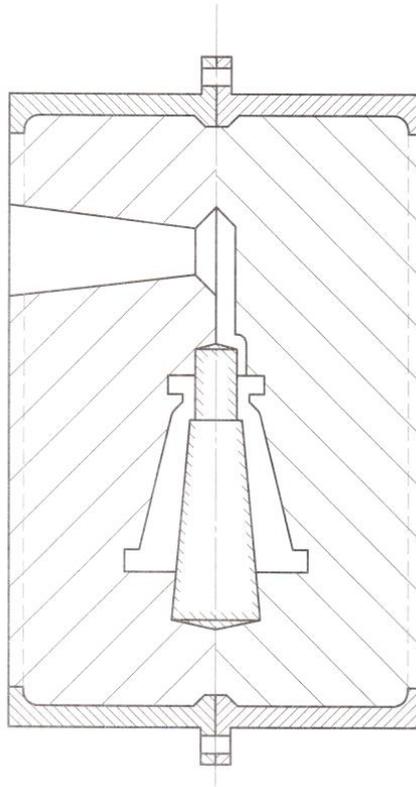


Рисунок 4.7 – Чертеж собранной формы

#### 4.4 Технологическая карта

Технологическая карта является основным документом, в котором зафиксированы технологические процессы, режимы, методика и порядок всех операций по изготовлению отливки.

В технологической карте указывается:

- а) номер и наименование отливки;
- б) масса детали отливки, литниковой системы;
- в) марка стали и ГОСТ на этот сплав;
- г) способ формовки;
- д) состав формовочной и стержневой смеси;
- е) оборудования для формовки, приготовление смесей;
- ж) способ приготовления смеси;
- з) температура заливки;
- и) остальные технологические операции.

#### Составление отчета

По полученному от преподавателя чертежу детали составить:

- 1) чертеж элементов линейной формы;
- 2) чертеж отливки;
- 3) чертеж собранной формы.

#### Контрольные вопросы:

- 1) Что такое отливка?
- 2) Чем отличается отливка от детали, получаемой из отливки?
- 3) Как правильно расположить отливку в форме при заливке?
- 4) Какими положениями нужно руководствоваться при определении поверхности разъема формы?
- 5) Что такое припуск на механическую обработку и как он определяется?
- 6) Что такое допуск на размеры и как он определяется?
- 7) Предназначение формовочных уклонов?
- 8) Что такое литниковая система?
- 9) Что такое литейная усадка?
- 10) Как составляется чертеж отливки?
- 11) Как составляется чертеж собранной формы?

Основная литература: п. 7, 1-2

Дополнительная литература: п. 7, 3-5

## Лабораторная работа №2 Сверление

### Цель работы:

1) Освоение выбора режимов резания при сверлении и настройка органов управления вертикально-сверлильного станка модели 2Н150.

2) Изучение устройства и принципа работы станка, видов выполняемых на нем работ и приспособлений для крепления инструментов.

### Краткие теоретические сведения

#### 1.1 Характеристика метода сверления

Сверление - процесс механической обработки при сочетании вращательного движения инструмента вокруг оси главного движения (скорость резания -  $V_p$ ) и поступательного его движения вдоль оси (движение подачи -  $S_B$ ).

Процесс резания при сверлении протекает в более сложных условиях, чем при точении. В процессе резания затруднены отвод стружки и подвод СОЖ к режущим кромкам инструмента. При отводе стружки происходит трение ее о поверхность канавок сверла и сверла о поверхность отверстия. В результате повышается деформация стружки и тепловыделение.

#### 1.2. Общий вид и краткое описание вертикально-сверлильного станка

Вертикально-сверлильный станок модели 2Н150 (рис. 1) состоит из следующих узлов.

На фундаментной плите 1 смонтирована колонна 2. В верхней части колонны расположена коробка скоростей 6, через которую шпинделю с режущим инструментом сообщают главное вращательное движение. Движение подачи (поступательное вертикальное) инструмент получает через коробку подач 5, расположенную в кронштейне 4. Заготовку устанавливают на столе 3. Стол и кронштейн имеют установочные перемещения по вертикальным направляющим колонны 2 ( $S_y$ ). Совмещение оси вращения инструмента с заданной осью отверстия достигается перемещением заготовки.

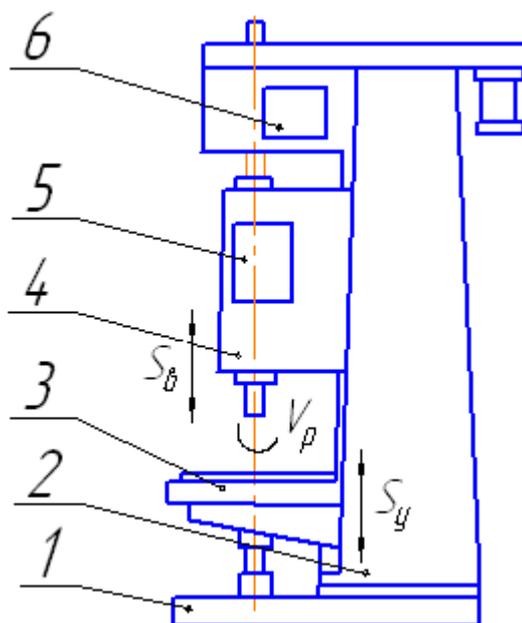


Рис. 1 Вертикально-сверлильный станок модели 2Н150

#### 1.3. Основные приспособления при сверлении

Для закрепления заготовок при обработке на сверлильных станках используют тисы или прижимные планки. При сверлении отверстий в цилиндрических заготовках их устанавливают на призме и закрепляют струбциной.

Режущий инструмент в шпинделе сверлильного станка закрепляют с помощью различных приспособлений: переходных втулок, сверлильных патронов и оправок.

Схемы закрепления инструмента в шпинделе станка показаны на рис. 2. Режущие инструменты с коническим хвостовиком закрепляют непосредственно в шпинделе сверлильного станка (рис. 2, а).

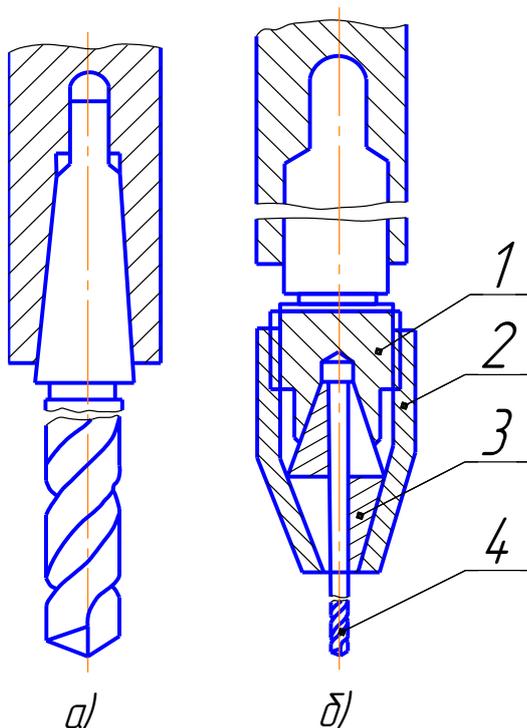
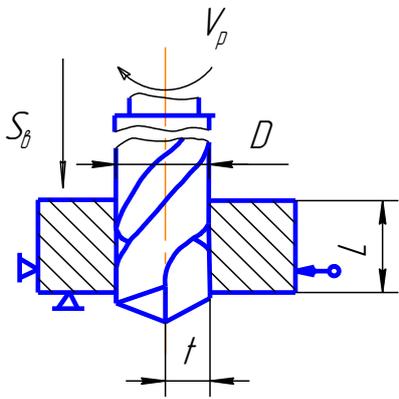
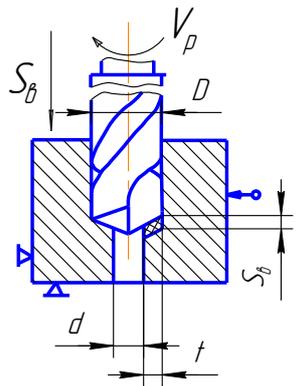
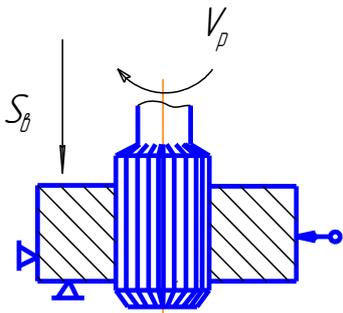
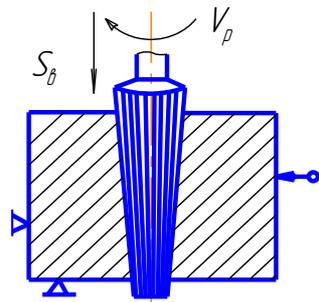


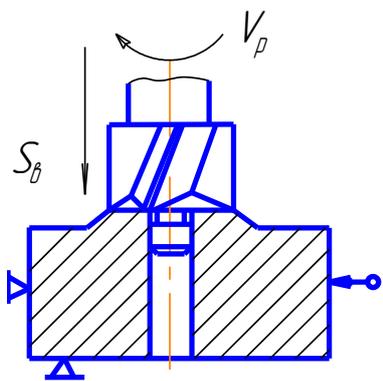
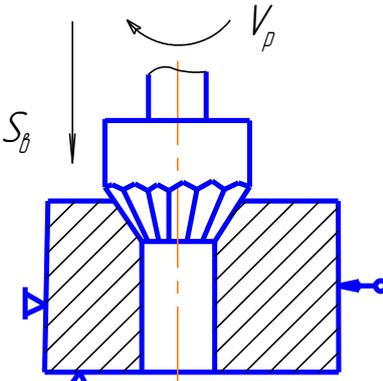
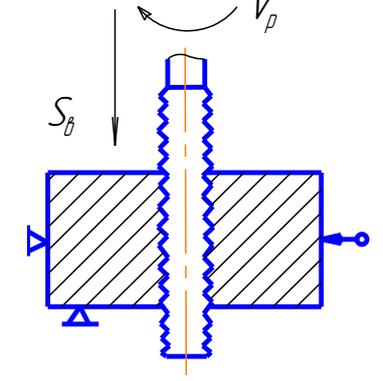
Рис. 2. Схемы закрепления инструмента в шпинделе станка

Если размер конуса хвостовика инструмента меньше размера конического отверстия шпинделя, то применяют переходные конические втулки. Инструменты с коническим хвостовиком крепят в двух-, трёхкулачковых или цанговых патронах. Закрепление режущего инструмента в цанговом патроне показано на рис. 2, б. На резьбовую часть корпуса патрона 1 навинчена втулка 2, в которой находится разрезная цанга 3. Цилиндрический хвостовик инструмента 4 вставляют в отверстие цанги и закрепляют вращением втулки 2.

Таблица 1.1 – Основные разновидности (схемы) сверлильных работ

№ п/п	Виды шлифовальных работ	Схемы выполнения
1	2	3
1	<p>Сверление глухих отверстий:  <math>V_p</math> – скорость резания, м/мин;  <math>S_b</math> – вертикальная подача, мм/об;  <math>D</math> – наружный диаметр сверла, мм;  <math>t</math> – глубина резания, мм  <math>t = D / 2</math></p>	

2	<p>Сверление сквозных отверстий: L – глубина сверления, мм</p>	
3	<p>Расверливание – увеличение диаметра ранее просверленного отверстия сверлом большего диаметра: <math display="block">t = \frac{D - d}{2}</math></p>	
4	<p>Зенкерование – обработка предварительно полученных отверстий для придания им более правильной геометрической формы, повышения точности и снижения шероховатости многолезвийным инструментом – зенкером</p>	
1	<p>Развертывание – окончательная обработка цилиндрического или конического отверстия разверткой, в целях получения высокой точности и малой шероховатости обработанной поверхности</p>	

2	<p>Цекование – обработка торцевой поверхности отверстия торцевым зенкером – цековкой, для достижения перпендикулярности плоской торцевой поверхности к его оси</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a workpiece with a hole. A chamfering tool is positioned at the end of the hole. The tool is rotating, indicated by a curved arrow labeled <math>V_p</math>. The tool is moving downwards, indicated by a straight arrow labeled <math>S_b</math>. The workpiece is supported by a triangular base on the left and a circular feature on the right.</p>
3	<p>Зенкование – получение в имеющихся отверстиях цилиндрических или конических углублений под головки винтов, болтов, заклепок и других деталей. Зенкование производят цилиндрическим зенкером – зенковкой или коническим зенкером</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a workpiece with a hole. A reaming tool is positioned inside the hole. The tool is rotating, indicated by a curved arrow labeled <math>V_p</math>. The tool is moving downwards, indicated by a straight arrow labeled <math>S_b</math>. The workpiece is supported by a triangular base on the left and a circular feature on the right.</p>
4	<p>Нарезание резьбы – получение на внутренней цилиндрической поверхности винтовой канавки с помощью метчика</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a workpiece with a hole. A thread-cutting tool is positioned inside the hole. The tool is rotating, indicated by a curved arrow labeled <math>V_p</math>. The tool is moving downwards, indicated by a straight arrow labeled <math>S_b</math>. The workpiece is supported by a triangular base on the left and a circular feature on the right.</p>

#### 1.4. Выбор режимов резания

К режимам резания относят совокупность трёх величин: глубины резания  $t$ , подачи  $S_b$  и скорости резания  $V_p$ .

Скорость резания - путь перемещения режущей кромки инструмента относительно поверхности заготовки в единицу времени:

$$V_p = \frac{\pi D n}{1000};$$

где  $D$  - диаметр сверла, мм;

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

Для настройки станка на заданную скорость резания необходимо задать частоту вращения шпинделя станка, которая определяется из выражения:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi D}.$$

Если такого числа оборотов в паспорте станка нет, то следует произвести пересчёт фактической скорости резания по ближайшему числу оборотов, имеющемуся в паспорте станка.

Режимы резания при сверлении выбираются и подсчитываются в следующей последовательности.

Таблица 1.2 – Выбор режимов резания.

№ п/п	Последовательность определения режимов резания	№ таблицы и расчётные формулы	Исходные данные
1.	Выбор типа и диаметра сверла	-	1. Чертёж обрабатываемой детали и заготовки
2	Выбор марки инструментального материала сверла	табл. 1.3 табл. 1.6	1. Обрабатываемый материал и его твёрдость
3	Назначение подачи $S_B$	табл. 1.4	1. Обрабатываемый материал 2. Инструментальный материал 3. Диаметр сверла
4	Определение стойкости сверел	табл. 1.5	1. Диаметр сверла 2. Материал обрабатываемой заготовки 3. Материал режущей части сверла
5	Определение скорости резания при сверлении	табл. 1.3, табл.1.5 $V_p = \frac{C_v D^q}{T^m S^y},$ м/мин	1. Коэффициенты и показатели степеней 2. Стойкость сверла Т
6	Расчёт рекомендуемой частоты вращения сверла и корректировка её по паспорту станка (выбирается ближайшее значение)	$n = \frac{1000 \times V}{\pi D},$ об/мин	1. Скорость резания 2. Диаметр сверла 3. Паспорт станка
7	Уточнение скорости резания по принятой частоте вращения шпинделя	$V_p = \frac{\pi D n}{1000};$ м/сек	1. Диаметр сверла 2. Паспорт станка

Таблица 1.3 - Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания при сверлении

Обрабатываемый материал	Материал инструмента	Подача, мм/об	Коэффициент и показатели степени				Охлаждение
			$C_v$	q	y	m	
Сталь конструкционная углеродистая	P6M5	0,2 0,2	1 9,8	0,4	0,7 0,5	0,2	есть
Сталь жаропрочная 12X18H9T, HB 141		-	3,5	0,5	0,45	0,12	
Серый чугун, HB 190		BK8	0,3 0,3	14,7 17,1	0,25	0,55 0,44	0,125
	-		34,2	0,45	0,3	0,2	
Чугун ковкий, HB 150	P6M5	0,3 0,3	21,8 25,3	0,25	0,55 0,4	0,125	есть
	BK8	-	40,4	0,45	0,3	0,2	нет
Медные сплавы, HB 100-140	P6M5	0,3 0,3	28,1 32,6	0,25	0,55 0,4	0,125	есть

Алюминиевые сплавы, НВ 65; дюралюминий, НВ 100		0,3 0,3	36,3 40,7	0,25	0,55 0,4	0,125	
--	--	------------	--------------	------	-------------	-------	--

Примечание: При стандартных свёрлах без заточки или с одинаковой заточкой свёрл из БРС рассчитанную скорость резания следует уменьшить, умножая её на коэффициент  $K = 0,75$ .

