

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА КОРПУСА  
ПОДШИПНИКОВ»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
профилю подготовки «Машиностроение и металлообработка»  
специализации «Технология и оборудования машиностроения»

Индикационный код ВКР: 131

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КРЫШКА КОРПУСА ПОДШИПНИКОВ»**

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
профилю подготовки «Машиностроение и металлообработка»  
специализации «Технология и оборудования машиностроения»

Индикационный код ВКР: 131

Исполнитель:  
студент гр. ЗТО-503

А.А. Лейман

Руководитель  
доцент, к.т.н.

В.П. Суриков

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 80 листов печатного текста, 22 таблицы, 17 иллюстраций, 18 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОК С ЧПУ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, СЕБЕСТОИМОСТЬ ДЕТАЛИ, РАСЧЕТ НОРМ ВРЕМЕНИ, УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработки детали «Крышка корпуса подшипников». Для механической обработки было выбрано оборудование, режущий инструмент и режимы резания. Для одной операции разработан фрагмент управляющей программы.

В экономической части выполнен расчет затрат и определена себестоимость детали.

В методической части выпускной квалификационной работы была разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор станка с программным управлением»

					ДП 44.03.04.131 ПЗ			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка корпуса подшипников»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Лейман						
<i>Пров.</i>		Суриков					3	80
<i>Н. Контр.</i>		Суриков				ФГАОУ ВО РГПУ ИПО Группа ЗТО-503		
<i>Зав. каф.</i>		Бородин						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ .....	8
1.1. Служебное назначение детали .....	8
1.2. Технические требования к детали .....	8
1.3. Характеристика материала крышки корпуса подшипников .....	9
1.4. Анализ технологичности конструкции крышки корпуса подшипников .....	10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	14
2.1. Выбор типа производства .....	14
2.2. Выбор технологических баз и разработка метода базирования .....	15
2.3. Разработка технологического процесса .....	17
2.4. Выбор оборудования .....	19
2.5. Выбор инструмента .....	23
2.6. Выбор средств технического контроля .....	27
2.7. Расчет припусков заготовки .....	28
2.8. Расчет и назначение режимов резания .....	32
2.9. Расчет норм времени .....	34
2.10. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ ...	38
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	42
3.1. Определение количества технологического оборудования .....	42
3.2. Определение капитальных вложений .....	44
3.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	44
3.4. Затраты на электроэнергию .....	49
3.5. Затраты на эксплуатацию инструмента .....	53
3.6. Анализ уровня технологии производства .....	57
4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	59
4.1. Система переподготовки персонала .....	
4.2. Составление перспективно-тематического плана .....	

4.3. Урок теоретического обучения .....

4.4. План-конспект урока .....

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию .....

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов .....

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации .....

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является основной отраслью народного хозяйства, которая определяет возможности развития других отраслей. Применение машин увеличивает производительность труда, повышает качество продукции, делает труд безопасным и привлекательным. В конкурентной борьбе отдельных государств и фирм неизменно побеждает тот, кто имеет более совершенные машины.

Машиностроение обеспечивает изготовление новых и совершенствование имеющихся машин. Отличительной особенностью современного машиностроения является существенное изменение эксплуатационных характеристик машин – увеличение скорости и температуры, уменьшение массы, объема, вибрации, времени срабатывания механизмов и т. п. Поэтому машиностроители вынуждены быстрее решать конструкторские и технологические задачи. Это особенно важно в нынешних условиях рыночных отношений, где ускорение реализации принятых решений играет первостепенную роль.

За последние годы процесс переоснащения производства новым оборудованием с ЧПУ приобретает все более возрастающую значимость. В настоящее время основная часть металлорежущего оборудования морально и физически устарела, пришла в крайнюю степень изношенности.

Сейчас процесс перехода на новые технологии и освоения нового оборудования в той или иной степени уже затронул многие предприятия – от частных небольших предприятий до структурообразующих гигантов.

Переход на обработку деталей на станках с ЧПУ – прогрессивный шаг и дает ряд преимуществ, таких как:

- повышение производительности труда;
- уменьшение количества оборудования и, как следствие, производственных площадей;

- сокращение количества персонала;
- отказ от некоторых технологических приспособлений и упрощение их конструкции.

Целью дипломного проекта является: разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка корпуса подшипников» на основе применения станков с ЧПУ.

Задачами дипломного проекта являются:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Фланец опорный»;
- Выбрать тип производства, метод получения заготовки и технологические базы;
- Разработать технологический процесс обработки детали, выбрать оборудование, инструмент и средства контроля;
- Разработать управляющую программу обработки детали для станка с ЧПУ;
- Дать экономическое обоснование технологического процесса;
- Разработать методику переподготовки рабочих для работы на станках с ЧПУ.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

### 1.1. Служебное назначение детали

Одной из ответственных деталей ходовой части вентилятора ВМН-17 (вентилятор мельничный нержавеющий, диаметр рабочего колеса 17 дм) является крышка корпуса подшипников. Крышка корпуса подшипников и корпус подшипников необходим для размещения и обеспечения работы подшипников ротора вентилятора.

Так же крышка корпуса подшипников служит для установки датчиков вибрации и температуры.

### 1.2. Технические требования к детали

1. Допуски на литейные радиусы по II классу точности ГОСТ 26645-85.
2. Неуказанные литейные уклоны по ГОСТ 3212-12, в сторону увеличения толщины.
3. Неуказанные литейные радиусы 5 мм.
4. Отливку подвергнуть термообработке для снятия внутренних напряжений и улучшения структуры.
5. Два отверстия под штифт конический 16x80 ГОСТ 3129-70 выполнить совместно с корпусом подшипников.
6. Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с корпусом подшипников.
7. Внутреннюю необработанную поверхность окрасить маслостойкой краской в два слоя.
8. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий по Н14, остальные по IT14/2 согласно ГОСТ 30893.1-2002;
9. Остальные технические требования по СТО ПРЗВ 03-08-2014.
10. \*Размеры для справок.

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		8



### 1.3. Характеристика материала крышки корпуса подшипников

Материал: СЧ20 ГОСТ 1412-85

Таблица 1 – Химический состав (в %)

C	Si	Mn	S	P
3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1	0,006-0,011	0,028-0,12

Таблица 2 – Механические свойства

НВ	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %
180	200	0,4-0,7

НВ – Твердость по шкале Бринелля;

$\sigma_B$  – Предел кратковременной прочности

$\delta$  - Относительное удлинение

Деталь изготовлена из чугуна СЧ20.

Как конструкционный материал серый чугун используется для широкого спектра изделий практически во всех отраслях машиностроительного комплекса. К числу наиболее крупных потребителей чугуна следует отнести автомобилестроение, станкостроение, тяжелое и металлургическое машиностроение, санитарно-техническую промышленность и пр.

В конструкции автомобилей и тракторов масса литых деталей из серого чугуна, например, составляет 15-25% от общей массы.

Преимущественное применение серого чугуна обусловлено тем фактом, что в нем сочетаются высокая износостойкость и противозадирные свойства при трении с ограниченной смазкой, демпфирующая способность. Основная номенклатура изделий - это блоки, головки и гильзы цилиндров, крышки коренных подшипников двигателей, тормозные диски и диски сцепления,

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		9

тормозные барабаны и другие детали, для которых серый чугун является оптимально технологичным и экономичным конструкционным материалом.

#### **1.4. Анализ технологичности конструкции крышки корпуса подшипников**

##### **1.4.1. Качественный анализ**

Деталь «Крышка корпуса подшипников» представляет собой деталь полу цилиндрической формы с габаритными размерами 190 мм, 780 мм, имеет отверстия во внутренней поверхности  $\varnothing 240H7$ ,  $\varnothing 230H7$  с шероховатостью Ra 1,6, допуск соосности отверстий 0,05 мм (поверхность посадки подшипников) и отверстия  $\varnothing 225H14$ ,  $\varnothing 215H14$  с шероховатостью Ra 3,2.

Торцы детали имеют шероховатость Ra 3,2 и располагают на себе по 2 резьбовых отверстия М6-7Н.

Поверхность, присоединяющаяся к корпусу подшипников имеет шероховатость Ra 3,2 и ряд отверстий, 12 сквозных отверстий, 8 из которых  $\varnothing 18$  мм и 4 отверстия  $\varnothing 26$  мм, отверстия служат для крепления крышки корпуса подшипников к корпусу подшипников. Так же имеются 2 конических отверстия, с конусностью 1:50, под штифт 16x80 ГОСТ 3129-70

На цилиндрической поверхности детали имеются приливы на которых расположены резьбовые отверстия М24 (2 отв.) и М27x2 (3 отв.). Резьбовые отверстия М24 служат для установки датчиков вибрации, а 2 отверстия М27 (расположенных ближе к торцам) служат для установки датчиков температуры. Центральное отверстие М27x2 предназначено для вкручивания рым-болта.

Под технологичностью конструкции понимается свойство обеспечивать возможность изготовления детали методом высокопроизводительной технологии с минимальным припуском, с минимальной трудоемкостью,

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		10

себестоимостью производства без снижения эксплуатационных качеств машин.

Основным направлением обеспечения технологичности конструкции деталей является следующие:

1. Стандартизация и унификация узлов и их элементов.
2. Выбор материала и заготовки: конструкция должна обеспечивать применение наиболее экономических видов заготовок.
3. Уменьшение объема механической обработки:
  - использование точных заготовок;
  - уменьшение размеров обрабатываемых поверхностей за счет минимальных припусков.
4. Упрощение механической обработки за счет:
  - удобства выхода инструмента;
  - замены глубоких отверстий сквозными.
  - Применение производительной технологии.

#### 1.4.2. Количественный анализ детали.

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4, в которых  $T_i$  – квалитеты,  $Ш_i$  – значение параметра шероховатости,  $n_i$  – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Коэффициент точности определим по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Коэффициент точности

Ti	ni	Ti · ni
7	5	35
14	36	504

$$\sum ni = 41; \quad \sum Ti \cdot ni = 539$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{539}{41} = 13,15..$$

$$R_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,15} = 0,924.$$

Коэффициент шероховатости определим по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Коэффициент шероховатости

Шi	ni	Шi · ni
1,6	5	8
3,2	15	48
6,3	1	6,3

$$\sum ni = 21; \quad \sum Шi \cdot ni = 62,3$$

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{62,3}{21} = 2,97$$

$$R_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{2,97} = 0,66$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м} = \frac{M_d}{M_z},$$

где,  $M_d$  – масса детали по чертежу, кг;

$M_z$  – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = \frac{M_{детали}}{M_{загот.}} = \frac{98}{131} = 0,75$$

На основании выполненного анализа и расчетных показаний, деталь может считаться технологичной, и ее изготовление возможно на универсальных и специальных станках с высокой производительностью.

Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки оптимален (литьё в песчаную форму).

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1. Выбор типа производства

Определим тип производства в зависимости от годового объема выпуска и массы детали.

Таблица 5 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелко-серийное	Средне-серийное	Крупно-серийное	Массовое
> 1,0	> 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	< 200000
1,0 – 2,5	> 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	< 100000
2,5 – 5,0	> 10	10-500	500-35000	35000-75000	< 75000
5,0 - 10	> 10	10-300	300-25000	25000-50000	< 50000
< 10	> 10	10-200	200-10000	10000-5000	< 25000

В соответствии с таблицей 3, при массе детали 98 кг и годовом объеме выпуска 120 шт., определим тип производства как мелкосерийное.

Размер производственной партии деталей в мелкосерийном производстве может быть определен по формуле.

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{120 \cdot 48}{254} \approx 23 \text{ шт.}$$

где N – годовой объём выпуска деталей;

a - периодичность запуска в днях;

n – количество рабочих дней в году;

## 2.2. Выбор технологических баз и разработка метода базирования

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

Исходными данными для выбора баз являются: чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями; вид и точность заготовки; условия расположения и работы детали в машине.

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при обработке заготовок на станках.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет являться поверхность «1», она лишает деталь трёх степеней свободы (двух вращений и одного перемещения). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 1.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовой базой будет являться поверхность «2», она лишает деталь трёх степеней свободы (двух вращений и одного перемещения). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 2.

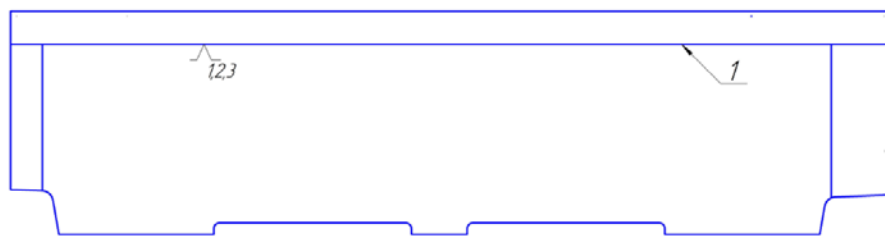


Рисунок 1 – Черновая база

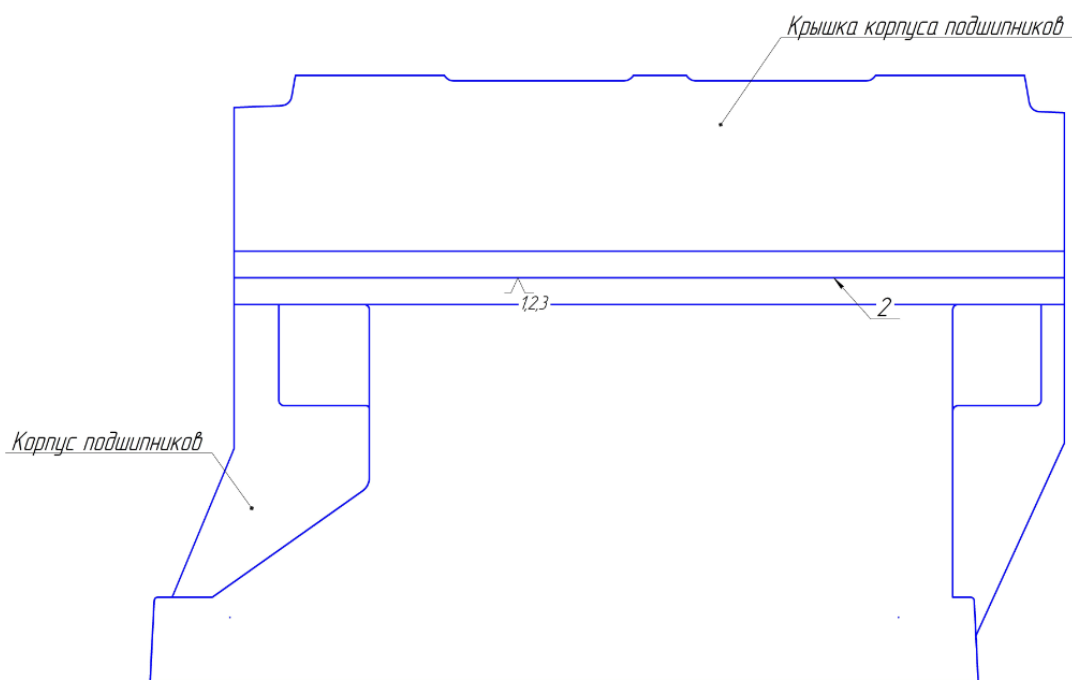


Рисунок 2 – Чистовая база

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.131 ПЗ

Лист

16



### 2.3. Разработка технологического процесса

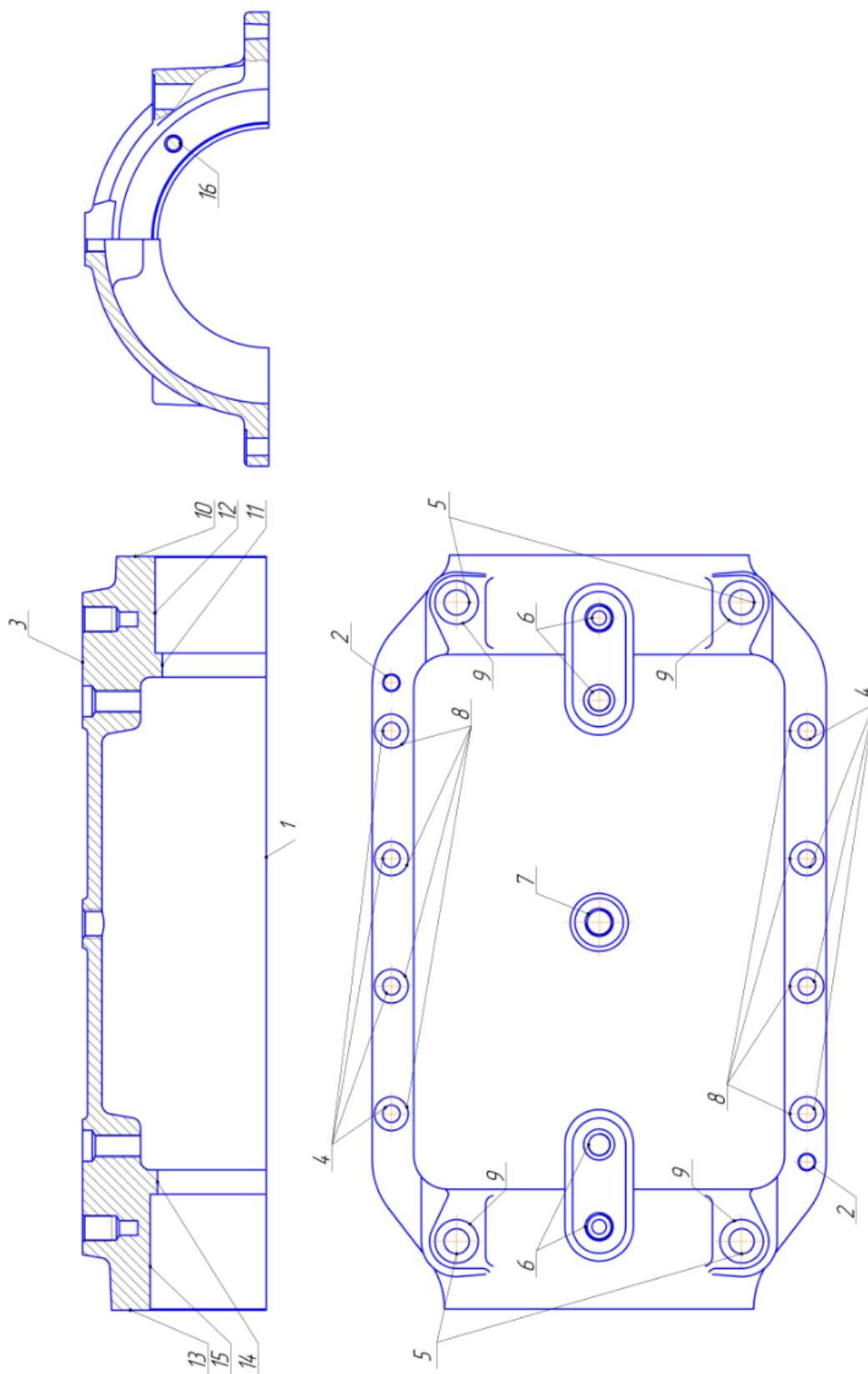


Рисунок 3 – Эскиз обрабатываемой детали

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.131 ПЗ

Лист

17

Технологический процесс механической обработки детали «Крышка корпуса подшипников» представлен в таблице 5.

Таблица 6 – Технологический процесс механической обработки детали

№	Операция	Оборудование	Инструмент	Краткое содержание операции
1	2	3	4	5
005	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	Фреза АМСМ15100HS	Установить заготовку. Фрезеровать поверхность 1 до толщины фланца 25 мм
010	Сборка	-		Установить крышку корпуса подшипников на корпус подшипников. Зафиксировать струбцинами.
015	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	Сверло 15 KING DRILL-3D Развертка коническая машинная 1:50 ГОСТ 10081-84	Установить заготовку. Сверлить отверстие 2. Развернуть отверстие 2
020	Сборка	-		Установить штифты в отверстия 2.
025	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	Фреза АМСМ15100HS Сверло 25 KING DRILL-3D Сверло 18 KING DRILL-3D Сверло 26 KING DRILL-3D Сверло 21 KING DRILL-3D Фреза концевая 16 ГОСТ 17026 Метчик машинный М27х2 GARANT Метчик машинный М24 GARANT	Фрезеровать поверхность 3 окончательно. Сверлить отверстия 4 Сверлить отверстия 5 Сверлить отверстия 6 Сменить инструмент. Нарезать резьбу в отверстиях 6. Сменить инструмент. Сверлить отверстие 7. Нарезать резьбу. Фрезеровать поверхности (4) Фрезеровать поверхности (5)

Окончание таблицы 6

030	Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной станок 2А636Ф1	Державка для расточного резца GARANT Резец Korloy PCNLNL 2525-M12 Сверло спиральное 5 ГОСТ 10903-77 Метчик машинный М6 ГОСТ 3266-81	Установить деталь Точить поверхность (10) начисто Точить поверхность (11) Точить поверхность (12) Снять фаску 1x45 Сверлить отверстия (16) Нарезать резьбу в отверстиях (16) Повернуть стол на 180 градусов Точить поверхность (13) начисто Точить поверхность (14) Точить поверхность (15) Снять фаску 1x45 Сверлить отверстия (16) Нарезать резьбу в отверстиях (16)
-----	-------------------------	--	--	---

#### 2.4. Выбор оборудования

Технологическое оборудование выбирается согласно принятым методам обработки поверхностей. При этом учитываются следующие факторы:

- размеры стола станка должны быть в 1,2-1,5 раза больше габаритных размерами детали для обеспечения возможности установки и закрепления на столе приспособления;
- мощность двигателя главного привода станка должна быть достаточной для принятого метода обработки; габаритные размеры и масса станка должны быть наименьшими.

### 2.4.1. Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1



Рисунок 4 – Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1

Таблица 7 – Технические характеристики станка

Система управления	Siemens Sinumerik 828D
Класс точности станка по ГОСТ 8-82	Н
Длина рабочей поверхности стола, мм	1600
Ширина стола, мм	630
Перемещение стола X,Y,Z, мм	1250_630_775
Предел частоты вращения шпинделя Min, об/мин	25
Предел частоты вращения шпинделя Max, об/мин	1250
Мощность двигателя, кВт	15
Габариты станка (длина, ширина, высота), мм	3250_4200_3780
Масса, кг	12500

## 2.4.2. Горизонтально-расточной станок



Рисунок 5 – Горизонтально-расточной станок 2А636Ф1

Таблица 8 – Технические характеристики станка

Система управления	Siemens Sinumerik 828D
Рабочая поверхность стола, мм	1600 x 1800
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	10000
Наибольшее перемещение стола поперечное (по оси X), мм	2000
Наибольшее перемещение стола продольное (по оси W), мм	1600
Наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной бабки (установочное) (по оси Y), мм	1600
Наибольшее горизонтальное (осевое) перемещение шпинделя (по оси Z), мм	1000
Угол поворота стола (по оси B), град	360
Частота вращения шпинделя, об/мин	6,3..1250

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Окончание таблицы 8

Скорость вращения планшайбы, об/мин	4..250
Наибольшее перемещение радиального суппорта планшайбы, мм	200
Количество электродвигателей на станке	10
Электродвигатель привода главного движения Мощность, кВт	22
Габариты станка, включая ход стола и салазок, мм	5622 x 8160 x 5135
Масса станка, кг	33945

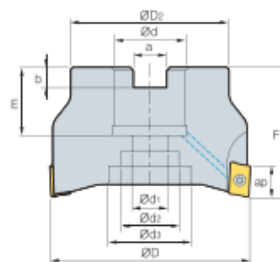
## 2.5. Выбор инструмента

При выборе режущего инструмента для обработки, в первую очередь руководствуемся технологией изготовления, используемым оборудованием, материалом детали и техническими требованиями. Крышка корпуса подшипников изготовлена из чугуна СЧ20, для обработки этого материала будем использовать сборный режущий инструмент, с СМП (сменные металлорежущие пластины), что позволяет вести обработку на повышенных режимах резания.

Для обработки детали используем металлорежущий инструмент корейского производства KORLOY.

Операции 005 Вертикально-фрезерная

### AMC(M)1500S



•AR : 9°~13°  
•RR : -14°~5°

(мм)

Обозначение		$\varnothing D$	$\varnothing D_2$	$\varnothing d$	$\varnothing d_1$	$\varnothing d_2$	$\varnothing d_3$	a	b	E	F	ap		
<b>(AMCM)</b> 15100HS		12	100	67	31.75(32)	18	26	42	12.7(14.4)	8(8)	32(26)	63	9	2.10

Рисунок 6 – Фреза AMCM15100HS

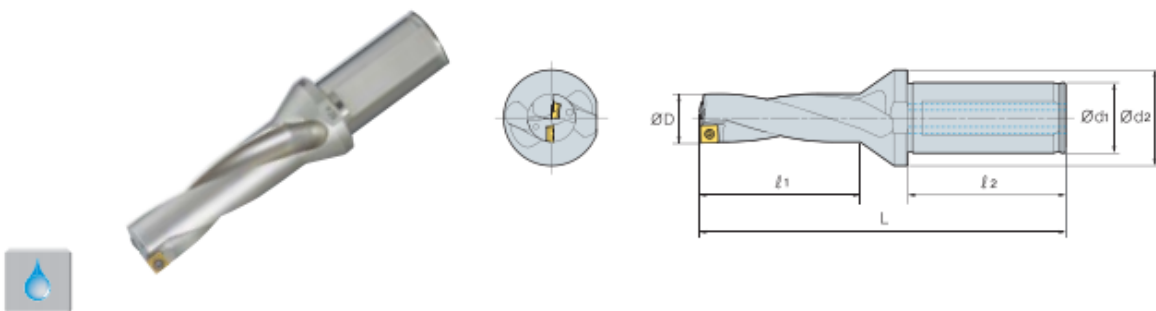
Обработываемые материалы	Стали	P	●	●	●	●	●	●	●	●	Условия резания					
	Нержавеющие стали	M	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Чугуны	K	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Цветные металлы	N	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Жаропрочные сплавы, титан	S	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Материалы с повышенной твердостью	H	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

СМП	Обозначение	Керметы		Твердые сплавы с покрытием						PCD		Размеры СМП (мм)						Геометрия	применяемые корпуса фрез, стр.						
		CN2000	CN30	NCM625	NC3330	PC3500	PC3600	PC3545	PC3530	PC3510	PC3300	PC3400	DPI150	DP200	l	d	t			r	d <sub>1</sub>	C			
<b>APMT-MM</b> 	160432R-MM																								

Рисунок 7 – СМП 160432R PC 5400

# KING DRILL-3D



Обозначение		ØD	Ød <sub>1</sub>	Ød <sub>2</sub>	ℓ <sub>1</sub>	ℓ <sub>2</sub>	L	СМП	Винт	Ключ
<b>K3D</b>	<b>15020-05</b>	15.0	20	25	48	50	114	SPMT050204-PD ХОМТ050204-PD	FTNA0204	TW06P
	<b>18025-06</b>	18.0	25	34	57	56	130			
	<b>21025-07*</b>	21.0	25	34	66	56	141			
	<b>25032-09</b>	25.0	32	44	78	60	160			
	<b>26032-09</b>	26.0	32	44	81	60	163			
	<b>32032-11</b>	32.0	32	44	99	60	186	SPMT130410-PD ХОМТ130406-PD	FTKA0410	TW15S
	<b>45040-15</b>	45.0	40	58	140	70	246			

Рисунок 8 – Сверло KING DRILL-3D

Форма	Обозначение	Тв. сплавы с покрытием										Тв. сплавы		Размеры СМП (мм)					Геометрия	
		NC3120	NC3220	NC3030	NC5330	PC5300	PC5335	PC3530	PC3500	NCM325	PC9530	NCM335	PC6510	H01	G10	l	d	t		r
<b>SPMT-PD</b>	060205-PD						●								6.2	-	2.5	0.5	2.5	
	130410-PD						●								13.0	-	4.5	1.0	4.5	

Рисунок 9 – СМП SPMT-PD

Форма	Обозначение	Тв. сплавы с покрытием										Тв. сплавы		Размеры СМП (мм)					Геометрия	
		NC3120	NC3220	NC3030	NC5330	PC5300	PC5335	PC3530	PC3500	NCM325	PC9530	NCM335	PC6510	H01	G10	l	d	t		r
<b>ХОМТ-PD</b>	050204-PD						●								4.8	5.4	2.4	0.4	2.3	
	130406-PD						●								11.9	13.6	4.5	0.6	4.5	

Рисунок 10 – СМП ХОМТ-PD



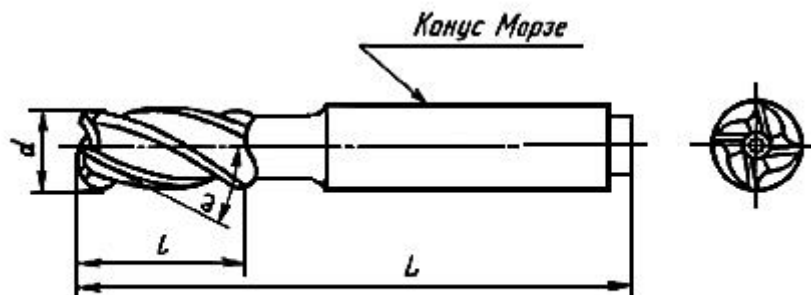


Рисунок 11 – Фреза концевая ГОСТ 17026-71

Обозначение по ГОСТ 2223-0003;  $D = 16$  мм;  $l = 32$  мм;  $L = 117$  мм; хвостовик КМ2.

**Garant Метчики машинные**

Особо прочная форма.

13 2150 – Центрирующая часть со смазочными канавками, но без канавок для отвода стружки. Заборная часть - форма В, с усиленным поднутрением. Разм. М2,6 со старым DIN-профилем.

$\leq M10$   $\geq M12$



M	13 2150	13 2155						
	Метчик машинный пароксидированный							
	Форма В	Форма D	мм	мм	мм	мм	мм	мм
M24	XXX	-	3	160	18	14,5	21	
M27	XXX	-	2	180	21	16	22	

Рисунок 12 – Метчик машинный GARANT

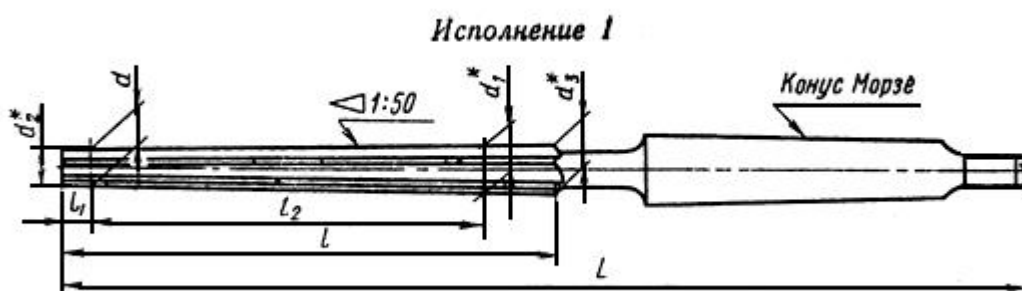


Рисунок 13 – Развертка коническая машинная ГОСТ 10081-84

Обозначение по ГОСТ 2373-0029;

$d = 12$  мм;  $d_1 = 15,6$  мм;  $d_2 = 11,8$  мм;  $d_3 = 16$  мм;  $L = 315$  мм;  $l_1 = 10$  мм;  $l_2 = 180$  мм;

$l = 210$  мм;  $z = 7$ ; КМ2.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.131 ПЗ

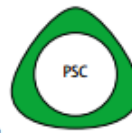
Лист

25

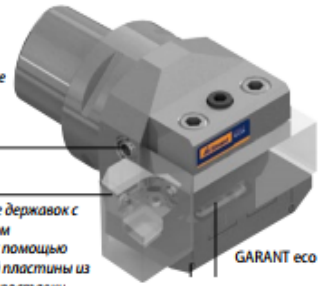


Со сферическим соплом с резьбой для трубки подачи СОЖ.  
 318851-8859 – **GARANT** - Оптимизация стойкости, повышение качества поверхностей, эксплуатационной надёжности и производительности с GARANT eco.