Таблица 1.4 - Подачи, мм/об, при сверлении свёрлами из БРС и твёрдых сплавов

Диаметр сверла D, мм	Сталь			
	НВ < 160	НВ 160 - 240	НВ 240 - 300	НВ > 300
2 - 4	0,09 - 0,13	0,08 - 0,10	0,06 - 0,07	0,04 - 0,06
4 - 6	0,13 - 0,19	0,10 - 0,15	0,07 - 0,11	0,06 - 0,09
6 - 8	0,19 - 0,26	0,15 - 0,20	0,11 - 0,14	0,09 - 0,12
8 - 10	0,26 - 0,32	0,20 - 0,25	0,14 - 0,17	0,12 - 0,15
10 - 12	0,32 - 0,36	0,25 - 0,28	0,17 - 0,20	0,15 - 0,17
12 - 16	0,36 - 0,43	0,28 - 0,33	0,20 - 0,23	0,17 - 0,20
16 - 20	0,43 - 0,49	0,33 - 0,38	0,23 - 0,27	0,20 - 0,23
20 - 25	0,49 - 0,58	0,38 - 0,43	0,27 - 0,32	0,23 - 0,26
25 - 30	0,58 - 0,62	0,43 - 0,48	0,32 - 0,35	0,26 - 0,29
30 - 40	0,62 - 0,78	0,48 - 0,58	0,35 - 0,42	0,29 - 0,35
40 - 50	0,78 - 9,89	0,58 - 0,66	0,42 - 0,48	0,35 - 0,40
Диаметр сверла D, мм	Серый и ковкий чугун, медные и алюминиевые сплавы			
	НВ ≤ 170	НВ > 170		
2 - 4	0,12 - 0,18	0,09 - 0,12		
4 - 6	0,18 - 0,24	0,12 - 0,18		
6 - 8	0,24 - 0,36	0,18 - 0,24		
8 - 10	0,36 - 0,45	0,24 - 0,31		
10 - 42	0,45 - 0,55	0,31 - 0,35		
12 - 16	0,55 - 0,66	0,35 - 0,41		
16 - 20	0,66 - 0,76	0,41 - 0,47		
20 - 25	0,76 - 0,89	0,47 - 0,54		
25 - 0	0,89 - 0,96	0,54 - 0,60		
30 - 40	0,96 - 1,19	0,60 - 0,71		
40 - 50	1,19 - 1,36	0,71 - 0,81		

Таблица 1.5 – Средние значения стойкости сверел

Обрабатываемый материал	Материал режущей части	Стойкость T, мин, при диаметре сверла, мм				
		ДО 5	ДО 5	ДО 5	ДО 5	ДО 5
Конструкционные углеродистые и легированные стали	БРС	15	15	15	15	15
	Тв. сплав	8	8	8	8	8
Коррозионностойкая сталь	БРС	6	6	6	6	6
Серый и ковкий чугун и сплавы	БРС	20	20	20	20	20
	Тв. сплав	15	15	15	15	15

Таблица 1.4 - Выбор материала режущей части сверла в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Марки быстрорежущей стали	Марки твёрдых сплавов
Стали конструкционные углеродистые и легированные	Р6М5, Р6М5К5	Т15К6, Т30К4, Т14К8, Т5К10

Стали коррозионностойкие, жаропрочные	P18K5Ф2, P6M5K5	BK8, BK4
Серые, ковкие чугуны	P9, P18, P6M5	BK8, BK3
Цветные сплавы	P9, P18	BK6, BK4, BK3

## 2. Оборудование и инструмент

### 2.1. Вертикально-сверлильный станок 2Н150

Общий вид и краткое описание станка дано в разделе I Станок имеет следующие технические характеристики.

1. Наибольший условный диаметр сверления в стали 50 мм
2. Рабочая поверхность стола 500x560 мм
3. Наибольший ход шпинделя 300 мм
4. Конус Морзе отверстия шпинделя 5
5. Число скоростей шпинделя 12
6. Частота вращения шпинделя 22 – 1000 (22,32,45,63,90, 125, 80,250,355,500,710, 1000)
7. Число подач шпинделя 12
8. Подача шпинделя 0,05 - 2,24 мм/об
9. Мощность электродвигателя главного движения 1,5 кВт.

### 2.2. Приспособления и инструмент

В лабораторной работе применяются следующие приспособления и инструменты:

1. Спиральное сверло.
4. Цанговый патрон.
2. Тисы.
5. Штангенциркуль.
3. Переходные втулки.

### Охрана труда

Перед выполнением лабораторной работы студент изучает «Инструкцию по технике безопасности при выполнении станочных работ на сверлильных станках» и расписывается в журнале по технике безопасности. К практической части работы студент допускается преподавателем и выполняет ее под непосредственным руководством учебного мастера.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить настоящие методические указания.
2. По последнему номеру зачетки выбрать вариант задания
3. Выполнить эскиз общего вида вертикально-сверлильного станка.
4. По заданию преподавателя выполнить эскиз схемы обработки.
5. По выбранному варианту задания определить режимы резания.
6. Занести результаты расчетов в отчет.
7. Сдать отчет преподавателю.

### Указания к составлению отчёта

Отчет должен быть оформлен в соответствии с СТД и содержать следующие разделы:

1. Цель работы.
2. Характеристика метода сверления.
3. Общий вид станка, его технические характеристики.
4. Материал и размеры заготовки.
5. Тип и материал режущей части инструмента.
6. Тип и цена деления измерительного инструмента.
7. Эскиз схемы обработки.
8. Режимы резания.
9. Результаты измерения обработанного отверстия.
10. Выводы по работе.

### Задания к выполнению лабораторной работы

Вар.	Диаметр отверстия, мм	Обрабатываемый материал	Твёрдость НВ обрабатываемого материала	Охлаждение
1	10	Ст3	180	нет
2	10	Сталь 40	190	есть
3	20	Сталь 50	210	есть
4	22	Сталь 12Х18Н9Т	140	есть
5	24	СЧ20	190	нет
6	25	КЧ66-3	170	нет
7	12	АК12	50	нет
8	14	Л96	120	нет
9	18	БрБ2	140	есть

### Основная и дополнительная литература

Основная литература: п. 7, 1-2

Дополнительная литература: п. 7, 3-5

### Лабораторная работа №3

#### Точение

**Целью работы** является изучение элементов технологического процесса формирования поверхностей на токарно-винторезных станках. Настройка органов управления станка на заданный режим и обработка поверхностей заготовки с выполнением операционных размеров с помощью метода пробных проходов и замеров.

Краткие теоретические сведения

#### 1.1 Характеристика методов точения

Технологический процесс формирования поверхностей заготовок точением определяется двумя движениями: главным движением – вращательным движением заготовки (скорость резания) и поступательным движением режущего инструмента – движением подачи. Поступательное движение может осуществляться параллельно, перпендикулярно или под углом к оси вращения заготовки.

Обработку заготовки точением производят на токарно-винторезных и карусельных станках.

#### 1.2.Общий вид и краткое описание токарно-винторезного станка

Токарно-винторезный станок (рис.1) состоит из следующих узлов.

На станине 1, установленной на передней 1 и задней 2 тумбах размещены передняя 6 и задняя 10 бабки. В передней бабке, установленной стационарно находится коробка скоростей и шпиндели. Пульт управления скоростями (числами оборотов) станка 5 размещен на лицевой стороне передней бабки. На лицевой стороне станины под передней бабкой находится пульт управления рядом подач 3.

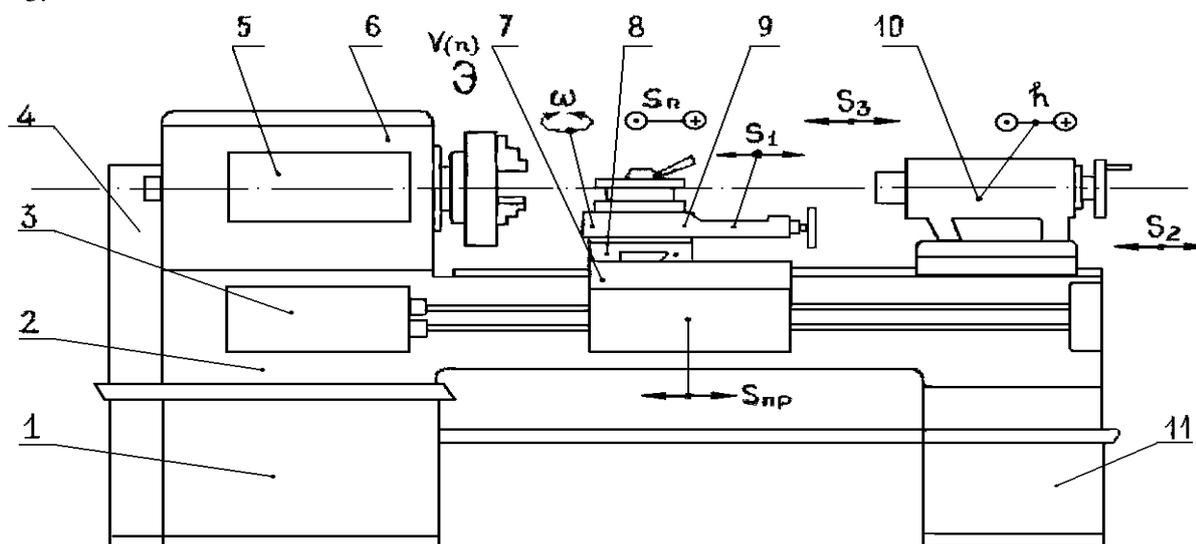


Рисунок 1 – Общий вид токарно-винторезного станка

С левого торца станины станка установлена коробка сменных зубчатых колёс 4, необходимых для наладки станка для нарезания резьбы. Продольный суппорт 7 с помощью ручной или автоматической подачи может перемещаться по направляющим станины параллельно оси шпинделя станка, осуществляя продольную подачу. На направляющих продольного суппорта, расположенных перпендикулярно оси вращения шпинделя, смонтирована поперечная каретка, которая с помощью ручного или автоматического привода производит поперечную подачу верхнего суппорта 9. Последний может быть установлен под любым углом ( $W$ ) к оси вращения шпинделя и с помощью ручного привода перемещается в этом направлении ( $S1$ ). На верхнем суппорте установлен четырёхпозиционный резцедержатель, в котором одновременно могут быть размещены четыре резца. Задняя бабка находится в правой стороне станины и может вручную или автоматически с помощью продольного суппорта перемещаться по направлению станины ( $S2$ ). Корпус задней бабки может смещаться относительно её основания в поперечном направлении. В корпусе задней бабки смонтирована пиноль для установки в центра либо центрового режущего инструмента (сверло, зенкер, развертка, метчик). Пиноль с помощью ручного привода может перемещаться параллельно направляющим станины ( $S3$ ).

1.3. Краткие сведения о токарных приспособлениях, используемых в данной лабораторной работе

#### 1.3.1. Вращающийся центр

Состоит из корпуса с коническим хвостовиком и собственного центра. Корпус центра устанавливается в коническом отверстии пиноли задней бабки непосредственно, либо через переходную коническую втулку.

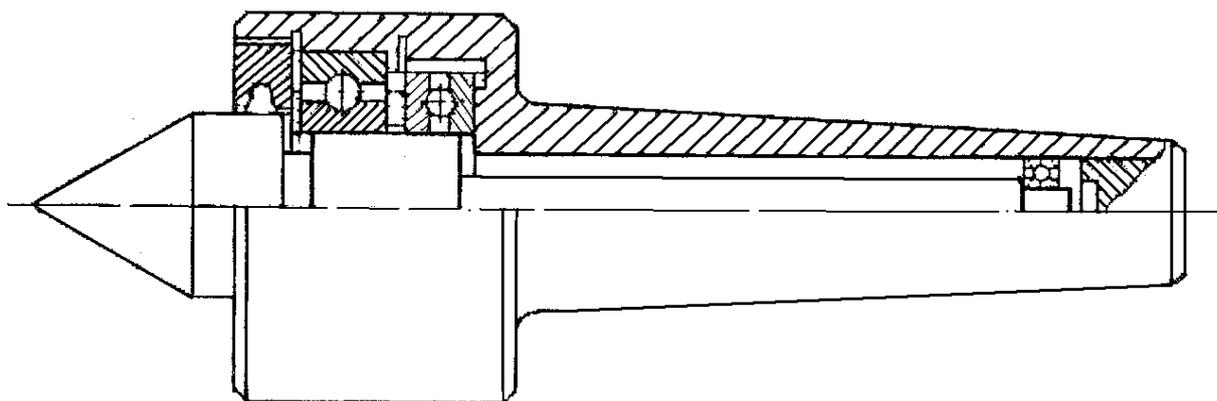
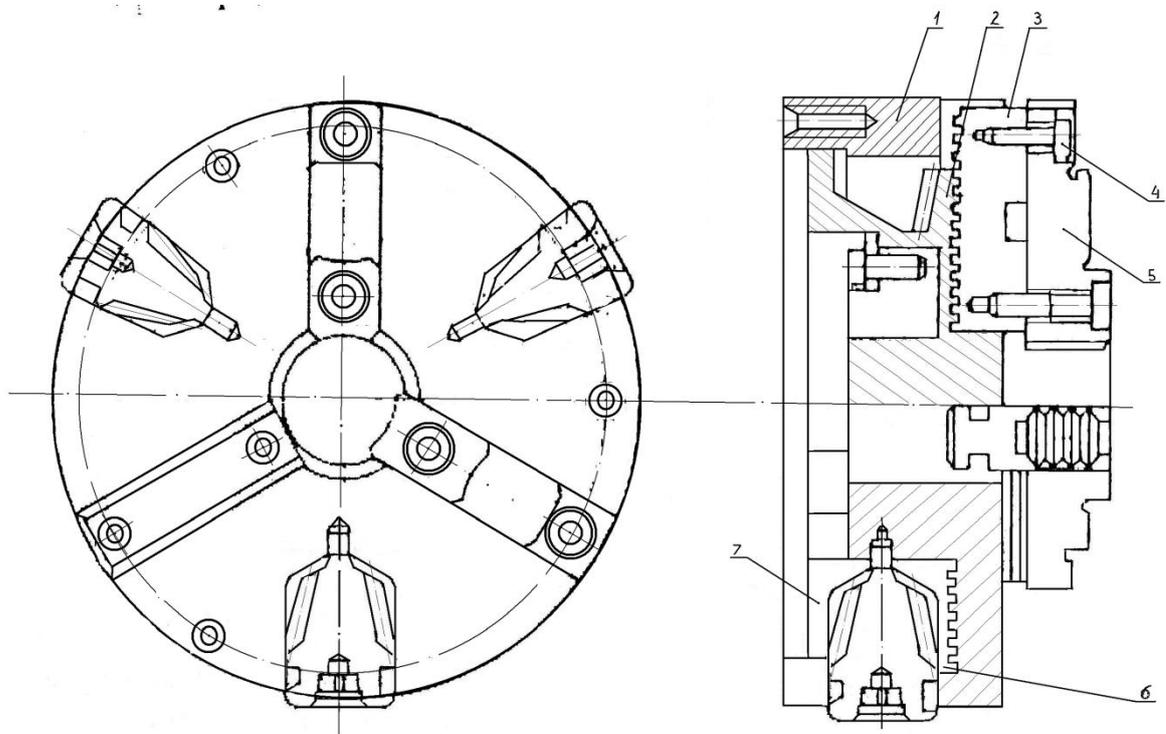


Рисунок 2 – Вращающийся центр для центровых деталей

#### 1.3.2. Трёхкулачковый спиральный самоцентрирующий патрон

Служит для установки и закрепления заготовок. Состоит из корпуса 1 с органами управления, в трёх радиальных пазах которого расположены кулачки 5. Последние могут одновременно перемещаться к центру или от центра патрона. Патрон устанавливается на шпиндель станка с помощью переходной планшайбы. Управление перемещением кулачков осуществляется с помощью торцового ключа.



1- корпус; 2- диск; 3- рейка; 4- винт; 5 – накладной кулачок;  
6- коническое зубчатое колесо; 7- крышка.

Рисунок 3 – Трехкулачковый самоцентрирующий патрон

#### 1.4. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз является одним из самых ответственных этапов проектирования технологического процесса. Схема базирования и закрепления, технологические базы, опорные и зажимные элементы и устройства приспособления должны обеспечивать определенные положения заготовки относительно режущего инструмента, надежность закрепления и неизменность базирования в течение всего процесса обработки при данной установке. Поверхности заготовки, используемые в качестве установочных (технологических) баз, и их относительное расположение должны быть такими, чтобы можно было использовать наиболее простую и надежную конструкцию приспособления, удобства установки, закрепления и открепления; снятия заготовки, возможность приложения в нужных местах сил зажима и подвода режущего инструмента.

При выборе технологических баз необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- за технологические базы необходимо принимать поверхности, обладающие достаточной жесткостью;
- за черновые базы использовать поверхности, которые не обрабатываются или обрабатываются с минимальной точностью;
- черновая база используется только один раз на первой операции;
- необходимо соблюдать принцип единства и постоянства баз;
- необходимо соблюдать принцип последовательности смены баз, т.е. выбор поверхностей как технологических баз производить от менее точных к более точным.

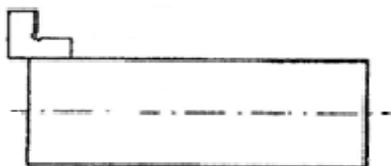
С учетом правил базирования для различных классов деталей можно рекомендовать в качестве технологических баз следующие поверхности:

1. Корпусные детали – наибольшая обрабатываемая плоскость и два точно обработанных отверстия.
2. Валы – центровые отверстия, которые являются вспомогательными технологическими базами.
3. Втулки – один из торцов и внутренний или наружный диаметр.
4. Диски – черновая база (торец и наружный диаметр), чистовая база (торец и внутренний диаметр отверстия).
5. Некруглые стержни – черновая база (наружная необработанная поверхность), чистовая база (обработанная плоскость и отверстие).