**Применение:** Для крепления державок ISO с хвостовиком квадратного сечения.



Сферические сопла высокого давления



Применение державок с хвостовиком 20 и 25 мм с помощью подкладной пластины из комплекта поставки.

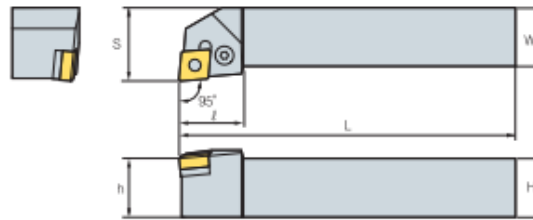
для квадрата держателя		мм	20	25	32		
300	<b>318921</b>	ВН18843	Резцедержатель аксиальный, одинарный, правый	<b>PSC 50</b>	XXX	-	-

Рисунок 14 – Державка для расточного резца GARANT

**PCLNR/L**



CN□□



95°

• Правое исполнение (мм)

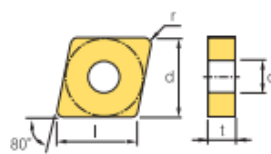
Обозначение	H	W	L	S	h	l	СМП	Кронштейн	Винт	Опорная пластина	Штифт	Ключ	Рука ключа
<b>PCLNR/L</b> 2525-M12	25	25	150	32	25	28	CN□□1204□□	LV4	VHX0821	SC42	SP4	HW30L	LSPS4

Рисунок 15 – Резец Korloy PCNLNL 2525-M12

**CN**○○○

Ромб

80° Отрицательная геометрия



Линейные размеры(мм)			
Размер	d	t	d1
09	9.525	3.18	3.81
12	12.7	4.76	5.16
16	15.875	6.35	6.35
19	19.05	6.35	7.93

Обрабатываемые материалы	Стали	P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Условия резания				
	Нержавеющие стали	M	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Чугуны	K	●																					
Цветные металлы	N	●																					
Жаропрочные сплавы, титан	S	●																					
Материалы с повышенной твердостью	H	●																					
	120404	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.15-0.60	1.00-5.00	
	120412	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.15-0.70	1.50-6.00

Рисунок 16 – СМП для черновой и чистовой обработки

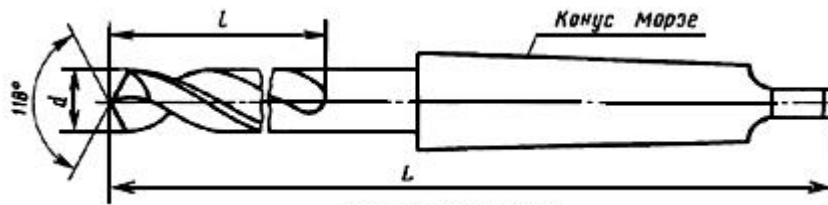


Рисунок 17 – Сверло спиральное ГОСТ 10903-77

Обозначение по ГОСТ 2301-3001; D = 5 мм; l = 52 мм; L = 133 мм; хвостовик KM1.

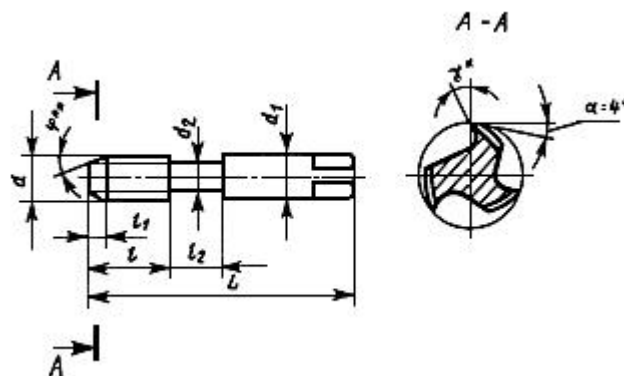


Рисунок 18 – Метчик машинный ГОСТ 3266-81

Обозначение по ГОСТ 2621-1153;  $D = 6$  мм;  $P = 1$  мм;  $L = 66$  мм;  $l = 19$  мм.

## 2.6. Выбор средств технического контроля

При выборе средств измерения главным требованием является качественный и быстрый контроль получаемых размеров, как в процессе обработки, так и по ее окончании. В процессе изготовления деталь контролируется с помощью универсального измерительного инструмента.

1. Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-89;
2. Штангенциркуль ШЦ-П-125-0,1 ГОСТ 166-89;
3. Штангенглубиномер ШГ-400-0,05 ГОСТ 162;
4. Штангенрейсмас ШР-630-0,1 ГОСТ 164-90;
5. Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88;
6. Калибр-пробка М24 (непроходная) ГОСТ 24997-81;
7. Калибр-пробка М24 (проходная) ГОСТ 24997-81;
8. Калибр-пробка М27х2 (непроходная) ГОСТ 24997-81;
9. Калибр-пробка М27х2 (проходная) ГОСТ 24997-81;
10. Калибр-пробка М6 (непроходная) ГОСТ 24997-81;
11. Калибр-пробка М6 (проходная) ГОСТ 24997-81;
12. Калибр-пробка 1:50,  $\varnothing 16^*$  ГОСТ 24932-81;
13. Эталоны шероховатости ( $R_a$ ) ГОСТ 8.296-78

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.131 ПЗ

Лист

27

## 2.7. Расчет припусков заготовки

Определение припусков расчетно-аналитическим методом

Рассчитать припуски на механическую обработку наружного диаметра большого фланца Ø240Н7

Технический маршрут обработки:

1. черновое точение;
2. полустоговое точение;
3. чистовое точение;

Заготовка-отливка.

Минимальный припуск для обработки наружных поверхностей вращения определяется по формуле

$$2Z_{\min}=2 \cdot [R_Z + h + \sqrt{\Delta^2 + E^2}],$$

где  $R_Z$  – высота поверхностей профиля на предшествующем переходе;

$h$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta$  – суммарные отклонения расположения поверхности;

$E$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Суммарные отклонения расположения поверхности для нашего случая определяется по формуле

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2},$$

где  $\Delta_{\text{кор}}$  – величина коробления отливки:

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot L = 0,7 \cdot 84 = 59 \text{ мкм.}$$

Суммарные отклонения расположения поверхности для нашего случая определяется по формуле

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2},$$

где  $\Delta_{\text{кор}}$  – величина коробления отливки:

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot L = 0,7 \cdot 120 = 84 \text{ мкм.}$$

L - длина заготовки, L = 120 мм;

$\Delta_k$  - удельная кривизна заготовки;

$\Delta_{см}$  – величина смещения отверстия отливки,

$\Delta_{см}=250$  мкм.

$$\Delta = \sqrt{84^2 + 250^2} = 263 \text{ мкм},$$

Остальные пространственные отклонения на обработанных поверхностях.

$$\Delta_{ост} = \Delta \cdot K_y,$$

где  $K_y$  – коэффициент уточнения.

Черновое точение -  $\Delta_{ост1} = 263 \cdot 0,06 = 16$  мкм

Получистовое -  $\Delta_{ост2} = 263 \cdot 0,05 = 13$  мкм

Чистовое -  $\Delta_{ост3} = 263 \cdot 0,04 = 10$  мкм

Качество поверхности заготовки после различных видов обработки.

$\varepsilon_y$  – погрешность установки заготовки не учитывается, т.к. конструкция детали жесткая.

Максимальный диаметр при обработке

$$d_{\min I-1} = d_{\min I} + 2Z_{\min I},$$

$$d_{\max 3} = 240 - 1,84 = 238,16 \text{ мм.}$$

$$d_{\max 2} = 240,046 - 406 = 239,64 \text{ мм.}$$

$$d_{\max 1} = 240,046 - 0,146 = 240,032 \text{ мм.}$$

Минимальный диаметр при обработке

$$d_{\max I-1} = d_{\min I-1} + T_{di},$$

$$d_{\min 3} = 240 - 1,44 = 238,56$$

$$d_{\min 2} = 240,046 - 0,402 = 239,644$$

$$d_{\min 1} = 240,032 - 0,146 = 239,886$$

Максимальный припуск на обработку

$$2Z_{\max 3} = 240 - 238,56 = 1,44 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max 2} = 240,046 - 236,644 = 0,402 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max 1} = 240,032 - 239,886 = 0,146 \text{ мм.}$$

Таблица 9 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности  $\varnothing 240H7$

№ перехода	Технологические переходы на обработку поверхности	Элементы Припуска мкм.			Расчетный припуск $2Z_{\min}$ мкм.	Расчетный размер $d_{\min}$ мм.	Допуск $T_d$ мкм.	Предельный размер мм.		Предельные значения припусков мкм	
		$R_Z$	$h$	$\Delta$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
1.	Заготовка	200	200	257	-		1000				
2.	Черновое точение	50	50	16	1440	238,56	400	238,16	238,56	1314	1914
3.	Получистовое точение	20	20	13	402	239,644	160	239,64	239,48	232	472
4.	Чистовое точение	8	10	-	146	240,032	46	240	240,046	106	241