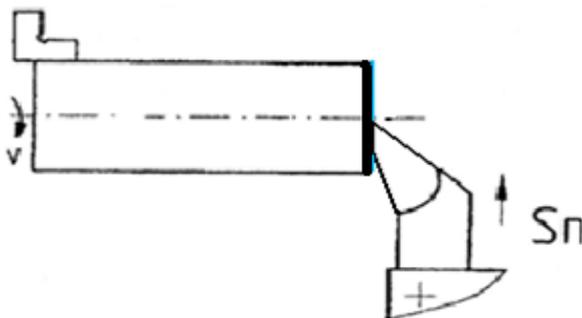
## Пример разработки технологических операций.

### 05 Токарная

1. Установить и закрепить заготовку в патроне токарного станка.



2. Точить торец А, выдерживая длину  $l = 325$  мм.



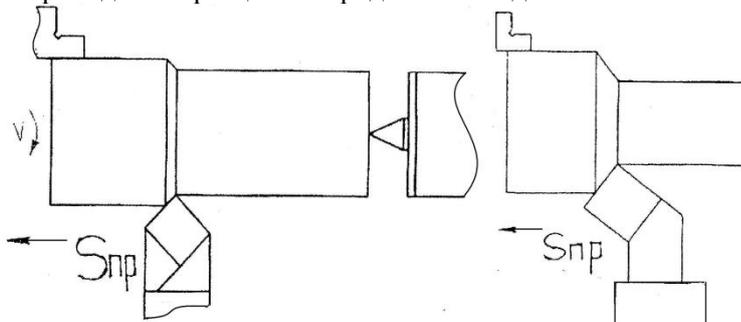
... 10. Снять деталь

### 1.5. Основные виды токарных работ и схемы их выполнения.

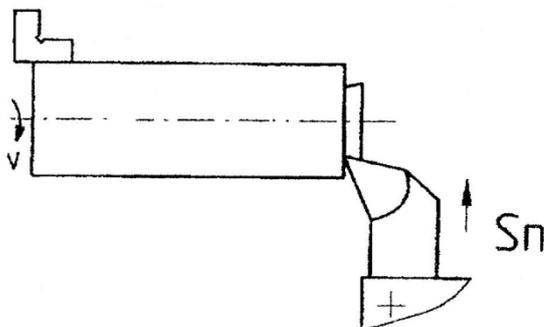
Заготовки устанавливаются в патроне, либо в центах с использованием поводкового патрона или хомута. Здесь же выбирается вариант задания по последней цифре в зачетной книжке.

#### Виды и схемы токарных работ:

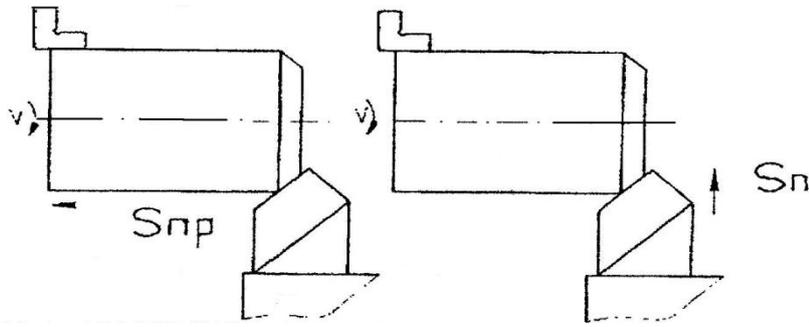
1. Точение наружных цилиндрических поверхностей выполняют прямым или отогнутым правым или левым проходными резцами с продольной подачей.



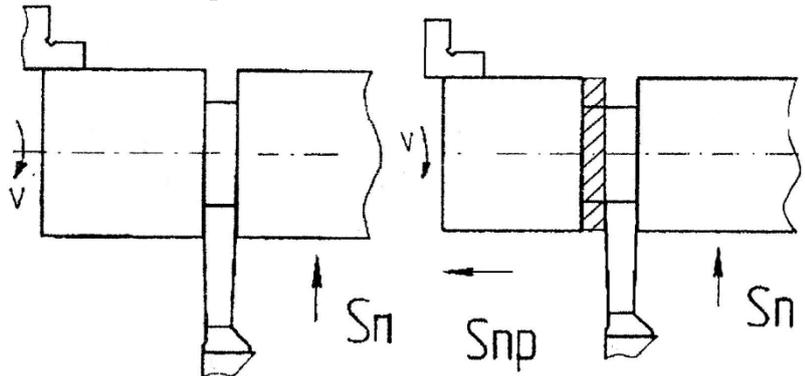
2. Точение торцевых поверхностей (подрезка торца) выполняют подрезными резцами с поперечной подачей



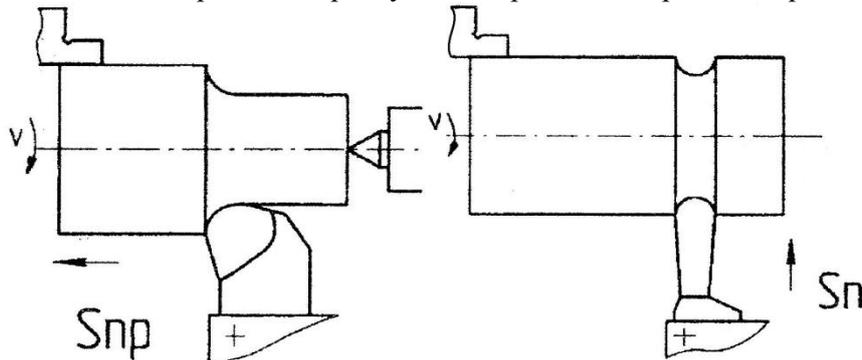
3. Точение фасок производят фасочными резцами с продольной либо поперечной подачей.



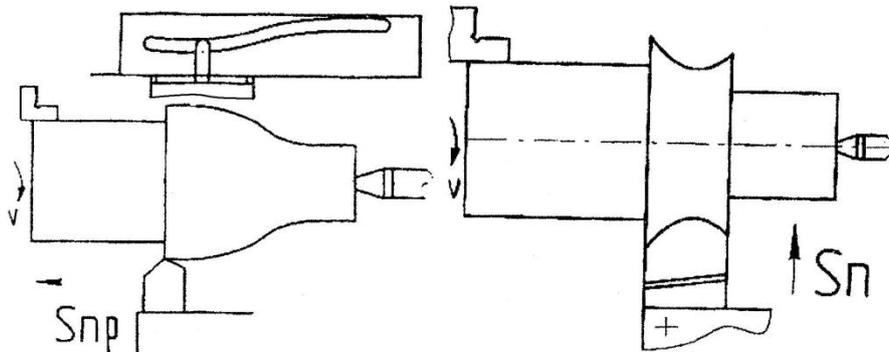
4. Точение канавок выполняют канавочными резцами с поперечной подачей, если ширина канавки равна длине главного режущего лезвия. Широкие канавки протачивают теми же резцами сначала с поперечной, а затем с продольной подачей.



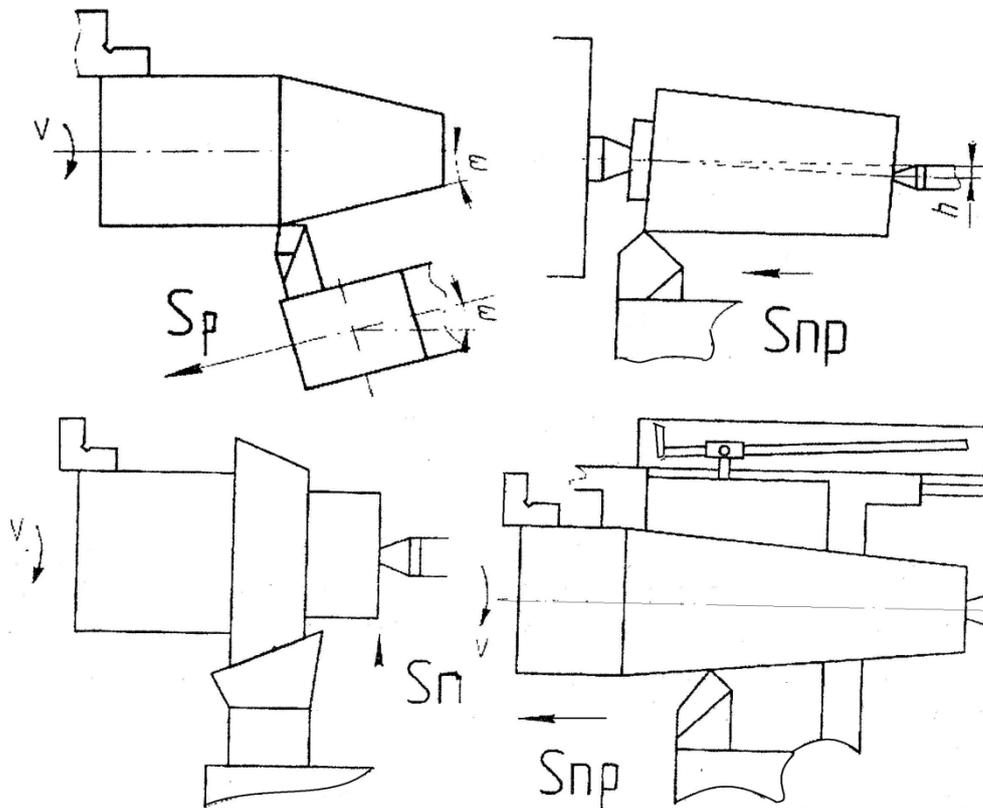
5. Точение галтелей производят радиусными проходными резцами продольной подачей.



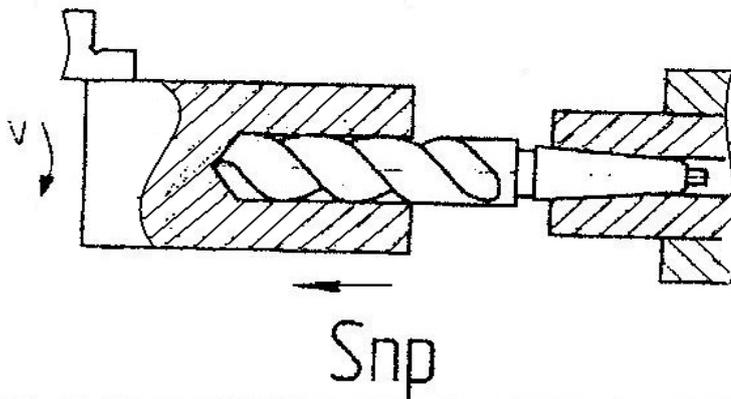
6. Точение наружных фасонных поверхностей выполняют фасонными резцом с поперечной подачей, либо проходным резцом с продольной подачей с использованием копира, установленного на кронштейнах.



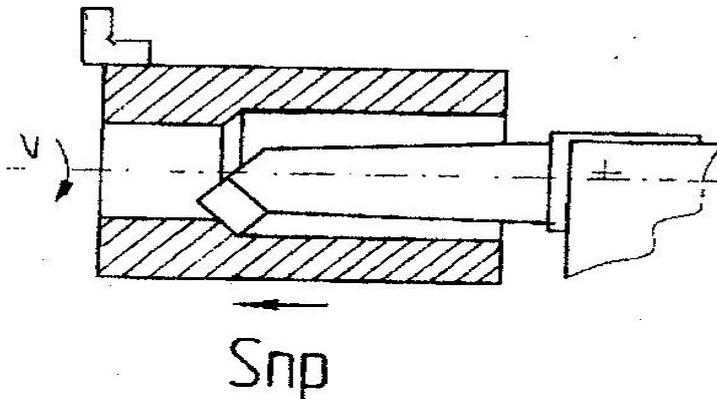
7. Точение наружных конических поверхностей выполняют проходными резцами с помощью ручной подачи верхнего суппорта, либо продольной подачей с использованием смещения оси задней бабки, либо специальными резцами, либо с использованием синусной линейки, установленной на кронштейнах, приклепленных к задней стороне станка.



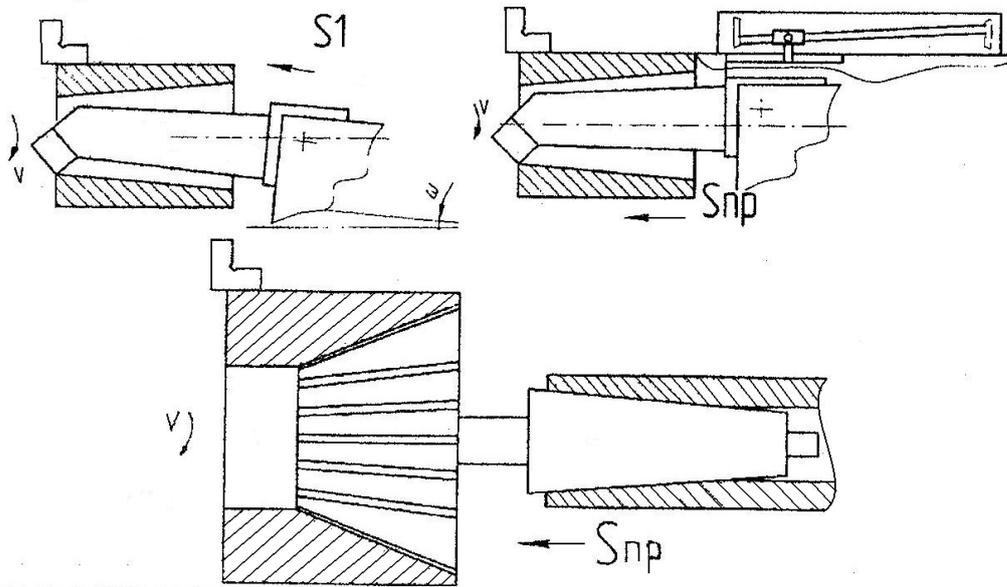
8. Сведение, зенкерование и развертывание выполняют соответствующими инструментами, закреплёнными в задней бабке.



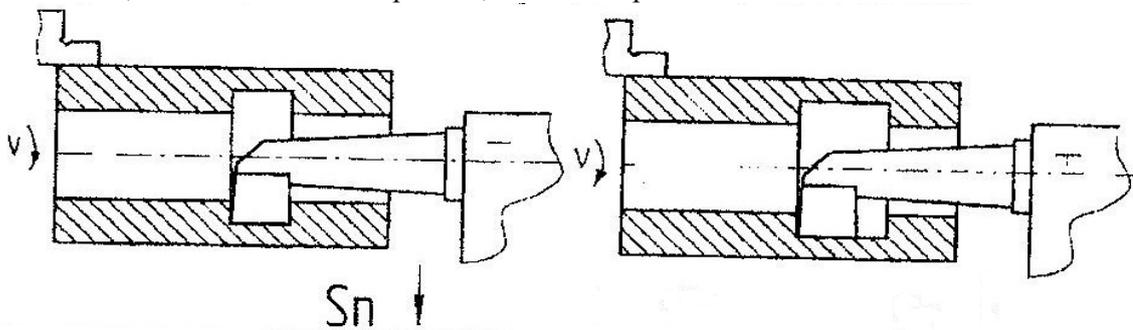
9. Растачивание внутренних цилиндрических поверхностей выполняют проходными расточными резцами с продольной подачей.



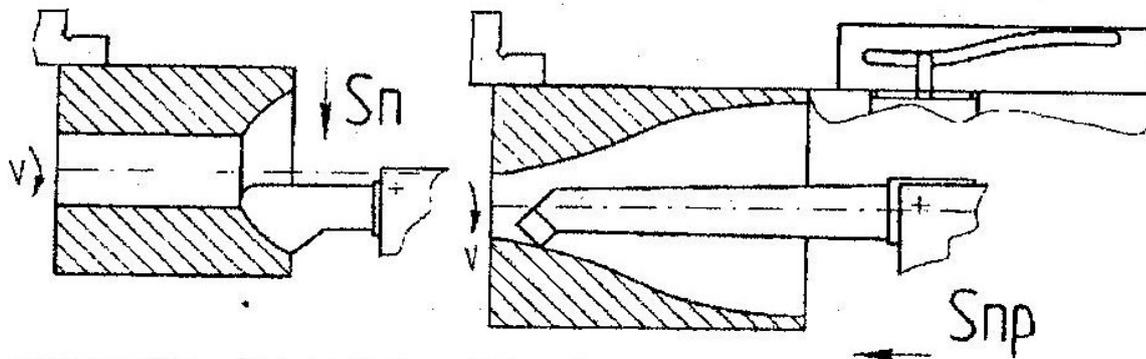
10. Растачивание внутренних конических поверхностей выполняют проходными расточными резцами с помощью ручной подачи верхнего суппорта, либо с использованием синусной линейки и продольной подачи, либо специальным коническим зенкером.



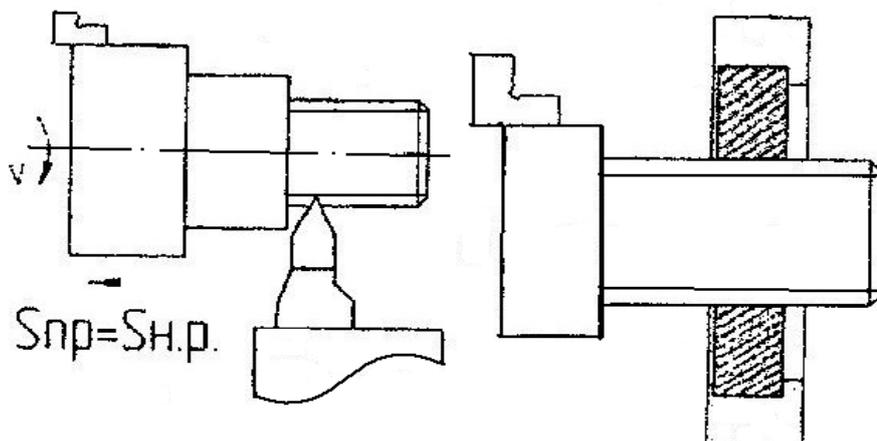
11. Растачивание внутренних канавок выполняют канавочными расточными резцами с поперечной подачей, либо сначала с поперечной, а затем и продольной подачей.



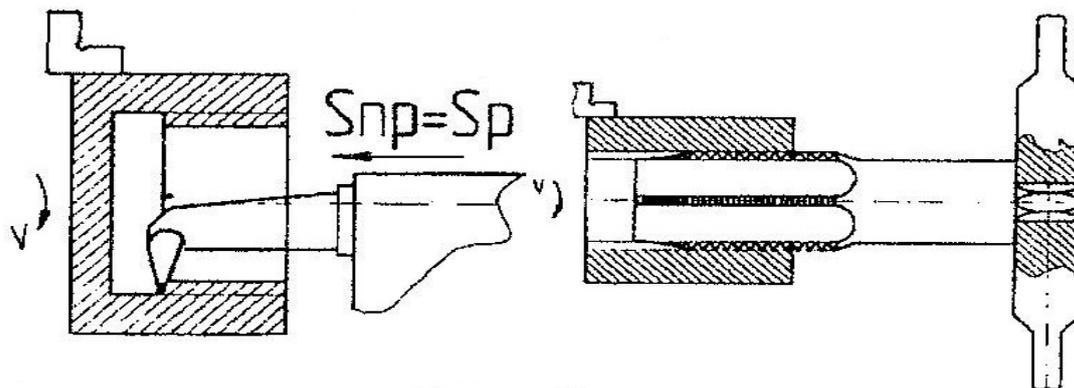
12. Растачивание внутренних фасонных поверхностей выполняют фасонным расточным резцом с поперечной подачей, либо проходным расточным резцом с продольной подачей по копиру.



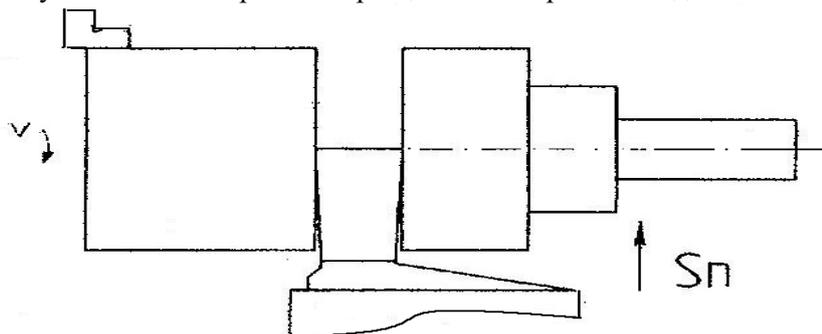
13. Нарезание наружной резьбы выполняют резьбовыми резцами с продольной подачей, либо плашками самозатягиванием.



14. Нарезание внутренней резьбы выполняют резьбовыми резцами с продольной подачей, либо метчиками самозатягиванием.



15. Отрезку выполняют отрезными резцами с поперечной подачей.



При обработке поверхностей заготовок с выполнением операционных размеров применяют метод пробных проходов и промеров, который заключается в следующем. На определенной длине обрабатываемой поверхности, необходимо для её измерения предлагаемым инструментом ( штангенциркулем), произвести обработку на заведомо большем, чем окончательный размер –  $d > \text{доп}$ .

После обработки осуществляется контроль размера, с помощью лимба корректируется положение лезвия режущего инструмента и снова производится отработка поверхности на длине с последующим изменением и корректировкой положения лезвия режущего инструмента. По достижению заданного операционного размера производится обработка поверхности по всей заданной длине.

#### 1.5. Выбор режимов резания

К режимам резания относят совокупность трёх величин:

Глубины резания  $t$ , подачи  $S$ , скорости резания  $V$ .

Скорость резания – путь перемещения режущей кромки инструмента относительно поверхности резания в единицу времени, т.е.:

$$V = \pi D n / 1000$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, мм;

$n$  – частота вращения заготовки, об/мин.

Для настройки станка на заданную скорость резания нужно задать частоту вращения шпинделя станка, которая определяется по формуле:

$$n = 1000V / \pi D$$

Если такого числа оборотов шпинделя у станка нет, то следует произвести пересчет фактической скорости резания по ближайшему числу оборотов, имеющимся на станке.

Глубина резания – расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями:

$$t = D - d / 2$$

где  $d$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Подача – величина перемещения резца за один оборот обрабатываемой детали  $S$ , мм/об.

Токарная обработка должна вестись на таких режимах, при которых наиболее полно используется мощность станка и стойкость инструмента, обеспечивается высокое качество обработки при минимальной её себестоимости и создаются безопасные условия работы.

При назначении режимов резания сначала устанавливают глубину резания, затем выбирают подачу и в зависимости от них определяют скорость резания.

Глубина резания определяется величиной припуска на обработку и оказывает большое влияние на силы резания.

Суммарный припуск распределяется следующим образом: 60% на черновую обработку (за один или несколько проходов в зависимости от возникающих сил резания), 20...30% на получистовую и 10...20% на чистовую обработку.

Величина подачи ограничивается силами, действующими в процессе резания и должна быть максимально возможной для черновой обработки, т.к. она непосредственно влияет на производительность обработки. Подача выбирается по таблицам 1,2.

Таблица 1 – Подачи при черновом обтачивании стали твердосплавными резцами

Диаметр детали, мм	Сталь конструкционная углеродистая, легированная				Чугун			
	Подача S мм/об, при глубине резания t, мм							
	До 3	3...5	5...8	8...12	до 3	3...5	5...8	8...12
до 20	0,3-0,4							
20...40	0,4-0,5	0,3-0,4	ЕЕ		0,4-0,6			
40...60	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7		0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	
60...100	0,6-0,12	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9
100...400	0,8-0,13	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9

Таблица 2 – Подачи при чистовом обтачивании стали твердосплавным резцами

Шероховатость поверхности	Подачи в мм/об при радиусе при вершине резца, мм	
	0,5	1,0
Rz 40	0,4...0,55	0,55...0,65
Rz 20	0,2...0,3	0,3...0,45
Ra 2,5	0,11...0,18	0,14...0,24

Примечание: В зависимости от прочности стали величину подачи находят умножением на поправочный коэффициент; при  $\sigma_{\text{в}}$  до  $0,49 \times 10^5$  Па (50 кгс/мм<sup>2</sup>) – коэффициент 0,7; при  $\sigma_{\text{в}}$  от  $0,49 \times 10^5$  Па до  $0,68 \times 10^5$  Па (50...70 кгс/мм<sup>2</sup>) – 0,75; при  $\sigma_{\text{в}}$  от  $0,68 \times 10^5$  Па до  $0,88 \times 10^5$  Па (70...90 кгс/мм<sup>2</sup>) – 1,0.

Скорость резания зависит от материала режущей части резца, обрабатываемого материала, глубины резания, подачи и других факторов.

При выборе скорости резания пользуются либо эмпирическими формулами, либо, как в данной работе, нормативными данными, приведенными в таблице 3,4,5.

Таблица 3 – Скорость резания при черновом обтачивании стали твердосплавными резцами

Глубина резания, мм	Скорость резания в м/мин при подаче, мм/об.			
	0,3	0,5	0,6	0,8
3	198	166	157	140
4	190	160	150	134
6	178	150	141	126

Таблица 4 – Скорость резания при чистовом обтачивании стали твердосплавными резцами

Глубина резания, мм	Скорость резания в м/мин при подаче, мм/об					
	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1	270	235	222	-	-	-
1,5	253	220	208	199	-	-
2	244	211	199	191	176	166

Примечание: Значение скоростей резания даны для следующих условий обработки: стойкости резца T=60 мин, резец без дополнительной режущей кромки  $\phi_1 > 0$ , обрабатываемый материал – сталь с пределом прочности  $0,68 \times 10^5 \dots 0,78 \times 10^5$  Па (70...80 кгс/мм<sup>2</sup>), материал резца – твердый сплав

T15K6; главный угол в плане  $\varphi=45^\circ$ . Для изменённых условий работы смотреть поправочные коэффициенты в таблице 5.

Таблица 5 – Поправочные коэффициенты скорости резания стали твердосплавными резцами с углом  $\varphi > 0$

Стойкость резца	Т, мин.	30	45	60	90	120
	K1	1,15	1,06	1,00	0,92	0,87
Прочность стали	$\sigma_b$	40...50	50...60	60...70	70...80	-
	K2	1,65	1,35	1,15	1,00	-
Состояние обраб. пов-ти	-	Без корки		С коркой		Загрязненная
	K3	1,00	-	-	0,8...0,85	0,50...0,60
Материал резца	-	T30K4	E15K6T	T15K6	T14K8	T5K10
	K4	1,40	1,15	1,00	0,80	0,65
Главный угол в плане резца	$\varphi$	30	45	60	75	90
	K5	1,13	1,00	0,92	0,86	0,81

Формулы для расчёта режимов точения:

Скорость резания, м/мин.:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}$$

Сила резания, Н:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{mp}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

где Т – скорость инструмента, мин. (принимается для резцов – 30...60 мин.)

t – глубина резания, мм

S – подача, мм/об.

n – частота вращения детали, об/мин.:

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

d – диаметр обрабатываемой детали, мм

V – скорость заготовки, м/мин.

$K_v$  – поправочный коэффициент (принимается при точении 1,53)

$K_{mp}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала. (принимается для стали – 0,3; для чугуна – 0,55)

Значения коэффициентов  $C_v$ ,  $C_p$  и показателей степени x, y, m приведены в таблицах ниже.

Таблица 6 - Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формулах скорости резания при обработке точением

Вид обработки	Материал режущей части резца	Подача S, мм/об.	Коэффициент и показатели степени			
			$C_v$	X	Y	m
Обработка конструкционной углеродистой стали						
Наружное продольное точение проходными резцами	T15K6	до 3	420	0,15	0,20	0,20
		0,3...0,7	350	0,15	0,35	0,20
		более 0,7	340	0,15	0,45	0,20
Отрезание	T5 10		47	-	0,80	0,20
	P18		23,7	-	0,66	0,25

Таблица 7 – Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формулах силы резания при точении

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени			
			$C_p$	$q$	$X$	$Y$
Конструкционная сталь	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение	300	1,0	0,75	-0,15
	Быстрорежущая сталь		200	1,0	0,75	0

## 2. Оборудование и инструменты

### 2.1. Токарно – винторезный станок 1К62

Общий вид и краткое описание станка дано в разделе 1. Станок имеет следующие технические характеристики:

1. Высота центров – 215 мм.
2. Наибольший диаметр под станиной – 400 мм.
3. Расстояние между центрами 1400 мм.
4. Количество частот вращения – 23 (12,5...2000 об/мин. – диапазон частоты вращения).
5. Количество продольных и поперечных подач - 56.
6. Диапазон продольной подачи – 0,07...4,16 мм/об.
7. Диапазон поперечных подач – 0,035...2,08 мм/об.
8. Шаг нарезаемой резьбы – 1...12 мм.
9. Мощность станка – 10кВт.

### 3. Содержание работы и порядок её выполнения

1. Изучить настоящие методические указания.
2. Выполнить эскиз общего вида токарно - винторезного станка.
3. По заданию преподавателя выполнить эскиз схемы обработки.
4. Определить режимы резания для соответствующих схем обработки.
5. Сдать отчет преподавателю.

### 4. Указания к составлению отчёта.

1. Отчёт должен быть оформлен в соответствии с СТП.
2. Цель работы.
3. Характеристика метода точения.
4. Общий вид токарно-винторезного станка.
5. Данные станка, на котором производится обработка.
6. Эскизы схем обработки.
7. Режимы обработки для соответствующих схем обработки.

### Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику метода точения.
2. Как выдерживается геометрический параметр метода пробных проходов и промеров?
3. Назовите основные узлы токарно-винторезного станка.
4. Поясните кинематику перемещения подвижных элементов станка.
5. Дайте краткую характеристику трёхкулачкового спирального самоцентрирующего патрона.
6. Назовите основные виды токарных работ и дайте схемы их выполнения.
7. Назовите элементы режимов резания.
8. как определить глубину резания, подачу, скорость резания?
9. Какой инструмент применяется при выполнении токарных работ?
10. Как производить настройку станка на заданный режим?

### Основная и дополнительная литература

Основная литература: п. 7, 1-2

Дополнительная литература: п. 7, 3-5

## Лабораторная работа №4 Фрезерование

**Целью работы** является изучение устройства фрезерного станка и станочных приспособлений, освоение методики и получение практических навыков по настройке станка при обработке различных поверхностей заготовок.

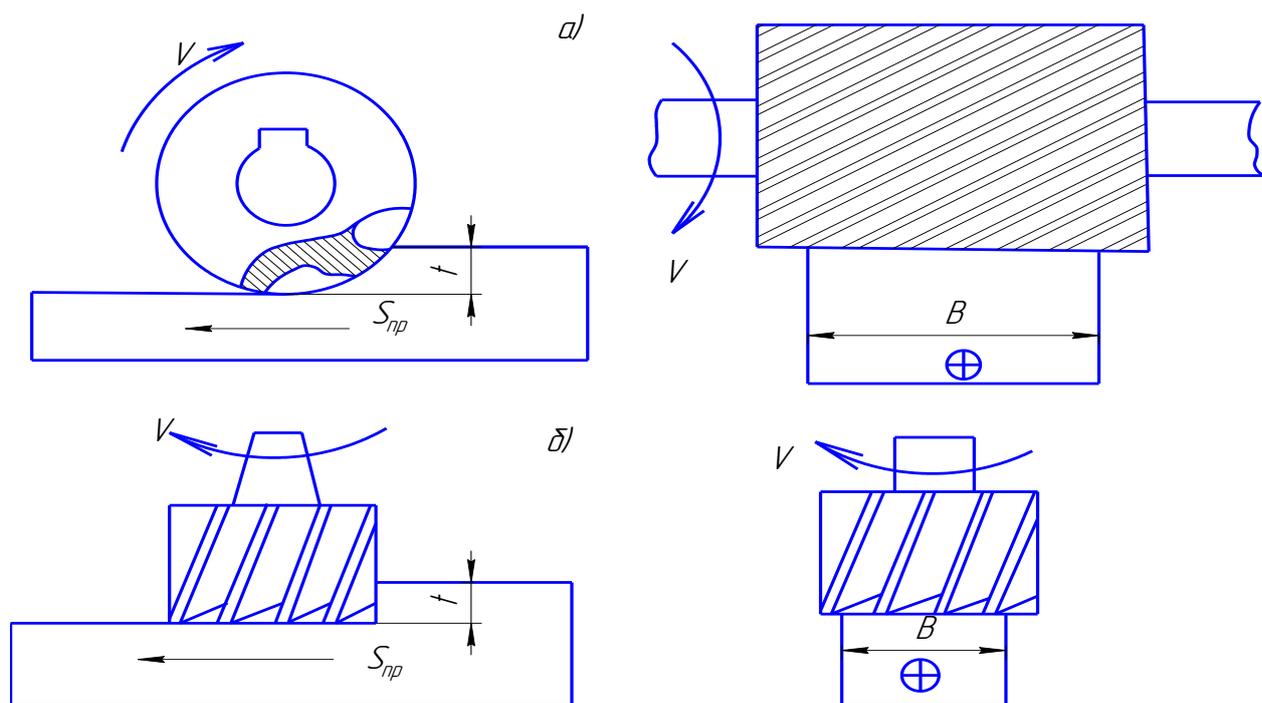
### 1 Краткие теоретические сведения

#### 1.1 Характеристика методов фрезерования

Фрезерование - процесс механической обработки, при котором, многозубый инструмент - фреза, имеет вращательное движение (со скоростью резания), а обрабатываемая заготовка - поступательное (со скоростью подачи). Характерным для фрезерования является прерывистое резание, что связано с конструктивными особенностями фрезы. Зуб фрезы находится в контакте с заготовкой и выполняет работу резания только по некоторой части оборота, а затем продолжает движение, не касаясь заготовки до следующего врезания. На рис. 1. показаны схемы фрезерования плоскости цилиндрической (а) и торцевой (б) фрезами. При цилиндрическом фрезеровании плоскостей работу выполняют зубья, расположенные на цилиндрической поверхности фрезы. При торцевом фрезеровании в работе участвуют зубья, расположенные на цилиндрической и торцевой поверхностях фрезы.