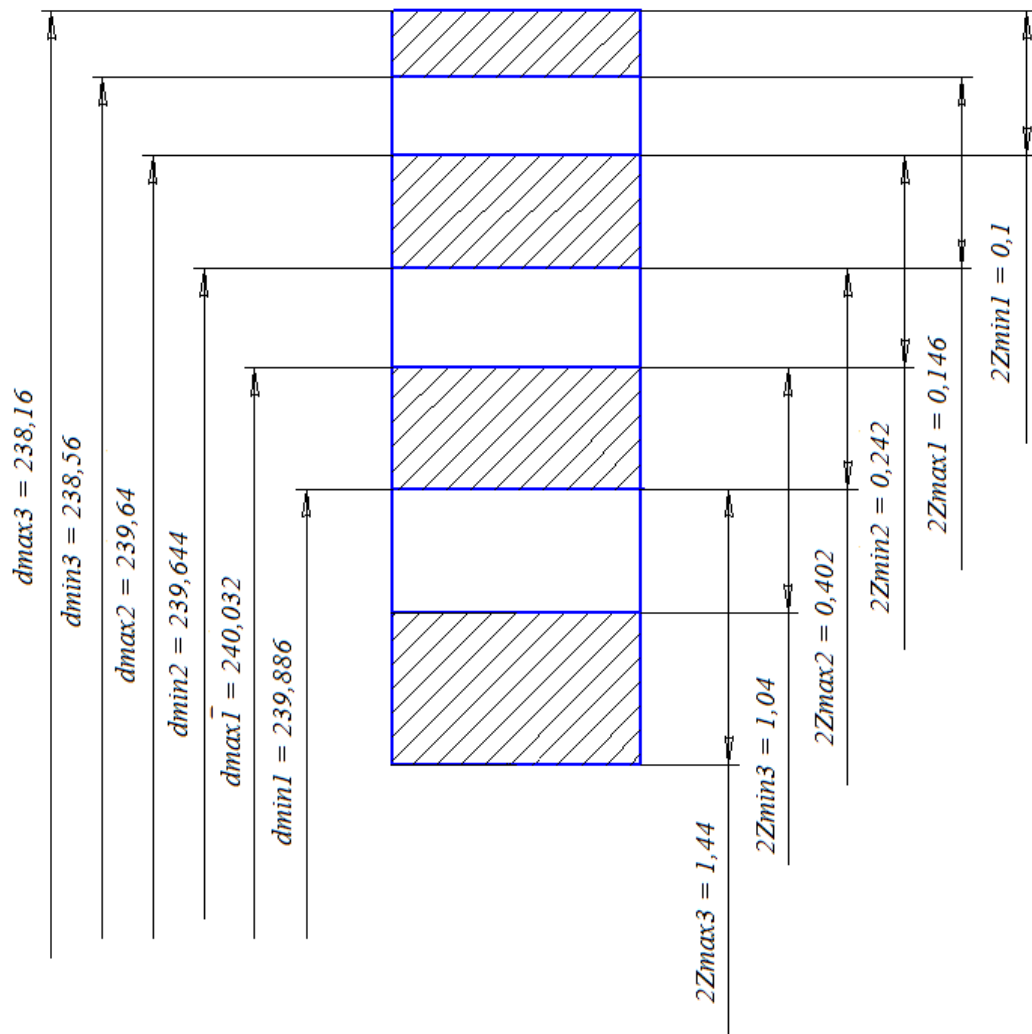


Рисунок 19 – Схема графического расположения припусков допусков на обработку поверхности  $\text{Ø}240\text{H}7$

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.131 ПЗ

Лист

31

На остальные обрабатываемые поверхности детали (т.е. на все, кроме одной, рассчитанной аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры сведем в таблицу 6.

Таблица 10 – Определение допусков размеров отливки по классу размерной точности отливки (Табличный метод расчета припусков)

Чистовой размер	Размер отливки
230H7	228±0,5
120 +0,5	122±1
100 +0,5	102±1
190H14	195±1
780H14	786±1

## 2.8 Расчет и назначение режимов резания

В условиях серийного производства технические нормы времени на станочные работы устанавливаются методом технического расчета по нормативам режимов резания и нормативам времени, исходя из типового содержания операции.

Расчет режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах Korloy.

Приведем пример расчета режимов резания.

*Операция 005 Вертикально-фрезерная с ЧПУ*

Переход 1. Фрезеровать поверхность 1 до толщины фланца 25 мм

Инструмент - Фреза AMCM15100HS, СМП 160432R PC 5400

Глубина резания:  $t = 2$  мм;

Подача:  $S = 0,5$  мм/об;

Период стойкости СМП:  $T = 15$  мин;

Начальная скорость резания:  $V = 240$  м/мин

Действительная скорость резания

$$V_c = V_{c0} \cdot k_{HB} \cdot k_t,$$



где  $k_{НВ}$  – поправочный коэффициент, зависящий от разности реальной твердости обрабатываемого материала и табличного значения;

$k_t$  – поправочный коэффициент для периодов стойкости, отличных от 15 мин.

$$V_C = 240 \cdot 1,15 \cdot 1 = 276 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 276}{\pi \cdot 177} = 496 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n = 500 \text{ мин}^{-1}$ .

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 177 \cdot 500}{1000} = 278 \text{ м/мин.}$$

Основное время обработки

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{673,5}{250} \cdot 2 = 5,38 \text{ мин.}$$

Длина обработки

$$L = l + l_{вр} + l_{пер} = 670 + 2 + 1,5 = 673,5 \text{ мм,}$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности,

$l_{вр}$  – величина на врезание,  $l_{вр} = 2 \text{ мм}$ ;

$l_{пер}$  – величина перебега,  $l_{пер} = 1,5 \text{ мм}$ ;

$S_m$  – минутная подача,  $S_m = S \cdot n = 0,5 \cdot 500 = 250 \text{ мм/мин}$ ;

$i$  – число проходов,  $i = 2$ .

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 11.

Таблица 11 – Режимы резания

№	Название операции	№ перехода	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Режимы резания			
				Глубина резания, $t$ , мм	Частота вращения шпинделя, $n$ , об/мин	Скорость резания, $V$ , м/мин	Подача на оборот, $S$ , мм/об
005	Вертикально-фрезерная	1	192	2	500	276	0,5
015	Вертикально-фрезерная	1	Ø15	7,5	400	23	0,15
		2	Ø16	1	400	23	0,15
025	Вертикально-фрезерная	1	190	1	500	276	0,5
		2	Ø18	9	400	27	0,2
		3	Ø21	10,5	400	27	0,2
		4	M24	3	46	3,45	3
		5	Ø26	13	340	27	0,2
		6	Ø24	12	340	27	0,2
		7	M27x2	2	55	3,45	2
		8	Ø35	2	500	276	0,5
		9	Ø45	2	500	276	0,5
030	Горизонтально-расточная	1	782	2	500	276	0,5
		2	Ø215	1,5	250	180	0,5
		3	Ø230	1,5	250	180	0,5
		4	Ø230	0,1	500	200	0,2
		5	Ø5	2,5	400	27	0,2
		6	M6	1	46	3,45	1
		7	780	2	500	276	0,5
		8	Ø225	1,5	250	180	0,5
		9	Ø240	1,5	250	180	0,5
		10	Ø240	0,1	500	200	0,2
		11	Ø5	2,5	400	27	0,2
		12	M6	1	46	3,45	1

## 2.9. Расчет норм времени

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n},$$

где  $t_{ш}$  – штучное время, мин.;

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин.;

$n$  – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд},$$

где  $t_{осн}$  – основное время, мин.;

$t_{всп}$  – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$  – время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{дет} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}},$$

где  $L_{расч}$  – расчётная длина, мм;

$l_{дет}$  – длина детали, мм;

$l_{вр}$  – длина врезания, мм;

$l_{пер}$  – длина перебега, мм;

$S$  – величина подачи, мм/об.;

$S_{мин}$  – минутная подача, мм/мин.;

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

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп},$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_o + t_b + t_{об} + t_{от},$$

где,

$T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время на операцию;

$n$  – количество деталей в партии;

$t_o$  – основное (машинное) время, мин;

$t_b$  – вспомогательное время, мин;

$t_{об}$  – время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время:

$$t_b = t_{у.с} + t_{уп} + t_{изм},$$

где,

$t_{у.с}$  – время на установку и снятие детали;

$t_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали;

$t_{уп}$  – время на приемы управления;

$t_{изм}$  – время на измерение детали;

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг},$$

где,

$t_{тех}$  – время на техническое обслуживание;

$t_{орг}$  – время на организационное обслуживание;

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всн}) = 0,06 \cdot t_{он} ,$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всн}) = 0,04 \cdot t_{он} ,$$

Таблица 12 – Основное и вспомогательное время

№ и наименование операции	$t_o$ , мин	$t_v$				$t_{об}$		$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{ш-к}$
		$t_{yc}$	$t_{yn}$	$t_{из}$	$t_{зо}$	$t_{тех}$	$t_{орг}$				
Операция 005 Вертикально-фрезерная	5,38	2,4	1,85	1,16	5,3	0,96	0,96	0,05	18,06	12	30,06
Операция 015 Вертикально-фрезерная	4,6	3,6	1,17	1,20	8,9	1,16	1,16	0,13	20,76	5	25,76
Операция 025 Вертикально-фрезерная	43,42	2,1	1,47	4,33	2,1	3,2	3,2	0,13	59,82	20	79,82
Операция 035 Горизонтально-расточная	173,52	5,2	3,95	8,87	14	12,33	12,33	0,08	230,28	25	255,28

## 2.10. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ

Различают три основных метода создания программ обработки для ЧПУ: метод ручного программирования, метод программирования непосредственно на стойке СПУ и метод программирования с помощью САМ-систем.

G – Подготовительные функции;

M – Вспомогательные функции;

N – Номер кадра;

F – Подача;

S – Обороты;

T – Инструмент.

### *Метод ручного программирования*

При ручном написании УП для станка с ЧПУ целесообразнее всего использовать персональный компьютер с установленным в него операционной системой с текстовым редактором. Метод неавтоматизированного программирования строится на записи посредством клавиатуры ПК (либо, если в условиях производства ПК не предусмотрено, то просто на листе бумаги) необходимых данных в виде G и M кодов и координат перемещения обрабатывающего инструмента.

Ручной способ программирования – занятие весьма кропотливое и утомительное. Однако любой из программистов-технологов обязан хорошо понимать технику ручного программирования вне зависимости от того, использует ли он ее в реальной действительности. Применяется ручной способ программирования главным образом в случае обработки несложных деталей либо по причине отсутствия необходимых средств для разработки программ.

Отметим, что даже в случае использования САМ-системы как основного инструмента программирования весьма часто возникает необходимость в ручной коррекции УП по причине выявления ошибок на стадии верификации. Потребность в ручной коррекции управляющих программ всегда возникает и в ходе их первых текстовых прогонов непосредственно на станке.

#### *Способ программирования на пульте стойки ЧПУ*

Современные станки с ЧПУ, как правило, обеспечены возможностью создания рабочих управляющих программ непосредственно на пульте, оснащённом клавиатурой и дисплеем. Для программирования на пульте может быть использован как диалоговый режим, так и ввод G и M кодов. При этом уже созданную программу можно протестировать, используя графическую имитацию обработки на дисплее с ЧПУ управлением.