В зависимости от направления вращения фрезы и направления подачи заготовки фрезерование осуществляют двумя способами:

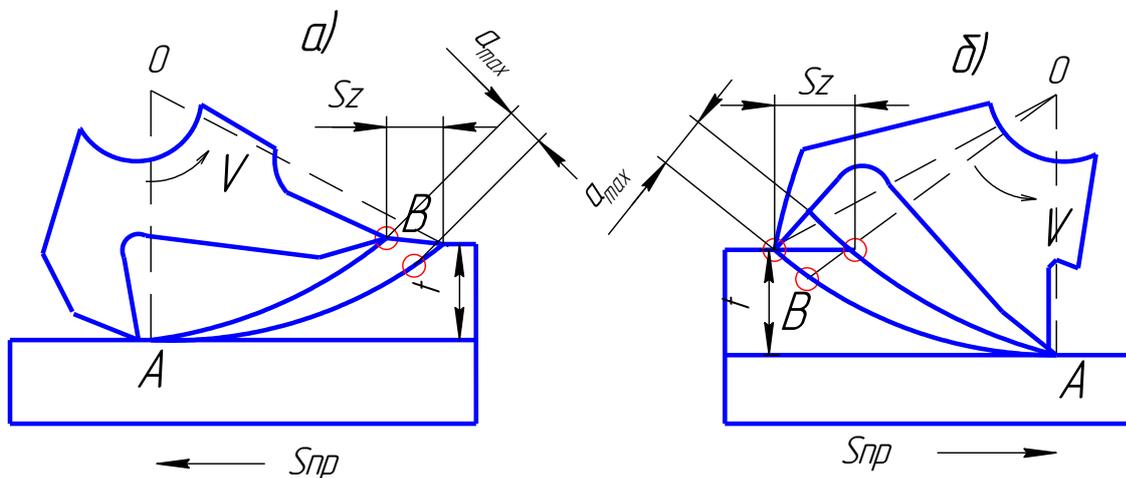
- 1) против подачи (встречное фрезерование), когда направление подачи противоположно направлению вращения фрезы;
- 2) по подаче (попутное фрезерование), когда направление подачи и вращения фрезы совпадает.



а – фрезерование цилиндрической фрезой; б – фрезерование торцевой фрезой.

Рисунок 4.1 – Схемы фрезерования плоскостей

а



а – встречное фрезерование; б – попутное фрезерование  
 Рисунок 4.2 – Схемы встречного и попутного фрезерования

При фрезеровании против подачи нагрузка на зуб фрезы возрастает от нуля до максимума, работа зубьев происходит «из-под корки», т.е. фреза подходит к твердому поверхностному слою снизу и отрывает стружку при подходе к точке *B*. Однако силы, действующие на заготовку при встречном фрезеровании стремятся оторвать ее от стола, что приводит к вибрации и увеличению шероховатости обработанной поверхности. Начальное скольжение зуба по наклонной поверхности, образованной предыдущим зубом, приводит к повышенному износу фрез.

При фрезеровании по подаче зуб фрезы сразу начинает срезать слои максимальной толщины и подвергается максимальной нагрузке, т.е. возникают значительные ударные нагрузки. Однако исключается проскальзывание зуба, уменьшается износ фрезы, а т.к. сила, действующая на заготовку, прижимает ее к столу станка, то уменьшается шероховатость обработанной поверхности и вибрации.

Встречное фрезерование рекомендуется применять при черновом фрезеровании заготовок с твердой коркой (поковки, отливки), а попутное фрезерование - при черновом фрезеровании заготовок, не имеющих твердой коркой, а также при получистовом и чистовом фрезеровании.

### 1.2 Консольный горизонтально-фрезерный станок 6P82Г

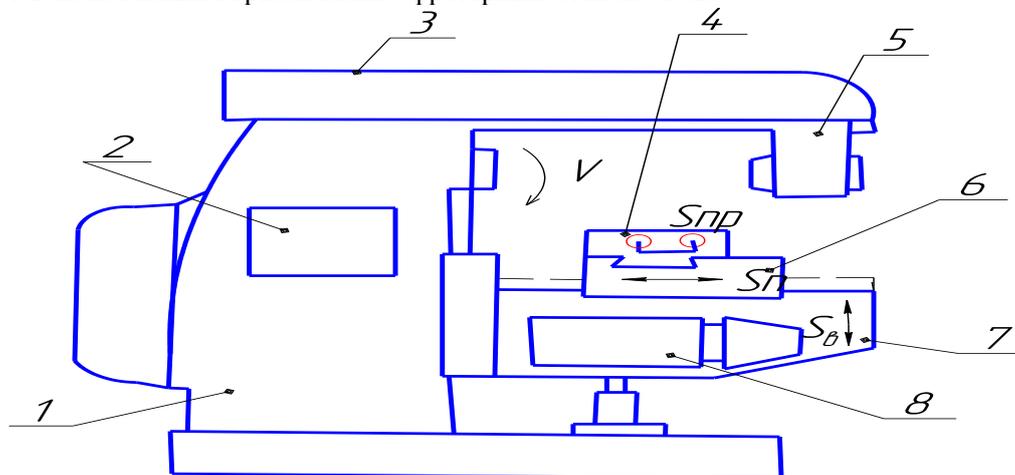


Рисунок 4.3 – Общий вид консольного горизонтально-фрезерного станка 6P82Г

Станок 6P82Г - это станок фрезерной группы консольной серии Р горизонтальный с шириной стола 320 мм (№2).

Станки этой серии обладают высокой жесткостью и виброустойчивостью, надежным креплением пиноли, централизованной системой смазки, точной установкой стола в заданном положении и рядом других преимуществ.

Консольный горизонтально-фрезерный станок состоит из станины 1, в которой размещена коробка скоростей 2. По вертикальным направляющим станины перемещается консоль 7. На столе 4 с помощью тисков или приспособлений устанавливается заготовка, которая может получить подачу в трех направлениях: продольном  $S_{пр}$  (перемещение стола по направляющим салазок 6), поперечном  $S_n$  (перемещение салазок по направляющим консоли) и вертикальном  $S_B$  (перемещение консоли по направляющим станины). Главным движением является вращение шпинделя  $V$ . Коробка подач 8 раз-

мещена в консоли. Хобот 3 служит для закрепления подвески 5, поддерживающей конец фрезерной оправки.

### 1.3 Приспособления и инструмент к фрезерным станкам

Приспособления к фрезерным станкам, в зависимости от их назначения, делятся на три группы:

- 1) зажимные, необходимые для точного базирования и закрепления заготовок на столе станка (прихваты, опоры, прижимы, призмы, тиски станочные, патроны, центры, универсально-сборные и сборно-разборные приспособления и др.);
- 2) делительные (поворотные), предназначенные для точного поворота и индексации положения заготовки относительно фрезы в процессе обработки (делительные головки, поворотные столы);
- 3) приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков и позволяющие вести на станках расточку, сверление, долбление, нарезание реек и т.д. (долбежная головка, быстроходная шпиндельная головка и т.д.).

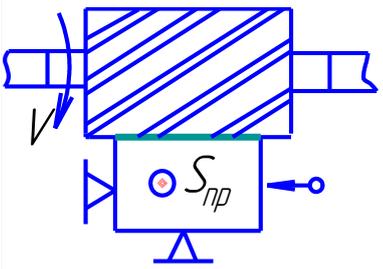
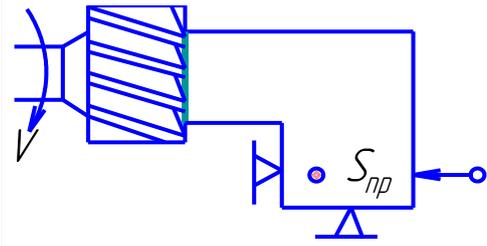
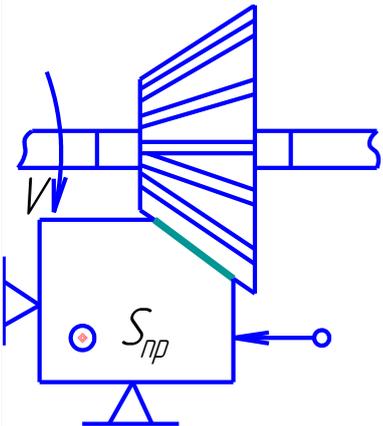
Для крепления фрезы на шпинделе и точного ее центрирования к фрезерным станкам прилагается комплект вспомогательного инструмента, в который входят оправки, цанговые патроны, переходные втулки и др.

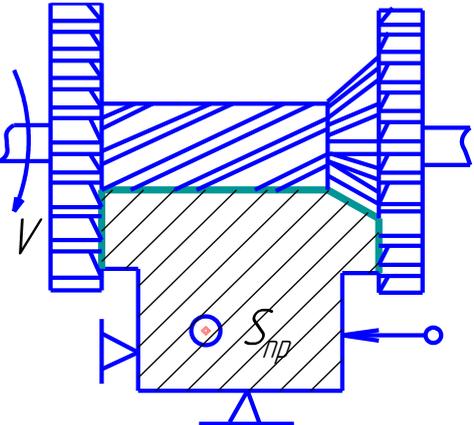
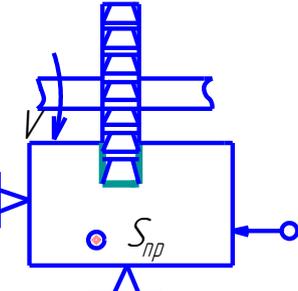
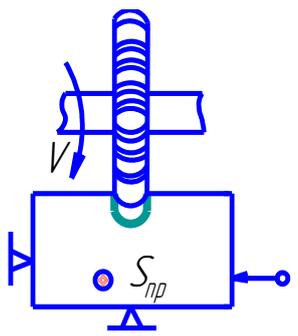
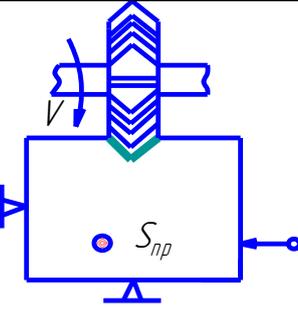
Цилиндрические, дисковые, прорезные и фасонные фрезы крепятся с помощью центровых оправок и установочных колец, торцевые и концевые фрезы крепятся на концевой оправе, непосредственно в шпинделе станка, через переходные втулки, в цанговых патронах.

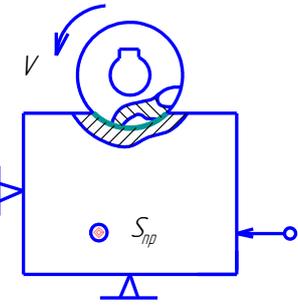
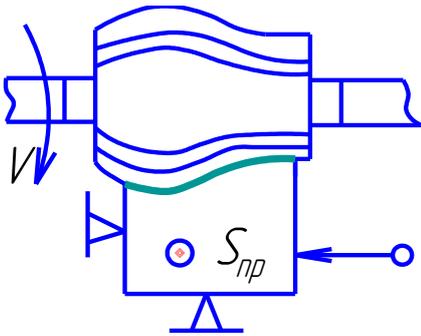
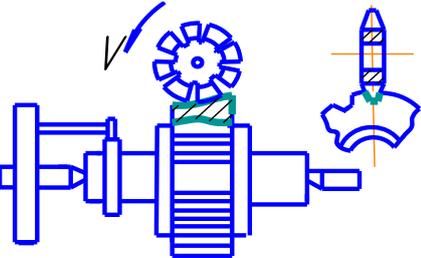
### 1.4 Основные работы, выполняемые на горизонтально-фрезерном станке

На горизонтально-фрезерном станке выполняются следующие виды работ:

Таблица 1

Виды фрезерных работ	Инструмент и способ выполнения	Схема выполнения
1. Фрезерование горизонтальных плоскостей	Цилиндрическими фрезами на оправке	
2. Фрезерование вертикальных плоскостей	Торцевыми фрезами и торцевыми фрезерными головками на концевой оправке, дисковыми двухсторонними или трехсторонними фрезами на центровой оправке	
3. Фрезерование скосов	Одноугловой фрезой на центровой оправке	

<p>4. Фрезерование комбинированных поверхностей</p>	<p>Набором фрез на цилиндрической оправке с дополнительными опорами</p>	
<p>5. Фрезерование прямоугольных пазов</p>	<p>Дисковыми трехсторонними фрезами</p>	
<p>6. Фрезерование фасонных пазов</p>	<p>Фасонной дисковой фрезой на оправке</p>	
<p>7. Фрезерование угловых пазов</p>	<p>Одноугловой и двуугловой фрезами на оправке</p>	

8. Фрезерование сегментных пазов	Сегментной фазой	
9. Фрезерование фасонных поверхностей незамкнутого контура с криволинейной образующей и прямолинейной направляющей	Фасонной фрезой	
10. Фрезерование зубьев по методу копирования	Модульной фрезой	

### 1.5. Выбор инструментов и режимов резания

Режущий инструмент и режимы резания выбираются в следующей последовательности:

Этап	Последовательность определения режимов резания	№ таблиц и расчетные формулы	Исходные данные
1	Выбор типа и параметров фрезы (D, мм; B, мм; Z)	Табл. 2	1. Чертежи обрабатываемой детали и заготовки 2. Конфигурация обрабатываемой поверхности 3. Ширина B и глубина t фрезерования 4. Характер обработки
2	Выбор марки материала фрезы	Табл. 3	I. Обрабатываемый материал и его твердость HB
3	Назначение геометрических параметров фрезы. Выбор типоразмера фрезы по ГОСТ	Табл. 2	1. Марка инструментального материала 2. Диаметр фрезы 3. Обрабатываемый материал 4. Конструктивные параметры фрезы

4	Назначение подачи на зуб $S_z$ , мм/зуб	Табл. 4	1. Обрабатываемый материал 2. Тип фрезы и инструментальный материал 3. Вид фрезеруемой поверхности 4. Шероховатость обрабатываемой поверхности 5. Глубина резания 6. Характер обработки Вылет фрезы
5	Определение стойкости фрез	Табл. 6	1. Диаметр фрезы $D$ , мм. 2. Материал фрезы
6	Определение скорости резания, $V$ , м/мин	Табл. 7, 8	1. Обрабатываемый материал и его твердость 2. Глубина резания $t$ , мм 3. Подача на зуб $S_z$ , мм/зуб. 4. Стойкость $T$ , мин 5. Характер обработки
7	Расчет рекомендуемой частоты вращения фрезы (шпинделя станка) и корректировка по паспорту станка (выбирается ближайшая большая частота вращения, но	$n_{табл.} = 1000 \times V / (\pi D)$	1. Скорость резания $V$ , м/мин 2. Диаметр фрезы $D$ , мм 3. Паспорт станка
	не превышающая на 10%, в противном случае меньшая)		
8	Уточнение скорости резания по принятой частоте вращения шпинделя	$V_{cm} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000}$	1. Паспорт станка 2. Диаметр фрезы $D$ , мм
9	Расчет минутной подачи по принятой частоте вращения шпинделя. Уточнение минутной подачи $S_{мин}$ по паспорту станка	$S_{мин} = S_z \cdot Z \cdot n_{cm}$	1. Частота вращения шпинделя по паспорту станка $n_{ст}$ , об/мин. 2. Подача на зуб $S_z$ , мм/зуб 3. Число зубьев фрезы, $Z$ 4. Паспорт станка
10	Расчет длины рабочего хода стола, $L_{р.х.}$ , мм	$L_{р.х.} = L_{рез} + l_1 + l_2$ $l_1 = \sqrt{t(d-t)}$ $= (0.5..3) мм$ $l_2 = 2..5 мм$	1. Длина резания $L_{рез}$ , мм 2. Длина подвода, врезания и перебега ( $l_1$ мм и $l_2$ , мм)
11	Расчет основного времени одного рабочего хода станка, мин	$T = \frac{L_{р.х.}}{S_z \cdot Z \cdot n_{cm}}$	1. Длина рабочего хода стола $L_{р.х.}$ , мм 2. Подача на зуб $S_z$ , мм/зуб 3. Число зубьев фрезы, $Z$ 4. Частота вращения шпинделя станка $n_{ст}$ , об/мин

Далее следуют таблицы, необходимые для выбора инструмента и режимов резания.

Таблица 2

## Рекомендуемые геометрические параметры фрез (концевые фрезы)

Углеродистые и легированные стали	Обработанный материал	Твердость	Передний угол, гр.	Диаметр фрезы	Задний угол, гр.	Угол по торцу		
						гр.	гр.	гр.
Углеродистые и легированные стали	Быстрорежущая сталь	До 179 179...285 Св. 285	20 15 10	До 10 10...20 св.20	25 20 16	0	6	3

Примечание: для черновой обработки рекомендуется применять фрезы с крупным зубом (цилиндрические 6...8, концевые 2...3 зуба), для чистовой обработки - с нормальным зубом (цилиндрические 10...14, концевые 4...5 зубов).

Таблица 3

## Выбор марок быстрорежущих сталей в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Марки быстрорежущей стали	Марки твердых сплавов
Стали углеродистые конструкционные и легированные	P6M5, 10P6M5, P6M5K5	T15K6, T3OK, T14K8, TT30K9

Таблица 4

Пределные значения ( $t \times V$ ),  $\text{мм}^2$  при обработке конструкционных сталей

Диаметр фрезы D, мм	Инструментальный материал	
	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав
8	65	-
12	100	65
16	140	100
20	200	140
25	300	200

Таблица 5

Подача на зуб  $S_z$ , мм/зуб при фрезеровании концевыми быстрорежущими и твердосплавными фрезами конструкционных сталей

$t \times V$ , $\text{мм}^2$	Диаметр фрезы, мм				
	Быстрорежущие фрезы				
	8	12	16	20	25
5	0,08	0,12	0,17	0,24	-
10	0,07	0,10	0,15	0,20	0,25
15	0,06	0,09	0,13	0,18	0,2
20	0,05	0,09	0,12	0,17	0,20
30	0,04	0,08	0,11	0,16	0,18
40	0,04	0,07	0,10	0,13	0,17
50	0,03	0,06	0,09	0,11	0,14
65	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12
80	-	0,05	0,07	0,09	0,11
100	-	0,04	0,06	0,08	0,10
140	-	-	0,05	0,07	0,09
200	-	-	-	0,06	0,08
	Твердосплавные фрезы				

	10	12	16	20	25
5	0,08	0,10	0,14	0,19	.
10	0,07	0,08	0,12	0,16	0,20
15	0,06	0,07	0,11	0,14	0,18
20	0,05	0,07	0,10	0,13	0,16
30	0,04	0,06	0,09	0,12	0,14
40	0,04	0,06	0,08	0,11	0,13
50	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11
65	-	0,04	0,06	0,08	0,10
80	-	-	0,05	0,07	0,09
100	-	-	0,04	0,06	0,08
140	-	-	-	0,05	0,07
200 .	-	-	-	-	0,06

Примечание: при отношении вылета фрезы к диаметру от 2 до 3 поправочный коэффициент - 0,9; от 3 до 5 - 0,8; для фрез с мелким зубом поправочный коэффициент 0,7.

Таблица 6 Среднее значение периода стойкости концевых фрез при обработке сталей

Диаметр фрезы, мм	Инструментальный материал	
	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь
До 12	-	45
от 14 до 20	90	60
от 25 до 40	120	90

Таблица 7

Скорость резания V, м/мин при фрезеровании концевыми быстрорежущими фрезами при обработке сталей

Диаметр фрезы,	Глубина резания t, мм	Подача S <sub>z</sub> , мм/зуб						
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	0,25
8	До 2	51	46	43	41	39	-	-
	2...4	44	40	37	35	34	-	-
	4...8	38	34	32	30	29	-	-
12	До 3	54	48	45	42	40	-	-
	3...6	46	41	39	36	35	-	-
	6...12	38	35	33	31	30	-	-
16	До 4	54	49	46	44	42	38	-
	4...8	48	43	40	37	36	33	-
	8...16	40	36	34	32	31	28	-
20	До 5	58	51	47	45	43	29	-
	5...10	48	44	41	38	37	34	-
	10...20	42	37	35	33	32	29	-
25	До 6	59	53	48	46	44	40	35
	6...12	52	45	42	39	38	35	31
	12...25	43	39	36	34	33	29	25

Таблица 8

Поправочные коэффициенты на скорость резания при обработке стали

Сталь	Углеродистая	Хромосодержащие стали	Легированные INSTR., углерод.
KV	1,0	0,82	0,72

Твердые стали, НВ	156	156...179	179...207	207...229	229... 269
KV <sub>H</sub>	1,5	1,3	1,1	1,0	0,8
Стойкость T, мин	30...'40	40...60	60... 100	100...150	
KVT	1,15	1,0	0,8	0,7	
Состояние обрабатываемой поверхности	Без корки		С коркой		
KV <sub>1</sub>	1,0		0,85		
Отношение вылета фрезы к диаметру	3...4		Св.4		
KV <sub>2</sub>	1.0		0,8		
Форма обрабатываемой поверхности	Плоскость и контур (обработка цилиндрической частью фрезы)		Плоскость, контур и ус-туп(обработка цилиндрической и торцевой частями фрез)		Паз
KV <sub>3</sub>	1,1		1,0		0,8

## 2 Оборудование и инструмент

### 2.1 Консольный горизонтально-фрезерный станок 6P82Г

Общий вид и краткое описание станка дано в разделе 1

Станок имеет следующие технические характеристики:

- 1) Размер рабочей поверхности стола, мм - 320x 1250.
- 2) Расстояние от оси шпинделя:
  - до стола, мм 30...450;
  - до хобота, мм 155.
- 3) Наибольшее перемещение стола:
  - продольное, мм 700;
  - поперечное, мм 240;
  - вертикальное, мм 420.
- 4) Конус отверстия шпинделя 7.. .24.
- 5) Число ступеней скоростей шпинделя 18.
- 6) Число оборотов шпинделя, об/мин 3105... 1600.
- 7) Подача стола:
  - продольная, мм/мин 25... 1250;
  - поперечная, мм/мин 8,3...416,6;
  - вертикальная, мм/мин 8,3...416,6.
- 8) Мощность главного двигателя, кВт 7,5.
- 9) Мощность двигателя подач, кВт 2,2.
- 10) Габаритные размеры:
  - длина-ширина- высота, мм 2260<sup>x</sup> 1745<sup>x</sup> 1660.

### 2.2 Приспособление и инструмент

В лабораторной работе применяются следующие приспособления и инструменты:

- 1) тиски станочные;
- 2) цанговые патроны;
- 3) штангенциркуль;
- 4) концевая фреза.

## 3 Содержание работы и порядок ее выполнения

1. Изучить настоящие методические указания.
2. Выполнить эскиз общего вида фрезерного станка.
3. По последней цифре зачетки выбрать из табл. 1 схему обработки.
4. Определить режимы резания для соответствующей схемы обработки.
5. Сделать выводы.
6. Сдать отчет преподавателю.

## 4 Указания к составлению отчета

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями СТП и должен включать в себя следующие пункты:

1. Цель работы.
2. Характеристика методов фрезерования (встречного и попутного).
3. Общий вид фрезерного станка.
4. Данные станка, на котором производится обработка (модель, завод-изготовитель, предельные значения ряда подач и чисел оборотов, размеры стола, цена деления лимбов).
5. Материал заготовки.
6. Тип и материал режущего инструмента.
7. Тип, цена деления и точность измерительных инструментов.
8. Эскиз схемы обработки.
9. Режимы обработки для соответствующей схемы обработки.
10. Результаты измерения обработанных поверхностей (операционных размеров).
11. Выводы по работе.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте характеристику методов фрезерования.
2. Когда применяется встречное или попутное фрезерование?
3. Назовите основные узлы фрезерного станка 6Р82Г.
4. Поясните кинематику перемещения (движения) подвижных элементов станка.
5. Назовите основные виды фрезерных работ и дайте схемы их выполнения.
6. Назовите элементы режимов резания.
7. Как определить глубину резания, подачу, скорость резания?
8. Какой инструмент применяется при выполнении фрезерных работ?
9. Как производить настройку станка на заданный режим?

#### Основная и дополнительная литература

Основная литература: п. 7, 1-2

Дополнительная литература: п. 7, 3-5

### **Лабораторная работа №5**

#### **Шлифование**

##### **Цель работы:**

- 1) Изучение устройства и работы шлифовальных станков 3Б12 и 3Е711В.
- 2) Ознакомление с маркировкой шлифовальных кругов, выбор материала абразивных зерен, зернистости, твердости, структуры и типа связки абразивных кругов.
- 3) Выбор режимов резания при круглом и плоском шлифовании.

##### 1. Краткие теоретические сведения

###### 1.1. Характеристика метода шлифования

Шлифование - один из видов механической обработки заготовок с помощью абразивных кругов.

Абразивные зерна расположены в круге беспорядочно и удерживаются связующим материалом, шлифовальные круги, которые являются инструментом процесса шлифования. Процесс резания, каждым зерном осуществляется почти мгновенно. Обработанная поверхность представляет собой совокупность микроследов абразивных зерен и имеет малую шероховатость. Часть зерен ориентирована так, что резать не может. Они производят работу трения по поверхности резания. За счет воздействия абразивных зерен на заготовку происходит поверхностное пластическое деформирование материала, что вызывает упрочнение поверхностного слоя, но этот эффект оказывается менее ощутимым, чем при обработке металлическим инструментом.

Шлифование применяют для чистовой и отделочной обработки деталей с высокой точностью и низкой шероховатостью.

###### 1.2. Классификация методов шлифования, элементы резания

Формы деталей современных машин представляют собой сочетание плоских, цилиндрических, конических, винтовых наружных и внутренних поверхностей.

В соответствии с формами деталей машин наиболее распространенными являются следующие схемы шлифования:

- а) плоское шлифование;
- б) круглое наружное, внутреннее и бесцентровое шлифование.

Обработка на шлифовальных станках ведется методом многопроходного шлифования, когда за каждый переход снимается часть припуска на механическую обработку. Поэтому различают:

- а) обдирочное шлифование, снимающее основной припуск;
- б) предварительное;
- в) окончательное;
- г) тонкое.

В зависимости от поверхности круга, производящей шлифование, шлифование разделяют на шлифование периферией круга и шлифование торцом круга.

На круглошлифовальных станках различают продольное шлифование, при котором поверхность детали обрабатывается с продольной подачей, врезное, при котором обрабатывается вся поверхность одновременно, глубинное - продольное шлифование со снятием припуска за один проход.

Основные разновидности шлифовальных работ, схемы их обработки и элементы резания рассмотрены в разделе 1.3.

Для формирования любой поверхности шлифованием необходимо несколько движений: вращательное круга и относительное перемещение по координатным осям, которое может быть заменено также вращательным движением осей.

Главным движением резания ( $V_k$ , м/сек) для всех видов шлифования является скорость вращения круга.

Подачами являются перемещения заготовки или инструмента вдоль оси или вокруг координатных осей.

При круглом шлифовании методом продольной подачи рассматриваются следующие элементы движений (схема №1):

1. Вращение шлифовального круга - главное движение резания  $V_k$ :

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \text{ м/с},$$

где  $n_k$  - частота вращения круга, об/мин;

$D_k$  - наружный диаметр шлифовального круга, мм.

2. Вращение заготовки - движение круговой подачи  $S_{кр}$ :

$$S_{кр} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{1000 \cdot 60}, \text{ м/с},$$

где  $d_3$  - диаметр заготовки;

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

3. Возвратно-поступательное перемещение стола с заготовкой - движение продольной подачи  $S_{пр}$  (мм/об). Продольная подача устанавливается в зависимости от характера шлифования (предварительного или окончательного) и ширины шлифовального круга:

$$S_{пр} = S_0 \cdot B_k$$

где  $S_0$  - коэффициент, учитывающий продольную подачу (в долях ширины круга);

$B_k$  - ширина круга, мм.

4. Поперечное перемещение круга - периодическое движение поперечной подачи  $S_{поп}$ . Она устанавливается либо на двойной ход стола (мм/дв.ход), либо на каждый ход стола (мм/ход).

При плоском шлифовании рассматриваются следующие движения (схема № 12):

1. Вращение шлифовального круга - главное движение резания  $V_k$ :

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \text{ м/с}$$

2. Продольная подача  $S_{пр}$  - скорость движения заготовки (м/мин). Для станков с прямоугольным столом это возвратно-поступательное движение заготовки вместе со столом станка.

3. Поперечная подача  $S_{поп}$  (мм/дв.ход или мм/ход) поперечная подача предназначена для обработки поверхности на всю ширину заготовки и происходит периодически при крайних положениях заготовки в конце продольного хода. В зависимости от обрабатываемого материала она принимается как доля (K) ширины круга (H) за один ход или один двойной ход:

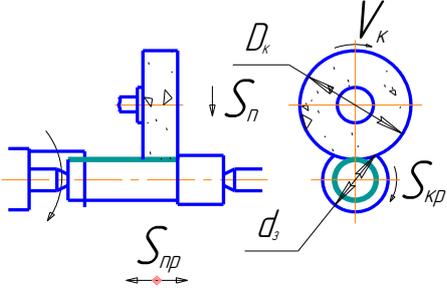
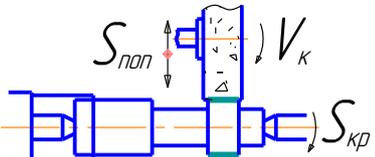
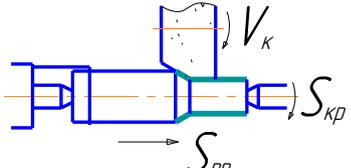
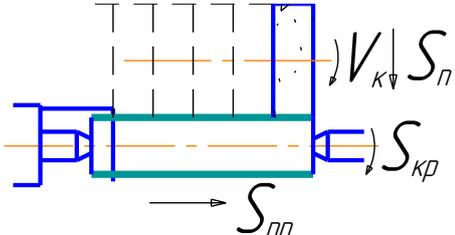
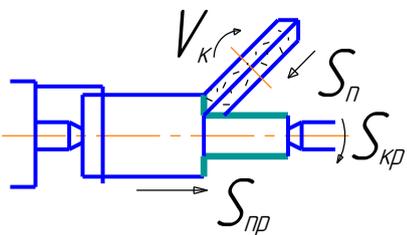
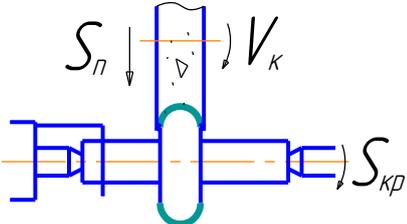
$$S_{поп} = K \cdot H$$

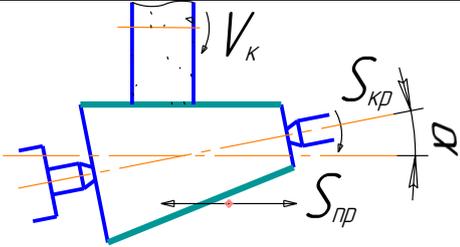
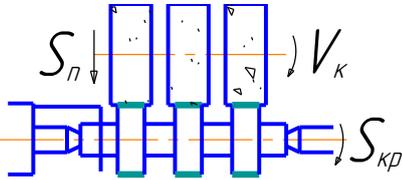
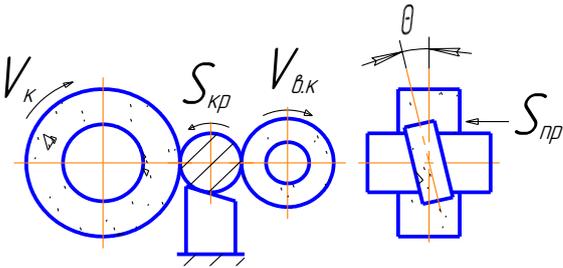
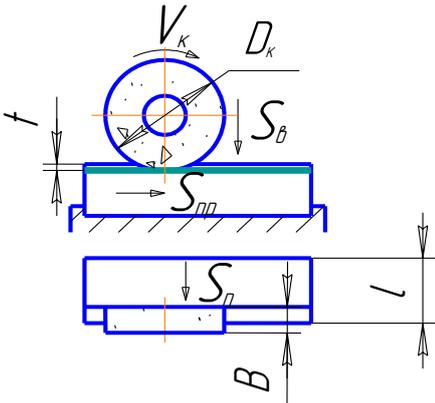
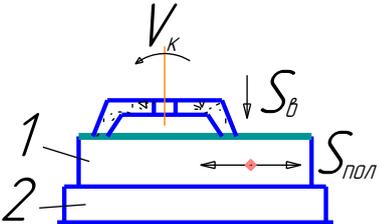
где H - ширина круга;

$$K = 0,2 - 0,7.$$

4. Глубина резания  $t$  осуществляется вертикальной подачей  $S_B$  в конце продольного хода.