#### *Способ программирования с помощью CAD/CAM систем*

САМ – система осуществляющая в автоматическом режиме расчёт траектории перемещения обрабатывающего инструмента и применяемая при составлении программ для станков с ЧПУ в случае обработки деталей сложных форм при необходимости использования множества различных операций и режимов обработки.

CAD – система автоматизированного проектирования, обеспечивающая возможность моделирования изделий и минимизирующая затраты времени при выполнении конструкторской документации.

Разработка управляющих программ с применением CAD/CAM систем существенно упрощает и ускоряет процесс программирования. При использовании CAD/CAM систем программист-технолог избавлен от необходимости выполнять трудоемкие математические расчеты и получает инструментарий, способный значительно ускорить процесс создания УП.

										Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.131 ПЗ					39

С самого начала УП обязательно пишется код начала программы % и номер программы (например, O001). Два этих первых кадра не влияют на процесс обработки, тем не менее, они необходимы для того чтобы СЧПУ могла определить в памяти одну программу от другой. Указания номеров для таких кадров не допускаются.

O0001 (PLOSKOST)

Следующая строка, настраивает систему ЧПУ на определенный режим работы с последующим кадром УП. Иногда такие кадры называют строками безопасности, так как они позволяют перейти системе в некоторый стандартный режим работы или отменить ненужных функций.

N15 G21 G40 G49 G54 G80 G90

Кадры с N20 по N30 говорят станку о необходимости подготовки к обработке.

N 20 M06 T01

N25 G43 H01

N30 M03 S500

Кадры с N35 по N70 непосредственно отвечают за обработку детали.

N35 G00 X5 Y10

N40 G00 Z 1.5

N45 G01 Z-2 F30

N50 G01 X5 Y5

N55 G01 X9 Y5

N60 G01 X9 Y10

N65 G01 Z1.5

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 005, которая выполняется на вертикально-фрезерном станке 6560Ф1.





### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Крышка корпуса подшипников» на участке механической обработки в условиях единичного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 12 штук в год.

#### 3.1. Определение количества технологического оборудования

Таблица 13 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t<sub>шт.к.</sub></i> , мин
005	Вертикально-фрезерная	6560Ф1	30,06
015	Вертикально-фрезерная	6560Ф1	25,76
025	Вертикально-фрезерная	6560Ф1	79,82
030	Горизонтально-расточная	2А636Ф1	255,28

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60},$$

Где:

*t*- штучно- калькуляционное время операции, мин;

*N<sub>год</sub>*- годовая программа выпуска деталей, шт;

*F<sub>об</sub>*- действительный фонд времени работы оборудования, ч;

*k<sub>вн</sub>*- коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия  
*k<sub>вн</sub>* = 1,0 ÷ 1,2);

*k<sub>3</sub>* – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; *k<sub>3</sub>* = 0,75 ÷ 0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{k_p}{100} \right),$$

Где:

$F_n$  - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_p$  - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_n = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 5790 \cdot \left( 1 - \frac{9}{100} \right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

$$q(005) = \frac{30,06 \cdot 120}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,02 \text{ шт.}$$

$$q(015) = \frac{25,76 \cdot 120}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,01 \text{ шт.}$$

$$q(025) = \frac{79,82 \cdot 120}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,04 \text{ шт.}$$

$$q(30) = \frac{255,28 \cdot 12}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,13 \text{ шт. Принимаем } q(030) = 1 \text{ шт.}$$

Принимаем  $q = 1 \text{ шт.}$

Таблица 14 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Вертикально-фрезерный 6560Ф1	Вертикально-фрезерный 6560Ф1	Вертикально-фрезерный 6560Ф1	Горизонтально-расточной
Количество станков по расчету, ед	0,02	0,01	0,04	0,13
Принимаемое количество станков	1			1
Коэффициент загрузки оборудования, %	0,08			0,13
Средний коэффициент загрузки оборудования, %	0,1			

### 3.2. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование и программное обеспечение к нему не приобретаются, а уже есть на предприятии. Поэтому в данном случае не требуется производить расчет капитальных вложений.

### 3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и,$$

где  $Z_{зп}$  – затраты на заработную плату, р.;

$Z_э$  – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;



Численность станочников вычисляем по формуле [26]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p},$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1930 ч.;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{мн}=1$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей:  $N_{год} = 120$  шт.

$$Ч_{ст}^{005} = \frac{30,06 \cdot 120 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 0,03 \text{ чел};$$

$$Ч_{ст}^{015} = \frac{25,76 \cdot 120 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 0,02 \text{ чел};$$

$$Ч_{ст}^{025} = \frac{79,82 \cdot 120 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 0,08 \text{ чел};$$

$$Ч_{ст}^{030} = \frac{255,28 \cdot 120 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 0,3 \text{ чел}.$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Результаты вычислений занесем в таблицу 15.

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		46

Таблица 15 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел.	
				расчетная	принятая
Вертикально-фрезерная	180	30,06	90,18	0,03	1
Вертикально-фрезерная	180	25,76	77,28	0,02	
Вертикально-фрезерная	180	79,82	239,46	0,08	
Горизонтально-расточная	180	255,28	765	0,3	1
Итого:		390,92	1171,92	0,043	2

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 1171,92 \cdot 120 = 140630 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{год} = 120$  шт.;

$k_p$  – районный коэффициент,  $k_p = 1,15$ ;

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$k_{доп} = 1,05;$$

$C_T^{всп}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N},$$

где  $g_{\text{п}}$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет  $g_{\text{п}} = 0,12$  шт.;

$n$  – число смен работы оборудования,  $n = 3$ ;

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 10$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,12 \cdot 3}{10} = 0,036 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,51 = 0,06 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,51 = 0,04 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{65,5 \cdot 1674 \cdot 0,036 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{120} = 39,71 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{51,5 \cdot 1674 \cdot 0,06 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{120} = 52,04 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{48,1 \cdot 1674 \cdot 0,04 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{120} = 32,4 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	65,5	0,036	1	39,71
Транспортный рабочий	51,5	0,06	1	52,04
Контролер ОТК	48,1	0,04	1	32,4
Итого:			3	124,15

Определим затраты на заработную плату за год:



$$З_{зп} = 124,15 \cdot 120 = 14898 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 140630 + 14898 = 155528 \text{ р.}$$

*Отчисления в социальный фонд.*

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$155528 \cdot 0,3 = 46658,4 \text{ р.}$$

### 3.4. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э,$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,  
 $k_N = 0,2 \div 0,4$ ;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства  $k_{вр} = 0,7$ ;

$k_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{од} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{од} = 1$  при одном двигателе;

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ ;

$Ц_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_э = 3,3 \text{ р.}$

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		49

Производим расчеты по формуле:

$$Z_3(005) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 30,06}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 82 \text{ р};$$

$$Z_3(015) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 25,76}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 70,2 \text{ р};$$

$$Z_3(025) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 79,82}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 217,7 \text{ р};$$

$$Z_3(030) = \frac{22 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 255,28}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 1021 \text{ р}.$$

Результаты расчета сводим в таблицу.

Таблица 17 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	15	30,06	82
Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	15	25,76	70,2
Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	15	79,82	217,7
Горизонтально-расточной станок 2А636Ф1	22	255,28	1021
Итого			1390,9

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 1390,9 \cdot 120 = 166908 \text{ р}.$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

Где:  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}$$

Где:  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{амН} = 8\%$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обНОВ} = 5268,9$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ .

Производим расчеты по вариантам по формуле:

$$C_{ам}(005) = \frac{3500000 \cdot 0,08 \cdot 30,06}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 30,7 \text{ р.}$$

$$C_{ам}(015) = \frac{3500000 \cdot 0,08 \cdot 25,76}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 26,31 \text{ р.}$$

$$C_{ам}(025) = \frac{350000 \cdot 0,08 \cdot 79,82}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 81,54 \text{ р.}$$

$$C_{ам}(030) = \frac{5100000 \cdot 0,08 \cdot 255,28}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 380 \text{ р.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ( $C_{рем}$ ) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

Вычисления производим по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{зод}}$$

где  $\Sigma Re$  - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}}(005) = \frac{3500000 \cdot 0,02}{30,06 \cdot 120} = 19,4 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(015) = \frac{3500000 \cdot 0,03}{25,76 \cdot 12} = 33,96 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(025) = \frac{3500000 \cdot 0,04}{79,82 \cdot 12} = 14,62 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(030) = \frac{5100000 \cdot 0,03}{255,28 \cdot 12} = 4,99 \text{ р}.$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу.

Таблица 18 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	3500	1	8	30,06	30,7	19,4
Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	3500		8	25,76	26,31	33,96
Вертикально-фрезерный станок 6560Ф1	3500		8	79,82	81,54	14,62
Горизонтально-расточной станок 2А636Ф1	5100	1	8	255,28	380	4,99
Итого					517,92	72,77

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = 517,92 + 72,77 = 590,69 \text{ р}.$$

### 3.5. Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

$$Z_{\text{зи}} = (\text{Ц}_{\text{пл}} \cdot n + (\text{Ц}_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot \text{Ц}_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

где  $Z_{\text{зи}}$  - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$\text{Ц}_{\text{пл}}$  - цена сменной многогранной пластины, р.;

$n$  - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$\text{Ц}_{\text{корп}}$  - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$\text{Ц}_{\text{компл}}$  - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$  – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания

и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение  $k_{\text{компл}} = 5$  соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

$Q$  - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина  $Q$  также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя  $Q$

рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице 1;

$N$  - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать  $N = 6$ );

$b_{\text{фи}}$  - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$  - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$  - период стойкости инструмента, мин.

Таблица 19 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фреза AMCM1510 OHS СМП 160432R PC 5400	5,38	12540     630	     320	-	0,90	4,7
015	Сверло 15 KING DRILL-3D  СМП SPMT- PD  Развертка коническая машинная ГОСТ 10081- 84	4,6	8790  420  4990	  290  160	-	0,90  0,9	2,4  3,4

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8
025	Фреза AMCM1510 OHS СМП 160432R PC 5400	6.2	12540		-		5,4
	Сверло 25 KING DRILL-3D СМП SPMT- PD	8.8	8790	630	320	0,90	21,4
	Сверло 26 KING DRILL-3D СМП SPMT- PD	18.6	8790	420	290	0,90	44,7
	Сверло 21 KING DRILL-3D СМП SPMT- PD	4.9	8790	420	290	0,90	11,8
	Метчик машинный M27x2 GARANT	12.6	5500	310		0,90	41,58
	Метчик машинный M24 GARANT	6.2	4800	310		0,90	17,8
	Фреза концевая ГОСТ 17026- 71	22.5	3200	140		0,90	96

Окончание таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8
030	Резец Korloy PCNLNL 2525-M12 СМП 120408 GH	222.1	7800	320	-	0,90	74,7
	Сверло спиральное 5 ГОСТ 10903-77	22.1	80	140		0,90	33,2
	Метчик машинный М6 ГОСТ 3266-81	11.08	140	280		0,90	18,5
Итого:							375,58

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу.