Таблица 1.1 – Основные разновидности (схемы) шлифовальных работ

№ п/п	Виды шлифовальных работ	Схемы выполнения
1	2	3
Круглое шлифование		
1	<p>Продольное шлифование  <math>V_K</math> – скорость круга, м/с;  <math>S_{пр}</math> – продольная подача, мм/об;  <math>S_{кр}</math> – круговая подача, м/с;  <math>D_K</math> – диаметр круга, мм;  <math>d_3</math> – диаметр заготовки, мм;  <math>t</math> – глубина резания, мм</p>	
2	<p>Врезное шлифование  <math>S_{поп}</math> – поперечная подача (радиальная), мм/об</p>	
3	<p>Глубинное шлифование</p>	
4	<p>Шлифование уступами – сочетание методов 1 и 2  <math>S_{п}</math> – поперечная подача, вначале процесса;  <math>S_{пр}</math> – продольная подача, после врезания за 2 – 3 прохода</p>	
5	<p>Совмещенное шлифование цилиндрических и торцовых поверхностей при угловой подаче</p>	
6	<p>Фасонное врезное шлифование с продольной правкой круга</p>	
7	<p>Продольное шлифование конических по-</p>	

	верхностей	
8	Многокруговое врезное шлифование	
10	Бесцентровое шлифование $V_{в.к}$ – скорость ведущего круга, м/с; $S_{пр}$ – продольная подача (возникающая за счет угла $\Theta$ ); $S_{кр}$ – круговая подача заготовки (возникающая за счет разных $V_k$ и $V_{в.к}$ )	
Плоское шлифование		
11	Периферией круга $S_v$ – вертикальная подача, мм/дв.ход; $S_{пр}$ – круговая подача заготовки (возникающая за счет разных $V_k$ и $V_{в.к}$ )	
12	Торцом круга 1 – заготовка; 2 – магнитная плита	

## 2. Абразивные инструменты

В качестве режущего инструмента при шлифовании применяются шлифовальные круги. Шлифовальный круг состоит из большого количества твердых абразивных зерен, соединенных между собой связкой.

Абразивные круги характеризуются родом и сортом абразивного материала, зернистостью или размерами абразивных зерен, их твердостью, структурой, связкой или видом связывающего материала, а также формой и размерами абразивных кругов. Форма поперечных сечений шлифовальных кругов и их размеры регламентируются ГОСТ 2424-75, который предусматривает 22 профиля и несколько сотен типоразмеров.

Некоторые виды наиболее распространенных шлифовальных кругов приведены на рис. 1. Выбор круга той или иной номенклатуры зависит от метода шлифования и формы обрабатываемой заготовки.

Зерна абразивных инструментов представляют собой искусственные или естественные минералы и кристаллы.

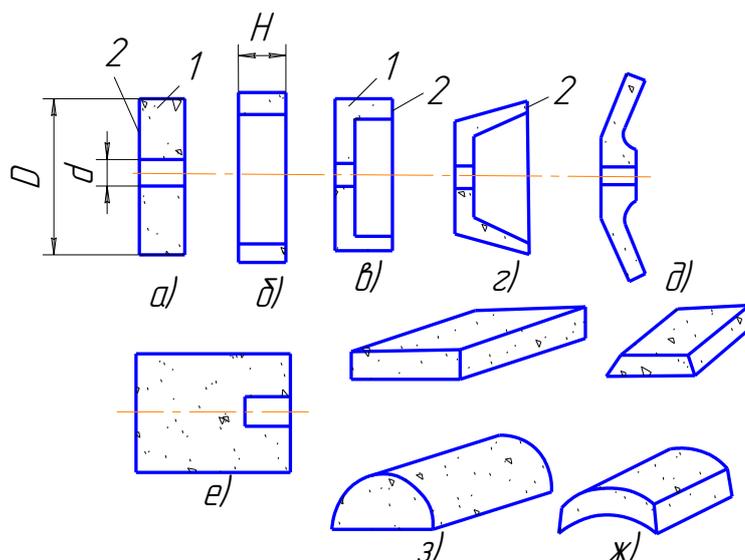


Рисунок 1 – Разновидности шлифовальных кругов:

а) плоские прямого профиля, (ПП); б) кольцевые (К); в) чашечные цилиндрические (ЧЦ); г) чашечные конические (ЧК); д) тарелочные (1Т); е) головки; з) бруски; ж) сегменты;  
1 - периферия круга; 2 - торец круга

Виды абразивных материалов и их условное обозначение приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Абразивные материалы

Вид материала	Обозначение	Вид материала	Обозначение
Электрокорунд нормальный	13А, 14А, 15А	Карбид кремния черный	53С, 54С, 55С
Электрокорунд белый	23А, 24А, 25А	Карбид кремния зеленый	63С, 64С
Электрокорунд хромистый	33А, 34А	Карбид бора	-
Электрокорунд титановый	37А	Эльбор (кубический нитрид бора)	ЛО, ЛП
Электрокорунд циркониевый	38А	Алмаз природный	А8, А5, А3, А2, А1, АМ, АМ5
Монокорунд	43А, 44А	Алмаз синтетический	АС2, АС4, АС6, АС15, АС20, АС32, АС50

Материал абразивных кругов выбирается в зависимости от твердости, сопротивления на разрыв и вязкости обрабатываемых металлов.

Алмазные круги применяют в основном для обработки деталей и инструментов из твердых сплавов. Они представляют собой металлический корпус соответствующей формы с нанесенным на его поверхность алмазным слоем.

Зернистость и зерновой состав

Шлифовальные материалы из искусственных и природных абразивных материалов делят на группы в зависимости от размеров зерен. ГОСТ устанавливает четыре группы шлифовальных материалов: шлифзерно (2000 – 160 мкм); шлифпорошки (125 – 40 мкм); микрошлифпорошки (63 – 14 мкм) и тонкие микрошлифпорошки (10 – 3 мкм). Совокупность абразивных зерен шлифовального материала в установленном интервале размеров называется фракцией. Фракцию, преобладающую по массе, называют основной.

Цифровое обозначение зернистости в зависимости от процентного содержания основной фракции дополняют буквенные обозначения в соответствии с таблицей 1.3.

Зернистостью называют характеристику абразивных зерен, выраженную размерами зерен основной фракции.

Таблица 1.3 – Минимальное содержание основной фракции шлифовальных материалов

Индекс	Зернистость				
	2000 – 8	6 – 4	M63 – M28	M20 – M14	M10 – M5
В	–	–	60	60	55
П	55	55	50	50	45
Н	45	40	45	40	40
Д	41	–	43	39	39

В зависимости от группы материалов приняты следующие обозначения зернистости:

- шлифзерна и шлифпорошки – как 0,1 размера зерна в мкм. Например: 55, 45, 40 (соответственно 550, 450, 400 мкм);
- микрошлифпорошки – по верхнему пределу размера зерен основной фракции с добавлением индекса М. Например, М40, М28, М10 (соответственно 40, 28, 10 мкм).

Зернистость материала, выбирают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности и точности размеров деталей.

Связка предназначена для закрепления зерен шлифовального материала и наполнителя в абразивном инструменте и придания ему необходимых физико-механических и эксплуатационных свойств.

Виды связок и их условное обозначение приведены в таблице 1.4.

Для карбидокремниевых кругов наибольшее распространение получила связка К3, а для электрокорундовых - связки К1, К5 и К6.

Твердостью абразивного инструмента называют величину сопротивления нарушению сцепления между зернами и связкой. Круг считается твердым, если связка прочно удерживает зерна, если слабо – мягким. В таблице 1.5 приведены обозначения твердости шлифовальных кругов.

Таблица 1.4 – Связки шлифовальных кругов

Наименование	Обозначение	Разновидности
Керамические	К	К1 – К6, К8, К10
Бакелитовые	Б	Б, Б1 – Б4, БУ, Б156, БП12
Вулканитовые	В	В, В1 – В3, В5
Глифталевые	Гф	–
Металлические	М	МВ1, М1, МК, М15

Таблица 1.5 – Твердость шлифовальных кругов

Степень твердости	Обозначение твердости	Степень твердости	Обозначение твердости
Весьма мягкий	ВМ1, ВМ2	Среднетвердый	СТ1, СТ2, СТ3
Мягкий	М1, М2, М3	Твердый	Т1, Т2
Среднемягкий	СМ1, СМ2	Весьма твердый	ВТ
Средний	С1, С2	Чрезвычайно твердый	ЧТ

Цифры 1, 2 и 3 характеризуют возрастание твердости абразивного инструмента внутри степени. Чем тверже обрабатываемый материал, тем мягче круг. Исключением из этого правила является обработка очень мягких, но вязких материалов (Cu, Al и др), для шлифования которых применяют мягкие крупнозернистые круги.

Структура круга характеризует соотношение в процентах в единице объема круга зерен, связки и пор. Структуру принято обозначать номерами (табл. 1.6). Чем меньше номер структуры, тем плотнее расположены абразивные зерна и тем меньше пористость. Круги с плотными структурами применяют при отделочных работах, круги со среднеплотными структурами – при шлифовании твердых и хрупких материалов, круги с открытыми структурами – при обработке вязких материалов и при обдирочных работах, высокопористые круги – для скоростного шлифования.

Таблица 1.6 – Структура круга

Наименование структуры	Номер структуры	Объемное содержание шлифовального материала
Плотная	1 – 3	60 – 65
Среднеплотная	4 – 6	56 – 50
Открытая	7 – 12	48 – 38
Высокопористая	14 – 16	34 – 30

#### Классы точности абразивных инструментов

Классы точности установлены в зависимости от точности размеров, формы и расположения. Шлифовальные круги изготавливают трех классов точности: АА, А, Б. Величины предельных отклонений зависят от размеров инструмента по наружному диаметру  $D$ , высоте  $H$ , диаметра посадочного отверстия  $d$ .

На шлифовальных кругах наносят его маркировку. Например: 15А40НС25К6, ПП200х50х65, 35 м/сек. Это означает, что круг изготовлен из нормального электрокорунда, имеет зернистость 40 с содержанием основной фракции 45%, твердость С2, структуру №5, керамическую связку «К» разновидностью 6; форма круга плоская прямого профиля диаметром  $D_k = 200$  мм (рис. 1), шириной  $H = 50$  мм и диаметром отверстия под оправку  $d = 65$  мм; допускаемая скорость вращения 35 м/сек, класс точности А.

### 3. Шлифовальные станки

Конструкция шлифовальных станков и их компоновка соответствуют основным схемам шлифования. Станки обеспечивают все необходимые для обработки движения и кинематические соотношения.

Шлифовальные станки по видам обработки можно разделить на следующие группы:

- а) круглошлифовальные станки для шлифования наружных поверхностей вращения (например, 3М153, 3Б12);
- б) внутришлифовальные – для шлифования внутренних поверхностей вращения (например, 3К229В);
- в) бесцентровые круглошлифовальные – для наружного и внутреннего шлифования (например, 3Д180);
- г) плоскошлифовальные – для шлифования поверхностей (например 3Е710А, 3Д740В);
- д) специальные станки – для шлифования резьбы, шлицев, зубьев, шестерен и т. д.;
- е) заточные – для заточки металлорежущего инструмента.

Рассмотрим вначале принципиальную схему и устройство круглошлифовального станка 3Б12, который предназначен для шлифования наружных цилиндрических поверхностей и отверстий (рис. 2).

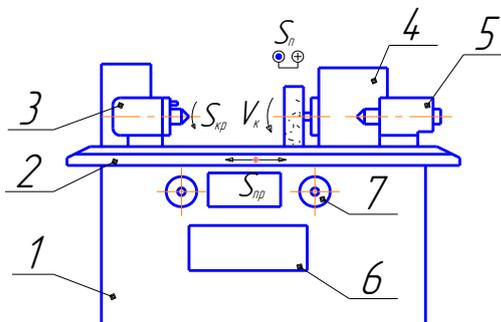


Рисунок 2 – Общий вид круглошлифовального станка 3Б12

Станок состоит из следующих основных узлов: станины 1, стола 2, передней бабки 3 с приводом вращения (электродвигатель с бесступенчатым регулированием 78 – 780 об/мин), шлифовальной бабки 4, задней бабки 5, привода стола 6, органов управления 7.

Возвратно-поступательное перемещение станка совершается с помощью гидроцилиндра и поршня. Управляют им устройства, которые переключаются столом в крайних положениях. Гидравлические механизмы используются также для периодической подачи шлифовальной бабки. Круговую

подачу  $S_{кр}$  заготовки обеспечивает электродвигатель с бесступенчатым регулированием частоты вращения за счет изменения электрического сопротивления.

Таблица 1.7 – Технические характеристики станков

Круглошлифовальный станок 3Б12	
Наибольший диаметр шлифуемой заготовки	200 мм
Расстояние между центрами	500 мм
Пределы бесступенчатого регулирования скорости стола	0,02 – 5 м/мин
Число оборотов шпинделя наружного шлифования	2250 об/мин
Размер шлифовального круга	300x40x127, мм
Пределы бесступенчатого регулирования скорости вращения заготовки	78 – 780, об/мин
Плоскошлифовальный станок 3Е711В	
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок	630x200x320, мм
Размеры шлифовального круга	250x40x76, мм
Максимальная скорость круга	35 м/сек
Скорость поперечного перемещения стола (бесступенчатое регулирование)	2 – 35 м/мин

Плоскошлифовальный станок (3Е711В) с прямоугольным столом предназначен для шлифования плоских поверхностей заготовок. Он состоит из станины 4, стола 3, стойки 2, шлифовальной бабки 1 и привода стола 5 (рис. 3). Плоские поверхности шлифуют периферией круга. Движение подачи осуществляют приводом станка либо вручную. Поперечное и продольное перемещения стола ( $S_{пр}$ ,  $S_{поп}$ ) осуществляются с помощью гидравлического устройства, поршня, цилиндров и органов управления. У другого типа станков вместо возвратно-поступательного, стол совершает вращательное движение. В этом случае его выполняют круглым с вертикальной осью вращения.

Компоновка такого станка, предусматривает также вертикальное расположение оси шлифовального круга. Плоскости обрабатываются чашечными или коническими шлифовальными кругами, их торцовыми поверхностями. Круги, работающие торцом и имеющие большие диаметры, выполняют составными из отдельных частей - сегментов.

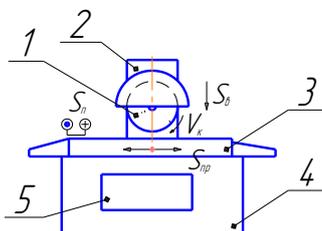


Рисунок 3 – Общий вид плоскошлифовального

#### 4. Выбор исходных данных для расчетов

В качестве инструмента будет использоваться шлифовальный круг с зернистостью 40 и твердостью СМ1 (среднемягкий). Ширина круга  $B = 80$  мм.

При продольном и плоском шлифовании заготовки изготовлены из закаленной стали 45, а при врезном – из чугуна.

Для шлифовальной операции необходимо определить мощность резания, кВт:

для шлифования периферией круга с продольной подачей:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q, \text{ кВт},$$

для врезного шлифования периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot S_p^y \cdot d^q \cdot b^z, \text{ кВт},$$

для плоского шлифования торцом круга:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot b^z, \text{ кВт},$$

где  $C_N$  - коэффициент выбираемый по таблице 1.9;

$V_3$  - скорость вращения заготовки (для плоского шлифования - скорость вращения круга), м/мин;

$t$  - глубина резания, мм,

- $S$  - осевая подача, мм/об;  
 $S_p$  - радиальная подача, мм/об;  
 $d$  - диаметр шлифуемой поверхности, мм;  
 $b$  - ширина шлифуемой поверхности, мм;  
 $r$  - показатель степени выбираемый по таблице 1.9;  
 $x$  - показатель степени выбираемый по таблице 1.9;  
 $y$  - показатель степени выбираемый по таблице 1.9;  
 $q$  - показатель степени выбираемый по таблице 1.9;  
 $z$  - показатель степени выбираемый по таблице 1.9.

Таблица 1.8 – Исходные данные.

Вид шлифования	№	$V_3$ , м/мин	$d$ , мм	$S$ , мм/об	$t$ , мм	$S_p$ , мм/об	$b$ , мм
Периферией круга с продольной подачей	0	20	30	16	0,005	–	–
	1	35	120	20	0,012	–	–
	2	25	45	20	0,008	–	–
	3	40	150	24	0,010	–	–
	4	55	140	30	0,015	–	–
	5	35	130	18	0,007	–	–
	6	30	150	32	0,012	–	–
	7	50	200	28	0,006	–	–
	8	45	60	20	0,014	–	–
9	20	50	20	0,009	–	–	
Врезное периферией круга	0	40	170	–	–	0,001	70
	1	30	160	–	–	0,003	45
	2	20	50	–	–	0,003	50
	3	35	120	–	–	0,002	80
	4	25	110	–	–	0,005	40
	5	30	150	–	–	0,004	55
	6	20	35	–	–	0,003	65
	7	35	100	–	–	0,001	75
	8	40	200	–	–	0,005	45
9	30	140	–	–	0,002	30	
Плоское торцом круга	0	30	–	18	0,010	–	40
	1	50	–	20	0,009	–	45
	2	20	–	30	0,008	–	35
	3	35	–	24	0,005	–	95
	4	40	–	32	0,015	–	80
	5	55	–	22	0,012	–	75
	6	50	–	16	0,007	–	65
	7	45	–	20	0,014	–	50
	8	25	–	32	0,011	–	90
9	30	–	26	0,013	–	45	

Таблица 1.9 – Значения коэффициента  $C_N$  и показателей степени в формулах мощности при шлифовании

Вид шлифования	Коэффициент и показатели					
	$C_N$	$r$	$x$	$y$	$q$	$z$
Периферией круга с продольной подачей	2,65	0,5	0,5	0,55	–	–
Врезное периферией круга	0,81	0,55	–	0,7	0,3	1,0
Плоское торцом круга	2,6	0,4	0,4	–	–	0,45

5. Порядок выполнения работы
1. Изучить настоящие методические указания.
  2. По последнему номеру зачетки из таблицы 1.8 выбрать вариант задания для трех видов шлифования.
  3. Выполнить эскизы схем обработки для трех заданных видов шлифования.
  4. Выполнить схемы круглошлифовального и плоскошлифовального станков.
  5. По выбранному варианту задания определить мощность резания.
  6. Занести результаты расчетов в отчет.
  7. Сделать вывод по работе.
  8. Сдать отчет преподавателю.
7. Указания к составлению отчета

Отчет должен быть оформлен в соответствии с стандартом системы менеджмента качества кафедры «Автомобильный транспорт» ГОУ ВПО «БрГУ» «Оформление текстовых учебных документов» и содержать следующие разделы:

1. Цель работы.
2. Характеристика метода шлифования.
3. Эскиз схем обработки.
4. Эскизы шлифовальных станков.
5. Режимы резания для каждого вида шлифования.
6. Расчеты и их результаты.
7. Выводы по работе.