Таблица 19 – Технологическая себестоимость обработки детали.

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	2420,5
Затраты на технологическую электроэнергию	1390,9
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	72,77
Затраты на инструмент	375,58
Итого	4259,25



### 3.6. Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% ,$$

Где:  $T^t$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}} (005) = \frac{30,06}{390,92} \cdot 100\% = 7,69\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (015) = \frac{25,76}{390,92} \cdot 100\% = 6,59\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (025) = \frac{79,82}{390,92} \cdot 100\% = 20,42\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (030) = \frac{255,28}{390,92} \cdot 100\% = 65,3\% .$$

#### *Доля прогрессивного оборудования*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% ,$$

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 2$  шт.;

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 2$  шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{2}{2} \cdot 100\% = 100\% .$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t} ,$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{пр. 005} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{30,06} = 4009,6 \text{ шт / чел.год}$$

$$B_{пр. 015} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{25,76} = 4678 \text{ шт / чел.год}$$

$$B_{пр. 025} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{79,82} = 1510 \text{ шт / чел.год}$$

$$B_{пр. 030} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{255,28} = 472,1 \text{ шт / чел.год}$$

В таблице 20 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 20 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	120
Количество оборудования	шт.	2
Количество рабочих	чел.	5
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	390,92
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		4290,78
- затраты на инструмент	руб.	375,58
- заработная плата рабочих		2420,5
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	2,667,4
Коэффициент загрузки оборудования		0,1

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Тема дипломного проекта «Разработка технологического процесса обработки детали «Крышки корпуса подшипников»». Разработка технологического процесса заключается в том, что наряду с универсальным металлорежущим оборудованием применяется станки с ЧПУ.

Чтобы оборудование работало в полную мощность, эффективно и с максимальным использованием своих технических возможностей необходим обученный персонал.

Для работы на универсальном металлорежущем оборудовании, применяемом в усовершенствованном технологическом процессе обработки детали «Корпус подшипника» разработан урок теоретического обучения по дисциплине «Спецтехнология».

Для выбора методов и средств обучения необходимо применить такое методическое обеспечение занятия, которое наряду с высоким качеством подготовки учащихся было бы экономично и позволяло бы быстро изменять содержание обучения. Одним из современных средств, дающим возможность решать эту проблему, является компьютерное средство обучения.

##### 5.1. Обоснование дидактической целесообразности предлагаемой разработки

При проведении урока теоретического обучения будут использоваться компьютерные средства обучения. Учебный материал будет представлен в форме презентации.

Применение компьютерных средств имеет ряд преимуществ перед применением средств традиционного обучения.

В традиционном обучении преподаватель берёт на себя много функций, а в обучении, где используются компьютеры – роль помощника в работе, одного из источников информации. По сравнению с традиционным, в обучении, где используются компьютеры, меняется и взаимодействие с педагогом: его активность уступает место активности учащихся, его задача – создать условия для их инициативы. В таком обучении учащиеся выступают не пассивными “обучаемыми”, а полноправными участниками, их опыт важен не менее чем опыт преподавателя, который не дает готовых знаний, а побуждает к самостоятельному поиску.

Компьютерные средства обучения имеют следующие преимущества перед традиционными:

- создание условий для самостоятельной проработки учебного материала (самообразования), позволяющих обучаемому выбирать удобные для него место и время работы, темп учебного процесса;
- более глубокая индивидуализация обучения и обеспечение условий для его вариативности (в адаптивных системах);
- возможность работать с моделями изучаемых объектов и процессов;
- возможность взаимодействия с виртуальными трехмерными образами изучаемых объектов;
- возможность представления в мультимедийной форме уникальных информационных материалов (картин, рукописей, звукозаписей);
- возможность автоматизированного контроля и более объективное оценивание знаний и умений;
- возможность автоматической генерации большого числа не повторяющихся заданий для контроля знаний и умений;
- возможность поиска информации и более удобного доступа к ней (гипертекст, закладки, поиск по ключевым словам);

- создание условий для эффективной реализации прогрессивных психолого-педагогических методик (игровые и состязательные формы обучения, экспериментирование, «погружение» в виртуальную реальность).

По моему мнению, использование компьютерных средств обучения в учебном процессе способствует:

- росту качества обучения;
- снижению затрат на организацию и проведение учебных мероприятий;
- уменьшению потребностей в учебно-методических пособиях на бумажных носителях;
- снижению нагрузки на средства материально-технического обеспечения учебного процесса (помещения, лабораторное оборудование).

## 5.2. Анализ темы программы

Название профессии: Фрезеровщик

Дисциплина: Спецтехнология

Срок обучения: 1 год

Уровень квалификации: 3 разряд

Тема №6 «Способы нарезания крепежной резьбы»

Таблица 5.1 – Составление плана изложения темы №6 «Способы нарезания крепежной резьбы»

№ темы	Название темы	Кол-во часов
1	Типовые изделия с резьбой, их назначение	1
2	<i>Основные элементы резьбы. Классификация</i>	2

	<i>резьб</i>	
3	Конструкция и геометрические параметры метчиков и плашек	2
4	Способы нарезания крепежной резьбы	2
5	Сведения о пластической деформации металла при резьбонарезании	2
	Итого	7

### 5.3. План урока теоретического обучения по теме № 2.

**Тема урока:** Основные элементы резьбы. Классификация резьб.

Время, отведенное на изучение темы – 2 академических часа.

**Цели урока:**

1. Обучающие:

- ✓ сформировать понятие о резьбовой поверхности;
- ✓ сформировать знания о способах классификации резьб;
- ✓ сформировать знания об элементах резьбы.

2. Развивающие:

- ✓ развить познавательные и профессиональные интересы;

3. Воспитательные:

- ✓ воспитать сознательное отношение к учёбе и труду;
- ✓ воспитать трудолюбие, аккуратность.

**Методы обучения:** наглядные (демонстрация, иллюстрация).

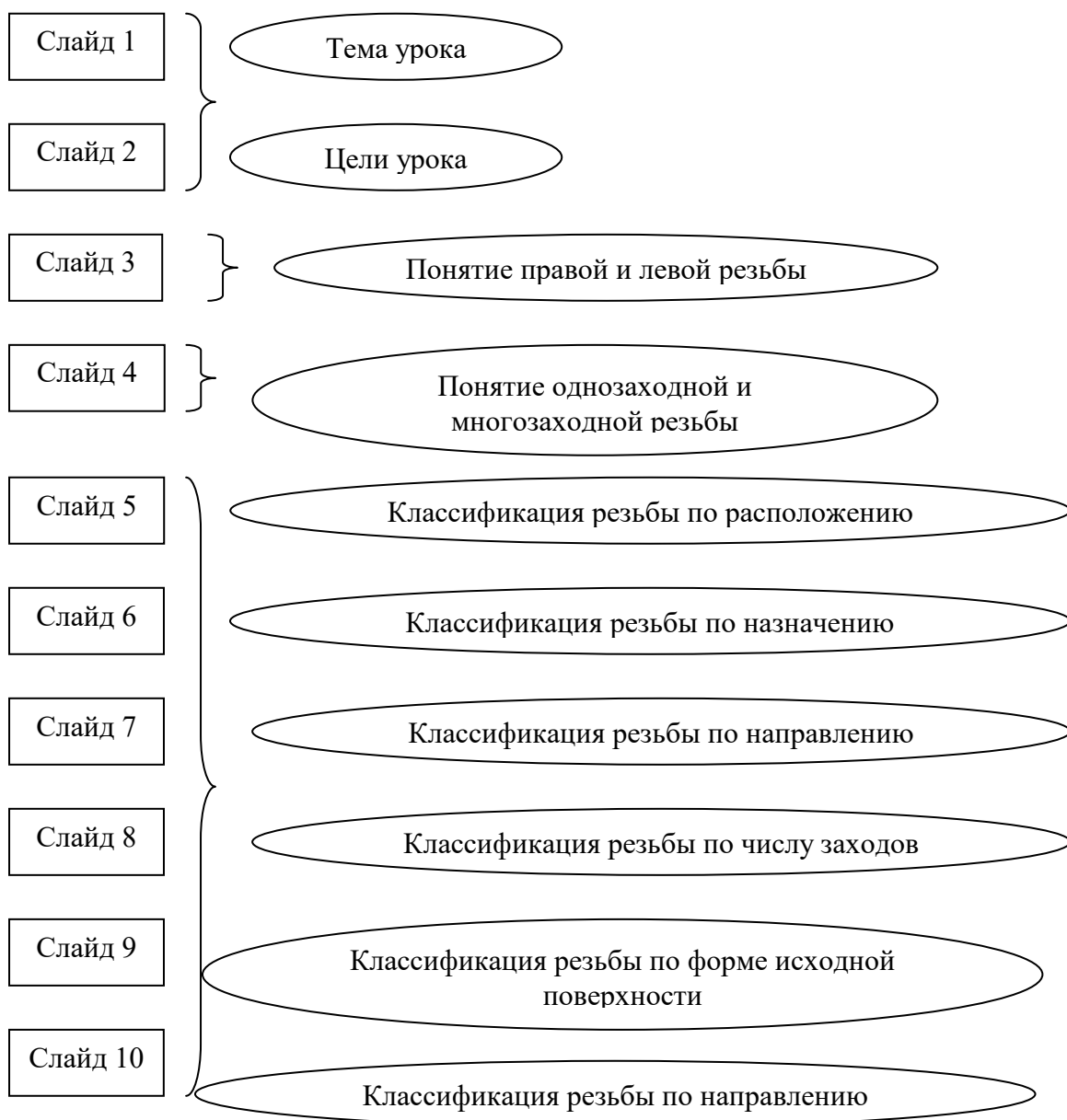
**Тип урока:** усвоение новых знаний.

**Оборудование:** мультимедийный проектор, экран, компьютер.

Таблица 5.2 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время, мин	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	Проверить готовность учащихся к уроку Отметить отсутствующих	5	Участвуют в переключке
2	Подготовка к восприятию нового учебного материала	Постановка цели занятия, сообщение темы и плана проведения урока	5	Записывают тему, слушают преподавателя
3	Изложение нового учебного материала	Рассказывает о резбовых поверхностях, о способах классификации резб, об элементах резьбы. Показывает слайды презентации и комментирует их	60	Слушают преподавателя и запоминают. Смотрят слайды. Воспринимают и осмысливают новый материал, конспектируют.
4	Закрепление знаний	Задаёт вопросы по новой теме. Проводит фронтальный опрос	10	Отвечают на вопросы, слушают преподавателя
1	2	3	4	5
5	Сообщение домашнего задания.	Повторить изученную тему. Привести примеры резбовых деталей. Благодарит за внимание, сообщает об окончании урока.	10	Записывают домашнее задание. Прощаются с преподавателем

#### 5.4. План презентации по теме урока «Основные элементы резьбы. Классификация резьб»







## 5.5. План-конспект теоретического обучения по теме урока

### «Основные элементы резьбы. Классификация резьб»

Таблица 5.3 - Содержание комментария слайдов

№ слайда	Содержание слайда
1	2
1	<b>Тема урока:</b> “Основные элементы резьбы. Классификация резьб”.
2	<b>Цели урока.</b> После изучения урока учащиеся будут знать: о видах резьбовых соединений, будут иметь представление о резьбовой поверхности, об элементах резьбы и о способах классификации резьб.
3	<b>Понятие правой и левой резьбы.</b> У правой резьбы винтовая канавка имеет направление по ходу часовой стрелки (если смотреть с торца детали), у левых - наоборот.
4	<b>Понятие однозаходной и многозаходной резьбы.</b> Однозаходными называют резьбы, имеющие одну винтовую канавку. В многозаходных резьбах выполнено несколько параллельных винтовых канавок, равномерно расположенных по окружности. Ходом резьбы называется расстояние между одноимёнными сторонами витков одной и той же нитки резьбы. Отношение хода резьбы к шагу определяет заходность резьбы. Для однозаходной резьбы ход и шаг совпадают. Отличительной особенностью многозаходных резьб является то, что за один оборот гайка перемещается не на шаг резьбы, как при однозаходной резьбе, а на один ход, т.е. на величину, в два или несколько раз большую.
5	<b>Классификация резьбы по расположению</b> Резьба представляет собой винтовую канавку определённого профиля, прорезанную на цилиндрической или конической поверхности. Резьбы бывают наружные и внутренние.
6	<b>Классификация резьбы по назначению</b> По назначению резьбы бывают крепежные и ходовые. Крепежные резьбы чаще всего имеют треугольный профиль. Ходовые резьбы служат для преобразования вращательного движения в поступательное. Они применяются для точных перемещений в измерительных приборах и металлорежущих станках.
7	<b>Классификация резьбы по направлению.</b> По направлению различают правые и левые резьбы.

8	<b>Классификация резьбы по числу заходов.</b> Однозаходные и многозаходные.
9	<b>Классификация резьбы по форме исходной поверхности.</b> По форме исходной поверхности резьбы делятся на конические и цилиндрические.

Продолжение таблицы 5.3

1	2
10	<b>Классификация резьбы по форме профиля.</b> По форме профиля резьбы бывают: треугольные, прямоугольные, трапецеидальные, круглые, упорные.
11	<b>Назначение конической резьбы.</b> Конические резьбы обеспечивают высокую герметичность и применяются в местах, находящихся под повышенным давлением жидкостей и газов. Обеспечивают непроницаемость без специальных уплотнений. Их применяют для соединения труб, установки пробок, маслёнок и т.п. Коническая резьба позволяет затяжкой компенсировать износ, обеспечивает более равномерное распределение.
12	<b>Назначение крепёжной резьбы.</b> Крепёжные резьбы используются для соединения различных деталей.
13	<b>Трапецеидальная резьба.</b> Трапецеидальная резьба имеет симметричный профиль. Резьба стандартизирована. Шаг может быть крупным, средним и мелким. Резьбу применяют для передачи движения в ходовых и грузовых винтах при двустороннем (реверсивном) движении под нагрузкой.
14	<b>Круглая резьба.</b> Круглую резьбу нарезают на изделия, эксплуатируемые в тяжелых условиях. Иногда эту резьбу получают отливкой на чугунных, пластмассовых, стеклянных деталях, или выдавливаем на тонкостенных металлических деталях. Применяется для винтов, подверженных большим динамическим нагрузкам, а также для винтов, часто завинчиваемых и отвинчиваемых.
15	<b>Упорная резьба.</b> Упорную резьбу применяют в нагруженных винтовых передачах, при одностороннем действии усилия. Она используется для изготовления винтов домкратов, прессов и т.д. Имеет несимметричный профиль. Её применяют для ходовых и грузовых винтов с большой односторонней осевой нагрузкой. Резьба стандартизирована, шаг может быть крупным, средним и мелким.

16	<b>Элементы резьбы.</b> Шаг резьбы, угол подъема резьбы, наружный диаметр, внутренний диаметр, угол профиля, средний диаметр резьбы.
17	<b>Элементы резьбы.</b> Изображение элементов резьб.

Вопросы к опросу:

1. Слайд № 3. Понятие правой и левой резьбы?
2. Слайд № 4. Понятие однозаходной и многозаходной резьбы?
3. Слайд № 5. Дайте классификацию резьбы по расположению?
4. Слайд № 6. Дайте классификацию резьбы по назначению?
5. Слайд № 7. Дайте классификацию резьбы по направлению?
6. Слайд № 8. Дайте классификацию резьбы по числу заходов?
7. Слайд № 9. Дайте классификацию резьбы по форме исходной поверхности?
8. Слайд № 10. Дайте классификацию резьбы по форме профиля?
9. Слайд № 11. Назначение крепежных резьб? Какие виды соединений бывают?
10. Слайд № 12. Назначение конической резьбы?
11. Слайд № 13. Где применяется трапецеидальная резьба? Изобразите схематично профиль трапецеидальной резьбы??
12. Слайд № 14. Назначение круглой резьбы? Получение круглой резьбы на деталях? Где применяется круглая резьба?
13. Слайд № 15. Назначение упорной резьбы? Где применяется упорная резьба? Изобразите схематично профиль упорной резьбы?
14. Слайд № 16 и №17. Назовите элементы резьбы?

Урок теоретического обучения представляет собой сообщение новых знаний учащимся с использованием компьютерных средств обучения и информационно-рецептивного метода.

Для проведения данного урока, знания учащимся предлагаются в готовом виде, а учащиеся осуществляют восприятие (рецепцию) и осмысление знаний, фиксируют их в своей памяти.

При рецепции используются все источники информации, как словесные, так и наглядные.

При проведении данного урока применяется совокупность словесных, наглядных и практических методов обучения.

Словесные методы – рассказ, объяснение.

Наглядные методы – демонстрация, иллюстрация.

В ходе урока использованы следующие средства обучения:

- Мультимедийный проектор, компьютер.

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		70

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной работы являлось разработка технологии механической обработки детали «Крышка корпус подшипников».

Предлагаемый проектный вариант обработки детали «Крышка корпус подшипников» наиболее технологичен по сравнению с технологическим процессом, который основан на применении универсального оборудования. Применение оборудования с ЧПУ позволяет уменьшить вспомогательное время на операциях за счет сокращения времени на установку и снятие детали, а также улучшить условия труда станочников, сокращением времени ручного труда.

В процессе выполнения выбора заготовки сравнивались два метода получения исходной заготовки: отливка в песчано-глинистые формы и закрытая штамповка. В результате экономического расчета и обоснования выбора заготовки принят вариант закрытой штамповки. Это сокращает время на снятие припусков из-за возможности применения более высоких скоростей резания по сравнению с отливкой. Экономия металла – 14,48 кг при изготовлении одной детали. В целом годовой экономический эффект по затратам на материалы в сравнении с отливкой (на партию 120 шт.) составляет 655500 руб.

Использование высокопроизводительного режущего инструмента позволяет сократить производственный цикл, при этом обеспечив требуемое качество механической обработки.

Обеспечение заданной точности размеров было достигнуто за счет постоянства баз на большинстве операций и переходов.

Не маловажным для повышения производительности является применение приспособлений с быстросействующими зажимами. В разработанном технологическом процессе применяются приспособления

с пневмоприводом. Для вертикально-сверлильной операции спроектировано приспособление с пневмоприводом.

Проведен анализ технологического процесса механической обработки детали «Корпус подшипника» на соответствие критериям экологичности и безопасности труда.

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		72



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности.
2. ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.019-96 Электробезопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.030 -96 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штамповочные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
7. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей жидкости: Гигиенические нормативы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 30 с.
8. СНиП 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные нормы и правила. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
9. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение: Санитарные нормы и правила. – М., 2001. – 28 с.
10. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1996. – 24 с.
11. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: Санитарные нормы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1996. – 22 с.

					ДП 44.03.04.131 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		73

12. СНиП 21.07-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений: Строительные нормы и правила. – М., 1997. – 20 с.
13. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
14. Безопасность технологических процессов и производств: Учеб. пособие для вузов / П.П. Куклин, В.Л. Лапин, Н.Л. Понамарев и др. – 2-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк., 2001. – 319 с.: ил.
15. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.
16. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. – 260 с.
17. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М.: Машиностроение, 1971.- 425 с.
18. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. –4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.
19. Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И. Основы экологии. - М.: Высш. шк., 1997. –268 с.
20. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. Ун-та, 2001.-169 с.
21. Методические указания к выполнению раздела охрана природы дополнительного проекта и дипломных работ. Свердловск: Изд-во Инж.-пед. ин-та, 1988. – 8 с.

22. Новиков Р.А. О механизме регулирования окружающей среды от загрязнения. – М.: Высш. шк., 1991. – 220 с.
23. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Изд. 2-е, М.: Машиностроение, 1974.- 406 с.
24. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство.-М.: Машиностроение, 1984
25. Общая и профессиональная педагогика: Учеб. пособие / Авт.-сост.: Г.Д. Бухарова, Л.Н. Мазаева, М.В. Полякова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 298 с.
26. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1985.- 656 с.
27. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1986.- 496 с.
28. Sandvik Coromant "Сменные пластины SANDVIK-MKTC" - каталог, 2000, 170 с.
29. Sandvik Coromant "Вращающийся инструмент Sandvik Coromant" - каталог,, 2000, 625 с.
30. Sandvik Coromant "Токарный инструмент Sandvik Coromant" - каталог, 2000, 560 с.
31. Sandvik Coromant «Инструмент Sandvik Coromant" - каталог, 2009, 988 с.