Основная и дополнительная литература

Основная литература: п. 7, 1-2

Дополнительная литература: п. 7, 3-5

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7;

Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;

Adobe Reader.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид Занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Л.Р.</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Лк	Лекционная аудитория	Учебная мебель	-
ЛР	Учебные мастерские №1: Лаборатория технологии машиностроения	Учебная мебель; Токарно-винторезный станок 1К62 Горизонтально-фрезерный станок 6Р82Г Вертикально-сверлильный станок 2Н135 Плоскошлифовальный станок 3Е711В Строгальный станок 7Б11 Токарный станок 16А20Ф3 Промышленный манипулятор МП-9С.01 Микропроцессорное программируемое цикловое устройство МПЦУ Промышленный манипулятор МП-11	1, 2, 3, 4, 5
СР	Читальный зал №1 (СР)	10-ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D; Учебная мебель	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
1	2	3	4	5
ОПК-3	готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	1. Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия.	1.1.Производственный и технологический процессы 1.2.Исходные данные и последовательность разработки. 1.3.Типизация технологических процессов.	Вопросы к зачету № 1-10
		2. Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления.	2.1.Методы получения заготовок 2.2.Понятие о точности и погрешностях обработки 2.3.Характеристика качества поверхности. 2.4.Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя. 2.5.Обозначение шероховатости поверхностей. Правила обозначений шероховатости на чертежах 2.6.Назначение и классификация приспособлений. 2.7.Элементы приспособлений.	Вопросы к зачету № 11-34
		3. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.	3.1.Основные понятия и определения. 3.2.Методы определения припусков. 3.3.Виды баз и их выбор. 3.4.Примеры базирования	Вопросы к зачету № 35-47
ПК-9	способность к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов	4. Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.	4.1.Методы сборки. 4.2.Виды соединений деталей и способы их осуществления. 4.3.Обкатка и испытание автомобилей 4.4.Упрощенная методика разработки технических условий на приработку и испытание двигателей.	Вопросы к зачету № 48-60

1	2	3	4	5
<b>ПК-14</b>	способность к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций	<p><b>1.</b> Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия.</p>	<p>1.1.Производственный и технологический процессы 1.2.Исходные данные и последовательность разработки. 1.3.Типизация технологических процессов.</p>	<p>Вопросы к зачету № 1-10</p>
		<p><b>2.</b> Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления.</p>	<p>2.1.Методы получения заготовок 2.2.Понятие о точности и погрешностях обработки 2.3.Характеристика качества поверхности. 2.4.Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя. 2.5.Обозначение шероховатости поверхностей. Правила обозначений шероховатости на чертежах 2.6.Назначение и классификация приспособлений. 2.7.Элементы приспособлений.</p>	<p>Вопросы к зачету № 11-34</p>
		<p><b>3.</b> Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.</p>	<p>3.1.Основные понятия и определения. 3.2.Методы определения припусков. 3.3.Виды баз и их выбор. 3.4.Примеры базирования</p>	<p>Вопросы к зачету № 35-47</p>
<b>ПК-16</b>	способность к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования	<p><b>4.</b> Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.</p>	<p>4.1.Методы сборки. 4.2.Виды соединений деталей и способы их осуществления. 4.3.Обкатка и испытание автомобилей 4.4.Упрощенная методика разработки технических условий на приработку и испытание двигателей.</p>	<p>Вопросы к зачету № 48-60</p>

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-3	готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	<p>1.Производственный и технологический процессы.</p> <p>2.Основные понятия и определения.</p> <p>3.Типы машиностроительных производств.</p> <p>4.Факторы, влияющие на производственный и технологический процессы ремонта.</p> <p>5.Прием автомобилей в ремонт и выдача из ремонта.</p> <p>6.Исходные данные и последовательность разработки.</p> <p>7.Классификация технологических методов обработки деталей, схемы обработки.</p> <p>8.Типизация технологических процессов.</p> <p>9.Технологическая операция как часть технологического процесса.</p> <p>10.Понятие изделия.</p>	<p>1. Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия.</p>
2.	ПК-9	способность к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов	<p>11.Методы получения заготовок.</p> <p>12.Изготовление заготовок литьем.</p> <p>13.Изготовление заготовок давлением.</p> <p>14.Получение заготовок другими способами.</p> <p>15.Краткая характеристика технологических методов получения заготовок.</p> <p>16.Основные требования к конструкции заготовок.</p> <p>17.Понятие о точности и погрешностях обработки. 18.Влияние точности обработки на работоспособность автомобилей.</p> <p>19.Экономически достижимая точность обработки.</p> <p>20.Погрешности обработки.</p> <p>21.Случайные и систематизированные погрешности.</p> <p>22.Характеристика качества поверхности.</p> <p>23.Характеристики детали, связанные с качеством ее поверхности.</p> <p>24.Состояние поверхности слоя детали.</p> <p>25.Обозначение шероховатости поверхностей.</p> <p>26.Правила обозначений шероховатости на чертежах.</p> <p>27.Параметры шероховатости.</p> <p>28.Назначение и классификация приспособлений. 29.Методика конструирования станочных приспособлений.</p> <p>30.Основные элементы приспособлений.</p> <p>31.Оценка экономической эффективности применения приспособлений.</p>	<p>2. Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления.</p>

1	2	3	4	5
			<p>32.Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя.  33.Способы определения шероховатости поверхности.  34.Оптимальный уровень чистоты при различной механической обработке деталей.</p>	
			<p>35.Нормирование технологических процессов обработки деталей и сборки изделий.  36.Общие и операционные (промежуточные) припуски.  37.Односторонние и двусторонние припуски.  38.Оптимальная величина припуска.  39.Методы определения припусков.  40.Припуски на механическую обработку заготовок и методы их определения.  41.Базы, виды баз и их выбор.  42.Классификация баз для механической обработки деталей машин.  43.Правила выбора баз при разработке технологического процесса.  44.Закрепление деталей для обеспечения базирования.  45.Примеры базирования.  46.Принципы базирования заготовок при установке на металлорежущих станках.  47.Принцип последовательности баз при механической обработке запчастей.</p>	<p><b>3.</b> Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.</p>
			<p>48.Заводская и эксплуатационная обкатка автомобилей.  49.Особенности эксплуатационной обкатки автомобиля.  50.Способы ускорения приработки.  51.Продолжительность процесса приработки сопряжений.  52.Процессы, происходящие при приработке.  53.Методы сборки.  54.Сборка автомобилей.  55.Особенности сборки двигателя.  56.Общие положения по сборке агрегатов и автомобилей.  57.Виды соединений деталей и способы их осуществления.  58.Сборка резьбовых соединений.  59.Сборка соединений с натягом.  60.Сборка заклепочных соединений.</p>	<p><b>4.</b> Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.</p>

1	2	3	4	5
3.	ПК-14	способность к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций	<p>1.Производственный и технологический процессы.</p> <p>2.Основные понятия и определения.</p> <p>3.Типы машиностроительных производств.</p> <p>4.Факторы, влияющие на производственный и технологический процессы ремонта.</p> <p>5.Прием автомобилей в ремонт и выдача из ремонта.</p> <p>6.Исходные данные и последовательность разработки.</p> <p>7.Классификация технологических методов обработки деталей, схемы обработки.</p> <p>8.Типизация технологических процессов.</p> <p>9.Технологическая операция как часть технологического процесса.</p> <p>10.Понятие изделия.</p>	1. Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия.
4.	ПК-16	способность к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	<p>11.Методы получения заготовок.</p> <p>12.Изготовление заготовок литьем.</p> <p>13.Изготовление заготовок давлением.</p> <p>14.Получение заготовок другими способами.</p> <p>15.Краткая характеристика технологических методов получения заготовок.</p> <p>16.Основные требования к конструкции заготовок.</p> <p>17.Понятие о точности и погрешностях обработки. 18.Влияние точности обработки на работоспособность автомобилей.</p> <p>19.Экономически достижимая точность обработки.</p> <p>20.Погрешности обработки.</p> <p>21.Случайные и систематизированные погрешности.</p> <p>22.Характеристика качества поверхности.</p> <p>23.Характеристики детали, связанные с качеством ее поверхности.</p> <p>24.Состояние поверхности слоя детали.</p> <p>25.Обозначение шероховатости поверхностей.</p> <p>26.Правила обозначений шероховатости на чертежах.</p> <p>27.Параметры шероховатости.</p> <p>28.Назначение и классификация приспособлений. 29.Методика конструирования станочных приспособлений.</p> <p>30.Основные элементы приспособлений.</p> <p>31.Оценка экономической эффективности применения приспособлений.</p> <p>32.Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя.</p> <p>33.Способы определения шероховатости поверхности.</p> <p>34.Оптимальный уровень чистоты при различной механической обработке деталей.</p>	2. Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления.

1	2	3	4	5
			<p>35.Нормирование технологических процессов обработки деталей и сборки изделий.  36.Общие и операционные (промежуточные) припуски.  37.Односторонние и двусторонние припуски.  38.Оптимальная величина припуска.  39.Методы определения припусков.  40.Припуски на механическую обработку заготовок и методы их определения.  41.Базы, виды баз и их выбор.  42.Классификация баз для механической обработки деталей машин.  43.Правила выбора баз при разработке технологического процесса.  44.Закрепление деталей для обеспечения базирования.  45.Примеры базирования.  46.Принципы базирования заготовок при установке на металлорежущих станках.  47.Принцип последовательности баз при механической обработке запчастей.</p>	<p><b>3.</b> Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.</p>
			<p>48.Заводская и эксплуатационная обкатка автомобилей.  49.Особенности эксплуатационной обкатки автомобиля.  50.Способы ускорения приработки.  51.Продолжительность процесса приработки сопряжений.  52.Процессы, происходящие при приработке.  53.Методы сборки.  54.Сборка автомобилей.  55.Особенности сборки двигателя.  56.Общие положения по сборке агрегатов и автомобилей.  57.Виды соединений деталей и способы их осуществления.  58.Сборка резьбовых соединений.  59.Сборка соединений с натягом.  60.Сборка заклепочных соединений.</p>	<p><b>4.</b> Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.</p>

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b>  <b>ОПК-3</b>                      – основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории естественных наук; классической и современной физики; современную научную аппаратуру;  <b>ПК-9</b>                      – основы транспортных и транспортно-технологических процессов;  <b>ПК-14</b>                      – основы обслуживания и ремонта ТиТТМО;  <b>ПК-16</b>                      – основы организации диагностики, ТО и ремонта ТиТТМО;</p>	<b>зачтено</b>	<p>Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- глубоко усвоил материал, полно, четко и логически последовательно его излагает;</li> <li>- знает основы транспортных и транспортно-технологических процессов, основы диагностики, технического обслуживания и ремонта ТиТТМО;</li> <li>- умеет исследовать и моделировать, анализировать и осваивать технологии и формы ТО и ремонта;</li> <li>- владеет навыками работы в составе коллектива исполнителей при обслуживании и ремонте ТиТТМО.</li> </ul>
<p><b>Уметь:</b>  <b>ОПК-3</b>                      – выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности;  <b>ПК-9</b>                      – исследовать и моделировать транспортные и транспортно-технологические процессы;  <b>ПК-14</b>                      – анализировать особенности состояния ТиТТМО;  <b>ПК-16</b>                      – осваивать технологии и формы ТО и ремонта;</p> <p><b>Владеть:</b>  <b>ОПК-3</b>                      – методами выполнения элементарных лабораторных исследований в области профессиональной деятельности;  <b>ПК-9</b>                      – навыками работы в составе коллектива исполнителей.  <b>ПК-14</b>                      – навыками обслуживания и ремонта ТиТТМО.  <b>ПК-16</b>                      – навыками диагностики, ТО и ремонта ТиТТМО.</p>	<b>не зачтено</b>	<p>Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении полученных знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводы и обобщения;</li> <li>- не владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Основные технологии производства и ремонта ТиТТМО» направлена на ознакомление с производственным и технологическим процессами, методами получения заготовок, правилами выбора баз при разработке технологического процесса, правилами обозначений шероховатости поверхности на чертежах, оценкой экономической эффективности применения приспособлений, общими положениями по сборке агрегатов и автомобилей, особенностями эксплуатационной обкатки автомобиля.

Изучение дисциплины «Основные технологии производства и ремонта ГИТМО» предусматривает:

- лекции;
- лабораторные работы;
- самостоятельную работу;
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия» студенты должны уяснить Производственный и технологический процессы. Факторы, влияющие на производственный и технологический процессы ремонта. Классификация технологических методов обработки деталей, схемы обработки. Типизация технологических процессов.

В ходе освоения раздела 2 «Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления» должны уяснить Методы получения заготовок. Основные требования к конструкции заготовок. Понятие о точности и погрешностях обработки. Характеристика качества поверхности. Правила обозначений шероховатости на чертежах. Методика конструирования станочных приспособлений. Оценка экономической эффективности применения приспособлений. Методы оценки шероховатости и состояния поверхностного слоя.

В ходе освоения раздела 3 «Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения» студенты должны разбираться в таких вопросах, как Общие и операционные (промежуточные) припуски. Методы определения припусков. Базы, виды баз и их выбор. Правила выбора баз при разработке технологического процесса. Примеры базирования.

В ходе освоения раздела 4 «Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования» студенты должны изучить Заводская и эксплуатационная обкатка автомобилей. Способы ускорения приработки. Методы сборки. Виды соединений деталей и способы их осуществления. Общие положения по сборке агрегатов и автомобилей.

Овладение ключевыми понятиями является изделие, базы, точность и погрешность обработки.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: Производственный и технологический процессы. Методы получения заготовок. Влияние точности обработки на работоспособность автомобилей. Оптимальный уровень чистоты при различной механической обработке деталей. Методы определения припусков. Правила выбора баз при разработке технологического процесса. Методы сборки. Особенности сборки двигателя.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об автомобиле при решении лабораторных практикумов.

Обучающиеся заочного отделения изучают основной объем дисциплины по учебникам и с помощью электронных ресурсов. При этом прорабатываются темы, предварительно выданные преподавателем на установочной лекции.

В процессе консультации с преподавателем необходимо уяснить сложные моменты дисциплины.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой.

## АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

### Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

#### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является выработка инженерного и научного понимания проблем технологии ремонта, рационального подхода к использованию технической базы ремонтных и сервисных предприятий, практических навыков проведения ремонтных работ и ознакомления с основными нормативно-техническими документами по ремонту и требованиями к охране окружающей среды и технике безопасности при проведении ремонтных работ.

Задачами дисциплины являются:

- изучение вопросов состояния технологии производства и ремонта автомобилей, перспективы ее развития;
- формирование практических навыков по выбору и обоснованию исходных данных для проектирования технологических процессов изготовления и восстановления деталей и ремонта автомобилей;
- освоение общей методологии и принципов проектирования процессов изготовления и восстановления деталей и ремонта сборочных единиц автомобилей;
- решение практических задач технологии и организации производства и ремонта автомобилей.

#### 2. Структура дисциплины

2.1. Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекций – 17 часов, лабораторных занятий – 17 часов, самостоятельная работа обучающихся – 38 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетных единицы.

2.2. Основные разделы дисциплины:

- 1 – Понятие о ремонте. Изделие. Производственный и технологический процессы. Технологичность конструкции изделия.
- 2 – Методы получения заготовок. Точность обработки и качества поверхности деталей. Технологические методы обработки заготовок. Станочные приспособления.
- 3 – Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Технология изготовления типовых деталей автомобилей. Направление дальнейшего развития технологии автостроения.
- 4 – Основные положения по ремонту автомобилей. Основы теории старения и ремонта. Система ремонта. Производственный и технологический процессы ремонта. Формы организации производства в различных условиях хозяйствования.

#### 3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

ПК-9 способность к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов.

ПК-14 способность к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций.

ПК-16 способность к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» от «14» декабря 2015 года № 1470

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

**для набора 2018 года** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля \_\_\_\_\_ 2018 г. № 413.

**Программу составил:**

Слепенко Е.А., кандидат технических наук, доцент \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиТ

от «11» декабря \_\_\_\_\_ 2018 г., протокол № 6

и.о.заведующего кафедрой МиТ \_\_\_\_\_ Е.А. Слепенко

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о.заведующего выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ Е.А. Слепенко

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией механического факультета

от « 14 » декабря \_\_\_\_\_ 2018 г., протокол № 4.

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_